CAPITOLO XIX

§ 95 — Cenno sulle centrali di tiro e lancio

Le nuove centrali di tiro e di lancio installate sulle RR. NN. « *Trento* » e « *Trieste* » ed in esperimento su alcuni C. T. della Prima Squadra, permettono l'esatta ricostruzione del cammino percorso dal nemico, e quindi permettono di avere in ogni istante, oltre che la distanza del bersaglio, la rotta e la velocità di esso.

Mentre nelle centrali di tiro meno recenti, veniva misurato solo l'elemento distanza, per mezzo di telemetri generalmente in numero non inferiore a tre; nelle centrali moderne, oltre ad ottenere costantemente per mezzo di telemetri la distanza dal nemico, si ricava anche con continuità per mezzo di un apposito congegno, la variazione del rilevamento del nemico nella unità di tempo.

Questa misura viene eseguita con un apparecchio speciale, misuratore di differenza di rilevamento chiamato gimetro.

Il gimetro è un apparecchio giroscopico che risponde principalmente al requisito che la direzione del suo asse deve subire minimi spostamenti, quando il complesso viene ad essere assoggettato ad accelerazioni accidentali e disturbi.

Poichè vogliamo ottenere non il rilevamento vero del nemico, (essendo il rilevamento vero l'angolo che la direzione del Nord forma con la direzione della congiungente nave bersaglio), ma le variazioni di tale angolo nella unità di tempo, non si richiede a tale apparecchio l'esatto orientamento nel meridiano, orientamento che invece abbiamo visto essere richiesto alla girobussola.

L'apparecchio sistemato a bordo delle nostre unità, soddisfa ai requisiti richiesti.

La parte girostatica di esso è costituita da una incastellatura contenente tre giroscopi disposti in corrispondenza dei vertici di un triangolo equilatero e con gli assi giacenti in uno stesso piano.

Solidale alla incastellatura, e nella sua parte inferiore, è fissata una calotta sferica. Il sistema girostatico è sospeso dalla spinta di un getto di olio mandato sotto pressione da una pompetta ad ingranaggi sulla calotta sferica stessa.

Con questo dispositivo si è ottenuta la richiesta insensibilità del sistema giroscopico all'azione delle forze perturbatrici (vibrazioni dello scafo, sbandamenti della Nave dovuti al moto ondoso, variazioni di velocità, ecc.) e si ha in pratica che la deviazione dell'asse girostatico per le suddette cause accidentali nella unità di tempo (minuto primo) risulta sempre inferiore ad un millesimo.

I dati del tiro, distanze, variazioni di rilevamento del nemico, vengono trasmessi in centrale dove, mediante appositi apparecchi meccanici, vengono purificati.

Per purificazione di un dato del tiro, s'intende la eliminazione degli errori accidentali che possono essere stati commessi durante la sua determinazione.

Nei problemi del tiro, l'alzo ed il cursore sono espressi in millesimi, essendo un millesimo l'angolo di valore uguale a 3' 43" circa.

Il millesimo è più semplicemente l'angolo sotteso da una corda eguale ad una millesima parte della lunghezza del raggio del circolo.

Quindi ad esempio, per un circolo di raggio di un chilometro, l'angolo di un millesimo sottende una corda della lunghezza di un metro.

L'adozione del millesimo come unità di misura angolare, è dovuta al fatto che presenta notevoli vantaggi nei riguardi delle correzioni da apportare al cursore durante il tiro.

Si dimostra infatti che un millesimo di cursore, fa spostare il punto di caduta del proiettile, dalla parte verso cui si è dato il cursore stesso, di un numero di metri uguale al numero dei chilometri della distanza.

La stessa facilità di correzione non si presenta invece per quanto riguarda l'impiego dei millesimi nelle correzioni del tiro in gettata, ma ciò nonostante l'uso dei millesimi è di grande utilità anche nella misura degli alzi, perchè evita l'uso di numeri complessi (gradi, primi, secondi) perchè permette più semplicemente la graduazione degli alzi stessi, ed anche perchè il millesimo è una unità di misura che corrisponde alla approssimazione dei congegni di mira, maggiormente del primo d'arco che risulta troppo piccolo.

Nelle trattazioni della R. Marina che riguardano i problemi del tiro e del lancio, si chiama angolo β l'angolo che fa con la direzione della prova del bersaglio B, la direzione secondo la quale un osservatore, situato sul bersaglio stesso, traguarda la nostra nave N. Fig. 257.

L'angolo β assume valori che variano più o meno rapidamente a seconda delle velocità delle due navi, ed a seconda delle loro rotte. La conoscenza dei valori istantanei successivi di questo angolo β, permette il controllo della rotta e della velocità del nemico, ricavata, come sopra è stato detto, per mezzo della misura della distanza (telemetri) e delle variazioni del rilevamento del nemico (gimetro).

L'angolo β è ottenuto per mezzo di un apposito strumento chiamato *inclinometro*, quando esso sia graduato per la lunghezza del bersaglio espressa in metri, graduato con continuità per i successivi valori della distanza nave-bersaglio, e quando si esegua, con apposito cannocchiale, la collimazione, dei due estremi della unità-bersaglio.

L'inclinometro è dunque un apparecchio capace di misurare angoli piccolissimi, che misura direttamente l'angolo sotteso dallo scafo nemico, e che, per mezzo di congegni meccanici, risolve poi un problema trigonometrico dando automaticamente l'angolo β, la cui misura si dimostra essere dipendente appunto dai valori dell'angolo sotteso dallo scafo del bersaglio, dalla sua lunghezza e dalla distanza Nave-bersaglio.

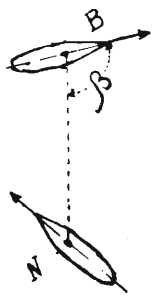


Fig. 257.

Questo angolo viene trasmesso direttamente alla centrale di tiro, dove viene utilizzato come controllo, come sopra è stato detto, oppure impiegato direttamente per la determinazione del moto del nemico, qualora sia in avaria il gimetro.

Nella centrale, in base ai suddetti elementi, vengono mediante altri appositi congegni meccanici, calcolati gli alzi, i cursori, le correzioni da apportare per la velocità del vento, per lo sbandamento delle piattaforme sulle quali sono sistemate le artiglierie, per la distanza fra pezzo e pezzo, per il moto di rotazione terrestre, ecc.

Sulle navi nelle quali sono state installate le moderne centrali di tiro si ha la punteria indiretta dei pezzi.

Abbiamo visto già, nel cenno teorico sui sistemi di punteria generale tipo « Girardelli », in cosa consiste tale punteria.

Nella punteria diretta ogni pezzo ha uno o due puntatori, i quali per mezzo di cannocchiali eseguono la punteria: il puntatore di direzione (brandeggio) centrando la linea verticale del crocicchio del cannocchiale sul bersaglio, ed il puntatore di elevazione, centrando sul bersaglio la linea orizzontale del crocicchio del cannocchiale.

Nella punteria indiretta, solo uno o due puntatori ad un congegno centrale eseguono la punteria sul bersaglio, e per mezzo di trasmissioni elettriche fanno muovere un indice su appositi quadranti (ricevitori di brandeggio e di elevazione) sistemati in numero sufficiente per ogni impianto.

Gli indici dei ricevitori si spostano anche in relazione alle correzioni del tiro sopra accennate, correzioni che, calcolate in centrale, vengono poi per mezzo di trasmissioni elettriche, aggiunte agli spostamenti prodotti dai movimenti dei cannocchiali di punteria.

I destinati alla manovra dei pezzi, azionano opportunamente i congegni

di brandeggio o di elevazione, dando al pezzo tali spostamenti da inseguire con una lancetta fissa al pezzo il corrispondente indice elettrico, mosso come si è visto dal puntatore centrale e dai trasmettitori delle correzioni.

Quando le due coppie di indici sono in collimazione, il pezzo o l'impianto risulta brandeggiato ed in elevazione secondo la punteria eseguita dal puntatore del cannocchiale centrale.

La punteria a controindice è più facile della diretta purchè i ricevitori siano di diametro sufficientemente grande e con il massimo numero di graduazioni.

Al metodo a controindice, che consiste nell'inseguire con un indice fisso al pezzo, l'indice elettrico lungo tutto l'intero quadrante, si preferisce però la punteria col metodo del riporto a zero, nella quale si ha un solo indice che si sposta rispetto ad una posizione fissa; l'indice viene mosso tanto dal trasmettitore che dall'apparecchio comandato, che nel nostro caso è il cannone o l'impianto.

Quando il movimento dell'apparecchio comandato uguaglia quello del trasmettitore, l'indice si trova a zero ossia in corrispondenza di un punto fisso del quadrante.

Inseguire un indice mobile intorno ad una posizione fissa ed animato da movimento differenziale e quindi meno rapido, è evidentemente più facile che inseguire lungo tutto un quadrante un indice animato da movimento veloce ed oscillante.

§ 96 — Trasmettitori d'ordini R. Marina a corrente alternata

La trasmissione dei dati (alzo in millesimi + correzione per il moto di oscillazione della piattaforma; brandeggio + correzione in millesimi) viene, nelle nostre centrali, effettuata elettricamente.

Gli apparecchi usati sono univoci, cioè od ogni posizione del trasmettitore corrisponde una ed una sola posizione del ricevitore.

Il principio sul quale si basano detti trasmettitori e ricevitori elettrici è il seguente:

In un circuito a corrente alternata, monofase (50 V, 50 periodi) vengono derivati due avvolgimenti M M e M'M' (fig. 258), che costituiscono i poli di un campo induttore.

Entro il campo prodotto da MM. che costituisce in pratica uno statore bipolare, ruota una spira B. Essa taglia secondo la sua posizione, cioè secondo la sua inclinazione rispetto al campo magnetico alternato generato

dalla c. a. monofase circolante nelle spire M ed M', un numero più o meno grande di linee di forza del campo stesso.

Nel campo prodotto dall'avvolgimento M'M' è posta una spira B' uguale alla spira B e collegata con essa.

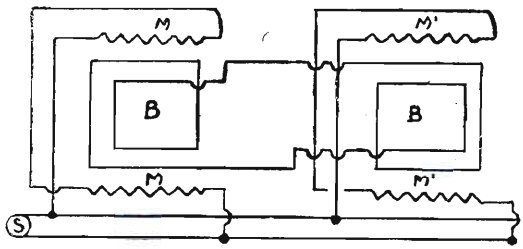


Fig. 258.

Se la spira B' non è inclinata come la spira B rispetto al campo, le due spire tagliano un differente numero di linee di forza, e si genera quindi nel circuito da esse costituito, una corrente.

La corrente che circola nelle spire B e B' agisce in esse come la corrente che percorre un indotto di un motore. Poichè la spira B (appartenente al trasmettitore), non può spostarsi dalla posizione nella quale è stata portata, ruota solo la spira B', che si arresta solo quando si annulla la corrente che la percorre. Ciò si verifica solo quando la spira B' si è portata nella stessa posizione della spira B, rispetto al flusso induttore, e ciò perchè solo quando le due spire hanno la stessa posizione, si generano in esse forze elettromotrici uguali ed opposte che si equilibrano e non danno luogo ad alcuna corrente.

Con indotti formati da una sola spira si ha però ambiguità poichè il numero delle linee di forza tagliate dalla spira è lo stesso, sia che essa si trovi nella posizione B_1 che nella posizione B_2 simmetriche rispetto alla direzione del campo, perchè inclinate su questa a destra od a sinistra rispettivamente dello stesso angolo (v. fig. 259).

Ad una posizione B_1 della spira B del trasmettitore, potrebbe cioè corrispondere una posizione B_2 della spira B' del ricevitore; cioè in questa posizione può avendosi l'equilibrio elettrico nel circuito delle spire, la posizione della spira B' del ricevitore, risulterebbe errata.

Occorre perciò sistemare almeno due spire non a 180° fra loro per togliere ogni ambiguità. In pratica sono sistemate tre spire a 120° fra loro, che costituiscono gli avvolgimenti dei rotori dei trasmettitori e dei ricevitori.

Con tre spire si aumenta anche la forza direttiva degli indotti.

Il collegamento viene fatto a triangolo, per impiegare solo tre conduttori di linea (fig. 260).

Un notevole vantaggio di questi trasmettitori elettrici è la completa indipendenza che hanno gli indotti dalle variazioni della tensione di bordo, che influisce ugualmente sui due avvolgimenti induttori, variando solo la forza del campo.

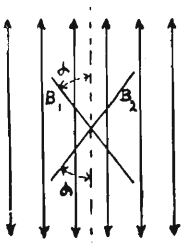


Fig. 259.

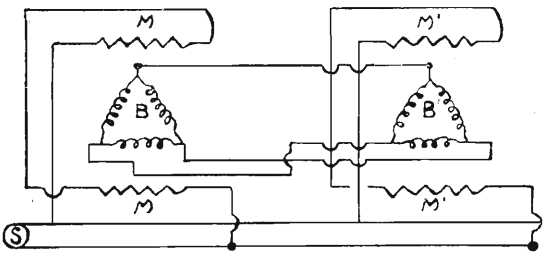


Fig. 260.

E' inoltre evitata la possibilità di sfasamenti. Infatti se esiste la tensione nel circuito di alimentazione a corrente alternata, certamente il trasmettitore ed il ricevitore sono in fase.

Se manca la tensione nel circuito di eccitazione ed i trasmettitori vengono mossi, essi si sfasano rispetto ai ricevitori, gli indotti dei quali rimangono fermi; ma al ritorno della tensione, si ha immediatamente la automatica messa in fase dei ricevitori i cui indotti ruotano fino a portarsi nella posizione simile a quella raggiunta dai trasmettitori.

Un altro grande vantaggio che questi apparecchi presentano è costituito dal fatto che quando i rotori si trovano nella posizione di equilibrio, in essi non circola corrente, ed è quindi escluso l'inconveniente di un loro riscaldamento per qualsiasi durata continua del loro impiego.

Come si vede gli apparecchi usati sono di semplicissima struttura e possono assumere dimensioni ridotte.

Hanno obbedienza di funzionamento praticamente istantaneo, con conseguente perfetto sincronismo fra trasmettitore e ricevitore. Il numero di posizioni elementari attendibili è però infinito solo in teoria perchè viene limitato dagli attriti e da un intervallo di incertezza che si ha per ogni posizione.

Il numero di posizioni elementari *sicure* che può fornire tale trasmettitore si ritiene sia di 50.

Volendo trasmettere un numero maggiore di posizioni, ad esempio *200*, si potrebbero collegare con rapporto opportuno due trasmettitori. Avendo

un trasmettitore a 50 posizioni e volendo trasmetterne 200, il rapporto risulterebbe di 1 : 4.

I detti trasmettitori comanderebbero due ricevitori indipendenti portanti ciascuno un quadrante. Quello comandato dal trasmettitore senza rapporto di movimento costituisce il « ricevitore veloce », l'altro, il « lento » (fig. 261).

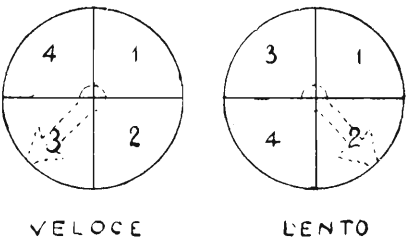


Fig. 261.

Per seguire l'esatta punteria e controllare che non vi siano sfasamenti di uno o più giri, il puntatore seguendo normalmente l'indice veloce, non dovrebbe perdere di vista il lento. Non osservando questa prescrizione, dati i movimenti spesso assai rapidi dell'indice elettrico veloce, egli potrebbe trovarsi con l'indice meccanico a 180° dall'elettrico senza sapere da che parte inseguirlo.

Il dover controllare i due quadranti, lento e veloce, costituisce una difficoltà, e per questa ragione è stato quindi risolto il problema facendo i ricevitori di punteria con quadranti *unici*, capaci di 200 posizioni elementari, rappresentanti nel tiro 200 millesimi. La notevole ampiezza di tali ricevitori migliora l'elemento *campo*, che è fra gli elementi fondamentali per ottenere una buona punteria.

Per semplicità di esposizione supponiamo di voler trasmettere solo 16 posizioni con due trasmettitori a 4 posizioni elementari. Collegandoli come sopra si è visto con rapporto di movimento 1 : 4, e dotando il ricevitore lento e il veloce di un quadrante ciascuno, potremo sempre compiere la lettura della posizione trasmessa.

Nel caso della fig. 261 avremo che la lettura è 7; perchè mentre il veloce è nella posizione 3, il lento ci indica che siamo al 2° giro.

Vediamo come si possa compiere ugualmente la lettura su un quadrante unico a 16 posizioni, disponendo degli stessi trasmettitori e ricevitori a 4 posizioni elementari del caso adesso illustrato.

Sull'asse del ricevitore veloce (fig. 262) calettiamo un rocchetto centrale di diametro 4 *d*. Ad ogni giro del rocchetto piccolo corrisponderà un quarto di giro del rocchetto gfande. Supponiamo di fissare al rocchetto grande 4 indici a 90° fra loro.

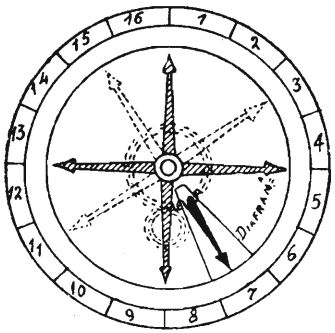


Fig. 262.

Riferendoci all'esempio precedente, quando il rocchetto piccolo, comandato dal ricevitore veloce ha compiuto un giro e ¾, i quattro indici a 90° occupano rispettivamente le posizioni 3, 7, 11, 15 del quadrante. Nel precedente caso di due ricevitori con due quadranti indipendenti, leggendo sul veloce 3 e sul lento 2, sapevamo subito che la lettura da farsi era 7.

Nell'attuale caso non sappiamo invece a quale dei quattro indici corrisponde la lettura esatta. Per poter individuare il quadrante nel quale si deve compiere la lettura (il che corrisponde a sapere quanti giri ha fatto il ricevitore lento), si caletta sull'asse dell'indotto del ricevitore lento un oscuratore portante una sfinestratura attraverso la quale è visibile uno solo degli indici. Nell'esempio già visto, poichè il lento si trova sulla sua seconda posizione, la sfinestratura del diaframma è in corrispondenza del 2° quadrante; quindi dei 4 indici è visibile solo quello che trovasi in detto quadrante e che, come si è visto, indica la posizione 7. Gli altri 3 indici risultano coperti dal diaframma, e di conseguenza la lettura si effettua senza alcuna ambiguità.

I ricevitori di punteria usati nelle sistemazioni di punteria, come è già stato detto, si spostano anche in relazione alle correzioni del tiro, che calcolate in centrale, vengono ad aggiungersi agli spostamenti dovuti ai movimenti dei cannocchiali di punteria.

Nelle navi sulle quali si ha la installazione delle moderne centrali di

tiro, la punteria con riporto dell'indice nei ricevitori del tipo R. Marina ora descritti è realizzata nel seguente modo:

Una trasmissione meccanica dell'elemento comandato (cannone) fa ruotare *lo statore del ricevitore*. Supponiamo che l'indice, per effetto di una trasmissione, si sposti dallo zero, assumendo una nuova posizione rispetto allo statore fermo; se lo statore ruota, ruota anche il campo induttore alternativo che è ad esso connesso, e l'indotto, recante l'indice viene trascinato da tale rotazione, non potendo essere variata la sua posizione relativa rispetto allo statore.

Perchè l'indice ritorni a zero lo statore deve ruotare di una quantità uguale e contraria al movimento iniziale dell'indotto rispetto allo statore fermo.

Poichè, come si è detto, la posizione relativa dell'indice rispetto allo statore non è variata durante la rotazione di questo, si comprende come nessun disturbo venga arrecato al funzionamento elettrico del complesso trasmettitore ricevitore; quest'ultimo funziona dunque come un vero e proprio differenziale elettrico.

§ 97 — Cenno sulle varie applicazioni dei trasmettitori d'ordini R. Marina

I trasmettitori d'ordini nuovo tipo R. Marina a corrente alternata, usati per l'asservimento a controindice dei pezzi, possono essere impiegati anche per qualunque altra trasmissione di ordini.

Così, nel cenno già effettuato circa la esecuzione della manovra e distanza dei proiettori, è già stato detto che l'asservimento a controindice dei proiettori viene effettuato con i trasmettitori R. Marina a corrente alternata, con funzionamento perfettamente analogo a quello descritto per l'asservimento dei pezzi.

Questi trasmettitori vengono anche usati per trasmissione degli ordini dalla plancia alla macchina, e prendono allora il nome di « Telegrafi di macchina ».

E' già stato detto che le posizioni elementari sicure che può fornire tale trasmettitore, si ritengono essere non superiori a 50.

Poichè gli ordini da impartire dalla plancia alla macchina, relativi alle andature della macchina stessa, sono in numero notevolmente inferiore a 50, nei telegrafi di macchina, non si è avuta la necessità di fare uso del dispo-

sitivo al quale si è ricorso per l'asservimento dei pezzi, allo scopo di avere 200 indicazioni.

A causa però della evidente grande importanza dei telegrafi di macchina, e della necessità di conoscere in plancia se l'ordine trasmesso è stato oppur no esattamente ricevuto ed eseguito: mentre gli usuali trasmettitori d'ordini si compongono di un apparecchio trasmettitore e di uno o più apparecchi ricevitori, i telegrafi di macchina hanno sia nel locale dal quale si trasmette che nel locale dal quale si riceve, un complesso composto di un trasmettitore e di un ricevitore.

Questo perchè, l'ordine trasmesso dalla plancia appena ricevuto in macchina, deve essere trasmesso nuovamente dalla macchina, e ricevuto in plancia a conferma dell'ordine precedentemente dato.

Altra applicazione dei trasmettitori d'ordini R. Marina a corrente alternata, può essere fatta agli indicatori degli angoli di barra, che sono apparecchi situati in plancia che dànno le indicazioni in gradi della posizione del timone, come pure a qualunque altro apparecchio, le cui indicazioni debbano essere trasmesse a distanza.

CAPITOLO XX

Generalità sulle centrali elettriche

§ 98 - Cenni sugli impianti terrestri

Nell'uso comune, diconsi *centrali* le officine ove si produce una certa quantità di energia elettrica, a spese di una quantità corrispondente (sempre superiore) di energia termica od idraulica.

Le centrali diconsi *idroelettriche*, se utilizzano energia idraulica per mezzo di apposite sistemazioni e macchinari; *termoelettriche* se utilizzano energia termica, per mezzo di altre sistemazioni e di altri macchinari.

Viene inoltre effettuata un'altra distinzione a seconda che esse siano destinate a produrre corrente continua o corrente alternata.

Negli impianti terrestri, è generalmente adottata la corrente alternata, e ciò è dovuto anche alla facilità con la quale la energia elettrica così erogata, può essere variata nei suoi elementi, intensità e tensione, mediante i trasformatori statici, dei quali abbiamo già visto l'elevato rendimento.

Le centrali idrauliche non possono sorgere che là dove si trovano, od è possibile far giungere, rilevanti masse d'acqua che precipitando per un forte dislivello acquistano una elevata velocità; cioè dove esistono i due elementi necessari, acqua e dislivello. Le centrali idrauliche, cioè, poichè sfruttano « potenza idraulica » offerta dalla natura, sono vincolate a quei luoghi nei quali detta potenza esiste e si presta ad essere utilizzata.

Per questa ragione, nella maggior parte dei casi, le stazioni generatrici sorgono in luoghi che distano molte decine, ed anche centinaia di chilometri da quelli nei quali della energia elettrica vien fatto uso.

Al costante aumento della potenza elettrica erogata da ogni centrale, è inoltre corrisposta una maggiore estensione della zona di utilizzazione di detta energia, il che ha reso sempre più importante il problema del trasporto della energia elettrica stessa, sia per il costo dell'impianto

(conduttori — pali di sostegno, isolatori) sia per la perdita della energia lungo la linea.

Abbiamo precedentemente visto che, se una corrente di intensità I, percorre un conduttore di resistenza R, la potenza elettrica che si trasforma in calore, e quindi nel presente caso, la potenza dispersa lungo la linea, è espressa dalla formula:

$$W = R\, I^2$$

Si osserva cioè che detta potenza dissipata in calore, è indipendente dalla tensione, e direttamente proporzionale invece al quadrato della intensità della corrente, ed alla resistenza del conduttore.

Per rendere minore questa perdita, bisogna dunque diminuire la I, intensità di corrente, e possibilmente ridurre la R, ma da quanto sopra è stato detto si rileva che l'effetto maggiore si ottiene con la riduzione della intensità della corrente che percorre il conduttore.

Poichè la potenza elettrica generata è espressa dalla relazione:

$$W_g = I\, V$$

(per la corrente continua, ed anche per la corrente alternata, supponendo $\cos \varphi = 1$) si vede facilmente che volendo trasmettere la stessa potenza, si può ridurre la intensità di corrente, aumentando corrispondentemente la tensione.

Per quanto gli alternatori (altra importante ragione di preferenza dell'uso della corrente alternata), si prestino per la mancanza del collettore, più delle generatrici a corrente continua, alla produzione di energia elettrica ad alta tensione, non si raggiunge in genere una tensione così alta, da poterla ritenere conveniente per il trasporto della energia a distanza.

Infatti la f.e.m. generata da un alternatore, come è già stato studiato, è espressa dalla formula:

$$E = y\, p\, n\, N\, \Phi$$

nella quale sono rispettivamente:

E — il valore massimo della f.e.m. generata;
y — un coefficiente che dipende dalla forma della corrente alternata e dal numero delle scanalature per ogni gruppo di conduttori;
p — il numero delle coppie polari;
n — il numero dei giri al minuto;
N — il numero dei fili attivi;
Φ — il flusso uscente da un polo;

elementi tutti che non è possibile, per ragioni di costruzione e di resistenza dei materiali, elevare oltre un certo limite.

Da ciò la necessità della trasformazione della energia elettrica in altra a tensione maggiore ed intensità più bassa; necessità che costituisce un'altra causa di preferenza della corrente alternata, che può essere trasformata staticamente, e con elevato rendimento; mentre per la simile trasformazione della corrente continua è necessario l'uso di macchine rotanti, le convertitrici, che hanno un rendimento inferiore ai trasformatori statici, e necessitano di una più accurata manutenzione e sorveglianza.

Quando l'energia così trasformata ad altissima tensione, giunge sul luogo della utilizzazione, viene nuovamente trasformata prima di essere distribuita ai vari utenti.

I primi trasformatori citati che hanno l'ufficio di elevare la tensione, si chiamano *trasformatori in salita;* mentre quelli che abbassano la tensione nel luogo di distribuzione e di utilizzazione dell'energia, si chiamano *trasformatori in discesa.*

La ragione della utilizzazione della energia elettrica ad una tensione che generalmente non supera i 250 V., è da ricercarsi nel periodo che detta energia elettrica a tensione superiore presenterebbe per gli organismi umani, ed anche al costo ed alle difficoltà sempre maggiori che l'aumento della tensione causerebbe per l'isolamento degli utenti.

Abbiamo visto che una riduzione della potenza elettrica dissipata in calore lungo la linea, si ottiene anche con la diminuzione della resistenza ohmica offerta dalla linea stessa al passaggio della corrente.

E sappiamo che la resistenza ohmica R, di un conduttore, è data in ohm dalla relazione:

$$R = \rho \frac{1}{s} \text{ essendo:}$$

ρ — Resistenza specifica del metallo di cui il conduttore è costituito, espressa in ohm;

l — lunghezza del conduttore, espressa in cm.:

s — sezione del conduttore, espressa in $cm.^2$

Nel caso considerato della trasmissione a distanza della energia elettrica, la lunghezza del conduttore è quella richiesta, e non può essere comunque variata.

I conduttori vengono già scelti di un metallo (rame) che offre la minor resistenza specifica in unione a un prezzo non eccessivo.

Per diminuire R, bisognerebbe dunque aumentare la sezione s del con-

duttore, ma ciò potrebbe dar luogo a gravi inconvenienti quali un forte aumento del peso di linea, del numero dei pali, dello sforzo che i pali stessi devono sostenere, ecc.: con un aumento del costo d'impianto così rilevante da divenire presto proibitivo.

Per questa ragione, in genere, nel progetto di una linea per il trasporto a distanza di una certa potenza elettrica, viene inizialmente stabilita la percentuale di perdita per effetto joule, che può essere subìta, ed in relazione a questo elemento fissato, si calcola la tensione di linea, e la sezione del conduttore da usare.

E' a questo proposito utile osservare, che a pari potenza dissipata in calore lungo un conduttore, la sezione del conduttore stesso è direttamente proporzionale al quadrato della intensità di corrente che la percorre.

Cioè, a parità di potenza dissipata in calore, la sezione di un conduttore cresce come il quadrato della corrente che trasporta e viceversa.

Sia infatti s la sezione di un conduttore nel quale circola la corrente I.

Se R è la resistenza ohmica del conduttore, la potenza elettrica dissipata in calore, è data dalla relazione:

$$W = R\, I^2 = \rho \frac{1}{s} I^2$$

Facciamo ora circolare la corrente $\frac{I}{n}$ in un conduttore di egual metallo e di uguale lunghezza, del quale suppongasi di poter variare la sezione, finchè non si riscontri una dissipazione d'energia in calore, uguale a quella che si aveva precedentemente. Avremo, chiamando con R_1 la resistenza del nuovo conduttore:

$$W = R_1 \frac{I^2}{n^2} = \rho \frac{1}{s_1} \frac{I^2}{n^2} \qquad (1)$$

ed uguagliando le due relazioni scritte:

$$R\, I^2 = R_1 \frac{I^2}{n} \text{ da cui } R_1 = R\, n^2 \qquad (2)$$

Avendo cioè ridotta la corrente fino al valore $\frac{I}{n}$, si è potuto fare uso di un conduttore di resistenza $R\, n^2$, avendo la stessa perdita di potenza in calore.

Dal confronto delle due relazioni (1) (2) si ottiene pure:

$$\rho \frac{1}{s} = \rho \frac{1}{s_1\, n^2} \text{ da cui } S = \frac{s}{n^2}$$

Avendo ridotta la corrente ad $\frac{I}{n}$, è stato possibile ridurre la sezione del conduttore ad $\frac{s}{n^2}$, sopportando la stessa potenza per effetto joule.

Un rudimentale schema di un impianto idroelettrico è quello della figura 263. L'acqua è derivata dal corso di acqua o lago artificiale superiore A, a mezzo di opportune opere di *presa* B che consistono in adeguate opere di sbarramento o di regolazione, atte a convogliare l'acqua verso il *canale derivatore* C. Da questo, a lieve pendenza, l'acqua è convogliata, vuoi in galleria, vuoi allo scoperto, ad un *bacino di carico* D, posto in posizione elevata al di sopra dell'edificio della centrale, e dal quale ha origine la *condotta forzata*, formata da uno o più tubi paralleli di acciaio o di cemento

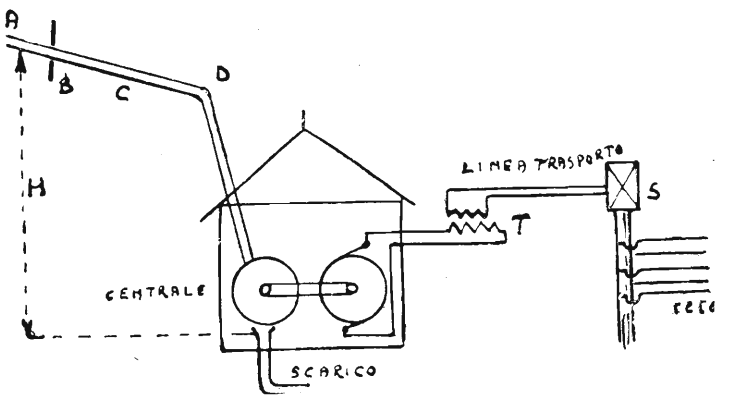


Fig. 263.

armato, disposti in forte pendio e robustamente ancorati al suolo. Si possono raggiungere dislivelli, fra il bacino di carico e la centrale, sino ad oltre mille metri. In centrale l'acqua è distribuita alle turbine a mezzo di diramazioni munite di valvole manovrate dai motori. In centrale si hanno sempre più *unità* o *complessi* ciascuno dei quali è costituito da gruppi *motore generatore* accoppiati direttamente sullo stesso asse. I gruppi sono sistemati in una grande sala, chiamata *sala macchine*, bene illuminata, in fondo alla quale è situato, sollevandolo dal suolo il *quadro di distribuzione*, ove sono riuniti gli apparecchi di controllo e di manovra.

L'acqua all'uscita dalle turbine si scarica in un apposito *canale di scarico* situato nel sottosuolo della sala macchine lungo le turbine.

Nella sala delle macchine si trovano anche le *dinamo eccitatrici* se si tratta di impianto a corrente alternata, mosse da turbine di potenza minore. L'energia elettrica è convogliata dai generatori in parallelo alle *sbarre a bassa tensione* (fino a 10.000 volts) e, da queste, a gruppi di trasformatori che elevano la tensione ed hanno i circuiti indotti (secondari) in parallelo sulle sbarre

collettrici ad alta tensione (60.000-150.000 volts). L'energia elettrica da queste poi va alla linea esterna attraverso *apparecchi di protezione*, che proteggono la centrale da pericolose sovratensioni che potrebbero venire dall'esterno, o da scariche ecc.

Il tutto è poi completato da apparecchi di controllo e di misura, apparecchi per la messa in parallelo, apparecchi di protezione (valvole, coltelli, separatori, interruttori automatici ecc.).

Il più delle volte nelle centrali accanto alla sala macchina, coperta da tettoia, vi è un edificio a tre piani, detto quadro, che sovrasta di poco la tettoia di copertura della sala macchina. Al piano terreno sono situati i trasformatori, l'officina di riparazione, ecc., sopra gli interruttori, gli apparecchi per il quadro, ecc., ed in alto in una gran sala, gli apparecchi di protezione e l'uscita della linea esterna.

Frequenze industriali. — Le principali frequenze industriali sono:

50 periodi al 1" in Toscana e nel Piemonte; 42 periodi al 1" in Liguria e in Lombardia e nell'Italia meridionale; 46 periodi al 1" nel Lazio.

In Inghilterra ed in gran parte dell'America è usata la frequenza di 60 periodi al 1".

Per la trazione in America è usata la frequenza di 25 periodi al 1", mentre la frequenza di 60 periodi al 1" è usata per la luce.

In Italia le Ferrovie dello Stato usano per la trazione la frequenza di 25 periodi al 1" per la corrente alternata monofase e quella di 16 2/3 periodi al 1" per la *corrente alternata trifase*.

§ 99 — **Generalità sulle centrali elettriche a bordo delle RR. Navi**

Abbiamo visto che attualmente negli impianti terrestri, in generale si preferisce la corrente alternata alla corrente continua, e ciò sia per il rendimento e la facilità di trasformazione di detta corrente per mezzo dei trasformatori statici, sia per la mancanza del collettore (commutatore) nelle macchine a corrente alternata, mancanza che permette l'assunzione di tensioni più elevate, ed una manutenzione meno frequente e meno accurata alle macchine stesse.

Negli impianti navali odierni, viene invece usata in massima parte la corrente continua, perchè con essa la condotta dell'impianto risulta più semplice, permettendo di non tener conto delle capacità e delle induttanze delle linee di distribuzione della energia elettrica.

Ho detto che in massima parte a bordo si usa corrente continua, perchè pure essendo universalmente adottato il principio di alimentare a corrente continua i circuiti elettrici adibiti alla illuminazione della Nave, vi sono alcuni apparecchi, che per il principio sul quale si basa il loro funzionamento, ed alcuni motori, che per il servizio che devono disimpegnare, sono sulle Navi di varie Marine da Guerra alimentati a corrente alternata.

Siccome la corrente alternata usufruita a bordo, è una piccola percentuale della energia totale, le centrali elettriche delle Navi, sono progettate per la erogazione di corrente continua, della quale una piccola parte viene successivamente trasformata in alternata, per mezzo di convertitori rotanti; in genere complessi motore-alternatore.

L'energia meccanica per azionare le macchine dinamo elettriche sulle Navi, è fornita da macchinari a vapore, e da motori a combustione interna tipo Diesel od a testa calda.

Le macchine dinamo elettriche, azionate da macchinari a vapore (oggi quasi totalmente turbodinamo) sono quelle destinate per fornire l'energia elettrica durante la navigazione, e principalmente durante il combattimento.

Sono quindi create e sistemate con criteri strettamente dipendenti da questa loro mansione.

Con il rapido continuo progresso del materiale elettrico che ha giustificato e determinato il costante aumento degli utenti elettrici a bordo delle unità da guerra, e la loro importanza sempre maggiore, una Nave che in combattimento rimanga sprovvista di energia elettrica, se non rimane completamente in balia del nemico, perde però durante tale intervallo, una importante percentuale della sua efficienza.

Per questo il numero delle stazioni generatrici a vapore è sempre maggiore di uno, esse devono trovarsi nei locali più riparati dalle offese nemiche, ed ogni macchina deve essere sufficiente a fornire tutta l'energia elettrica necessaria alla Nave in combattimento.

Le macchine dinamo elettriche, azionate da motori a combustione interna tipo Diesel, od a testa calda, sono invece destinate a fornire l'energia elettrica durante le soste delle Navi in porto.

Tali complessi dei quali sono dotate tutte le nuove Unità, sono stati anche aggiunti sulle Navi meno recenti sulle quali una caldaia a turno doveva sempre rimanere in funzione per alimentare la turbodinamo ed i macchinari ausiliari.

Il notevole aumento di potenza degli apparati motori marini dovuto alla incessante ricerca di ottenere velocità sempre superiori, ed il sempre più limitato numero delle caldaie fra le quali detta potenza è suddivisa, ha portato ad

una maggiore grave sproporzione fra la spesa necessaria al funzionamento continuo di una caldaia, e l'energia utilizzata nel quotidiano esercizio di porto. Il rapido progresso subìto dai motori Diesel, in sicurezza e durata di funzionamento, in leggerezza e dimensioni, ha permesso la loro introduzione sulle Navi, apportando così, durante i lunghi periodi di sosta in porto, con lo spegnimento completo delle caldaie, una notevolissima economia sia nel consumo del combustibile, come nel logoramento delle caldaie stesse e dei macchinari ausiliari che potranno così più a lungo e meglio mantenere la loro completa efficenza per il compito principale della propulsione, e rimanere sempre pronti allo sviluppo della massima potenza nell'eventuale impiego delle Unità in combattimento, ultimo e più alto scopo della costruzione e di ogni esercitazione della nave stessa.

Questa rapida esposizione giustifica e determina la suddivisione delle generatrici di energia elettrica a bordo delle navi da guerra in:

a) Generatrici principali. (Turbodinamo);

b) Generatrici secondarie. (Complessi elettro-generatori azionati da motori Diesel o da motori a testa calda).

Per entrambe il motore che fornisce l'energia meccanica, deve essere munito di un sensibile regolatore di velocità la cui azione mantenga la macchina a velocità praticamente costante anche con notevoli variazioni del carico, e da un congegno di sicurezza che chiamasi « congegno automatico di scatto » che arresta il motore stesso quando, per un accidentale cattivo funzionamento del regolatore di velocità, il rotore oltrepassa il numero massimo di giri stabilito, oltre il quale potrebbero aversi danni per distacco di organi periferici a causa della forza centrifuga.

Generatrici principali. — Sono costituite da turbodinamo, e sono situate sotto il ponte protetto, come lo richiede la primaria importanza del loro compito.

Nelle Navi « Ancona » - « Taranto » - « Bari » il numero delle generatrici principali, per le ragioni già citate della minore durata del loro impiego, è stato ridotto a due, una per stazione (locale completamente stagno); una sul lato dritto, ed una sul lato sinistro, perchè una di esse, quella del lato opposto al nemico, venga a trovarsi nella migliore condizione rispetto alle offese apportate dal nemico stesso.

Infatti si comprende facilmente come sia preferibile avere una centrale elettrica completamente distrutta, e l'altra incolume, all'averle ambedue danneggiate, anche non molto gravemente. E' bene tener presente che ogni avaria al materiale elettrico, causata da offese nemiche e per quanto non grave, obbliga sempre ad un lavoro che difficilmente sarà compiuto in pochi minuti.

La sistemazione suddetta, è dunque quella che meglio si presta ad escludere la interruzione e la mancanza dell'energia elettrica a bordo, tenuto conto, sia delle offese nemiche, sia dei probabili sbandamenti, in generale trasversali, da quelle causati.

Questa disposizione delle generatrici, con la disposizione che sarà descritta dei circuiti elettrici, sistemati con egual criterio, permette la massima sicurezza possibile di funzionamento degli utenti durante la fase più importante, più sostanziale e più critica di ogni nave, il combattimento. Sulla R. N. « Trieste » e sulle altre similari, a differenza di quanto è stato fatto sui tipi « Ancona », si hanno due turbodinamo da 150 Kw. ed una terza da 160 Kw. collocate in un unico locale poppiero protetto; ma questa disposizione è dovuta come vedremo alla pure diversa sistemazione delle generatrici secondarie.

I requisiti fondamentali ai quali deve soddisfare ciascuno di tali complessi elettrogeneratori sono:

1°) Fornire tutta la energia elettrica necessaria in combattimento. Perchè come abbiamo visto si vuole che l'efficenza della Nave non risulti sensibilmente menomata dalla più o meno grave avaria prodotta ad una delle due generatrici;

2°) Presentare un minimo ingombro. E' stato detto che i complessi elettrogeneratori, sono situati in locali sottostanti al ponte di protezione, e considerando che anche gli apparati motori, i depositi munizioni etc. devono essere protetti e colà sistemati, si comprende la necessità che le centrali elettriche occupino uno spazio limitato il più possibile.

3°) Presentare un minimo peso — relativamente alla potenza che deve essere fornita, compromesso esistente per tutti gli organi elettrici, meccanici ed idraulici sistemati a bordo;

4°) Il complesso deve essere bene equilibrato, ossia non deve provocare eccessive vibrazioni che danneggerebbero il complesso stesso, causando, come nella pratica si è riscontrato, oltre che notevole scintillìo al collettore, numerose avarie alle tubolature di refrigerazione, ed altre avarie occasionali agli organi più delicati;

5°) La condotta del complesso deve essere semplice e la sua sorveglianza durante il moto facile e completa.

Generatrici secondarie. — Esse sono azionate da motori Diesel o da motori a testa calda.

Dovendo fornire la energia necessaria ai servizi di porto, sono progettate

di potenza tale da sopperire a tutte le necessità della Nave in tale servizio; più una certa percentuale, onde permettere anche il funzionamento per prova o manutenzione dei macchinari elettrici necessari in navigazione od in combattimento, purchè tale prova o manutenzione venga necessariamente eseguita successivamente e per ciascuno di essi.

Il numero di tali generatrici sulle Navi tipo « Ancona » e « Taranto », è di due, ma è ancora maggiore per alcune navi di altre marine e deve essere tale da offrire la completa sicurezza del funzionamento continuo, senza la quale nessun Comandante può ordinare di buon grado lo spegnimento totale delle caldaie.

Per detto carattere di continuità che è richiesto al loro funzionamento, gli elettrogeneratori secondari sono sistemati in locali che per la loro ubicazione ed aereazione si prestano al servizio del personale di guardia, e dove i lavori di manutenzione e riparazione che tali motori richiedono sovente, possono essere eseguiti con l'assidua, diligente e scrupolosa cura, necessaria per il buon funzionamento dei complessi stessi.

A tale sistemazione si presta la considerazione che detti complessi non devono essere posti in locali protetti, essendo concepiti unicamente come fattori di notevole economia di esercizio dell'impianto, e più ancora come organi secondari che permettono un non trascurabile minor consumo dei macchinari principali (caldaie, turbodinamo).

Infatti essendo le due stazioni generatrici principali sistemate nella parte più protetta e vitale della Nave, non potranno essere ambedue colpite dalle opere di distruzione delle offese nemiche, se non quando nessun altro organo importante della nave avrà pure persa la sua efficenza, ed anche i circuiti stessi saranno in condizioni di non poter più trasportare l'energia.

Sulla R. N. « Trieste » e similari, in relazione a quanto è stato detto circa la disposizione delle generatrici principali, le generatrici secondarie sono due; ciascuna di essa costituita da un complesso Diesel-dinamo da 150 Kw., ed invece situate entrambe in una unica stazione protetta di prora. Ciò perchè si è voluto che i complessi Diesel-dinamo costituissero essi pure in combattimento una ulteriore riserva per la quale, la energia elettrica continuerà ad essere fornita ai circuiti anche quando in seguito alle offese del nemico alle caldaie, od alla tubolatura del vapore, non potrà più aver luogo la produzione del vapore stesso, ed il suo arrivo alla turbodinamo.

§ 100 — Cenno sulla parte elettrica della dinamo Thomson Houston di 150 Kw. e 110 V.

La dinamo sistemata sulle nostre Navi da battaglia, fino ad oggi in servizio, è quella Thomson Houston da 150 Kw. e 110 V. Essa è azionata da un motore a turbina tipo Curtis ad azione, a ruote multiple, a pressione e velocità graduali.

La turbodinamo fa 3000 giri al minuto, un regolatore automatico di velocità a forza centrifuga provvede a mantenere costante la velocità, ed un congegno di sicurezza, scatto automatico, pure a forza centrifuga, chiude l'immissione del vapore, qualora per cattivo funzionamento del regolatore, la turbina acceleri oltre la velocità di 3250 giri.

Una apposita pompetta ad ingranaggi, mossa dalla turbina stessa, provvede alla circolazione dell'olio per la lubrificazione dei cuscinetti lungo l'asse di rotazione (pressione 20/40 libre).

L'olio a sua volta è refrigerato in un apposito recipiente chiamato refrigeratore, esternamente al quale circola l'acqua di mare.

La carcassa della dinamo, ed i cuscinetti sono raffreddati mediante circolazione di acqua.

La dinamo è tetra-polare con avvolgimento di compensazione e poli ausiliari.

In serie con l'indotto si ha il circuito compensatore, costituito da quattro matasse divise in due gruppi, ogni gruppo costituito da due matasse in serie, ed il circuito dei poli ausiliari di commutazione, anch'esso costituito da due gruppi in parallelo, ciascuno formato da due matasse in serie.

Poichè il circuito di compensazione dovrebbe costituire l'immagine elettrica del circuito dell'indotto, le spire del circuito di compensazione sono largamente distribuite lungo la periferia della carcassa, mentre le spire di eccitazione dei poli ausiliari sono addensate in corrispondenza delle mezzerie dei tratti compresi fra i poli principali. Mancano le masse polari e quindi gli avvolgimenti della carcassa sono alloggiati entro scanalature della carcassa stessa. E' già stato detto, che mentre il circuito di compensazione ha lo scopo di combattere la reazione d'indotto, ai poli di commutazione è invece riservato il compito di preparare nella spira in commutazione, una f.e.m. dello stesso segno di quella con la quale la spira in commutazione va a collegarsi.

Derivata ai capi del circuito costituito dalle spire di compensazione e dai poli di commutazione è una resistenza induttiva, formata da molte spirali di ferro immerse nell'olio, e contenuta in una cassetta di ghisa. Quando la dinamo è a regime la corrente generata dall'indotto passa per nove decimi nell'avvol-

gimento compensatore e dei poli ausiliari e per un decimo nella resistenza induttiva: in modo che gli amperspire di compensazione eguagliano gli amperspire di reazione.

Nei riguardi del funzionamento a regime la resistenza derivata potrebbe essere soltanto ohmica; ma il costruttore preoccupandosi dei periodi di regime variabile (scatto dei massimi di un utente principale), durante i quali è pure necessario mantenere l'anzidetto rapporto tra le due correnti, ha realizzato questa condizione anche per le impedenze, poichè nei circuiti derivati a corrente alternata le correnti si dividono in ragione inversa delle impedenze.

E' da ricordare che sia il flusso di reazione, come la f.e.m. di commutazione, sono quantità strettamente legate al carico, ossia alla intensità della corrente che percorre l'indotto; da ciò la necessità di mettere in serie coll'indotto il circuito di compensazione ed il circuito dei poli di commutazione.

L'indotto è a tamburo, l'avvolgimento è embriciato, ed in parallelo con 60 scanalature.

Le scanalature a sezione rettangolare, contengono ciascuna due conduttori.

I conduttori sono costituiti da spranghette di rame isolate accuratamente e di sezione di m/m 3,5 × 16.

Il salto è stato determinato, con la formula già citata:

$$N = 2\,p\,y \pm 2\,p.$$

da cui, nel presente caso:

$$y = \frac{N \pm 2\,p}{2\,p} = \frac{N + 1}{2\,p}$$

cioè:

$$y = \frac{120}{4} - 1 = 29 \qquad y_2 = \frac{120}{4} + 1 = 31$$

Dei due valori si è scelto il primo y = 29, ma siccome l'avvolgimento è a due strati si sarebbe avuto come salto, $y = \frac{29}{2} = 14{,}5$ numero non intero.

Si è per questo fatto differente il passo y' sulla fronte anteriore dell'indotto da quello y'' sulla faccia posteriore, e furono adottati i passi 14 per la parte anteriore e 15 per la parte superiore, ma quest'ultimo eseguito in senso contrario al moto delle sfere dell'orologio.

Nella parte posteriore dell'indotto si trovano sei anelli di rame, di piccolissima resistenza homica, ognuno dei quali congiunge due sbarrette opposte

dell'indotto, queste connessioni, che si chiamano « connessioni equipotenziali » occorrono, per eliminare gli squilibri elettrici, dovuti ad eventuali decentramenti meccanici del rotore.

Infatti un decentramento qualsiasi dell'indotto accresce da una parte l'intraferro, e lo diminuisce dalla parte opposta. Ciò fa sì che alcune spire sono sede di una forza elettromotrice maggiore di quella delle spire diametralmente opposte, e che conseguentemente si generino nell'indotto delle correnti interne. Queste correnti vengono avviate invece a percorrere connessioni equipotenziali, con minima perdita d'energia, a causa della loro piccolissima resistenza homica.

L'indotto è provvisto di circolazione forzata d'aria. Questa è aspirata da alcune solcature elicoidali del piatto anteriore dell'indotto, poste in modo da costituire un ventilatore.

L'aria, uscente dalla massa dell'indotto, è riflessa dalla defensa di questo, e torna indietro passando per il traferro.

La presa d'aria è al disotto del fondo della incastellatura della dinamo, e gli scarichi al disopra.

Il collettore è formato da 30 lamelle, tenute aderenti da cinque anelli di acciaio isolati, che dividono perciò la superficie del collettore in quattro zone. Le file di spazzole sono 4, ognuna di 12 elementi.

Gli assi portaspazzole sono a 90° uno dall'altro e possono tutti insieme avere uno spostamento angolare (calaggio) mediante un volantino.

Alcune spazzole di carbone servono a lubrificare il collettore quindi ad evitare lo scintillio. Per ogni gruppo di spazzole: ne sono state sistemate 4 di carbone, in totale dunque le spazzole di carbone sono 16. Quelle di ogni fila sono disposte a scalare rispetto alle file contigue, in modo da lubrificare tutto il collettore.

Ciascuna spazzola di carbone lavora in unione con un'altra di rame. Queste ultime però non sono tagliate come le altre, ma in modo tale che la somma della superficie di contatto rame-carbone sia uguale alla superficie di contatto delle altre spazzole di rame.

Apposite sagome servono per foggiare esattamente le spazzole.

La dinamo eccitatrice è calettata posteriormente sull'estremo dell'asse, mediante un'unione a perni. E' bipolare, con espansioni polari di circa 120°, con eccitazione in derivazione. L'indotto porta 20 scanalature; tre spire per scanalatura, quindi tre strati e 30 piastrine al collettore.

Le spazzole sono due, a carbone ramato, di posizione invariabile, dato che il carico non è bruscamente e frequentemente variabile.

§ 101 — **Prove ordinarie delle dinamo**

Si fanno ogni qualvolta la dinamo ha subito importanti riparazioni od è stata molto tempo ferma; si eseguono anche quando la dinamo è stata soggetta a manutenzione radicale. Esse consistono nelle seguenti prove principali:

1. — *Prove di continuità degli avvolgimenti.* Ciò si fa con una pila ed un voltmetro campione (Weston), sezionando i vari circuiti più che sia possibile.

2. — *Prove di isolamento.* Si fanno prima a freddo, poi in moto senza carico e quindi a caldo, subito dopo che le macchine sono state messe sotto carico.

Nel primo caso si approfitta della tensione di un'altra dinamo in moto, ponendo un polo alla terra (carcassa della macchina da verificare) e toccando con l'altro (voltmetro in serie) i vari circuiti della dinamo (indotto, induttori, eccitatrici, ecc.).

Nel secondo e terzo caso si può fare uso della tensione sviluppata dalla stessa turbodinamo.

Il voltmetro non deve indicare passaggio di corrente. Se il voltmetro segna, si localizza la dispersione procedendo per successive esclusioni di circuiti.

Nel caso della prova di isolamento dell'avvolgimento dell'indotto si intende che la corrente dovrà essere inviata in questo, tramite una resistenza R opportuna (Fig. 264). La corrente sarà di un centinaio di ampère, quindi il reostato

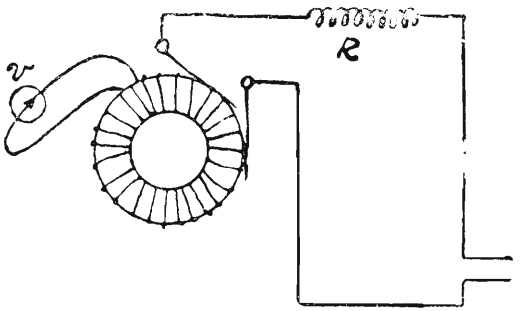


Fig. 264.

R dovrà essere di resistenza e sezione conveniente. Con il Weston si misurano successivamente le d.d.p. fra le varie piastrine consecutive; fra le piastrine eventualmente in corto circuito (dovuto al collettore od a difetto di isolamento nelle spirali relative) il voltmetro segna nulla o poco.

3. — *Prove di isolamento complessivo* (dinamo alimentante i vari circuiti). Si esegue la misura della resistenza di isolamento dell'impianto, come è stato insegnato al paragrafo 56.

§ 102 — Avarie principali delle dinamo

Possono essere di varia natura; solo con la lunga pratica del materiale si può in ogni caso trovare il guasto con sufficiente sollecitudine. Tuttavia riportiamo alcune delle principali possibili avarie che nel funzionamento ordinario si verificano. Il modo di localizzarle per alcune è ovvio per altre è indicato.

1) *La dinamo ha tensione scarsa e non produce corrente.* — Può dipendere da varie cause:

a) Connessioni male eseguite o contatti nei circuiti;

b) Indebolimento (o mancanza) di magnetismo residuo.

Si verifica dopo lunghe fermate e lo si constata avvicinando un pezzo di ferro alle masse polari. Per ovviarvi si isolano gli estremi dell'avvolgimento induttore e vi si manda altra corrente, prendendola da linea alimentata da altra dinamo, o da una conveniente batteria di accumulatori. E' necessario fare attenzione alla giusta polarità nel fare gli attacchi prima di lanciarvi corrente, per non invertire il campo induttore;

c) Inversione di polarità. In tale caso la tensione è generalmente invertita, ed il voltmetro segna in senso opposto. Talvolta, però può essere invertita la polarità di qualche induttore soltanto, e allora la dinamo non dà corrente. Nel primo caso si rettifica il campo come alla lettera *b*); nel secondo si rettificano gli attacchi dell'induttore invertito. L'inversione in parola si constata con l'ago di un galvanometro;

d) Difetto di isolamento o corto circuito interno. Si constatano facendo le prove di isolamento, di cui si è già parlato, e si procede per esclusione (indotto, induttori, ecc.). Se alcune spire degli induttori sono in corto circuito (isolate però dalla massa) lo si verifica misurando la resistenza totale e di ciascun rocchetto induttore. Se l'inconveniente è localizzato nell'indotto, si esegue una visita esterna e una pulizia accurata a tutto l'indotto e in particolare al collettore. Qualora non si riscontri nulla di anormale, bisogna procedere alla verifica delle spire d'indotto. Ciò si può fare lasciando soltanto un paio di spazzole di due assi portaspazzole consecutivi, e mandando a mezzo di quelle una forte corrente nell'indotto, ben isolato dal resto dei circuiti, attraverso, s'intende, una resistenza R opportuna.

La corrente dovrà essere di un centimetro di ampère, quindi R dovrà essere di resistenza e sezione conveniente.

Con un voltmetro, provvisto di due conduttori con buoni contatti, si misurano successivamente le d.d.p. fra le varie piastrine consecutive, segnando quelle misurate, e girando ogni tanto l'indotto, per maggiore comodità. Fra le piastrine in corto circuito (dovuto al collettore e a difetto di isolamento nelle spirali relative) il voltmetro non segna che nulla o poco. Se l'inconveniente non è visibile, non c'è che da cambiare l'indotto e far procedere alla sua riparazione dalle Ditte specializzate in materia;

e) Interruzioni di circuito. E' facile il localizzarle. Se sono nell'indotto si trovano facilmente perchè al passaggio delle piastrine relative la dinamo scintilla (e le piastrine si anneriscono) anche con debole corrente.

II) *Forte scintillìo alle spazzole.* — Può dipendere da moltissime cause. Se non c'è sovraccarico e sovratensione, se non c'è difetto di pulizia delle spazzole o del collettore, se non è qualche spazzola più o meno sporgente o troppo consumata, si verificherà il giusto calaggio, si proverà a spostare tutto il piano di commutazione ecc. Non riuscendo ad ovviare all'inconveniente, non c'è che fermare e procedere a verifiche più accurate. Lo scintillìo potrà dipendere da:

a) Cattivo stato del collettore (asperità, solchi, eccentricità, isolante troppo alto, cattivo isolamento degli anelli ecc.);

b) Cattivo stato delle spazzole e portaspazzole (pressione, consumo, sfrangiatura, cattivo contatto nei portaspazzole, sporcizia, ecc.);

c) Interruzione del circuito indotto (vedi alla lettera *a*) del N. 1);

d) Corto circuito nell'indotto o sul collettore (v. alla lettera *d*) del N. 2);

e) Cattivo isolamento negli induttori. Essendoci poca uniformità di campo, una fila di spazzole scintilla e si verifica in tal caso anche l'indebolimento del voltaggio.

III) *Riscaldamento anormale.* — Le cause possono essere elettriche e meccaniche. Spesso si hanno anche odori particolari, di olio o isolante bruciato. Per localizzare il riscaldamento, se non lo si può a dinamo in moto a caldo, la si ferma, si lascia raffreddare, e si rimette in moto.

L'organo che riscalda prima è quello avariato.

Le principali cause elettriche sono:

1°) Corrente troppo forte nell'indotto. Si hanno scintille forti;

2°) Corti circuiti nelle sezioni. Si anneriscono le piastrine corrispondenti;

3°) Correnti parassite nell'armatura. Si riscalda molto l'indotto. Possono dipendere da ruggine o dal cattivo stato dell'isolante fra i dischi di lamierino che formano l'armatura dell'indotto;

4°) Corrente troppo forte negli induttori. Essi o alcuni di essi si riscaldano troppo.

Le principali cause di avarie meccaniche sono:

1°) Tubolature di circolazione ostruite o presenza di corpuscoli estranei nei cuscinetti; che provocano il riscaldamento dei cuscinetti stessi;

2°) Asse non centrato. Bisogna procedere alla rettifica della linea d'asse con consigliabile cambio dei cuscinetti. Dalla slivellazione dell'asse, o dal troppo consumo del metallo bianco dei cuscinetti, dipendono anche spesso le vibrazioni al cosidetto *galoppo*.

Questo ultimo inconveniente qualche volta dipende invece dal basamento slivellato, perchè il ponte ha un po' ceduto. In tal caso non c'è che da cercare di puntellare al disotto il ponte stesso e farlo comunque rinforzare.

Nelle navi non moderne, la distribuzione della energia elettrica agli utenti, veniva effettuata per mezzo di circuiti separati, uno per alimentare i motori (circuito forza) e l'altro per la luce (circuito luce).

Ambedue questi circuiti avevano la forma di anello, intorno alla parte centrale protetta della nave e prendevano rispettivamente il nome di *anello forza* ed *anello luce*.

Questi circuiti portavano dei separatori per permettere la esclusione del tratto di circuito danneggiato, e delle traverse, o linee morte, riunenti fra loro punti opposti di anello, e quasi allo stesso potenziale, per garantire la alimentazione del circuito, anche quando fosse stato interrotto in qualche punto.

Se infatti supponiamo che un colpo nemico causi solamente la interruzione C dei conduttori principali (fig. 265), si vede che la traversa permette

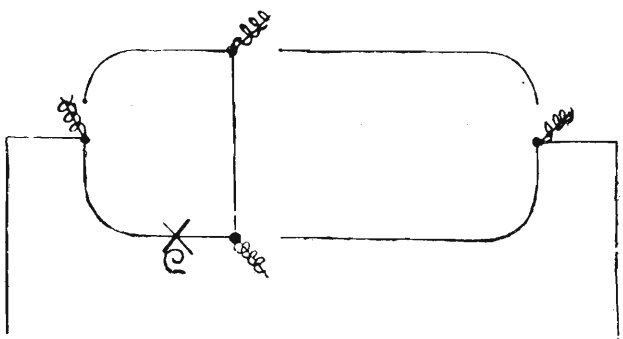


Fig. 265.

la completa alimentazione dell'anello, nonostante la interruzione dell'anello stesso.

E' però molto improbabile che l'arrivo di un colpo nemico a bordo, causi semplicemente una interruzione; nella grande maggioranza dei casi si

produrrà una avaria maggiore, cioè un corto circuito delle linee principali, con conseguente scatto dei massimi in dinamo, ed impossibilità di alimentare nuovamente i circuiti finchè il tratto danneggiato non venga escluso.

Poichè la nave rimane in ogni sua parte senza energia elettrica dall'istante nel quale ha ricevuto il colpo, il personale elettricista, attraverso i locali non illuminati, dovrà recarsi sul posto colpito, individuare l'avaria, manovrare i separatori ed infine, comunicare alla centrale che può nuovamente eseguire ai quadri la manovra di inserzione dei circuiti.

Se si considera poi che non un colpo, ma più colpi, possono giungere contemporaneamente in punti diversi, obbligando il personale elettricista al passaggio per vari locali all'oscuro e con tutte le apposite porte stagne ermeticamente chiuse, si vede facilmente come risulterà assai lungo il periodo nel quale la nave rimane privata di energia elettrica, e quindi in notevoli condizioni di inferiorità.

A conclusioni ancora più sfavorevoli per detto sistema di distribuzione, si giunge, considerando l'eventualità dello sbandamento della nave causato da allagamento di locali.

Per le suddette ragioni, l'alimentazione delle energia elettrica sulle navi tipo « Ancona » e su tutte le unità più recenti di costruzione è diversamente eseguita partendo dal concetto che non venga mai a mancare durante il combattimento, sia la illuminazione come il funzionamento dei motori più importanti, e dal giusto principio che tutto il personale rimanga fermo nel locale assegnatogli, senza rimuovere le porte stagne dalla loro posizione di ermetica chiusura che conferisce alla nave così alto fatto di sicurezza.

Abbiamo già visto precedentemente, come nelle navi tipo « Ancona » sia stato ridotto a due il numero delle generatrici principali, situate una sul lato dritto, ed una sul lato sinistro. Poichè come pure è stato detto, ciascuna generatrice principale è stata calcolata di una potenza sufficiente a fornire l'energia elettrica richiesta dalla unità in combattimento, cioè con tutti gli utenti in funzione, e non sarà mai nè necessario nè utile fare il parallelo delle due macchine, non esistono i collegamenti necessari fra i due quadri per farlo.

Il circuito di alimentazione è suddiviso in due circuiti, di dritta e sinistra.

Ogni turbodinamo, per mezzo del proprio quadro, alimenta indipendentemente dall'altro complesso, il circuito del proprio lato.

La illuminazione è effettuata in ogni locale con ambedue i circuiti di dritta e sinistra, ognuno dei quali alimenta un numero di lampade uguale alla metà del totale, ed alternate fra loro.

Con questo sistema, qualora uno dei due circuiti, od una delle generatrici venga colpita, ogni locale rimane illuminato da una metà delle lampade, ma sempre sufficientemente per permettere una buona visibilità per la guida dei macchinari e per la direzione del personale.

Ognuno dei due circuiti suddetti oltre a fornire energia per la illuminazione alimenta tutti i vari motori elettrici della nave.

Gli utenti, più importanti, e in genere quelli che si usano in combattimento, possono essere alimentati da ambedue i circuiti per mezzo di un apposito commutatore sistemato nella vicinanza degli utenti stessi, così che il cambio del circuito di alimentazione può essere effettuato senza alcuna perdita di tempo e senza alcuna necessità di transito per i vari locali dal destinato all'utente stesso.

Così ad esempio per lo sparo elettrico delle artiglierie, esiste in prossimità di ogni cannone un commutatore, che è manovrato dal puntatore del pezzo quando viene a mancare la energia elettrica al circuito che alimenta lo sparo, ed è necessario inserire l'altro circuito. Di simili commutatori sono pure forniti in caldaie i fanali di livello, per la speciale necessità di detti organi nella sorveglianza delle caldaie stesse.

Nei locali macchine e caldaie esiste inoltre un impianto luce alimentato da batterie di accumulatori a 12 V. che chiamasi « impianto di sicurezza ».

Sulle RR. NN. « Trento » e « Trieste », invece, in relazione alla disposizione delle due centrali elettriche, esistono i due circuiti di dritta e di sinistra, ma si hanno ugualmente i circuiti effettuati in modo che gli utenti più importanti abbiano doppia alimentazione, cioè possano ricevere l'energia elettrica dalla centrale poppiera e dalla centrale prodiera.

Gli utenti principali di poppa prendono la energia elettrica dal quadro della stazione di poppa mediante allacciamenti diretti, ed in più possono essere alimentati dalla centrale di prova per mezzo di una linea che da detta stazione giunge fino a poppa, ed ha un numero di derivazione uguale a quello degli utenti poppieri.

La alimentazione da una centrale o dall'altra, si ottiene mediante la manovra di appositi commutatori, ciascuno dei quali è posto in vicinanza del proprio utente e viene manovrato dal personale a quello destinato.

Gli utenti principali di prora prendono invece la energia elettrica dal quadro della stazione di prora mediante allacciamenti diretti, ed in più possono essere alimentati dalle centrali di poppa, per mezzo di una linea che da detta stazione, giunge fino a prora, ed ha un numero di derivazioni uguale al numero degli utenti prodieri.

Gli utenti che hanno la doppia alimentazione sono i seguenti:

Timone elettrico.
Turbina di grande esaurimento.
Torri.
Stazione R. T.
Centrali di tiro per i 203.
Centrali di tiro per i 100.
Tracciatore di rotta « Spallazzi ».
Centrale telefonica.
Circuiti luce macchine e caldaie.

I quadri delle due centrali elettriche, sono collegati fra loro per mezzo di appositi cavi di collegamento, che permettono l'invio della energia elettrica da un quadro all'altro.

Così, qualora in combattimento vengano ad essere colpite od a trovarsi in avaria le generatrici elettriche di una delle due stazioni, sarà ancora possibile la sua descritta doppia alimentazione degli utenti principali.

Le più importanti riparazioni sono le seguenti:

§ 103 — **Riparazioni delle dinamo**

1° - *Ritornitura del collettore.*

Per tornire il collettore si monta l'indotto su di un tornio e si esegue il lavoro facendo passate leggere e asportando quanto meno materiale è possibile; si finisce con la lima a taglio fino, limitando però la limatura a quel tanto che è necessario per rendere la superficie liscia. Si avrà cura di togliere la polvere metallica dalla superficie tornita.

Si può tornire il collettore di una grossa macchina senza togliere l'indotto dai suoi cuscinetti applicando cioè appositi supporti per bulini, sul basamento della dinamo e togliendo il giuoco longitudinale all'albero con una punta pressata nel centro di una estremità di essa.

2° - *Ricambio dell'avvolgimento dell'indotto.*

Questo lavoro deve essere eseguito soltanto dopo essersi formata la sicurezza che esso sia *realmente* necessario. Detto lavoro, trattandosi per solito di macchine di rilevante potenza richiede tempo, spesa ed operai specializzati.

3° - *Ricambio o riparazione del circuito induttore.*

Localizzato il guasto si svolge il filo dei rocchetti induttori e si ricambia, se è distrutto, l'isolamento, oppure si saldano le eventuali rotture seguendo le norme generali seguenti:

a) Avendo constatato un contatto con la terra, che rende necessaria la riparazione, occorrerà rifare accuratamente l'isolamento del primo strato sui cilindri e sui bordi del rocchetto usando nastro verniciato con gomma o sterling, cartoncini paraffinati, oppure strati di micanite.

b) Se occorre sostituire un tratto di filo si dovranno impiegare conduttori di rame della migliore qualità, ben isolati con doppio strato di cotone, e di sezione eguale a quella del pezzo scartato; in ogni caso non mai di sezione minore.

c) Le saldature debbono essere fatte in maniera da non presentare sporgenze, punte o rigonfiamenti, si debbono eseguire senza far uso di acido (servendosi ad esempio della miscela accennata nel Capitolo XIII), ed occorre isolarle completamente con diverse fasciature di nastrini sottili di seta verniciate con gomma lacca; queste fasciature debbono sopravanzare le estremità saldate ed andare a coprire per la lunghezza di 2 o 3 cm. anche le parti del conduttore rimaste protette dall'isolamento.

d) Se il filo è grosso si stirerà o raddrizzerà su di un piano, via via che si svolge, battendolo a leggeri colpi con una mazzuola; si manderanno a posto le spire, che vengono avvolte, mediante colpi leggeri dati con una mazza di legno.

e) Se la d.d.p. della dinamo è elevata si interporranno, fra strato e strato del filo avvolto, delle superfici isolanti di cartone, mica o micanite.

f) Si deve osservare, nel fare induttori nuovi, di mantenere il senso di avvolgimento di quelli smontati.

g) Compiuto il lavoro si verniciano le bobine con diverse mani di vernice sterling e si fanno asciugare in un ambiente a 100°.

h) Prima di mettere in opera i rocchetti si faranno delle prove per verificare il buono stato dell'isolamento e la continuità del conduttore.

i) Il numero delle spire risultante con i nuovi avvolgimenti non dovrà essere minore del numero esistente prima della riparazione.

§ 104 — Manutenzione delle dinamo

Una macchina elettrogeneratrice, se ben mantenuta, può e deve funzionare anche più settimane di seguito senza inconvenienti. Dopo di che occorre fermarla per procedere alla manutenzione. E' d'altra parte opportuno che la dinamo segua un turno per quanto possibile regolare di moto e di manutenzione in modo da mantenere presso a poco uguali le ore di funzionamento dei complessi simili.

Le manutenzioni radicali periodiche comprendono, nella loro pratica applicazione, sia la parte meccanica che la parte elettrica:

Per la prima occorre:

a) Smontare, pulire e rettificare i cuscinetti, *prendendo i piombi*, come si suol dire, ossia determinando il lasco dei cuscinetti rispetto all'asse, con spessori di piombo. Tale lasco è bene non vada oltre i 5/10 di mm. Perciò, quando il consumo è diventato maggiore, occorre cambiare i cuscinetti e rifondere in quelli sostituiti il metallo bianco (operazione da fare a terra). Nel rimettere a posto i cuscinetti nuovi, bisogna procedere a lievi rettifiche successive, lasciando almeno 1/10 di mm. di lasco iniziale, e verificando che i cuscinetti lavorino in modo regolare ed eguale su tutti i punti. Nei punti in cui il cuscinetto lavora il metallo bianco diventa più lucido, quando si gira a mano l'asse.

b) Smontare le tubulature dell'acqua e dell'olio per pulizia e verifiche. Verificare il serbatoio togliendo l'olio, che dovrà essere cambiato. Smontare il refrigerante per la pulizia interna.

c) Smontare il regolatore di velocità, verificandone e pulendone gli ingranaggi.

d) Verificare il cuscinetto reggispinta, osservando se è ben centrato.

e) Esaminare con il compasso di eccentricità se l'asse è ben centrato.

f) Smontare e pulire le due pompette dell'olio (meccanica ed a mano).

Per la parte elettrica si smontano e si lavano con petrolio le spazzole ed i portaspazzole, e si sagomano le prime. Si smeriglia il collettore, a dinamo in moto, con fogli di carta carborundum a grana decrescente, disposta su apposite spatole (a manubrio) di legno duro ungendo volta per volta con olio. Ciò fino a che il collettore non risulta ben levigato. L'isolante fra le lamelle deve essere leggermente raschiato con cautela, in modo che sia ad un livello

di pochissimo inferiore ai segmenti di rame del collettore. Eguale manutenzione è da praticare per l'eccitatrice.

Si apre poi la carcassa della dinamo principale e vi si soffia dentro con un soffietto; meglio ancora con aria compressa. Si soffia bene l'indotto anche negli interstizi per togliere il pulviscolo di rame o carbone. Si montano i portaspazzole con le spazzole, servendosi della guida di un indice inciso. La pressione delle spazzole sul collettore deve essere dalle 7 alle 8 libbre.

Durante il periodo annuale di lavori che la nave esegue nei RR. Arsenali, si sfila l'indotto per verifica e manutenzione più accurata di esso e degli induttori; si prende la sagoma delle palette delle ruote della turbina (se la macchina è turbogeneratore), specie quelle della prima fila della prima ruota che sono esposte al maggior consumo.

La saetta della freccia di consumo non deve superare i 2 mm. In caso contrario occorre richiedere in tempo o la ripalettatura sul posto od il cambio del rotore intero. La prima operazione è meno consigliabile perchè non è facile procedere al dovuto esatto centramento del rotore, centramento indispensabile, data la forte velocità (3000 giri) per la eliminazione assoluta delle vibrazioni.

§ 105 — I quadri

Reti e circuiti di distribuzione a corrente continua

I *quadri* servono da intermediarî fra le macchine e le linee che portano corrente ai vari utenti elettrici. Naturalmente ogni centrale elettrica ha il suo quadro. Ciascun quadro porta, su di una intelaiatura di ferro con lastre isolanti, *nella parte anteriore*: gli interruttori a massima delle macchine e dei singoli circuiti, i reostati da campo, i commutatori, gli strumenti di misura, ecc.; *nella parte posteriore*: le sbarre collettrici dell'energia elettrica, le connessioni, gli shunt degli amperometri, ecc. Dal quadro partono, dietro ad esso, le varie derivazioni principali.

Interessandoci principalmente delle reti di distribuzione a bordo, diremo che le derivazioni partenti dai quadri sono diverse a seconda delle navi. Poichè la sezione massima che si ritiene opportuno assegnare ai cavi è di 1200 mm.^{2}, è evidente che per correnti troppo forti o si ricorre all'espediente di mettere più di un cavo per ogni polarità, oppure fare partire direttamente dai quadri le linee di alimentazione per quegli utenti che richiedono una notevole intensità di corrente (argano a salpare, timone, frigorifero, tonnaggio).

§ 106 — Conduttori e canalizzazioni Apparecchi accessori degli impianti - Protezione delle linee Isolamento dell' impianto-prove sulle linee

Le condizioni degli impianti elettrici di bordo sono tutt'altro che favorevoli per mantenere un buon isolamento, mentre questo è condizione indispensabile per prevenire incendi, avarie ed inutilizzazioni anche gravi di apparecchi utenti.

Appunto per tale motivo oggi si usano i cosidetti *cavi armati* per le linee che corrono in locali esposti ad umidità e per quelle che debbono sopportare un carico elevato. Dei cavi in generale è stato ampiamente parlato nel paragrafo 10.

Negli alloggi si usa anche cordoncino semplice.

Per i depositi delle munizioni è prescritto che non debbano entrare condutture: le canalizzazioni, interruttori ecc., sono tutti esterni ed i fanali sono alimentati dall'esterno. I conduttori che, solo in casi straordinari, passano per i depositi debbono essere unipolari, con speciale rivestimento di amianto, e debbono correre ad una distanza non inferiore a 20 cm. uno dall'altro. I cavi sono tenuti a posto da graffette metalliche.

Gli apparecchi accessori degli impianti sono diversi e noi elencheremo e descriveremo i principali.

Interruttori. - Consistono sostanzialmente in due parti che si uniscono a contatto o si allontanano per chiudere o per aprire un circuito. In generale una di tali parti è fissa e l'altra è mobile ed il contatto deve avvenire rapidamente. E' importantissimo fare in modo che le scintille che si hanno all'apertura del circuito si interrompano subito, affinchè i contatti non si guastino. (Extracorrente v. pag. 138). Questo scopo si raggiunge in diverse maniere, ma ordinariamente allontanando con grande rapidità le due parti dell'interruttore che sono a contatto. Servono a questo scopo gli interruttori a scatto, nei quali lo sforzo si applica ad un manico isolante che tende una molla collegata al coltello dell'interruttore; quando la tensione vince la resistenza di attrito dell'interruttore, questo si apre rapidamente. Gli interruttori possono interrompere il circuito in un solo punto e si dicono *unipolari*, od in due punti ed allora si dicono *bipolari*. Essi sono contenuti in cassette stagne.

Separatori. - Servono per interrompere l'energia elettrica ad un tratto del circuito. Ciò innanzi a tutto, poichè non è mai da considerarsi vano il

ripetere che una Nave da guerra ha per scopo principale il combattimento, serve per rendere possibile alla Nave di escludere un tratto di circuito danneggiato dalle offese nemiche, permettendo il funzionamento della rimanente parte.

I separatori servono inoltre a facilitare le ricerche di interruzioni e dispersioni, ed anche ad ottenere temporanee riduzioni di carico, per la breve messa in moto di utenti non previsti, durante la permanenza in porto, se il generatore secondario (Diesel-dinamo) non può sopportare tale aumento di carico.

Commutatori. - Sono interruttori doppi i quali possono togliere corrente da un circuito e portarla ad un altro. I commutatori possono essere a due vie, a tre ed anche più vie. Quando i commutatori sono a scatto, non debbono essere mai manovrati sotto corrente; è quindi necessario fare la manovra ad interruttore aperto.

Cassette di derivazione. - Gli attacchi e le derivazioni sia per i cavi armati e sia per i cavi a piombo sono fatti in cassette di derivazione, a chiusura stagna, di bronzo o di lamierino di ferro.

I cavi vengono introdotti nelle cassette di derivazione con il loro rivestimento completo attraverso speciali manicotti stagni e pressatrecce. Nell'interno delle cassette i cavi sono denudati per un certo tratto onde poter eseguire l'attacco. In modo analogo vengono inserite sulle linee le cassette delle valvole, degli interruttori e dei commutatori.

Se i conduttori che alimentano una derivazione sono percorsi da una intensità di corrente più elevata di quella normale, e ciò si prolunga per un certo tempo, avviene facilmente che, per eccessivo riscaldamento, il rivestimento isolante si danneggi. Ad evitare questo grave inconveniente si inseriscono, all'inizio delle derivazioni, le *valvole di sicurezza fusibili*, le quali sono costituite da conduttori di sezione e di materiale tale da fondere non appena la corrente oltrepassa un certo limite, oltre il quale diventerebbe pericolosa per il conduttore.

Così pure si mettono le valvole prima dei motori, in modo che essi non possano venire attraversati da una corrente eccessiva, come potrebbe accadere, ad esempio, nel caso venisse esclusa troppo rapidamente la resistenza di avviamento.

Il metallo delle valvole va scelto di qualità tale da fondere prontamente, senza proiezione di particelle incandescenti. Si usano normalmente: per moderate intensità, il piombo e leghe di piombo e stagno; per intensità più forti, leghe di argento. Queste ultime presentano il vantaggio di non dar luogo ad

alcuna proiezione di metallo incandescente e per di più permettono l'uso di sezioni più piccole.

Le valvole possono essere filiformi e lamelliformi. Negli impianti di bordo si mettono sempre valvole su entrambi i poli. Quando vi è un interruttore questo deve essere sistemato in modo tale che le valvole possano essere ricambiate, dopo aver tolto la corrente con l'apertura dell'interruttore. Anche le valvole sono contenute in cassette stagne.

Per le grandi intensità di corrente (superiore a 200 ampères) è da preferirsi l'uso degli *interruttori automatici a massimo*. Così per proteggere le dinamo nelle stazioni generatrici si usano sempre tali interruttori.

Gli interruttori automatici permettono una regolazione precisa per la corrente con la quale si vuole che funzionino, regolazione che si può eseguire anche mentre l'impianto è sotto tensione; dànno l'immediata apertura del circuito e permettono di richiuderlo subito. Sono basati sull'effetto magnetico della corrente elettrica.

Un tipo semplice di interruttore automatico monopolare è rappresentato dalla figura 266. Quando si chiude l'interruttore I, i due blocchi *b b* vengono

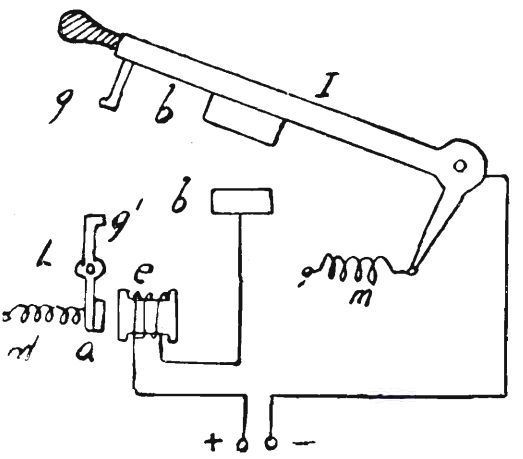


Fig. 266.

a contatto fra loro e la molla *m* tenderebbe a staccarli se non fosse impedita dal gancio *g* dell'interruttore che si impegna nel corrispondente *g'* della leva L. La corrente entra dal morsetto +, percorre l'avvolgimento dell'elettromagnete *e*, passa ai blocchetti *b b* ed esce per il morsetto —. Se la corrente supera un certo valore l'azione attrattiva dell'elettromagnete *e* vince la tensione della molla *m'*, l'ancoretta *a* è attratta, la leva L ruota, il gancio

g resta libero e l'interruttore si apre per effetto della trazione della molla m. Regolando la tensione della molla m' si regola la intensità della corrente che determina lo scatto dell'interruttore.

I grossi interruttori automatici usati in marina sono monopolari ma interrompono il circuito in due punti (fig. 267). Il circuito è chiuso quando il pezzo A è in contatto con i blocchetti B. La corrente percorre allora la via

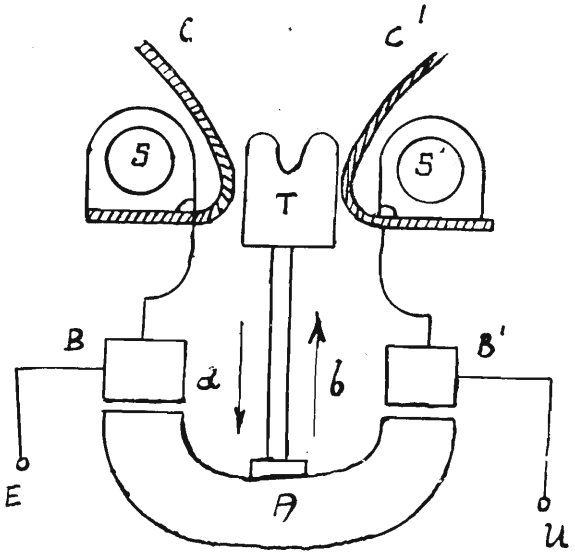


Fig. 267.

E B A B' U. Il pezzo A scende ed apre il circuito quando il circuito supera un certo valore massimo regolabile. Anche qui l'apertura è determinata dall'azione attrattiva di un solenoide percorso dalla corrente che si vuole interrompere. Ma per la buona conservazione dei contatti A e B si debbono evitare le fiammate fra essi. A questo scopo dal tacchetto B parte un conduttore che forma l'avvolgimento del solenoide S e va al pezzo C. Il pezzo C è in comunicazione con il pezzo C' mediante il coltello T. Un altro conduttore parte da C', forma l'avvolgimento del solenoide S' e va al blocchetto B'. T è unito ad A mediante un'asta di materia isolante di lunghezza tale che quando A si è già staccato da B B', per un certo tempo i due pezzi C e C' sono ancora connessi fra loro. Quando si apre A la corrente passa ancora per un breve istante per C T C' e quindi la fiammata di extracorrente si ha fra C C'. Qui si stabilisce un arco, ma la corrente di aria calda che si forma tende a spingerlo in alto e poichè man mano che esso sale, si allunga, ben presto si

rompe. A questo soffio di aria si aggiunge il *soffio magnetico* il quale è generato dalla corrente che percorre i due solenoidi S S′ e che tende a spostare l'arco, secondo la regola di Fleming, della *mano sinistra*. L'avvolgimento dei due solenoidi è fatto in senso tale che l'arco sia spostato in alto, in modo da aiutare l'azione della corrente d'aria e spezzarlo più rapidamente. In questo modo si evitano le fiammate alla apertura del circuito fra i contatti principali. Il coltello T è facilmente cambiabile.

Per evitare di avere aperture troppo frequenti degli interruttori automatici, causate da brevi sovracarichi che poi cessano, vennero ideati i cosidetti *ritardatori*. Questi sono costituiti da un pistoncino che si muove in un cilindretto ad olio che fa passare l'olio da una parte all'altra attraverso un piccolo foro. Regolando l'apertura del foro il pistoncino impiega un tempo maggiore o minore a compiere la sua corsa. Il pistoncino che si muove per effetto dell'elettromagnete è quello che determina l'apertura dell'interruttore; se la durata del sovracarico è breve, esso non può compiere l'intiera corsa e quindi l'interruttore non scatta. Anzichè un congegno ad olio in altri interruttori si ha un soffietto di aria.

La relazione:

$$i = \sqrt{d^3}$$

permette di determinare il valore della corrente che fa fondere il filo di diametro *d*. Per i fili cilindrici di piombo puro a = 8,5. Si può considerare come regola approssimata la densità di corrente compresa fra 6 ed 8 ampères per mm^2 di sezione per filo o lastrina di piombo di spessore non superiore a 2 mm.

CAPITOLO XXI

§ 107 — Nozioni di radiotelegrafia
Introduzione - Onde elettromagnetiche e vari modi di generarle - Circuiti oscillanti

Da qualche anno la radiotelegrafia ha fatto dei considerevoli progressi. Importanti perfezionamenti degli antichi metodi, l'impiego di nuovi procedimenti tanto nella trasmissione quanto nella ricezione, la invenzione di amplificatori dei suoni ricevuti, hanno permesso di raggiungere le più grandi distanze di trasmissione. La radiotelegrafia non è più un modo di comunicare eccezionale od incerto; essa rimpiazza utilmente i cavi sottomarini, assicura le comunicazioni in tutti i numerosi casi nei quali una linea non può essere stabilita; permette di corrispondere con navi in mare, dirigibili, aeroplani e lo scambio di telegrammi fra di essi; ha reso possibile la trasmissione dell'ora, così utile al navigante, e di tutte le informazioni meteorologiche.

Per comprendere bene quanto verremo dicendo, è necessario che lo studioso sia al corrente dei fenomeni elettrici fino ad ora esposti ed in special modo di quanto riguarda i fenomeni capacitivi e induttivi, le correnti alternate ed i trasformatori.

Nel paragr. 19 e seguenti abbiamo visto come, avvicinando alle due armature di un condensatore carico gli estremi di un arco metallico detto scaricatore, si possono ottenere nutrite scintille di scarica accompagnate da un caratteristico scoppiettio. Parlando inoltre dell'elettricità atmosferica (§ 15) abbiamo mostrato il fenomeno della scarica elettrica il quale si produce quando la pressione fra le cariche di segno contrario sopra due corpi elettrizzati, uno alla presenza dell'altro (condensatore), raggiunge un certo valore critico limite; allora le cariche stesse si combinano repentinamente dando luogo a ciò che si chiama scarica elettrica, precisamente come se avessimo avvicinato ai due corpi elettrizzati uno scaricatore. Adesso noi dimostreremo come queste scariche prodotte in un condensatore permettano di ottenere delle correnti alternate che servono nella radiotelegrafia per trasmettere i segnali; la fre-

quenza di queste correnti è molto grande e compresa fra 3.000.000 e 10.000 periodi al secondo.

Per rappresentare ciò che avviene quando un condensatore si scarica producendo la nota scintilla, paragoniamo le due armature del condensatore carico a due serbatoi A e B (fig. 268), nei quali vi sia dell'acqua a differente livello. I due serbatoi comunicano fra loro attraverso un tubo intercettato da

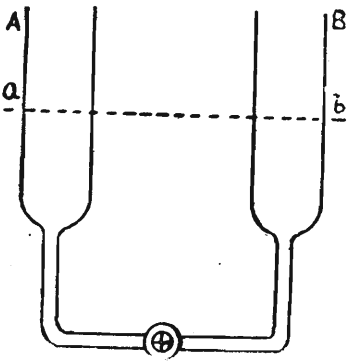


Fig. 268.

un rubinetto. Apriamo questo rubinetto; l'acqua scorre da A verso B ed il liquido tende a riprendere lo stesso livello nei recipienti. Ma, nell'istante nel quale i livelli si equivalgono secondo la linea *a b* l'acqua è animata da grande velocità e, a causa della sua inerzia, non si arresta bruscamente. Il movimento continua e l'acqua sale nel serbatoio B più in alto che in quello A. Quando, spentasi l'inerzia del liquido, il movimento cessa, la differenza di livello si è invertita; l'acqua allora scorre da B verso A, sorpassa ancora il livello di equilibrio ed i medesimi fenomeni si riproducono. I livelli dell'acqua, nei due serbatoi oscillano periodicamente ed il tubo è percorso da una corrente idraulica alternativa. Le oscillazioni si smorzano poco a poco per causa dell'attrito del liquido entro il tubo. Se il tubo di comunicazione è di diametro molto piccolo, questo attrito è grande e l'eguaglianza dei livelli si ristabilisce lentamente senza oscillazioni. Affinchè dunque si producano le oscillazioni è necessario che il tubo sia di grande diametro, in modo da non presentare eccessiva resistenza al passaggio del liquido. Bisogna, inoltre, che il rubinetto sia completamente aperto in un tempo assai breve; se infatti lo si fa ruotare lentamente, l'acqua scorre all'inizio passando per una stretta apertura, non acquista una grande velocità e l'uguaglianza dei livelli si ristabilisce senza oscillazioni.

Una disposizione elettrica analoga è realizzata da un condensatore carico,

le cui armature A e B sono riunite ai poli E ed E' (fig. 269) di uno scaricatore che, nel nostro caso speciale, prende il nome di *spinterometro*.

Quando la scintilla scocca, le due armature sono messe bruscamente in comunicazione. Una corrente passa nel circuito dell'armatura a potenziale più alto verso quella a potenziale più basso.

Noi abbiamo detto (v. pag. 137 e seguenti) che la f.e.m. di autoinduzione produce degli effetti analoghi all'inerzia meccanica e impedisce alla corrente di cessare bruscamente; a causa della autoinduzione del circuito, la corrente non si arresta quando le due armature raggiungono lo stesso potenziale. La d.d.p. si inverte, quindi una nuova scarica si produce in senso inverso alla prima e delle oscillazioni elettriche si succedono un certo numero di volte. Esse si smorzano tanto più velocemente quanto più la resistenza elettrica del circuito è grande, ossia quanto più il filo conduttore è sottile.

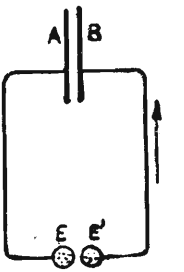


Fig. 269.

Quindi, durante la breve durata della scintilla, il circuito è percorso da una corrente alternata, da una corrente cioè, la quale, periodicamente cambia di senso, e la cui ampiezza diminuisce tanto più, quanto più grande è la resistenza elettrica del circuito. Ricorrendo alla rappresentazione grafica noi potremo trac-

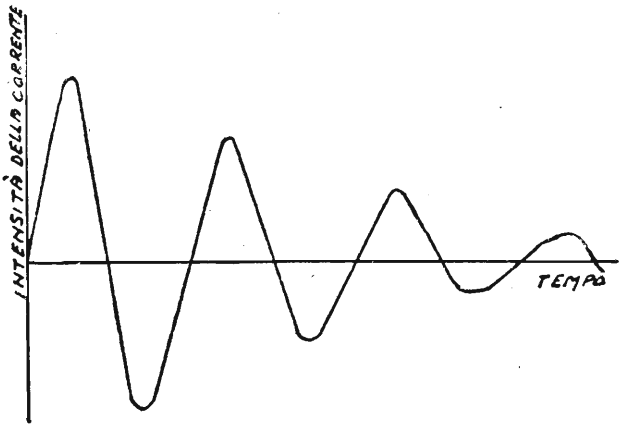


Fig. 270.

ciare sopra le solite due linee, verticale ed orizzontale rispettivamente il valore della intensità della corrente ed il tempo al momento in cui essa raggiunge detto valore (270). Si vede chiaramente come l'ampiezza della corrente alternata raggiunge nel tempo sempre valori più bassi.

Ammettiamo ora che le successive cariche al condensatore siano fornite per mezzo di un rocchetto Ruhmkoff (vedi § 78), il quale eleva ed interrompe con-

tinuamente la corrente fornita da una batteria di accumulatori (fig. 271). N N' è il nucleo di ferro sul quale sono avvolti il *primario* ed il *secondario*, H è il condensatore munito dello scaricatore E E', P è la batteria di accumulatori, V è la vite che regola la distanza del martello dal trasformatore, C è un piccolo condensatore che serve a ridurre ed assorbire la scintilla che si verifica allo

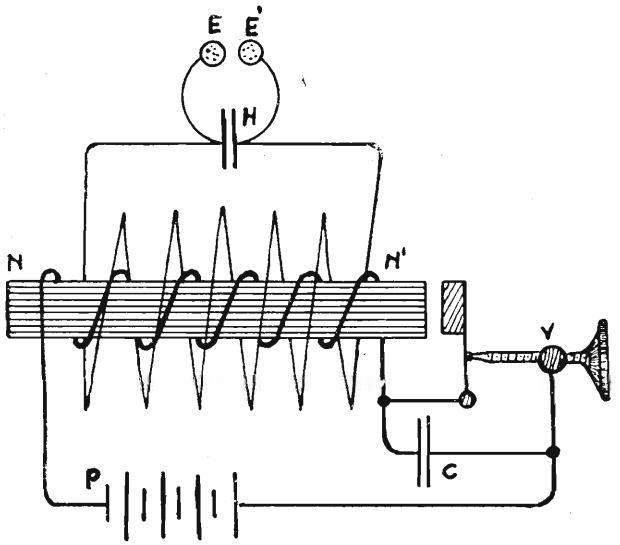


Fig. 271.

staccarsi del martello della vite V. Sul primario del trasformatore può essere inserito un tasto il quale serve per stabilire od interrompere la corrente degli accumulatori, chiudendo od aprendo il circuito.

La durata della oscillazione prodotta dalla scarica del condensatore è assai più breve del tempo che separa due interruzioni consecutive della corrente di carica. Quindi la corrente alternata nel circuito si compone di una serie di *treni di oscillazioni smorzate*, separate da un tempo di riposo relativamente molto lungo. Questa corrente è rappresentata dalla curva della figura 272.

Fig. 272.

Come per ottenere delle oscillazioni idrauliche occorreva aprire in un tempo brevissimo il rubinetto di comunicazione dei due serbatoi A e B, così, per ottenere delle oscillazioni elettriche è necessario che la scintilla divenga conduttrice in un tempo estremamente piccolo in relazione alla durata, già brevissima, del periodo.

Una scintilla bianca e rettilinea oscilla bene; una scintilla rosa, circondata da una guaina luminosa ed il cui rumore è poco intenso, non oscilla. Regolando la distanza delle estremità dello spinterometro, di cui le superfici siano ben pulite, si ottengono facilmente delle scintille oscillanti.

Le oscillazioni idrauliche sono tanto più frequenti quanto più piccola è la sezione dei serbatoi; analogamente la frequenza delle oscillazioni elettriche aumenta quando diminuisce la capacità del condensatore. La frequenza delle oscillazioni dipende anche dal valore della autoinduzione del circuito ed essa è tanto maggiore quanto è più debole l'autoinduzione del circuito. Si può dunque aumentare la frequenza delle oscillazioni diminuendo la lunghezza del filo costituente il circuito, oppure, se il filo è avvolto a spirale, allontanando quanto più possibile le spire dell'avvolgimento l'una dall'altra, il che equivale a diminuire la capacità del rocchetto.

Riassumendo diremo che un dato circuito, comprendente una *capacità* ed una *induttanza* (bobina), ha un periodo di oscillazione tanto più breve quanto più piccole sono la sua capacità ed induzione. La formula importantissima la quale ci fornisce la durata in secondi della oscillazione (periodo) e della quale tralasciamo la dimostrazione è la seguente

$$T = 2\,\pi\,\sqrt{LC}$$

dove π ha il solito valore di 3,1416, L e C sono rispettivamente i valori dell'autoinduzione e della capacità del circuito in Henry ed in Farad. Un tale circuito prende il nome di *circuito oscillante*.

Se si vuole avere un circuito oscillante di frequenza variabile, basta costituirlo con un condensatore di capacità variabile (fig. 273) e di una bobina della quale si possa variare l'induttanza variando il numero delle spire. Anzichè usare un circuito oscillante come quello in figura 273, ne possiamo prendere uno costituito come quello rappresentato in figura 274, ossia da un con-

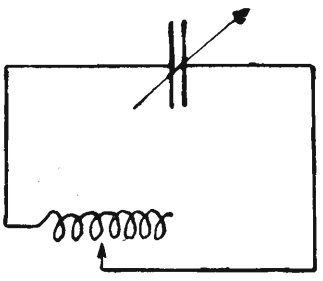


Fig. 273.

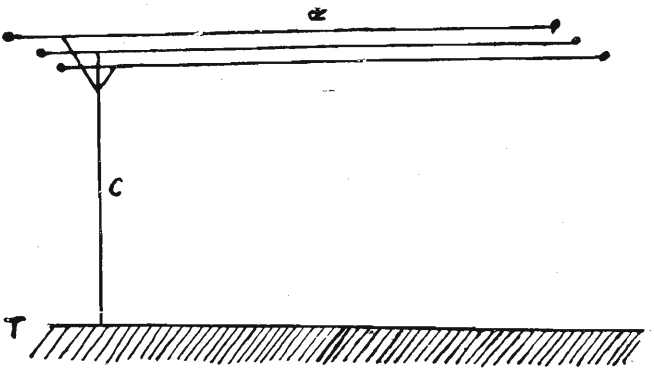


Fig. 274.

densatore le cui armature, che sono rispettivamente un fascio di fili paralleli *a* isolati e tesi orizzontalmente ad una certa altezza da terra e la superficie del suolo, sono messe in comunicazione fra loro con un conduttore.

Carichiamo il condensatore con un mezzo adatto. Alla scarica oscillante il nostro circuito produce delle *onde elettromagnetiche*, che si irradiano nello spazio, irradia cioè energia sotto forma di onde. Siamo così giunti al punto fondamentale dei fenomeni radioelettrici e vediamo ora di rendercene completamente ragione.

Riportiamoci ad un fenomeno ben conosciuto; in uno stagno, nel quale l'acqua si trovi allo stato di assoluto riposo, gettiamo un sassolino. Noi osserveremo il formarsi sulla superficie dell'acqua di un certo numero di *onde* le quali si propagano concentricamente fino a smorzarsi dove l'impulso dato all'acqua, dal corpo lanciatovi dentro, non è più sensibile. Se ad una certa distanza dal punto ove è caduto il sassolino, ma sempre entro la zona nella quale si può osservare la propagazione delle onde, noi facciamo galleggiare un pezzetto di sughero osserveremo che esso sarà sollecitato da un movimento ondulatorio.

In altre parole il brusco movimento impresso dal sassolino alle particelle di acqua si trasmette per mezzo delle onde attraverso il liquido e può essere percepito da un corpo posto ad una certa distanza, modificandone, ad esempio, lo stato di quiete. E' bene dire subito che nel fenomeno della propagazione delle onde, non si ha movimento di materia in seno al corpo entro il quale il movimento stesso avviene; osservando le onde prodotte nell'acqua dalla caduta del sassolino si ha l'errata impressione che l'acqua si sposti. Non è così perchè l'onda non rappresenta altro che uno spostamento di energia che si serve di un determinato mezzo per la propria propagazione. Consideriamo ad esempio su di un bigliardo un certo numero di biglie poste una a contatto dell'altra. Imprimiamo con una stecca un brusco colpo alla prima biglia; noi osserveremo che tutte le palle rimangono immobili all'infuori dell'ultima la quale è sollecitata subito dall'impulso dato alla prima e si allontana velocemente dalle altre.

Dunque *non si sono spostate le biglie* per il colpo ricevuto ma, attraverso di esse, l'energia si è trasmessa ed è stata ricevuta dall'ultima palla la quale ne ha subìto l'effetto.

Un'altra analogia della propagazione delle onde è forse quella delle onde sonore, giacchè mentre le onde di un liquido si propagano solo entro un breve limite della superficie, le onde sonore, come le onde elettromagnetiche (radioonde) si propagano sfericamente da un punto in tutte le direzioni.

Dando un colpo di batacchio ad una campana le onde sonore si diffondono

in tutto lo spazio circostante. Mentre le onde prodotte nel liquido sono *visibili*, le onde sonore come quelle elettromagnetiche sono *invisibili*. Non solo: mentre quelle sonore sono udibili, quelle elettromagnetiche non sono sensibili all'udito ma vengono rese tali mediante speciali artifici dei quali parleremo in seguito.

Ritornando al nostro circuito oscillante della figura 274, riuniamo un filo verticale, la cui estremità è isolata (fig. 275), ad una estremità dei poli di uno spinterometro E. Congiungiamo l'altro polo alla terra mediante un conduttore molto breve. Con un rocchetto di Ruhmkoff facciamo scoccare una scintilla fra i poli dello spinterometro. Una perturbazione elettrica nasce dalla scarica, si propaga lungo il filo e percuote il mezzo circostante generando in esso delle onde elettromagnetiche in virtù delle quali l'energia della scarica può irradiarsi nello spazio. Il filo P E si chiama *antenna*. Essa è spesso costituita non da un solo filo ma da un certo numero di fili sostenuti al disopra del suolo per mezzo di piloni. Un filo (fig. 276) attaccato sia all'estremità del fascio di conduttori oppure alla sua metà, la riunisce al suolo. Si può allora, come abbiamo già detto, considerare l'antenna come un condensatore del quale una delle armature è formata dal fascio di fili sostenuti al di sopra della terra e l'altro dalla terra stessa. Questo condensatore si scarica con una scintilla oscillante fra i poli dello spinterometro e l'insieme costituito dall'antenna e dalla terra si comporta come un circuito oscillante.

Fig. 275.

Le onde, propagandosi nello spazio possono raggiungere un identico circuito oscillante generando in esso delle oscillazioni elettriche le quali, a loro volta, possono essere rivelate ai nostri sensi per mezzo di speciali apparati ri-

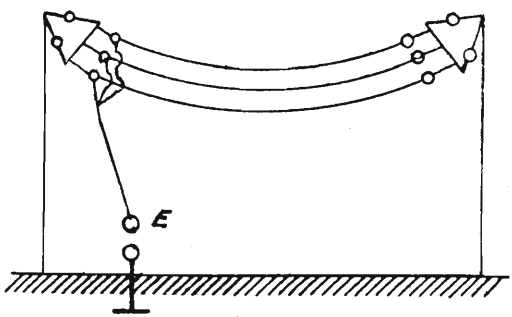


Fig. 276.

ceventi. Se noi sul circuito primario del rocchetto rappresentato nella figura 228 inseriamo un tasto potremo regolare a nostro piacere il fenomeno di carica del circuito oscillante e quindi il numero delle susseguenti scariche ed oscillazioni; in una parola potremo regolare gli impulsi che vengono impressi al mezzo circostante all'antenna. Le oscillazioni prodotte nel circuito oscillante possono essere molte od in numero limitato, a seconda del tempo nel quale noi teniamo chiuso, con il tasto, il circuito primario del rocchetto. Potremo allora far corrispondere un numero limitato di oscillazioni al cosidetto *punto* dell'alfabeto Morse per segnalazioni ed un numero elevato di oscillazioni alla *linea* del medesimo alfabeto. Si comprende come questi *treni di oscillazione* irradiati attraverso lo spazio, qualora raggiungessero una stazione ricevente, possono essere rivelati e riportare quindi al rivelatore il testo completo del segnale trasmesso.

Le radio-onde si possono dividere in due categorie principali:

Onde smorzate.

Onde persistenti.

Le onde smorzate vengono prodotte da oscillazioni generate in un circuito a scintilla, circuito del quale fino ad ora ci siamo occupati. Esse consistono in onde le quali, da una piccola ampiezza raggiungono rapidamente un massimo e quindi diminuiscono lentamente, cioè si smorzano, fino a zero.

Dette variazioni di ampiezza coincidono evidentemente con i fenomeni di smorzamento ai quali sono soggette le oscillazioni generatesi nel circuito. Ogni scintilla genera una oscillazione ed esse si susseguono con la frequenza delle scintille che può raggiungere il valore da 600 a 1000 scintille al secondo. Le onde smorzate servono per la sola trasmissione dei segnali telegrafici e sono oggi quasi passate in disuso, essendo passato ormai nella pratica corrente l'uso delle onde persistenti. Sulla generazione delle onde persistenti parleremo in seguito. In esse non vi ha smorzamento e conseguentemente non si hanno gruppi di onde ma onde di ampiezza costante. La figura 277 rappresenta l'andamento delle onde persistenti.

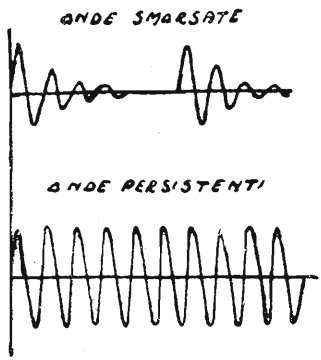


Fig. 277.

Le onde persistenti emesse dalle moderne stazioni trasmettenti hanno frequenze che vanno da un massimo di 1.000.000 a 10.000 periodi al secondo. La velocità delle onde, tanto smorzate che persistenti, è eguale a quella della luce e cioè di 300.000 km. al secondo.

Perchè un'onda risulti definita deve essere fissata la sua ampiezza e la sua lunghezza (fig. 278). L'ampiezza è la distanza dal punto più alto dell'onda dal livello medio ed è indicata dalla lettera greca α. La lunghezza dell'onda è la distanza fra due creste consecutive in elevazione e si indica generalmente con la lettera greca λ. Tale distanza è anche eguale alla distanza fra due creste consecutive in depressione. E' chiaro che moltiplicando il numero delle onde che passano in un secondo per un dato punto, per la loro lunghezza, si

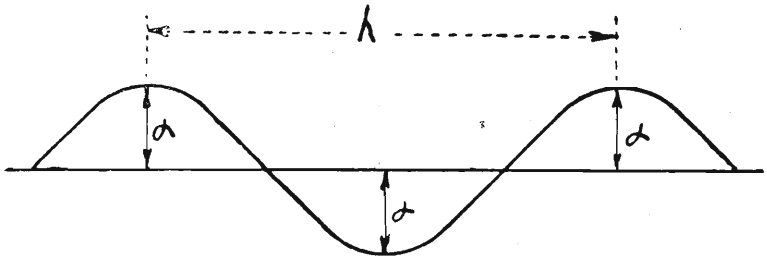


Fig. 278.

ha la loro velocità di propagazione. Il numero di onde complete che in un secondo passano per un dato punto si dice la *frequenza* dell'onda. Quindi fra velocità, frequenza e la lunghezza d'onde si ha la seguente relazione:

frequenza × lunghezza d'onda = velocità di propagazione

ossia:

$$f \lambda = V$$

La velocità con cui le onde si propagano in un determinato mezzo è fissa, cioè la stessa, sia nei punti vicini che in quelli lontani, sia che si tratti di onde di piccola che di grande ampiezza.

La lunghezza d'onda rimane costante durante la propagazione, a qualunque distanza dall'origine. Una parte dell'energia irradiata dall'antenna si perde nella propagazione e quindi l'ampiezza dell'onda si attenua con il crescere della distanza dall'antenna irradiante.

I conduttori situati alla superficie del suolo, gli alberi, le parti metalliche degli edifizi, assorbono energia; un'altra parte dell'energia è dissipata negli alti strati dell'atmosfera.

Dato che le radio-onde hanno tutte la stessa velocità di propagazione, dalla formula precedente si ha che

$$\lambda = \frac{V}{f}$$

da cui si deduce che le onde saranno più lunghe o più corte a seconda che la loro frequenza sarà minore o maggiore.

§ 198 — **Risonanza**

Abbiamo detto che la frequenza delle oscillazioni prodotte dalla scarica di un condensatore è considerevole, in modo che le variazioni assai rapide della corrente producono delle grandi f.e.m. nei circuiti vicini.

Se (fig. 279), si pone accanto ad una bobina S, intercalata in un circuito oscillante, una seconda bobina S1, collegata ad un amperometro a corrente alternata G, si constata l'esistenza di una corrente indotta (Cap. IX, paragr. 37).

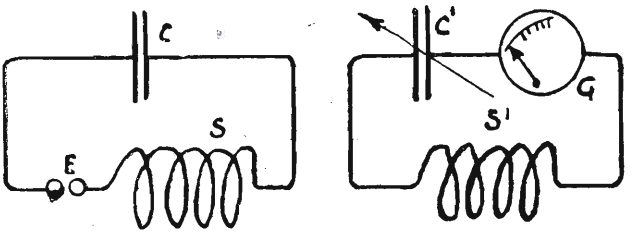


Fig. 279.

Fenomeni molto importanti per la radiotelegrafia si producono quando il circuito indotto è costituito, come il circuito induttore, da un condensatore e da una autoinduzione. Si osservano allora dei fenomeni di risonanza identici a quelli che presentano le oscillazioni meccaniche e le vibrazioni acustiche.

Immaginiamo un pendolo costituito da una sfera di piombo sospesa ad un filo. Diamo un leggero colpo al pendolo: esso si pone in oscillazione. Quando egli ritorna alla sua posizione primitiva, dopo di aver compiuto una doppia oscillazione, diamogli una nuova spinta: noi aumenteremo l'ampiezza della oscillazione. Se noi ricominciamo ad imprimergli ritmicamente degli impulsi, questa ampiezza diventa grandissima, anche se gli impulsi stessi sono molto deboli.

Se, al contrario, la frequenza degli impulsi è diversa da quella delle oscillazioni del pendolo, esse non possono acquistare mai una grande ampiezza. Se il secondo impulso, ad esempio, è in ritardo, il seguente è ancora più in ritardo, fino a che giungerà un momento nel quale l'impulso è diretto in senso contrario al movimento del pendolo, il quale comincia ad arrestarsi.

Si dice che un sistema capace di oscillare *risuona* ogni qualvolta, sotto l'influenza di una oscillazione dello stesso periodo della propria, esso prende un movimento di grande ampiezza.

Le vibrazioni acustiche provocano dei fenomeni di risonanza. Una corda

di violino risuona quando in sua vicinanza si produce un suono avente la medesima altezza che esso stesso potrebbe dare. Questo vuol dire che le vibrazioni dell'aria, anche se debolissime, finiscono, a causa del loro ripetersi ritmico, per mettere in movimento la corda del violino. Queste premesse sono sufficienti per concepire come, se si pone accanto ad un circuito oscillante CSE, posto in oscillazione da una scarica, un secondo circuito oscillante C'S'G', la corrente indotta acquista una intensità assai più grande quanto più i due circuiti hanno lo stesso periodo di oscillazione.

Per constatarlo serviamoci di un condensatore C' variabile; (fig. 279) modificando progressivamente la sua capacità noi vedremo l'ago dello strumento G indicare una corrente assai più intensa quando il valore di questa capacità è quello per il quale il periodo è eguale a quello del circuito induttore.

Si dice che la risonanza è *acuta* quando anche un piccolo cambiamento d'intensità del circuito indotto, dopo l'accordo, fa sparire quasi completamente la corrente. Dato che la risonanza è dovuta alla ripetizione periodica degli effetti di induzione, essa è tanto più acuta e tanto più intensa quanto meno smorzate sono le oscillazioni del circuito induttore. Questa è una ragione per la quale l'uso delle onde persistenti si è quasi completamente imposto a quello delle onde smorzate.

Da quanto si è esposto appare chiaro come la *condizione essenziale* affinchè un apparato ricevente possa ricevere i segnali trasmessi da un apparato trasmittente, è quella *che esso sia in risonanza con questo*, o, come si dice comunemente, che i due circuiti siano in *sintonia*.

§ 109 — **Generalità sugli apparati trasmittenti**

Il posto R. T. più semplice comprende, per la trasmissione dei segnali ad onde smorzate, un'antenna collegata ad uno dei poli di uno spinterometro E (fig. 280); una presa di terra collegata all'altro polo; una bobina di induzione B con vibratore V nel cui avvolgimento primario è inviata corrente dalla batteria di accumulatori P. Il tasto M apre o chiude a volontà il circuito. L'avvolgimento secondario della bobina è collegato allo spinterometro.

Chiudendo il tasto, il vibratore produce delle interruzioni successive della corrente primaria e la f.e.m. indotta nel secondario crea fra la terra e l'antenna una d.d.p. sufficiente perchè una scintilla scocchi nello spinterometro. Questa scarica pone in oscillazione l'antenna, le oscillazioni si smorzano e, dopo un tempo relativamente lungo se lo si paragona alla durata totale della scintilla, un'altra scintilla scocca provocando una nuova oscillazione dell'antenna.

Un amperometro a corrente alternata G, inserito sulla presa di terra, permette di misurare l'intensità della corrente oscillante e di dare la migliore regolazione alla distanza fra i poli dello spinterometro. Per trasmettere un radiotelegramma ci si serve, come è stato detto, dell'alfabeto Morse; con l'aiuto del tasto si fa corrispondere a questi segnali delle emissioni di serie di scintille lunghe o corte.

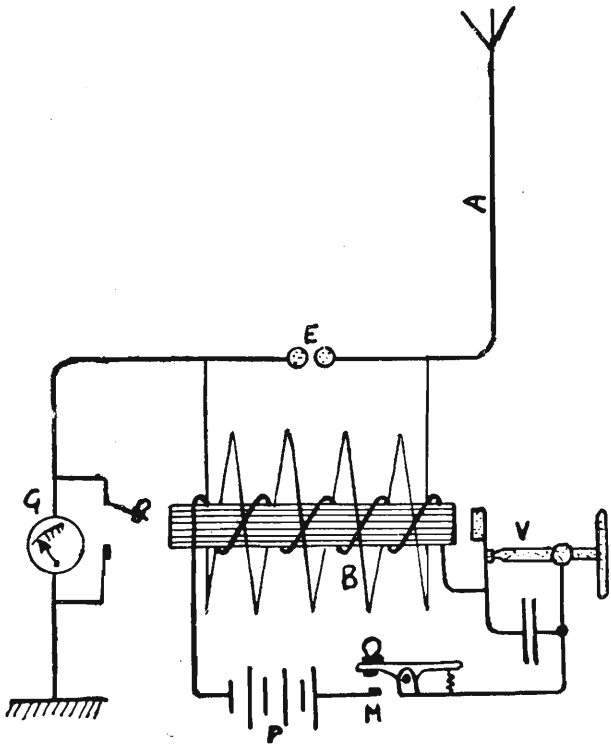


Fig. 280.

In luogo di una bobina di induzione si impiega sovente un alternatore A ed un trasformatore T (fig. 281). Il tasto è posto sul circuito primario del trasformatore. Siccome l'altezza del suono ricevuto all'apparecchio ricevente corrisponde al numero di scintille per secondo, ci si serve di un alternatore la cui frequenza sia dell'ordine delle frequenze dei suoni musicali, ossia di parecchie centinaia di periodi al secondo. Un circuito come quelli ora descritti, nei quali le correnti oscillanti sono prodotte, ad ogni scintilla, direttamente sull'antenna dalla scarica del condensatore costituito dalla parte superiore dell'antenna stessa e dalla terra, prende il nome di circuito con *eccitazione diretta dell'an-*

tenna. Questo metodo di eccitazione è ancora qualche volta applicato nelle stazioni di piccola potenza perchè è quello più semplice e che dà il miglior rendimento in portata, in relazione alla potenza consumata. Esso però non è esente da notevoli difetti: non permette la costruzione di stazioni molto potenti e produce oscillazioni molto smorzate. Infatti nel primo caso, essendo l'energia messa in giuoco in un circuito oscillante dipendente dalla capacità del con-

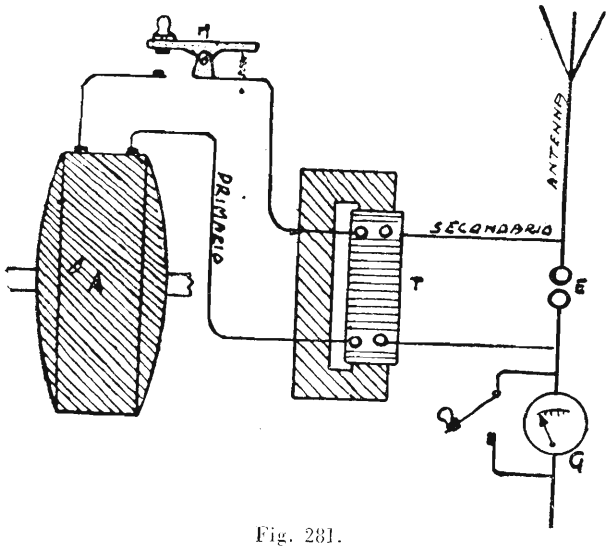


Fig. 281.

densatore e della d.d.p. che si produce nelle sue armature, noi vediamo che la capacità da caricare non si può aumentare senza fare un'antenna di enorme estensione e la tensione è limitata dalla necessità di isolarla convenientemente onde evitare dispersioni rilevanti specialmente con tempo umido. Nel secondo caso noi sappiamo bene come onde troppo smorzate non rendono possibile una buona sintonia.

Tali inconvenienti sono in gran parte evitati mediante l'*eccitazione indiretta dell'antenna*. Si abbia (fig. 282) un circuito oscillante chiuso che comprenda uno spinterometro S, un condensatore C, ed una bobina di induttanza L. Diamo alla induttanza ed alla capacità valori adatti per la frequenza delle oscillazioni che si vogliono ottenere. Utilizzando un condensatore di capacità molto più grande di quella dell'antenna e per conseguenza una induttanza molto più piccola, a parità di tensione di carica del condensatore la carica del condensatore stesso risulta maggiore di quella dell'antenna direttamente eccitata ed il circuito oscillante è suscettibile di prendere più energia di quanta

non ne prenderebbe l'antenna direttamente eccitata. Tale energia è fornita da un alternatore e relativo trasformatore e, se necessario, per avere una capacità sufficiente, si mettono diversi condensatori in parallelo.

La bobina di induttanza L si fa agire sulla bobina L' per induzione; nella bobina L' inserita sull'antenna si crea una f.e.m. che dà luogo ad una corrente oscillante sull'antenna stessa.

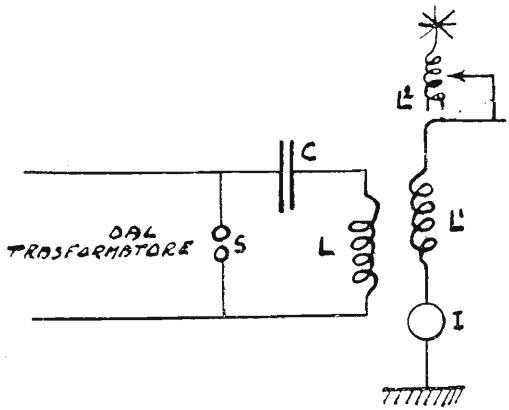


Fig. 282.

Per avere il maggiore trapasso di energia dal circuito oscillante chiuso CSL al circuito oscillante aperto L'L_1I, è necessario che i due circuiti siano in risonanza o *sintonizzati*: in tal caso si potrà avere nel circuito oscillante aperto una intensità di corrente maggiore che nel circuito oscillante chiuso. Sappiamo inoltre che i due circuiti sono sintonizzati quando, se *accoppiati* (come si dice comunemente nella pratica radiotelegrafica), essi possiedono eguale frequenza di oscillazione o *frequenza naturale;* quando perciò le loro caratteristiche elettriche (capacità ed induttanza) sono eguali. L'insieme delle due bobine di induttanza prende il nome di *Jigger* e si chiama *circuito primario* quello inducente a *circuito secondario* quello indotto.

Allo scopo di poter effettuare la sintonizzazione, ossia di porre il circuito secondario nelle medesime condizioni di quello primario, il circuito secondario ha inserita una bobina di induttanza L_1 variabile.

Per la generazione e trasmissione delle onde persistenti si possono usare le valvole termoioniche delle quali parleremo dettagliatamente in seguito. Quando però le potenze in giuoco sono elevate, il loro impiego è molto costoso; si preferisce allora, per l'emissione, uno degli altri due sistemi: *l'arco elettrico* o *l'alternatore ad alta frequenza.*

Il primo si basa sul seguente principio:

Un circuito (fig. 283) oscillante, derivato sugli elettrodi di un arco voltaico, alimentato con corrente continua, diventa sede di correnti oscillanti di ampiezza costante. La spiegazione teorica di questo fenomeno è laboriosa e se ne omette la dimostrazione. Si impedisce alle oscillazioni del circuito derivato di raggiungere la dinamo di alimentazione dell'arco mediante due induttanze L′ ed L″

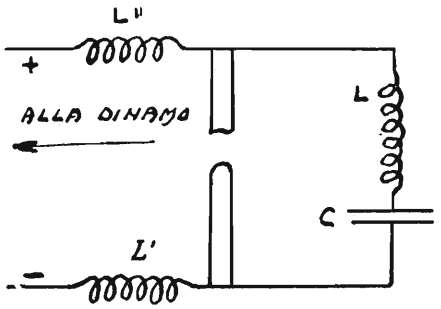


Fig. 283.

di valore elevato, le quali facilitano anche l'innescarsi delle oscillazioni. Le oscillazioni persistenti generate per effetto di un aereo producono nel mezzo circostante delle onde elettromagnetiche e quindi la trasmissione dei segnali.

Il secondo si basa sull'uso di alternatori ad alta frequenza. Negli impianti a corrente alternata di uso normale la frequenza è solo di un massimo di 60 periodi per secondo; gli alternatori di una stazione trasmittente giungono a generare corrente alternata a 30.000 periodi il che corrisponde ad una lunghezza d'onda di 10.000 metri. Per mantenere le oscillazioni di una antenna irradiante basta intercalare l'alternatore su questa antenna per mezzo di un trasformatore di tensione. Si regola la velocità dell'alternatore ad un valore tale per il quale la frequenza della corrente che egli produce sia eguale alla frequenza delle oscillazioni dell'antenne; allora questa risuona ed è percorsa da una corrente alternata di ampiezza costante.

§ 110 — **Generalità sugli apparecchi riceventi**

Nella stazione radiotelegrafica ricevente si deve, come prima condizione, avere una antenna simile a quella della stazione trasmettente. Quando le onde elettromagnetiche investono l'antenna ricevente inducono in essa una f.e.m. oscillante, di eguale frequenza delle onde e di ampiezza più o meno grande

secondo l'ampiezza delle onde, la quale produce in essa una corrente oscillante. Si ha quindi una specie di fenomeno di accoppiamento (naturalmente molto debole) fra l'antenna trasmettente e quella ricevente, le quali costituiscono, come si sa, due circuiti oscillanti aperti. Per ottenere oscillazioni indotte di ampiezza massima si deve sintonizzare l'antenna ricevente per la frequenza delle onde in arrivo. A questo scopo nell'antenna ricevente sono inseriti una induttanza ed una capacità variabile. Il compito delle onde elettromagnetiche è quello di trasportare a distanza il campo elettromagnetico che è generato dall'antenna trasmettente. Il meccanismo della comunicazione radiotelegrafica è quindi il seguente. Mediante una serie più o meno lunga di treni di corrente oscillante nell'antenna trasmettente (chiamata anche *aereo*). Questa dà luogo all'irradiamento di una serie altrettanto lunga o breve di treni di onde elettromagnetiche che si propaga fino all'antenna ricevente. Queste onde inducono all'antenna ricevente una serie di treni di corrente alternativa smorzata, come quella rappresentata dalla figura 282.

Naturalmente, operando a qualche distanza, la corrente che si può ottenere nell'antenna ricevente è molto piccola e quindi per rivelarla occorrono apparecchi molto sensibili.

Un apparecchio che si presta molto bene alla ricezione dei segnali è il telefono. La lamina di un telefono segue fedelmente le variazioni di una corrente la cui frequenza sia dell'ordine dei suoni musicali (all'incirca da 50 a 3000). Ma essa non può seguire, per la sua inerzia le oscillazioni della corrente dell'antenna, a causa della loro elevata frequenza, che può andare da un minimo di 10.000 ad un massimo di 50.000.000 di periodi al secondo; non solo, ma se anche questo fosse possibile sarebbe tuttavia inutile perchè tali frequenze sono superiori alle più acute che l'orecchio umano può percepire. La lamina del telefono non può nemmeno subire uno spostamento per ogni treno di onde perchè gli effetti delle alternanze della corrente in un senso sono compensati dagli effetti delle alternanze in senso contrario. Quindi un telefono inserito senz'altro su di un aereo non dà alcun suono.

Al telefono si deve aggiungere un altro apparecchio: un *rivelatore* il quale lascia passare più facilmente le correnti in un senso che nell'altro. Quando si induce nell'antenna una corrente come quella della figura 284 *a*) il rivelatore lascia passare soltanto una corrente della forma della b), in cui sono conservate unicamente le semi-onde positive. Questa corrente unidirezionale mandata nel telefono vi produce lo stesso effetto che vi produrrebbe una corrente della forma c), per modo che la lamina del telefono riceve *un unico impulso per ogni treno di onde*. In tal guisa il numero delle vibrazioni della lamina in un secondo risulta eguale al numero dei treni di onde che in un

secondo emette l'apparecchio trasmettente, ossia al numero delle scintille che si hanno in un minuto secondo alla stazione trasmettente.

Se le scintille della stazione trasmettente sono rare, si sente nel telefono una serie di rumori successivi distinti e si dice che la trasmissione è *rauca*. Se le scintille della stazione trasmettente si succedono ad intervalli di tempo molto corti, il telefono dà una nota musicale e la trasmissione si dice *musicale*.

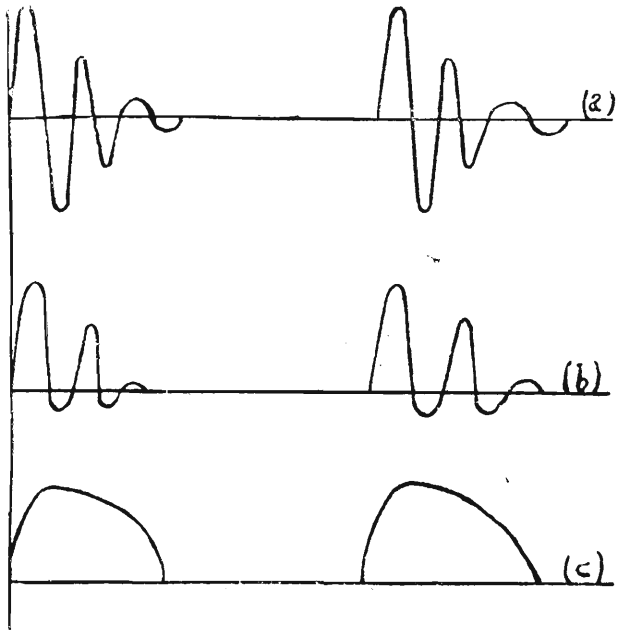


Fig. 284.

La serie lunga o corta di scintille dà suono lungo o corto e l'orecchio al ritmo di tali suoni può riconoscere le lettere dell'alfabeto Morse. I modelli di rivelatori sono numerosi. Il più semplice ed uno dei più impiegati è il *rivelatore a cristallo*.

Un pezzetto di *galena* (minerale di piombo) inserito in un circuito percorso da corrente alternata funziona come una valvola ad una sola via, permettendo cioè il passaggio della corrente specialmente in una sola direzione, presentando una resistenza grandissima alla corrente stessa quando essa ha direzione contraria. Questo effetto raddrizzatore del cristallo si manifesta nel punto di contatto con una superfice metallica dura, sulla quale si fa poggiare soltanto per una punta.

Vedremo più oltre, quando parleremo della produzione trasmissione di onde persistenti, i metodi usati per la ricezione di questo tipo di onda. La figura 285 rappresenta uno schema di una stazione ricevente. Sull'antenna è intercalata una bobina di autoinduzione variabile S ed un condensatore C di capacità pure variabile ambedue destinati ad accordare l'antenna sul periodo delle onde da ricevere. Si dispone il rivelatore R nell'antenna ed il telefono T in derivazione sul rivelatore.

Modificando la induttanza S ed il condensatore C fino a raggiungere la sintonia, il suono percepito al telefono avrà la massima intensità.

Questo metodo di ricezione prende il nome di *ricezione diretta;* esso è molto semplice ma è poco impiegato data la resistenza presentata dal rivelatore che, intercalato sull'antenna, diminuisce e smorza eccessivamente le sue oscillazioni, impedendo di giungere alla risonanza. Si può evitare questo inconveniente mettendo il rivelatore in derivazione sulla bobina di induttanza (fig. 286). Il condensatore H è posto, onde impedire il passaggio della

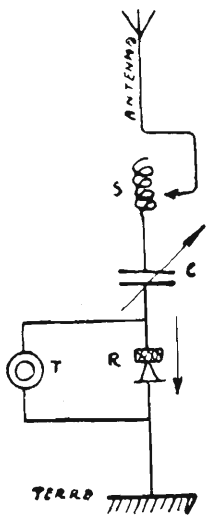


Fig. 285.

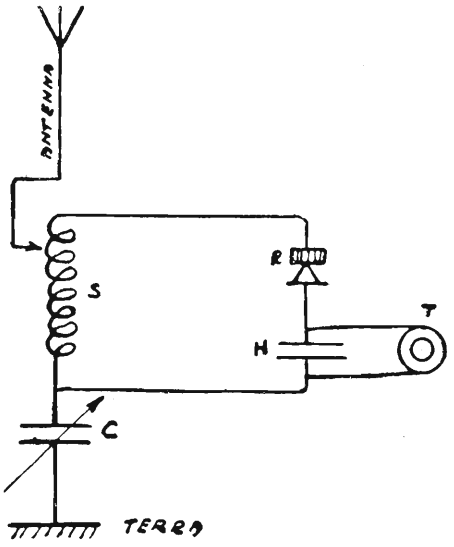


Fig. 286.

corrente ad alta frequenza, nel telefono; infatti la corrente ad alta frequenza troverà passaggio più facile attraverso il condensatore H, mentre quella rettificata (bassa frequenza) agirà sul telefono.

Un terzo metodo di ricezione è quello di fare agire l'antenna, per induzione, sopra un circuito oscillante comprendente una bobina di induzione S''

ed un condensatore C″ (fig. 287). Sono le oscillazioni di questo circuito che vengono inviate al rivelatore R ed al telefono T.

Si intercala ancora sull'antenna una bobina S′, o primario, ed un condensatore primario C′, i quali servono ad accordare l'antenna. Si accoppia per induzione la bobina S″ del circuito oscillante, o secondario, con S′. Si può utilizzare un numero variabile delle spire di questa bobina e modificare la capacità del condensatore C″ per accordare il secondario.

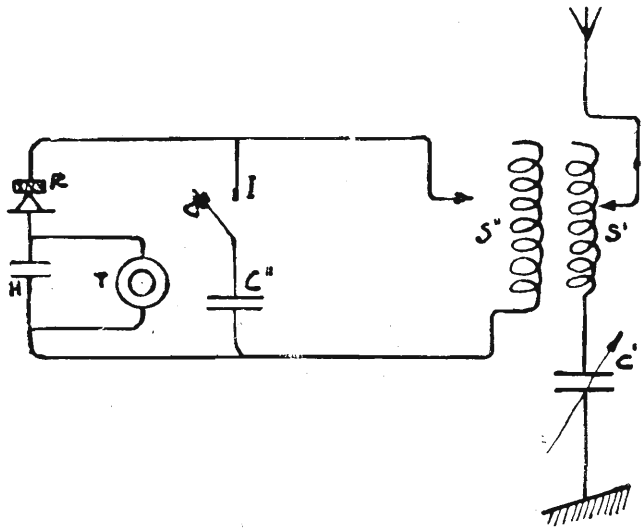


Fig. 287.

Per ricevere i segnali si apre innanzi tutto l'interruttore I; il circuito secondario viene così privato del condensatore e quindi può oscillare per qualsiasi frequenza che gli venga impressa; il circuito prende allora il nome di *aperiodico*. Lo si accoppia il più possibile alla bobina S″ e quindi si accorda l'antenna, per mezzo della bobina S′ e del condensatore C′, sulla trasmissione da ricevere. Si tenta di rendere massimo il suono percepito. Raggiunto questo massimo si inserisce il condensatore C″ chiudendo l'interruttore I; il circuito secondario diviene allora *periodico*, ossia può risuonare, ma non è accordato. I segnali sono allora appena percettibili. Si accorda allora il secondario manovrando opportunamente la bobina S″ ed il condensatore C″ e si intenderà quindi nuovamente e molto più chiara la trasmissione. Si può raggiungere così una sintonia molto acuta e questo torna di grande vantaggio anche perchè verranno in tal modo eliminati i disturbi che stazioni vicine,

di presso a poco eguale lunghezza d'onda trasmettente, possono apportare, influenzando il proprio apparecchio.

Oltre la molestia che può generare alla ricezione il numero assai grande di trasmissioni simultanee sopra lunghezze d'onda quasi dello stesso valore, una sensibilissima causa di disturbo è quella che proviene dai fenomeni elettrici atmosferici.

Le scariche elettriche atmosferiche producono nell'antenna correnti che fanno sentire al telefono suoni molto vari, in prevalenza dei colpi secchi, simili a scoppiettii e suoni bassi. Mentre una ottima sintonizzazione elimina le trasmissioni importune, non riesce ad eliminare completamente i disturbi atmosferici. Una brusca scarica atmosferica dà un impulso all'antenna la quale si mette in oscillazione con la sua propria frequenza.

Con tempo temporalesco è prudente connettere direttamente l'antenna alla terra.

§ 111 — **Cenno sulle valvole termoioniche Apparati a valvola**

Per comprendere il funzionamento della valvola termoionica è necessario ricordare quanto è stato detto, all'inizio del presente manuale (v. pag. 2), sulla teoria elettronica, e precisamente che, secondo le ultime ipotesi dei fisici, gli atomi, ossia le particelle infinitamente piccole costituenti la materia, sono a loro volta suddivisibili. Essi sarebbero costituiti da nuclei centrali che chiameremo positivi, attorno ai quali si muoverebbero, con velocità altissima elementi ancora più piccoli chiamati *elettroni* e che chiameremo negativi.

Sono questi ultimi che dànno luogo ai fenomeni elettrici. Un corpo è positivo quando mancano questi elettroni liberi e negativo quando ve ne sono in eccesso. Gli elettroni liberi passano liberamente sotto forma di corrente in un conduttore, ma essi non lasciano mai il corpo del conduttore per lanciarsi nello spazio, a meno che particolari forze agenti non li costringano a ciò. L'esperienza dimostra che se il conduttore viene collocato entro un bulbo di vetro in cui sia stato fatto il vuoto quasi assoluto e quindi riscaldato fino all'incandescenza, gli elettroni vengono proiettati dal conduttore nel vuoto.

Se il conduttore è rappresentato dal filamento di un lampadino (fig. 288), noi facciamo passare in esso una adeguata corrente che lo porti all'incandescenza. Disponiamo entro il globo stesso una *placca* metallica P e riuniamo tale placca con il polo positivo della batteria di pile A. Noteremo allora che l'amperometro G inserito sul circuito della placca indica passaggio di corrente,

mentre apparentemente il circuito stesso è aperto. Come fa la corrente della batteria A ad attraversare lo spazio filamento-placca?

Il fenomeno si spiega in tal modo: Gli elettroni liberati e lanciati nello spazio dal filamento portato all'incandescenza, sono attirati dalla placca che è carica positivamente perchè congiunta al polo positivo della batteria A, e si precipitano su di essa con velocità enorme che raggiunge qualche centinaio di Km. al minuto secondo. Gli elettroni quindi, abbandonando il filamento della lampada, portano la loro carica elettrica sulla placca, neutralizzando una parte della sua carica positiva, per cui, dovendo la batteria rifornire alla placca le cariche neutralizzate, si viene a determinare nel circuito una corrente che si chiude attraverso lo spazio compreso fra il filamento e la placca.

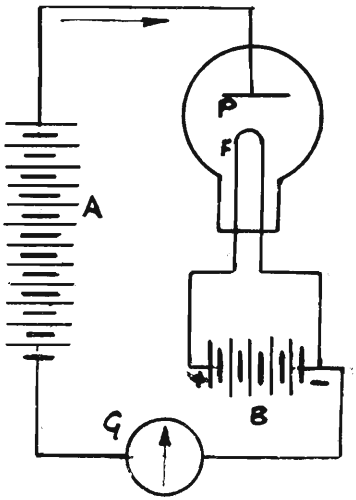


Fig. 288.

Aumentando il numero degli elementi della batteria A, la quale prende il nome di *batteria di placca*, il numero di elettroni che raggiunge la placca aumenta fino ad un certo limite e corrispondentemente aumenta il valore della corrente; ma poi oltre questo limite gli elettroni che escono dal filamento sono tutti attratti dalla placca e la intensità della corrente cessa di crescere: Si dice allora che è stata raggiunta la *corrente di saturazione*.

Invertendo la polarità della batteria A la placca si carica negativamente, respinge gli elettroni emessi dal filamento: la corrente allora cessa. La lampada costituisce quindi *una valvola* la quale lascia passare la corrente in un solo senso. Dei due elettrodi della lampada, uno e precisamente il filamento, chiamasi *catodo*, l'altro, la placca, chiamasi *anodo*. La corrente che passa nel circuito della placca per effetto della conducibilità dello spazio filamento placca, chiamasi *corrente anodica*, e la batteria A che la produce chiamasi anche *batteria anodica*.

Questo tipo di valvola termoionica, che prende il nome di *valvola a due elettrodi* può compiere la stessa funzione raddrizzante di un cristallo a galena; infatti se in A, invece della batteria, si pongono i capi di un circuito oscillante, nel circuito della valvola possono passare unicamente le semionde positive, le quali, sole, potranno caricare positivamente la placca; le semionde ne-

gative sono arrestate. La figura 289 rappresenta un effettivo circuito di valvola a due elettrodi e la relativa rappresentazione convenzionale.

Bisogna notare che la saturazione della corrente si può raggiungere anche aumentando il numero degli elementi della batteria A, ma la saturazione stessa dipende dalla temperatura del filamento; aumentando la temperatura del filamento noi potremo ottenere una corrente di saturazione maggiore.

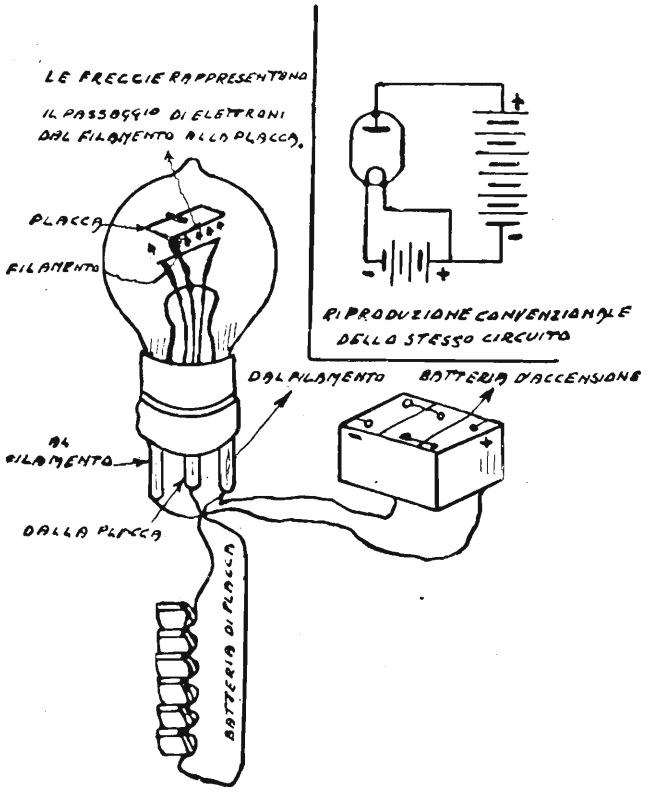


Fig. 289.

La valvola a due elettrodi descritta non ha nelle radiocomunicazioni una applicazione pratica, nonostante il suo potere raddrizzatore; essa è usata per la rettificazione delle correnti alternate. Ne abbiamo descritto il funzionamento perchè essa forma una tappa spiegativa prima di giungere a parlare della *valvola a tre elettrodi*.

Alla valvola a due elettrodi della figura 289, il fisico De Forest ha aggiunto un altro elettrodo al quale ha dato il nome di *griglia*.

Esso (fig. 290) è disposto fra l'anodo ed il filamento, formando, per la sua importanza, l'organo della valvola al quale si debbono i più recenti perfezionamenti della radiotelegrafia.

Se si inserisce una batteria di pile C fra griglie e filamento si può, modificando il numero degli elementi di tale batteria od invertendone la polarità, cambiare la grandezza ed il senso della d.d.p. fra la griglia ed il filamento. Si sono così stabiliti tre circuiti: *il circuito di accensione del filamento* il quale comprende la batteria di accumulatori B; *il circuito anodico* costituito dalla batteria A e dallo spazio fra l'anodo ed il filamento; *il circuito di griglia* che comprende la batteria C e lo spazio fra la griglia ed il filamento. Questi tre circuiti hanno un punto in comune: il polo negativo o della batteria B.

La figura 291 rappresenta una valvola a tre elettrodi di quelle di forma più comune.

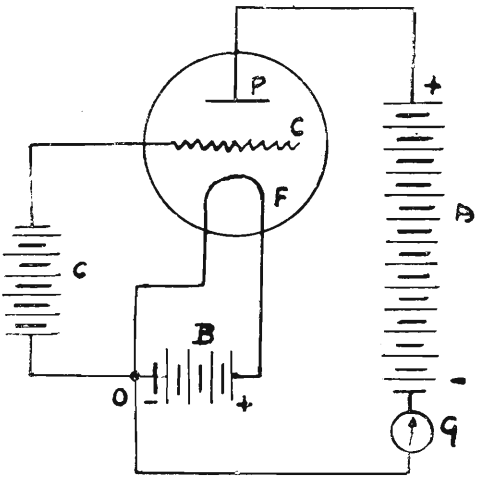


Fig. 290.

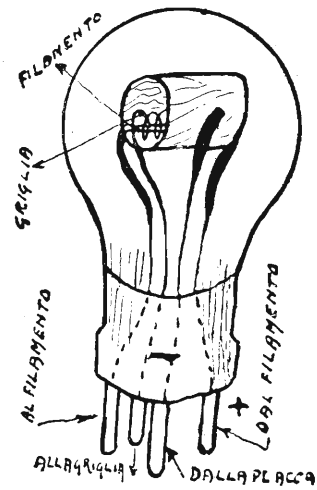


Fig. 291.

Vediamo come varia l'intensità della corrente nel circuito anodico, misurata dall'amperometro M (fig. 290), quando, lasciando costante il numero degli elementi della batteria A, si modifica il senso e la grandezza della d.d.p. fra griglia e filamento. Se il potenziale della griglia è notevolmente inferiore a quello del filamento, si nota che nel circuito anodico non passa corrente poichè la griglia caricata negativamente respinge gli elettroni che non raggiungono l'anodo (questo si sarebbe ottenuto collegando il polo negativo della batteria C alla griglia).

Se si diminuisce il numero degli elementi della batteria C, diminuisce così

la d.d.p. fra la griglia e il filamento, l'amperometro comincia a deviare e la corrente che esso segna aumenta man mano che si diminuisce il numero delle pile perchè l'azione repulsiva della griglia sugli elettroni diminuisce.

Se si inverte la polarità della griglia rispetto al filamento scambiando gli attacchi della batteria C, la griglia attira gli elettroni prendendone per sè un certo numero, una debole corrente passa nel circuito di griglia, e nel circuito di placca la corrente, molto più intensa che nel circuito di griglia, comincia ad aumentare. Se si accresce ancora il potenziale della griglia la corrente nel circuito anodico cessa di aumentare poichè tutti gli elettroni emessi dal filamento sono allora presi dalla placca e dalla griglia.

Quando infine si innalza molto il potenziale della griglia questa comincia a prendere una frazione importante degli elettroni emessi e la corrente anodica diminuisce, mentre la corrente di griglia continua a crescere.

In conclusione, facendo variare il potenziale della griglia fra un valore di poco inferiore ed uno di poco superiore a quello del filamento, si permette il passaggio della corrente anodica, producendo con piccole variazioni di tensione nel circuito di griglia delle variazioni di corrente molto sensibili nel circuito anodico, pur rimanendo costante in quest'ultimo la sorgente di alimentazione della corrente.

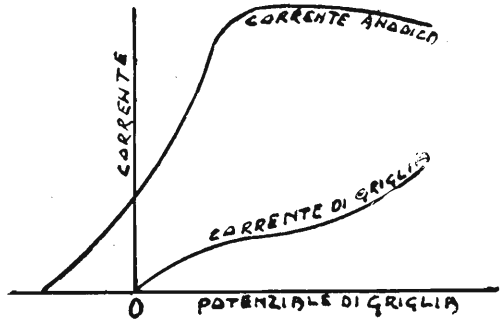


Fig. 292.

Queste variazioni si possono fare in un tempo estremamente breve. Gli elettroni possono essere fermati o lasciati passare dalla griglia almeno cento *milioni di volte per minuto secondo.* Nessun dispositivo meccanico possiede una inerzia così insignificante da permettere una tale prontezza di funzionamento.

I risultati di queste osservazioni si possono rappresentare graficamente con delle curve secondo il solito metodo. La figura 292 rappresenta la variazione della corrente anodica e di quella di griglia al variare della d.d.p. fra

griglia e filamento, essendo *costante la tensione anodica*. Le curve prendono il nome di *curve caratteristiche di griglia e anodica*.

La valvola a tre elettrodi può compiere tre funzioni importantissime nella pratica radiotelegrafica e precisamente quella di:

Generatrice di oscillazioni persistenti;
Rivelatrice dei segnali in arrivo;
Amplificatrice dei segnali in arrivo.

Studieremo brevemente queste tre funzioni della valvola termoionica a tre elettrodi, cercando di dare una spiegazione il più possibile elementare e comprensibile.

La valvola come generatrice di oscillazioni elettriche persistenti.

Abbiamo visto, parlando di un circuito oscillante smorzato, come avvenuta la scarica del condensatore e la relativa oscillazione, il circuito ritorna allo stato di riposo fino a quando una susseguente scintilla non lo mette nuovamente in vibrazione. Il circuito si trova nelle analoghe condizioni di un pendolo al quale viene dato un impulso meccanico che lo ponga in oscillazione. Egli effettua liberamente le sue oscillazioni e queste pian piano si smorzano; il pendolo si ferma fino a che un successivo impulso non viene a rimetterlo in movimento. Con una lampada, noi possiamo invece realizzare nel circuito oscillante un fenomeno analogo a quello che avviene al pendolo di un orologio il quale, messo in oscillazione da un leggero colpo, continua ad oscillare indefinitamente e precisamente fino a quando perdura la tensione della molla motore. Sappiamo bene che questo movimento costante si ottiene per mezzo dello scappamento il quale, azionato dallo stesso pendolo, libera periodicamente la molla motore all'istante più conveniente; questa molla restituisce al pendolo l'energia che egli ha perduto nell'oscillazione precedente ed il movimento continua.

Il fenomeno delle oscillazioni persistenti in un circuito avviene nel modo seguente: Immaginiamo che una perturbazione elettrica venga a produrre delle oscillazioni in un circuito oscillante. Per renderle persistenti noi facciamo induttivamente od in altro modo agire queste oscillazioni sul circuito di griglia di una lampada a tre elettrodi. La d.d.p. alternativa generata nel suddetto circuito provocherà variazioni nella corrente di placca, la quale, invece di mantenersi costante presenterà delle variazioni alternative secondo la frequenza delle oscillazioni del circuito oscillante. Questa corrente variabile ottenuta la si fa agire nuovamente sul circuito oscillante ed in tal modo verrà restituita ad esso l'energia perduta; le oscillazioni invece di spegnersi saranno mantenute per virtù di questa energia che è fornita da una sorgente elettrica locale.

In pratica il circuito è realizzato dalla disposizione della figura 293. In

un modo qualunque imprimiamo un impulso elettrico al circuito anodico di una valvola a tre elettrodi; ciò si può ottenere accendendo la lampada. Infatti allora una corrente passa subito nel circuito anodico ed essa è variabile dovendo aumentare da zero fino al suo valore normale; detta variazione di corrente produce una f.e.m. di autoinduzione nella bobina del circuito stesso S′ S″ ed il condensatore C si carica.

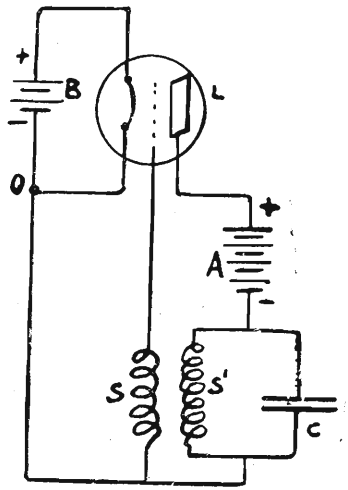


Fig. 293.

Scomparendo la f.e.m. di autoinduzione il condensatore si scarica ed il circuito anodico oscillante si mette ad oscillare. Dette oscillazioni *smorzate* si trasmettono per induzione alla bobina S inserita sul circuito di griglia. Il potenziale di griglia, per effetto di tali oscillazioni impresse, varia e, come abbiamo detto, varierà anche la corrente nel circuito anodico. Questa corrente variabile circolando nella bobina S′ S″ aiuta le oscillazioni del circuito anodico oscillante il quale diviene così sede di oscillazioni persistenti.

Si comprende come, affinchè questo risultato sia possibile, è necessario che le variazioni del potenziale di griglia abbiano senso adatto e fase conveniente per fare diminuire od abbassare la corrente anodica secondo quanto è richiesto dal circuito oscillante. Per giungere a ciò bisogna che le due bobine S ed S′ siano avvolte in senso contrario.

L'insieme della bobina S′ S″ e della capacità C può essere rimpiazzato da una antenna equivalente (fig. 294) nella quale la valvola mantiene le oscillazioni di ampiezza costante, la cui intensità viene misurata dall'amperometro M.

Noi abbiamo trasmesso alla griglia delle variazioni di potenziale per mezzo dell'induzione mutua fra le due bobine S′ ed S; qualsiasi altro procedimento il quale permetta di far dipendere il potenziale della griglia dalle oscillazioni dell'antenna, permette la produzione di oscillazioni persistenti.

Uno schema semplice di stazione trasmittente a valvola è quello rappresentato dalla fig. 295. Nel circuito oscillante il condensatore, come sappiamo, è sostituito dalla capacità dell'aereo; il tasto interrompe simultaneamente il circuito di griglia ed il circuito anodico. Le chiusure del tasto saranno più o meno lunghe a seconda che si vogliano trasmettere delle *linee* o dei *punti* dell'alfabeto Morse.

La valvola come ricevitrice dei segnali in arrivo.

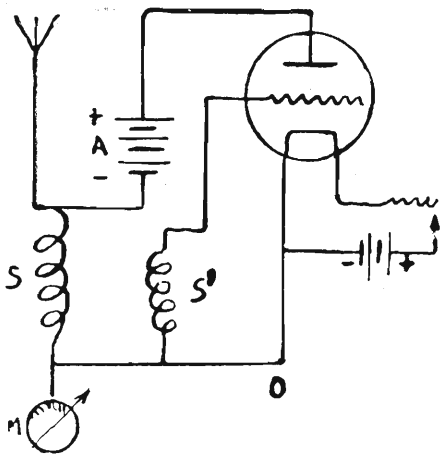


Fig. 294.

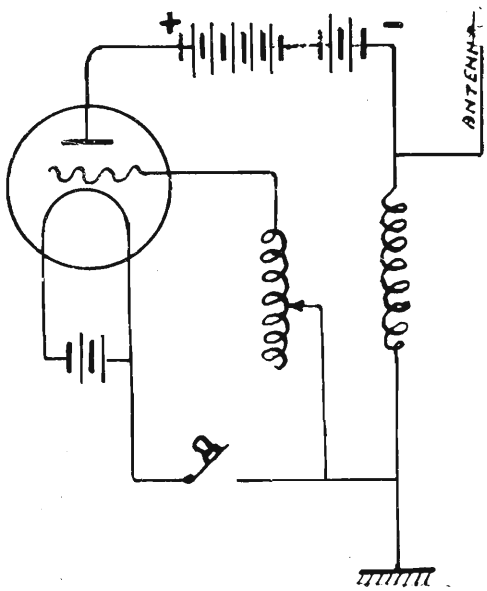


Fig. 295.

La medesima lampada che serve per la generazione di oscillazioni persistenti e quindi per l'emissione di onde persistenti può essere utilizzata per la ricezione dei segnali; essa adempie le funzioni di raddrizzatrice analogamente a quanto avveniva per i cristalli. La figura 296 rappresenta uno schema di

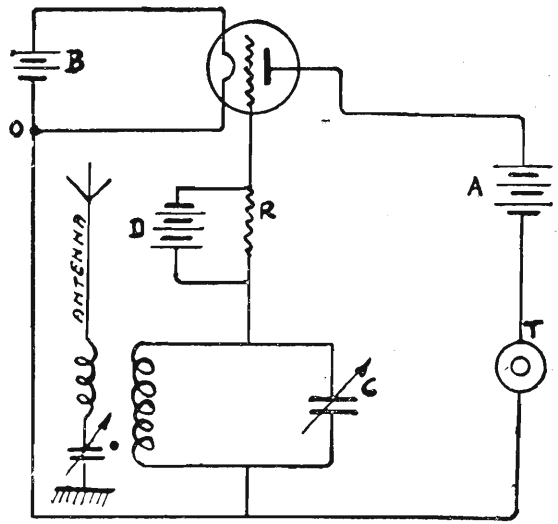


Fig. 296.

posto ricevente a valvola. Il circuito oscillante chiuso è quello S C, T è il telefono, A, B e D sono rispettivamente le batterie anodica, di accensione e di griglia. Sul circuito di griglia è inserita, in derivazione sulla batteria di griglia, una resistenza R, variando la quale ci sarà possibile variare in modo continuo la d.d.p. fra la griglia ed il filamento del valore zero e quello della batteria D. Un tale sistema prende il nome di *potenziometro* ed ora vedremo il perchè della sua inserzione in circuito.

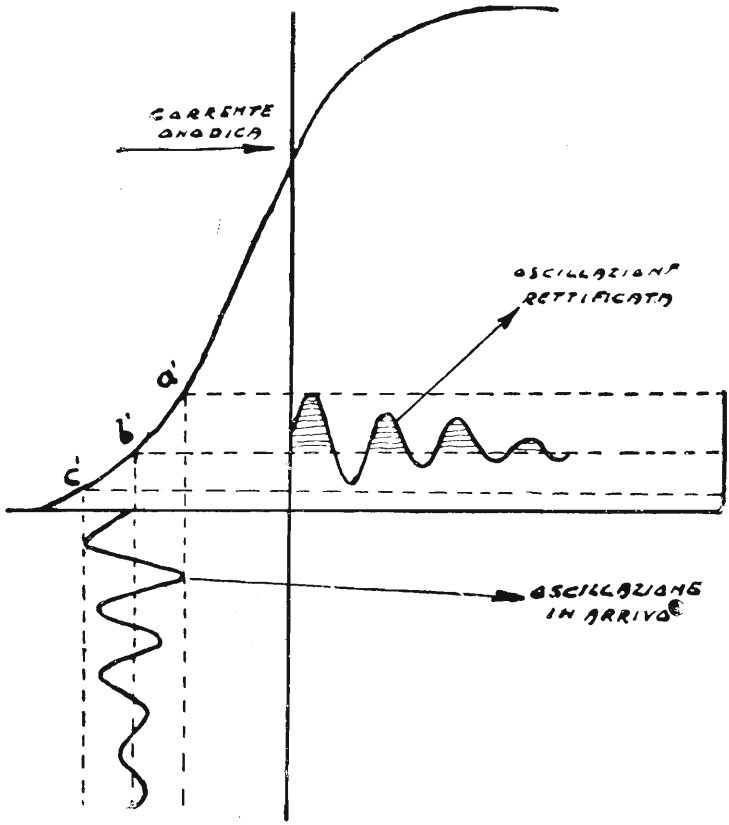


Fig. 297.

Prendiamo in esame la curva caratteristica di una valvola, rappresentata nella fig. 297. Sappiamo che sulla linea orizzontale O A sono riportati i valori della tensione di griglia. Portiamo, per mezzo del potenziometro il valore del potenziale di griglia da zero al valore O b al quale corrisponderà il valore b b' della corrente anodica. Arrivando le oscillazioni smorzate del

segnale da ricevere, esse modificheranno questo potenziale di griglia facendolo oscillare fra i valori *b a*, e *b c*. A tali variazioni del potenziale di griglia corrisponderanno analoghe variazioni della corrente di placca fra il valore *a a'* ed il valore *c c'*. Siccome noi portando con il potenziometro il valore iniziale del potenziale di griglia da O a *b* non abbiamo fatto altro che far lavorare la valvola nel tratto *c' a'* della sua caratteristica, ossia nel tratto in cui essa forma un gomito, avremo che le oscillazioni della corrente anodica non saranno simmetriche rispetto al loro valore medio e precisamente le alternanze positive risulteranno di maggiore ampiezza delle alternanze negative; in altre parole il valore medio della corrente anodica non sarà zero ma avrà un valore ben definito e perciò la membrana del telefono, sul quale detta corrente anodica agisce, riceverà un impulso per ogni treno di oscillazioni in arrivo. I treni di oscillazione componenti una *linea* od un *punto* del segnale in arrivo metteranno in vibrazione la lamina telefonica la quale riprodurrà un suono percepibile all'orecchio.

La ricezione, invece, dei segnali emessi da una stazione trasmittente con onde persistenti non sarebbe possibile con un tale sistema. Infatti una stazione trasmittente con onde persistenti emette delle oscillazioni continuamente e senza interruzione durante la durata di ciascuna *linea* o *punto;* avviene allora che la membrana del telefono riceve un impulso all'inizio del segnale e così rimane deformata per tutta la sua durata. Il telefono, non vibrando la sua lamina, non produce alcun suono. Per permettere la ricezione, in tal caso, si ricorre alla cosidetta *ricezione per interferenza.*

Questo sistema consiste nel trasformare, al loro arrivo dell'apparecchio ricevente, le onde persistenti in onde periodicamente variabili; si farà in modo che il periodo di queste variazioni di ampiezza sia dell'ordine di quello delle vibrazioni sonore. Vibrando allora la lamina telefonica con tale frequenza, emetterà il suono necessario alla ricezione.

Si ottiene questo, ricorrendo al fenomeno dei *battimenti.* Facciamo agire e sovrapporre all'oscillazione in arrivo un'altra oscillazione della medesima ampiezza ma di frequenza poco differente. Per renderci conto di quanto avviene in tal caso, immaginiamo l'esperienza seguente che è facile a realizzare.

Appendiamo (fig. 298) ad una asta di gomma A B tesa orizzontalmente due pendoli P e P' identici. Facciamo oscillare il pendolo P in un piano perpendicolare a quello della figura. Oscillando esso torce l'asta di gomma e tale movimento di torsione trascina il pendolo P' che comincia ad oscillare anch'esso. Ecco allora che cosa si osserva: l'ampiezza delle oscillazioni di P' aumenta, mentre le oscillazioni di P diventano meno ampie e cessano ad un certo istante; soltanto P' oscilla. Quindi le oscillazioni di P' diminuiscono

mentre a lor volta quelle di P ricominciano. Insomma la oscillazione passa periodicamente da P a P' e viceversa. Le oscillazioni dunque di ciascuno dei pendoli hanno ampiezze periodicamente variabili e possono essere ognuna

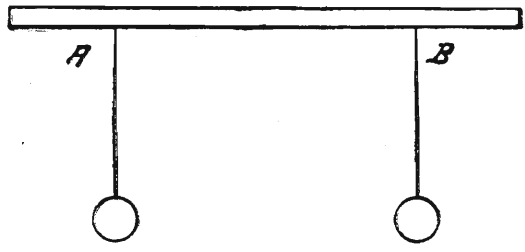


Fig. 298.

rappresentata dalla curva 299. Un fenomeno analogo avviene quando si sovrappongono due oscillazioni elettriche della medesima ampiezza ma di differente frequenza. Infatti se, ad un certo istante, le due oscillazioni componenti (fig. 299) e b) sono del medesimo senso e si sommano, questa concor-

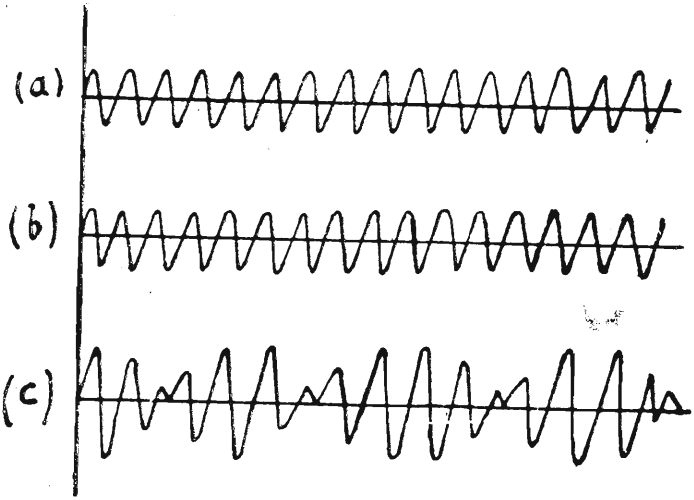


Fig. 299.

danza non si mantiene; l'oscillazione (b) più lenta ritarda sull'altra (a) ed arriva un istante in cui il ritardo raggiunge un semiperiodo. Le due oscillazioni allora hanno direzioni contrarie e si compensano mutualmente. Dopo un certo intervallo di tempo il ritardo sarà diventato di un intero periodo e le oscillazioni si sommano di nuovo. E' una tale composizione di vibrazioni che

produce in acustica il noto fenomeno dei battimenti e si rivela quando, ad esempio, ascoltando il suono di due corde di organo imperfettamente accordate l'orecchio percepisce un suono alternativamente rinforzato ed indebolito.

Ritornando al fenomeno elettrico, le due onde, quella in arrivo e quella generata localmente si sovrapporranno e si comporranno in un'onda periodicamente variabile (fig. 301) la quale potrà influenzare la membrana del telefono.

L'onda risultante ci dimostra che ha la frequenza eguale alla differenza delle frequenze delle due oscillazioni componenti. Basterà perciò far sì che questa differenza sia dell'ordine delle frequenze udibili perchè la membrana telefonica, vibrando con essa, produca il suono richiesto.

Per sovrapporre alle oscillazioni in arrivo all'antenna delle oscillazioni di frequenza quasi eguali, si fa agire sul circuito ricevente, simultaneamente all'antenna, un generatore di oscillazioni a valvola, ad esempio, del tipo che abbiamo già descritto. Un tale generatore impiegato per la ricezione delle onde persistenti prende il nome di *eteronina*. Essa si dispone a fianco degli apparecchi di ricezione.

Un sistema più moderno e meno costoso, anche se di manovra più difficile, è oggi universalmente usato. Ci si serve della stessa lampada ricevente per generare le oscillazioni, persistenti nel circuito oscillante di ricezione. Queste oscillazioni, che si ottengono dalla voluta frequenza regolando il circuito oscillante ricevente ad una non perfetta risonanza, si sovrappongono alle oscillazioni in arrivo, producono i battimenti i quali, raddrizzati dalla valvola stessa, vanno ad agire sulla membrana telefonica.

La figura 300 rappresenta uno schema di un apparecchio ricevente a valvola. Il circuito CS è il circuito oscillante di ricezione ed M è una bobina d'induttanza che, accoppiata induttivamente con la bobina S permette la produzione delle oscillazioni persistenti; sappiamo infatti che le oscillazioni del circuito CS provocano delle variazioni periodiche del potenziale di griglia e, per conseguenza, della corrente di placca; questa reagisce per induzione sul circuito oscillante CS e mantiene le oscillazioni. Un ricevitore così montato ha anche delle notevoli quantità amplificatrici dei segnali e permette una grande sensibilità nei ricevitori.

La valvola come amplificatrice dei segnali in arrivo.

La valvola può compiere anche un altro importante ufficio e precisamente quello di amplificare la corrente ricevuta, in modo da rendere percettibili segnali tanto deboli che altrimenti sarebbe impossibile ricevere direttamente. L'amplificatore a valvole aumentando assai la sensibilità del ricevitore, ha per-

messo di accrescere considerevolmente la portata delle trasmissioni radiotelegrafiche.

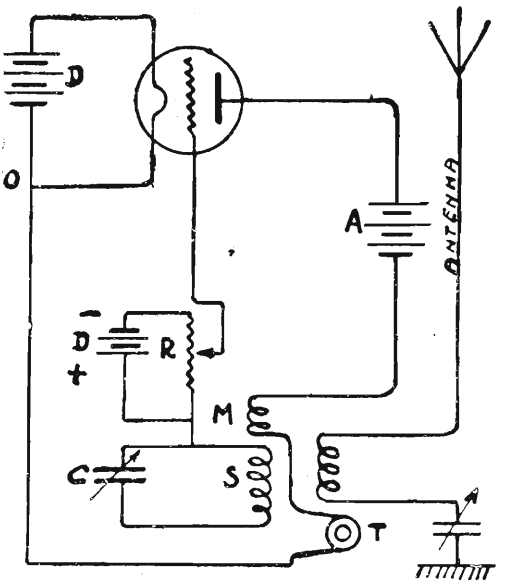


Fig. 300.

Riprendiamo in esame la curva caratteristica della valvola (fig. 301). Osservandola noi possiamo notare come per piccole variazioni della tensione di griglia si hanno rilevanti variazioni della corrente anodica. Ad esempio, se la tensione di griglia varia fra il valore Oa ed Ob, la corrente anodica varierà corrispondentemente fra il valore Oc ed Od; si nota agevolmente la differenza fra queste due variazioni. Se facciamo lavorare la valvola nel tratto rettilineo della sua caratteristica c' d' vedremo come ad una variazione della tensione di griglia dovuta al segnale in arrivo fra a e b, corrisponderà una analoga variazione della corrente anodica fra c e d; il segnale giunto risulterà amplificato.

Per portare la valvola a lavorare nel tratto rettilineo della sua caratteristica, ossia per portare il valore iniziale della tensione di griglia al valore OV si può, sia regolare la tensione anodica e sia l'accensione del filamento.

Se la figura 302 rappresenta il circuito di una valvola usata come amplificatrice, avremo che le oscillazioni, indotte dalle onde elettromagnetiche di una stazione trasmittente, produrranno delle variazioni di potenziale fra i punti M ed N del circuito di griglia, variazioni le quali modificheranno il potenziale iniziale della griglia che è precisamente quello del polo negativo della batteria di accensione a cui la griglia stessa è collegata.

Le oscillazioni del potenziale di griglia regoleranno il passaggio degli elettroni dal filamento alla placca e quindi la intensità della corrente anodica,

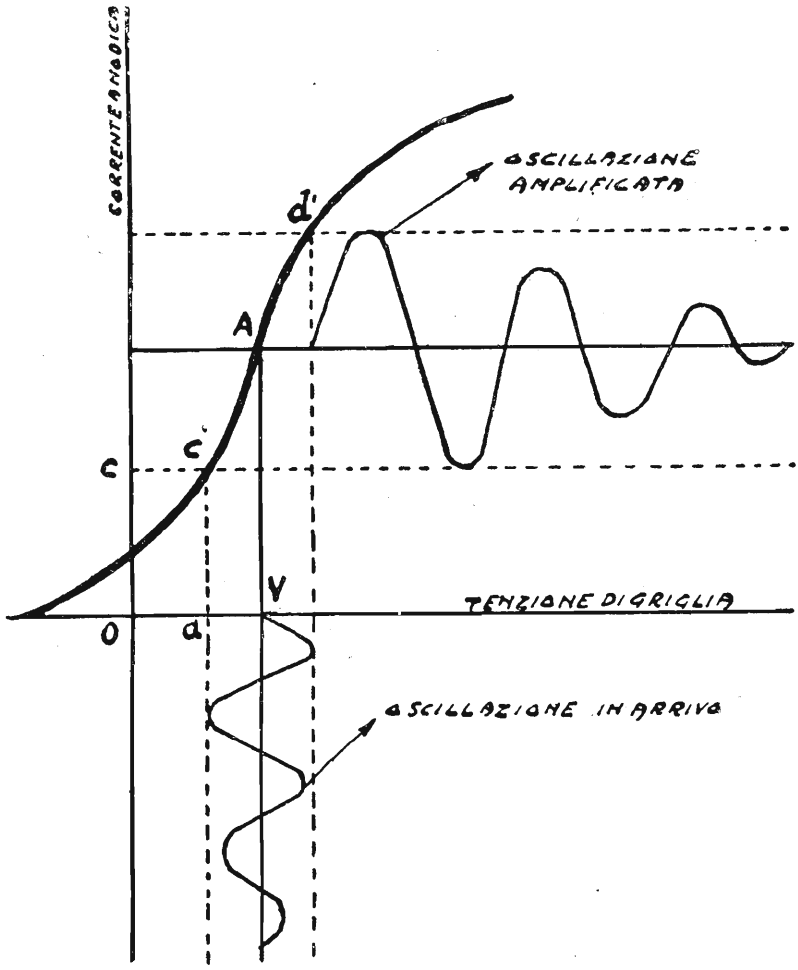


Fig. 301.

la quale oscillerà alla stessa frequenza delle oscillazioni in arrivo che hanno influenzato la griglia della valvola. Analogamente potremo dire che il circuito oscillante ricevente esercita sulla valvola una funzione che si può paragonare a quella di una regolazione variabile di una turbina nella quale un comando aumenti o diminuisca periodicamente il passaggio del vapore per mezzo di un rubinetto.

Cerchiamo di dare una idea dell'ordine di grandezza del fenomeno. Ammettiamo, ad esempio, che la variazione prodotta dalle oscillazioni in arrivo sul circuito di griglia sia di 1 millivolt e che tale variazione del potenziale di griglia provochi una corrispondente variazione della corrende anodica di $\frac{1}{10000}$

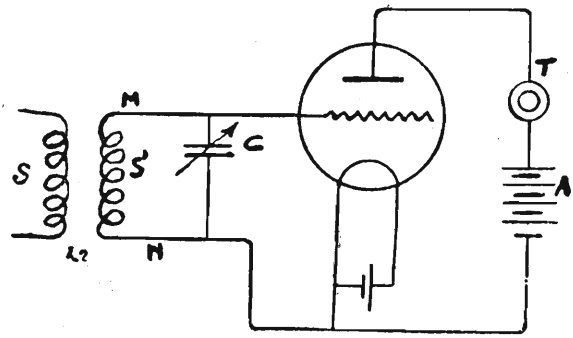


Fig. 302.

di milliampère. Se la resistenza del circuito anodico (resistenza dello spazio filamento-placca) è di 30.000 ohm avremo che la variazione di tensione attraverso la resistenza del circuito anodico stesso sarà: (legge di ohm).

$$V = RI = \frac{1}{10.000.000} \times 30.000 = \frac{9}{1.000} \text{ volt}$$

Una d.d.p. di 1 millivolt sulla griglia produrrà una d.d.p. di 9 millivolt sul circuito anodico; l'amplificazione di tensione sarà quindi di 9 volt. Lavorando la griglia ad un potenziale negativo, essa non attira a sè gli elettroni uscenti dal filamento e quindi nessuna corrente nel circuito filamento-griglia si produrrà; perciò le variazioni del potenziale di griglia per effetto dei segnali in arrivo avvengono quasi senza consumo di energia. Avremo invece consumo di energia nella resistenza del circuito anodico e questa energia sarà fornita dalla batteria di pile A.

L'amplificazione dei segnali può essere fatta prima e dopo il raddrizzamento dei segnali stessi. Nel primo caso si avrà l'*amplificazione ad alta frequenza* e nel secondo l'*amplificazione a bassa frequenza.*

Nell'amplificazione ad alta frequenza i segnali in arrivo sono portati ad agire sulla griglia della valvola amplificatrice per mezzo della risonanza fra un circuito oscillante ricevente (aereo) ed un circuito oscillante inserito sul circuito di griglia della valvola (fig. 303) e si hanno allora gli *amplificatori a risonanza.*

Nell'amplificazione a bassa frequenza i segnali precedentemente raddrizzati sono fatti agire (fig. 302) sul circuito di griglia della valvola amplificatrice per mezzo di un trasformatore (T r) a nucleo di ferro.

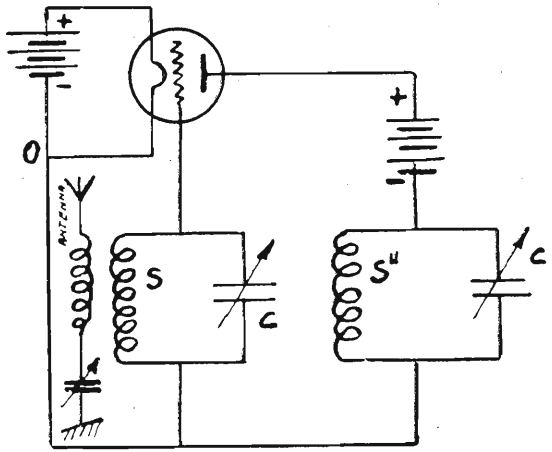


Fig. 303.

L'amplificazione può essere fatta, invece che con trasformatori anche per mezzo di resistenze ed allora si hanno gli *amplificatori a resistenza*.

Se l'amplificazione con una sola valvola è insufficiente, si mette (fig. 304) al posto del telefono T il primario di un secondo trasformatore; si collega il

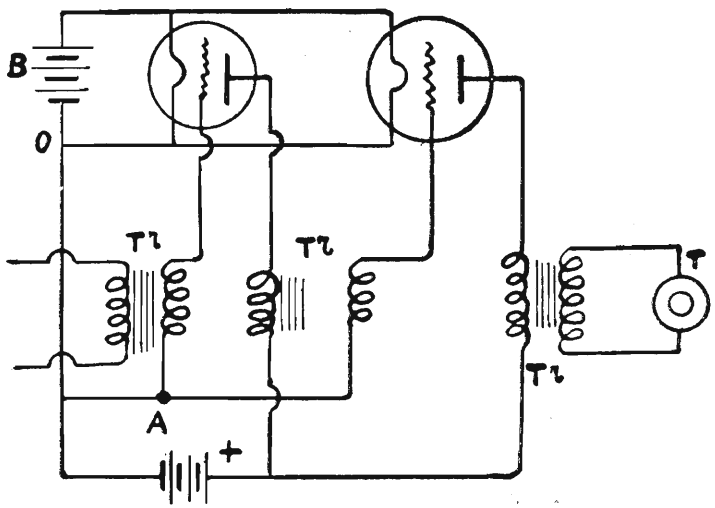


Fig. 304.

suo secondario alla griglia di una seconda valvola e si ascolta con un telefono intercalato sul circuito anodico di questa valvola. Si hanno così amplificatori a diversi stadi di amplificazione. La fig. 304 rappresenta un amplif. a 2 stadi ed in esso i filamenti delle valvole sono portati all'incandescenza della medesima batteria B e le loro placche caricate positivamente dalla stessa batteria A.

L'amplificazione può essere fatta, invece che con trasformatori, anche per mezzo di resistenze ed allora si hanno gli *amplificatori a resistenza.*

In essi il segnale amplificato dalla prima valvola è portato ad agire sopra la griglia della valvola successiva, per effetto di una resistenza R e di un condensatore C (fig. 305). Il segnale in arrivo fa variare periodicamente il po-

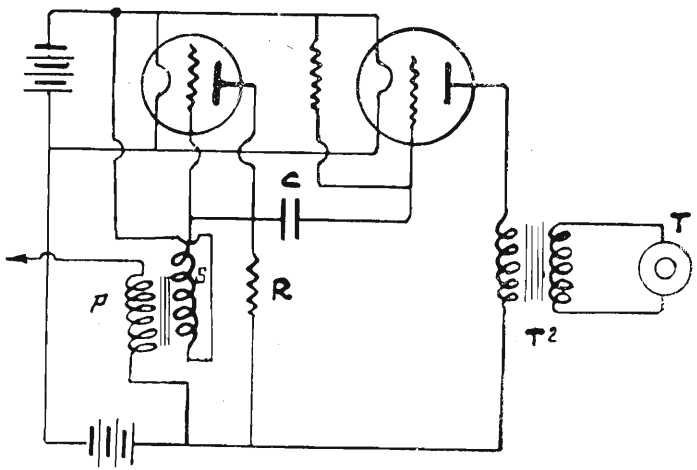


Fig. 305.

tenziale della prima griglia; sappiamo che ne risultano variazioni della intensità della corrente anodica sul quale è inserita la resistenza R. Questa resistenza è scelta in modo da essere molto più grande della resistenza dello spazio filamento-placca e quindi rilevante sarà la caduta di tensione da essa provocata per effetto della corrente anodica, dipendendo essa (legge di Ohm) dal valore della resistenza; in altre parole alle variazioni di tensione della griglia corrispondono, ai terminali della resistenza R, variazioni di potenziale generate da analoghe variazioni della corrente anodica tanto più elevate quanto maggiore è il valore della resistenza stessa.

La fig. 305 rappresenta un amplificatore a resistenza a due valvole.

§ 112 — Cenno di radiotelefonia

Se una antenna riceve onde persistenti la cui intensità rimane costante e se il ricevitore è un semplice raddrizzatore, la corrente media raddrizzata conserva una intensità costante. Abbiamo visto che in tal caso la membrana telefonica, all'inizio del segnale (punto o linea), si sposta e rimane spostata finchè continua l'emissione delle onde da parte della stazione trasmittente; ossia la membrana non vibra ed il telefono rimane silenzioso. Perchè la membrana dia un suono, è necessario che l'ampiezza della corrente che va al raddrizzatore varii con frequenza acustica, in modo cioè che il valore medio della corrente raddrizzata che attraversa il telefono varii con frequenza acustica e la membrana vibri in conseguenza. Il generatore di oscillazioni locali compie l'ufficio di variare periodicamente l'ampiezza della corrente che si manda al rivelatore.

Quando si ricevono trasmissioni ad onde smorzate, l'ampiezza della corrente non è costante; l'antenna oscilla quando giunge un treno di onde, poi ritorna all'equilibrio elettrico e si rimette ad oscillare quando sopraggiunge il treno successivo. Mediante il raddrizzamento della corrente si rende possibile che la membrana telefonica vibri con la frequenza dei treni di oscillazione.

Immaginiamo che, dopo aver provocato il formarsi sull'antenna trasmettente di una corrente oscillante di ampiezza costante noi produciamo delle variazioni della sua ampiezza con frequenza acustica.

La corrente raddrizzata nella stazione ricevente seguirà tali variazioni e darà un suono al telefono il cui numero di vibrazioni per secondo è eguale al numero delle variazioni di ampiezza.

Su questo principio è basata la radiotelefonia.

Essa è entrata nella pratica corrente con la generazione di onde persistenti per mezzo delle valvole termoioniche.

Il sistema più semplice per trasmettere la voce a distanza mediante le onde elettromagnetiche consiste nel variare l'ampiezza delle oscillazioni persistenti emesse da un aereo, mediante le variazioni di resistenza di un microfono davanti al quale si parla.

Se in un aereo accoppiato induttivamente con una spirale L ad un generatore di oscillazioni persistenti, s'inserisce un microfono davanti al quale si parla (fig. 306), la resistenza del microfono varia con il vibratore della sua membrana e quindi varia anche l'ampiezza delle correnti oscillanti dell'aereo.

Le oscillazioni dell'aereo sono rappresentate da onde di ampiezza variabile secondo la curva della figura 307, che, con la sua forma riproduce le variazioni di resistenza del microfono e le ondulazioni della voce. Poichè la fre-

quenza delle oscillazioni elettriche usate in radiotelegrafia è notevolmente più grande della frequenza delle onde sonore, nella più piccola ondulazione della curva della figura 307 trova posto un grande numero di oscillazioni elettriche.

Fig. 306.

Oscillazioni della medesima forma sono indotte sull'aereo ricevente. Se tali oscillazioni venissero fatte passare attraverso ad un ricevitore telefonico la sua lamina non potrebbe vibrare data la loro frequenza eccessiva, ma se, mediante un raddrizzatore a cristallo od a valvola, si sopprimono le mezze onde che si trovano al disotto della linea orizzontale del diagramma o quelle che si trovano al disopra, passerà nel ricevitore telefonico una corrente variabile il cui valore medio è rappresentato da una curva della forma di quella della figura 307. La membrana del telefono vibra seguendo le variazioni di tale corrente e riproduce la voce emessa davanti al microfono trasmittente.

Un ricevitore radiotelefonico è quindi eguale ad un ricevitore radiotelegrafico per onde smorzate.

Si vede, riassumendo, come la variazione periodica di ampiezza prodotta, in una stazione trasmettente a scintilla per la successione periodica delle scintille, sia rimpiazzata, in radiotelefonia, da una modulazione di ampiezza ottenuta servendosi di un microfono.

La realizzazione della radiotelefonia consiste dunque nella generazione di onde persistenti in una antenna e quindi nel far variare la loro ampiezza costante utilizzando la corrente di un circuito microfonico. Un ricevitore radiotelefonico è identico ad un ricevitore radiotelegrafico.

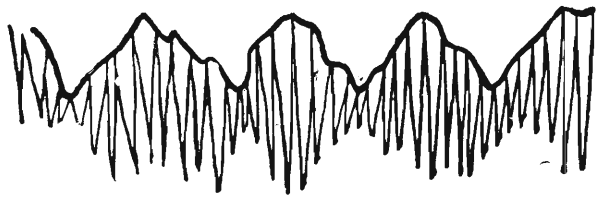


Fig. 307.

Quanto al trasmettitore esso si compone di un generatore di onde persistenti nel quale è soppresso il tasto telegrafico ed è sostituito con un dispositivo per mezzo del quale un microfono agisce sull'intensità delle onde emesse dall'antenna.

I primi esperimenti di radiotelefonia furono eseguiti servendosi di un generatore di oscillazioni persistenti ad arco, ma dato il grave inconveniente presentato dall'arco e precisamente quello che l'ampiezza delle oscillazioni non è esattamente costante, si è passati all'uso di generatori a valvola, per mezzo dei quali oggi il problema della radiotelefonia si può dire completamente risolto.

Se il posto di emissione è di debole potenza, si può intercalare direttamente (fig. 308) il microfono sull'antenna oppure lo si può far agire induttivamente sull'antenna stessa (fig. 308).

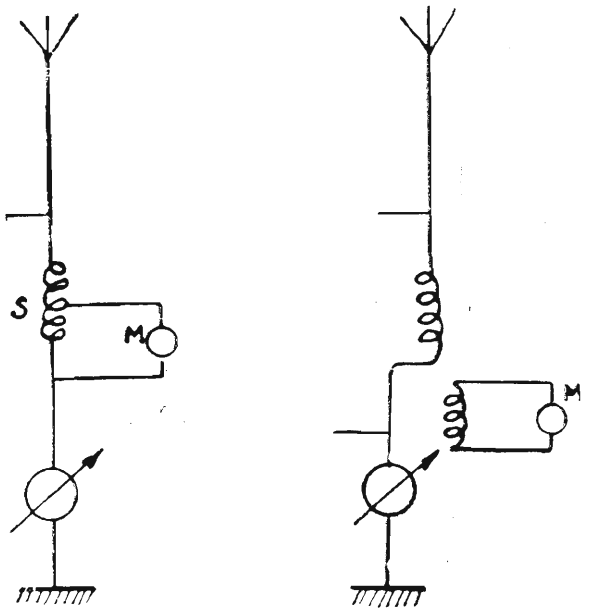


Fig. 308.

In tutti questi posti vi è una bobina S inserita sull'antenna; si dispone in derivazione su di essa un microfono M. Quando si parla davanti al microfono, la sua resistenza elettrica aumenta o diminuisce periodicamente; quando essa è debole l'ampiezza della corrente di antenna diminuisce, ed aumenta, al contrario, quando questa resistenza diventa molto grande. Si ottiene quindi, per mezzo di questo semplice procedimento, una variazione della intensità delle oscillazioni dell'antenna le quali seguono esattamente le ondulazioni della voce.

Questo metodo, ripetiamo, dà buoni risultati solo per piccole antenne e per stazioni poco potenti. L'intensità della corrente che circola nel microfono non è esagerata e la riproduzione della voce è molto fedele.

Per stazioni di grande potenza l'intensità della corrente che si fa passare nel microfono sarebbe, adottando tale metodo, troppo intensa ed allora si usano in pratica altri metodi e sistemi di modulazione dei quali noi omettiamo la spiegazione sembrandoci che quanto è stato esposto possa dare una idea semplice ed esatta della trasmissione della voce a distanza.

§ 113 — **Cenno di radiogoniometria**

Il radiogoniometro permette di determinare la direzione in cui è situata la stazione radiotelegrafica trasmittente. Se una nave, ad esempio, può determinare la direzione di due stazioni che trasmettono simultaneamente, sarà facile precisare la posizione della nave stessa: infatti tale posizione sarà indicata esattamente, qualora non vi fossero inevitabili errori, dal punto di incontro sulla carta nautica delle due direzioni. Viceversa se una nave trasmette un segnale, questo può essere ricevuto da due stazioni riceventi poste a conveniente distanza angolare ed esse stesse possono determinare la posizione di chi trasmette, posizione che verrà data dall'incontro delle due direzioni secondo le quali sono stati ricevuti i segnali. Insomma per mezzo della radiotelegrafia si possono risolvere, con la dovuta approssimazione, tutti i problemi di posizione che interessano il navigante.

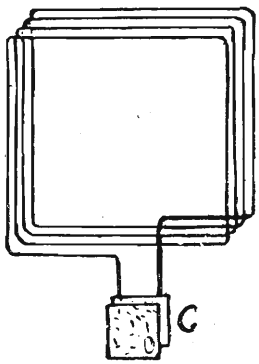


Fig. 309.

Permette inoltre ad una nave in navigazione con tempo nebbioso, di evitare collisioni con navi vicine.

Vediamo come si possa individuare una direzione per mezzo del radiogoniometro. La ricezione deve essere fatta mediante un aereo speciale chiamato *quadro*. Esso (fig. 309) consiste in una spirale costituita da un certo numero di spire avvolte su di un telaio di qualche metro quadrato di superficie. Il quadro, altrimenti detto anche *telaio*, sostituisce completamente l'antenna ricevente. Noteremo nella ricezione che i segnali trasmessi si rinforzano quando il piano del telaio stesso si trova nella direzione della stazione trasmettente e scompaiono dal telefono quando il quadro è in una direzione ad essa normale. Per posizioni intermedie si raccolgono segnali di intensità più o meno forte a seconda dell'angolo fra il piano del quadro e la direzione della stazione trasmettente.

Non vi è dubbio però che non è possibile disporre a bordo di un quadro girevole di notevoli dimensioni, il che sarebbe anche di difficile sistemazione; vedremo come si rimedia a questo non lieve inconveniente con la spiegazione

del radiogoniometro Bellini e Tosi, dal quale poi sono in seguito derivati molti altri tipi di radiogoniometro più moderni e perfezionati.

Si utilizzano due quadri fissi ABCD ed EFGH identici per dimensioni e per numero di spire, disposti ad angolo retto fra loro (fig. 310). Questi quadri restano sempre immobili e si possono quindi dare loro dimensioni anche notevoli. Gli estremi degli avvolgimenti di ciascun quadro sono connessi agli estremi di due bobine identiche *abcd* ed *efgh* sistemate nel locale della stazione radiotelegrafica e disposte in piani rispettivamente paralleli a quelli dei quadri con i quali sono connesse. Ciascuna di queste bobine ha un condensatore (C_1 e C_2) che permette di sintonizzare il circuito oscillante di cui fa parte (per C_1 è *ABCbcdaD*) per la lunghezza d'onda che si vuol ricevere. All'interno delle due bobine è sistemata una terza bobina M giacente in un piano verticale e mobile intorno all'asse *pp'* anch'essa sintonizzabile per mezzo del condensatore C_3. Si comprende che se la stazione trasmettente è nel piano del quadro ABCD in questo viene, dalle onde in arrivo, indotta una f.e.m. massima, mentre in EFGH non si ha f.e.m. Nel circuito oscillante *ABCbcdaD* si ha una corrente massima, nell'altro, corrente nulla. La bobina *abcd* produce un campo magnetico massimo, l'altra non produce alcun campo magnetico. La bobina mobile è sede di f.e.m. massima se è concatenata con il massimo numero di linee di flusso e quindi quando si trova nel piano *abcd*. Se essa è connessa con un ricevitore radiotelegrafico, pertanto si sentono in questo caso segnali di intensità massima.

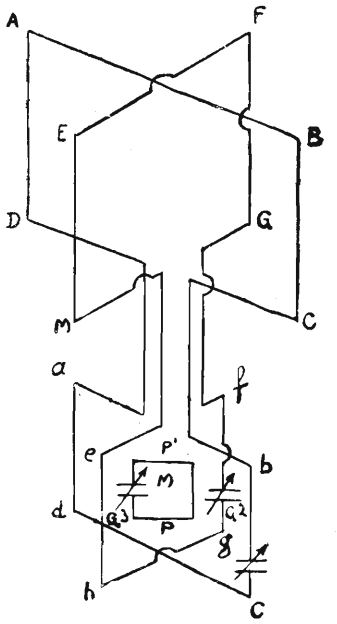


Fig. 310.

Inversamente se la stazione trasmettente è nel piano del quadro EFGH. Per posizioni intermedie i due quadri sono sede di f.e.m. e correnti diverse; di f.e.m. e corrente maggiore quello il cui piano fa un angolo minore con la stazione radiotelegrafica trasmettente. La posizione nella quale la bobina mobile è concatenata con un flusso massimo, varia e quindi varia la posizione secondo cui si sente più forte il segnale.

Se la bobina M è munita di un indice che scorra su di un cerchio graduato si può avere la direzione (rilevamento polare) della stazione che trasmette. Il sistema di ricezione con quadro unico e girevole è tuttavia il preferito oggi per

le stazioni radiotelegrafiche terrestri che comunicano con corrispondenti fissi, poichè la ricezione direttiva in unione alla sintonizzazione degli apparecchi permettono di eliminare completamente le trasmissioni che disturbano e perchè con l'aereo a quadro si riducono anche di molto i parassiti atmosferici.

Oltre ad avere uno scopo utilissimo in tempo di pace, la radiogoniometria è della massima importanza nelle operazioni belliche navali per poter individuare emissioni radiotelegrafiche di unità in moto.

E' noto come durante la guerra tutti i belligeranti abbiano fatto largo uso di stazioni radiogoniometriche, ed in particolare quanto abbiano influito, per determinare l'incontro della squadra inglese con quella tedesca.

Così la marina tedesca forniva ai dirigibili Zeppelin, nelle incursioni sulle coste inglesi, la propria posizione mediante stazioni radiogoniometriche terrestri ed al fronte franco-inglese la posizione dei Comandi di Armata era localizzata con le intercettazioni radiogoniometriche dei segnali radiotelegrafici.

E' anche noto come, durante la guerra, il servizio di scoperta dei sommergibili e la difesa antiaerea si siano largamente valsi di radiogoniometrici del tipo Bellini-Tosi ed a quadro.

Oggi, come abbiamo detto, i radiogoniometri si vengono classificando in prima linea fra tutti gli apparecchi studiati negli ultimi anni per rendere più sicura e precisa non solo la navigazione marittima, ma anche quella aerea.

§ 114 — **Cenno sui segnali sottomarini**

Una delle principali difficoltà della navigazione, anche diurna, risiede nella atmosfera, che qualche volta diventa quasi impenetrabile alla luce (nebbie persistenti e passeggere), rendendo nulli i benefici di quella rete di segnali luminosi di cui, sotto forma di fari, la civiltà ha circondato le coste marittime. Le condizioni atmosferiche hanno spesso anche un altro effetto pericoloso e precisamente quello di influire sulla trasmissione del suono nell'aria in modo da alterare i segnali acustici posti in aiuto del navigante nei paraggi pericolosi.

Queste condizioni di cose hanno spinto le Autorità interessate a studiare altri mezzi di comunicazione e di indicazione di rotta, i quali fossero indipendenti dalle azioni perturbatrici sopraindicate.

Questi mezzi, a prescindere dalla radiogoniometria, sono di tre specie diverse, secondo che impiegano segnalazioni acustiche da trasmettersi attraverso l'acqua, o segnalazioni elettromagnetiche, oppure ambedue le segnalazioni insieme.

Il primo sistema consiste nell'*avvisatore sottomarino elettrofonico*: un apparecchio trasmettente che produce elettricamente delle vibrazioni in un

diaframma a contatto con l'acqua; tali vibrazioni si comunicheranno al liquido a contatto con il diaframma e si trasmetteranno a distanza, in una direzione presso poco normale al diaframma. Siccome il numero delle vibrazioni è superiore a 500, ossia di una frequenza udibile al nostro orecchio, attraverso al liquido si trasmetteranno suoni con nota musicale, che saranno ricevuti da un apposito apparecchio ricevente.

Ricerche più complesse eseguite durante la guerra 1914-18, specialmente in Germania, hanno però dimostrato che anche in acqua avvengono fenomeni analoghi a quelli lamentati nell'aria, a proposito delle trasmissioni acustiche. Si sono allora intensificati gli studi per giungere ad una equa soluzione del problema e si è giunti al secondo sistema e cioè a quello degli:

Avvisatori sottomarini elettromagnetici.

Il principio sul quale essi si basano è molto elementare e molto antico. E' noto che il campo di un conduttore elettrico, percorso da una corrente, ha le linee di forza ad esso concentriche e che, se la corrente è alternata, le variazioni di campo corrispondenti alle alternative della corrente dànno origine in circuiti chiusi convenientemente orientati e posti a distanza non eccessiva dal conduttore, a correnti indotte. Se quindi abbiamo un cavo percorso da una corrente alternata sarà possibile scoprirlo ed in qualche modo seguirlo, *osservando* la corrente in un circuito *rivelatore*. La nave in moto, possiede il circuito rivelatore e la rotta da seguire, ad esempio, per entrare in un porto di difficile approdo, è segnata materialmente da un cavo immerso, percorso da corrente alternata di caratteristica conosciuta; per seguire la rotta, la nave non dovrà che scoprire *elettricamente* il cavo e tenersi il più possibile vicino ad esso. Questo è il principio nelle sue linee essenziali. E' facile comprendere come in pratica l'attuazione di tale principio presenti difficoltà non semplici, ad eliminare le quali, si sono posti all'opera eminenti studiosi di ogni nazione.

Gli strumenti rivelatori consistono nelle loro linee generali in due grandi bobine di filo conduttore sistemate sui due fianchi della nave: ciascuna di esse darà indicazioni diverse, più forti dalla parte del cavo e più deboli dalla parte opposta. Quando la nave si avvicina al cavo, essa lo rileverà dalla parte dove le segnalazioni sono più forti: queste andranno crescendo fino a che la nave non si troverà sopra al cavo. Si cercherà allora di ottenere eguali indicazioni dalle due bobine ed in questo caso la nave seguirà il cavo e quindi la rotta sicura.

Il terzo sistema consiste nell'abbinare i due metodi sopra descritti: si può pensare che il cavo di un avvisatore sottomarino elettromagnetico alimenti con la sua stessa corrente alternata un avvisatore elettrofonico. Così la nave proveniente dal largo, avvertita dall'avvisatore elettrofonico e seguendo il suo ri-

chiamo, potrà da grande distanza (fino a 20 miglia e forse più) dirigere sicuramente sulla estremità del *cavo pilota* (tale è il nome che prende comunemente l'avvisatore sottomarino elettromagnetico) e quindi, governando secondo le indicazioni di esso, giungere in porto.

§ 115 — **Cenni di radiocomando**

Poichè le onde elettromagnetiche costituiscono una forma di energia che si trasporta da luogo a luogo nello spazio, nulla si opporrebbe in teoria a che di questo mezzo ci si valesse per trasmettere a distanza considerevoli quantità di energia; senonchè in pratica le perdite che si incontrano sono così rilevanti e la considerazione del rendimento ha fino ad oggi impedito che il problema della trasmissione dell'energia a distanza potesse, per questa via, avere una soddisfacente soluzione.

Gli amplificatori a valvola però con la loro funzione di aumentare l'intensità di energia *captata* dall'aereo ricevente, a spese di una locale batteria di accumulatori, sono giunti in aiuto ed allora si è pensato di esercitare, per mezzo delle onde elettromagnetiche non il semplice movimento di una membrana telefonica, ma, con il tramite di opportuni relais, il comando di apparecchi meccanici di rilevante potenza.

Attraverso studi ed esperimenti si è creata così una nuova branca della radiotelegrafia, detta *radiomeccanica*, la quale, negli ultimi quindici anni, si è venuta sviluppando con speciale riguardo alle applicazioni militari e navali.

Per quanto la guerra 1915-18 abbia dato notevole impulso a questi studi, pure le prove che sembra abbiano dato risultati soddisfacenti, risalgono all'estate 1921 con gli esperimenti di dirigibilità a distanza della corazzata Jowa, eseguiti durante le esercitazioni di tiro, dalle forze aeree e navali americane. Tralasciando di occuparci dei particolari di natura specialmente meccanica dei vari tentativi fatti per ottenere una soluzione pratica del problema in epoca meno recente, esaminiamo i vari aspetti del problema allo stato attuale della radiotelegrafia.

Qualunque sia l'ordigno che si voglia comandare a distanza per mezzo delle onde elettromagnetiche, esso dovrà trasportare seco l'energia da controllare: in un siluro questa energia potrà essere fornita da una batteria di accumulatori ad una macchina di propulsione, ad un meccanismo per la manovra del timone, ecc. Organo indispensabile dell'apparecchio comandato a distanza dovrà essere una antenna ricevente, un dispositivo raddrizzatore delle oscillazioni ed un amplificatore a valvola.

Un sistema per azionare successivamente i diversi relais destinati a fornire ai diversi organi l'energia occorrente al loro funzionamento, potrà essere basato sulle qualità di selezione del ricevitore, in base alla trasmissione di onde di lunghezza diversa (v. § 95). Per ognuna di queste onde che arriveranno all'apparecchio da essere comandato, oscillerà il circuito che per tale lunghezza d'onda è sintonizzato e non gli altri. Se i relais dei diversi organi da comandare sono azionati ciascuno da circuiti sintonizzati ognuno su di una diversa lunghezza d'onda, si comprende facilmente come si potrà mettere in funzione uno oppure l'altro dei relais variando opportunamente la lunghezza d'onda della nostra trasmissione.

Questo sistema ai fini militari presenta il notevole inconveniente che l'emissione di onde di lunghezza opportuna da parte del nemico può completamente annullare l'efficienza pratica dell'apparecchio, che sarà così sottratto al nostro controllo. Per quanto sia possibile garantire, mediante l'emissione di onde di caratteristiche speciali e con l'adozione di ricevitori altamente selettivi, il funzionamento di sorpresa di apparecchi di tale genere, pure, finchè non si riuscirà ad impedire il disturbo di altre trasmissioni sulle proprie, il problema non si potrà considerare completamente risolto.

Per quanto riguarda la durata di funzionamento di uno qualunque dei macchinari che si vogliono comandare a distanza, essa è strettamente legata al periodo di chiusura del relais, e quindi alla durata della trasmissione ad una determinata lunghezza d'onda.

L'ingegnere americano Hammond ha ideato un tipo di brulotto dirigibile navigante alla superficie del mare, di circa 30 tonnellate, dotato di motori a benzina della potenza di 500 HP, che gli imprimono una elevatissima velocità; esso è stato esperimentato con risultati, pare soddisfacenti. Il comando a distanza del brulotto dirigibile navigante alla superficie del mare, di circa 30 tonnellate, è dotato di motori a benzina della potenza di 500 HP, che gli imprimono una elevatissima velocità; esso è stato esperimentato con risultati, pare soddisfacenti. Il comando a distanza del brulotto è possibile da un aeroplano, da una nave o da una stazione costiera; esso comprende la marcia avanti, indietro ed a varie velocità delle motrici; il governo del timone; il lancio del siluro.

Non molto tempo fa un ingegnere italiano ha esperimentato alla presenza delle autorità e dei tecnici, il comando a distanza di un motoscafo, con buoni risultati.

In quanto si riferisce al comando a distanza della corazzata-bersaglio Jowa, di cui abbiamo parlato all'inizio di queste brevi note, diremo che, messe avanti le macchine a piccolo moto, l'equipaggio della nave bersaglio è sbarcato e la direzione della sua rotta è stata assunta dall'Ufficiale radiotelegrafista della

nave da battaglia « Ohio ». Tale direzione ha compreso il comando, attraverso ad una catena di relais mettenti successivamente in giuoco quantità crescenti di energia, dei seguenti organi della nave:

1°) *Motrici principali alle varie marcie.* Il segnale R. T. amplificato faceva agire un sensibilissimo relais, il quale, a sua volta, ne metteva in funzione uno maggiore che chiudeva il circuito elettrico di manovra di una valvola pneumatica. Aprendosi questa valvola essa immetteva aria compressa nella valvola di registro della motrice principale, obbligandola ad aprirsi e lasciare passare il vapore.

2°) *Caldaie alle varie andature.* Mediante relais che azionavano le pompe di alimentazione della nafta e dell'acqua.

3°) *Timone.* La bussola giroscopica in funzione, manovrava, mediante l'apertura di relais, la macchina del timone in modo da riportare la nave nella medesima direzione. Volendo cambiare la rotta della nave, la bussola veniva sconnessa ed entrava in funzione un motorino elettrico, il quale a sua volta apriva la valvola di registro della macchina del timone in un senso o nell'altro in modo da mettere il timone alla banda a dritta od a sinistra.

Un particolare congegno di sicurezza, basato sopra un sistema di orologeria, automaticamente chiudeva il vapore alle motrici principali ed al timone nel caso che il ricevitore fosse diventato inefficace o nel caso che, trascorso un certo tempo, non arrivassero più radiosegnali.

I buoni risultati ottenuti in questo primo esperimento hanno dato un nuovo impulso agli studi e sono già da tempo in corso esperienze per dirigere a distanza una squadriglia di idrovolanti da bombardamento verso un determinato punto e per far cadere le bombe su di un determinato bersaglio.

TABELLA XXII.

§ 116 — APPENDICE

F. e. m. e resistenza interna delle pile idroelettriche

TIPO	f. e. m. media	Resistenza interna
Bunsen	1,9	0,1 ÷ 0,3
Daniell	1,1	0,5 ÷ 1,5
Fuller	1,85	0,1 ÷ 0,5
Gassner	1.4 ÷ 1,5	0,5 ÷ 1
Grenet	2,0	0,05 ÷ 0,1
Grove	1,8	0,2 ÷ 0,5
Italiana	0,9	1 ÷ 5
Lolande	1,06	0,3 ÷ 0,5
Leclanchè	1,4	2 ÷ 6
Minotto	0,95	0,3 ÷ 1
Trouvè	2,0	0,02 ÷ 0,01

TABELLA XXIII.

Valori di B, H, μ, per diversi materiali

Ghisa grigia			Ferro forgiato		
B	H	μ	B	H	μ
1.000	1,19	840	1.000	0,34	2.940
2 000	2,56	780	2.000	0,658	3.040
3.000	4,50	666	3.000	0,985	3.040
4.000	7,03	570	4.000	1,32	3.030
5.000	10,69	470	5.000	1,68	2.980
5.500	13,60	404	6.000	2,07	2.900
6.000	17,3	347	7.000	2,50	2.800
6.500	24,0	252	8.000	3,02	2.650
7.000	34,0	206	9.000	3,64	2.470
7.500	48,5	155	10.000	4,53	2.200
8.000	64,5	124	11.000	5,77	1.900
8.500	85,5	99	12.000	7,85	1.530
9.000	102,5	88	13.000	11,25	1.155
9.500	125,7	76	14.000	17,2	814
10.000	149,5	67	14.500	23,4	620
10.500	178,0	59	15 000	37.1	404
11.000	207.0	53	15.500	59,2	262
11.500	235,0	49	16.000	81,7	196
			16.500	112,5	147
			17.000	140,0	121
			17.500	182,5	96
			18.000	216,2	83
			18.500	262,5	70,5

TABELLA XXIV.

Valori dei coefficienti di isteresi μ secondo Hopkinson

METALLO	Composizione e manipolazione	μ
Ferro	ricotto	0,00202
Ferro molto dolce		0,00200
Lamierini ferro		0,00330
Acciaio Bessemer dolce	0,045 % di C. ricotta	0,00262
» Witworth »	0,090 » di C.	0,00257
» »	0,32 » di C.	0,00598
» »	0,80 » di C.	0,00786
» » dolce	0,32 » di C. temp a olio	0,00954
» » »	0,89 » di C. temp. a olio	0,01844
» dolce per macch.		0,0080
» siliceo	3,44 % di Si forgiato	0,00937
» »	3.44 » di Si ricotto	0,00784
» »	3,44 » di Si temp. o olio	0.01242
» al manganese	4,78 » di Mn forgiato	0,05963
» »	4,78 » di Mn ricotto	0,04146
» »	8,74 » di Mn ricotto	0,08184
» »	4,73 » di Mn temp. a olio	0,06706
» al cromo	0,62 » di C_2 forgiato	0,01179
» »	1,2 » di C_2 forgiato	0.01851
» »	0.62 » di C_2 ricotto	0,00897
» fuso		0,0120
» » temperato		0,0250
Ghisa grigia	3,47 % di C. 0,17 % Mn	0,01826
» bianca	2,04 » di C. 0,39 » Mn	0,01616

TABELLA XXV.

Valori del coefficiente K, per la resistenza ohmica nella C. A.

f d^2	k	f d^2	k	f d^2	k
0	1,0000	720	1,1380	2280	2,3937
20	1,0000	980	1,4920	5120	3,0956
80	1,0001	1280	1,6778	8000	3,7940
180	1,0258	1620	1,8628	18000	5,5732
320	1,0805	2000	2,0430	32000	7 3250
500	1,1747	2420	2,2190		

CAPITOLO XXII

Turbodinamo

§ 117 – Norme generali per il funzionamento e la manutenzione delle turbine

NORME PER LA MESSA IN MOTO.

La messa in moto delle turbine deve sempre essere preceduta da riscaldamento iniziale.

In generale il tempo impiegato per riscaldare le turbine dei complessi elettrogeneratori è piuttosto breve, trattandosi di macchine di limitata potenza.

Per ogni tipo di macchina è prescritta la durata del periodo di riscaldamento necessario affinchè tutte le parti metalliche della turbina si dilatino uniformemente. Che un riscaldamento affrettato possa produrre gravi inconvenienti, emerge dalla considerazione che se un solido riscaldato non può dilatarsi, viene sollecitato da uno sforzo di compressione la cui entità corrisponde allo sforzo che sarebbe stato necessario applicare per produrre un accorciamento uguale alla quantità di cui avrebbe dovuto allungarsi.

Le istruzioni sugli apparati motori prescrivono tassativamente che il riscaldamento sia effettuato mediante circolazione di vapore attraverso l'ammissione ordinaria, evitando l'uso delle ammissioni nelle espansioni intermedie, (se il complesso ne è provvisto), poichè ciò potrebbe causare deformazioni interne per effetto di dilatazioni dissimmetriche.

Ultimato il riscaldamento con le norme stabilite, *è necessario procedere alla prova in moto della turbina*, prima di metterla sotto carico.

Qualsiasi interferenza fra le parti mobili e le fisse delle turbine, si rileva con un rumore interno caratteristico; conviene perciò durante la prova, ascoltare attentamente e rendersi conto di qualsiasi rumore onde rintracciare ogni minima irregolarità che potrebbe dar luogo a gravi inconvenienti.

Qualora nascesse qualche dubbio sul perfetto funzionamento, conviene sospendere la prova e riprendere il riscaldamento.

Se l'inconveniente riscontrato non sparisce con questo mezzo, occorre accertarsi che non vi sia trascinamento d'acqua con il vapore, che la turbina sia ben spurgata, che i giuochi assiali e radiali siano quelli normali. Se da tali verifiche nulla ancora risulta è necessario procedere allo « scoperchiamento » della turbina per visitarla internamente.

Durante *la prova di funzionamento* è necessario mantenere aperti tutti gli spurghi della turbina e quelli delle tubolature di vapore, onde evitare trascinamenti d'acqua.

Il rumore caratteristico dovuto ad acqua contenuta in turbina è costituito da *una specie di pestamento sonoro; il fenomeno è accompagnato da riduzione di velocità ed irregolarità di moto.*

L'acqua che viene trascinata dal vapore nella turbina può provocare i seguenti inconvenienti:

1°) Deformazione di qualche paletta o addirittura, se l'urto è eccezionalmente violento, rottura di qualcuna di esse con susseguente e completa avaria dell'intera palettatura.

2°) Squilibrio della « girante » (per es., nella Tosi con tamburo) per effetto della resistenza che incontrano al moto le palette che si trovano immerse nell'acqua accumulata nell'interno del tamburo.

Tale inconveniente si manifesta con maggior frequenza all'inizio del moto.

3°) Formazione di sedimenti fangosi, e talvolta salini, che oltre a *corrodere* le palette *ostruiscono* parzialmente o totalmente i passaggi fra le palette stesse, determinando così maggior consumo di vapore.

Arresto delle turbine.

Dopo l'arresto di una turbina, a qualunque tipo essa appartenga, si deve lasciare per circa mezz'ora in azione la pompa d'aria, mantenendo aperti tutti gli spurghi, onde ottenere una circolazione d'aria capace di asciugare le parti interne della turbina; è inoltre necessario mettere in comunicazione con l'aria gli spurghi della camera degli ugelli, in modo da provocare una ventilazione nell'interno della turbina, tenendo aperte le valvole di parzializzazione. Questa operazione è importantissima per attenuare le ossidazioni e le corrosioni interne.

Durante i *periodi d'inattività della turbina*, è necessario tenere sempre aperti gli spurghi, onde fare uscire l'acqua che può formarsi in seguito ad infiltrazioni di vapore attraverso valvole a tenuta non perfetta. Contro la ossidazione interna delle turbine, non si conosce ancora alcun mezzo di assoluta efficacia; anche gli intonachi a base di catrame, vengono con l'andare del tempo, distrutti dall'azione del vapore e dalle variazioni di temperatura.

LUBRIFICAZIONE DELLE TURBINE.

La lubrificazione dei cuscinetti di sostegno delle turbine e del reggispinta, viene effettuata con circolazione d'olio forzata.

Le pompe dell'olio sono generalmente del tipo ad ingranaggi; azionate dalla turbina stessa. E' *necessario* quindi avere sempre una *pompetta a mano ausiliaria* la quale serve sia ad iniziare la lubrificazione, all'atto della messa in moto, sia a prolungare la circolazione dell'olio dopo l'arresto, per evitare che si essicchino le testate dell'asse, per effetto dell'umidità dovuta al vapore dei manicotti adiacenti ai cuscinetti supporto.

L'olio, dopo avere lavorato nei cuscinetti alla temperatura di circa 40°, mai superiore ai 60°) va a raffreddarsi negli appositi refrigeranti ad acqua ed esce con una temperatura di 5° inferiore a quella di entrata.

Poichè una interruzione anche momentanea della circolazione dell'olio può dare luogo a gravissimi inconvenienti, è necessario che tutti gli organi relativi alla lubrificazione, pompe, refrigeranti e tubazioni relative, siano mantenuti in perfetta efficienza. Durante la manutenzione delle pompe ad ingranaggi non bisogna togliere mai l'incrostazione che si forma sulla periferia interna della cassa, per non diminuire il valore della pressione dell'olio (vedi figura 311).

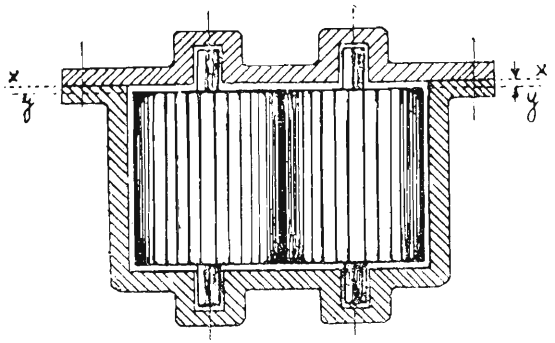


Fig. 311.

Il cattivo funzionamento di una pompa spesso è dovuto a giuoco eccessivo fra il piano delle ruote (yy) ed il coperchio (xx) della cassa che le contiene. Si rimedia in tal caso abbassando al tornio ilpiano della flangia di unione fra cassa e coperchio in modo che questi sia quasi a contatto col piano delle ruote.

Per il *controllo della lubrificazione* ogni macchina è provveduta:

a) di manometri che indicano la pressione dell'olio nella tubolatura di mandata e nei singoli cuscinetti;

b) di termometri che indicano la temperatura dell'olio all'uscita dal refrigerante e dall'uscita dai cuscinetti;

c) di spie di cristallo, o di rubinetti spia sistemati nei branchetti di scarico, allo scopo di potere sorvegliare la regolarità della circolazione.

Tutti gli apparecchi indicatori devono essere mantenuti in ottime condizioni, le spie di cristallo devono essere pulite, ed i bulbi dei termometri devono effettivamente pescare nell'olio.

Frequentemente devonsi anche aprire le porte degli involucri dei cuscinetti per *toccare* le bronzine. Inoltre si deve sorvegliare che il livello dell'olio nel serbatoio non scenda *mai* al disotto della metà del livello normale, e che non vi sia acqua nel fondo del serbatoio.

Se *il livello è basso*, si rifornisce il serbatoio sino a riempirlo per 2/3. *Se nel serbatoio si riscontra dell'acqua*, dovrà essere subito scaricata, per impedire che giunga all'altezza dell'aspiratore della pompa dell'olio e che si mescoli con esso. *Molti casi di riscaldamento dei cuscinetti reggispinta sono dovuti ad ossidazione e corrosione degli anelli dell'asse*, provocate dall'acqua trascinata con il lubrificante.

La presenza dell'acqua nel serbatoio può derivare da perdite del *raffreddatore dell'olio*; da ciò la convenienza che la circolazione d'acqua venga effettuata a pressione inferiore a quella dell'olio, per evitare, in caso di perdite dai tubi o dalle piastre tubiere, che l'acqua entri in circolazione con l'olio.

Mediante marche di riferimento poste negli indicatori di livello, riuscirà facile verificare che non vi siano *perdite d'olio nè infiltrazioni d'acqua*. Le perdite che dànno luogo a mescolanza dell'acqua con l'olio sono spesso dovute alla corrosione dei tubi del refrigerante; si prevengono tali corrosioni sistemando delle barrette di ferro dolce nelle camere di circolazione a similitudine di quanto si pratica nei condensatori.

Riscaldamento anormale dei cuscinetti.

Il riscaldamento di un cuscinetto può derivare:

1°) da eccessivo serraggio, cioè attrito eccessivo fra il metallo bianco del cuscinetto e l'asse;

2°) da interruzione o deficienza di efflusso d'olio, per cattivo funzionamento della pompa;

3°) da cattivo funzionamento del refrigerante per cui non viene sottratto calore all'olio di lubrificazione;

4°) da sostanze estranee (acqua, limatura, sporcizia, ecc.) che l'olio trascina nell'interno del cuscinetto, per cattivo funzionamento dei filtri, o che si sono formate nel cuscinetto in seguito ad ossidazioni e corrosioni.

Un riscaldamento molto forte viene rilevato da un forte odore d'olio bruciato e dallo sprigionarsi di una certa quantità di fumo. Quando ciò si verifica, si deve subito:

a) diminuire la velocità della turbina;

b) aumentare copiosamente il rifornimento dell'olio al cuscinetto e la circolazione indiretta dell'acqua;

c) allascare alquanto i perni del cappello del cuscinetto.

Questi provvedimenti *devono essere presi senza indugio*, per impedire la fusione del metallo bianco delle ralle, ed il conseguente slivellamento dell'asse, che determinerebbe, a sua volta, gravi avarie alle tenute a labirinto ed alle corone di palette.

Gli assi di alcune turbodinamo hanno, in vicinanza dei cuscinetti, un ringrosso anulare che dista non più di 1 m/m da un sopporto sottostante, con il quale il ringrosso va a contatto quando il metallo bianco si fonde.

Con ciò si eliminano le avarie al palettamento, che sono le più gravi, *ma non le avarie* degli anelli al centro del diaframma, il cui gioco supera raramente il mezzo millimetro.

Dopo aver raffreddato il cuscinetto, si dovranno cercare le cause che hanno determinato il riscaldamento, esaminando accuratamente l'impianto di lubrificazione e, se necessario, le ralle del cuscinetto.

Per impedire che sostanze estranee entrino in circolazione con l'olio, si devono mantenere in buone condizioni i filtri inseriti sulle tubolature di aspirazione e mandata delle pompe, e curare la pulizia del serbatoio dell'olio e dei raffreddatori.

Poichè l'acqua e le sostanze estranee eventualmente contenute nell'olio si depositano sul fondo del serbatoio, è consigliabile estrarre dal fondo di questo, dopo ogni periodo di funzionamento della macchina, una certa quantità d'olio per esaminarne la purezza. Il prelevamento si effettuerà qualche ora dopo l'arresto della macchina onde esser sicuri che le impurità si siano depositate. Per garantire sempre la purezza dell'olio esistono apparecchi depuratori funzionanti per forza centrifuga: questi vengono però applicati solo a macchine di grande potenza (turbine, motori a combustione, trasformatori ecc.).

In molte turbodinamo il raffreddamento dei cuscinetti viene ottenuto anche mediante circolazione d'acqua entro apposite cavità praticate nei supporti

o nelle ralle dei cuscinetti. L'acqua di raffreddamento è ordinariamente derivata da una tubolatura di bordo. Le valvole di presa e di scarico dell'acqua devono essere aperte prima della messa in moto.

VERIFICHE E MANUTENZIONI.

Nelle turbine moderne il consumo dei cuscinetti è molto limitato perciò molto raramente occorre procedere ad una nuova livellazione della linea d'asse. Tuttavia, siccome qualsiasi slivellamento di essa, anche minimo, nuoce al funzionamento della macchina, occorre periodicamente visitare i cuscinetti portanti, per controllare il consumo delle bronzine.

Ciò si può eseguire mediante un apparecchio chiamato « scandaglio a cavalletto », o anche « calibro a ponte » il quale è munito di uno spillo verticale e si può applicare tanto in corrispondenza dei cuscinetti, come negli spazi tra i manicotti e gli adiacenti supporti; con delle sonde si misura poi il giuoco fra l'estremità inferiore dello spillo e la parte superiore dell'asse. Comparando le letture ricavate con quelle precedenti, opportunamente registrate, si determina se l'asse ha subito abbassamenti.

Negli impianti nuovi si ha generalmente per l'assestamento dell'asse un consumo disuguale dei diversi cuscinetti, e limitato ad una piccola frazione di millimetro. In seguito, il consumo tende a divenire uniforme e, salvo circostanze eccezionali, sempre meno sensibile.

Nelle visite periodiche ai cuscinetti portanti, oltre a verificarne il consumo, è necessario assicurarsi che esista sempre sufficiente lasco per la circolazione dell'olio, e che questa non sia in alcun modo ostacolata.

Le turbine ben costruite e ben condotte, debbono poter funzionare molto a lungo prima di richiedere importanti lavori di riparazione o di rettifica.

I cambiamenti di palette, la rinnovazione delle corone di tenuta, la livellazione degli assi, ecc. devono essere considerate come operazioni eccezionali.

Lo scoperchiamento per la visita interna della turbina a meno di casi eccezionali, non va fatto se non a lunghi intervalli. In circostanze ordinarie esso dovrà essere volta per volta autorizzato dal Ministero, in seguito a richiesta del Comandante di bordo o di una Direzione delle Armi Navali.

I filtri di vapore e di olio devono essere visitati quanto più spesso è possibile e mantenuti in condizioni di perfetta efficienza.

La misura dei giuochi assiali del cuscinetto di spinta deve essere fatta metodicamente, in porto ed in navigazione, tanto a freddo, come a caldo. A frequenti e periodiche ispezioni vanno sottoposti i macchinari e le installazioni relative ai servizi di condensazione, le valvole d'intercettazione e di regolazione, i regolatori di velocità, gli accoppiatoi di dilatazione, nonchè i varii apparecchi di misura e controllo.

§ 118 — Turbodinamo Thompson - Houston 150 Kw.-110 V.

DESCRIZIONE SOMMARIA DEL COMPLESSO. (Fig. 312).

La turbodinamo THOMPSON HOUSTON da 150 kw. - 110 Volts - 3000 giri, comprende una dinamo A.E.G. da 150 kw. - 110 Volts - azionata da una turbina tipo CURTIS, ad azione.

La turbina è del tipo a ruote multiple e il vapore agisce con due salti di velocità e un salto di pressione sulla prima ruota, e con un salto di velocità e una di pressione sulla seconda.

Le due ruote R' ed R'' (fig. 312) sono inchiavettate sull'asse A il quale attraversa, mediante cuscinetti a labirinto e manicotti di tenuta, le due camere di vapore C ed L separate dal diaframma E. La prima ruota, sulla quale si hanno due salti di velocità, porta due ordini di palette p p'; dette palette mobili. Un terzo ordine di palette K, palette fisse, è interposto fra i primi due ed è fissato sulla carcassa. Le palette fisse hanno curvatura inversa a quelle mobili e si estendono solo per un vettore di 60° circa. Il diaframma E è attraversato, su tutta una metà della periferia, da una serie di canali Z e funziona da distributore di vapore per la seconda ruota. Questa è eguale alla prima ma ha un solo ordine di palette p''. I coperchi delle camere di vapore ed il diaframma sono solidamente connessi mediante perni passanti t t.

Esternamente al coperchio V è fissata la scatola di distribuzione a cui fa capo il tubo di mandata M del vapore. La scatola di distribuzione comprende 12 ugelli u che attraversano il coperchio V, e sboccano davanti al primo ordine di palette mobili.

Il vapore nel passare attraverso gli ugelli si espande completamente acquista perciò velocità, e va ad agire sul 1° ordine di palette p p della ruota R'. Uscendo poi dalle palette del 1° ordine entra nei canali del raddrizzatore K (palette fisse) e quindi colpisce il 2° ordine di palette mobili della ruota (ordine p' p'). Il funzionamento della ruota R' è solo ad azione inquantochè l'espansione del vapore avviene tutta negli ugelli, la pressione perciò è costante in tutta la camera C e perciò anche su tutte e due le facce della 1ª ruota.

Dalla camera C il vapore passa nella seconda camera L attraverso gli ugelli del diaframma E, praticati, come si è detto, solo su metà della periferia, e va ad agire sulle palette p'' p'' della ruota R''. Poichè l'espansione negli ugelli del distributore non è completa, il vapore continua ad espandersi attraverso le palette e perciò, la seconda ruota funziona tanto ad azione, quanto, (in piccolissima parte però), a reazione. Esiste perciò sulla faccia anteriore della seconda ruota una pressione leggermente superiore a quella esistente sull'altra faccia e quindi si ha una piccola spinta assiale della girante. Il vapore che esce dalle palette della ruota R'' è portato al condensatore del tubo T di scarico.

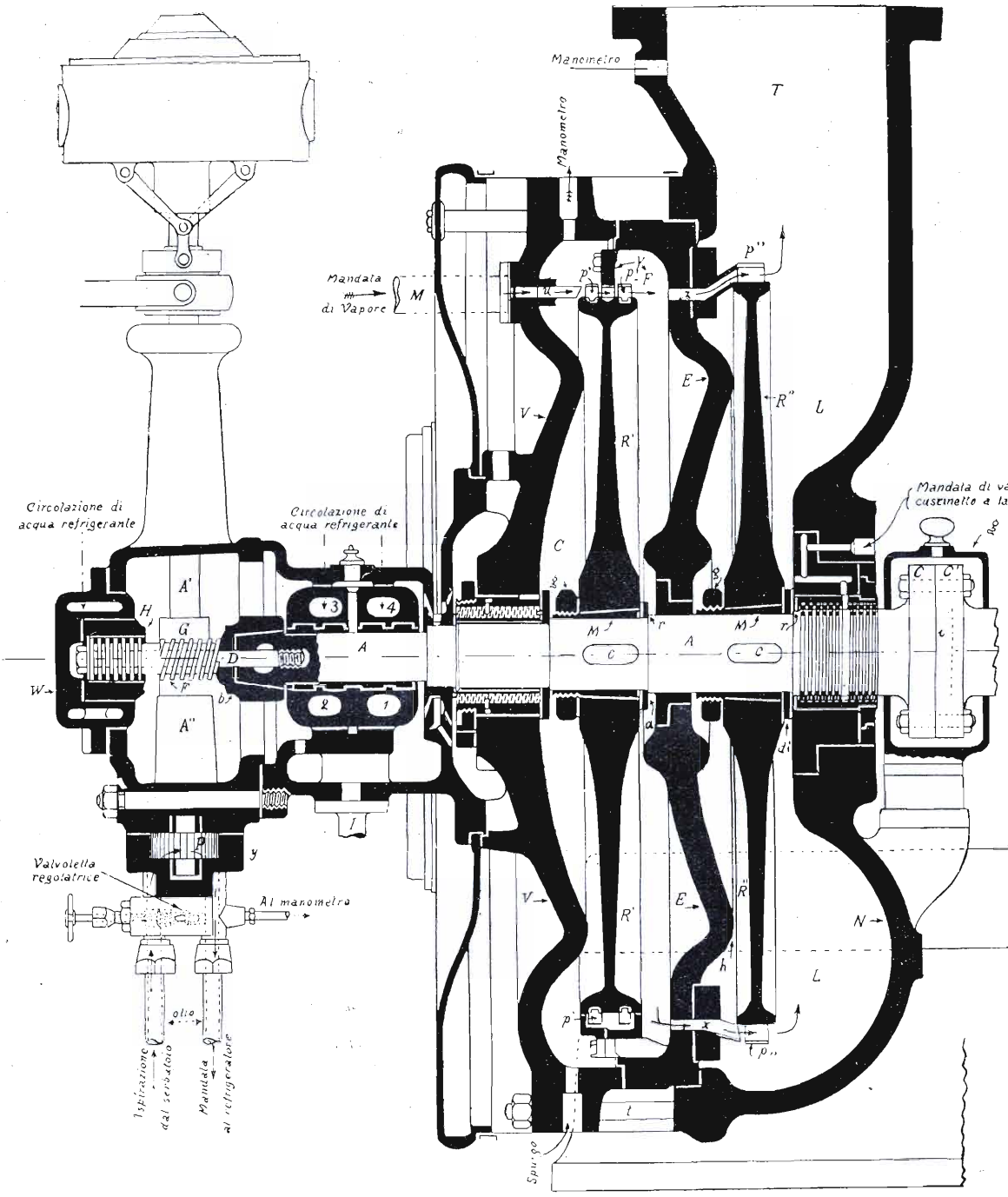


Fig. 312.

Turbodinamo Thompson - Houston

Tutta l'incastellatura della macchina è di ghisa ed è ricoperta di materiale coibente e lamierino. In corrispondenza della 1ª camera di vapore si trova una valvola di sicurezza che entra in funzione in caso di sovrapressione interna.

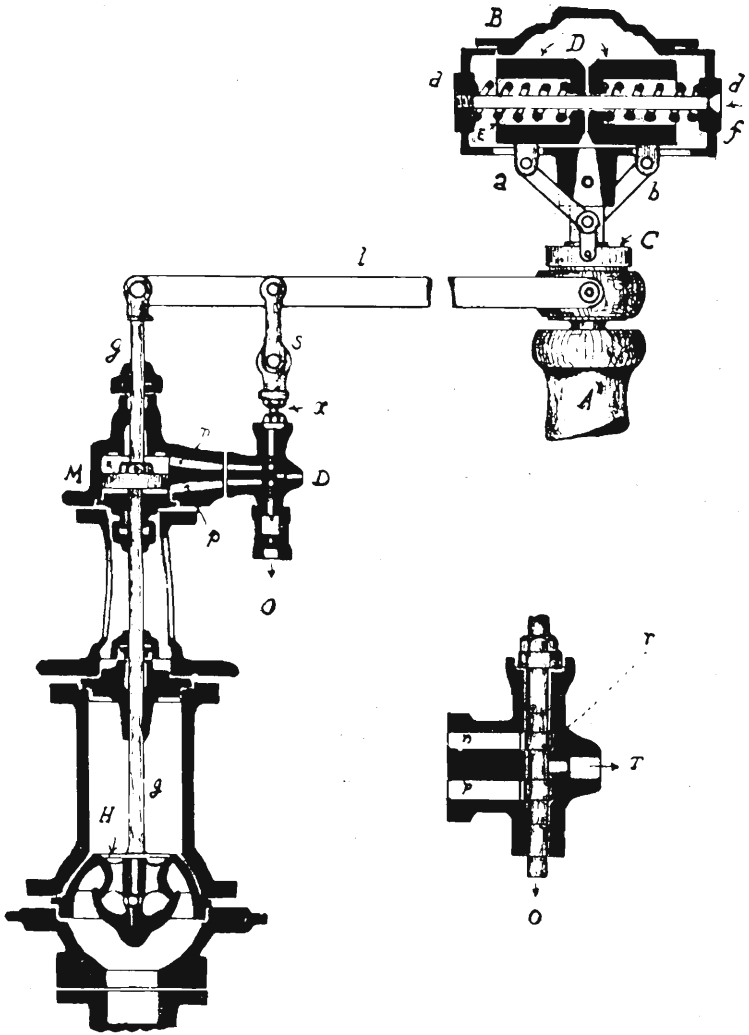


Fig. 313.

REGOLATORE DI VELOCITÀ .(Figure 312 e 313).

La velocità di regime della macchina, (3000 giri), è mantenuta costante mediante un regolatore automatico di velocità il quale comanda l'ammissione del vapore. Sul coperchio V, della turbina a dritta in basso, si trovano tre vo-

lantini, ciascuno dei quali comanda due ugelli supplementari, ciò serve per regolare l'ammissione in base al valore del carico della pressione in caldaia e del vuoto al condensatore. In condizioni normali di funzionamento (vuoti di 60 o 70 cm. di mercurio e pressione di 200-300 libbre) con i 6 ugelli supplementari chiusi, la regolazione avviene automaticamente, per qualsiasi carico fra zero ed il massimo. In caso invece di sopraccarico della macchina, o di deficienza di pressione o di vuoto, occorre aprire a seconda del bisogno 2, 4 o 6 ugelli supplementari.

Il regolatore di velocità trovasi all'estremità superiore dell'asse A' (fig. 312) che riceve mediante ingranaggio, il movimento dell'asse principale A della macchina.

Dentro la scatola cilindrica B (fig. 313) la quale ruota con l'asse A' vi sono due masse di acciaio DD, che possono spostarsi orizzontalmente.

La forza centrifuga, dovuta alla rotazione di tutto il sistema tende ad allontanare fra loro le masse, mentre le due molle a spirale EE tendono ad avvicinarle. L'asse f, a cui sono avvitati i due dadi, dd, serve sia come guida alle masse sia per regolare la tensione delle molle. Le due leve ad angolo *a*, *b*, sono imperniate da una parte sulle masse, da cui vengono azionate e dall'altra sul manicotto C infilato sull'asse A. La leva *l* è unita a snodo da una parte al collare C, dall'altra alla valvola H.

Questa valvola, interposta sul tubo di mandata del vapore, tra la valvola di ammissione e la turbina, è a doppio seggio e perfettamente equilibrata, di modo che per manovrarla occorre esercitare solo lo sforzo necessario per vincere il suo peso. Per quanto ridotto, questo sforzo non viene compiuto direttamente dalle leve azionate dalle masse rotanti, ma mediante un servomotore.

Sull'asta della valvola è fissato lo stantuffo K il quale scorre a dolce attrito nella camera cilindrica di ghisa M, cui fanno capo i due tubicini *n p* provenienti dal servomotore D.

Il servomotore D contiene la valvoletta *r* che è collocata alla leva a snodo *l* mediante la bielletta S. La valvoletta scorre a dolce attrito nel cilindro del servomotore, è cava internamente ed è solcata all'esterno da tre scanalature di cui le due estreme sono in comunicazione con l'interno della valvoletta.

L'olio sotto pressione, che serve per il funzionamento del servomotore, giunge al cilindretto per il tubicino T e si scarica per il tubicino O.

Quando la turbina è in moto a velocità normale, (3000 giri), la valvoletta *r* del servomotore si trova nella posizione mediana, cioè i due tubicini *n*, *p*, che vanno allo stantuffo K, sono ambedue chiusi dai ringrossi della valvoletta.

Se la velocità aumenta, aumenta anche la forza centrifuga che agisce sulle due masse D D che perciò si allontanano vincendo l'azione delle molle E E, sollevano il collare C ed insieme la leva *l*. Questa a sua volta solleva la val-

voletta *r* del servomotore, che scopre la luce dei tubicini *n* e *p*. L'olio sotto pressione proveniente dal tubo T, passa per la scanalatura centrale nel tubicino *n*, giunge nella parte superiore della camera M ed obbliga lo stantuffo K a scendere; l'olio che trovasi al disotto dello stantuffo, per il tubo *p* e per la scanalatura inferiore si scarica nell'interno della valvoletta del servomotore e per il tubo O ritorna al serbatoio.

Assieme allo stantuffo si abbassa la valvola H, ad esso collegata, diminuisce quindi l'ammissione di vapore e la turbina rallenta; con ciò le masse del regolatore si avvicinano nuovamente, attratte dalle molle, e quindi la leva *l* si abbassa anch'essa per modo che quando i giri raggiungono nuovamente il valore normale, la valvoletta del servomotore viene nuovamente a trovarsi nella posizione per cui la luce di ammissione ai tubicini *n p* è ostruita. Se viceversa la macchina rallenta le due masse si avvicinano, il collare e la leva L si abbassano, e con essi la valvoletta *r*. L'olio allora va a sboccare nella camera dello stantuffo K al di sotto di esso determinando il sollevamento della valvola H e quindi un aumento della velocità fino a che il regolatore non abbia riportato la valvola *r* nella posizione normale.

In genere durante il funzionamento la valvoletta *r* è in continua oscillazione intorno alla posizione normale anche quando la velocità è costante. Tali piccole e rapide oscillazioni fanno sì che il regolatore sia più pronto ad entrare in funzione.

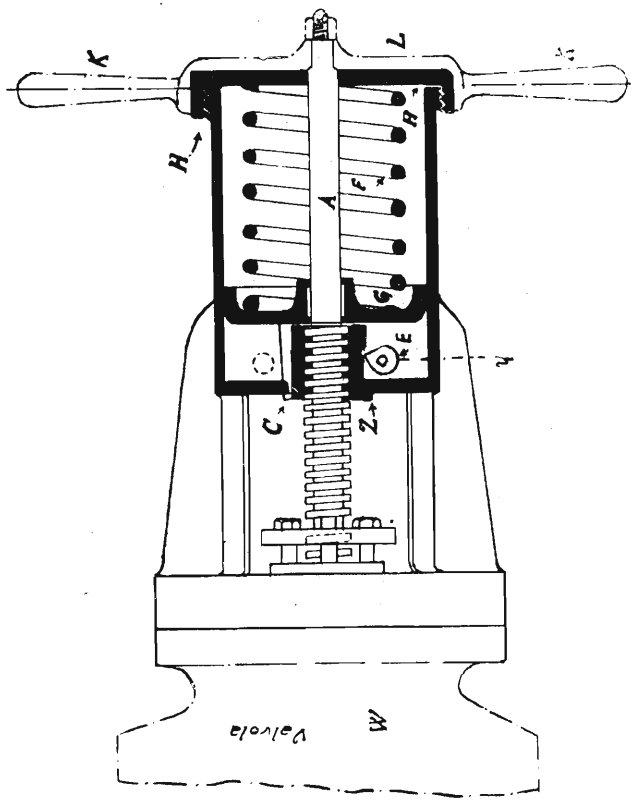
La regolazione della velocità ad un determinato numero di giri si compie per tentativi regolando la posizione della valvoletta del servomotore mediante i due dadi x x; e quella delle masse mediante i dadi d d.

CONGEGNO DI SICUREZZA. (Figg. 314-315-316-317-318).

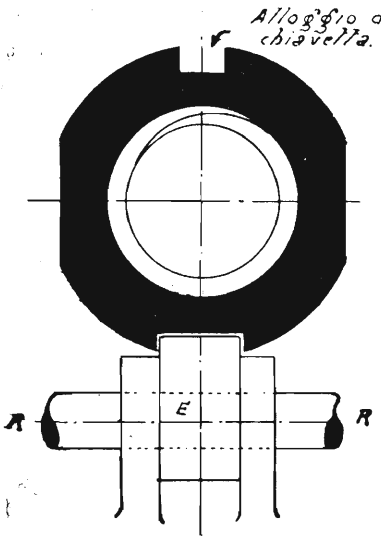
La macchina è munita di un congegno di sicurezza il quale intercetta l'ammissione di vapore se la velocità oltrepassa un determinato limite (di solito l'apparecchio di sicurezze è regolato per entrare in funzione quando il numero di giri aumenta oltre il 10 % del valore normale). Se la velocità diventasse troppo elevata, il materiale potrebbe venir sollecitato per forza centrifuga oltre il carico di rottura determinando quello che viene chiamato « lo scoppio della macchina ».

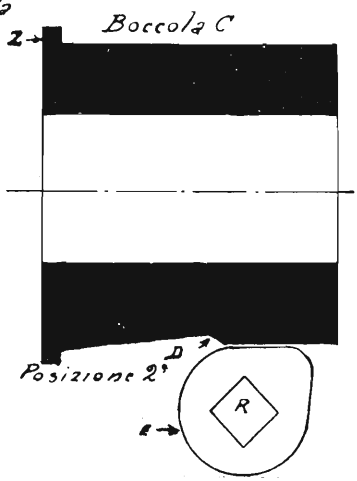
La valvola di ammissione è una comune valvola conica (W), l'asta A è ad essa collegata, come indicato in fig. 318, in modo che i movimenti di rotazione dell'asta non provocano movimenti di rotazione della valvola nel suo seggio.

L'asta è in parte filettata (fig. 314) e si avvita alla boccola C che può scorrere, ma non ruotare nel suo alloggio perchè guidata.



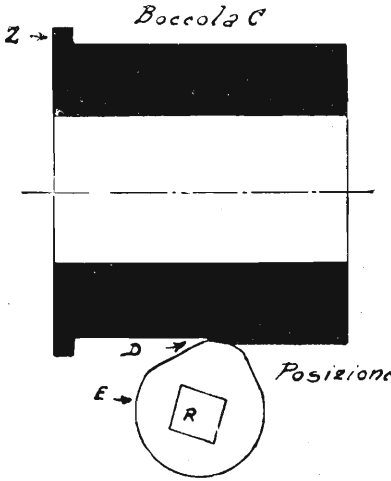
AL VERO Fig. 314.





Posizione del nottolino al momento dello scatto (così la valvola è chiusa)

Fig. 315.



Posizione del nottolino prima dello scatto (così la valvola è aperta)

Il labbro Z limita lo spostamento della boccola nel senso verso destra della figura (senso per armare il congegno).

La boccola ha esternamente un incavo dentro cui va a fare testa un nottolino E di speciale profilo (fig. 315).

La boccola C è spinta verso sinistra dalla molla F che perciò chiude la valvola quando il nottolino E non è impegnato nell'incavo D.

Il nottolino funziona come un grilletto, che trattiene la boccola C, a secondo della sua posizione.

La scatola in cui è contenuta la molla è chiusa dal coperchio H avvitato e fermato da una vite di sicurezza e la valvola è manovrata mediante due manubri K K fissati al piatto L unito con un dado all'asta A.

Il nottolino infilato sull'asse R R è normalmente trattenuto nella posizione 1ª (fig. 315) dell'incavo D, mentre una molla d'acciaio M a cartoccio (fig. 317) tenderebbe a farlo ruotare nel senso delle frecce e a fare scattare quindi il congegno.

All'altra estremità dell'asse R R fa capo un gioco di leve manovrato da un nottolino P situato sull'asse della turbina e trattenuto nel suo alloggio dalla molla M (fig. 316).

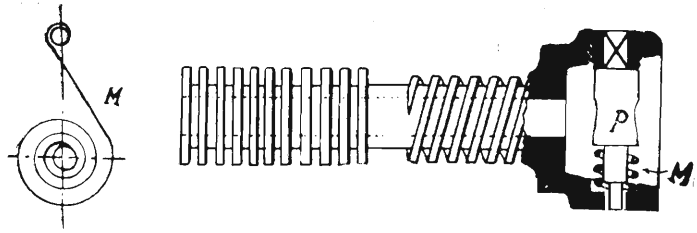


Fig. 316.

La tensione della molla M si regola in modo che quando la macchina ha raggiunto il limite di velocità che non si vuole oltrepassare (3300 giri), la forza centrifuga che agisce sul nottolino P riesca a spingere il nottolino P fuori del suo alloggio. L'uscita del nottolino P mediante una leva ad angolo fissata sull'incastellatura della turbodinamo provoca il movimento del gioco di leve, che comanda il nottolino E il quale assume la posizione 2 (fig. 315) determinando lo scatto della molla F e la chiusura della valvola.

La valvola si dice armata quando la boccola C è in fine corsa verso destra, il nottolino E impegnato nell'incavo D e quindi la molla F compressa.

In queste condizioni, girando il manubrio K in un senso o nell'altro, poichè la boccola O non può spostarsi nè verso destra, perchè già in fine corsa, nè verso sinistra perchè trattenuta dal nottolino, sarà l'asta dalla valvola che

dovrà spostarsi avvitandosi o svitandosi nella boccola. La valvola perciò funzionerà come una normale valvola d'ammissione e perciò sarà aperta girando il manubrio a sinistra e chiusa girandolo verso destra.

Quando per un eccesso di velocità si ha nella maniera innanzi detta la rotazione del nottolino E che lascia libera la boccola, questa viene spinta dalla molla F e trascina con sè l'asta della valvola in essa avvitata. Per armare nuovamente la valvola dopo lo scatto si fa ruotare il manubrio K nel senso di avvitare, cioè nello stesso senso che per chiudere la valvola, ma poichè questa fa già testa contro il seggio e non può perciò andare avanti sarà la boccola C ad andare indietro per effetto della filettatura. Si farà retrocedere la boccola fino a portarla nuovamente in fine corsa cioè fino a che non rimane nuovamente trattenuta dal grilletto E.

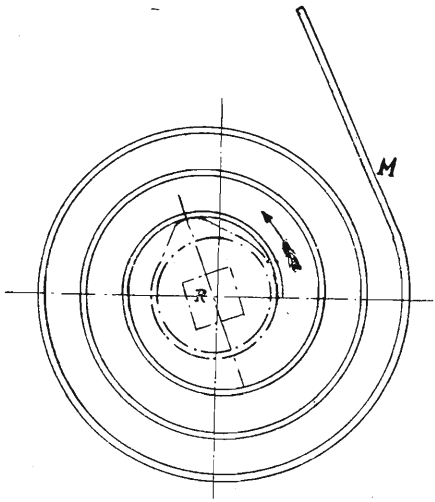


Fig. 317
Azione della molla del nottolino secondo la freccia

Un apposito bottone, nell'incastellatura della macchina, permette di azionare a mano le leve che comandano lo scatto della valvola: ciò serve sia per provare il funzionamento della valvola sia per intercettare il vapore alla macchina istantaneamente e quando si voglia.

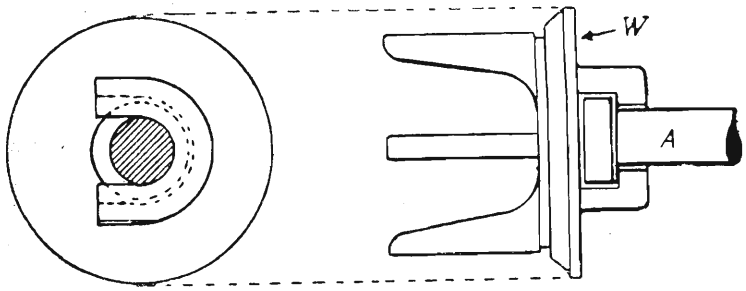


Fig. 318.

LINEA D'ASSE.

La linea d'asse dell'intero complesso è sostenuta agli estremi ed al centro mediante tre supporti. L'asse della turbina è unito a quello della dinamo mediante un accoppiatoio *g* (fig. 312).

Il supporto centrale è situato dalla parte della dinamo rispetto all'accoppiatoio.

Poichè, come si è visto, la seconda ruota del rotore è anche parzialmente a reazione il vapore provoca una spinta assiale nella macchina che deve essere sostenuta da un reggispinta: questo è situato (fig. 312) sull'estremità posteriore dell'asse.

I supporti sono costituiti da due mezzi cuscinetti d'acciaio ricoperti di metallo bianco nelle parti a contatto con l'asse (v. fig. 321), nel mezzo cuscinetto superiore però, il metallo bianco non è tutto a contatto con l'asse, ma lo tocca solo ai lati. L'olio per la lubrificazione sbocca nel mezzo cuscinetto inferiore attraverso un foro in esso praticato, circonda l'asse ed esce da un altro foro praticato in quello superiore. Apposite scanalature nel metallo bianco permettono la lubrificazione uniforme dell'asse e fanno sì che l'attrito non si eserciti direttamente fra l'asse ed il metallo bianco, ma mediante l'interposizione di un velo d'olio. I due cuscinetti sono cavi nell'interno come si vede in fig. 312 e fig. 321 per permettere la circolazione dell'acqua di raffreddamento.

Il *giunto* per il collegamento dell'asse della turbina a quello della dinamo (fig. 312) è ricavato mediante due dischi G G, con cui terminano gli assi da accoppiare. Quello portato dall'asse della turbina ha una scanalatura diametrale entro cui alloggia il risalto diametrale portato da quello con cui termina l'asse della dinamo. I due dischi sono stretti con perni e dadi.

Il giunto è racchiuso in una scatola di ghisa.

L'asse vero e proprio della turbina termina al cuscinetto di sostegno posteriore dal quale sporge appena (fig. 312) su di esso, mediante un giunto conico *b*, tenuto a posto dall'asticella filettata D e del dado *d*, è calettato un altro asse in prolungamento, che porta il reggispinta e l'ingranaggio che aziona l'asse del regolatore di velocità e della pompa d'olio.

Nel giunto alloggia inoltre il nottolino P (fig. 316) facente parte del congegno di sicurezza a scatto automatico.

Il reggispinta è costituito da una serie di risalti circolari, portati dal prolungamento dell'asse, i quali alloggiano dentro altrettante scanalature del manicotto H di bronzo.

Il reggispinta è sostenuto dal supporto K dentro il quale circola l'acqua di refrigeramento. Tanto il reggispinta quanto la vite senza fine F sono lubrificati dall'olio di scarico del servomotore del regolatore di velocità.

Lungo la linea d'asse si trovano ancora due *cuscinetti a labirinto*, uno all'entrata l'altro all'uscita dell'asse della turbina. Essi sono costituiti da anelli di carbone situati entro apposite scanalature e servono per la tenuta dei passaggi dell'asse. Quello posteriore cioè, impedisce che il vapore che si trova a pressione nella prima camera esca attraverso il passaggio dell'asse. Lo scopo è ottenuto mediante la laminazione del vapore attraverso gli anelli di carbone.

Quello anteriore invece serve ad impedire che l'aria dall'esterno entri nello scarico in cui esiste il vuoto del condensatore. In questo cuscinetto si fa circolare un filo di vapore che si scarica all'esterno e che impedisce l'entrata dell'aria.

La registrazione della linea d'asse viene eseguita dai montatori della casa costruttrice o da chi effettua l'installazione a bordo. E' necessario però controllare spesso che non vi siano stati spostamenti. Questi possono consistere o in abbassamenti della linea d'asse o in spostamenti longitudinali. Eventuali abbassamenti vengono rilevati con i metodi già esposti nelle generalità al paragrafo 117. Per la verifica degli spostamenti assiali esistono cinque calibri appositamente costruiti (figg. 319-320) e cioè:

1) Calibro A
2) Calibro B minimo
3) Calibro B massimo
4) Calibro C minimo
5) Calibro C massimo.

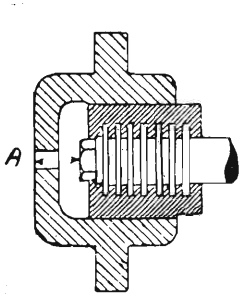


Fig. 319.

Supporto a pettine

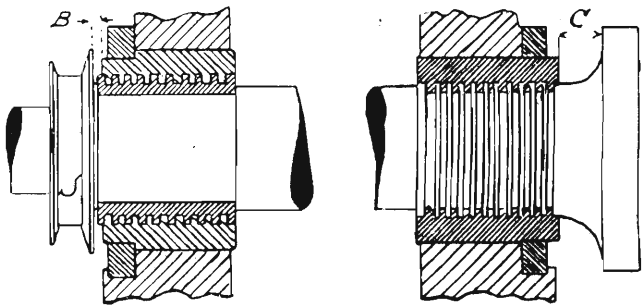


Fig. 320.

Cuscinetto a labirinto anteriore

Con macchina fredda:

1°) Il calibro A deve corrispondere esattamente allo spazio tra l'estremità dell'asse e l'estremità del sostegno del reggispinta.

2°) Il calibro B minimo, deve avere un giuoco di circa 1 mm.; nello spazio tra il collare del cuscinetto a labirinto e l'anello di difesa per l'olio S del cuscinetto dell'asse; il calibro B massimo non deve entrare in detto spazio.

3°) Il calibro C minimo deve avere un giuoco di circa 3/10 di mm. fra il collare del cuscinetto a labirinto e l'accoppiatoio. Nel medesimo spazio non deve entrare il calibro C massimo.

La medesima verifica si può fare a caldo mantenendo nella conduttura di scarico le condizioni di vuoto ed allora bisogna che:

il calibro A corrisponda esattamente
il calibro B minimo abbia un giuoco di 2/10 di mm.
il calibro B massimo non entri
il calibro C minimo abbia un po' di giuoco
il calibro C massimo corrisponda esattamente.

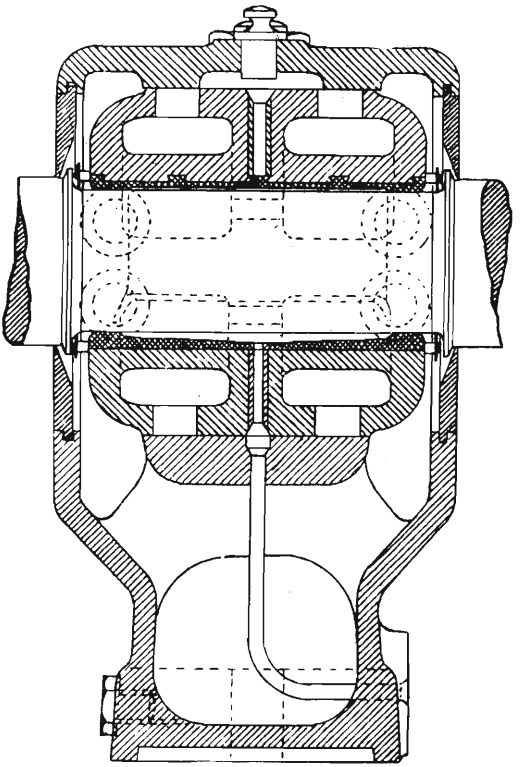


Fig. 321.

Dopo un montamento, alla verifica a freddo deve sempre farsi seguire quella a caldo, che viene effettuata dopo un funzionamento a pieno carico di alcune ore.

LUBRIFICAZIONE.

Come già si è detto la circolazione d'olio per la lubrificazione è ottenuta mediante una pompa azionata dallo stesso asse del regolatore di velocità. Tale pompa è del tipo ad ingranaggi costituita cioè da due ruote dentate, di eguali dimensioni che ingranano fra di loro e che vengono poste in rapida rotazione.

Il ciclo compiuto dall'olio è il seguente: la pompa aspira l'olio dal serbatoio mediante il tubo *c* (fig. 322) e lo invia al refrigerante attraverso quello *d*. Dal refrigeratore mediante le tre diramazioni *l m n* l'olio va a lubrificare i tre cuscinetti del complesso e torna al serbatoio.

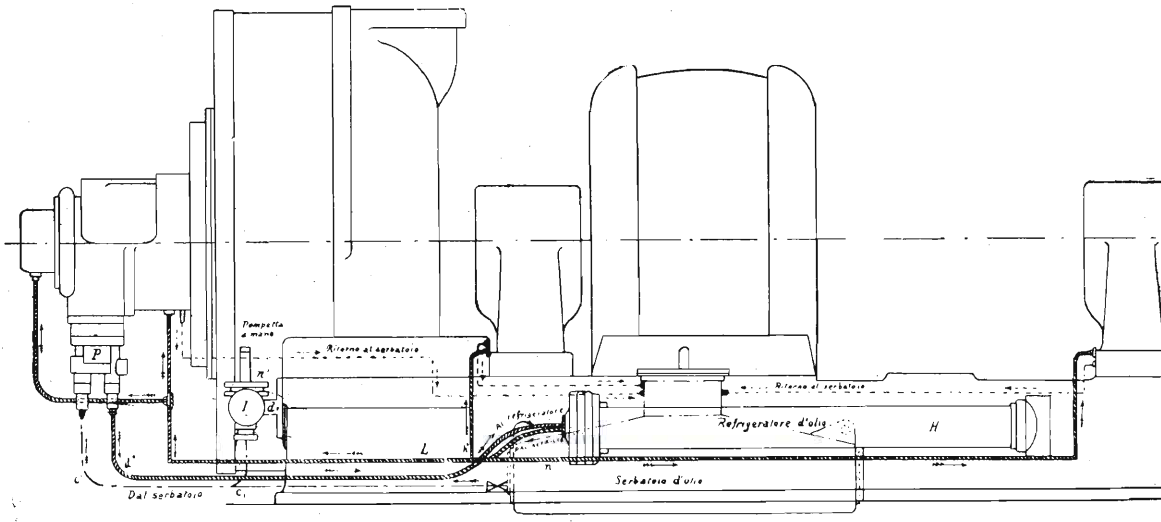


Fig. 322.

Schema della circolazione dell'olio

Il servomotore del regolatore è alimentato direttamente dalla pompetta e scarica al disopra della vite senza fine F, che risulta così continuamente lubrificata.

Il refrigeratore d'olio è costituito da un recipiente cilindrico nel quale è situata una serpentina in cui passa l'olio sotto pressione proveniente dalla pompa. La serpentina è circondata dall'acqua di raffreddamento che fluisce continuamente nel recipiente dal basso in alto.

Il serbatoio porta alla bocca una reticella che serve a filtrare l'olio ed a trattenere le impurità ed è munito in basso di rubinetto di scarico.

La pompetta a mano I posta nella parte anteriore della turbina serve ad avviare la circolazione d'olio nei cuscinetti prima di mettere in moto il complesso.

Essa ha la presa sul tubo *c* (fig. 322) e la mandata, su tubo *d*.

La valvola di intercettazione *n*, sul tubo *d* serve ad escludere la pompa a mano quando la turbina è in moto. Tre manometri indicano in ogni istante

la pressione dell'olio. Il primo segna la pressione dell'olio alla pompetta, il secondo è inserito sul tubicino che porta l'olio al servomotore del regolatore di velocità, il terzo sul tubicino che va ai tre cuscinetti.

Per regolare la pressione dell'olio si apre più o meno la luce di un rubinetto situato sul tubo che collega la pompa del serbatoio. In tale modo si porta il primo manometro a segnare una pressione di 30-40 libbre; indi si regolano le valvole delle due diramazioni in modo da ottenere in esse una pressione di 30-40 libbre.

REFRIGERAZIONE (fig. 323).

I cuscinetti, la carcassa della dinamo ed il refrigeratore d'olio sono mantenuti freddi mediante una circolazione di acqua salata. La presa d'acqua, munita di valvola di intercettazione, trovasi sotto la turbina. Partono da essa

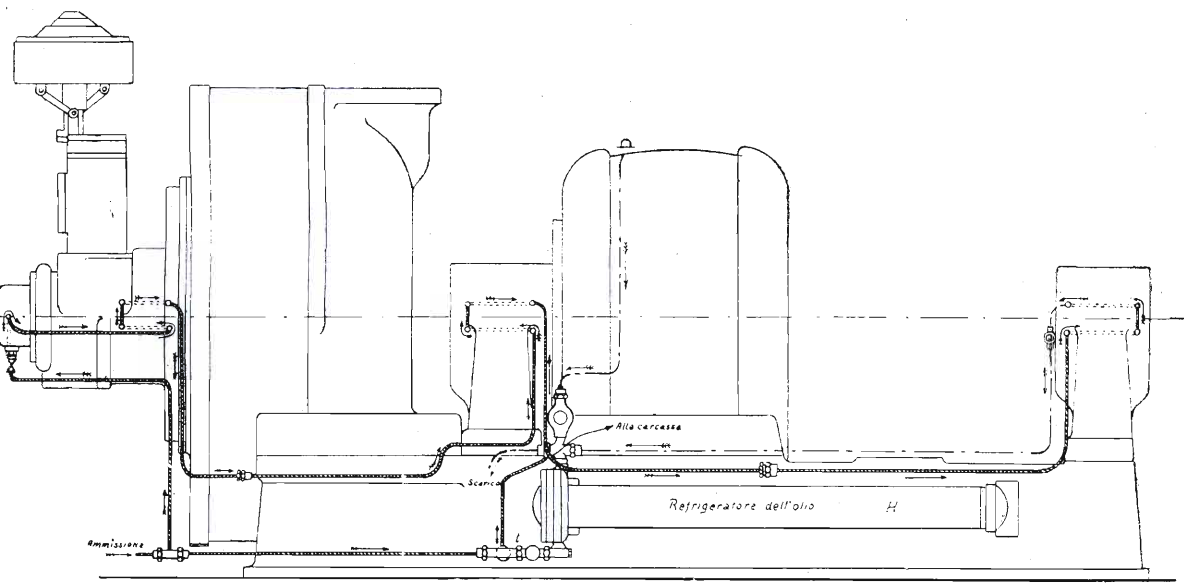


Fig. 323.

Schema della circolazione dell'acqua di refrigeramento

tre diramazioni: una, che porta l'acqua nei cuscinetti, un'altra munita di valvola di intercettazione che raffredda la carcassa della dinamo, ed una terza che porta l'acqua al refrigeritare d'olio. Gli scarichi delle tre diramazioni si riuniscono in un solo tubo.

Affinchè la circolazione d'acqua sia sufficiente a contenere le sovrelevazioni di temperatura nei limiti voluti occorre che la portata sia da 15 a 20 litri al minuto quando la temperatura dell'ambiente è inferiore a 15° centigradi, da 25 a 35 litri quando è superiore a 15° centigradi.

La circolazione d'acqua è dovuta o ad un'apposita pompa (turbinetta o cavallino) o è derivata da una tubolatura di bordo per acqua salata (P. es. tubolatura « d'incendio »).

PARTE ELETTRICA DEL COMPLESSO ELETTROGENERATORE THOMSON HOUSTON DA 150 Kw. - 110 V. (Vedi figg. 324 e 325).

Per la descrizione della parte elettrica della macchina (fig. 325), vedi il « MANUALE DELL'ELETTRICISTA », paragrafo 100, pag. 268 — oppure le « ISTRUZIONI PER I TORPEDINIERI ». Complesso elettrog. a turbina da 150 Kw.

MESSA IN MOTO DEL COMPLESSO.

Per mettere in moto la turbina:

1°) Mettere in moto la turbinetta od il cavallino per la circolazione dell'acqua ed aprire la valvola di mandata e di scarico dell'acqua.

2°) Dar vapore ai labirinti.

3°) Far spurgare le camere della turbina per scaricare l'acqua di condensazione.

4°) Manovrare a mano la pompetta d'olio.

5°) Aprire la valvola di scarico al condensatore che deve essere già in funzione.

6°) Aprire la valvola di ammissione, finchè nella turbina la pressione non raggiunga il valore di 50 libbre circa. In tale modo la macchina si riscalda, e quando è calda si mette in moto da sè. Quando si vede funzionare la leva del regolatore di velocità, aprire tutta la valvola di ammissione.

7°) Chiudere i rubinetti di spurgo.

Per eccitare e mettere sotto carico la dinamo:

1°) Mettere il commutatore d'eccitazione nella dovuta posizione (con eccitatrice).

2°) Escludere tutto il reostato di campo della dinamo (volantino grande).

3°) Includere il reostato d'eccitazione (volantino piccolo).

4°) Chiudere l'interruttore a coltelli d'eccitazione.

5°) Manovrare il volantino dell'eccitazine fino ad avere al voltometro della dinamo di 110 volt.

6°) Attaccare gli interruttori dei vari circuiti da alimentare.

Per arrestare il complesso:

1°) Ridurre gradualmente il carico, indi aprire gli interruttori a massima della dinamo.

2°) Mettere i reostati della dinamo principale e della eccitatrice nella posizione di « tutto incluso ».

3°) Aprire l'interruttore a coltello dell'eccitatrice e mettere il commutatore della eccitazione nella posizione di « circuito interrotto ».

4°) Intercettare il vapore alla turbina.

5°) Togliere vapore ai labirinti.

6°) Aprire gli spurghi.

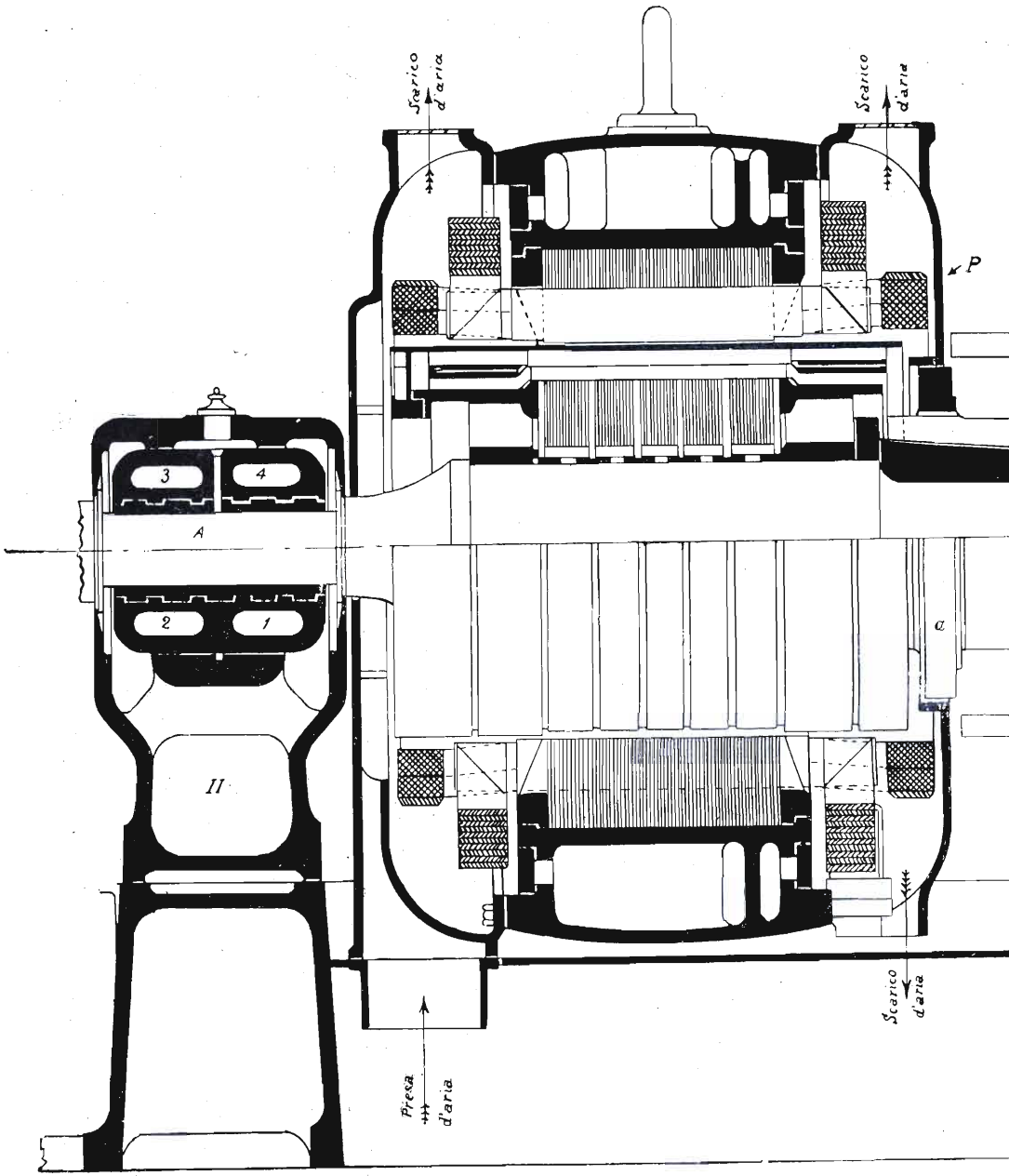
NORME PER IL FUNZIONAMENTO.

Durante il funzionamento occorre sorvegliare, dalle indicazioni del manometro che la circolazione dell'acqua di raffreddamento, sia sempre efficiente. Se l'acqua viene a mancare è necessario arrestare immediatamente il complesso perchè anche un breve funzionamento senza refrigerazione basta a deteriorare i cuscinetti.

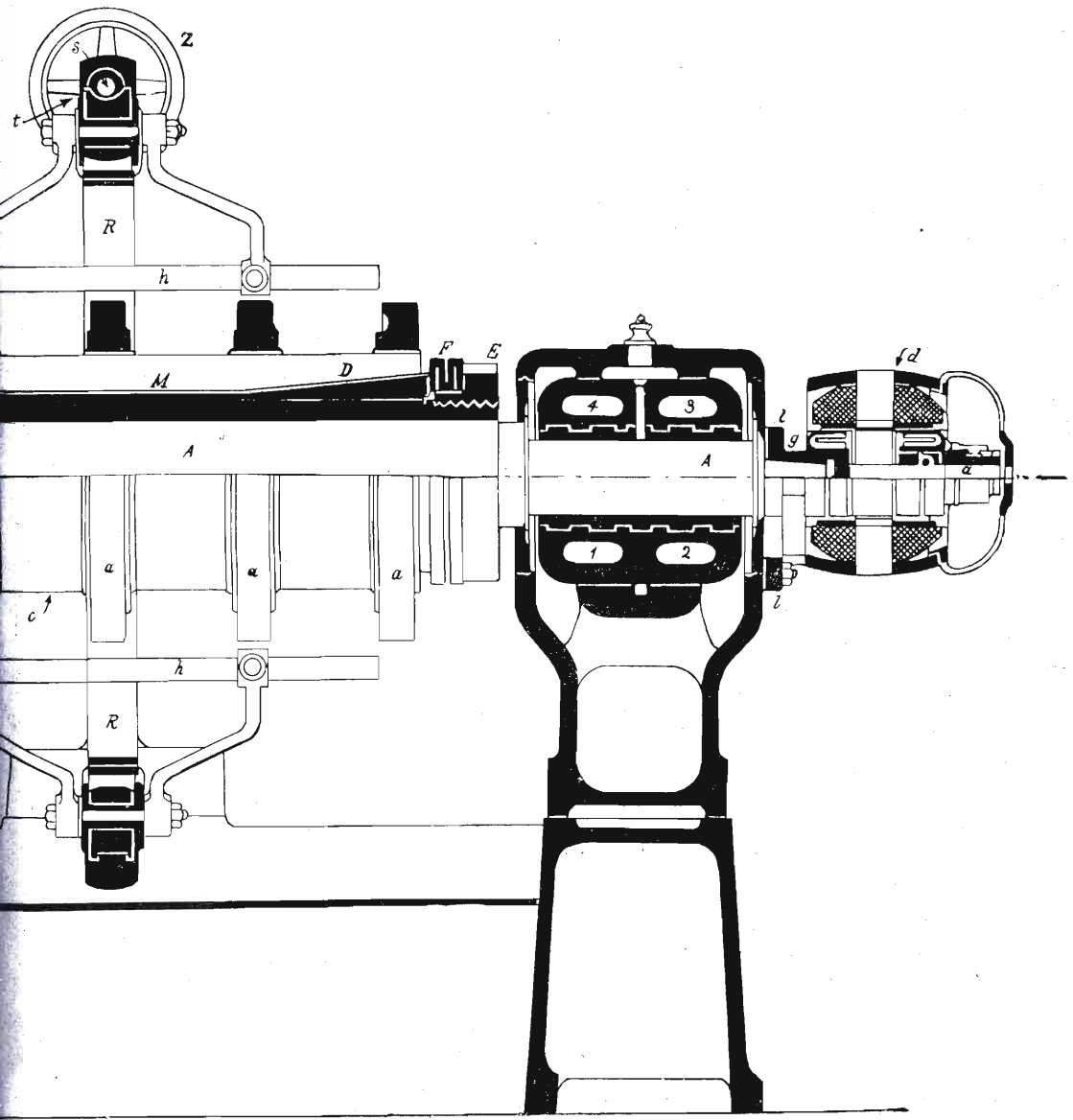
Assidua sorveglianza richiede anche la circolazione d'olio. Il buon andamento della circolazione viene controllato sia mediante l'indicazione dei manometri sia mediante gli appositi rubinetti situati in alcuni punti della tubolatura ed ancora dal regolare fluire dell'olio all'uscita dai cuscinetti, visibile quando si alzano i coperchietti dei cuscinetti stessi oppure al filtro del serbatoio.

L'olio va cambiato completamente ogni 6 mesi. Durante il funzionamento si deve abbastanza frequentemente prelevare dal serbatoio una certa quantità d'olio (circa mezzo litro) e sostituirlo con altrettanto olio nuovo.

Sui cuscinetti, è praticato un foro nel quale si introduce un termometro il cui bulbo va a pescare nell'olio; la temperatura normale non deve oltrepassare i 55°. Se si verifica una sopraelevazione anormale, vuol dire che o la circolazione dell'acqua o quella dell'olio non funzionano regolarmente.



Complesso Thomso



24

n da 150 KW. 110 V.

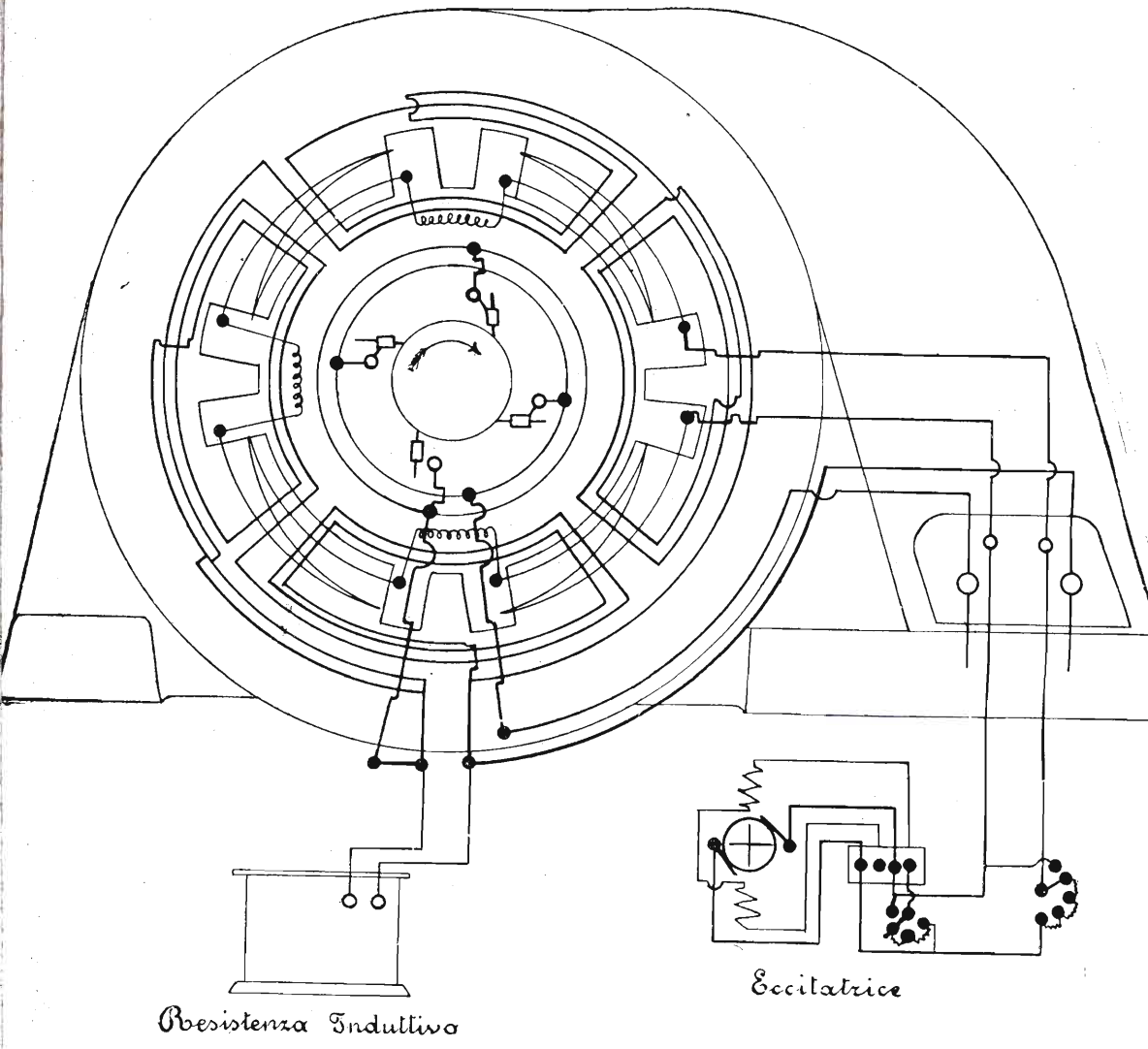


Fig. 325.

Schema degli avvolgimenti della turbodinamo
A.E.G. Thomson - Houston di 510 Kw - 110 volt 3.000 giri

Nell'arrestare la macchina è opportuno, servirsi spesso dello scatto a mano del congegno di sicurezza, allo scopo di provarne il funzionamento. Una volta all'anno è necessario far funzionare il congegno di sicurezza facendo assumere alla macchina una velocità superiore alla normale e controllando che lo scatto avvenga alla velocità per cui è stato regolato.

Per quanto riguarda la dinamo, durante il funzionamento si curerà:

a) Che la tensione sia costante (110 V).

Sbalzi continui di tensione che non siano dovuti a brusche variazioni di carico, sono generalmente da attribuirsi a cattivo funzionamento del regolatore di velocità della turbina. Le proiezioni di acqua nella turbina provocano anch'esse un abbassamento di tensione dovuta al rallentamento della macchina. Nel correggere le variazioni di tensione dovute a variazioni di carico occorre manovrare con prudenza il reostato di campo: aumenti di tensione anche di breve durata, fanno diminuire la vita delle lampade.

La variazione dell'intensità luminosa delle lampade del quadro costituisce un'indicazione degli sbalzi di tensione e richiama prontamente l'attenzione del personale di guardia.

b) Si osserverà che il carico non oltrepassi il massimo tollerato dalla macchina eseguendo, quando necessario, le riduzioni di carico stabilite dalle disposizioni interne che disciplinano il servizio elettrico di ciascuna nave. In base a tali norme il personale di guardia deve conoscere anche approssimativamente il carico richiesto nelle varie ore del giorno e giudicare quindi, dalle indicazioni dell'amperometro, se vi sono anormalità nel servizio.

c) Bisogna sorvegliare il collettore. Le cause che producono lo scintillio del collettore sono molte, è perciò difficile dare delle indicazioni sicure.

In genere:

1°) Il cattivo contatto delle spazzole produce uno scintillio solo sotto le spazzole che fanno cattivo contatto: qualche volta si ha l'incandescenza dei carboni.

2°) Si verifica uno scintillio leggero, ma continuo se le spazzole non sono esattamente sulla linea neutra, o se la distanza fra le spazzole non è uguale in seguito a spostamento di una o più file, oppure ancora se la mica sporge fra le piastrine del collettore.

3°) Si verifica uno scintillio continuo ed intenso se qualche spira dell'indotto è interrotta o fa cattivo contatto con le piastrine del collettore, oppure anche se la macchina ha un forte sovraccarico.

4°) Scintille bianche sotto una spazzola si possono avere se una spazzola è difettosa e contiene del rame incorporato nel carbone.

5°) Se qualche spira d'indotto è avariata o se il collettore è molto sporco si avrà un anello di fuoco continuo intorno al collettore.

Svariatissime altre cause di scintillio esistono oltre quelle elencate. In ogni caso lo scintillio deve sempre essere eliminato perchè deteriora e riscalda eccessivamente il collettore.

Il collettore deve essere frequentemente pulito durante il funzionamento con tela asciutta, e lubrificato solo con l'apposita pasta.

Una pressione eccessiva delle spazzole riscalda il collettore e perciò deve essere evitata.

d) Un'avvertenza molto importante è quella di non provocare mai durante il funzionamento il sollevamento di una delle spazzole dell'eccitatrice dall'indotto (ciò potrebbe per esempio accadere per distrazione mentre si lubrifica il collettore).

Alzando la spazzola, si viene ad interrompere il circuito dell'eccitatrice, provocando una corrente di apertura che può raggiungere un valore tale da invertire la polarità della turbodinamo.

Infatti, consideriamo lo schema dell'eccitatrice (fig. 326): sia i l'avvolgimento induttore dell'eccitatrice, I l'avvolgimento induttore della dinamo.

Supponiamo che la corrente vada inizialmente da A in B, passando per i due circuiti i ed I; (fig. 326) interrompendo la corrente ad una spazzola, per esempio alla positiva (fig. 327), vengono lanciate nei due circuiti i ed I due

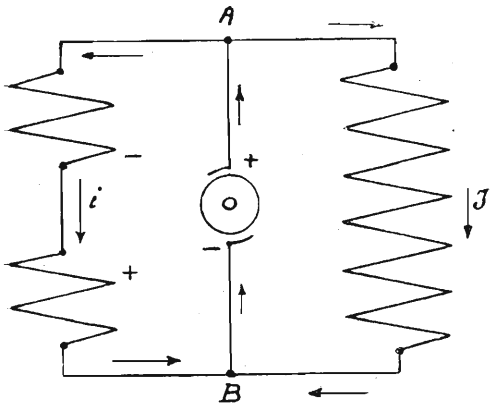


Fig. 326.

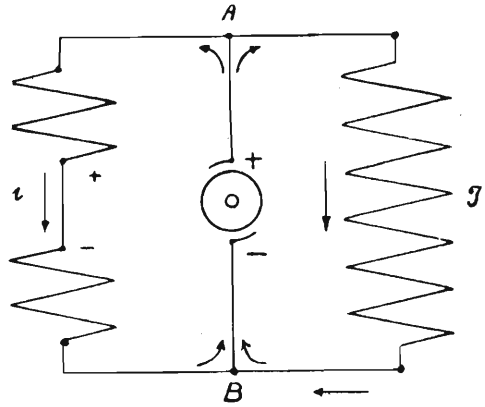


Fig. 327.

correnti d'apertura nello stesso senso di quella precedente, cioè da A in B. Ma essendo esluso l'indotto, i due circuiti i ed I sono chiusi in serie su sè stessi, e le due correnti tendono ad eliminarsi una con l'altra.

A causa della forte induttanza del circuito I, la corrente di apertura in

esso è più forte che nell'altro e perciò si inverte la corrente passante nel circuito *i* di minore induttanza.

La polarità del campo dell'eccitatrice rimane quindi invertita, e quindi si abbassa nuovamente la spazzola, (fig. 328), la corrente erogata dall'eccitatrice, è di senso contrario alla precedente.

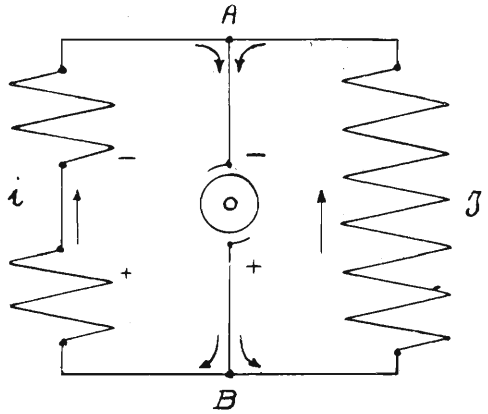


Fig. 328.

Si inverte quindi il campo della turbodinamo, e per conseguenza la polarità delle spazzole, inversione specialmente pericolosa se più dinamo funzionano in parallelo poichè provoca la chiusura in serie di un complesso sull'altro.

e) Altre avvertenze a prima vista meno importanti, ma alle quali è pur necessario por mente, consistono nel verificare che il locale delle macchine sia in ordine e sgombro di recipienti contenenti olio, acqua od altro, che non vi siano pezzi di stoppa o stracci in giro, che la ventilazione del locale sia quella normale, che gli utensili di vario genere come chiavi, martelli, pinze, siano al loro posto e non in posizioni pericolose, ecc.

Una piccola disattenzione può provocare a volte danni molto gravi o per lo meno essere causa di disservizii incresciosi.

§ 119 — **Turbodinamo S. T. T. da 150/160 Kw. e 220 V.**

CARATTERISTICHE DEL COMPLESSO.

Turbina ad azione a ruote mutiple.

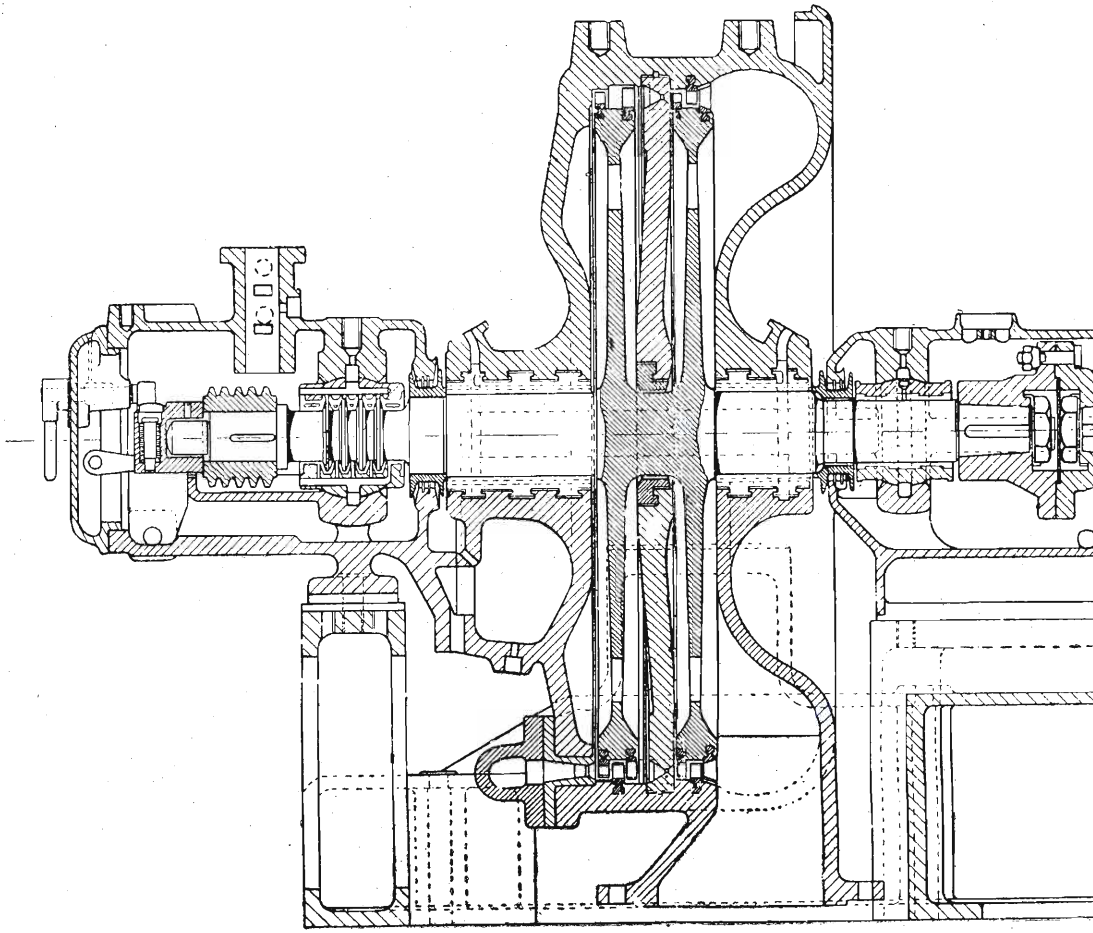
Dinamo per 220 V. con eccitazione in derivazione.

Potenza 150-160 kw.

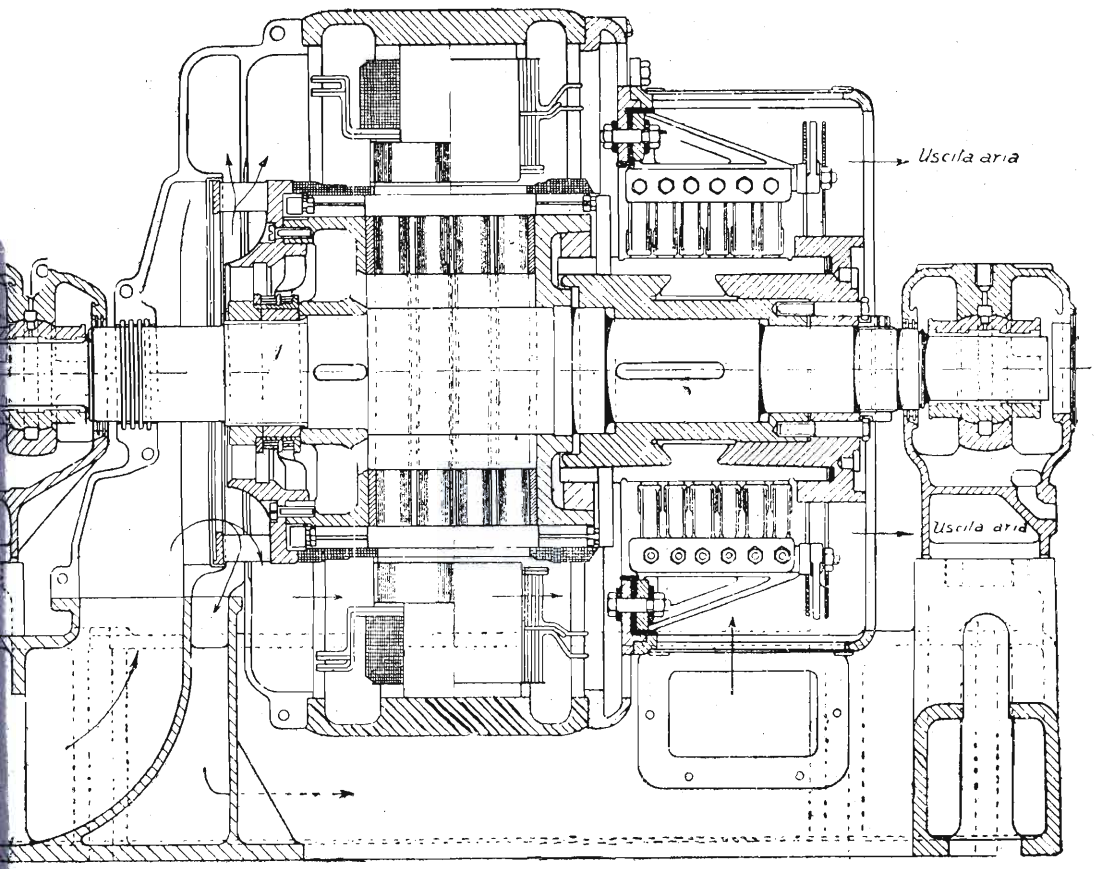
Giri 3000.

Dimensioni massime d'ingombro: altezza mm. 1200, larghezza mm. 1600, lunghezza mm. 2970.

Peso: 5600 kg.



Turbodinamo S. T



150 - 160 Kw. 220 V.

Basamento e supporti (fig. 329).

Il basamento è in ghisa ed è comune alla turbina ed alla dinamo .Il rotore della turbina e l'indotto della dinamo sono sostenuti da 4 cuscinetti montati su 3 sopporti che sorgono dal basamento. Il sopporto centrale porta 2 cuscinetti fra il quale è il giunto rigido di unione degli alberi della dinamo e della turbina. Nel basamento è ricavato un condotto che serve per la ventilazione della dinamo.

I cuscinetti sono di ghisa guarniti di metallo bianco con lubrificazione mediante circolazione forzata d'olio. Il raffreddamento non è ad acqua, ma viene fatto dall'olio stesso.

Il cuscinetto posteriore della turbina ha gli anelli per il reggispinta.

Turbina.

Il cilindro della turbina è in ghisa ed è diviso in due parti: le tubazioni di vapore, le valvole di manovra e gli altri accessori sono fissati alla parte inferiore per modo che le operazioni per sollevare la parte superiore e visitare internamente la turbina sono molto semplificate.

Tutto il rotore della turbina è di acciaio fucinato in un sol pezzo. Le ruote sono due e ciascuna porta una doppia fila di palette.

Fra i due ordini di palette di ogni ruota vi è un settore fissato al cilindro della turbina il quale porta delle palette con curvatura inversa a quelle mobili che funzionano da raddrizzatrici per il passaggio del vapore dalla prima alla seconda fila di palette di ciascuna ruota.

Un diaframma munito di ugelli separa nel cilindro le due ruote.

Il vapore attraverso la valvola d'ammissione (A) (fig. 330) e la valvola di distribuzione (B) giunge alla camera degli ugelli (D). Negli ugelli si espande e va quindi alla prima ruota. La valvola *C* che manovra degli ugelli supplementari serve per il sovraccarico.

Il vapore dopo aver lavorato sulle palette delle ruote, passa nella camera di scarico della turbina, e quindi al condensatore attraverso un raccordo posto sotto il cilindro.

L'albero della turbina attraversa l'involucro con tenute a labirinto, munite degli accessori e dei raccordi necessari per far circolare il vapore internamente ed impedire l'uscita del vapore dalla prima camera o l'entrata dell'aria nella camera di comunicazione con lo scarico.

Regolatore di velocità.

Il regolatore di velocità (H) (fig. 330) è a forza centrifuga, e comanda attraverso un sistema di leve un distributore d'olio (G). L'olio agendo sullo stan-

tuffo del servomotore (E) lo fa alzare od abbassare variando in tal modo l'apertura della valvola di distribuzione.

La parte superiore del servomotore (E) è costituita da un cilindro entro il quale si muove lo stantuffo.

Al cilindro fanno capo due condutture d'olio che partono dal distributore (G) e sboccano una al disopra, l'altra al disotto dello stantuffo.

La leva (6) che comanda il distributore ha il fulcro sull'asse del regolatore dalla parte opposta al distributore, rispetto al fulcro, questa leva è collegata ad una bilancia a molla (I) che serve per regolare a mano il numero dei giri.

Quando la leva (6) è orizzontale il pistoncino del distributore copre i fori di entrata e di uscita dell'olio. Regolando l'apparecchio in modo che questa posizione della leva si abbia per la velocità di regime, allora ogni variazione di velocità provoca un movimento della leva (6) e di conseguenza uno spostamento del pistoncino, che dà luogo all'affluire dell'olio al disopra o al disotto dello stantuffo del servomotore, il quale a sua volta muove la valvola di distribuzione alla quale è collegato.

Il pistoncino del distributore deve coprire le luci di entrata e di uscita dell'olio con un ricoprimento di 0,5 mm. per parte quando la leva (6) è orizzontale; per ottenere ciò l'unione del pistoncino alla leva (6) è fatta con un asse formato da una vite di pressione.

Nella fig. 330 è indicato con frecce piene il percorso dell'olio che si ha quando il pistoncino del distributore (G) si abbassa, con frecce tratteggiate quello che si ha quando si alza.

Congegno di sicurezza a scatto automatico.

La macchina è provvista di un congegno di sicurezza destinato ad arrestare la macchina quando la velocità oltrepassa la velocità normale. Tale apparecchio funziona per forza centrifuga e agisce su di un distributore speciale del servomotore.

Nella parte anteriore dell'albero della turbina (sezioni e-f-k-l fig. 330, 331, 332) è disposto eccentricamente un perno (K) tenuto a posto da una molla a spirale. Oltre un determinato numero di giri (10 % in più della velocità normale) la forza centrifuga agente sul perno riesce a vincere l'azione della molla ed allora il perno, spinto fuori, provoca lo scatto del congegno attraverso il seguente gioco di leve: la leva (1) libera la leva (2) e disimpegna la leva (L) che è richiamata dalla molla a spirale (e) determinando mediante le leve 4, 3, 5 l'abbassamento del pistoncino (F) del distributore speciale. Si apre allora la luce d'immissione dell'olio della parte superiore dello stantuffo, del servo-

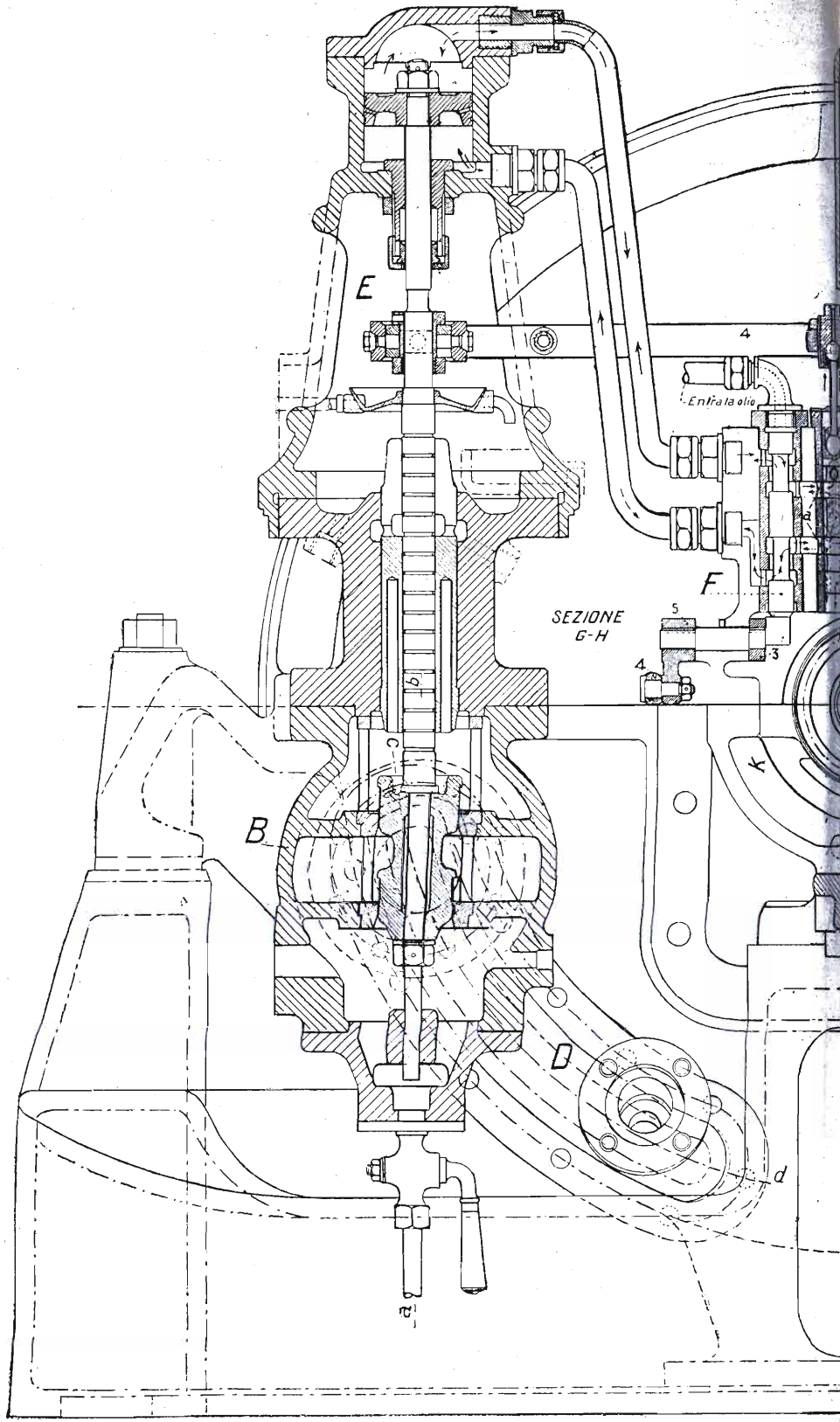
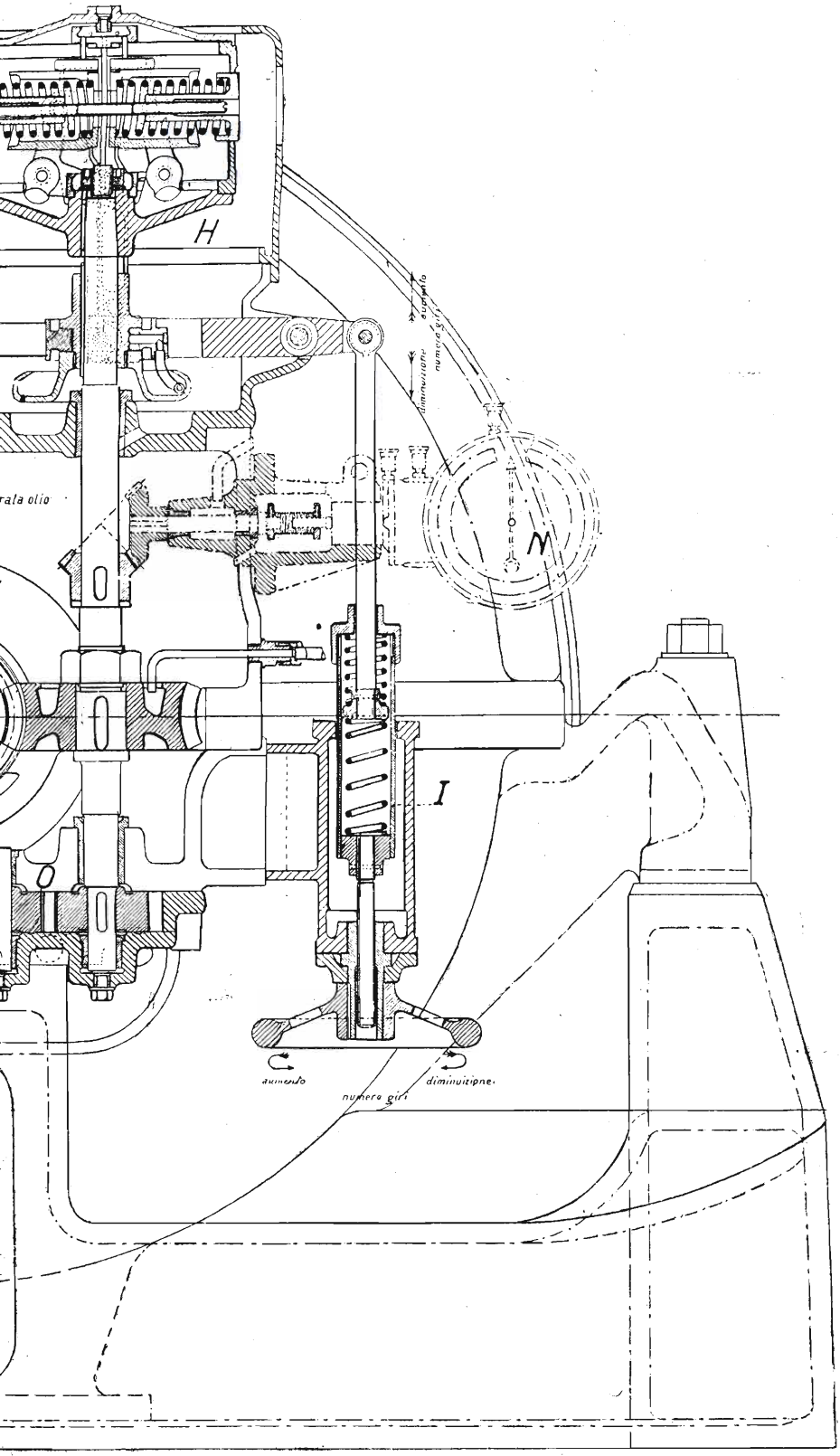


Fig. 330. — *Sistemazione della distribuz*



elle turbodinamo da 150 e 160 K.W.

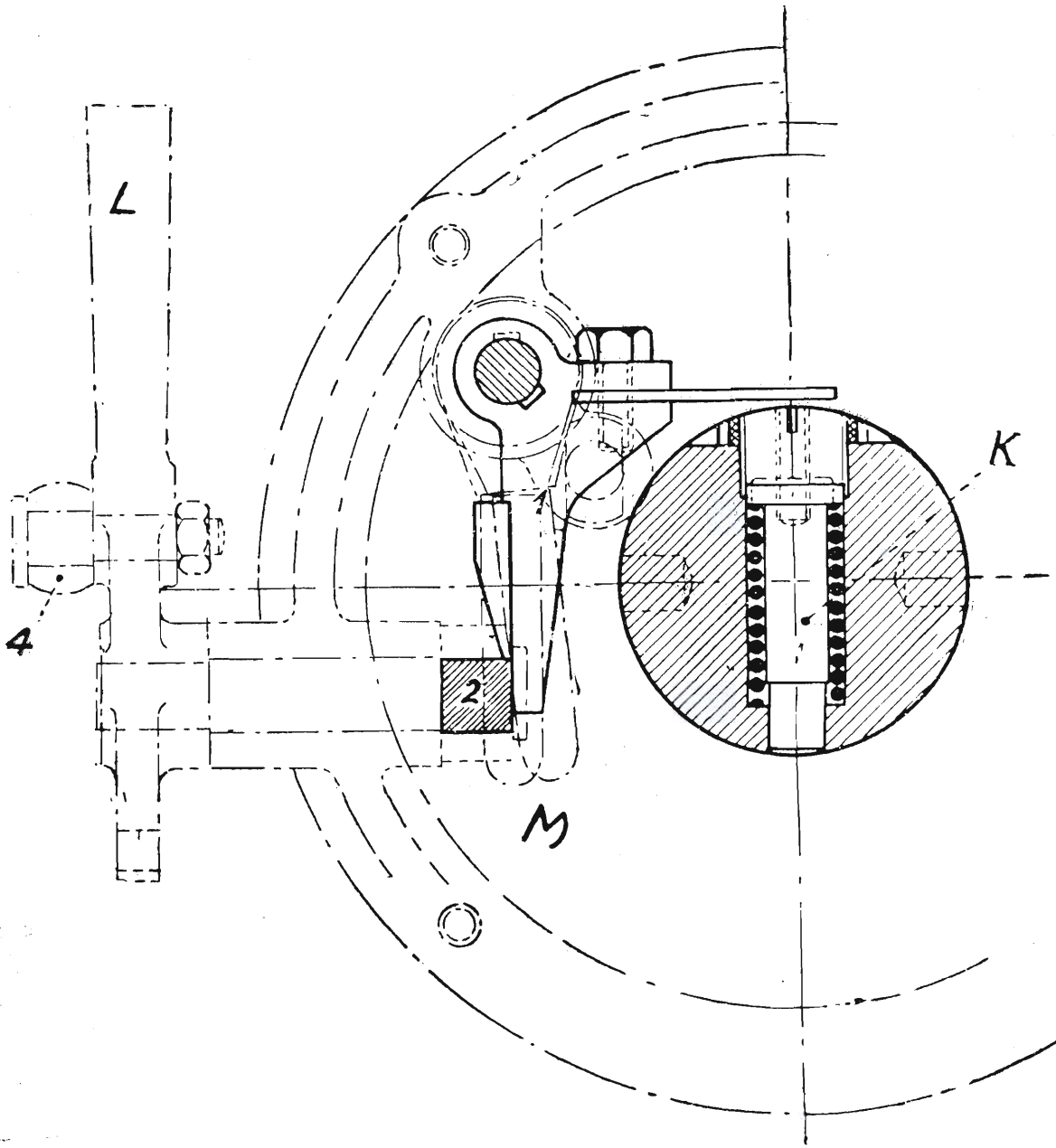
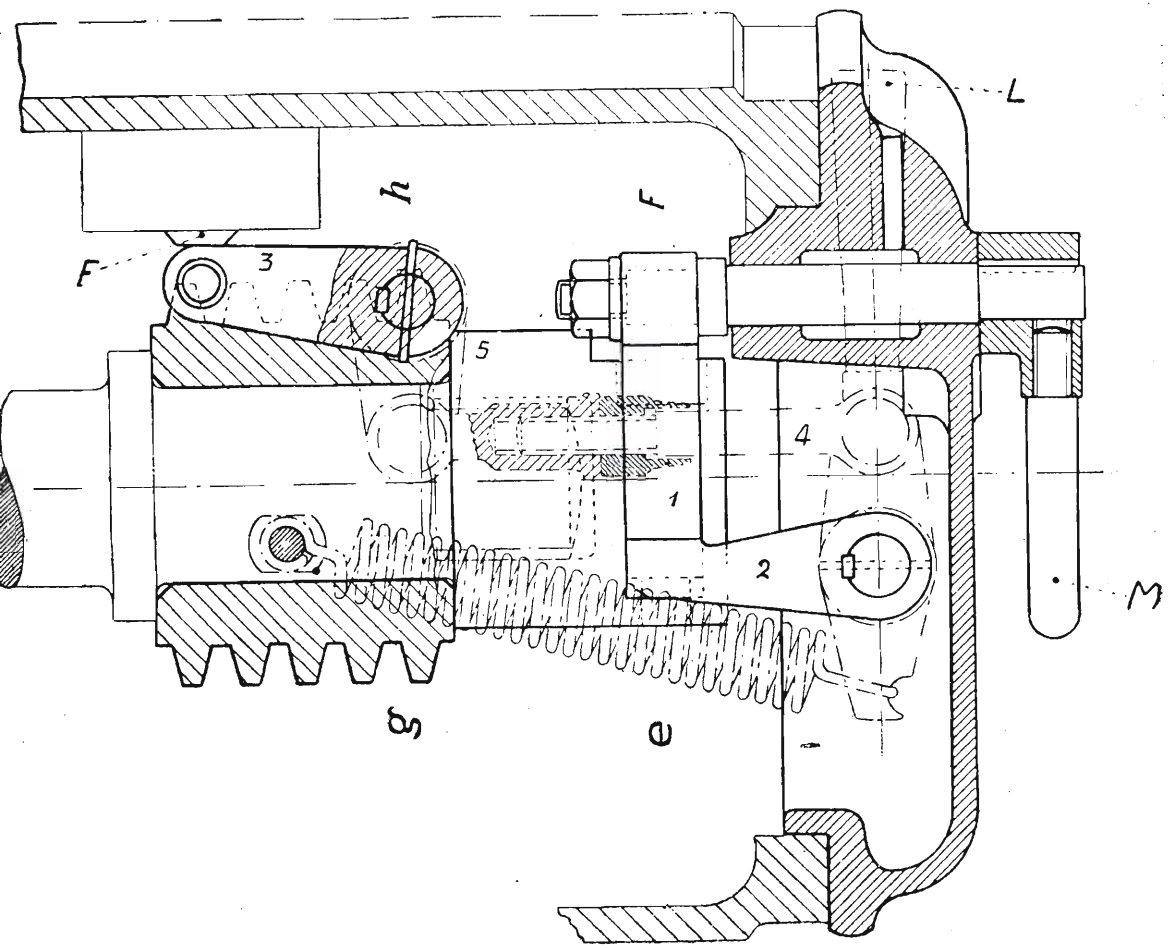


Fig. 331.
Sezione e-F

motore (E) (fig. 330) e quella di scarico della parte inferiore per cui lo stantuffo si abbassa e chiude completamente la regolatrice B.

La molla del perno (K) è regolata in modo che lo scatto avvenga quando il numero dei giri supera 3300.



LEGGENDA DELLE FIGURE N. 330 - 331 - 332 e 333

A - Valvola d'immissione
B - Valvola regolatrice
C - Valvola degli ugelli per sopraccarico.
D - Settore ugelli
E - Servomotore
F - Distributore per scatto automatico.
G - Distributore per la regolazione
H - Regolatore „ Hartung „
I - Bilancia a molle per variazione numero giri 5 %.
K - Regolatore di sicurezza
L - Leva di disinserimento
M - Leva di disinserimento
N - Tachimetro.
O - Pompa ad ingranaggi per l'olio

Fig. 332.

Sezione K - L

Per rimettere il distributore (F) alla posizione normale occorre attendere che il numero dei giri della turbina sia ridotto a circa 2500, in modo che il perno (K) richiamato dalla propria molla rientri, poi si tende la molla a spirale mediante la leva (L) e si lascia armata tale leva agendo sul manubrio (M) che porta la leva (1) a scontrare con la (2).

Manovrando a mano la leva (M) quando il congegno è armato si può provocare l'immediata chiusura della valvola di distribuzione.

LUBRIFICAZIONE.

La lubrificazione è fatta con olio sotto pressione tenuto in circolazione da una pompa ad ingranaggi calettata sull'asse del regolatore.

La pressione dell'olio nella conduttura principale viene regolata al valore di 2-3 Kg./cm^2 mediante una valvola di « troppopieno » posta su di una derivazione della conduttura che va direttamente dalla uscita della pompa al serbatoio.

I distributori f e G (fig. 330) del servomotore, ricevono direttamente l'olio dalla pompa ad ingranaggi (O); mentre lo scarico è convogliato nella cassa dell'ingranaggio che muove l'albero verticale per lubrificarlo.

La mandata d'olio nei cuscinetti è derivata dal refrigerante e lo scarico avviene nel serbatoio da dove aspira la pompa (O); la pressione in questo ramo della tubazione deve essere di 0,2-0,3 Kg./cm^2. Nella fig. 333 è riportato lo schema della circolazione d'olio.

Sul circuito dell'olio è inserito un filtro munito di reticella di ottone che impedisce alle impurità di entrare nel circuito ed ostruirlo.

Il refrigeratore è del tipo « condensatore a superficie » in esso l'olio scorre nell'interno di tubetti di rame circondato dall'acqua di raffreddamento. La pressione dell'acqua nei refrigeratori non deve essere superiore a 1 Kg./cm^2.

Le tubazioni sono munite di manometri che permettono di controllare la pressione dell'olio nei vari circuiti e quella dell'acqua nel refrigeratore.

Durante l'avviamento la circolazione dell'olio è ottenuta mediante una pompa a mano.

AVVIAMENTO DELLE TURBODINAMO.

Prima dell'avviamento accertarsi che siano aperti gli spurghi della tubazione di ammissione a quelli della valvola di distribuzione (B) onde evitare trascinamenti d'acqua in turbina.

Aprire le valvole che danno vapore alle tenute a labirinto; con ciò si ottiene il riscaldamento della camera interna della turbina.

Azionare la pompa a mano per l'olio (non è visibile nelle tavole), la

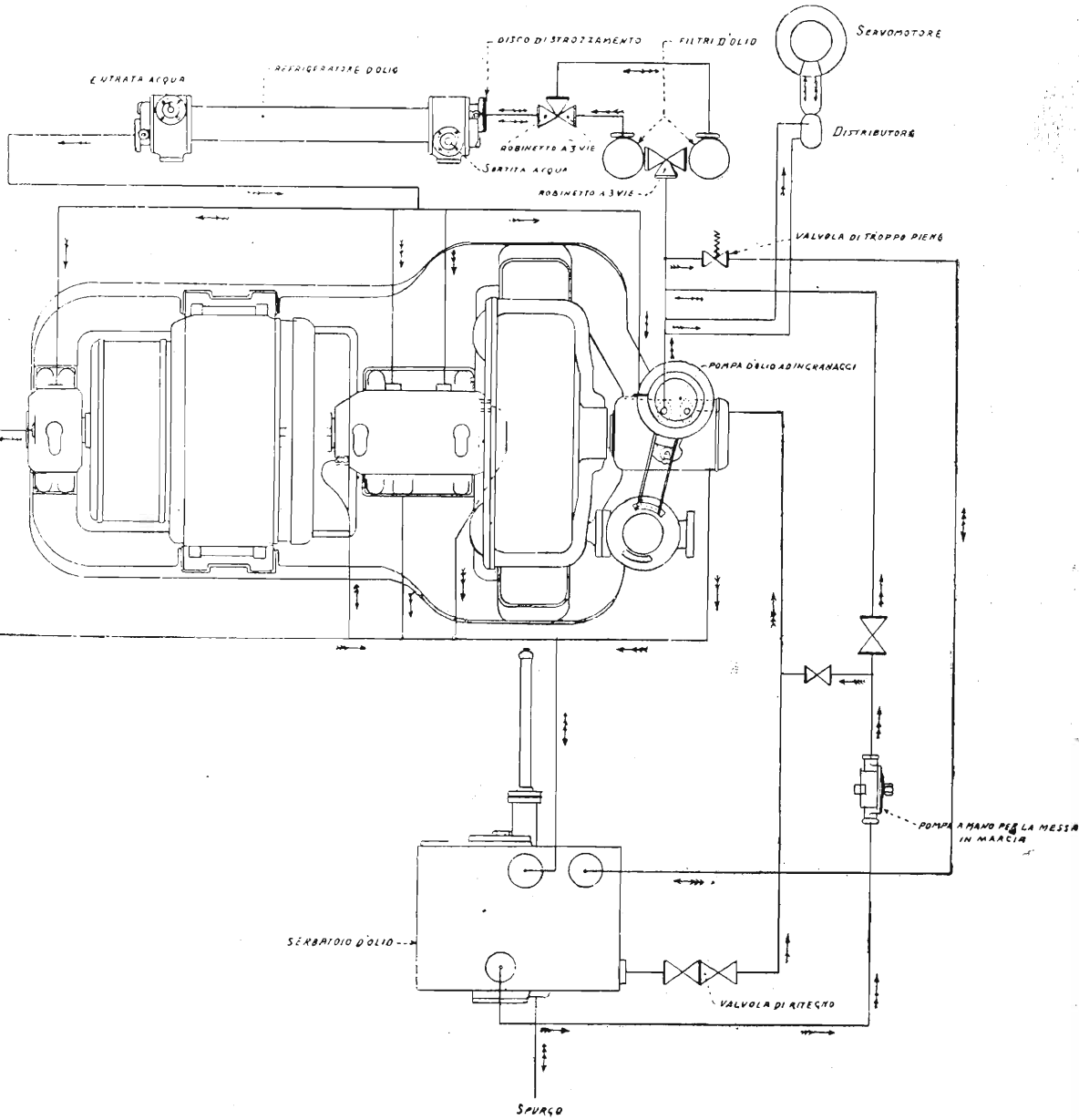


Fig. 333.

Schema della tubazione d'olio

quale serve sia per iniziare la lubrificazione, sia per mandare pressione al servomotore e quindi provocare l'apertura della valvola di distribuzione (B).

La pompa a mano deve essere tenuta in moto fino a che la turbina abbia raggiunto il numero di giri sufficiente ad assicurare il funzionamento della pompa ad ingranaggi. Raggiunta tale velocità che è di circa 500 giri, si smette di azionare la pompa e si osserva la pressione dell'olio indicata dal manometro, se questa non diminuisce si apre gradualmente la valvola (A) d'immissione del vapore sino ad ottenere la velocità normale di 3000 giri. La valvola di presa viene quindi completamente aperta, e la turbina può essere messa sotto carico.

Il periodo di avviamento ha la durata di 8 minuti.

Prima di dare carico alla dinamo, verificare il funzionamento dello scatto automatico, facendolo funzionare a mano mediante al leva M (fig. 332).

Allorchè la turbina comincia a girare si debbono chiudere i rubinetti di spurgo.

ARRESTO DELLA TURBODINAMO.

Per arrestare il complesso chiudere la valvola d'immissione. Dopo di ciò togliere il vapore ai labirinti ed aprire gli spurghi. Dopo l'arresto lasciare

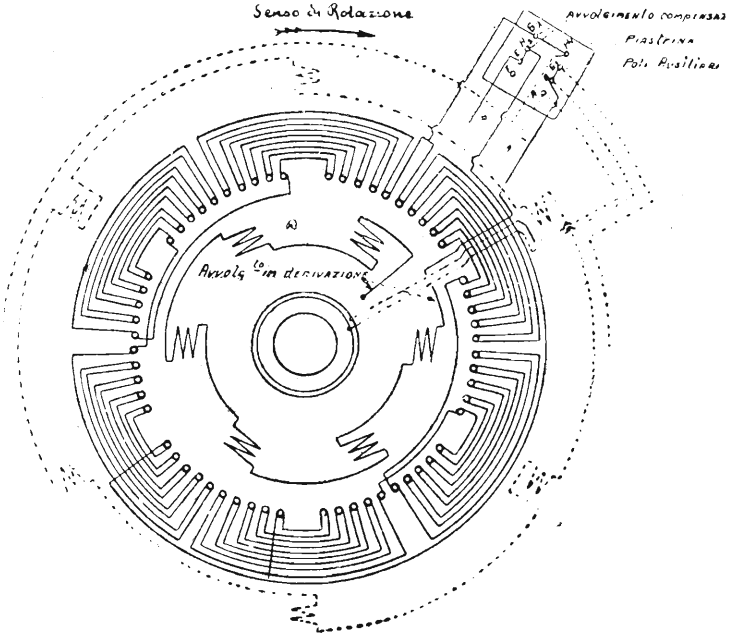


Fig. 334.

Schema dei collegamenti T. G. V. 50/20 × 6

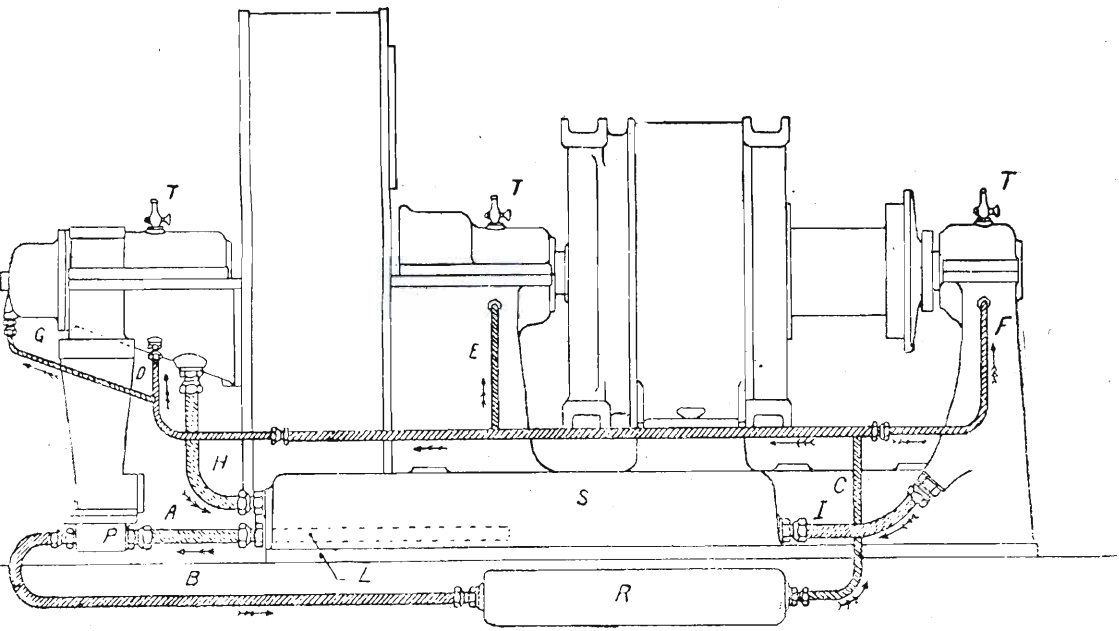
ancora per qualche tempo in funzione la pompa d'aria del condensatore, per togliere completamente tutto il vapore e la umidità che si trova nella turbina.

Chiudere la valvola di mandata dell'acqua al refrigerante lasciando aperta quella di scarico. In ultimo chiudere anche la valvola di presa del vapore.

DINAMO.

La dinamo del tipo protetto autoventilato, è esapolare con eccitazione in derivazione, poli ausiliari ed avvolgimenti di compensazione.

Il circuito compensatore è « shuntato » da una resistenza induttiva, formata da spirali di filo di ferro, immersa in olio, e di valore tale da assicurare una buona compensazione. Questa resistenza è induttiva per evitare che durante gli sbalzi di carico si abbia squilibrio nella suddivisione di corrente fra lo shunt ed il circuito di compensazione e quindi scintillio al collettore.



A - Aspirante pompa olio
B - Premente " " al refrigerante
C " olio dopo il "
D " olio primo cuscinetto
E " olio secondo "
F - Premente olio terzo cuscinetto
G - " " regolatore
H - Scarico " primo cuscinetto
I - " " terzo "
L - Filtro d'olio
P - Pompa "
R - Refrigerante d'olio
S - Serbatoio d'olio
T - Rubinetti di spia

Fig. 335.

La carcassa della dinamo è in acciaio fuso ed è fissata al basamento da quattro bulloni. L'albero del motore è in acciaio forgiato, ritenuto come si è detto, alle due estremità; esso è collegato con giunto rigido all'asse della turbina.

Nelle espansioni polari, costituite da pacchi di lamierini di ferro, sono praticati i canali per l'avvolgimento di compensazione.

INDOTTO - COLLETTORE - SPAZZOLE.

Il nucleo dell'indotto è formato da dischi di lamierino di ferro dolce isolati fra loro con carta sottilissima e tenuti assieme da robusti anelli frontali in acciaio. I lamierini sono riuniti in pacchi separati da canali di ventilazione. Sul nucleo sono praticate 72 scanalature, in ciascuna delle quali alloggiano

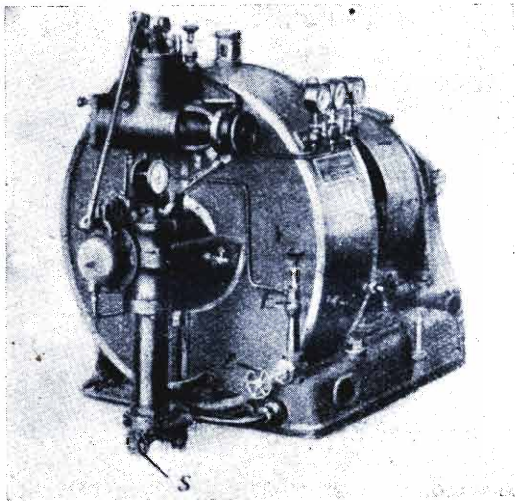


Fig. 336.

4 fili dell'avvolgimento indotto. L'avvolgimento è del tipo parallelo embriciato a 4 strati. Il numero dei fili è 288, il passo anteriore è 49 e quello posteriore 47. L'avvolgimento è provvisto di connessioni equipotenziali.

Le piastrine del collettore sono fissate sulla lanterna (fig. 329), con incastri a coda di rondine ed anelli di serraggio messi a caldo.

Le spazzole di carbone sono montate su sei mensole porta-spazzole, collocate in corrispondenza del segno marcato sull'arco portaspazzole.

Ogni linea di spazzole è composta di sei elementi, le mensole portaspaz-

zole, disposte a 60° l'una dall'altra, sono sostenute da una lanterna che può ruotare per orientare le spazzole nella giusta posizione rispetto al piano neutro.

I carboni di ciascuna linea sono spostati assialmente rispetto a quelli della linea successiva, in modo che le spazzole vengano a strisciare su tutta la superficie del collettore ed il consumo del collettore sia uniforme.

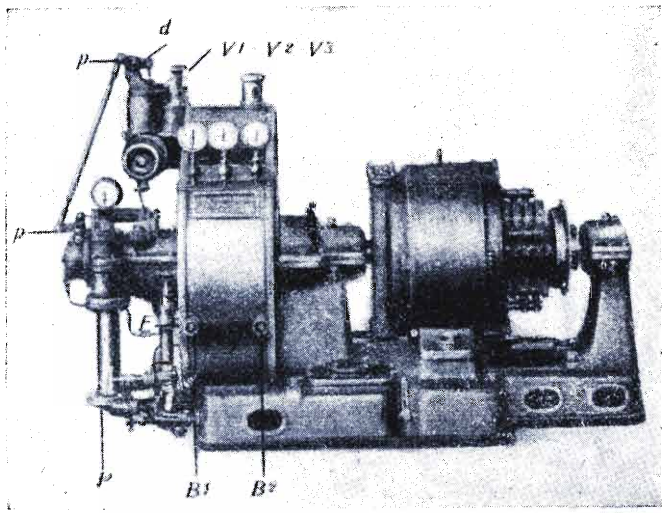


Fig. 337.

Il collegamento delle file di spazzole aventi eguali polarità è fatto con settori di rame isolati, da cui partono i due conduttori di rame che vanno ai serrafili della macchina. Le connessioni del circuito compensatore con lo shunt induttivo, sono interne. La fig. 334 indica lo schema degli avvolgimenti.

VENTILAZIONE.

Sull'asse dell'indotto, dalla parte opposta al collettore è montata una ventola la quale aspira l'aria da un'apertura praticata sul basamento e la convoglia, attraverso i canali praticati anch'essi sul basamento, verso l'indotto e gli induttori da una parte, e verso il collettore dall'altra, come è indicato dalle frecce in fig. 329.

La quantità d'aria necessaria per una ventilazione efficace è di mc. 145 al minuto primo.

L'aria aspirata dall'esterno, prima di entrare nella turbodinamo, passa attraverso un filtro dove deposita il pulviscolo e l'umidità che essa contiene in sospensione.

L'aria calda che esce dalla macchina si scarica nel locale dove il rinnovamento dell'aria è effettuato mediante gli ordinari sistemi di ventilazione ed estrazione.

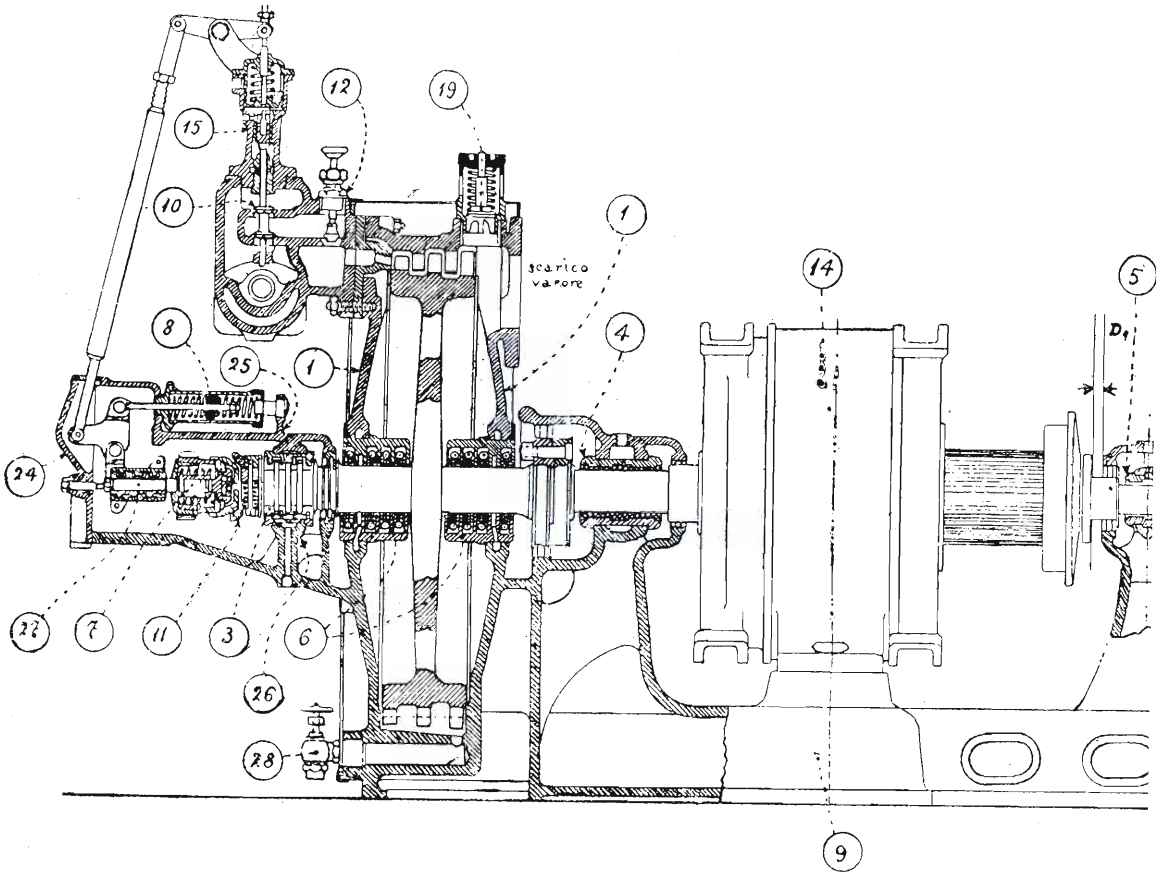


Fig. 338.

§ 120 — **Turbodinamo Tosi da 30 Kw.**

La turbina è del tipo ad azione con una sola ruota a tre salti di velocità, (figg. 336, 337, 338, 339). La dinamo è collegata alla turbina mediante giunto rigido sull'asse. Il basamento del complesso è unico. Nel montamento della macchina bisogna tener presente che la tubazione di spurgo del cilindro della turbina, derivata dalla valvola S (fig. 336), deve scaricare nel punto più basso del condensatore o della pompa d'aria, in modo da rendere sicura l'evacuazione dell'acqua di condensazione.

NORME PER L'AVVIAMENTO E L'ARRESTO DEL GRUPPO.

1°) Si lubrificano con poche gocce di buon olio da macchina le articolazioni visibili degli organi di distribuzione, meno l'asta della valvola di ammissione del vapore (sulla quale altrimenti si produrrebbero incrostazioni dovute al disseccarsi dell'olio sottoposto a temperatura elevata).

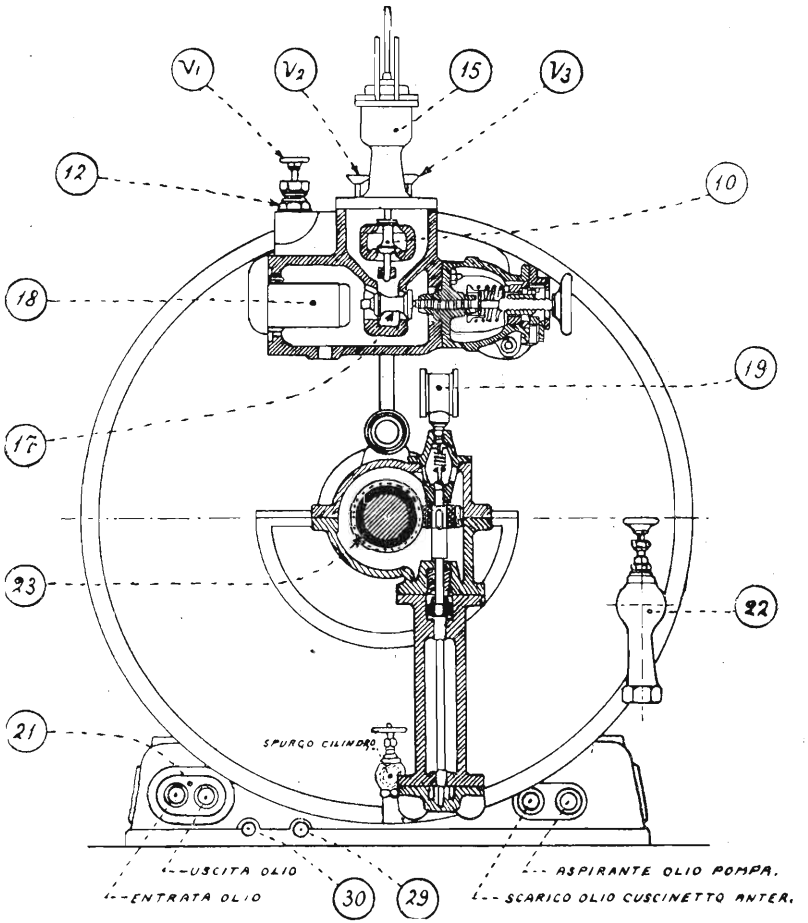


Fig. 339

2°) Si apre la valvola di presa d'acqua del refrigerante dell'olio assicurandosi che quella di scarico sia anch'essa aperta.

3°) Si apre la valvola di intercettazione sullo scarico della turbina.

4°) Si aprono gli spurghi del cilindro e della tubazione del vapore.

5°) Si apre lentamente la valvola di presa VP in modo che il gruppo assuma gradualmente — in circa 5 minuti primi — la velocità normale.

Per l'arresto della macchina valgono le stesse norme indicate per i gruppi precedentemente descritti.

NORME GENERALI PER LA CONDOTTA E LA MANUTENZIONE. (Fig. 335).

Occorre sorvegliare la circolazione d'acqua nel refrigerante dell'olio e quella per il raffreddamento dei cuscinetti.

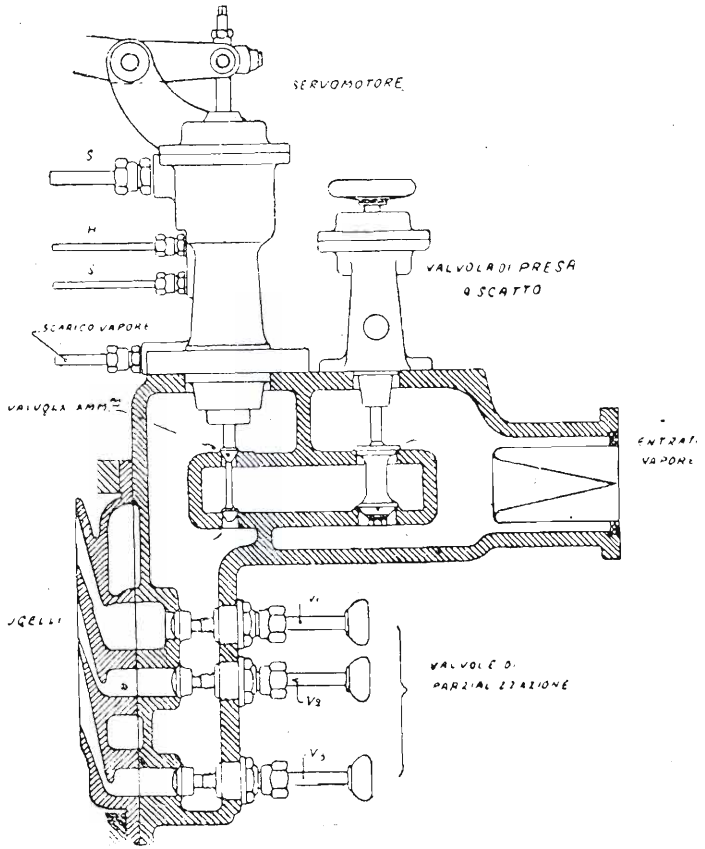


Fig. 340.

La pressione dell'acqua nel refrigerante deve essere tale che l'olio esca ad una temperatura non superiore ai 60° C. per temperatura ambiente di circa 35°.

La pressione dell'olio indicata dal manometro centrale deve essere di circa un'atmosfera. Il livello dell'olio nel serbatoio deve mantenersi costante. L'ac-

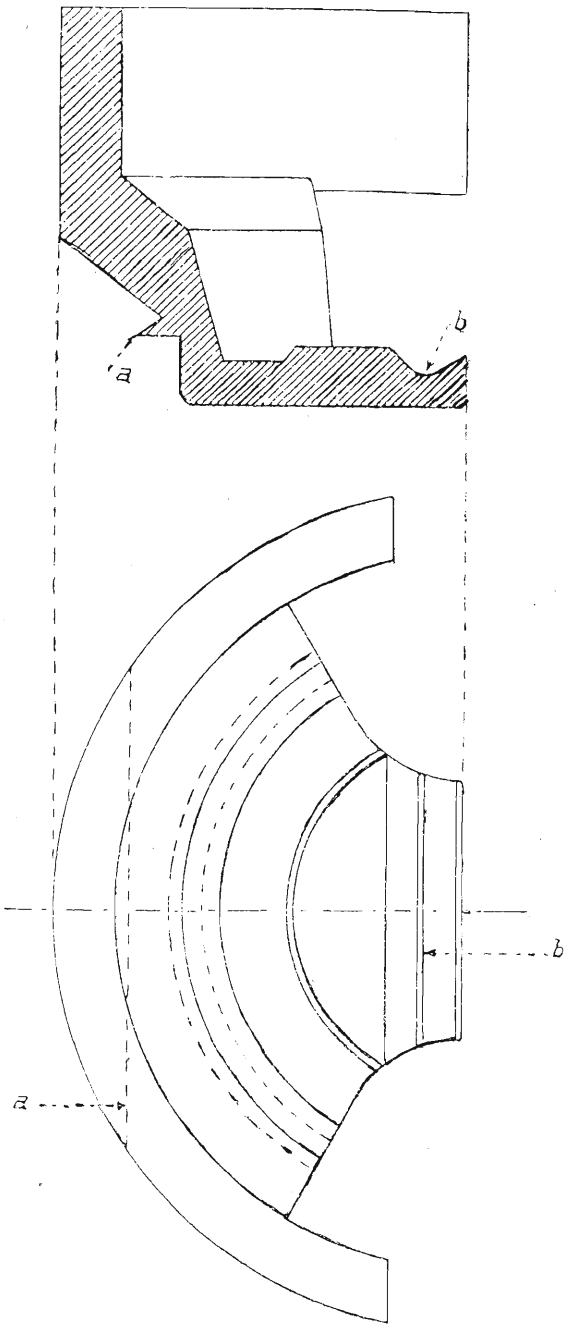


Fig. 341.

Massa del regolatore di velocità T. D. Tosi - 30 Kw.

qua eventualmente depositata nel fondo del serbatoio, va estratta dall'apposito rubinetto di fondo.

Pulire accuratamente il serbatoio, la tubazione dell'olio, ed i cuscinetti dopo ogni mille ore di funzionamento. L'olio estratto dal serbatoio, può essere ricuperato in buona parte previa bollitura e filtrazione.

Eseguire frequenti ispezioni al refrigerante dell'olio, onde accertarsi che non esistano perdite d'acqua. Lubrificare il tachimetro, con olio puro a mezzo dell'apposito lubrificatore.

L'apertura di una o più valvole di parzializzazione V_1 V_2 V_3 (fig. 340) dipende dal carico, dal valore della pressione del vapore e da quello del vuoto del condensatore. E' necessario attenersi caso per caso alle indicazioni riportate nella tabella incisa sulla targhetta applicata ad ogni macchina.

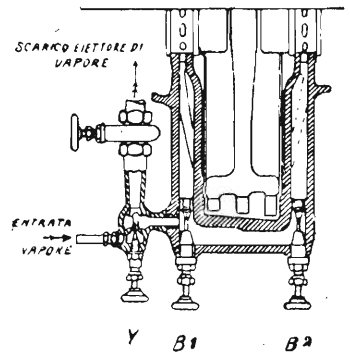


Fig. 342.

Le cause di un eventuale cattivo funzionamento del regolatore di velocità si devono ricercare in attriti anormali dei perni *p* della distribuzione e del regolatore, oppure dell'asticina *d* (fig. 337) della valvola d'ammissione. Occorre allora smontare tali parti per verificarle attentamente e togliere i difetti che vi si riscontrassero.

Quando si ferma la macchina, ed in ogni caso almeno una volta alla settimana, si deve controllare il funzionamento dello scatto di sicurezza facendo assumere al gruppo una velocità del 10 % superiore alla normale.

La tenuta dei manicotti a carbone all'estremità dell'albero è assicurata mediante circolazione di vapore nelle corone. Mediante le valvole B_1 e B_2 (fig. 337) si regola il vapore ai manicotti in modo che, tanto nel funzionamento con scarico al condensatore quanto con scarico all'atmosfera, si abbia sempre una leggerissima uscita di vapore dai manicotti.

Quando il gruppo viene installato a bordo si rilevano esattamente e si registrano le distanze D e D_1 (fig. 338) fra il piano del coperchio del cuscinetto (lato del collettore) ed il piano P del rotore della dinamo, corrispondenti rispettivamente l'una al rilievo fatto col rotore spinto verso la turbina, l'altro a quello fatto col rotore spinto nel senso opposto. La differenza fra le due distanze D e D_1 corrisponderà al gioco assiale del cuscinetto reggispinta. Ripetendo le misure a distanza di tempo si verifica se la differenza D e D_1 è aumentata e quindi se vi è stato consumo degli anelli del reggispinta. Se si riscontra un'usura superiore a 0,4 mm. è necessario sostituire il cuscinetto con un'altro di rispetto. Nella sostituzione bisogna, se occorre, ritoccare le piastrine di aggiustaggio del cuscinetto in modo che le distanze D e D_1 risultino eguali a quelle inizialmente registrate.

CAPITOLO XXIII

Gruppi elettrogeni

§ 121 — **Generalità**

Il valore del rendimento organico o meccanico di un motore che, come è noto, è il rapporto fra la potenza effettiva e quella indicata, dipende dalla quantità di lavoro assorbito dall'attrito dei vari organi in movimento.

Il lavoro assorbito dall'attrito, a sua volta, dipende dalle condizioni in cui sono mantenuti gli organi in movimento. Esso perciò può subire forti aumenti, tanto se le superfici sfreganti non sono ben levigate quanto se la loro posizione geometrica relativa non è esatta.

Il rendimento organico di una macchina alternativa peggiora quindi rapidamente per qualsiasi irregolarità nel funzionamento dei suoi organi. Difatti un'articolazione troppo stretta fà, per esempio, da freno alla macchina, un'aumento di temperatura ad un pernone ne produce la dilatazione e ne peggiora quindi le condizioni di lavoro; un'organo che non funziona secondo le linee geometriche stabilite sopporta sforzi eccezionali e determina sforzi anormali anche negli organi che ad esso sono connessi. Tutto ciò comporta non solo un aumento d'attrito, ma un maggior consumo degli organi e qualche volta anche gravi avarie. Sotto questo aspetto le turbine hanno vantaggi preminenti rispetto ai motori alternativi in genere (a vapore o endotermici) poichè le perdite per attrito sono in esse unicamente dovute ai cuscinetti supporti, al reggispinta, ed al comando dei regolatori.

§ 122 — **Lavori di rettifica e di manutenzione per i motori in genere**

VISITA E RETTIFICA DEI CUSCINETTI.

Si smonta il cuscinetto, si esamina lo stato della superficie del metallo bianco per constatarne la levigatezza e lo stato di consumo. Se nel metallo bianco sono praticate le scanalature dette « zampe di ragno » che servono per agevolare la lubrificazione, bisogna verificare che gli spigoli di esse non siano

troppo acuti, e che i canali non siano tappati. In fig. 343 sono indicati i profili che comunemente si danno alle zampe di ragno.

Dall'esame del cuscinetto si passa a quello dell'organo rotante sostenuto dal cuscinetto (asse o pernone, ecc.) il quale deve essere esente da rigature od asperità di qualsiasi genere nelle parti a contatto del cuscinetto. Se necessario si rettifica tale parte con tela a smeriglio molto fina, lavando poi tutto accuratamente con olio.

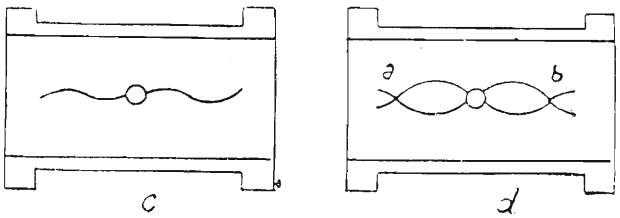


Fig. 343.

Per misurare il « lasco » di un cuscinetto si adoperano fili di piombo che vengono fissati, con un po' di sevo, trasversalmente al disotto del mezzo cuscinetto superiore. Generalmente si dispongono tre fili, due alle estremità ed uno al centro del mezzo cuscinetto. (Fig. 344).

I piombi debbono essere più corti della semicirconferenza del cuscinetto.

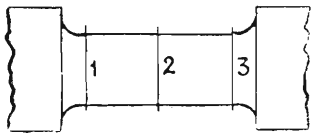


Fig. 344.

Ciò fatto si stringe il cuscinetto fino a portarlo al « serraggio » normale. I fili di piombo si schiacciano ed il loro spessore diventa eguale al lasco esistente tra l'asse ed il mezzo cuscinetto superiore. Tolto allora nuovamente il cuscinetto si misurerà con un « calibro » lo spessore alla metà di ogni filo ricavando così il lasco esistente alle estremità ed al centro del cuscinetto. Questa operazione che viene chiamata « prendere i piombi » si esegue durante l'aggiustaggio di un cuscinetto o quando se ne voglia constatare il consumo. Siccome il lasco deve essere uniforme, durante l'aggiustaggio « si prendono i piombi » e poi con un raschino si asporta del metallo bianco dai punti dove è necessario, fino a che le successive prove non dànno uno stesso spessore per i tre piombi.

Il filo di piombo da usarsi deve essere molto tenero e di diametro proporzionato al lasco che si sa o si prevede che debba esistere.

Se dalle verifiche eseguite risulta ad un cuscinetto un lasco eccessivo (in generale il lasco non deve superare di 0,2 mm. il valore normale che per ogni organo risulta dai lati costruttivi) è necessario ridurlo. Ciò si fa limando

della quantità di cui si vuol ridurre il lasco gli spessori interposti fra le due unità del cuscinetto.

Generalmente però non è necessario ridurre gli spessori con la lima perchè, oltre agli spessori normali, esistono quasi sempre spessori addizionali di carta di Spagna che si possono asportare.

La rettifica, il serraggio ed il montamento di un cuscinetto sono operazioni che vanno eseguite con molta cura e richiedono molta pratica.

In macchine di potenza limitata si può facilmente verificare a mano se esistono laschi eccessivi nelle articolazioni di organi principali. Così, per esempio, si può regolare il serraggio delle articolazioni di una biella svincolando una delle sue estremità, e facendo oscillare a mano la biella su l'altra estremità: dal modo come oscilla si può giudicare il serraggio del cuscinetto.

Nelle macchine « alternative » i cuscinetti che sono più soggetti ad ovalizzarsi sono quelli dei piedi di biella.

Un cuscinetto ovalizzato o le cui superfici di contatto sono comunque deteriorate va rettificato. Per far ciò si comincia col limare con attenzione il cuscinetto di tanto quanto basta per fare sparire le scabrosità o le rigature. Si usa prima una lima a taglio grosso e poi una a taglio fino se le scabrosità o le rigature sono molto profonde; oppure soltanto una lima a taglio fino se le scabrosità non sono profonde. Ciò fatto si stende sul pernone un leggero strato di minio sciolto nell'olio d'oliva, e lo si adatta sopra un mezzo cuscinetto. Facendo girare quest'ultimo intorno al pernone, e ben a contatto con esso, le parti della superficie che sfregano risultano tinte in rosso, mentre le altre rimangono del colore del metallo. Usando un raschino si asportano le parti tinte in rosso, che sono evidentemente quelle in rilievo e che vanno perciò abbassate. Ripetendo più volte l'operazione ed adoperando il raschino con precauzione si vedrà dopo ogni raschiatura che le zone di contatto si fanno sempre più larghe e più vicine. Quando finalmente la superficie da aggiustare risulterà uniformemente tinta in rosso in seguito allo strofinamento sul pernone, allora l'aggiustaggio è finito.

Nel limare e raschiare le superfici del cuscinetto, le zampe di ragno diventano meno profonde, perciò devono essere rifatte dopo l'operazione.

Prima di rimontare il cuscinetto converrà riprendere i piombi per poter dare il giusto serraggio. Il lasco ai cuscinetti deve essere compreso tra 0,15 e 0,3 mm. a seconda dei tipi di macchina. Se con laschi di quest'ordine di grandezze si verifica il riscaldamento di un cuscinetto ciò non dipende dall'eccessivo serraggio ma si deve attribuire o a cattivo mutamento e rettificazione di organi, o a cattiva lubrificazione e refrigerazione, ecc.

Se un cuscinetto subisce un riscaldamento eccessivo allora come si è

detto, il metallo bianco si fonde. In questo caso (oppure quando il metallo bianco in seguito ad aggiustaggi precedenti è ridotto ad uno spessore così piccolo da non consentire ulteriori aggiustaggi) bisogna nuovamente ricoprire il cuscinetto di altro metallo bianco e quindi rifare l'aggiustaggio.

Nella verifica dei cuscinetti principali di banco di una macchina alternativa basta controllare lo stato della superficie del mezzo cuscinetto superiore perchè in genere il consumo è identico per tutti e due i mezzi cuscinetti.

Per le turbine invece il mezzo cuscinetto superiore non lavora mai nè deve lavorare, quindi dalla semplice visita di esso non si può controllare altro che l'abbassamento dell'asse. E' necessario perciò verificare anche quello inferiore: ciò si fa mettendo in forza l'asse della turbina con un martinetto sistemato in vicinanza del cuscinetto supporto e facendo girare a mano la turbina il che determina la rotazione anche del mezzo cuscinetto inferiore che così può essere tolto.

Rettifica della posizione dello stantuffo.

Un cuscinetto sia o pur no provvisto di metallo bianco dopo l'aggiustaggio si assottiglia. Ciò fa sì che in una macchina alternativa, dopo ripetuti aggiustaggi dei cuscinetti della testa e del piede di biella, lo stantuffo si sarà avvicinato al fondo del cilindro, col quale potrebbe anche andare a contatto in fine corsa se l'abbassamento è notevole. Perciò dopo la rettifica dei cuscinetti suddetti è necessario sempre verificare gli spazi morti, specialmente quello della parte dell'asta dello stantuffo. Se l'abbassamento risulta notevole, bisognerà correggerlo. Ciò si fa interponendo fra la biella ed il cuscinetto della manovella uno spessore di lamiera di ottone o di ferro.

Per verificare lo spazio morto inferiore si sconnette la biella dalla manovella o dall'asta dello stantuffo, si assicura quest'ultimo all'apparecchio di sospensione e poi lo si fa scendere fino a toccare, il fondo del cilindro. Lo spazio morto si ricava allora dalla differenza fra la posizione segnata sull'asta dello stantuffo in questo caso, e quella che essa raggiunge invece in fine di corsa quando la biella è montata.

Per misurare lo spazio morto superiore si introducono delle sostanze plastiche (piombo o mastice al magnesio) fra lo stantuffo ed il coperchio del cilindro. Si fa fare allo stantuffo una corsa complessa e si ricava il valore dello spazio morto misurando lo spessore assunto dalla sostanza introdotta, la quale è rimasta schiacciata fra il coperchio del cilindro e lo stantuffo.

RETTIFICA DELLE GUIDE PER ASTE DI STANTUFFO.

Le aste di stantuffo sono spesso munite di un « pattino » scorrevole sopra una « guida ». Anche qui lo sfregamento del pattino sulla guida determina il consumo delle superfici di contatto e quindi la srettificazione dell'asta.

In seguito a tale consumo si verifica un urto del pattino contro la guida a fine di corsa, e l'ovalizzazione del foro di passaggio del premi baderna dell'asta.

In generale il consumo non è uniforme perchè l'attrito fra le superfici è maggiore a metà corsa dello stantuffo che non a fine corsa. Perciò occorre prima di ogni altro rettificare i piani di contatto e dopo centrare l'asta aggiungendo degli spessori sotto il pattino oppure fra la guida e la colonna su cui è fissata, se quello, come spesso accade, è di pezzo con l'asta.

Gli urti, che per effetto del consumo delle superfici striscianti, si determinano fra pattino e guida ad ogni inversione del moto dello stantuffo, si trasmettono anche allo stantuffo le cui fasce elastiche vengono così assoggettate ad un tormento eccessivo che ne accelera il consumo e può produrne la rottura. Inoltre le guarnizioni dell'asta dello stantuffo, per i bruschi movimenti laterali di questa si consumano rapidamente.

I metalli di cui sono costituiti il pattino e la guida sono scelti in modo che l'attrito fra di essi sia minimo. Perciò si usa il bronzo per la guida e l'acciaio per il pattino, oppure il bronzo per il pattino e la ghisa per la guida; il risultato migliore si ottiene però adoperando un rivestimento di metallo bianco per il pattino e la ghisa per la guida.

Tutti gli organi secondari delle macchine alle quali è applicato un sistema a guida, esigono le identiche cure e rettifiche.

FUSIONE ED AGGIUSTAGGIO DEL METALLO BIANCO.

Il metallo bianco è una lega di stagno, antimonio, rame.

Tale lega di aspetto bianco lucente (da cui il nome) ha la proprietà di essere inossidabile e di avere una temperatura di fusione molto bassa, di essere di facile lavorazione perchè molto tenera e di avere, con l'acciaio e gli altri metalli in genere, un basso coefficiente d'attrito.

La fusione del metallo bianco su un cuscinetto deve essere eseguita di preferenza in un arsenale; a bordo, vien fatta solo in casi eccezionali.

Per tale operazione è necessario adoperare una forma a *nucleo*, cioè un cilindro di ghisa di diametro un po' inferiore a quello che deve avere internamente il cuscinetto ad aggiustamento ultimato. La forma si colloca nel cusci-

netto in modo che sia concentrica ad esso, e quindi si cola il metallo fuso fra la forma ed il cuscinetto.

Prima di eseguire una nuova fusione si deve asportare completamente il metallo bianco preesistente e lavare la parte sulla quale deve avvenire la fusione con acido solforico o con acido muriatico diluiti; stagnare la superficie di queste parti come si fa per i vasi da cucina, e riscaldare a sufficienza il cuscinetto affinchè il metallo bianco si attacchi bene al bronzo. Nell'applicare la forma si deve aver cura di turare con terra refrattaria tutte le vie di sfuggita che potrebbe trovare il metallo fuso.

Dopo la fusione si esegue una prima sgrossatura del metallo bianco e quindi lo si comprime mediante martellatura (o compressione quando se ne hanno i mezzi); tale operazione si può ripetere se si giudica necessario anche dopo una seconda sgrossatura.

Si tornisce poi il cuscinetto fino a lasciare un millimetro o poco più di metallo eccedente. Indi si procede all'aggiustaggio con raschino.

Un cuscinetto avariato perchè parte del metallo bianco si è fuso in seguito a riscaldamento può essere riparato colando nuovo metallo bianco nelle zone in cui è avvenuta la fusione. Queste devono essere preventivamente preparate facèndovi con lo scalpello delle cavità di forma regolare che debbono essere sgrassate con acidi diluiti.

Ricambio di baderne.

Le aste degli stantuffi di alcune macchine alternative (pompe, compressori, ecc.) passano attraverso baderne che impediscono le perdite dal fondo del cilindro.

Le baderne possono essere, a seconda del tipo di macchina, il Tuk, di canapa o di cotone. Esse vengono situate dentro una camera cilindrica che circonda l'asta dello stantuffo ed il cui tappo a vite le tiene a posto e le fa aderire all'asta. Le baderne si tagliano in modo che le estremità combacino perfettamente quando sono strette nella camera; per realizzare una tenuta perfetta si dispongono in modo che le linee di congiungimento di baderne successive non capitino tutte su una stessa generatrice della superficie cilindrica della camera.

Il montamento delle baderne è un'operazione delicata.

E' utile spingere le baderne una ad una, oppure due a due se sono piccole, sul proprio premi baderne, in modo che vadano strettamente a posto, e che quando viene stretto definitivamente il premi baderne, la pressione sulle baderne risulti uniforme. La pressione da dare al premi baderne deve essere la minima necessaria per assicurare la tenuta; una pressione eccessiva provoca un attrito dannoso.

Se le baderne sono nuove è bene stringere definitivamente il premi baderne quando la macchina è in moto perchè ciò agevola l'assestamento.

Per le aste delle pompe d'acqua (pompe di circolazione, ecc.), si usano baderne di cotone.

Prima di guarnire una camera di baderne, le guarnizioni di cotone devono essere immerse in sevo liquefatto o meglio nell'olio minerale caldo. Questa operazione serve ad impedire il rapido deterioramento, in quanto le rende in certo modo impermeabili e ne fa diminuire l'attrito contro l'asta senza nuocere alla buona tenuta. Per togliere le baderne si fa uso di un utensile, chiamato *cava baderne*, foggiato come un cavaturaccioli. Per guarnirle si adopera lo stesso premi baderna (come si è detto), oppure una stecca di legno duro, opportunamente conformata detta *calca-baderna*.

MANUTENZIONE DEI CILINDRI E DEGLI STANTUFFI.

Per eseguire la manutenzione interna dei cilindri occorre smontare il coperchio.

Tale lavoro non offre difficoltà; basterà togliere tutti i dadi che lo fissano e stringere le viti di pressione per provocare il distacco della flangia di tenuta. In seguito si tolgono da posto le viti di pressione sostituendovi appositi golfari.

E' buona norma, appena tolto il coperchio da posto, di tappare con difese provvisorie di lamierino opportunamente sagomate i tubi che sboccano nel cilindro per impedire che corpi estranei possano cadervi dentro.

La manutenzione interna dei cilindri consiste nel lavarli con acqua ragia, e spalmarli poi leggermente con « olio minerale interno ».

Prima di mettere il coperchio a posto, verificare lo stato della guarnizione interposta fra l'orlo del cilindro e il coperchio. Se è necessario cambiarla, si asporta quella vecchia pulendo bene le due flangie con acqua ragia, e si applica quella nuova sul cilindro, mediante l'interposizione di uno strato di biacca, per farla attaccare fortemente. La parte che va a contatto col coperchio si spalma invece di grafite e grasso minerale affinchè alla prossima rimozione, il coperchio si stacchi dalla guarnitura senza romperla.

Prima di rimontare il coperchio assicurarsi che nessun corpo estraneo rimanga nel cilindro.

Si avvitano i dadi ai prigionieri ingrassandoli leggermente con olio; prima di stringerli ricordarsi di togliere da posto i golfari affinchè non facciano forza contro la flangia del cilindro. Si stringono due a due moderatamente i dadi diametralmente opposti, ed in ultimo si stringono tutti a fondo, senza però battere sulla chiave nè fare uso di tubo infilato su di essa per aumentare il braccio di leva, perchè ciò potrebbe causare la rottura dei prigionieri.

Le fasce elastiche degli stantuffi sono di due specie, quelle costituite da semplici anelli che aderiscono alla faccia interna del cilindro per elasticità propria (anelli Ramsbotton) e quelle costituite da anelli in cui l'aderenza si ottiene per la loro elasticità ed anche per effetto di molle che li spingono contro la superficie del cilindro.

Per ricambiare la fascia del primo tipo, salvo il caso di costruzioni speciali, si deve smontare lo stantuffo; nel secondo caso invece ciò non occorre. Lo smontamento dello stantuffo è abbastanza semplice. Le operazioni da compiersi dipendono dal sistema con il quale lo stantuffo è collegato all'asta o alla biella. Quando esiste l'asta di collegamento (macchina a vapore, ecc.) il collegamento è di solito fatto con dado. Mollato questo occorre poi distaccare l'asta: spesso quest'ultima operazione richiede l'uso di apparecchi speciali che servono ad agevolare il distacco.

Conservazione dei motori nei periodi di inattività.

Eseguita la visita e la manutenzione di tutti gli organi interni, si lascieranno a posto senza guarnizioni i coperchi dei cilindri e delle valvole di distribuzione in modo che sia facile eseguire delle visite periodiche, per verificarne lo stato interno.

Si tolgono da posto le baderne per evitare che col tempo facciano presa sull'asta dello stantuffo.

Si spalmano di geolina o di altra sostanza le parti metalliche soggette ad ossidarsi. Periodicamente far compiere a mano o con altro sistema, qualche giro alla macchina.

Controlli periodici.

a) *Controllo della linea d'asse.* — La posizione della linea d'asse viene riferita per il controllo, alle parti fisse della macchina.

Un procedimento abbastanza semplice consiste nel costruire, quando la linea d'asse è livellata una sagoma come quella indicata in fig. 345 la quale poggiata sull'asse, al posto dei mezzi cuscinetti superiori, serve a controllare come risulta chiaramente dalla figura stessa gli eventuali abbassamenti che possono in seguito verificarsi.

b) *Controllo della lunghezza della biella.* — La lunghezza della biella può variare col consumo dei cuscinetti. Il valore esatto che dovrebbe avere si ricava dai disegni del motore; quello effettivo si ottiene misurando la distanza fra il centro del cuscinetto di testa e quello del piede di biella.

La correzione viene effettuata aggiungendo degli spessori fissati in varie maniere a seconda del tipo di costruzione e di montaggio della biella.

c) Controllo della posizione dell'asta dello stantuffo rispetto al cilindro. — L'asse dell'asta dello stantuffo deve coincidere coll'asse del cilindro, ma si può spostare da tale posizione per varie cause di cui le principali possono essere:

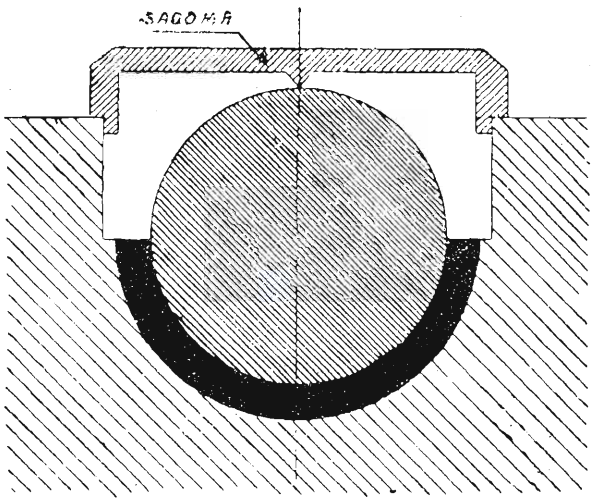


Fig. 345.

consumo delle fasce elastiche dello stantuffo, consumo della guida e del pattino, consumo degli anelli della camera delle baderne.

Per eseguire il controllo la posizione dell'asta viene riferita alla camera delle baderne.

Messo lo stantuffo in vari punti della sua corsa si controlla con un calibro che l'asta si trovi sempre centrata rispetto alla camera delle baderne.

d) Controllo delle guide. — Per verificare il parallelismo della guida nel senso longitudinale rispetto all'asse del cilindro, e quello nel senso assiale rispetto alla linea d'asse del motore è necessario prima di tutto assicurarsi mediante una riga che la guida nel senso della sua lunghezza sia sufficientemente piana.

Dopo aver riscontrato ciò, si sconnette il piede di biella, e tolte da posto tutte le baderne dell'asta, si porta lo stantuffo quasi al punto morto superiore e lo si centra esattamente nel cilindro mediante quattro cunei A (fig. 346).

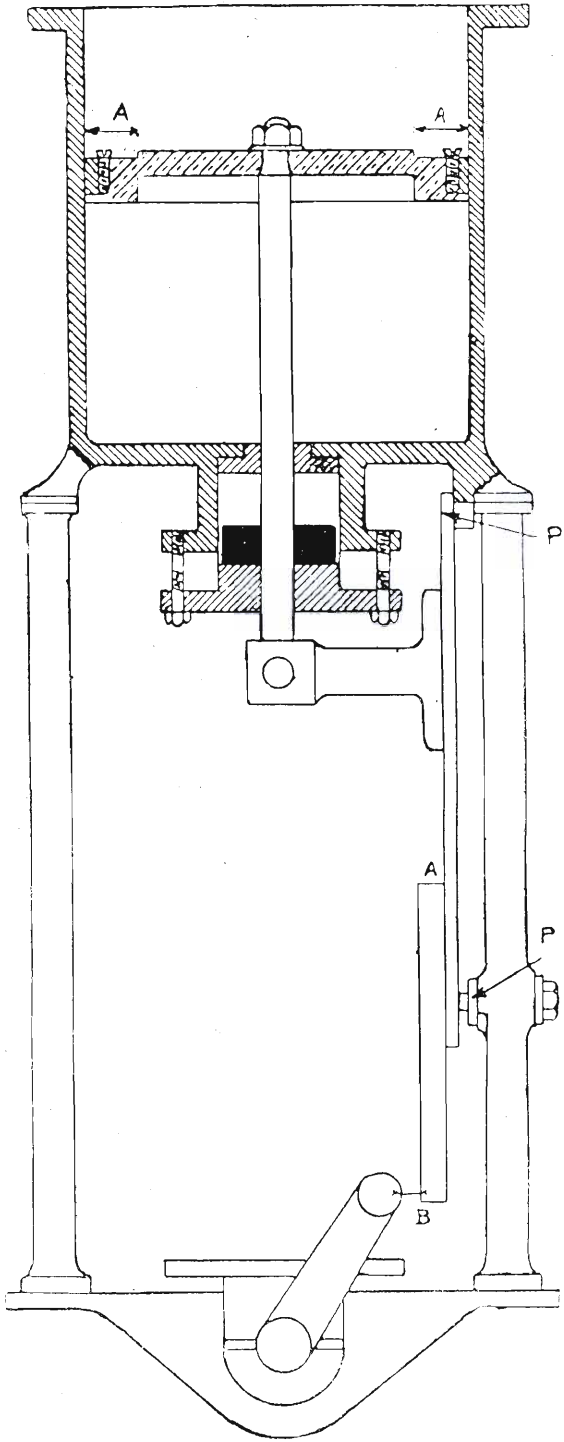


Fig. 346.

Dopo lo stantuffo si centra anche l'asta rispetto al premibaderne mediante altri cunei oppure disponendo nel pressatrecce una boccola conica, la quale, quando si stringe il pressatrecce porta automaticamente l'asta in centro. Centrati così lo stantuffo e l'asta, con una sonda si misura in più punti il giuoco esistente fra il pattino e la guida. Si abbassa poi lo stantuffo al punto morto inferiore ed eseguite le stesse operazioni di centramento, si rileva nuovamente il giuoco tra il pattino e la guida. Se i due giuochi al punto morto superiore e al punto morto inferiore risultano eguali, significa che la guida è parallela all'asta. Se i due giuochi risultano diversi, bisogna renderli eguali aggiungendo sotto gli appoggi della guida degli spessori opportuni. Per accertarsi che la guida sia parallela nel senso assiale alla linea d'asse (fig. 346) si dispone sulla guida una riga A B che si prolunghi oltre la guida stessa. Si gira allora l'asse motore in modo da portare il pernone dalla parte della riga e con un compasso si controlla se la distanza tra la generatrice del pernone più vicino alla riga e la riga stessa è eguale per tutti i punti di questa generatrice.

§ 123 — Norme generali per la condotta dei motori a combustione

REGISTRAZIONE DEI POLVERIZZATORI.

Si verificano in primo luogo le fasi di apertura e chiusura dei polverizzatori.

E' bene eseguire tale verifica nello stesso ordine con cui si succedono le aperture dei polverizzatori nei vari cilindri poichè in tal modo la verifica stessa è più rapida.

La verifica e la registrazione si possono eseguire con tre sistemi:

1°) Si porta la leva o il volantino di manovra nella posizione di marcia normale, perchè le fasi da verificare sono quelle relative a queste condizioni di funzionamento. Indi girando a mano la macchina si porta la manovella del cilindro per il quale si esegue la verifica, nella posizione corrispondente all'inizio della fase di apertura del polverizzatore (generalmente 2° prima del punto morto inferiore). In questa posizione la leva che serve ad aprire il polverizzatore che è azionata dal bilanciere deve essere a contatto con il piattello della molla del polverizzatore. Interponendo allora fra l'estremità della leva ed il piattello della molla una sonda dello spessore di 0,2 mm. (spessore corrispondente al lasco massimo consentito) questa deve restare presa fra di essi. Facendo girare allora la macchina e tirando la sonda si arriverà ad un momento in cui essa si sfilerà; ciò indica l'istante di chiusura del polverizzatore e si verifica perciò se esso avviene nella fase voluta (generalmente 35° dopo il punto morto superiore). Se si riscontra per tutti i cilindri

uno stesso sensibile spostamento della fase di polverizzazione occorre variare il collegamento tra la colonna verticale e l'albero di distribuzione.

2°) Un altro sistema consiste nel far arrivare l'aria al polverizzatore e determinare gli istanti di apertura e di chiusura dal fruscio dell'aria attraverso il polverizzatore. Per sentire il fruscio occorre naturalmente tenere aperti i rubinetti di prova di ciascun cilindro.

3°) Il terzo sistema permette di misurare anche la corsa dello spillo del polverizzatore.

Si infila attraverso il foro superiore del coperchio situato sulla molla una stecca metallica che arrivi a toccare l'asta del polverizzatore e sporga sufficentemente dal coperchietto della molla. Sulla stecca si fa un segno in corrispondenza del piano del coperchio e così si può controllare l'istante in cui lo spillo si solleva e l'istante in cui si riabbassa verificando se il funzionamento avviene nella giusta fase e misurando contemporaneamente anche la corsa dello spillo, (in generale da 3÷3,5 mm.).

Registrazione delle valvole di avviamento.

Si mette la leva di manovra nella posizione « avviamento » e si gira a mano il motore. Con una sonda dello spessore di 0,3 mm. (massimo lasco consentito) si verifica l'istante di apertura e di chiusura nella valvola interponendola tra la leva che comanda la valvola ed il piatto su cui tale leva agisce. La fase di apertura deve in generale durare da 12° dopo il punto morto superiore, a 82° dopo lo stesso punto morto.

Registrazione della pompa del combustibile.

Consiste nel regolare la corsa di sollevamento della valvola di aspirazione onde poter proporzionare la quantità del combustibile che si manda ai polverizzatori alla potenza che si vuol far sviluppare al motore. Ciò si ottiene regolando con un corsoio a vite che si trova sull'asta dello « spingitoio » la distanza di questo dalla valvola di aspirazione della pompa. Si verifica inoltre che la distanza dello spingitoio sia tale che la valvola di aspirazione risulti completamente aperta quando la leva di manovra è a zero.

Le articolazioni del regolatore di velocità si debbono regolare in modo che la valvola di aspirazione si apra almeno di 1 mm. e mezzo, quando il motore acquista una velocità di rotazione superiore a quella di regime.

Verifica degli spazi morti.

Si debbono verificare sia quelli dei cilindri del motore sia quelli dei cilindri delle pompe di lavaggio e dei compressori.

Il controllo si effettua per mezzo di spilli che si introducono nel cilindro quando lo stantuffo è al punto morto superiore o inferiore e sui quali esistono linee di riferimento corrispondenti agli spazi morti normali.

Per le pompe ed i compressori è preferibile adoperare dei fili di piombo di diametro opportuno che introdotti nel cilindro permettono di determinare gli spazi morti dalla misura del loro schiacciamento.

Come ordine di grandezza, nelle pompe di lavaggio gli spazi morti sono circa m/m 3 e nei compressori da m/m 0,8 ad 1 per A P; da m/m 1,5 a 2 per M P. e da m/m 1,5 per B. P.

NORME DA OSSERVARE DURANTE IL FUNZIONAMENTO.

Verificare la regolarità dell'ammissione del combustibile aprendo la valvola di prova sulle testate dei cilindri.

Sorvegliare la circolazione dell'olio per la lubrificazione e quella dell'acqua di raffreddamento. Se per difetto della circolazione dell'acqua un cilindro si riscaldasse lo si deve escludere dal funzionamento e ripristinare poi la circolazione con le dovute cautele onde evitare le avarie dovute ad un raffreddamento molto rapido ed alle conseguenti brusche contrazioni del metallo.

La temperatura dell'olio non deve oltrepassare i 75÷85 gradi.

Controllare il funzionamento del compressore d'aria, il rifornimento delle bombole e le varie mandate.

La pressione dell'aria ai polverizzatori è a seconda dei motori, di 47÷70 kg. Quella dell'aria di lavaggio di 0,15 a 0,35 kg.

E' prescritto l'arresto del motore quando l'aria polverizzante è ad una pressione inferiore a 45 kg. e non esiste la possibilità di aumentarla per avaria al compressore o per altre cause. L'arresto è necessario per impedire entrata di combustibile negli accumulatori dell'aria compressa con gravi pericoli di scoppi.

Gli spazi morti dei cilindri del compressore devono avere il valore normale in quanto una variazione di essi altera il valore della pressione.

I valori normalmente adottati per le pressioni nei cilindri dei compressori sono:

A P	Kg.	60 - 70
M P	»	12 - 15
B P	»	3 - 4

La manutenzione delle valvole e relative molle del compressore, deve essere eseguita con la massima cura. Una deficiente lubrificazione può arrecare

degli inconvenienti durante il moto, od ossidazioni interne durante il periodo di inattività, per cui le scaglie di ruggine possono poi produrre rigature ai cilindri. Una lubrificazione eccessiva può invece produrre facilmente incrostazioni nella valvola di mandata della A P.

L'olio che si infiltra nella tubolatura di mandata va nella bombola di polverizzazione di servizio assieme all'acqua di condensazione. Occorre quindi spurgare periodicamente questa bombola per eliminare l'olio e l'acqua.

Se le valvole di mandata del cilindro A P. funzionano male e non tengono, diminuisce l'invio dell'aria alla bombola del polverizzatore, ed aumenta la pressione finale del compressore di M P. Così pure avviene per la bassa pressione quando funzionano male quelle della M P.

Se le valvole del cilindro B P funzionano male, ne risentono anche i compressori di M P e di A P i quali risultano meno efficienti.

Provvedere durante il funzionamento del motore al rifornimento del serbatoio d'aria per l'avviamento e del serbatoio di riserva.

Accertarsi che la combustione si svolga regolarmente in ogni cilindro sia aprendo le valvole di prova, sia dalle indicazioni dei termometri posti sullo scarico di ogni cilindro.

Curare che la potenza sviluppata sia uguale per tutti i cilindri seguendo le indicazioni dei manometri che dànno la pressione di ognuno di essi, oppure rilevando i diagrammi di pressione se il motore è sprovvisto di tali manometri. L'esatta ripartizione del carico si ottiene influendo sulle mandate delle pompe del combustibile.

Tanto le irregolarità nella suddivisione del carico, quanto quelle nella combustione sono accusate dal fumo allo scarico. Difatti se il motore è in condizioni normali il funzionamento, il fumo dello scarico deve essere incolore. In genere valgono le seguenti norme circa le indicazioni che si possono ottenere osservando il colore del fumo allo scarico:

a) Fumo nero: E' dovuto a polverizzazione imperfetta del combustibile o per eccesso di questo o per deficenza di aria di polverizzazione, o infine per cattivo funzionamento di qualche polverizzatore. Regolare le mandate del combustibile e quella dell'aria oppure verificare appena possibile i polverizzatori.

b) Fumo bluastro: Eccesso di lubrificazione interna, diminuirla leggermente e se l'inconveniente non viene eliminato verificare appena possibile gli anelli di tenuta degli stantuffi.

c) Fumo bianco: Eccesso d'aria ai polverizzatori. Regolare la mandata. Oppure perdita della camera di refrigerazione di qualche cilindro o del tubo di scarico e quindi infiltrazione d'acqua o in un cilindro o nello scarico.

La marcia del motore deve avvenire senza vibrazioni anormali. Le cause che producono vibrazioni possono essere:

1°) Lasco eccessivo o avaria a qualche cuscinetto di biella.

2°) Anticipo eccessivo dell'accensione.

3°) Cattiva tenuta degli spilli dei polverizzatori.

4°) Particolare andatura del motore alla quale corrisponde un periodo di vibrazioni eguali a quelle del copertino dove esso è sistemato.

5°) Cattiva accensione della miscela in alcuni cilindri motori.

Il consumo dell'olio non deve raggiungere il 10 % di quello del combustibile.

Il consumo di combustibile nei motori a quattro tempi deve essere compreso fra grammi 180 e 190 per HP effettivo, ed in quelli a due tempi fra grammi 210 e 220.

Con l'ausilio dei diagrammi indicanti l'andamento della pressione nei cilindri si possono riconoscere le cause di un eventuale maggior consumo.

AVVIAMENTO.

La manovra di avviamento dei motori endotermici varia alquanto da un tipo all'altro di macchina, o anche per uno stesso tipo se, come spesso accade, i vari esemplari non hanno le stesse disposizioni degli organi.

Le principali cause che possono produrre in genere difficoltà di avviamento possono essere:

1°) Pressione deficiente al serbatoio dell'aria di avviamento: il motore non si avvia o non acquista velocità.

2°) Valvole di avviamento a tenuta non perfetta e quindi contro pressioni allo stantuffo durante la corsa ascendente. Ciò spesso è dovuta a cattiva registrazione dei rulli delle leve di avviamento per cui questi sono sempre a contatto stretto col bocciolo porta camma impedendo la chiusura delle valvole.

3°) Il motore si avvia ad aria, ma non è possibile iniziare il funzionamento a combustione: Verificare il funzionamento e le mandate della pompa col combustibile.

Se il combustibile, arriva nei cilindri ma non brucia, ciò può dipendere da difetto di compressione nei cilindri dovuto a perdite attraverso le fasce elastiche dello stantuffo oppure ad eccessivo spazio morto inferiore. Altra causa di mancata accensione può essere la cattiva registrazione dei polverizzatori che si aprono con ritardo.

Oltre le poche cause citate ne esistono evidentemente innumerevoli altre ancora che non è possibile elencare.

L'avviamento di un motore deve essere sempre preparato con la massima cura ed eseguito attenendosi scrupolosamente alle istruzioni relative a ciascun tipo. In ogni caso, dopo un mancato avviamento non bisogna insistere « ciecamente », ma prima di tentarne un altro rendersi conto delle ragioni per cui il primo è mancato.

Così non si incorrerà nel rischio di scaricare inutilmente i serbatoi d'aria.

MANUTENZIONE E VERIFICHE PERIODICHE.

Ad ogni arresto del motore:

1°) Smontare e pulire i polverizzatori.

2°) Smontare e pulire le valvole dei compressori (aspirazione, mandata e di sicurezza).

3°) Verificare il regolare funzionamento degli organi per la inversione di marcia.

4°) Pulire i filtri d'olio.

5°) Verificare i premistoppa e rifare le guarnizioni dei giunti, che gocciolano e sfiatano.

6°) Verificare ed eseguire le riparazioni necessarie di tutte le tubazioni (combustibile, acqua, lubrificazione, aria).

7°) Eliminare le eventuali piccole irregolarità riscontrate durante il funzionamento.

Dopo 800 ore circa di funzionamento.

Tutti i lavori sopra elencati più i seguenti:

8°) Smontare tutte le valvole (scarico, aspirazione, avviamento) pulirle e smerigliarle.

9°) Verificare e registrare le valvole di mandata della pompa del combustibile.

10°) Pulire le pigne dell'aspirazione dell'acqua di raffreddamento ed i filtri del combustibile.

11°) Verificare la registrazione generale del motore e lo stato delle valvole di sicurezza.

Dopo 1200 o 1500 ore circa di moto.

Tutti i lavori sopra elencati più i seguenti:

12°) Pulizia e raschiatura interna dei cilindri e degli stantuffi. Verifica delle fasce elastiche (nel caso in cui si possa raschiare la superficie superiore degli stantuffi senza toglierli da posto, si deve aver cura di introdurre tra stantuffo e cilindro un filo di rame ricotto di diametro corrispondente al lasco esi-

stente (1 mm. circa), onde impedire che le scaglie dovute alla raschiatura si introducano tra stantuffo e cilindro sulla prima fascia elastica).

13°) Pulire i fori di scolo dell'olio di lubrificazione esistente sia sull'orlo inferiore dello stantuffo, sia sulla controfodera del cilindro.

14°) Pulire e verificare lo stato degli organi azionati dal servomotore ad aria compressa.

15°) Smontare gli stantuffi dei compressori ausiliari e di quello principale; verificare lo stato delle fasce elastiche, e sostituire quelle consumate e lesionate.

16°) Verificare lo stato delle superfici refrigeranti dei raffreddatori di B P e M P e dei compressori.

17°) Verificare e rettificare tutte le articolazioni (prima di rimontare gli organi smontati eseguire la pulizia dei fori e dei canali per la lubrificazione).

18°) Verificare lo stato di qualcuno fra i cuscinetti di banco scegliendo quelli che dànno luogo a qualche sospetto, oppure seguendo un criterio di periodicità di visita.

Dopo 2500 ore di moto.

Tutti i lavori elencati aggiungendo quanto segue:

19°) Pulire e raschiare le camere di raffreddamento dei cilindri.

20°) Controllare l'altezza dello spazio di compressione dei cilindri motori da m/m 24/35. Eseguire le opportune rettifiche.

21°) Controllare con fili di piombo gli spazi morti dei cilindri del compressore.

22°) Rilevare il lasco degli anelli reggispinta e confrontare la posizione dell'albero motore in relazione alle bielle motrici.

23°) Far controllare i termometri ed i manometri che non funzionano esattamente sostituendoli con quelli di riserva.

24°) Eseguire la pulizia interna delle casse d'olio e di quelle del combustibile.

25°) Pulire i silenziatori ed i condotti di scarico.

26°) Rifare a nuovo le camere di tenuta a truccioli di metallo bianco dei polverizzatori.

27°) Riprendere tutti i dadi dei perni di collegamento degli alberi motori e degli alberi di trasmissione, dei cilindri, delle incastellature, e dei cuscinetti di banco.

28°) Rettificare la distribuzione delle pompe di lavaggio.

29°) Rettificare le valvole di sicurezza sulle teste dei cilindri.

30°) Raschiare e picchiettare la superficie di raffreddamento dei cilindri motori e delle loro teste.

§ 124 — Gruppo elettrogeno da 150 Kw. - 220 Volt. con motore Ansaldo

CARATTERISTICHE PRINCIPALI (Figg. 347 e 348).

Questo gruppo di cui alcuni esemplari sono installati sulle RR. NN. tipo « TRENTO » è azionato con motore Ansaldo del tipo Diesel a quattro tempi, con sei cilindri verticali a semplice effetto, che sviluppa 225 HP effettivi a 390 giri al minuto.

La lubrificazione è forzata, ed effettuata mediante pompa a stantuffo, l'olio viene raffreddato attraverso un refrigerante, e filtrato per mezzo di un

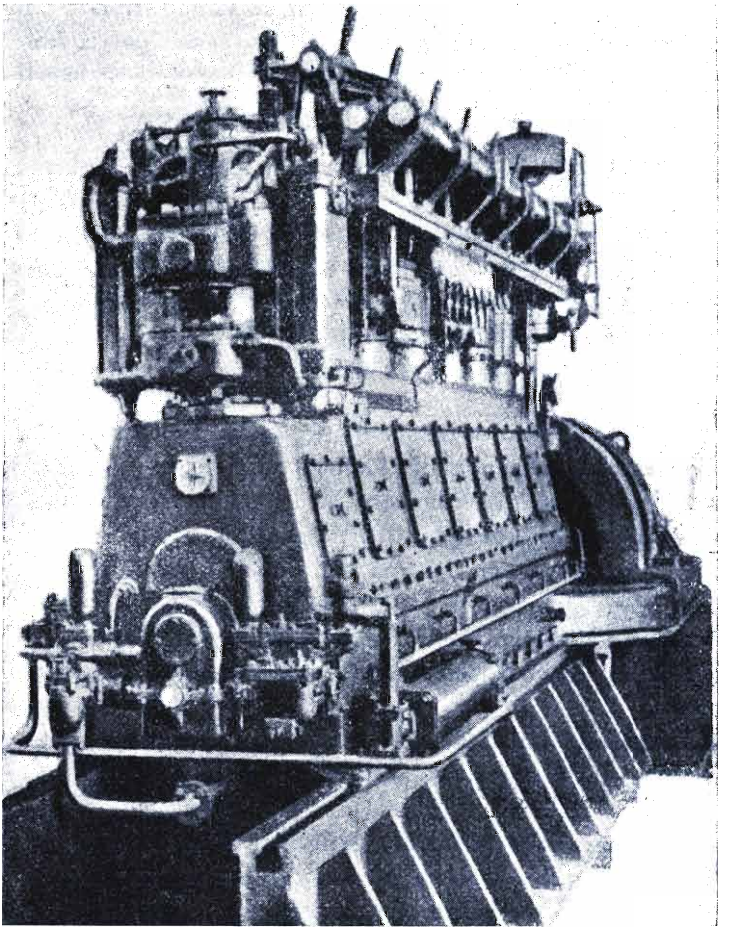


Fig. 347.

doppio filtro, in modo che durante il funzionamento si possa effettuare la pulizia di un elemento per volta. Ogni cilindro è alimentato da una propria pompa per combustibile. Queste pompe sono azionate dall'albero di distribuzione e la loro portata utile varia a seconda del carico per effetto del rego-

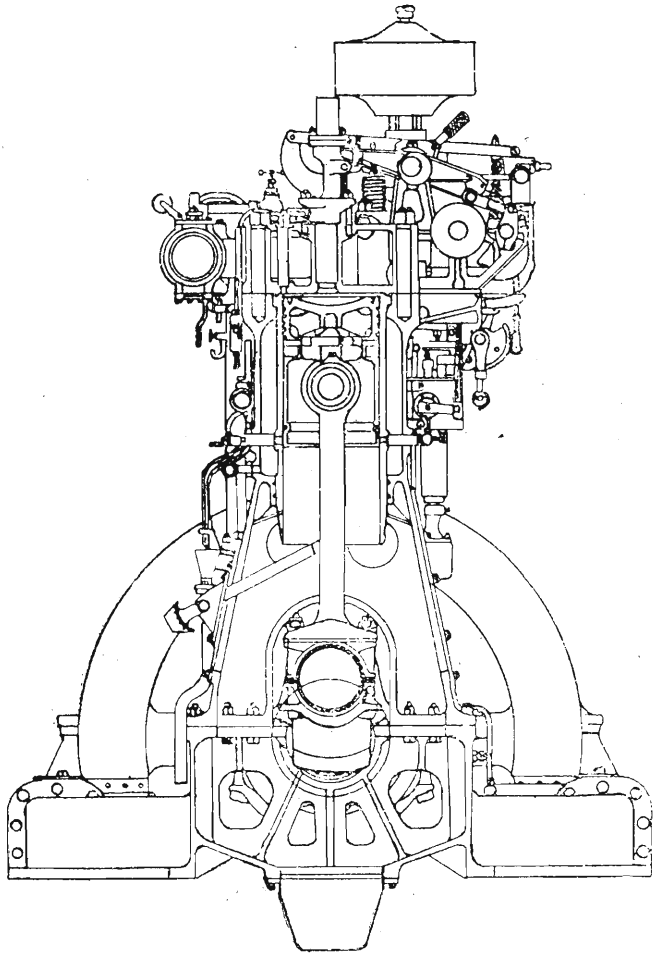


Fig. 348.

Motore sezionato attraverso il cilindro

latore di velocità. Questo agisce sulla valvola di aspirazione di ognuna di esse, in modo che resti aperta durante tutto il periodo delle compressioni per un tempo più o meno lungo.

Il regolatore di velocità è a forza centrifuga, molto semplice, e munito

di un dispositivo che permette la variazione del numero di giro del 5 % in più o in meno, senza alterarne la sensibilità.

La circolazione dell'acqua di raffreddamento è ottenuta mediante pompa a stantuffo a doppio effetto, azionata dall'albero a manovella, attraverso un riduttore del numero dei giri nel rapporto 2 ad 1.

Il consumo di combustibile ad andamento normale è:

A carico massimo	gr.	304	per Kwh
A 3/4 di carico	»	320	»
A mezzo carico	»	377	»

Il consumo orario di olio lubrificante con motore a carico massimo od a mezzo carico è di 0,4 Kg. di olio da cilindri, e circa 0,3 Kg. di olio comune.

Come combustibile di marcia si possono impiegare gli olii minerali greggi, i residui del petrolio ed anche la maggior parte dei prodotti liquidi della distillazione del carbone, purchè essi non contengano acidi o catrame ed abbiano densità compresa fra circa 0,88 e circa 0,95 alla temperatura di 15° C.

Per l'avviamento è preferibile impiegare un combustibile più fluido (densità da 0,85 a 0,87 circa a 15° C.) però ciò non è assolutamente necessario potendo il motore essere avviato anche con il combustibile di marcia.

Per la lubrificazione dei cilindri motori e dei cilindri compressori, occorre olio di qualità speciale non troppo denso.

Nel carter per la circolazione forzata si dovrà impiegare olio fluido di buona qualità.

MESSA IN FUNZIONE DEL MOTORE.

A) *Operazioni e verifiche preliminari.*

1°) Verificare con l'apposita sonda che l'olio nel carter, raggiunga almeno il livello minimo indicato dal segno sulla sonda.

Riempire con olio speciale per cilindri le due cassette per la lubrificazione interna dei cilindri motori e del compressore.

Ingrassare con olio tutti gli organi della distribuzione e cioè: camme, rulli, perni, leve, ecc.

2°) Provare ripetutamente con una leva se l'alzata delle valvole di aspirazione e di scarico si effettua liberamente e per tutta la corsa.

3°) Mediante l'apposito cricco a mano far girare il volante del motore fino a portare la camma che comanda la valvola di spinta nel cilindro N° 6

nella posizione corrispondente all'apertura della valvola (rullo a contatto col naso della camma).

Aprire poi il rubinetto del serbatoio del combustibile (o della nafta fluida speciale per avviamento se adoperata). Aprire la valvoletta di spurgo posto nel corpo delle valvole di mandata della nafta al polverizzatore.

4°) Portare nella posizione « 14 » l'indice del dispositivo della regolazione a mano della nafta posto all'estremità della leva del regolatore (leva tutto in basso). Far funzionare quindi la pompetta a mano per il combustibile applicata al corpo della pompa principale, verificando che dal tubetto di scarico, comunicante con la valvoletta di spurgo innanzi citata, venga fuori nafta fluida priva di bolle d'aria. Chiudere bene poi questa valvoletta e dare ancora tre colpi con la pompetta a mano, in modo da introdurre nel polverizzatore una quantità di combustibile sufficiente ad assicurare la pronta messa in marcia del motore.

5°) Controllare dai rispettivi manometri le pressioni esistenti nei serbatoi dell'aria di avviamento e in quelli dell'aria d'iniezione, tenendo presente che:

a) La pressione del serbatoio dell'aria d'iniezione deve essere alla messa in moto del motore, di circa 50 atmosfere (non superiori a 55 nè inferiori a 45).

b) La pressione nel serbatoio dell'aria di avviamento non deve mai essere superiore alle 60 atmosfere nè inferiore alle 40 atm.

Queste pressioni si riporteranno al valore voluto o scaricando l'aria in eccesso o, se la pressione è in difetto, aprendo la comunicazione dei serbatoi di servizio con quello di riserva, che dovrà essere sempre caricato a pressione di 60 - 70 atm.

B) *Manovra per l'avviamento.*

6°) Regolate le pressioni d'aria nei serbatoi ai valori innanzi esposti, e chiuse con cura le valvole di comunicazione fra i diversi serbatoi, si aprono successivamente le seguenti altre valvole:

a) valvola di comunicazione fra serbatoio d'aria di iniezione e mandata del compressore;

b) quella di comunicazione del serbatoio ora detto con i polverizzatori (fig. 349);

c) valvola fra serbatoio di avviamento e valvola di spinta dei cilindri motori (numero 4-5-6).

7°) Subito dopo l'apertura delle tre valvole ora dette, con rapida manovra si portano le leve per il comando delle valvole di spinta e dei polveriz-

zatori nella posizione « avviamento »; determinando così l'entrata dell'aria compressa nei cilindri motori e l'avviamento ad aria del motore.

8°) Appena il motore avrà raggiunta una velocità che sia circa un terzo di quella normale si portano le leve di comando dalla posizione di « Avviamento » alla posizione di « Marcia ». Con questa manovra si mettono in funzione i polverizzatori, ed il motore passa dal funzionamento ad aria a quello a combustione.

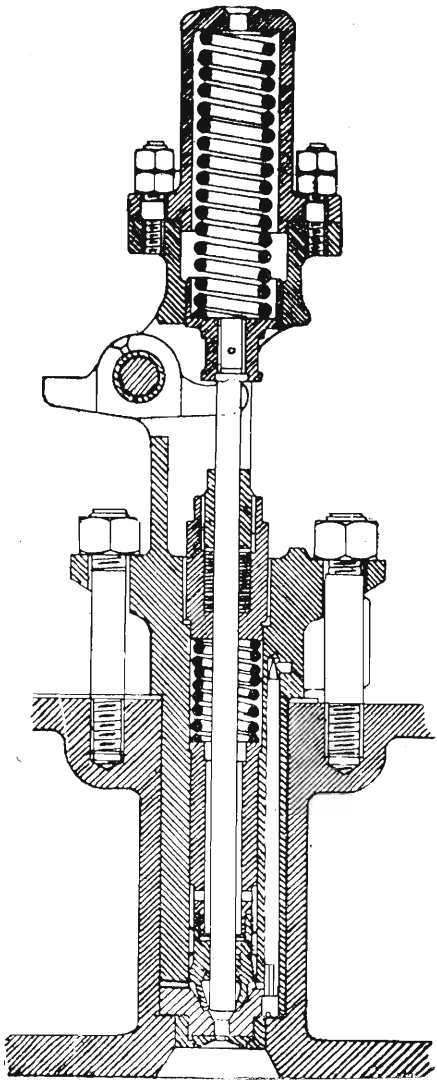


Fig. 349.
Polverizzatore

Mediante i rubinetti di prova, si controlla se la combustione avviene in modo regolare in ogni cilindro.

9°) Fino a che il motore non ha raggiunto il numero di giri normale, e quindi fino a che non entra in funzione il regolatore di velocità, le variazioni di velocità si fanno a mano mediante il dispositivo citato al N° 4.

10°) Quando il motore ha raggiunto la velocità normale, aprire subito la mandata dell'acqua di raffreddamento ai cilindri, al compressore ed al tubo di scarico.

11°) Controllare se la pompa per la lubrificazione forzata funziona regolarmente. (Il manometro deve indicare circa 2-3 atm. di pressione). Aprire e regolare i rubinetti dei lubrificatori a contagocce per la lubrificazione dei cilindri e del compressore. (Vedi N° 17).

12°) Mediante la valvola di regolazione posta sul compressore, regolare la mandata dell'aria compressa al serbatoio d'iniezione. (Vedi N° 15).

13°) Se l'avviamento è stato fatto con nafta fluida portare l'indice del rubinetto della nafta nella posizione « Marcia » con che si apre l'introduzione della nafta densa. Il motore è così pronto a funzionare sotto carico.

SORVEGLIANZA DEL MOTORE SOTTO CARICO.

14°) Appena il motore è sotto carico aprire tutta la valvola di mandata del compressore, in modo da rifornire, attraverso il serbatoio d'iniezione il serbatoio di avviamento, ed eventualmente quello di riserva per sopperire al consumo d'aria avuto nel periodo d'avviamento.

15°) La mandata d'aria al serbatoio di iniezione deve essere accuratamente sorvegliata e regolata in modo che le pressioni secondo i vari regimi siano le seguenti:

A vuoto e mezzo carico	58 - 60	atm.
A pieno carico	65	atm.
Con sovraccarico	70	atm.

In ogni caso l'indicazione più sicura per questa regolazione si ha dalla regolarità della combustione controllando a mezzo dello speciale rubinetto i gas di scarico i quali devono essere incolori. Come già è stato detto se i prodotti della combustione sono neri, la pressione deve essere aumentata: se sono bianchi e se inoltre si ha qualche mancata accensione la pressione deve essere diminuita.

E' da osservare però che il motore è munito di un tipo speciale di polverizzatore per cui si ha assenza completa di fumo, qualunque siano le velocità, il carico e le variazioni di andatura del motore.

16°) La temperatura dell'acqua di raffreddamento all'uscita del cilindro motore e della valvola di scarico non deve superare i 70° C. nè essere inferiore al 40° C.

La temperatura dell'acqua di raffreddamento all'uscita del compressore deve essere di circa 30° C.

Per aumentare la circolazione agire sulle due valvolette situate sulla pompa di circolazione.

17°) Assicurarsi sovente a mezzo dello speciale manometro della regolare circolazione dell'olio di lubrificazione alle manovelle ed alle bielle. Controllare anche la quantità d'olio per la lubrificazione dei cilindri motori, (circa 30 goccie a 1°), al cilindro compressore B.P. (circa 6 gocce al 1°), al cilindro compressore A. P. (circa 3 gocce al 1°). (Fig. 350).

18°) Verificare che le pressioni segnate dai manometri dell'olio prima e dopo il filtro, siano eguali o quasi; in caso di notevole differenza cambiare subito il filtro in servizio girando l'apposito rubinetto.

19°) Scaricare ogni ora circa, mediante l'apposito rubinetto, l'acqua depositatasi per condensazione nei refrigeranti tra fase e fase del compressore. Scaricare ogni 4 ore e mezzo della speciale valvola, l'acqua accumulatasi per condensazione nel serbatoio dell'aria compressa per la polverizzazione.

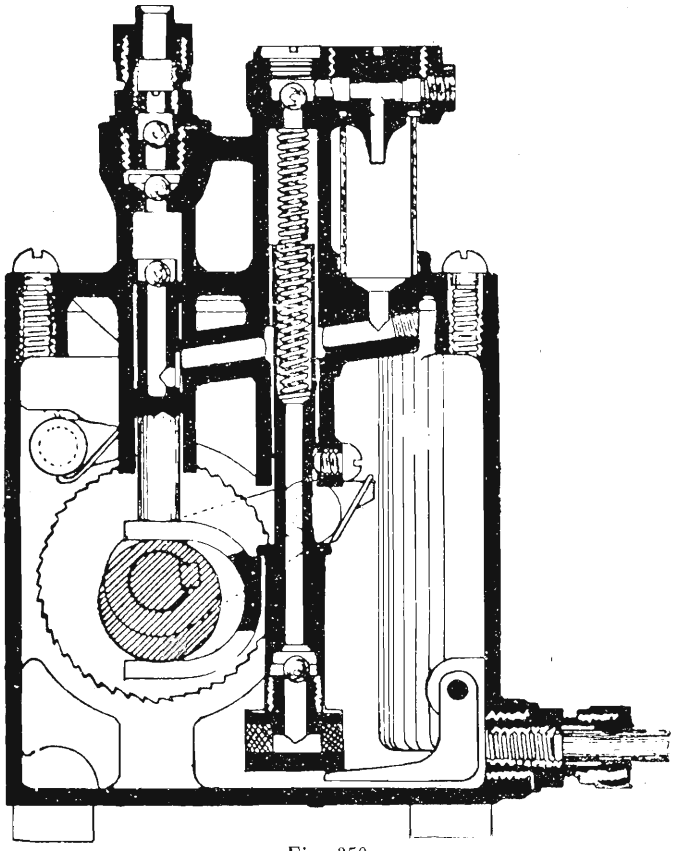


Fig. 350.

Oliatori per cilindri e compressore

20°) Tenere sufficientemente pieno il serbatoio di servizio del combustibile di marcia e giornalmente scaricare l'acqua eventualmente accumulatasi in detto serbatoio.

ARRESTO DEL MOTORE.

21°) E' bene che gli ultimi 5 minuti di marcia siano fatti alimentando il motore con combustibile fluido. Perciò circa 5 minuti prima della fermata del motore si porta l'indice del rubinetto del combustibile nella posizione

« Avviamento ». In tale periodo si verifichi che i serbatoi d'aria di avviamento e di riserva, siano caricati alla dovuta pressione di 60-70 atm.

22°) Per arrestare il motore si toglie il carico, si porta a « 0 » l'indice del dispositivo per la regolazione a mano del combustibile (con che la pompa cessa di funzionare), e si portano le leve di comando dei polverizzatori nella posizione « Ferma » chiudendo contemporaneamente il rubinetto del combustibile e la valvola di comunicazione del serbatoio di iniezione con i polverizzatori. Subito dopo chiudere l'acqua di circolazione e lubrificare con petrolio raffinato il gambo della valvola di scarico.

23°) Appena il motore è fermo, chiudere la valvola di comunicazione del serbatoio di iniezione con il compressore. Successivamente togliere le porte di visita praticate nell'incastellatura del motore per toccare col rovescio della mano i cuscinetti dell'asse di manovella, di piede e di testa della biella, e tutte le parti in genere sottoposte a sfregamento onde accertarsi che non vi siano stati riscaldamenti anormali. Dopo tali verifiche si rimettono a posto le porte di visita e si procede alle operazioni di manutenzione ordinaria precedentemente indicate.

MANUTENZIONI PERIODICHE.

Oltre le manutenzioni indicate per i motivi in genere, per questo tipo di motori occorrono le seguenti operazioni:

24°) Se vi è la possibilità che durante i periodi di inattività del motore la temperatura ambiente discenda, per particolari condizioni di clima e di ubicazione del motore, al di sotto di 4° C. si debbono vuotare le camere dell'acqua di circolazione dei cilindri motori e del compressore e tutte le tubature relative.

25°) Se il motore non è messo in funzione per un periodo piuttosto lungo, bisogna due volte alla settimana farlo girare a mano e fermarlo poi in posizione diversa di quella iniziale.

26°) Ogni tre settimane circa, nel caso di funzionamento non continuativo, e ogni due settimana circa, nel caso di funzionamento continuativo, smontare le valvole di scarico ed eseguire la pulizia e la smerigliatura. Le stesse operazioni si faranno per le valvole di aspirazione, per gli aghi dei polverizzatori e per le valvole di spinta, ma ad intervalli di tempo doppi.

27°) Ogni sei mesi circa, smontare gli stantuffi per assicurarsi che le fasce elastiche non siano inchiodate. In caso di inchiodamento si batteranno leggermente con mazzuole di legno, dopo avervi versato sopra un po' di petrolio. Rimontando lo stantuffo si dovrà, tenendo la manovella al punto morto superiore, misurare lo spazio tra lo stantuffo ed il coperchio del cilindro; la

misura deve corrispondere al valore indicato nella tabella appresso riportata. Nel caso che lo spazio risultasse maggiore, si aggiungerà uno spessore al piede della biella.

28°) Ogni tre mesi circa sfilare lo stantuffo del compressore per verificare che gli anelli elastici siano a perfetta tenuta. Si controllerà l'altezza di compressione nella maniera indicata per lo stantuffo motore. Si smeriglieranno le valvole di aspirazione e mandata.

29°) Ogni sei mesi smerigliare con cura le valvole delle pompe del combustibile e verificare le guarnizioni dei premistoppa degli stantuffi e delle aste di regolazione.

30°) Pulire spesso i filtri dei serbatoi di servizio del combustibile, lavandoli con petrolio raffinato. Una volta all'anno si vuoteranno i depositi e si puliranno con cura.

31°) Di regola l'olio nel carter si cambia quando la sua densità è aumentata e quindi la pompa fatica ad aspirarlo ed il filtro si ostruisce con facilità. L'olio estratto dopo filtrato, potrà essere impiegato per lubrificazione di organi esterni di macchinari di secondaria importanza.

32°) Dopo ogni lavoro riguardare gli organi della distribuzione e verificare la registrazione in base alla tabella appresso riportata.

Distribuzione

MOTORE	Cil N.	1	2	3	4	5	6
POLVERIZZATORE							
Apert. prima P. M. S.	Gradi	4	4	4	4	4	4
Chius. dopo P. M. S.	»	38	38	38	38	38	38
Alzata	m/m	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Gioco fra rullo e camme . . .	»	0,5	0,5	0.5	0,5	0,5	0,5
VALVOLA AVVIAMENTO							
Apert. prima P. M. S.	Gradi	—	—	—	—	—	—
Chius. dopo P. M. S. . . .	»	—	—	—	—	—	—
Alzata	m/m	—	—	—	5	5	5
Gioco fra rullo e camme . . .	»	—	—	—	2,5	2,5	2,5
VALVOLA ASPIRAZIONE							
Apert. prima P. M. S.	Gradi	10	10	10	10	10	10
Chius. dopo P. M. I.	»	22	22	22	22	22	22
Alzata	m/m	17	17	17	17	17	17
Gioco fra rullo e camme . . .	»	1	1	1	1	1	1
VALVOLA SCARICO							
Apert. prima P. M. I.	Gradi	50	50	50	50	50	50
Chius. dopo P. M. S. . . .	»	6	6	6	6	6	6
Alzata	m/m	17	17	17	17	17	17
Gioco fra rullo e camme . . .	»	1	1	1	1	1	1

Pompa combustibile — Corsa m/m 14 diam. stantuffo m/m 9

MOTORE	Cil N.	1	2	3	4	5	6
Ugello polverizzatore	m/m	3	3	3	3	3	3
Gioco fra cop. e fondo polv. .	»	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Compressione	Kg.	37	37	37	37	37	37
Gioco fra stantuffo e coperchio	m/m	10	10	10	10	10	10
Spess. agg. biella motore . . .	—	—	—	—	—	—	—
» » » compress. .	—	—	—	—	—	—	—
Apert. valv. aspir. pompa combustibile	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

PARTE ELETTRICA.

La dinamo. — La dinamo del complesso ha le caratteristiche seguenti:

Potenza 150 Kw.
Tensione 220 Volt.
Eccitazione in derivazione
Poli principali - 8
Poli ausiliari - 8.

La ventilazione viene effettuata mediante una ventola calottata sull'asse del motore della parte del motore.

Manca la circolazione dell'acqua intorno ai cuscinetti, trattandosi di macchina a bassa velocità.

La lubrificazione dei cuscinetti è fatta mediante tubolature derivate sulla circolazione dell'olio del motore.

Il numero dei giri (390) varia del 5 % fra la marcia a vuoto e quella a pieno carico.

La macchina può sopportare un sovraccarico del 15 % circa (790 ampère per due ore) e del 20 % (820 ampère per 10 minuti).

Il piano di commutazione rimane invariato e qualsiasi regime di carico fra zero e il 20 % di sovraccarico.

§ 125 — Motore Diesel Tosi senza compressore tipo A da 50 HP

CARATTERISTICHE.

Il motore (vedi fig. 351) è a quattro tempi, con tre cilindri a semplice effetto.

La polverizzazione del combustibile ha luogo meccanicamente anzichè per insufflazione di aria compressa.

Velocità di regime: . . . giri.
L'avviamento viene eseguito ad aria compressa.

Le dimensioni dei cilindri motori sono:

Diametro del cilindro m/m 190.
Corsa dello stantuffo m/m 270.

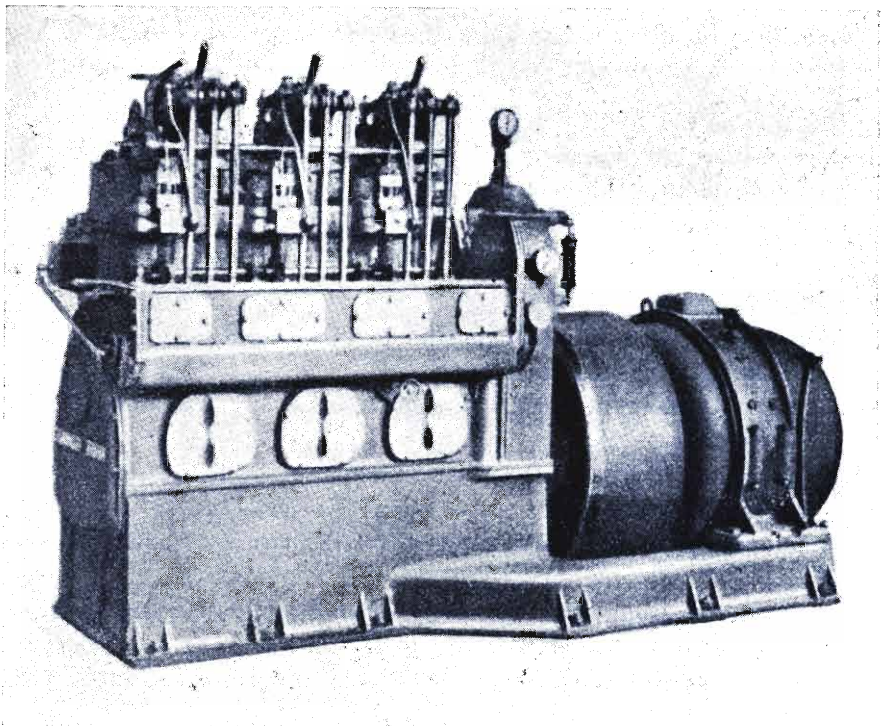


Fig. 351.

DATI PRINCIPALI PER LA REGISTRAZIONE.

a) Lo spazio di compressione, misurato dalla distanza che si ha al punto morto superiore fra il bordo dello stantuffo ed il fondo della camera delle valvole deve essere di m/m 9.

A tale valore corrisponde una pressione finale di compressione a caldo di 35 atm.

b) Corsa utile della pompa del combustibile: m/m 10.

c) Le fasi di apertura e di chiusura delle valvole risultano dallo specchio riportato: esse si intendono misurate, per l'aspirazione, lo scarico e l'avviamento, dal momento in cui i rulli dei puntali vanno a contatto con le relative camme. Per l'iniezione del combustibile, dal momento in cui il rullo che azione la pompa del combustibile è premuto dalla camma.

VALVOLE MOTORE	Gioco al rullo	A p r e	C h i u d e
Aspirazione . . .	m/m 0,5	30° pr. P. M. sup.	30° dopo P. M. inf.
Scarico	» 0,5	45° pr. P. M. inf.	30° dopo P. M. sup.
Avviamento . . .	» 1	Circa al P. M. sup.	135° dopo P. M. sup.
Pompa combustibile	» 0,2	Inizio corsa 20° pr. P. M. sup.	—
Iniezione	» —	Automaticamente	Automaticamente

Prima di rilevare le fasi è necessario assicurarsi che il gioco ai rulli sia quello indicato e ciò si fa sollevando i puntali di comando delle valvole e misurando con sonde la distanza fra i rulli e la parte cilindrica delle camme, regolandosi come segue circa la posizione da dare agli stantuffi motori.

Valvola di scarico. — Leva di manovra in una posizione qualsiasi. Il gioco si determina quando lo stantuffo motore si trova in un punto qualsiasi della corsa di compressione o alla fine della corsa di aspirazione o all'inizio della corsa di combustione ed espansione.

Valvola di avviamento. — Leva di manovra nella posizione più bassa (avviamento). Il gioco si determina quando lo stantuffo si trova in un punto qualsiasi delle corse di aspirazione, compressione, scarico.

Valvola di aspirazione. — Leva di manovra nella posizione più alta (marcia). La camma di aspirazione è a due gradini (fig. 352).

Il più alto (A) serve per l'aspirazione di aria, il più basso (B) affiancato all'altro, serve durante l'avviamento per la decompressione, cioè per scaricare l'aria nella fase di compressione onde agevolare l'avviamento stesso.

Il gioco indicato si deve misurare sul profilo della camma (B) cioè una cinquantina di gradi dopo il P. M. inferiore alla fase di aspirazione.

Questa posizione è quindi la stessa di quella in cui, come si è detto, si regola il gioco della valvola di scarico.

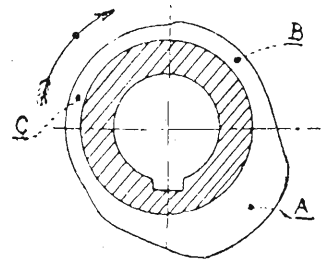


Fig. 352.

Pompa combustibile. — Il gioco indicato viene misurato fra la parte cilindrica della camma ed il rullo di comando dello stantuffo della pompa combustibile. Tale gioco va misurato quando lo stantuffo motore si trova in un punto qualsiasi della corsa di aspirazione o all'inizio della fase di compressione od al termine della fase di scarico.

Nella posizione già indicata per la valvola di aspirazione (una cinquantina di gradi dopo il P. M. inferiore della fase aspirazione) si possono quindi determinare i giochi di tutte le valvole tenendo conto di quanto più sopra è stato detto circa la posizione della leva di manovra.

Valvola di scarico (fig. 353). — Gioco misurato sulla valvola 0,8 m/m; posizione della leva di manovra: qualsiasi. Posizione dello stantuffo motore: durante la corsa di compressione; all'inizio della corsa di aspirazione.

Si svita il dado O, si solleva l'estremità della leva N e si misura il gioco tra l'estremità della leva ed il pezzo M. Il gioco può essere variato avvitando e svitando il pezzo S. Si rimette a posto il dado O.

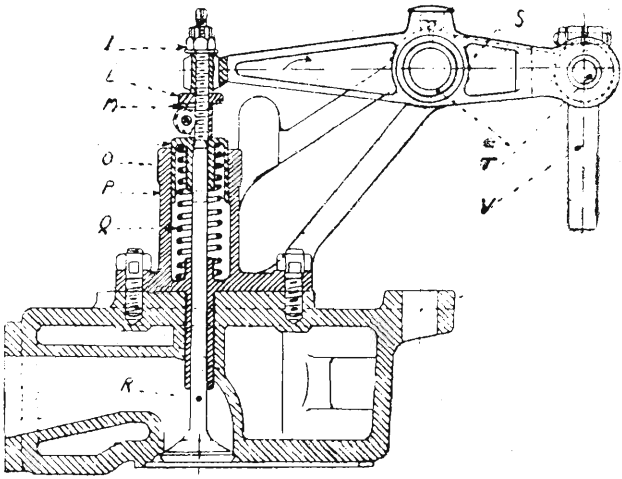
Valvola di aspirazione (fig. 353). — Gioco misurante sulla valvola 0,8 m/m. Posizione della leva di manovra: marcia. Posizione dello stantuffo motore: circa 50° dopo il P. M. inferiore della fase di aspirazione-compressione.

Procedimento identico a quello indicato per la valvola di scarico.

Valvola di avviamento (fig. 354). — Gioco sulla valvola 0,6 m/m. Posizione leva di manovra: avviamento. — Posizione dello stantuffo: durante le corse di aspirazione, compressione, scarico.

Si svita il dado D e sollevando l'estremità della leva Z si misura il gioco tra essa ed il pezzo C avvitato sull'asta della valvola.

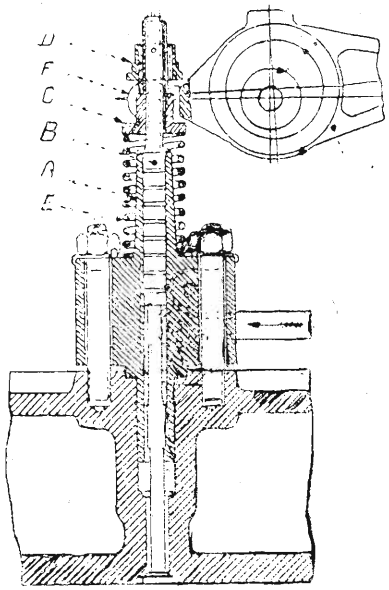
Si rimette a posto il dado D.



Q Molla
R Asta valvola
S Leva per valvola
T Perno del puntale
V Perno pel puntale
M Dado di regolazione
I Controdado
L Rosetta di controdado
O Contromolla
P Cavallotto

Fig. 353.

Valvola d'ammissione - Valvola di scarico



A Corpo per valvola d'avviamento
B Asta valvola d'avviamento
C Dado di regolazione
D Contro dado
E Molla
F Leva

Fig. 354.

Valvole d'avviamento

ISTRUZIONI PER L'AVVIAMENTO.

A) *Operazioni preliminari.*

1°) Togliere gli astucci nei quali saranno introdotte le « sigarette » di accensione.

2°) Aprire i rubinetti del serbatoio dell'olio fluido di avviamento.

3°) Verificare la pressione della bombola di avviamento (18-25 atm.).

4°) Eseguire il riempimento delle tubazioni del combustibile.

Per compiere tale operazione gli stantuffi delle pompe del combustibile non devono essere sollevati dalle camme di comando. E' necessario poi che le leve di manovra siano in posizione di marcia, e le valvolette di prova del combustibile siano aperte. Per eseguire il riempimento si azioneranno con la leva di manovra a mano, gli stantuffi delle pompe finchè dai tubi di scarico delle valvolette di prova si vedrà defluire il combustibile non accompagnato da bolle d'aria. Si chiudono allora le valvolette di prova.

Il riempimento è ben fatto quando, a valvole di prova chiuse, non è possibile sollevare gli stantuffi delle pompe.

Non si deve sostituire od allungare la leva appositamente fornita per tale manovra onde non sforzare eccessivamente la pompa.

5°) Colle leve di manovra in posizione intermedia (fermo) girare a mano il volano fino a portare una manovella in posizione di avviamento (circa 25° dopo il P. M. della fase di iniezione).

6°) Aprire la mandata dell'acqua di raffreddamento.

7°) Mettere la leva di manovra in posizione di avviamento.

8°) Chiudere i rubinetti indicatori.

B) *Avviamento.*

1°) Accendere le sigarette ed introdurre rapidamente nel proprio alloggio gli astucci, avvitandoli completamente.

2°) Aprire la valvola di avviamento della bombola d'aria compressa: il motore inizia il movimento.

3°) Quando il motore ha assunto una sufficiente velocità spostare rapidamente le leve di manovra dalla posizione di avviamento a quella di marcia (tutta in alto).

4°) Chiudere quindi la valvola della bombola d'avviamento.

5°) Verificare la circolazione dell'olio per la lubrificazione.

6°) Sorvegliare il funzionamento del regolatore di velocità.

7°) Passare dall'alimentazione con il combustibile fluido d'avviamento a quella con il combustibile di servizio.

NORME PER IL FUNZIONAMENTO.

Lubrificazione. — Regolare i lubrificatori a « contagocce » di ogni cilindro motore a 15-20 gocce al minuto.

Verificare frequentemente il funzionamento della lubrificazione forzata; la pressione dell'olio deve essere di 0,4 - 0,5 atmosfere, ed è regolabile mediante una valvola, situata nella parte anteriore del motore.

Raffreddamento. — L'acqua di raffreddamento deve uscire a circa 50° dalla camera valvole. Se l'acqua è eccessivamente salmastra e si teme la formazione di incrostazioni eccessive nella camera è conveniente tenere una temperatura inferiore.

Riempimento del serbatoio d'aria di avviamento. — (Da eseguirsi a motore funzionante a vuoto e subito dopo l'avviamento).

1°) Si apre la valvola di caricamento situata sulla bombola e si verifica l'indicazione del manometro.

2°) Si mette la leva di manovra del cilindro motore che porta la valvola di caricamento d'aria nella posizione intermedia (fermo).

3°) Girando l'apposito volantino si permette il funzionamento della valvola di caricamento.

Nel motore ad un solo cilindro, quando la velocità sia notevolmente diminuita senza avere ottenuto la pressione desiderata nella bombola, occorre chiudere la valvola di caricamento sul cilindro e riportare la leva di manovra nella posizione più alta (marcia).

Il motore riacquista in pochissimo tempo la sua velocità normale e l'operazione di caricamento dei serbatoi può essere ripresa con le norme precedentemente indicate.

4°) Ottenuta la pressione d'aria desiderata si chiude prima la valvola di caricamento del cilindro, manovrando il volantino, poi la valvola sistemata sulla bombola ed in fine si mette la leva di manovra nella posizione di marcia.

ARRESTO DEL MOTORE.

Operazioni preliminari.

Negli ultimi 10 minuti si alimenta il motore con combustibile più fluido (quello di avviamento).

Manovra per l'arresto del motore.

1°) Mettere le leve di marcia di tutti i cilindri in posizione di fermo (il motore si ferma).

2°) Quando il motore sta per fermarsi aprire le valvole di decompressione.

Dopo l'arresto del motore.

1°) Aprire le valvolette di prova del combustibile.

2°) Chiudere le valvole del serbatoio del combustibile.

3°) Dopo 10 minuti arrestare la circolazione dell'acqua.

4°) Assicurarsi che le valvole del serbatoio d'aria di avviamento siano ben chiuse.

5°) Scaricare l'acqua del motore se esiste possibilità di gelo.

MANUTENZIONE.

Le revisioni periodiche principali sono:

Ogni 200 ore di funzionamento smontare le valvole d'iniezione, pulire gli ugelli e le aste, e smerigliare se occorre. Pulire i diaframmi delle camere delle valvole.

Se il motore viene alimentato con olio di densità superiore a 0,900 la pulizia dei diaframmi deve essere eseguita con maggior frequenza.

Ogni 300 ore di funzionamento pulire i filtri del combustibile, sistemati accanto ad ogni pompa, e le pigne di aspirazione delle pompe Mac-Cord.

Ogni 600 ore di funzionamento pulire ed eventualmente smerigliare le valvole di scarico, pulire i fondi degli stantuffi, le camere valvole, pulire il filtro dell'olio di lubrificazione.

Ogni 1200 ore pulire le valvole di avviamento, le valvole di aspirazione.

Ogni 1800 ore di funzionamento smontare gli stantuffi per la verifica delle fasce elastiche.

Togliere periodicamente le incrostazioni lasciate dall'acqua di raffreddamento sulle superfici refrigeranti delle camere valvole e delle camice, valendosi anche di una soluzione al 30 % di acido cloridrico.

§ 126 -- **Gruppo elettrogeno da 18 Kw. - 115 Volt - 550 giri con motore a testa calda — S. Giorgio** (*Figg. 355 - 356 - 357*)

NORME PER IL FUNZIONAMENTO.

A) *Avviamento.* — Assicurarsi che nel carter vi sia sufficiente quantità di olio di lubrificazione, osservando l'indicatore di livello 47 (fig. 356).

Chiudere la valvola di non ritorno girando il volantino nel senso « avviamento ». Aprire il rubinetto del serbatoio del combustibile 56 (fig. 357).

Assicurarsi che arrivi al motore l'acqua per il raffreddamento.

Accendere le lampade a petrolio 48 (fig. 357) che servono al riscaldamento delle teste, procedendo nel seguente modo:

a) Riempire circa a metà o a tre quarti il serbatoio di petrolio 56 il quale è munito di manometro, pompetta a mano, valvoletta di scarico d'aria, tappo di riempimento, e di due rubinetti per i tubi di mandata del petrolio ai becchi delle lampade.

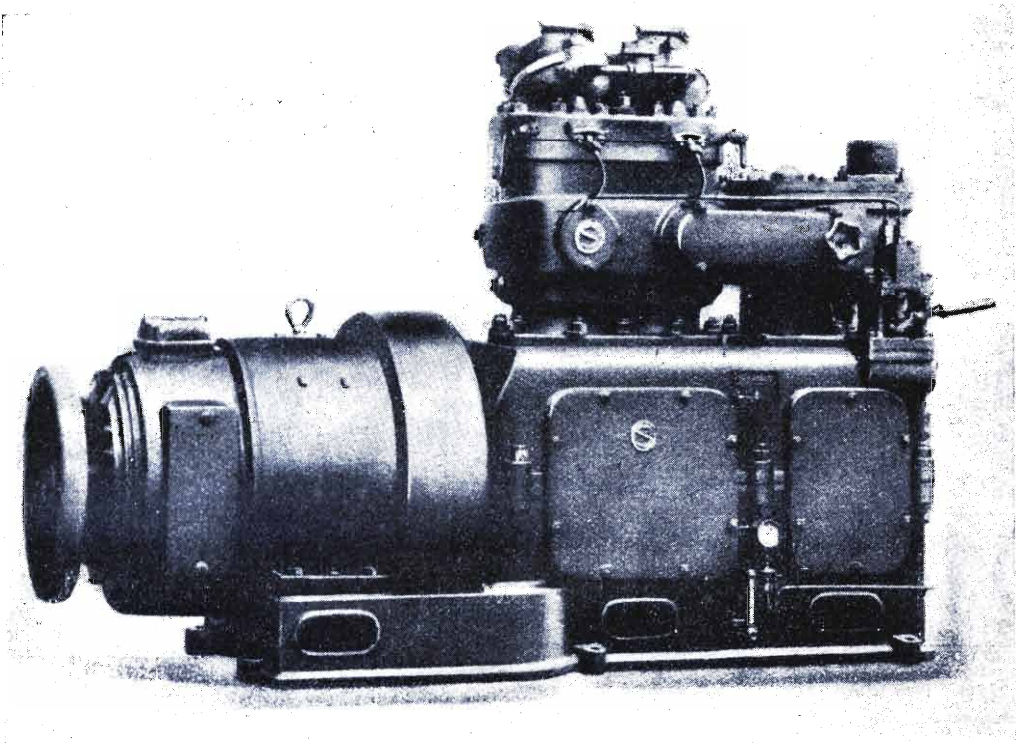


Fig. 355.

b) Chiudere le spine di regolazione dei becchi gassificatori 48, e la valvoletta di scarico d'aria del serbatoio.

c) Mettere del cotone impregnato di petrolio nelle vaschette esistenti sotto i becchi gassificatori, ed accenderlo.

d) Quando il cotone è quasi completamente bruciato, far funzionare la pompa a mano del serbatoio fino ad ottenere in esso una pressione di 4 Kg./cm^2.

e) Aprire lentamente le spine di regolazione dei becchi fino ad ottenere una potente fiamma.

Se non si riesce ad ottenere una buona fiamma, bisogna ripulire con la apposita spina l'ugello del becco gassificatore.

Durante il periodo in cui le lampade sono accese, i coperchi 13 di protezione delle calotte d'accensione debbono essere aperti:

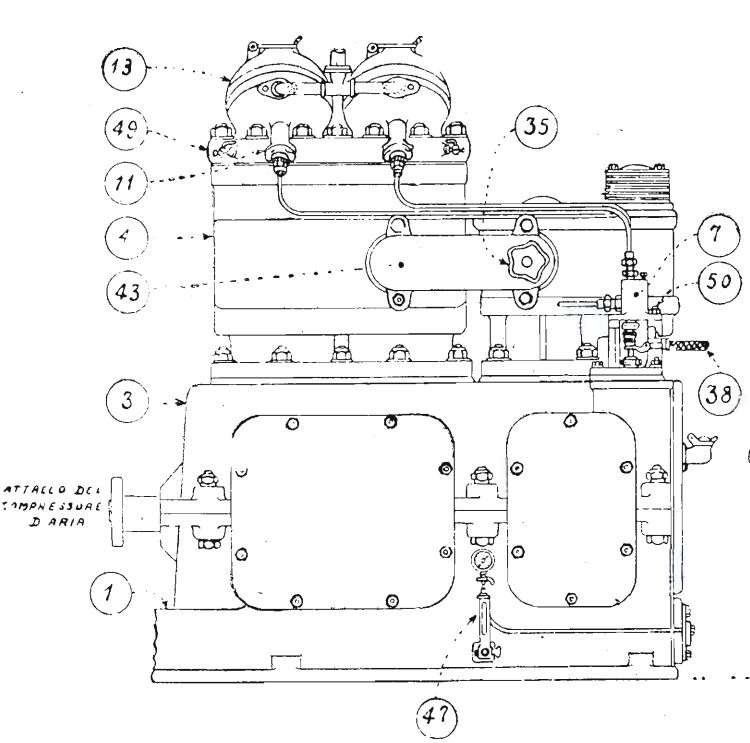


Fig. 356.

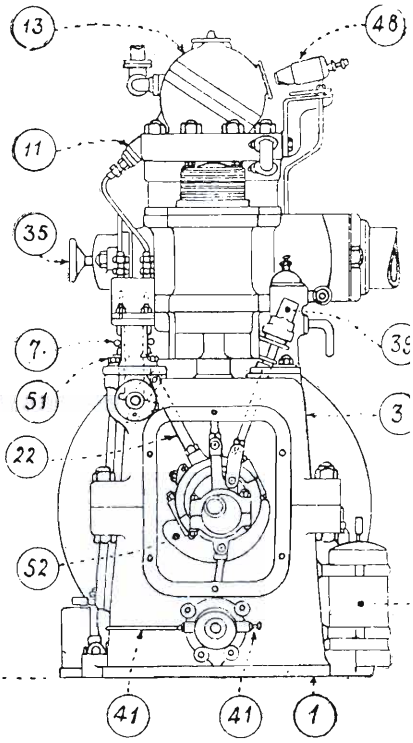


Fig. 357.

Motore a testa calda S. Giorgio da 18 KW.

Vista di fronte — Vista di fianco

Per avviare il motore, occorre:

1°) Tenere le lampade in funzione fino a che le calotte di accensione siano ben riscaldate ed abbiano assunto un colore rosso cupo (sono necessari circa 10-15 minuti).

2°) Aprire i rubinetti di spurgo 49 dei cilindri (fig. 356), e portare in alto una qualunque delle frecce tracciate sul volante del motore, che indicano il senso normale di rotazione.

3°) Azionare le pompette a mano della nafta mediante le leve 38, finchè si vedono uscire dei vapori bianchi dai rubinetti 49 di spurgo del motore. Poi:

4°) Far compiere al volano mezzo giro o un giro, a mano, allo scopo di rinnovare l'aria nei cilindri; riportare sempre una delle due frecce in alto.

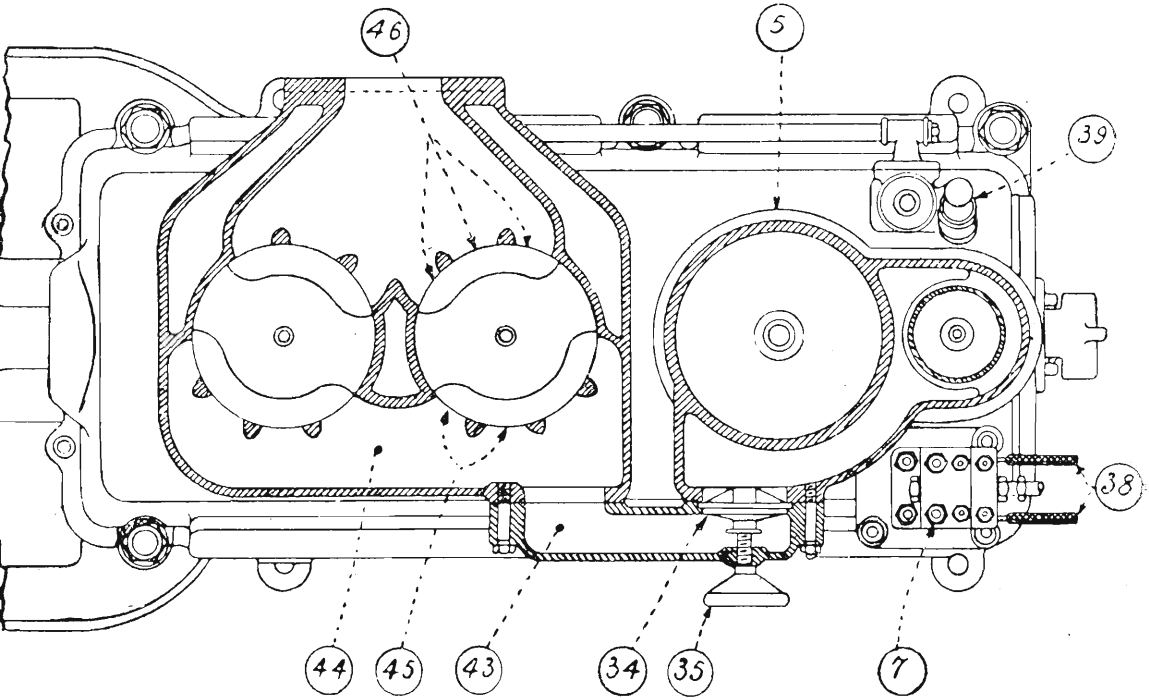


Fig. 358.

Motore a testa calda S. Giorgio da 18 KW.

5°) Chiudere i rubinetti di spurgo dei cilindri.

6°) Azionare di nuovo le pompette a mano del combustibile in modo da iniettare nei due cilindri una pompata di nafta.

7°) Portare le maniglie 38 delle pompette in alto (posizione di « marcia »).

8°) Avviare il motore facendo oscillare (non girare) a mano il volano, e dando sempre uno strappo più vigoroso da sinistra a destra, cioè come se si dovesse avviare il motore in senso contrario a quello normale di rotazione.

Se le calotte d'accensione sono state ben riscaldate e se la nafta arriva regolarmente ai cilindri, il motore parte subito nel giusto senso.

Nel caso in cui il motore stentasse a partire, o partisse in senso contrario, si aprono i rubinetti di spurgo dei cilindri e si ripete poi tutta l'operazione sopra descritta a cominciare dal N° 4.

Appena il motore si mette in moto, assicurarsi che circoli l'acqua di raffreddamento; aprire e subito richiudere i rubinetti di spurgo 49, per controllare che tutti e due i cilindri funzionino regolarmente. Ciò fatto, aprire la valvola di non ritorno, girando il volantino 35 (fig. 358) nel senso di « Marcia », dopo di che si può dare il carico al motore.

Se il motore si mette in marcia con un solo cilindro, abbassare la maniglia della pompa della nafta corrispondente al cilindro che funziona. Con ciò può darsi che, mentre il motore rallenta, entri in funzione anche l'altro cilindro. Se ciò accade si attende che il motore raggiunga nuovamente la velocità di regime, e poi si rimette in funzione anche il cilindro che era stato escluso controllando nuovamente gli scoppi dai rubinetti di spurgo.

Se uno o tutti e due i cilindri avessero un funzionamento intermittente, ciò è da attribuire ad aria nelle pompe di combustibile. Si provvede a scaricarla svitando di poco i tappi 50 (fig. 360) delle valvole di aspirazione delle pompe (pur lasciando il motore in moto), facendo così uscire una certa quantità di combustibile.

Dopo di essersi assicurati del regolare funzionamento del motore, spegnere le lampade di riscaldamento, chiudendo le spine di regolazione, e scaricare la pressione del serbatoio 56, mediante l'apposita valvoletta.

Chiudere i coperchi 13 di protezione delle calotte di accensione.

Osservare che il manometro sulla tubatura dell'olio segni la dovuta pressione: questa, appena messa in moto il motore, deve essere di circa 2-6 Kg./cm^2, a seconda della temperatura dell'olio. La pressione scenderà poi a circa 0,5-1 Kg./cm^2, quando, dopo un certo tempo il funzionamento le parti meccaniche del motore avranno raggiunto la temperatura di regime.

La temperatura dell'acqua di raffreddamento all'uscita del motore può arrivare fino a 80° circa.

Durante la marcia le calotte 12 (fig. 359) delle teste calde raggiungono una temperatura tale cui corrisponde un colore rosso ciliegia scuro funzionando a pieno carico, ed un rosso ciliegia chiaro nel funzionamento a vuoto.

Durante il funzionamento e dopo che il motore si è riscaldato, se la combustione avviene regolarmente, i gas di scarico, sono di colore chiaro a carico normale e quasi invisibili a vuoto.

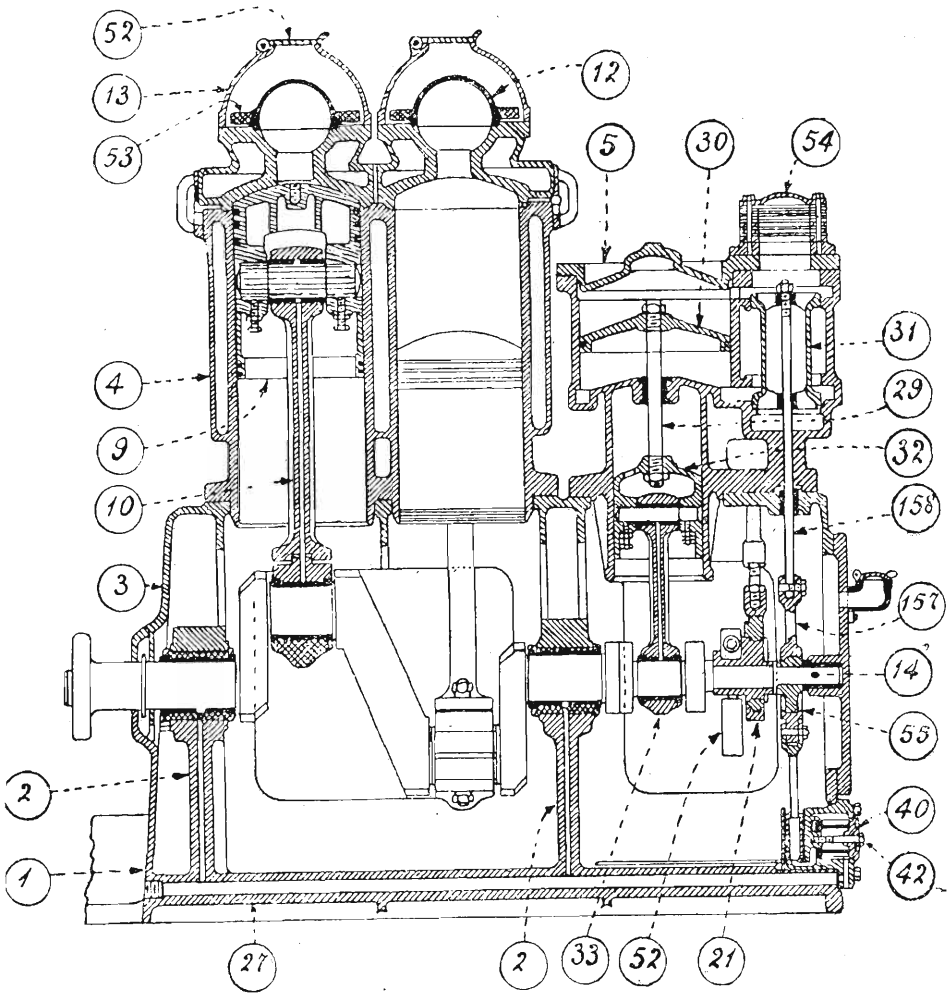


Fig. 359.

Motore a testa calda S. Giorgio da 18 KW.

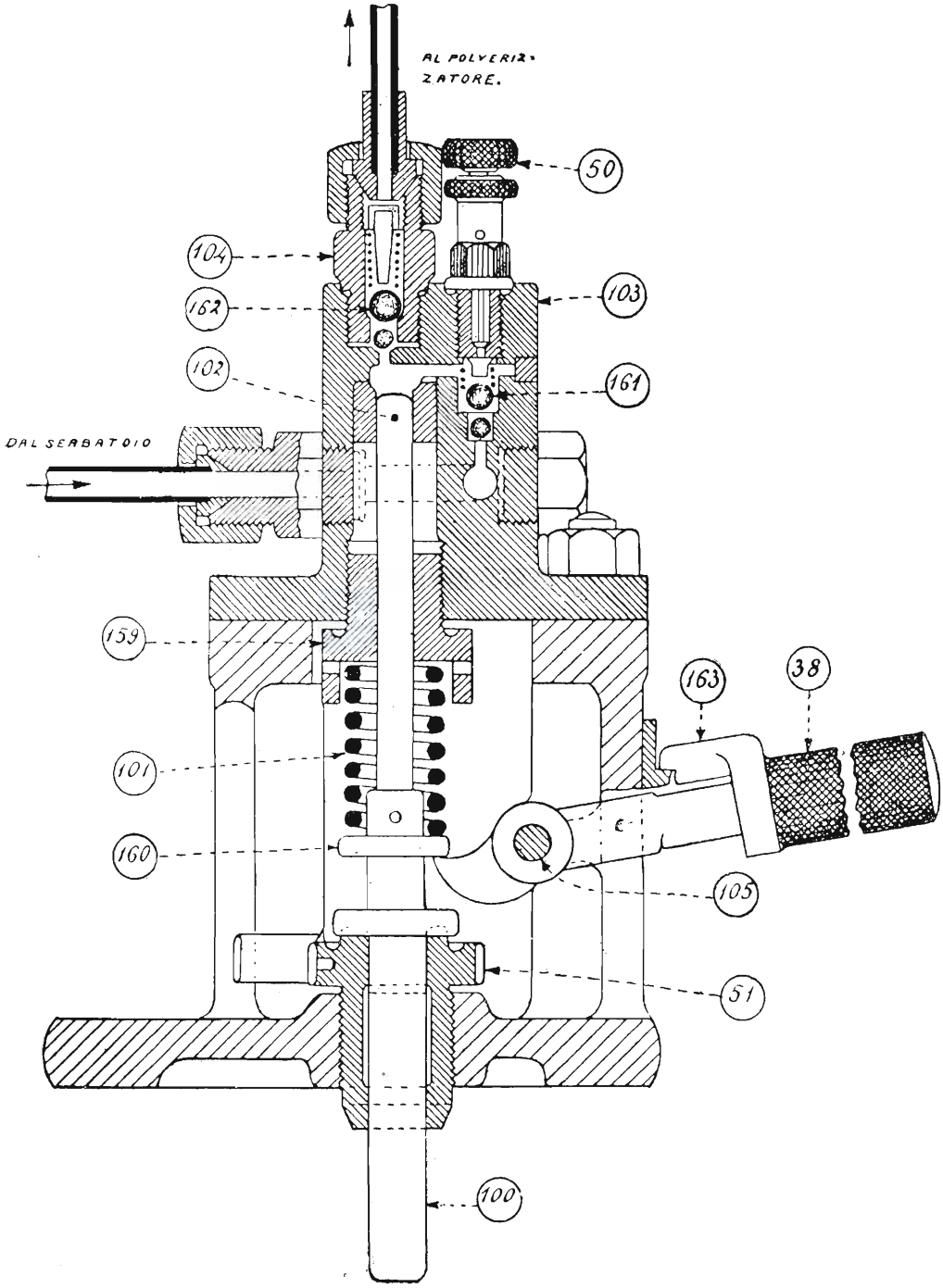


Fig. 360. — *Motore a testa calda S. Giorgio da 18 KW.*

B) *Arresto.* — Per fermare il motore, bisogna portare la maniglia 38 della pompa del combustibile in basso, impegnandole sotto appositi arresti. Quando il motore è fermo bisogna chiudere il rubinetto di mandata del serbatoio del combustibile.

Se il motore deve rimanere fermo parecchio tempo bisogna scaricare l'acqua di raffreddamento dei cilindri mediante l'apposito rubinetto.

C) *Regolazione.* — Per la regolazione della velocità esiste un regolatore centrifugo mediante il quale è assicurata una costanza del numero di giri di circa 5 % fra la marcia a vuoto e quella a pieno carico.

L'esatta suddivisione del carico fra i due cilindri viene constatata sia dal rumore degli scoppi che debbono essere tutti pressochè di eguale intensità, sia dal colore delle due teste.

Se si riscontrano delle diversità di funzionamento fra i due cilindri, bisogna eliminarle registrando la pompa del combustibile che alimenta il cilindro da regolare. La regolazione si effettua mediante i dadi a corona 51 (fig. 357), cioè svitandoli un poco, se occorre diminuire l'alimentazione del cilindro, ed avvitandoli nel caso contrario.

Se il numero dei giri è poco diverso dal normale 550, si può riportare al valore esatto svitando oppure avvitando assieme i detti dadi a corona dentata, di un dente per volta, avendo cura di non avvitarli troppo perchè ciò potrebbe escludere il funzionamento del regolatore di velocità e quindi far precipitare il motore quando il carico viene tolto.

Se variando la posizione dei dadi a corona non si riesce a regolare il numero dei giri al valore esatto, occorre allora registrare la molla 19 del regolatore, e cioè avvitare il manicotto 18 della molla (fig. 361) se si vuol aumentare il numero dei giri, e svitarlo nel caso contrario.

Se il numero dei giri si abbassa fortemente col carico pur funzionando entrambi i cilindri, vuol dire che la molla del regolatore non è ben regolata e precisamente è troppo compressa se avvitando i dadi a corona 51 (qando il motore è sotto carico) il numero dei giri aumenta, oppure se, togliendo il carico, il motore tende a precipitare. E' invece troppo distesa se pur avvitando i dadi a corona fino in fondo, la velocità non aumenta.

D) *Manutenzione.* — Ogni otto giorni si deve smontare e pulire il filtro dell'olio, della pompa di lubrificazione.

Pulire le calotte di accensione a periodi più o meno lunghi secondo la qualità del combustibile usato. Quando dal tubo di scarico del motore si vedono uscire abbondanti quantità di faville, e quando i gas di scarico diventano scuri, è segno che le calotte sono sporche.

E) *Regolarità di funzionamento.* — Se il motore non si avvia, e non esiste alcuna avaria evidente conviene verificare nell'ordine seguente:

1°) Se le calotte d'accensione sono sufficientemente calde (al colore rosso cupo).

2°) Se il rubinetto del serbatoio del combustibile è aperto.

3°) Se la nafta arriva alle pompette (per verificare ciò basta svitare i tappi 50 delle valvole di aspirazione che si trovano sul corpo delle pompe stesse).

4°) Se le maniglie delle pompe del combustibile sono nella giusta posizione di marcia, cioè in alto.

5°) Se la nafta arriva alle teste dei cilindri motori. Per accertarsi di ciò occorre aprire i rubinetti di spurgo dei cilindri, girare il volano in modo che una delle frecce capiti in alto, pompare a mano fino a che i tubetti dei polverizzatori siano pieni di nafta.

Se le calotte sono calde si vedranno allora uscire dai rubinetti densi vapori bianchi.

Se le pompe presentano una forte resistenza ad essere azionate a mano, vuol dire che i polverizzatori sono ostruiti, quindi occorre smontarli e ripulirli.

Per meglio verificare il funzionamento dei polverizzatori si smontano e si avvitano nuovamente ai relativi tubetti delle pompe, ma fuori dei cilindri in modo che pompando a mano, si possa verificarne il funzionamento.

Nell'eseguire questa prova, bisogna però fare molta attenzione di disporre i tubetti delle pompe giranti in modo che la nafta che esce dai polverizzatori non vada a colpire le teste dei cilindri quando queste sono calde.

Se le pompe non presentano nessuna resistenza ad essere azionate a mano, ma dai polverizzatori non esce nafta, ciò significa che nelle pompe stesse si trova dell'aria. Bisogna allora scaricare più volte aria e nafta svitando i tappi delle valvole di aspirazione 50, ed in ultimo se ancora le pompe non funzionano, stringere i dadi pressatrecce e se occorre aggiungere nel pressatrecce qualche altra guarnizione in corda di amianto, di diametro non minore di 5 mm. e spalmata di grafite.

Se il motore si ferma dopo qualche tempo di funzionamento: Verificare:

1°) Se vi è abbastanza nafta nel serbatoio. Se il rubinetto del serbatoio della nafta è aperto.

2°) Se le pompe della nafta funzionano. Assicurarsi che i pressatrecce degli stantuffi non siano stretti tanto che le molle non riescano a farli ritornare in basso.

3°) Scaricare l'aria che eventualmente potrebbe essersi accumulata entro le pompette della nafta svitando i tappi 50 sulle valvole di aspirazione.

Se il motore funziona con un solo cilindro. — Aprendo i rubinetti di spurgo dei cilindri, si vedranno uscire le fiamme degli scoppi dal cilindro che funziona, mentre nell'altro dei vapori bianchi di nafta o semplicemente dell'aria. Quando escono vapori bianchi, vuol dire che la calotta di accensione non è sufficientemente calda; e quando invece esce solamente aria, significa o che la nafta non arriva al cilindro, oppure che la calotta di accensione è quasi fredda. Bisogna allora verificare che non vi sia dell'aria nella pompa della nafta e, se occorre, fermare il motore e procedere alle opportune riparazioni. Per facilitare l'accensione dei due cilindri è buona regola di avviare il motore con le teste ben calde, e non farlo poi funzionare molto tempo a vuoto.

Se un polverizzatore non funziona regolarmente ciò può dipendere da cattiva tenuta delle due valvolette a sfera, situate nell'interno.

Infatti se queste valvolette non chiudono bene per effetto della pressione dei cilindri la nafta viene spinta indietro e non arriva al polverizzatore.

Per verificare il funzionamento di questa valvola, basta togliere i tubetti che collegano la pompa ai polverizzatori e mediante il volano di manovra portare successivamente i due cilindri in compressione. Dal polverizzatore corrispondente al cilindro in compressione non si dovrà avere uscita d'aria.

In generale la causa della mancanza di tenuta delle valvole sia della pompetta che dei polverizzatori, deve ricercarsi nella nafta, non sufficientemente filtrata. Per eliminare le perdite della valvola, è generalmente sufficiente pulire e rimuovere le sfere di tenuta.

F) *Smontamento:*

1°) *Calotte d'accensione.* — Dopo aver tolto le calotte di protezione occorre oliare bene i dadi di fissaggio delle calotte d'accensione prima di svitarli. La guarnizione di rame ed amianto, dopo essere stata pulita, può essere subito rimontata se non presenta rottura; in caso contrario bisogna sostituirla con altra nuova.

2°) *Pompa dell'olio di lubrificazione.* — Prima di smontare il corpo di pompa occorre togliere lo stantuffo oscillante collegato al collare dell'eccentrico.

Per smontare l'eccentrico fisso sull'asse (dopo aver smontato le aste di comando della pompa dell'acqua e del cassetto distributore), si usano appositi tiranti e piastrine.

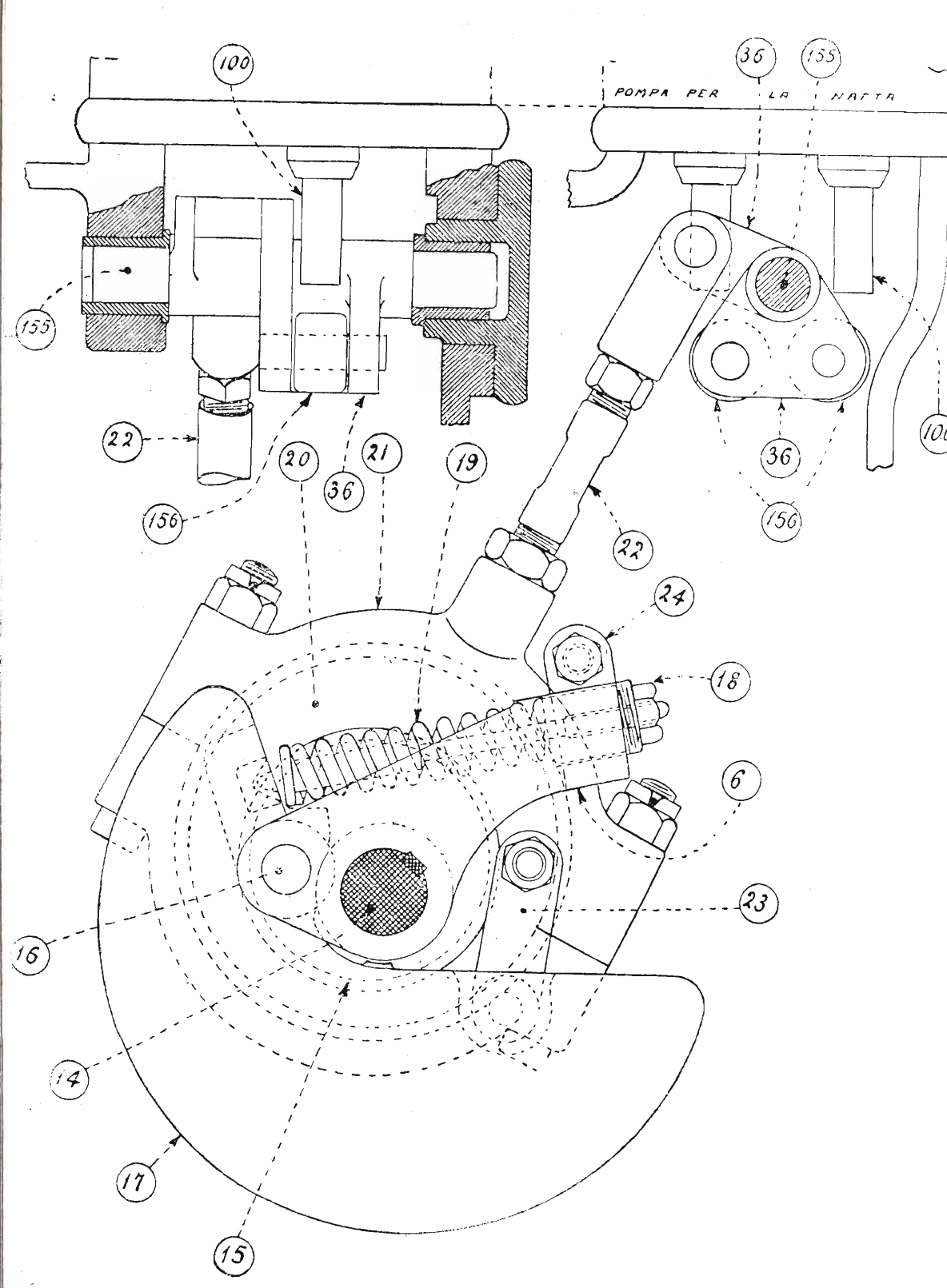


Fig. 361. — *Motore a testa calda S. Giorgio da 18 KW.*

3°) *Regolatore.* — Per smontare il regolatore occorre smontare prima l'eccentrico della pompa dell'olio di lubrificazione. Si smontano quindi il collare 21 (fig. 361), il dado di pressione 18 e la molla, poi si sfila il regolatore servendosi degli appositi tiranti con la relativa piastrina.

Nello smontare qualsiasi parte del motore, bisogna aver cura di osservare ed annotare le indicazioni apportate su ciascun organo dalla Ditta costruttrice affinchè il montamento possa poi essere effettuato con sicurezza e senza incorrere in errori.

DINAMO.

La dinamo, costruita secondo le norme dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, è del tipo protetto autoventilato con eccitazione compound.

Un estremo dell'asse dell'indotto è rigidamente accoppiato al volano-ventilatore e quindi all'asse manovella del motore, e l'altro estremo appoggia sul supporto anteriore del complesso munito di cuscinetto in bronzo con lubrificazione ad anello.

Il piano di commutazione rimane praticamente invariato al variare del carico.

Durante il funzionamento detergere spesso il collettore della dinamo con un pannolino pulito ed asciutto astenendosi dall'usare grassi e carboni, o dal ripulire il collettore con carta o tela smerigliata.

Non bisogna mettere troppo olio nel lubrificatore del cuscinetto anteriore della dinamo.

§ 127 — **Motore a testa calda « Muzzi » da 7 HP.** (*Figg. 362-363-364*)

CARATTERISTICHE.

Il motore a testa calda « Muzzi » è a due tempi con un solo cilindro verticale della potenza di 7 HP.

Le fasi di aspirazione, scarico e lavaggio sono regolate dallo stantuffo motore e quindi il motore risulta privo di valvole.

L'asse della dinamo da 4 Kw da esso azionata è collegato con un giunto flessibile a quello del motore.

NORME PER IL FUNZIONAMENTO.

Approntamento del motore. — Le operazioni da eseguirsi sono analoghe a quelle descritte per il motore tipo « San Giorgio », in modo particolare si deve osservare:

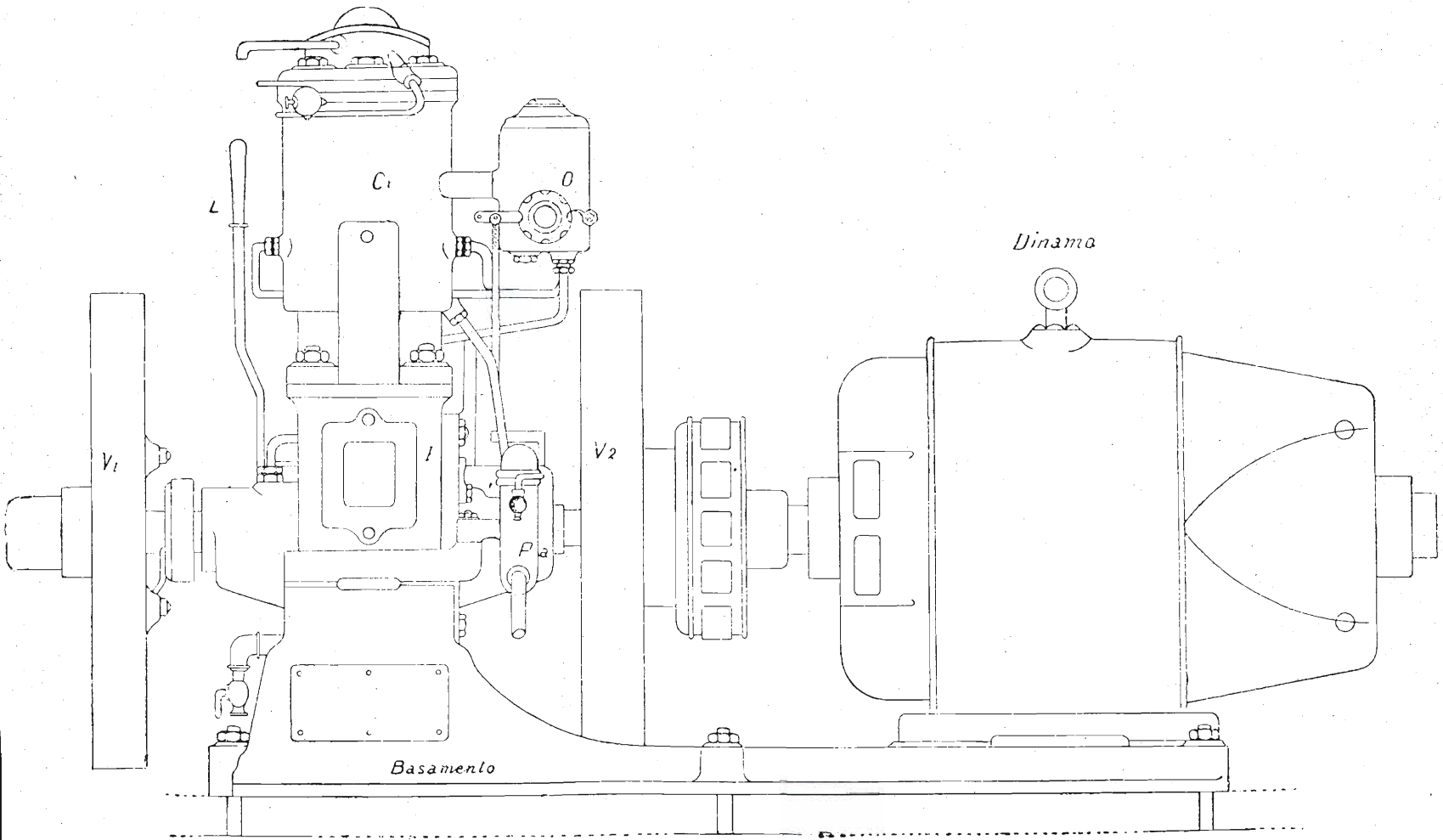


Fig. 362. — *Complesso elettrogeneratore con motore a testa calda tipo Muzzi*

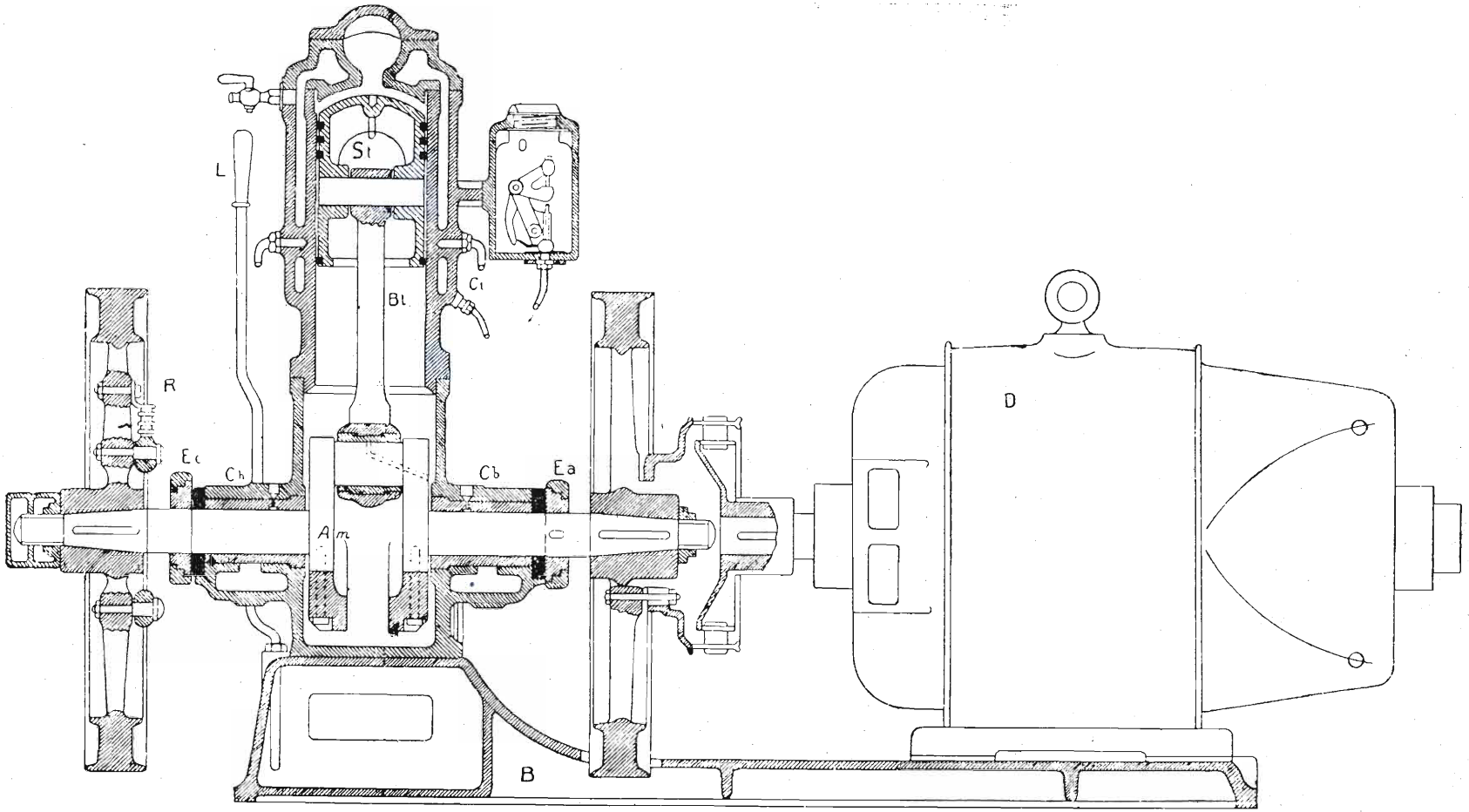


Fig. 363. — *Complesso elettrogeneratore con motore a testa calda tipo Muzzi*

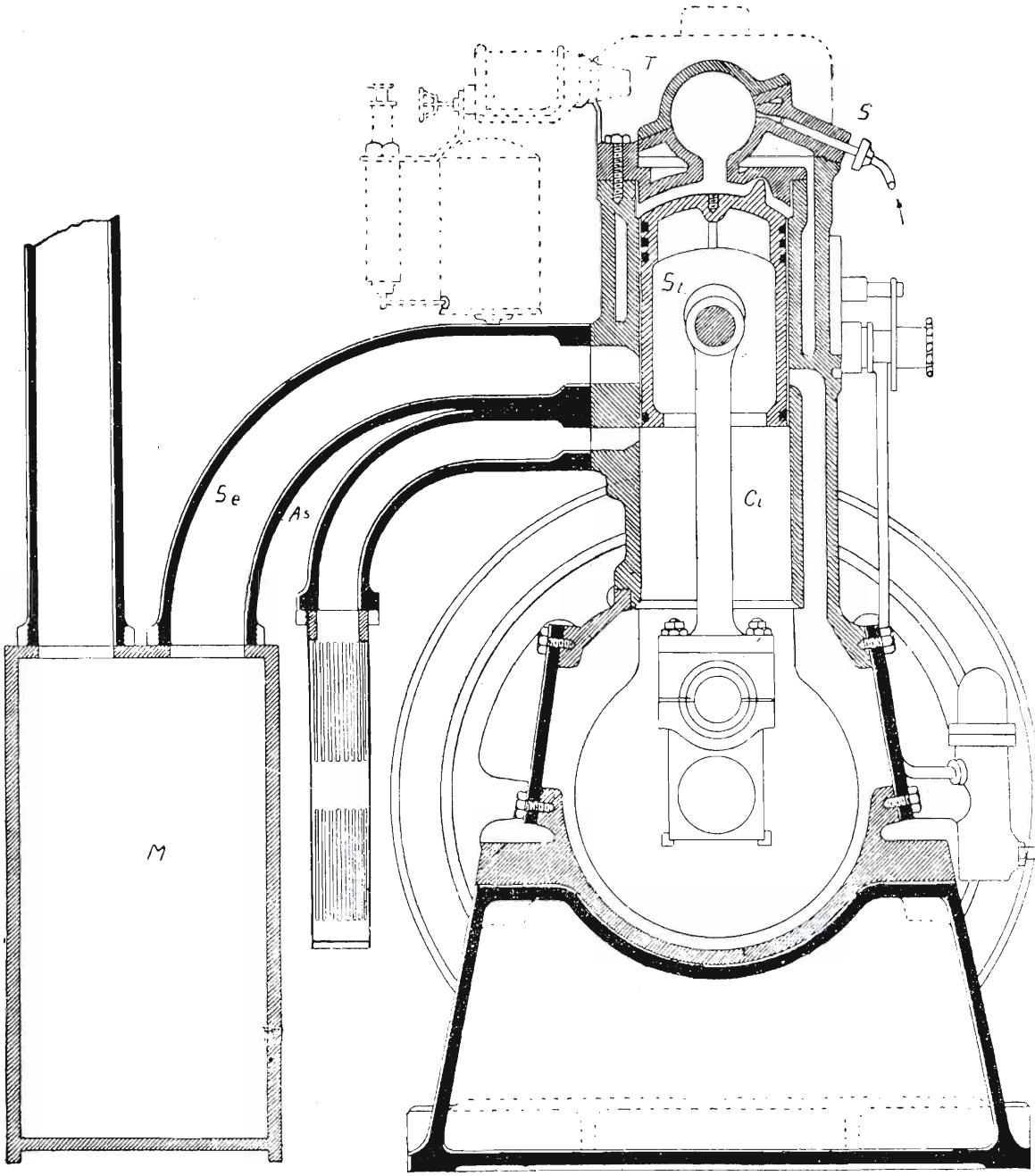


Fig. 364.

Motore a testa calda tipo Muzzi

a) che il livello del combustibile nel serbatoio sia quello normale e che il riempimento del serbatoio venga effettuato facendo passare sempre la nafta attraverso filtro di reti metalliche;

b) che il serbatoio d'olio per lubrificazione O sia pieno, e che nel fondo carter non vi sia accumulato olio, il quale sarebbe poi trasportato nel cilindro assieme all'aria di lavaggio.

Riscaldamento della testa calda. — Si prepara la lampada a petrolio riempiendo il serbatoio a ¾. Si riempie di spirito da ardere la vaschetta sottostante alla serpentina della lampada e si accende. Completata la combustione dello spirito nella vaschetta, si comprime con l'apposita pompetta l'aria nel regolatore della lampada, aprendo lentamente il becco fino ad ottenere un potente getto di fiamma azzurrognola.

Si appoggia la lampada sull'apposito supportino dirigendo la fiamma contro la calotta di accensione del motore. Il riscaldamento deve durare fino a quando la capsula vaporizzatrice abbia raggiunta la temperatura corrispondente al color rosso-ciliegia del metallo.

Messa in moto.

a) Portare lo stantuffo al punto morto superiore girando il motore nel senso contrario a quello del moto normale indicato con una freccia sul volano. Così facendo se anche avvenisse una esplosione prematura, questa farebbe avviare il motore nel senso normale;

b) manovrare poscia la pompetta del combustibile con la leva a mano L per iniettare combustibile nel cilindro;

c) avviare il motore spostando prima il volano, per un terzo di giro nel senso della rotazione normale e dando poi un forte colpo in senso contrario. Così facendo per effetto della compressione il combustibile iniettato nel cilindro si accenderà un po' prima che lo stantuffo sia tornato al punto morto superiore e l'avviamento avverrà nel senso giusto.

d) Avviato il motore si regolerà la mandata della pompetta del combustibile mediante il manicotto D fino a stabilire la media di 750 giri al minuto.

A questo punto si può dare il carico al motore.

e) Dopo l'avviamento spegnere la lampada a petrolio, chiudendo la valvoletta a spillo e aprendo la valvola d'aria acciocchè il serbatoio non resti in pressione.

Osservando tali norme difficilmente il motore si avvierà in senso contrario a quello indicato dalla freccia sul volano. Ma se ciò avvenisse si può tentare

di farlo ripartire nel senso giusto senza ripetere tutte le operazioni di avviamento ma solamente intercettando la mandata di combustibile e approfittando delle oscillazioni che compie il volano prima di arrestarsi per lanciare energicamente uno o due brevi spruzzate di nafta, manovrando la leva L, nel momento in cui, oscillando, il volano si muove nel senso normale indicato dalla freccia.

Norme per il funzionamento.

Poichè il carter durante il funzionamento del motore deve restare sempre chiuso, non è possibile effettuare la sorveglianza diretta degli organi in moto. Si dovrà, pertanto, scrupolosamente curare l'esatta lubrificazione di questi organi.

Periodicamente occorre accertarsi che non si formino sacche d'aria nelle camere in cui circola l'acqua di raffreddamento del cilindro ed impedire che la temperatura dell'acqua di circolazione aumenti oltre 50°.

La temperatura dell'acqua è controllabile sulla conduttura che porta l'acqua dalle camere di raffreddamento alla serpentina di riscaldamento della nafta.

Verificandosi una diminuzione di portata della pompa dell'acqua, o venendo a mancare del tutto la circolazione per qualsiasi altra causa, arrestare immediatamente il motore.

Verificare periodicamente il numero dei giri con il tachimetro a mano.

Arresto del motore.

a) Togliere il carico e diseccitare la dinamo. Portare la leva L nella posizione di « arresto ». Con ciò il motore si ferma perchè cessa la mandata di combustibile.

b) Dopo l'arresto del motore, si porti la leva L sulla posizione di marcia per lasciare la molla della pompetta in riposo.

c) Aprire i rubinetti di prova sul cilindro e quello di spurgo sull'incastellatura in modo da permettere sia l'uscita dei prodotti della combustione rimasti nel cilindro, sia lo spurgo della lubrificazione.

Scaricare l'acqua di refrigerazione se la fermata del motore dovrà prolungarsi per un certo tempo.

Irregolarità durante il moto. — Gli inconvenienti che si possono verificare durante il funzionamento di questo motore sono presso a poco gli stessi esaminati per il motore « S. Giorgio ».

a) *Irregolarità dell'accensione del combustibile*, possono dipendere da incrostazioni nella camera di refrigerazione del coperchio della testa calda, o

da deposito di sedimenti carboniosi nella parte interna della camera di combustione.

Le irregolarità in genere si manifestano o con riguardi dell'accensione o con scarico fumoso dovuto all'incompleta accensione della nafta.

A motore fermo, assicurarsi periodicamente dello stato di pulizia tanto della camera refrigerante del coperchio, quanto dell'interno della camera di scoppio.

b) *Insufficiente quantità di nafta immessa nel cilindro.* — La pompetta della nafta o il polverizzatore non sono efficienti o per ostruzioni o per perdite. Occorre visitare e verificare sia i tubi ed i condotti di passaggio della nafta, sia la buona tenuta delle valvole e dello stantuffetto nel manicotto di guida. Detti organi vanno lavati con petrolio.

c) *Scarso rendimento del motore per difetto di compressione o inquinamento dell'aria di lavaggio nel carter.* — Può dipendere o da poca tenuta delle portelle di visita del carter (difetto di compressione) o da poca tenuta delle fasce elastiche dello stantuffo (passaggio di gas combusti nel carter) oppure ancora da eccesso di lubrificazione per cui vi è del lubrificante raccolto sul fondo del carter.

d) *Diminuzione di velocità.* — Può dipendere da una combustione poco attiva. Si dovrà in tal caso con l'opportuna manovra del manicotto della pompetta, aumentare la quantità di nafta immessa nel cilindro.

Se il motore non raggiungesse ancora la velocità voluta, occorrerà fermare ed aumentare la tensione della molla del regolatore a mezzo del tirante filettato T (fig. 365).

e) *Aumento di velocità.* — Ridurre la quantità di nafta manovrando il manicotto registratore della pompetta del combustibile; se ciò non sarà sufficiente, ridurre la tensione della molla del regolatore di velocità.

Lavori di manutenzione.

a) *smontamento della testa.* — Effettuare lo smontamento con cura onde non danneggiare la guarnizione di rame interposta fra testa e cilindro. Nel caso in cui rimontando la testa la guarnizione sia stata ricambiata stringere nuovamente i dadi dopo un primo riscaldamento della testa allo scopo di assicurare la tenuta della guarnizione anche con motore caldo.

b) *Smontamento dello stantuffo*:

1°) Si libera il coperchio del cilindro staccando il tubo di uscita dell'acqua di raffreddamento e il tubicino dello spruzaztore. Si svitano i dadi

dei prigionieri e si alza il coperchio cercando di non danneggiare la guarnizione.

2°) Togliere le portelle frontali del carter.

3°) Girare il motore fino a portare la testa di biella in corrispondenza di una portella del carter, indi svitare i dadi dei perni della testa di biella e sfilare il mezzo cuscinetto inferiore.

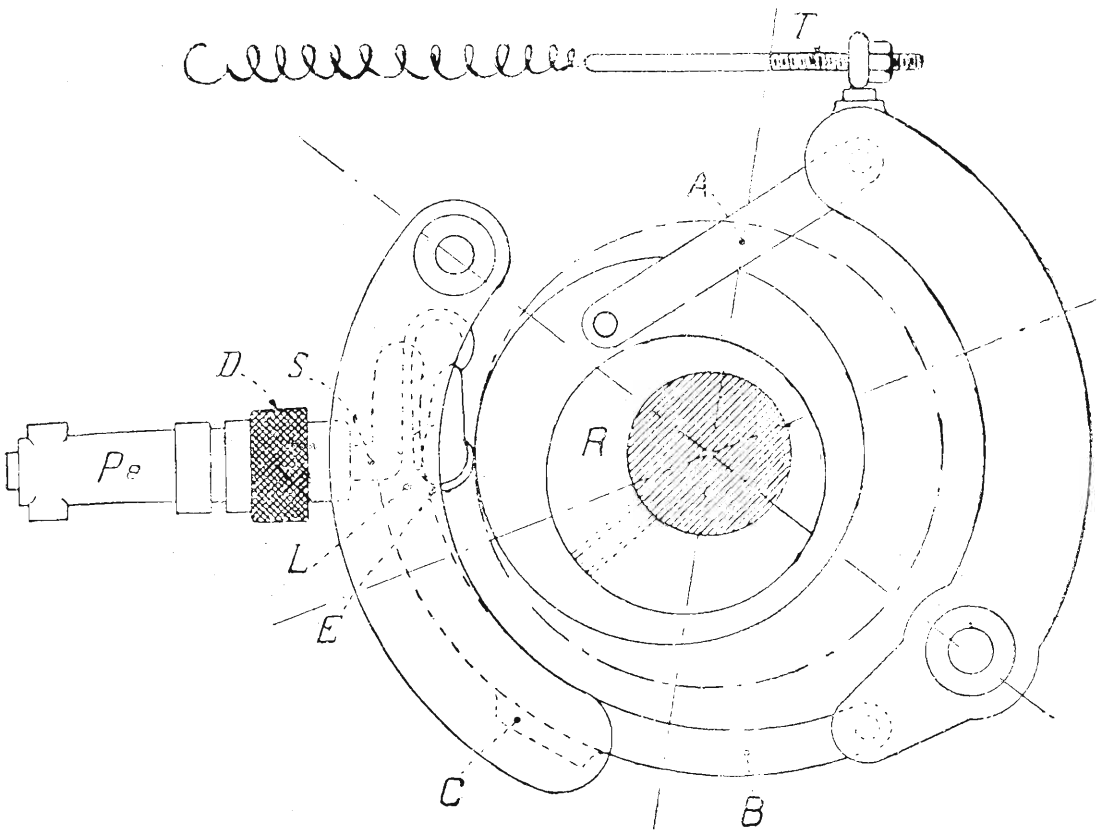


Fig. 365.

4°) Portare lo stantuffo al punto morto superiore e avvitandovi l'apposito golfare, sfilare dal cilindro lo stantuffo.

5°) Sfilare lo spinotto del piede di biella, svitando prima il bullone di arresto, e togliere la biella da posto.

Eseguire le pulizie e le visite al cilindro, alle fasce elastiche, allo spinotto e boccole relative, ed al cuscinetto di testa di biella. Si procede al montamento eseguendo le operazioni in senso inverso. Si dovrà fare attenzione che i tagli degli anelli elastici si trovino a 120° fra loro.

c) *Smontamento dello spruzzatore*:

1°) Liberarlo dal tubicino di mandata del combustibile.
2°) Svitare i dadi che lo fissano al coperchio del cilindro.
3°) Sfilarlo dal manicotto.

Per pulirlo si dovrà lasciarlo a bagno nel petrolio per qualche ora.

d) *Pompetta del combustibile*:

1°) Liberarla dai tubicini di aspirazione e di mandata.
2°) Svitare i bulloni che la fissano all'incastellatura.

La visita e la pulizia si esegue smontando lo stantuffo e le molle e svitando il manicotto registratore.

La pulizia si esegue adoperando sempre petrolio fino.

e) *Pompetta dell'acqua*. — Si tolgono i tubi e sfilato il perno di unione dello stantuffo al collare dell'eccentrico, si svitano i bulloni che la fissano all'incastellatura. Svitando la calotta della camera d'aria, appare facile lo smontamento delle valvole di mandata e di quelle di aspirazione sottostanti al diaframma divisionale delle due camere.

f) *Rimozione del cilindro*. — Sconnessi gli organi ausiliari che si uniscono ad esso e cioè, lubrificatore automatico, tubi di aspirazione e di scarico, tubicino di lubrificazione, tubo di mandata dell'acqua di circolazione, e dopo aver smontato il coperchio del cilindro, estratto lo stantuffo, ecc., si svitano i dadi dei bulloni e si alza il cilindro dell'incastellatura.

Nel montaggio si curi bene che l'unione del cilindro coll'incastellatura sia a tenuta perfetta, ricambiando se occorre la guarnizione. Inoltre per far sì che dopo il montamento, l'asse del cilindro risulti di nuovo esattamente perpendicolare alla linea d'asse del motore, sarà buona norma costruire una sagoma con punti di riferimento che servano a controllare la posizione, prima e dopo l'esecuzione dei lavori.

Manutenzione e verifiche periodiche:

1°) Eseguire la visita e la pulizia della testa ogni 150 ore di funzionamento. Se il combustibile che si adopera non è di buona qualità, questo periodo deve ridursi a metà ed anche ad un terzo.

2°) Visitare, pulire e lavare i serbatoi, le pompe e le tubolature del combustibile e dell'olio ogni 300 ore di funzionamento, od a intervalli minori in relazione alla qualità dei fluidi adoperati.

3°) Ogni sei mesi al massimo, se il motore ha funzionato continuamente, è necessario eseguire la visita generale e la manutenzione di tutti gli organi; cioè calotta di accensione, stantuffi e relativi anelli elastici, polverizzatore, tubicini dei lubrificatori, condotti di aspirazione e di scarico, tubolatura dell'acqua di raffreddamento, ecc.

Gli spruzzatori di riserva devono essere mantenuti in buone condizioni di pulizia e sempre pronti ad essere usati.

Tabelle riassuntive delle irregolarità di funzionamento del motore

INCONVENIENTI	CAUSE	RIMEDI
1° - Liquido iniettato entro la sfera d'accensione a mezzo della leva di comando della pompa del combustibile non produce il « fruscio » caratteristico dell'olio che brucia.	La sfera di accensione non è sufficientemente riscaldata	Continuare a riscaldare la sfera.
2° - L'inconveniente permane anche dopo un prolungato riscaldamento. Il motore non si avvia.	La sfera d'accensione è sporca per incrostazioni carboniose, dovute a cattiva combustione.	Smontarla, liberarla dalle incrostazioni carboniose e ripulirla accuratamente.
3° - Facendo funzionare a mano la pompa del combustibile, si incontra una anormale resistenza e non si sente nell'interno del cilindro il rumore caratteristico dello spruzzo.	Lo spruzzatore è parzialmente ostruito.	Smontare lo spruzzatore e ripulirlo con molta cura.
4° - Svitando il raccordo d'adduzione del combustibile allo spruzzatore e girando a mano il volano, si avverte uscita d'aria dal tubo.	Lo spruzzatore perde.	Smontare lo spruzzatore pulire accuratamente le valvole e accertarsi che tengano.
5° - Svitando il raccordo che unisce il tubo di mandata e facendo agire la pompa del combustibile a mezzo della leva a mano, dal raccordo non esce olio.	La pompa del combustibile non funziona.	Smontare la pompa, ripulire accuratamente le valvole accertandosi che tengano, verificare le tubazioni di aspirazione e di mandata del combustibile.

INCONVENIENTI	CAUSE	RIMEDI
6° - Si osserva uscita di fumo dalla connessione fra la sfera e il coperchio del cilindro.	Rottura di guarnizione.	Ricambiarla.
7° - Si osserva uscita di fumo dallo scarico dell'acqua di raffreddamento e perdite d'acqua dalla guarnizione fra il coperchio del cilindro e il cilindro.	Rottura di guarnizione.	Ricambiarla.
8° - Il motore rallenta e si ha fumo bianco allo scarico. Svitando il raccordo del tubo di mandata e facendo funzionare a mano la pompa del combustibile si riscontrano tracce d'acqua nella nafta che esce dal raccordo aperto.	Il combustibile contiene acqua.	Eliminare l'acqua dal combustibile spurgando la cassa deposito e il serbatoio.
9° - Il motore rallenta, batte e si ha fumo nero allo scarico. La sfera è di colore rosso vivo.	La sfera d'accensione è troppo calda per difetto di refrigerazione o eccesso di iniezione.	Eliminare l'eventuale sacca d'aria e di vapore del coperchio ed assicurarsi che il fenomeno non dipenda da limitata portata della pompa d'acqua. Regolare in seguito la carica della pompetta del combustibile.
10° - Dallo scarico esce fumo denso ed oleoso.	Lo spruzzatore è sporco e vi è eccesso di lubrificazione.	Smontare lo spruzzatore e ripulirlo con molta cura; ridurre la lubrificazione.
11° - Il motore rallenta e consuma una maggiore quantità di combustibile.	*a*) - Difetto del regolatore. *b*) - Difetto di lubrificazione. *c*) - Ostruzione nello scarico.	Procedere per esclusione alla ricerca della causa ed eseguire le regolazioni necessarie.
12° - Scarico con fumo fuliginoso nerastro.	Iniezione abbondante di combustibile, per cattiva regolazione della pompa.	Regolare la mandata della pompa.

INCONVENIENTI	CAUSE	RIMEDI
13° - Il motore rallenta e tende a fermarsi.	Deficenza di lubrificazione e riscaldamento. *a)* - di una bronzina.	Fermare il motore e verificare il passaggio dell'olio lubrificante attraverso il tubo d'adduzione al supporto riscaldato.
	b) - della testa di biella.	Fermato il motore ed identificato l'organo che riscalda ripristinare la regolare lubrificazione.
	c) - del piede di biella.	
	d) - dello stantuffo.	Fermato il motore ed accertato il riscaldamento verificare le tubazioni di adduzione dell'olio lubrificante.

CAPITOLO XXIV

Norme generali per la condotta della dinamo

§ 128 — Messa in moto e funzionamento delle dinamo

a) *Messa in moto.* — La messa in moto di una dinamo deve essere eseguita con cura e preceduta sempre dalle necessarie verifiche.

Prima di iniziare la messa in moto è bene verificare che le linee di spazzole siano nella giusta posizione, che ogni spazzola sia bene a posto nell'astuccio, e abbia la superficie di contatto in buone condizioni, che la pressione delle molle dei portaspazzole sia ben regolata (1 Kg. per cm^2). Una pressione non sufficiente causa lo scintillio, mentre una pressione eccessiva riscalda il collettore e ne deteriora la superficie.

L'avviamento deve sempre esser fatto a vuoto, perciò il reostato di campo, all'avviamento deve essere totalmente incluso.

Quando la macchina ha raggiunto la sua velocità normale, e si è controllato il regolare funzionamento delle parti meccaniche, (motore, pompe dell'olio, pompa dell'acqua, ecc.), si esclude il reostato di eccitazione, fino ad ottenere ai morsetti della dinamo la tensione di esercizio. Dopo di ciò si può dare il carico alla macchina, avendo cura di farlo progressivamente e evitando le brusche variazioni.

b) *Funzionamento.* — Durante il funzionamento, occorre sorvegliare accuratamente la macchina onde poter intervenire prontamente appena vi sia un accenno di avaria a qualche organo.

Oltre le indicazioni dei manometri e dei termometri si devono sorvegliare le indicazioni degli strumenti del quadro onde effettuare la regolazione della tensione e seguire l'andamento del carico.

La parte più delicata di una dinamo è, come è noto, il collettore. Du-

rante il funzionamento si osserverà che sia sempre ben pulito, che non si riscaldi e che non si abbia scintillio.

Il collettore della turbodinamo deve essere convenientemente lubrificato mediante apposita pasta, perchè ciò diminuisce il deterioramento sia del collettore stesso sia delle spazzole.

Durante il funzionamento non si dovrà poggiare sulla macchina alcun oggetto, specialmente se metallico o se si tratta di recipienti contenenti olio, stoppa, stracci, ecc.

I lavori di lima o di tornio o qualsiasi altro lavoro che produce pulviscolo metallico non devono mai essere eseguiti nel locale dinamo, tanto se le macchine sono ferme quanto ne sono in moto.

Il personale di servizio deve conoscere quale è per ogni periodo l'andamento del carico durante il giorno, in modo da rendersi sempre conto, attraverso le indicazioni dell'amperometro se vi sono consumi anormali.

La tensione deve essere sempre regolata con cura al valore normale manovrando il reostato di campo.

Manifestandosi un aumento eccessivo di temperatura nell'indotto o negli induttori bisogna ridurre per quanto è possibile il carico e mettere in funzione un'altra macchina, arrestando la prima, se l'inconveniente persiste.

Se si hanno forti variazioni di carico, è sempre buona norma tenersi pronti a regolare a mano la velocità del complesso e non fare completo ed eccessivo assegnamento sul regolatore di velocità e sullo scatto automatico.

Le brusche variazioni di carico debbono però essere sempre evitate. Così nel togliere il carico alla macchina si dovrà procedere per gradi staccando uno per volta gli interruttori dei varî circuiti che collegano la macchina al quadro.

§ 129 — **Manutenzione ordinaria**

Per la buona conservazione delle macchine, specialmente per quanto riguarda l'isolamento delle parti elettriche, è necessario che i locali in cui esse sono allogate siano tenuti asciutti più che possibile.

Per tanto devono essere sempre eliminate tutte le perdite sia di vapore sia di acqua dalle tubolature, e si dovranno proteggere con apposite coperture le macchine non in funzione. Si dovranno inoltre mantenere in efficienza i mezzi di ventilazione e di estrazione d'aria i quali permettono di tenere i locali asciutti e ad una temperatura conveniente essendo anche questo un elemento che ha influenza sulla buona conservazione degli isolanti.

Quotidianamente si deve misurare l'isolamento di tutte le macchine. La misura sarà effettuata a caldo per le macchine in servizio: di quelle di riserva

se ne metterà in moto una, a turno, per sostituire quella in servizio durante la misura, e di questa si effettuerà anche la misura a caldo, mentre che per le altre se ne effettuerà la misura a freddo.

Di ogni diminuzione di isolamento deve essere pazientemente e diligentemente ricercata ed eliminata la causa.

Spesso l'isolamento si migliora riverniciando con vernici isolanti gli avvolgimenti: non si deve però abusare di questo procedimento.

Gli avvolgimenti devono essere spolverati quotidianamente con straccia asciutta e con un soffietto: astenersi dallo spolverare con aria prelevata dalle tubature di aria compressa perchè questa contiene spesso acqua e olio.

La lavatura degli avvolgimenti con straccia imbevuta di benzina deve essere effettuata solo in circostanze eccezionali e con molta cautela.

I collettori delle macchine debbono essere mantenuti in perfetto stato: la superficie delle lamine deve essere tersa e liscia, i solchi fra le lamine debbono essere liberati dalla polvere e dalle sostanze carbonizzate che vi si possono trovare e i bordi dello strato di mica sotto gli anelli di blindaggio devono essere puliti.

Nelle dinamo S. T. T. da 150/160 Kw ed in quelle Tosi, la mica fra le lame del collettore, deve essere sempre raschiata per la profondità di m/m 1, rispetto alla superficie del collettore, questa raschiatura va eseguita prima che, per il consumo del collettore, l'isolante affiori alla superficie di esso, e deve essere eseguita con molta precauzione per non rigare il collettore. La fig. 366 A rappresenta una solcatura ben fatta, quella B una cattiva solcatura.

Il collettore si smeriglia con fogli di carborundum a grana successivamente decrescente, disposti su apposite spatole (a manubrio) di legno duro. Non si devono in nessun caso adoperare lime.

Se il collettore per usura, è divenuto eccentrico, dovrà essere tornito. La tornitura del collettore deve però essere considerata operazione eccezionale; da eseguire quando è assolutamente indispensabile, e, salvo casi specialissimi, nelle officine degli arsenali.

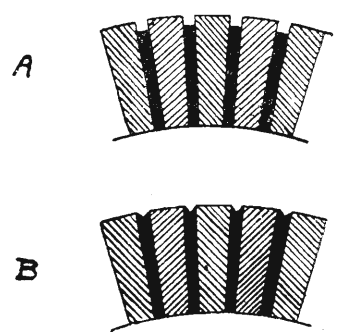


Fig. 366.

Le parti metalliche che nelle macchine sono soggette a movimenti o strisciamenti, e che non debbono costituire un contatto elettrico, saranno tenuti a pittura grigia o nera. Le parti nichelate o verniciate saranno asciugate e pulite usando stracci di tela, e mai stoppa.

Le parti tenute allo stato naturale, di tempo in tempo saranno sgrassate

con petrolio e rese brillanti con una miscela d'olio e calce viva, o con una soluzione di potassa.

Frequentemente occorre lavare i portaspazzole, con alcool o benzina.

Si verificherà che le molle di questi non abbiano perduto la loro elasticità e si sostituiranno quelle indebolite. Si sostituiranno inoltre le spazzole che risultano molto consumate. Generalmente però quando la pressione delle molle è ben regolata in tutti i porta-spazzole, il consumo delle spazzole è uniforme e quindi il ricambio di queste deve essere effettuato contemporaneamente per tutte. La superficie di contatto delle spazzole nuove deve essere adattata a quella del collettore adoperando un foglio di tela smeriglio o carta vetrata che si fa scorrere tra il collettore ed il carbone.

Quando una dinamo deve restare a lungo fuori uso, come, ad esempio, sulle navi in disarmo, le parti metalliche non verniciate saranno spalmate con olio minerale per lubrificazione esterna o con miscele di olio a 2,50 % di parafina. I lubrificatori e i canaletti per la lubrificazione saranno accuratamente vuotati e puliti. Il collettore sarà bene sgrassato e pulito, quindi ricoperto di carta velina e fasciato di tela strettamente legato. Spazzole e porta-spazzole saranno tolte da posto, le molle saranno tolte dai porta-spazzole, oliate, quindi avvolte in pezze di lana o di carta velina, e conservate in luoghi asciutti.

Le dinamo saranno ricoperte con cappe di tela. Almeno una volta al mese sarà eseguita una visita minuziosa, per accertare che la umidità non abbia danneggiato gli isolanti e che non si trovino tracce di ossido sulle lamine del collettore o sulle connessioni di queste con i fili dell'avvolgimento indotto. Si soffierà il pulviscolo dall'indotto e dagli avvolgimenti e si faranno girare a mano le macchine.

Durante il periodo di « riserva » si deve far funzionare l'intero impianto almeno una volta alla settimana per le navi maggiori; almeno una volta al mese per le navi minori.

Quando tali prescrizioni non si possono eseguire per riparazioni ai motori, dinamo, canalizzazioni, tubolature, ecc., se ne farà menzione sul *Giornale dell'Impianto Elettrico*.

§ 130 — **Collegamento in parallelo**

Due o più dinamo possono alimentare uno stesso circuito mediante due diversi tipi di accoppiamento.

1°) Accoppiamento in serie.

2°) Accoppiamento in parallelo.

Il collegamento in serie viene effettuato negli impianti alimentati a corrente costante (alimentazione in serie) e per tanto non si effettua mai a bordo.

Il collegamento in parallelo si effettua invece negli impianti alimentati a tensione costante (alimentazione in parallelo) ed è il collegamento che occorre effettuare a bordo quando l'energia richiesta supera quella che una sola macchina può fornire. Esso può farsi solo con macchine eccitate in derivazione o ad eccitazione indipendente. Per quelle ad eccitazione « compound » si può fare il collegamento solo se esistono sbarre di equilibrio sull'eccitazione.

Il procedimento per collegare in parallelo due macchine ad eccitazione in derivazione è il seguente:

Si abbia una dinamo D_1 (fig. 367) sotto carico, e sia D_2 una dinamo da collegare in parallelo, con essa.

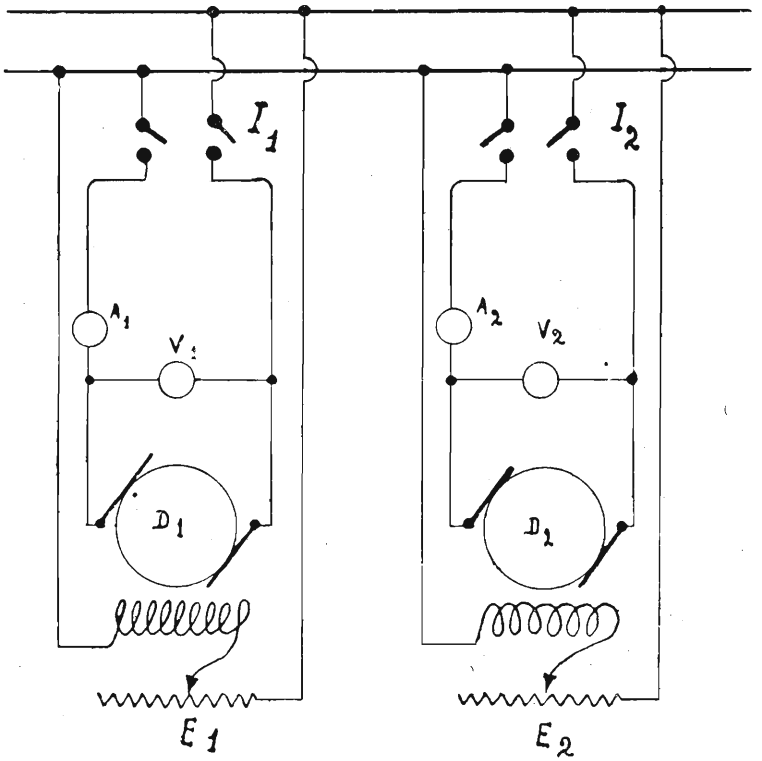


Fig. 367.

Si mette in moto la dinamo D_2 e quando questa ha raggiunto la velocità normale, manovrando il reostato di campo E_2, si eccita e si regola la tensione in modo da avere al volmetro V_2 la stessa indicazione del volmetro V_1. Si chiude l'interruttore I_2, la dinamo D_2 non erogherà ancora corrente e quindi

il carico sarà ancora tutto sulla D_1. Si manovra allora il reostato di campo nel senso di aumentare la tensione della macchina, con ciò si osserverà che l'amperometro A_2 comincia a dare delle indicazioni, mentre la corrente fornita dalla D_1 (amperometro A_1 diminuisce). Aumentando ancora l'eccitazione della D_2 e diminuendo quella della D_1 si può suddividere esattamente il carico fra le due dinamo, mantenendo costante la tensione.

Durante il funzionamento si manovreranno tutti e due i reostati E_1 ed E_2 sia per regolare la tensione, sia per mantenere la suddivisione del carico fra le due macchine.

Per escludere una delle macchine se ne diminuisce prima l'eccitazione in modo da passare tutto il carico sulla macchina che resta in funzione, e quando l'amperometro della macchina da escludere è a zero, si apre l'interruttore che la collega al quadro.

§ 131 — **Avarie principali delle dinamo**

Si considerano solo le dinamo con eccitazione in derivazione.

1°) *La dinamo non produce o produce pochissima corrente.*

Ciò può essere dovuto alle cause seguenti:

a) Connessioni deteriorate e falsi contatti nel circuito induttore.

Possono dipendere da viti mal strette; da ossidazioni sull'estremità nude dei conduttori, da verniciatura troppo estesa sui morsetti e serrafili, da intromissioni di materie estranee nelle unioni, ecc. Un indizio di tali falsi contatti, è spesso dato dall'attrazione saltuaria e disuguale esercitata dalle masse polari su di un pezzo di materiale magnetico avvicinate ad esse per prova.

Per eliminare i falsi contatti è necessario avvitare strettamente le unioni, sgrassare morsetti e serrafili e, se necessario, lavarli con soluzione bollente di potassa grezza al 20 %, sciacquarli con acqua leggermente acidulata, asciugarli quindi, con segatura di legno o con uno spazzolino.

b) Indebolimento o mancanza di magnetismo residuo degli induttori.

Ciò può verificarsi dopo lunghi periodi di inattività per effetto di induzioni dovute ad altri circuiti magnetici vicini, oppure per aver lanciato nel circuito di eccitazione una corrente invertita.

Se si verificano tali inconvenienti occorre eccitare la dinamo mediante corrente generata da una sorgente esterna (ad esempio, una batteria di accumulatori od un'altra dinamo).

Per fare ciò è necessario innanzi tutto isolare completamente le estremità dell'eccitazione in derivazione, sia dagli altri circuiti interni, della dinamo,

sia dagli apparecchi del quadro, e quindi inviare corrente nel giusto senso per non invertire la polarità degli induttori.

Dopo aver tenuto le macchine in moto a vuoto per qualche tempo ed essersi assicurati delle indicazioni del volmetro che il senso dell'eccitazione è giusto, si fermerà la macchina per rimettere definitivamente a posto i due circuiti e provarla di nuovo.

c) Corti circuiti e cattivo isolamento dei circuiti interni della macchina, sono spesso accompagnati da scintille e riscaldamento eccessivo del collettore.

Si stacca la dinamo dal quadro e si verificano separatamente i varî circuiti interni.

A volte la tensione è assai inferiore alla normale: ciò può dipendere da cattivo isolamento degli induttori.

Quando si verifica un corto circuito, su qualcuno dei poli induttori si ha un riscaldamento eccessivo degli altri poli, mentre quelli cortocircuitati rimangono freddi.

Allorchè si riscontra che il difetto di isolamento o il cortocircuito è nell'indotto, molto probabilmente l'inconveniente è dovuto ad avaria del collettore. Se per effetto di polverino metallico o per altre cause qualsiasi le sbarrette del collettore vanno in cortocircuito, la dinamo allora non può produrre che una corrente piccola o nulla perchè una parte delle spire dell'indotto compresa tra le sbarrette del collettore a contatto viene ad essere permanentemente chiusa in cortocircuito. La causa dell'avaria è spesso facilmente rintracciabile mediante accurata visita al collettore ed eliminata eseguendo un'accurata manutenzione.

Qualche volta sfregando semplicemente con tela pulita o con carta vetro finissima il collettore mentre gira lentamente, si riesce a far scomparire l'inconveniente.

Se questi mezzi non sono sufficienti è necessario togliere da posto il collettore per verificare l'isolamento delle piastrine.

Nell'eseguire lo smontamento si deve segnare l'ordine di successione dei fili man mano che vengono dissaldati dalle piastrine in modo da poter rimontare il tutto nello stesso ordine.

Avviene spesso che si trova ingrassata la superficie interna del collettore. Riscontrato ed individuato l'inconveniente oltre ad effettuare la riparazione, si dovrà cercare di impedirne la ripetizione eliminando le cause che lo hanno prodotto. Non è sempre facile eseguire lo smontamento del collettore con i mezzi dei quali si dispone a bordo, ed è quindi consigliabile di non ricorrervi se non si è ben sicuri della buona riuscita del lavoro.

In un collettore ben isolato con mica, è piuttosto raro il caso di cortocircuiti fra le piastrine che richiedono lo smontamento ed il cambio dell'isolante: in genere i cortocircuiti che si verificano sono il più delle volte dovuti a cause facilmente eliminabili con una buona manutenzione.

d) *Interruzione nell'avvolgimento indotto o induttore.*

Dopo aver verificato che l'interruzione non sia nei serrafili o nei morsetti, o alle spazzole, si dovranno verificare gli avvolgimenti. Se si tratta di interruzione del circuito induttore si verificheranno uno per uno gli avvolgimenti di ciascun polo. Nella maggior parte dei casi, però, le interruzioni hanno luogo ai morsetti e nei serrafili che collegano i vari induttori.

Se si tratta di interruzione del circuito indotto questa è facilmente localizzabile per il fatto che si ha una scintilla al collettore quando la piastrina collegata alla spira interrotta passa sotto una spazzola.

E' ben difficile che in tali casi si tratti di vera e propria interruzione nelle spire dell'avvolgimento, in generale l'interruzione è dovuta solo a dissaldatura delle connessioni fra una spira e l'altra o fra una spira e la piastrina del collettore.

Se dopo una riparazione che ha richiesto lo smontamento di qualche circuito, una dinamo non dà corrente è necessario rivedere accuratamente tutte le connessioni e verificare che non siano stati fatti errori nei collegamenti.

2°) *Forte scintillio alle spazzole.* — Le cause possono essere:

a) Sopraccarico e sopratensione.

Un aumento anormale di tensione può dipendere o da cattivo funzionamento del regolatore di velocità od anche, per le turbodinamo, da aumento di pressione del vapore, quando sulla tubolatura non esista valvola riduttrice.

Il sovraccarico può dipendere oltre che da un numero eccessivo di utenti in funzione, anche da forti dispersioni nel circuito esterno. In questo caso occorre escludere la linea in avaria ed eseguire poi la riparazione.

Lo scintillio in questo caso avviene su tutta la superficie dell'indotto.

b) *Cattivo stato del collettore.* — Tanto se il collettore è ovalizzato, quanto se la superficie non è ben levigata si ha scintillio al collettore per effetto della pressione variabile con cui, in questi casi, le spazzole premono sul collettore.

Le piccole asperità vengono tolte con carta vetrata finissima, passata sul collettore che gira lentamente. Le ovalizzazioni e le forti asperità si eliminano con la tornitura.

Anche in questo caso lo scintillio avviene su tutta la superficie dell'indotto.

c) Cattivo stato delle spazzole dei portaspazzole. — In ambedue i casi si hanno cattivi contatti fra il collettore e le spazzole e quindi produzione di scintille. La pressione delle spazzole si verifica sollevandole con un dito, esse devono potersi alzare facilmente.

Causa di scintille può essere inoltre la cattiva sistemazione delle spazzole nei portaspazzole.

Lo scintillio ha luogo sotto le spazzole che fanno cattivo contatto.

d) Interruzione del circuito d'indotto. — Se si riscontra un forte scintillio al passaggio sotto le spazzole di una determinata piastrina vuol dire che vi è una interruzione nel circuito indotto, e precisamente come già si è detto, è interrotta la spira collegata alla piastrina sulla quale avvengono le scintille.

Alcune volte la produzione di scintille è lieve ed intermittente, mentre altre volte le scintille oltre ad essere persistenti formano un arco luminoso sulla superficie del collettore che non scompare variando l'angolo di calaggio. Generalmente le piastrine conservano le tracce delle scintille ed è perciò facile, *fermata la macchina, localizzare l'avaria.*

In generale le interruzioni avvengono, come si è già detto, per dissaldature nelle connessioni dell'avvolgimento o nelle unioni delle spire con le piastre del collettore.

e) Cortocircuito nell'indotto o sul collettore. — Ogni volta che le piastre del collettore, collegate alla sezione che è in cortocircuito, passano sotto le spazzole, si hanno scintille; la dinamo inoltre dà una tensione più bassa. Le spire in cortocircuito si determinano facilmente ricercando al tatto i punti della superficie di indotto dove si hanno forti sopraelevazioni di temperatura. Un'ugual cosa succede nei corticircuiti fra le piastrine del collettore.

In ogni caso occorre fermare subito la dinamo e riparare l'avaria. Se essa non appare all'esame superficiale, si può procedere nella seguente maniera:

Si alimenta l'indotto mediante una corrente abbastanza intensa inviata attraverso due file di spazzole diametralmente opposte. La corrente può essere fornita da una sorgente separata qualsiasi (batteria di accumulatori, oppure uno qualunque dei circuiti di bordo) tenendo presente che quanto maggiore è l'intensità della corrente, tanto è più facile rintracciare l'avaria, ma che tuttavia non si deve in alcun modo oltrepassare il valore massimo di corrente tollerabile nell'indotto.

La fig. 368 rappresenta la maniera di guarnire il circuito nel caso in cui la corrente venga prelevata da un circuito di bordo. Con un volmetro munito di punteruoli si misura allora la tensione fra le varie coppie di piastrine, come 1ª e 2ª, 2ª e 3ª, ecc. Se non esiste alcun difetto nell'indotto, le letture risultano

tutte eguali. Supponendo invece che le spire fra due piastrine, per esempio, fra 5 e 6 siano in corto circuito allora in primo luogo le letture fra le coppie di piastrine della metà di indotto che comprende le spire in cortocircuito, saranno maggiori di quelle corrispondenti all'altra metà (la tensione totale applicata all'indotto viene difatti suddivisa fra un numero di spire minore nella metà in avaria e quindi si ha per ogni coppia una caduta maggiore) ed in secondo luogo la tensione misurata fra le piastrine 5 e 6 sarà nulla.

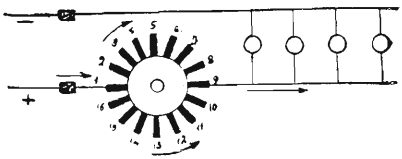


Fig. 368.

Si può anche, lasciando tutto guarnito nel modo indicato, procedere in maniera differente. Con i punteruoli del volmetro si misura la tensione di tutte le piastrine che sono simmetricamente disposte rispetto ad una delle due spazzole che convogliano la corrente di misura cioè la tensione fra le piastrine 2^a - 16^a; 3^a e la 15^a; 4^a - 14^a, ecc.

Se non vi è alcuna avaria nell'indotto, le letture risultano evidentemente tutte nulle. Se però in una delle due metà esiste una o più zone in cortocircuito, allora evidentemente le letture non possono più essere nulle e si avrà invece al volmetro una lettura che diviene sempre maggiore, a misura che ci si allontana dalla piastrina, per la quale entra la corrente. Arrivati alla piastrina cui fa capo una delle spire in cortocircuito, la lettura diminuisce o cambia addirittura di segno. Un'altra brusca variazione dell'andamento delle indicazioni del volmetro avverte dove finisce l'avaria. Il guasto in tal modo è localizzato.

Con gli stessi procedimenti si possono localizzare oltre che i cortocircuiti di spire, anche gli eventuali contatti di qualche spira con la massa dell'armatura; basta in questo caso guarnire il circuito anzichè fra due file di spazzole opposte tra una fila qualunque di spazzole e la massa.

In ogni modo, verificandosi tale avaria, bisogna dissaldare dal collettore le spire dell'avvolgimento indotto e verificare l'isolamento fra piastrina e piastrina nonchè fra le piastrine e l'asse dell'indotto. Frequentemente l'avaria si riscontra nel collettore.

f) Cattivo isolamento degli induttori. — Allorchè una fila di spazzole scintilla, e ciò non dipende dalle altre cause che abbiamo esaminato, l'inconveniente è da attribuirsi a cattivo isolamento di uno degli avvolgimenti indut-

tori. Difatti ciò porta di conseguenza l'indebolimento del campo prodotto dal polo in dispersione. L'inconveniente viene rilevato dalla ineguale attrazione che le masse polari esercitano su di un pezzo di ferro. Ai morsetti della dinamo si riscontrerà inoltre una minore tensione.

Se dalle prove di isolamento l'avvolgimento avariato non risulta in dispersione, quasi certamente l'avaria consisterà in un corto circuito da parte dell'avvolgimento: si riscontrerà allora che la resistenza ohmica è inferiore al valore normale.

g) Riscaldamento anormale. — Le cause che producono riscaldamento anormale in qualche organo possono essere elettriche o meccaniche. Toccando sovente le parti più soggette al riscaldamento e sorvegliando le indicazioni dei termometri sarà facile prevenire questi inconvenienti.

I riscaldamenti eccessivi sono accompagnati da odori particolari (olio bruciato nei cuscinetti, isolante bruciato negli avvolgimenti).

E' da ritenersi eccessiva una sopraelevazione di temperatura maggiore di 40° rispetto alla temperatura ambiente.

Riscontrato un riscaldamento, si cercherà di scoprire le cause e di eliminarle, se è possibile, mantenendo la dinamo in moto.

Le cause che possono produrre riscaldamenti sono:

1°) *Nell'indotto*: Corrente troppo forte. Si manifestano scintille abbastanza forti al collettore.

Corto circuito nelle sezioni. Si hanno scintille al collettore al passaggio delle piastrine, che comprendono le sezioni avariate.

Umidità negli avvolgimenti. E' una avaria abbastanza comune a bordo.

2°) *Negli induttori*: Corrente troppo forte che può dipendere da tensione di alimentazione eccessiva, da cortocircuito fra le spire ecc.

Se il riscaldamento è eccessivo per alcuni induttori, mentre gli altri sono quasi freddi, vuol dire che questi ultimi sono in corto circuito.

§ 132 — Tabelle riassuntive delle avarie alle generatrici elettriche

Avarie che comunemente si producono

La dinamo non produce o produce pochissima corrente	Connessioni male eseguite - Cattivi contatti Indebolimento o mancanza di magnetismo residuo negli induttori Inversione di polarità	
	Corto circuito o cattivo isolamento nel circuito esterno e nell'interno	Cattivo isolamento dei serrafili Cattivo isolamento dei portaspazzole Cattivo isolamento dei conduttori dell'indotto Corto circuito negli induttori Corto circuito nel collettore Corto circuito nel circuito esterno
	Interruzione di circuito negli avvolgimenti	Interruzione di circuito negli induttori Interruzione di circuito nell'indotto Le spazzole non poggiano sul collettore
Forte scintillio alle spazzole	Sovraccarico Imperfetta posizione del collare portaspazzole Cattivo stato del collettore Cattivo stato delle spazzole e dei portaspazzole Interruzione del circuito indotto Corto circuito nell'indotto o nel collettore Avarie nel circuito degli induttori	
Riscaldamento anormale	Indotto	Corrente troppo forte Corto circuito nelle sezioni Dispersioni negli avvolgimenti
	Induttori	Corrente troppo forte Dispersioni negli avvolgimenti
	Cuscinetti	Lubrificazione imperfetta Materie estranee nei cuscinetti Asse dell'indotto non centrato o storto Cuscinetti mal centrati o troppo stretti Indotto non simmetrico rispetto alle masse polari

Avarie dei vari organi

Collettore	Cattivo stato del collettore	Scintille
		Scintille
	Corto circuito fra le lamelle	La dinamo dà tensione ridotta Forti scintille al collettore al passaggio delle lamelle in c.c. e riscaldamento
	Cattiva connessione delle spire alle lamelle	Forti scintille al passaggio di determinate lamelle; la dinamo non dà tensione normale
Portaspazzole	Collettore non bene fissato	Forte scintillio
	Cattiva disposizione delle spazzole Cattivo stato delle spazzole e portaspazzole	Scintillio e riscaldamento
	Cattivo contatto delle spazzole coi portaspazzole Cattivo isolamento	Scintillio
Cuscinetti	Lubrificazione imperfetta Materie estranee	Riscaldamento
	Linea dell'asse non livellata Cuscinetti mal aggiustati	Riscaldamento, rumori, vibrazioni, diminuzione dei giri
	Perni mal stretti	Rumori, vibrazioni
Indotto	Corrente troppo intensa Interruzione dell'avvolgimento Connessione imperfetta al collettore Corto circuito Cattivo isolamento	Riscaldamento La dinamo dà poca corrente, forti scintille al collettore Riscaldamento, forti scintille al collettore
	Indotto mal equilibrato Sfregamento con le masse polari	Rumori, oscillazioni della luce
Induttori	Indebolimento del campo induttore	La dinamo non dà tensione normale, forte scintillio
	Mancanza di magnetismo resid. Cattivi contatti Interruzione circuito	La dinamo non si eccita
	Inversione di polarità	La dinamo non si eccita o si eccita con polarità invertita

Induttori	Correnti di eccitazione troppo forti	Riscaldamento, scintillio, tensione elevata
	Corto circuito negli induttori	La dinamo non dà corrente o ne dà poca, si riscaldano gli induttori non in corto circuito
Instabilità e oscillazione della tensione	Cattivi contatti Spazzole mal fissate Cattivo stato del collettore Giunto male eseguito Cattivo funzionamento del regolatore di velocità Sopraccarico	La luce oscilla saltuariamente

§ 133 — **Lavori di riparazione delle dinamo**

In linea generale a bordo non si debbono eseguire che piccole riparazioni.

In vista però di casi speciali di assoluta necessità nei quali occorre eseguire lavori importanti, quali, ad esempio, lo smontamento ed il cambio del collettore, sostituzione parziale o totale dell'avvolgimento indotto o degli induttori, ecc., oltre alle riparazioni più frequenti, saranno qui indicate le maniere di procedere per alcuni di tali lavori.

Norma generale da tenere presente in tutti i lavori nei quali occorre smontare parte dei circuiti interni di una macchina, è quella di segnare con linee di fede le parti che debbono combaciare e con opportuna numerazione tutti i collegamenti che debbono essere rifatti. Attenendosi a tale prescrizione si eviteranno tutti gli errori grossolani di smontamento.

a) *Lavori al collettore.* — Se la superficie del collettore presenta sbavature, piccole rigature, asperità, deposito di materie estranee (carbone delle spazzole) si passerà su di essa tenendo la dinamo a lento moto, della carta smeriglio, applicata su di un tacco di legno sagomato.

Si puliranno poi le lamelle del collettore, con uno spazzolino leggermente bagnato di alcool, passandolo nel senso longitudinale; si asciugherà tutto con un pezzo di tela pulita.

Se il collettore è ovalizzato o presenta profonde solcature, bisogna tornirlo. Questa operazione deve essere eseguita di preferenza in arsenale, si potrà pertanto eseguirla a bordo solo in caso di necessità assoluta.

Per sostituire il collettore di una macchina con altro di rispetto si procede nel seguente modo: tolto da posto tutto l'indotto lo si appoggia su due sostegni

di legno, o su apposito cavalletto. Nello sfilare l'indotto si dovrà curare che l'avvolgimento non sfreghi contro gli induttori, che su di essi l'indotto non rimanga mai appoggiato.

Si dissalderanno poi dalle lamelle le forcelle di connessione (bandiere) d'indotto e collettore, numerandole e disponendole nella giusta successione in modo da evitare errori nel montamento. Ciò fatto si toglieranno le chiavette e si sfilerà il collettore dall'asse.

Si prepareranno le estremità delle bandiere che debbono essere saldate spianandole con una pinzetta, stagnandole e rendendole ben liscie con una lima; eguale trattamento si farà alle estremità delle piastrine del collettore da montare, le quali sono di solito foggiate a forchetta.

Oliato leggermente l'asse dell'indotto, si infilerà il nuovo collettore dopo averne provato l'isolamento. Si introdurranno le estremità da saldare nelle forchette e, se possibile, si stringeranno a forza con una pinza, quindi si eseguiranno le saldature. Queste debbono essere eseguite con grande cura; la forchetta su cui vien fatta la saldatura deve esser molto ben scaldata acciocchè lo stagno penetri bene nell'interno di essa. Una connessione male eseguita o si rompe presto per effetto degli sforzi meccanici che non può sopportare, o si dissalderà per effetto della sopraelevazione di temperatura che a causa del cattivo contatto si ha durante il funzionamento.

Durante le operazioni di saldatura l'indotto dovrà essere protetto con tela, stoppa od altro, ed esser posto in posizione opportunamente inclinata in modo che lo stagno non vi goccioli sopra. Ad ogni saldatura si eseguirà una prova di isolamento fra la piastrina saldata e la piastrina vicina non ancora saldata.

b) *Riparazione degli induttori.* — Quando si manifesta una interruzione o un difetto di isolamento in un avvolgimento degli induttori, bisogna localizzare il guasto e ripararlo. Tolto da posto l'avvolgimento avariato lo si porrà su di un tornio, e si svolgerà da esso il conduttore, riavvolgendolo poi su di un rocchetto di legno.

Se si tratta di una rottura del conduttore, svolgendolo, si troverà il punto avariato; se si tratta di difetto di isolamento fra avvolgimento e carcassa si guarnirà fra uno degli estremi dell'avvolgimento e la massa un volmetro ed una batteria di pile, mentre si comincerà a svolgere l'altro capo dell'avvolgimento. Poichè il filo d'avvolgimento è a contatto con la massa il volmetro devierà; la deviazione però sparisce quando svolgendo il conduttore si è giunti al punto avariato il quale rimane così individuato. Ad ogni modo il conduttore si verificherà continuamente man mano che si svolge, e si potranno così tro-

vare anche i punti avariati che causano corti circuiti interni, senza dar luogo a cattivo isolamento con la carcassa.

Se si riscontrano leggere avarie dell'involucro isolante del filo si migliorerà in quel tratto l'isolamento per mezzo di un filo sottile di lino o cotone che dopo messo a posto sarà verniciato. Se il deterioramento è grave e riguarda un lungo tratto del conduttore bisognerà cambiare tutto questo tratto. In tal caso occorre eseguire con molta cura le giunture: i conduttori da collegare dovranno essere uniti fra loro e saldati accuratamente, l'unione dei conduttori si esegue in varî modi a seconda dei varî tipi. Per i conduttori sottili si attorcigliano fra loro i capi da saldare, che si portano a combaciare e quindi si saldano.

Per rifare completamente un rocchetto induttore si comincierà col fasciare il nucleo con tela e foglie di fibra, e si preparerà, avvolto su rocchetto di legno un conduttore che abbia la stessa sezione ed eguale peso del conduttore che costituiva l'avvolgimento avariato.

Messo il nucleo su un tornio si effettuerà l'avvolgimento mediante successive passate di filo rese più piane battendole con una mazzuola di legno duro. Terminato l'avvolgimento lo si impregnerà di vernice alla gomma-lacca e poi lo si fascerà ancora con fettuccia bianca che verrà essa pure verniciata.

La vernice alla gomma-lacca si ottiene sciogliendo 500 grammi di gomma-lacca bianca, a scagliette od in foglietti, in un litro di alcool (alcool puro di titolo non inferiore a 92°). Si può agevolare lo scioglimento della gomma, riscaldando leggermente la bottiglia a bagno maria.

CAPITOLO XXV

Pile ed accumulatori

§ 134 — Utilizzazione delle pile a bordo

L'importanza delle pile sulle navi è andata a mano a mano diminuendo, sia per l'applicazione degli accumulatori, che in quasi tutti i servizi le hanno sostituite, sia per l'impiego, ora molto esteso, di *devoltatori* o *dinamotori*, i quali hanno l'ufficio di ridurre la tensione normale della rete di bordo al valore richiesto per varî usi speciali (campanelli, accensione delle artiglierie, ecc.).

In talune applicazioni (accensione delle artiglierie), sono ora impiegati per maggior sicurezza, ambedue i sistemi di alimentazione, e cioè sia i devoltatori che gli accumulatori. In alcune altre applicazioni, ove le pile non hanno potuto essere sostituite da devoltatori (reti telegrafiche, telefoniche, ecc.), i quali non dànno una corrente perfettamente continua, si usano batterie di accumulatori.

Al giorno d'oggi quindi a bordo delle navi, le pile sono pochissimo usate. La causa di ciò è da cercarsi nei varî inconvenienti che presentano le pile rispetto agli altri sistemi di alimentazione e cioè: limitata capacità degli elementi, difficoltà di manutenzione, costo elevato e durata limitata.

Un tipo di pila usato a bordo delle navi, è la pila a secco R. Marina alla colloidina. Essa è costituita (fig. 369) da una lamina di zinco avente le dimensioni di m/m 100 per 185 per 0,5, avvolta a cilindro, nell'interno della quale si trova un carbone cilindrico di m/m 120 di lunghezza e di m/m 13 di diametro, circondato da un sacchetto contenente un miscuglio di carbone di storta e di perossido di manganese in polvere.

La lamina di zinco, costituisce l'elemento negativo e il carbone il positivo. Ambedue gli elementi sono immersi in una pasta composta di acqua, cloruro ammonico, amido, grafite, e sublimato corrosivo.

Il tutto è contenuto in una cassetta di legno paraffinata e dal coperchio

della cassetta sporgono i due serrafili. La f.e.m. di questa pila a circuito aperto è di circa volt 1,5.

Poichè lo zinco a contatto con l'elettrolito si deteriorerebbe rapidamente, per evitare ciò si ricorre ad un artifizio e cioè, si ricopre di una lega di mercurio e di zinco.

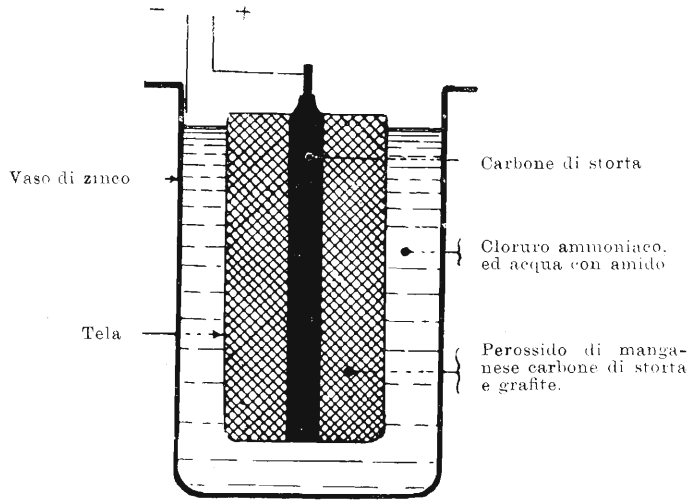


Fig. 369.

Per il raggruppamento degli elementi in serie, in derivazione, od in gruppo misto, basta ricordare che conviene il primo quando si vuol avere una tensione elevata, e quando la resistenza esterna è molto grande rispetto a quella interna della pila; conviene il secondo, quando è sufficiente la tensione di una pila mentre si vuole avere una corrente elevata, e quando la resistenza esterna è molto piccola rispetto a quella interna della pila.

Circa la conservazione delle pile è opportuno che esse siano tenute isolate fra loro e dallo scafo; che i serrafili siano puliti e le pile disposte in modo che questi non possano essere chiusi in corto circuito, che siano conservate in posizione verticale, in luoghi asciutti ed a temperatura non troppo elevata, in quanto col calore si rammollisce l'involucro. Debbono inoltre essere evitate le scosse, le quali, se fanno aumentare temporaneamente la f.e.m., perchè liberano gli elettrodi dai gas che li ricoprono, producono per contro la rottura degli elettrodi stessi, e possono stabilire corti circuiti interni i quali rendono le pile inservibili.

Una pila è praticamente fuori uso quando la f.e.m. è scesa a 0,9 volt e la resistenza interna è divenuta superiore ad 1 ohm. In una batteria di pile, è opportuno verificare spesso singolarmente ciascuna pila, perchè l'aumento eccessivo della resistenza interna di una di esse nuoce a tutta la batteria.

§ 135 — Utilizzazione degli accumulatori a bordo

Gli accumulatori hanno svariatissime applicazioni sia sulle navi che sui sommergibili. Sui sommergibili, gli accumulatori sono usati principalmente per la propulsione e l'illuminazione ed anche come apparecchi di riserva per i vari utenti; mentre sulle Navi essi sono impiegati in batterie di servizio o di riserva, per gli apparecchi R. T. trasmittenti o riceventi, per la illuminazione di riserva dei locali più importanti (macchine, caldaie, centrali di tiro), per la accensione elettrica delle artiglierie, per telefoni e campanelli, per l'alimentazione di riserva delle bussole elettriche, e per l'alimentazione delle lampade portatili.

Sui sommergibili sono esclusivamente usati gli accumulatori al piombo; sulle navi, invece, per i servizi ausiliari, vengono impiegati accumulatori al ferro-nichel, che per la loro costituzione permettono un più rude trattamento e soffrono meno delle inevitabili scosse che subiscono durante il trasporto.

§ 136 — Norme per l'esercizio degli accumulatori al piombo

GENERALITÀ.

Le reazioni chimiche che hanno luogo in un accumulatore al piombo durante la carica e la scarica possono indicarsi con la formula:

$$\overset{+\ \text{elettrolito}\ -}{P_{b0_2} + 2H_2\,So_4 + P_b} = P_b\,So_4 + 2H_2\,0 + P_b\,S0_4$$

$$\xleftarrow{\text{carica}}$$

$$\xrightarrow{\text{scarica}}$$

Il processo di scarica è indicato dalla formula letta da sinistra verso destra, quello di carica dalla formula letta da destra verso sinistra.

CAPACITÀ.

La capacità di un accumulatore è caratterizzata dal numero di amperora che essa può fornire. Questa quantità è diversa per i vari regimi di scarica

e precisamente maggiore per le scariche più lente. E' sempre possibile però far erogare ad un accumulatore la capacità massima, cioè quella corrispondente al più lento regime di scarica, mediante successive scariche con intensità di corrente decrescenti.

CONDOTTA DELLA CARICA.

Bisogna opportunamente regolare le correnti di carica affinchè le reazioni abbiano luogo in tutta la massa delle piastre; se esse si producono incompletamente ed inegualmente nelle diverse parti, si possono avere spostamenti della pasta e rottura delle griglie.

La carica migliore è quella condotta con bassa intensità di corrente riducendone progressivamente il valore fino a zero; in tal modo non si ha produzione di gas, e tutta l'energia spesa per giungere alla carica completa viene utilizzata nella reazione delle piastre, salvo quella parte che necessariamente si trasforma in calore per effetto della resistenza interna degli elementi:

Senza sottoporre gli elementi ad eccessivo lavoro, si può operare in due modi:

a) All'inizio si regola la corrente di carica ad un valore inferiore alla metà di quello massimo consentito nella scarica; quando la batteria a questo regime ha raggiunto la tensione di circa 2,4 volt per elemento, e comincia lo sviluppo dei gas che occorre eliminare, si riduce l'intensità di carica a metà, il che fa cadere la tensione, si continua la carica fino a che i gas ricompaiono. Essendo la tensione risalita a 2,4 volt per elemento, nuovamente si riduce la carica di ¼ ed oltre del valore iniziale, e si lascia salire la tensione fino a raggiungere i 2,7 volt per elemento.

b) Caricando con i mezzi di bordo è più conveniente procedere nel modo seguente:

l'intensità di carica iniziale cade per effetto della f.c.e.m. degli elementi, e quando la tensione unitaria di questi è giunta a 2,4 volt, invece di diminuire la corrente a metà, si mantiene costante la tensione lasciando diminuire la corrente fino ad ¼ del valore iniziale; poi si continua così alla carica completa lasciando alzata la tensione.

Queste regole rappresentano un criterio di guida che è bene osservare tenendo presente che la carica migliore è quella in cui lo sviluppo dei gas è ridotto al minimo e la temperatura degli elementi è mantenuta bassa (non deve oltrepassare i 45°). L'intensità di carica nel primo periodo può essere anche più elevata di quella accennata, ma una volta iniziato lo sviluppo dei gas occorre ridurla per non consumare inutilmente energia. E' bene anzi tener

sempre presente che non si accelera la carica dell'accumulatore tenendo alta l'intensità del secondo periodo, perchè le reazioni chimiche avvengono in questo periodo con maggiore lentezza e l'accumulatore non utilizza che il solo numero di ampère necessario alla produzione di queste, il resto se ne va in pura perdita.

Nelle ebollizioni troppo attive, le piastre positive specialmente soffrono considerevolmente poichè la produzione troppo violenta di gas, provoca lo staccarsi della pasta e la sua caduta sul fondo della cassetta.

Le azioni chimiche dànno luogo a trasformazioni della materia attiva delle piastre che contengono ora piombo, ora solfato, ora biossido di piombo. Poichè questi differenti corpi non hanno la stessa densità e non si presentano con la stessa porosità, le piastre durante le reazioni chimiche si dilatano e si contraggono.

Durante la scarica le piastre positive si dilatano, le negative si contraggono. Perchè queste diverse trasformazioni avvengano in maniera uniforme in ciascuna piastra, occorre che il loro processo si compia con la massima regolarità, il che tanto più facilmente avviene quanto più lente sono le reazioni e cioè quanto minori sono le intensità di carica.

Sovraccarica.

Pur essendo o apparendo l'accumulatore completamente carico, può occorrere prolungare la carica sia per eliminare le solfatazioni, sia per rimescolare bene l'elettrolito dopo il riboccamento, sia per eliminare le disuguaglianze dello stato di carica degli accumulatori collegati in serie nella stessa batteria.

Questa operazione si chiama sovraccarica e deve essere eseguita sempre ad intensità di corrente minima, affinchè l'ebollizione non risulti mai violenta, ma uniforme e moderata, altrimenti si rischia di danneggiare gli elementi.

A tale scopo sarà bene, finita la carica, lasciare le batterie in riposo per qualche ora, e dopo riprendere la carica con corrente minima perchè l'ebollizione avvenga regolarmente senza che gli accumulatori si riscaldino. Tale operazione viene ripetuta con intervalli di riposo, fino a che la densità e la tensione non aumentino più e lo sviluppo dei gas si produca non appena si riattiva la sovraccarica. Benchè risulti utile di praticare la sovraccarica di tanto in tanto, è bene però non abusarne e perciò conviene effettuarla solo quando si fanno i riboccamenti e non più di una volta al mese. E' utile che detta operazione venga eseguita quando si prevede che per un lungo periodo di tempo gli accumulatori non devono essere impiegati attivamente e che devono subire un periodo di inazione.

SCARICA.

La densità di un accumulatore durante la scarica diminuisce all'incirca in ragione degli amperora erogati, ciò che dimostra essere la densità dell'elettrolito una buona indicazione sullo stato di carica dell'accumulatore. Quando la densità è discesa ad un certo valore, con una scarica a forte intensità, non è possibile continuare la scarica con tale intensità di corrente, perchè l'elettrolito non è più sufficientemente ricco di acido per consentire la velocità di reazione chimica necessaria a produrre quella corrente; però il tenore di acidità residuo può consentire la erogazione di correnti di intensità minori che richiedono una minore velocità nelle reazioni chimiche.

La tensione degli accumulatori diminuisce durante la scarica. Se dopo aver scaricato un certo numero di amperore si interrompe la scarica, l'accumulatore a circuito aperto, accusa una diminuzione di tensione tanto maggiore quanto maggiore è l'energia da quello erogata. A parità di amperora erogate, le diminuzioni totali di tensioni dipendono però dal regime a cui è stata effettuata la scarica. Così, per esempio, mentre nella scarica a grande intensità la tensione di ciascun accumulatore discende a 1,65 ed anche a 1,6, scaricando anche una maggiore quantità di energia con minore intensità di corrente si discende ordinariamente a 1,9 e in via eccezionale a 1,8 soltanto.

VENTILAZIONE.

E' necessaria una buona ventilazione durante la carica, per far sì che i gas prodotti siano cacciati all'esterno.

Le piastre emettono gas prima ancora che le bollicine possano vedersi. I ventilatori vanno tenuti in moto per un certo tempo anche dopo cessata la carica, perchè gli accumulatori continuano a produrre gas ancora per qualche tempo dopo cessata la carica.

La ventilazione è necessaria anche per diminuire le deformazioni delle piastre per effetto della diversa distribuzione della temperatura.

Sia per la maggiore intensità di corrente che vi circola, sia perchè tutto il calore prodotto nell'accumulatore vi converge, la parte alta degli accumulatori tende a riscaldarsi molto più della parte bassa; la ventilazione, oltre a raffreddare direttamente la parte alta dell'accumulatore, provoca una rapida evaporazione alla superficie dell'elettrolito il che contribuisce al raffreddamento. I convogliatori debbono essere disposti appunto in modo da favorire tale fenomeno.

I gas sviluppati dagli accumulatori sono: ossigeno ed idrogeno assolutamente inodori: l'odore caratteristico che si sente nei locali è dovuto non ai gas, ma all'acido solforico in sospensione nell'aria dell'ambiente.

L'ossigeno e l'idrogeno possono dar luogo alla formazione di « gas tonante »: ad evitare quindi il pericolo di esplosioni, nei locali delle batterie non si debbono poter formare delle scintille e perciò tutti gli interruttori saranno sistemati al di fuori dei locali stessi.

Nelle batterie munite di convogliatori è necessario assicurarsi spesso della buona tenuta di essi.

OSSERVAZIONI E LETTURE.

Per conseguire regolarità e uniformità di trattamento è conveniente suddividere la batteria in tanti gruppi, stabilire per ogni gruppo un certo numero di elementi destinati ad essere particolarmente sorvegliati: le indicazioni di questi che si chiamano elementi spia, vengono assunte quale indice di quelle di tutti gli elementi del gruppo.

Ciò non esclude sia necessario, di tempo in tempo e almeno una volta al mese prendere le letture per tutti gli accumulatori della batteria, possibilmente durante la stessa carica; così i difetti degli elementi sono prontamente scoperti.

Bisognerà anche tener nota degli accumulatori che non entrano insieme agli altri in ebollizione per poterli sempre seguire.

Le letture dopo la carica, devono essere prese almeno un quarto d'ora dopo che la corrente è stata intercettata, altrimenti non sono attendibili.

RENDICONTO DI SCARICA.

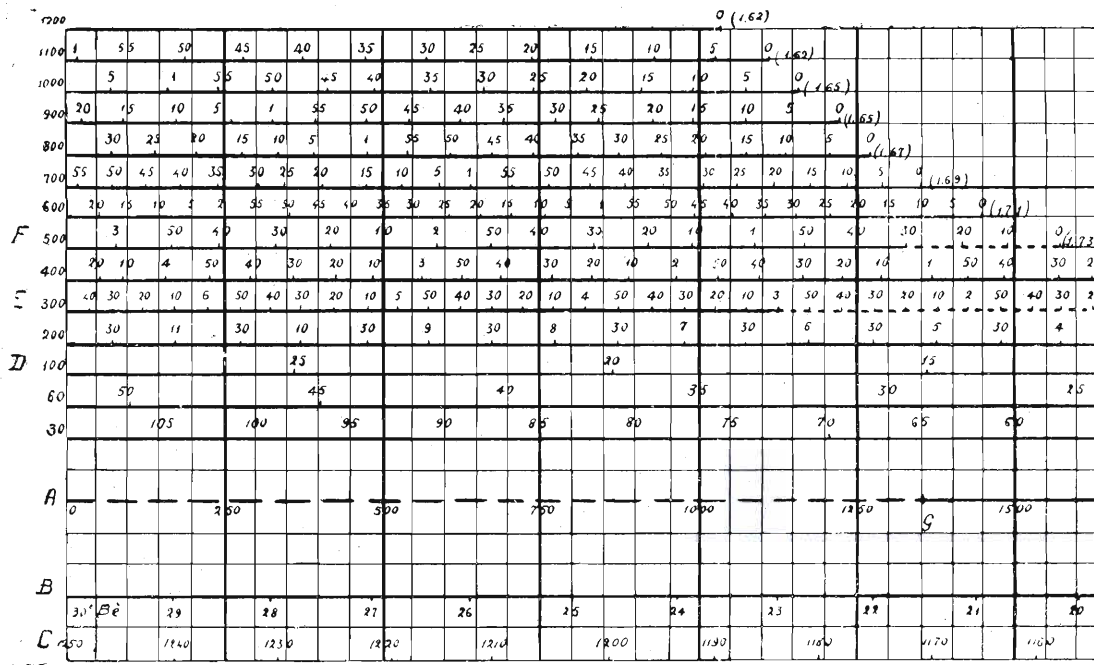
E' necessario conoscere in ogni istante la capacità residua degli accumulatori, e particolarmente, nel caso di batterie di accumulatori di sommergibili, è anche indispensabile conoscere a quale intensità è ancora possibile utilizzare la energia residua.

Un sistema per ottenere ciò è quello di sommare integralmente gli amperora erogati senza occuparsi della intensità alla quale le erogazioni hanno avuto luogo; si può ricavare così la capacità residua della batteria, e quindi mediante apposita tabella (detta tabella delle capacità parziali), si possono ricavare a quali regimi di scarica è ancora possibile scaricare la batteria.

Vengono usati a questo scopo vari diagrammi, fra i quali quello del Comandante Ferretti, riprodotto nella fig. 370.

E' importante osservare che ogni diagramma serve solo per quella batteria per la quale il diagramma stesso è stato calcolato.

Variando il numero degli elementi, od anche sostituendo alcuni degli elementi con altri di diversa casa costruttrice, e comunque di diverse caratteristiche, il diagramma deve essere nuovamente compilato in base alle varianti apportate alla capacità delle batterie.



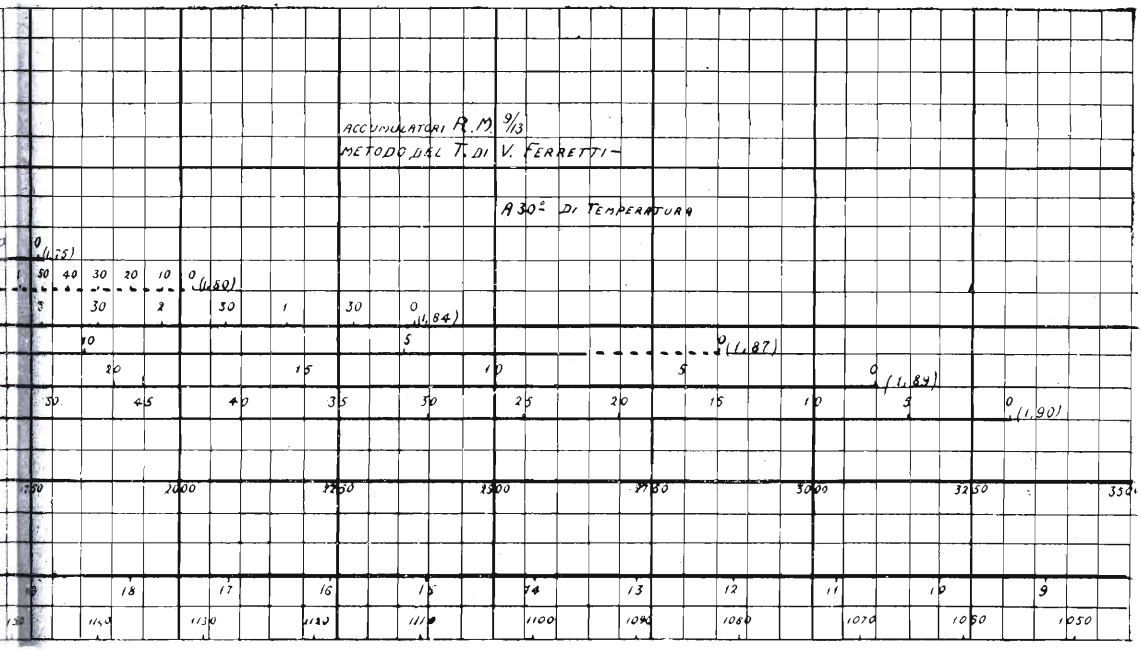
Il diagramma riportato dalla figura è così compilato. Su di un asse orizzontale A, è indicata con una scala graduata la capacità totale della batteria, che nel caso a cui il diagramma si riferisce è di 3500 amperora.

Su di una scala verticale, sono riportate le intensità di scarica; e per ognuna di esse, su linee parallele all'asse A, è indicata in ore e minuti la scala dei tempi.

Due scale orizzontali B e C, inferiormente al diagramma, indicano la densità dell'elettrolito, in funzione della capacità residua, e precisamente le indicazioni sono in gradi Beaumè per la scala B, mentre la scala C, dà il peso specifico dell'elettrolito.

I numeri che si leggono alle estremità di ciascuna linea orizzontale, dànno la tensione per elemento durante la scarica alla intensità cui si riferisce la linea orizzontale stessa.

Per meglio indicare l'uso delle tabelle allegate, si riporta il seguente esempio.



Esempio. — Dalla batteria completamente scarica, si fanno le seguenti erogazioni:

100 amper per due ore
300 » » tre »
500 » » trenta minuti.

Sulla linea orizzontale D, che si riferisce alle intensità di scarica di 100 amper, ed a partire dal punto O, andando verso sinistra si prende un segmento che corrisponde su detta linea all'intervallo di 2 ore.

Successivamente ed analogamente, si agisce sulla linea orizzontale E, F, corrispondenti alle intensità di scarica di 300 e 500 ampère, prendendo su ciascuna di esse un segmento in relazione alle durate di scarica (segmenti distinti sul diagramma con tratti punteggiati).

Si riportano i tre segmenti suddetti uno di seguito all'altro, sull'asse orizzontale A, da sinistra verso destra, partendo dal punto O, e si può leggere al-

l'altra estremità G del segmento riportato , il numero di ampère-ora consumati, che in questo caso è di 1350.

La capacità residua è dunque di 2150 amper. Si osserva subito dal diagramma, seguendo la verticale che passa dal punto G, che con tale capacità residua non è possibile l'erogazione di energia se non ad intensità di scarica inferiore a 1000 ampère, e che per la scarica ad intensità di 600 ampère, detta erogazione sarebbe solo possibile per 10 minuti, di 500 ampère per 28 minuti, ecc.

Il diagramma cioè permette di rendersi prontamente conto non solo della capacità residua, ma della intensità di scarica, e della durata per la quale detta scarica può essere effettuata.

LOCALE DI CARICA.

Deve essere provveduto di buona ventilazione e gli scaffali e le incastellature di legno, che portano le batterie, devono essere appoggiati su isolanti di porcellana.

Il legno va incatramato e verniciato. La carica si fa per mezzo di un apposito quadro di distribuzione il quale comprende un numero di reostati e di

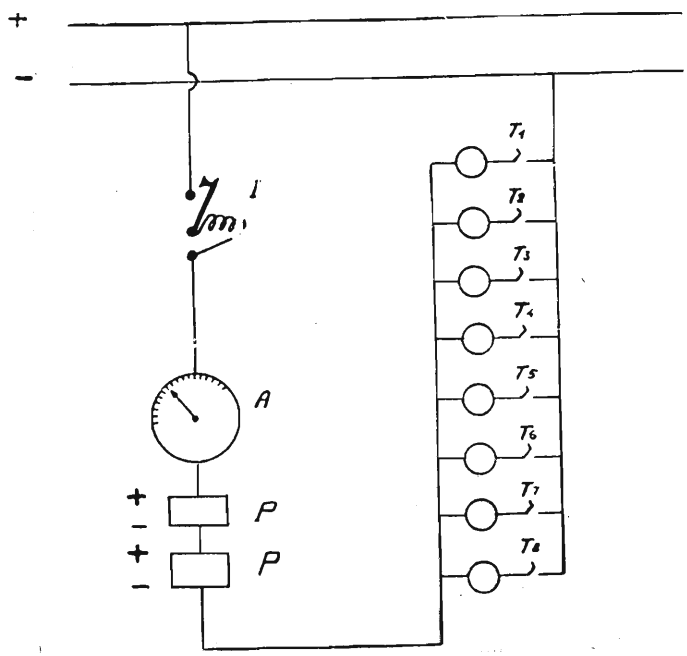


Fig. 371.

derivazioni uguale al numero delle batterie che si suppone si debbano caricare contemporaneamente.

Ogni quadro deve essere munito di interruttore a minima il quale interrompa il circuito quando la corrente di carica è scesa al di sotto di un determinato valore. Ciò è indispensabile per impedire che, qualora la sorgente di energia durante la carica cessasse di erogare corrente, gli accumulatori si scarichino sul circuito esterno, con danno proprio e anche della generatrice.

Per piccole intensità di carica si usano come resistenze di regolazione dei lampadini (vedi fig. 371).

« I » è l'interruttore a minima.

Il quadro di distribuzione della fig. 371 permette una intensità massima di carica di 2,4 ampère, se ciascuna delle lampade consuma 0,3 ampère. Per diminuire la intensità di carica, basta escludere alcune lampade, il che si fa per ciascuna lampada mediante il corrispondente interruttore, T. Per ogni lampada esclusa, la corrente di carica viene ridotta naturalmente di 0,3 ampère.

§ 137 — **Accumulatori Edison al ferro-nichel**

Gli accumulatori al ferro-nichel (o alcalini), sono costituiti di piastre positive frapposte alle piastre negative. Le piastre negative sono in numero di una superiori a quelle positive. Ogni piastra positiva contiene fra due striscie di lamierino perforato, strette da una cornice di acciaio, del perossido di nichel ($Ni\ 0_2$) compresso, misto a polvere di grafite.

Ogni piastra negativa contiene fra due striscie di lamierino di acciaio perforato, del sesquiossido di ferro ($Fe_2\ 0_3$) compresso e misto a polvere di grafite.

L'elettrolito è una soluzione di potassa caustica (K. OH) di densità 1,24.

La potassa in soluzione non prende parte all'azione chimica.

La reazione secondo Edison è

$$Ni\ 0_2 + Fe = Ni\ 0 + Fe\ 0$$

e secondo altri:

$$2\ Ni\ 0_2 + Fe = Ni_2\ 0_3 + Fe\ 0$$

La f.e.m. media di scarica è di circa 1 volt, ed è quindi la metà circa della f.e.m. media di scarica degli accumulatori al piombo.

Il rendimento (rapporto fra la quantità di energia elettrica in watt-ora assorbita durante la carica e quella ceduta nella scarica), è, per questo tipo di accumulatori, di circa 50-55 %, mentre, negli accumulatori al piombo è di circa 70 %.

Gli accumulatori al ferro-nichel, hanno però sostituito gli accumulatori a piombo su tutte le nostre Navi di superfice, dove gli accumulatori sono usati solo per servizi ausiliari.

Il trattamento degli accumulatori al ferro-nichel è molto più facile di quelli al piombo: essi possono essere scaricati, senza pregiudizio alcuno fino a 0 volt.

Entro il limite di temperatura di 45°, il regime di scarica può essere qualunque fino al corto circuito, senza che gli elementi ne soffrano.

Data la conformazione delle piastre, non si può avere caduta della materia attiva, cosa che invece accade facilmente per gli accumulatori al piombo.

Il costo degli elementi al ferro-nichel, è due o tre volte superiore a quello degli accumulatori al piombo, però ciò viene compensato dalla maggior durata.

Un perfezionamento rispetto agli accumulatori Edison, è stato realizzato negli accumulatori Gonin-Marseille, nei quali gli elettrodi positivi sono costituiti da tubi di nichel puro perforati, stretti mediante fili dello stesso metallo, e ripieni di idrossido di nichel.

Gli elettrodi negativi sono costituiti da sacchetti di ferro, montati su due traverse pure di ferro, e collegate insieme nella parte superiore da una lamina di nichel.

Questi accumulatori hanno il vantaggio rispetto agli accumulatori Edison di un minor costo; difatti il loro prezzo supera solo il 30 % quello degli accumulatori a piombo; inoltre il loro rendimento è del 7-10 % circa più elevato di quello degli elementi Edison.

§ 138 -- **Norme per l'esercizio degli accumulatori al ferro-nichel**

COSTITUZIONE E FORMAZIONE DELLE BATTERIE.

Per formare una batteria è conveniente riunire gli elementi entro chassis di legno appositamente sagomati. Mediante isolatori di sostegno e diagrammi si terranno gli elementi isolati fra loro e dalla massa. Spesso le batterie, contenenti un numero di elementi tale da fornire una determinata tensione, vengono fornite già montate in chassis.

Per versare il liquido negli accumulatori si farà uso di un imbuto di vetro e si porterà il liquido ad un livello tale che le piastre siano completamente coperte senza peraltro sovrabbondare, onde impedire che nella carica, gorgogliando, il liquido esca fuori dall'elemento.

Le scatole di ferro nelle quali viene fornita la soda caustica necessaria alla formazione dell'elettrolito, debbono essere aperte solo quando tutto è pronto

per la formazione, in modo che il contenuto non rimanga molto tempo all'aria: tutto il contenuto sarà versato lentamente in un recipiente di ferro o di ferro nichelato od anche di porcellana (quelli di vetro vanno soggetti a facile rottura a causa del calore che si sviluppa durante la soluzione) che conterrà la quantità d'acqua (distillata o piovana) indicata sulla scatola stessa. Il liquido si rimescolerà con una bacchetta di ferro o di vetro, fino a quando le parti solide siano sciolte. La soluzione sarà coperta e lasciata raffreddare almeno fino a 36° C, prima di introdurla negli elementi. Se il liquido ha assunto una colorazione rosso-bruna, bisogna lasciarlo tranquillo fino a che si depositino le particelle coloranti e quindi decantarlo, oppure filtrarlo con lana di vetro. Si eviti l'uso del cotone idrofilo che viene sciolto dalla soluzione. La soluzione deve avere una densità di 1,24 (28° Beaumè). Una discreta quantità di soluzione a concentrazione maggiore sarà convenientemente tenuta in riserva per gli usi che saranno specificati in seguito, conservandola in appositi recipienti di ferro o di vetro con tappo smerigliato e comunque ermeticamente chiusi. Con le stesse cure sarà conservato l'elettrolito che risultasse esuberante al riempimento degli accumulatori.

Gli elementi riempiti saranno accuratamente asciugati, puliti, sgrassati dappertutto ed anche attorno ai reofori, per i quali come per i serrafili, non si userà mai la lima, ma se occorre, carta smeriglio o carta vetro del N. 00.

Carica e scarica.

Avendo più batterie da caricare, il loro collegamento può essere fatto in serie-parallelo, cioè diversi gruppi di elementi in serie collegati fra loro in parallelo. Non è consigliabile eseguire la carica di più batterie in parallelo, perchè questa risulterebbe diversa per le varie batterie in relazione delle diverse condizioni iniziali di ciascuna di esse e del diverso valore di resistenza interna. Se non si vuole rinunciare alla carica con le batterie collegate in parallelo, si avrà cura di inserire in ciascun circuito un reostato di regolazione ed un amperometro per il controllo della corrente di carica, in modo che le batterie raggiungano tutte lo stesso stato di carica.

Prima di iniziare la carica, occorre assicurarsi che gli elementi siano puliti, isolati tra loro e che poggino sopra sostegni isolanti quando sono provvisti di chassis; che i fori per il riempimento siano chiusi con gli appositi tappi per la carica, i quali permettono lo sfogo dei gas; che l'elettrolito copra almeno le piastre ed in caso contrario aggiungervi acqua distillata fino a riportarlo al livello prescritto. *Evitare di eseguire la carica in locali angusti o poco ventilati od eccessivamente riscaldati*: se durante la carica, specialmente

in qualche elemento del centro della batteria, la temperatura della soluzione supera i 45°, occorre sospendere la carica stessa ed attendere che l'elemento si raffreddi.

Carica normale o ad intensità costante.

E' il metodo di carica più consigliabile. Scelta la sorgente di energia elettrica a corrente continua capace di fornire una tensione almeno uguale al numero degli elementi disposti in serie moltiplicata per 1,85, si disporrà nel circuito una resistenza variabile, e la si regolerà continuamente durante la carica, in modo da mantenere costante la corrente fissata.

Gli accumulatori a ferro-nichel non soffrono se si fa una carica a polarità invertita; ma in tal caso, sarà consigliabile, per ripristinare a giuste polarità, il trattamento in seguito descritto per il « Governo delle batterie inoperose e pigre ».

La durata della carica normale è diversa per i vari tipi e sarà specificata in seguito. Per batterie già in parte scaricate, la capacità in ampèrora da fornire sarà calcolata in modo da fornire una carica del 15-20 % superiore alla capacità della batteria. In genere è sufficiente prolungare la carica per 30 minuti dopo aver raggiunta la tensione normale della batteria. Questa varia tra volt 1,8 e 1,9 per elemento, ma tale valore non è assoluto: la carica potrà ritenersi completa quando il voltometro segna, durante mezz'ora, sempre lo stesso valore di f.e.m. che può differire da quello massimo indicato. *Si noti però che le letture al volmetro fatte a circuito aperto, non dànno nessuna indicazione circa lo stato di carica e scarica di tali accumulatori e perciò la tensione dovrà essere letta sotto carica.*

La batteria non soffre anche se viene impiegata prima che sia ultimata la carica normale.

Sovraccarica.

La sovraccarica va fatta lasciando invariata la corrente di carica per un tempo che, a seconda dei tipi di batterie, può andare dalla metà al doppio del periodo normale di carica. E' quindi necessario attenersi alle prescrizioni che vengono stabilite dalle Ditte costruttrici.

Qualche Ditta considera la sovraccarica come la carica fatta con intensità doppia della prescritta per una durata corrispondente al 60 % della carica totale, e completata poi con la normale. Si è riscontrato che questo completamento di carica può considerarsi superfluo, se la carica con intensità doppia è prolungata per mezz'ora.

CARICA FORZATA.

Per necessità si è a volte costretti ad eseguire la carica in un tempo breve e quindi con correnti di intensità maggiore della normale; in questo caso il valore della corrente di carica non è fissato, e può essere qualunque, avendo solo cura però che la temperatura della soluzione non superi in nessun elemento i 45°. Un indizio della sopraelevazione di temperatura è dato dall'elettrolito che trabocca dal foro di riempimento. E' prudente non superare il regime di carica pari a quattro volte il normale.

CARICA LENTA.

Deve intendersi quella fatta con regime di corrente inferiore al normale. Poichè essa però non dà luogo alla trasformazione completa dell'elettrodo negativo, dovrà usarsi soltanto se il regime di scarica è *uguale* o *inferiore* a quello lento scelto per la carica. Se invece si scarica a regime normale una batteria caricata a regime lento, si avrà una rapida perdita di capacità. Per il funzionamento normale quindi sarà sempre meglio sovraccaricare che caricare lentamente.

SCARICA NORMALE.

L'intensità di scarica normale è naturalmente diversa a seconda dei vari tipi e viene per ciascuno di essi indicata.

Come è stato detto innanzi, nella prima mezz'ora di scarica la tensione cade più rapidamente che in seguito: la tensione utile di lavoro può ritenersi di volt 1,2, la tensione minima di 1-0,9. Tali accumulatori possono anche essere scaricati senza pregiudizio alcuno fino a zero volt; ma la caduta da 1 a zero volt è molto rapida e quindi la capacità erogata è minima.

SCARICA FORZATA E SCARICA LENTA.

Entro il limite di temperatura più volte ricordato, il regime di scarica può essere qualunque fino al corto circuito, senza che gli elementi ne soffrano. Questi possono scaricare anche a regime inferiore al normale. E' noto che nel primo caso la capacità diminuisce alquanto; nel secondo caso aumenta.

GOVERNO DELLE BATTERIE DURANTE L'USO.

Per la buona manutenzione degli accumulatori al ferro-nichel è necessario:

1°) Evitare il contatto della soluzione alcalina con quelle acide (soluzione solforica degli accumulatori a piombo).

2°) Non avvicinare alle aperture degli elementi fiammiferi accesi, o fiamme qualsiasi; evitare scintille e scariche causate da cortocircuito fra gli elementi.

3°) Tenere sempre chiusi i fori di riempimento.

4°) Curare che gli elementi siano sempre asciutti esternamente e puliti, evitando che si formino incrostazioni o che corpi estranei, specialmente se conduttori, penetrino tra gli elementi contigui, causando corti-circuiti o dispersioni.

5°) Mantenere gli accumulatori in luoghi freschi e non umidi, esenti da esalazioni di anidride carbonica, ed in cui la temperatura sia contenuta entro i limiti fra — 10° e + 45° C.

6°) Assicurarsi, prima e dopo la carica, che l'elettrolito copra almeno le piastre; in caso contrario riboccare gli elementi con acqua distillata, od in mancanza di questa, con acqua piovana.

7°) Non è necessario verificare spesso la densità dell'elettrolito, ma è indispensabile quando l'accumulatore non dà tutta la capacità normale. La rinnovazione deve essere eseguita dopo circa 300 cariche e scariche ed eccezionalmente ogni qualvolta il liquido è eccessivamente torbido e dà depositi. Cambiando l'elettrolito, la batteria deve essere sottoposta a sovraccarica.

8°) Curare che tutti i contatti siano buoni e che i conduttori siano di sezione sufficiente per evitare dannosi riscaldamenti.

9°) Tener presente che assoggettando gli accumulatori ad un buon lavoro, essi migliorano. Perciò sarà conveniente sottoporre le batterie nuove ad un lavoro addizionale ogni due settimane per i primi due mesi ed ogni due mesi durante altri sei mesi seguenti. Tale lavoro addizionale consisterà in una scarica completa fino a zero, a regime normale, seguita da un corto circuito di circa due ore e poi da una sovraccarica.

Batterie inoperose e pigre.

Le batterie possono rimanere inoperose per lungo tempo, giacchè avendo una scarica interna praticamente nulla, la perdita di capacità è relativamente trascurabile.

Però per riattivarle, prima di rimetterle in servizio, sarà prudente usare loro il trattamento appresso consigliato per le batterie pigre o eventualmente caricate con polarità invertita.

Si devono considerare pigre quelle batterie che non dànno, alla scarica,

la capacità normale. Tale inconveniente può dipendere da scariche persistenti (dovute a poca pulizia degli elementi), dall'aver effettuato frequenti scariche a basso regime, o da lunga inoperosità; talora anche da elementi in corto circuito o inseriti in batteria con polarità invertita od infine da soluzione debole.

All'infuori delle ultime circostanze accennate, le batterie si riprendono quasi sempre, sottoponendole ad una buona pulizia ed a lavoro attivo. Intanto si farà la scarica della batteria deficiente fino a zero volt, a regime normale, indi la si lascierà in corto circuito per qualche ora ed infine si darà una sovraccarica, assicurandosi che il livello dell'elettrolito sia quello prescritto. Ripetendo parecchie volte tale trattamento ed alternando le sovraccariche con le cariche normali, spesso si riesce a rimettere in efficienza la batteria.

La soluzione deve ritenersi debole se l'elettrolito ha peso specifico inferiore a 1,16 (20° Be). Se ha raggiunto tale limite o se è persistentemente torbido, bisogna procedere alla sostituzione integrale della soluzione.

Per eseguire la sostituzione occorre: preparare la nuova soluzione, scaricare la batteria fino a zero, corto-circuitarla, indi togliere una parte della soluzione da ricambiare; colla rimanente sciacquare energicamente gli elementi che saranno poi vuotati e quindi riempiti con la soluzione nuova. Dopo il ricambio, come si è già detto, si darà una sovraccarica.

Se la soluzione, pur essendo di densità inferiore alla normale, ha tuttavia un valore ancora superiore ad 1,16 non occorre ricambiarla integralmente, ma sarà sufficiente aggiungerci un po' della soluzione concentrata tenuta in riserva (come è stato precedentemente indicato) e detta « aggiunta di riempimento ».

Sistemazione delle batterie a terra e a bordo.

Nel sistemare le batterie di accumulatori al ferro-nichel sia a bordo che a terra, occorre tener presente tutte le avvertenze già citate circa la idoneità dei locali, isolamento dei singoli elementi, pulizia di essi, ecc.

Sarà prudente spalmare, con un piccolo pennello, sui coperchi degli accumulatori un sottile strato di vasellina liquida, evitando di darne ai serrafili ed ai punti di connessione elettrica. Di tanto in tanto gli elementi e gli scaffali che li reggono saranno verniciati con pittura isolante, resistente agli alcali. Se gli elementi sono sottoposti all'umidità dell'acqua di mare, si impiegherà una vernice protettiva a base di vasellina.

RIASSUNTO DELLE NORME PIÙ IMPORTANTI.

Diamo qui un riassunto delle norme da tener presenti nel trattamento degli accumulatori al ferro-nichel, norme che sarebbe utile fossero tenute esposte in apposito quadretto, nel locale destinato agli accumulatori.

1° Evitare qualsiasi contatto con soluzioni acide e con attrezzi adoperati per gli accumulatori al piombo. La minima quantità di acido o d'acqua acidulata provoca il deterioramento immediato degli elementi.

2° Non esaminare mai le batterie con fiammiferi o con candele o lampade a fiamma; evitare scintille o scariche causate da corti circuiti fra gli elementi.

3° Riempire gli elementi appena ricevuti: in nessun caso le batterie dovranno essere lasciate vuote per un periodo superiore a tre mesi.

4° Verificare frequentemente che l'elettrolito copra le piastre e che la sua densità sia contenuta fra i limiti di 20 a 30 Bè.

5° Fare i riboccamenti soltanto con acqua distillata o in caso di necessità con acqua piovana o bollita, purchè non carbonata.

6° Curare che gli elementi e i telai siano sempre asciutti, non versare l'acqua sui coperchi, rimuovere le incrostazioni servendosi con molta cura di acqua calda e spazzola, spalmare ogni due mesi con vasellina neutra gli elementi o per lo meno i coperchi.

7°) L'elettrolito dovrà essere ricambiato:

a) se la sua densità è inferiore a 19 Bè;

b) se la batteria ha subìto 300 scariche a cariche complete;

c) se la batteria ha effettuato due o al massimo 4 anni di servizio intermittente a bassa intensità.

8° Dare sempre una sovraccarica:

a) alla messa in funzione;

b) dopo un ricambio di elettrolito;

c) dopo un lungo periodo di riposo;

d) quando la durata della scarica supera un mese;

e) quando la batteria sia stata scaricata a fondo.

9° Caricare le batterie nuove ad un regime piuttosto superiore che inferiore al normale.

10° Assicurarsi che durante la carica in nessun elemento della batteria la temperatura dell'elettrolito superi i 45° C.

§ 139 — Assegnazioni alle RR. Navi delle lampade portatili ad accumulatori e relativi accessori

a) - *Navi di superficie*:

Le assegnazioni alle RR. Navi delle lampade portatili di sicurezza ad accumulatori, e dei relativi accessori, sono stabilite come segue:

Navi da battaglia di I^a e II^a classe	N.	150
Incrociatori tipo « Trento »	»	100
Esploratori tipo « Ancona »	»	55
Esploratori tipo « Quarto »	»	50
Esploratori tipo « Leone »	»	20
Esploratori tipo « Aquila » e « Rossarol » e CC. TT. tipo « Calatafimi » e « Palestro »	»	15
CC. TT. altri tipi	»	12
Torpediniere	»	8
M. A. S.	»	3
Navi sussidiarie da 4.000 T. in su	»	12
Navi sussidiarie inferiori a 4.000 T.	»	8
Navi appoggio M. A. S. e appoggio sommergibili tipo « Sorrento » e « Pacinotti »	»	12
Cannoniere e affondamine	»	8
Cisterne tipo « Polifemo »	»	10
Cisterne tipo « Verde » e « Prometeo »	»	6

b) - *Sommergibili*:

Le assegnazioni ai sommergibili delle lampade portatili di sicurezza ad accumulatori, e dei relativi accessori, sono stabilite come segue:

Per i tipi F - X - H - N	N.	10
Per i tipi Pisani - Mameli	»	16
Per i tipi Mocenigo - Nani	»	16
Per i tipi Balilla	»	18

CAPITOLO XXVI

Norme per la condotta e la manutenzione delle batterie di accumulatori elettrici dei sommergibili

§ 140 — Influenza della temperatura sulla capacità degli accumulatori

Trattandosi di elementi di notevole capacità, l'influenza della temperatura su questi non è trascurabile. Come dato approssimativo si può ritenere che ogni grado di variazione della temperatura corrisponde ad una variazione di capacità di circa 0,8 % nello stesso senso. Di solito le capacità vengono riferite alla temperatura di 20° C. Indicando con C_{20} la capacità relativa alla temperatura a 20° e con C quella relativa ad una temperatura di t° si ha:

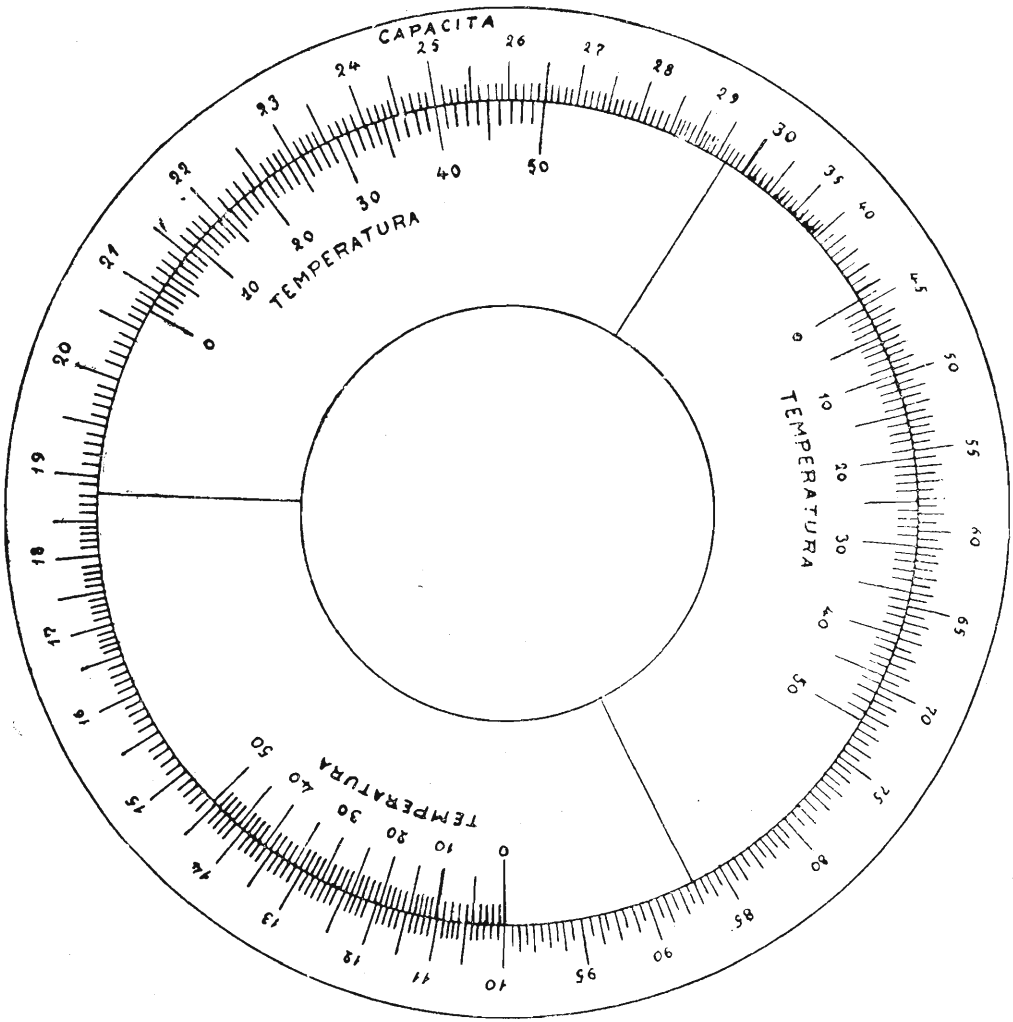
$$C_t = C_{20} [1 + 0{,}008 (t° - 20°)]$$

Il Capitano di Corvetta Petroni ha realizzato un regolo circolare per la determinazione della capacità e della densità di un accumulatore alle varie temperature. Tale regolo è rappresentato nella fig. 372.

TENSIONE.

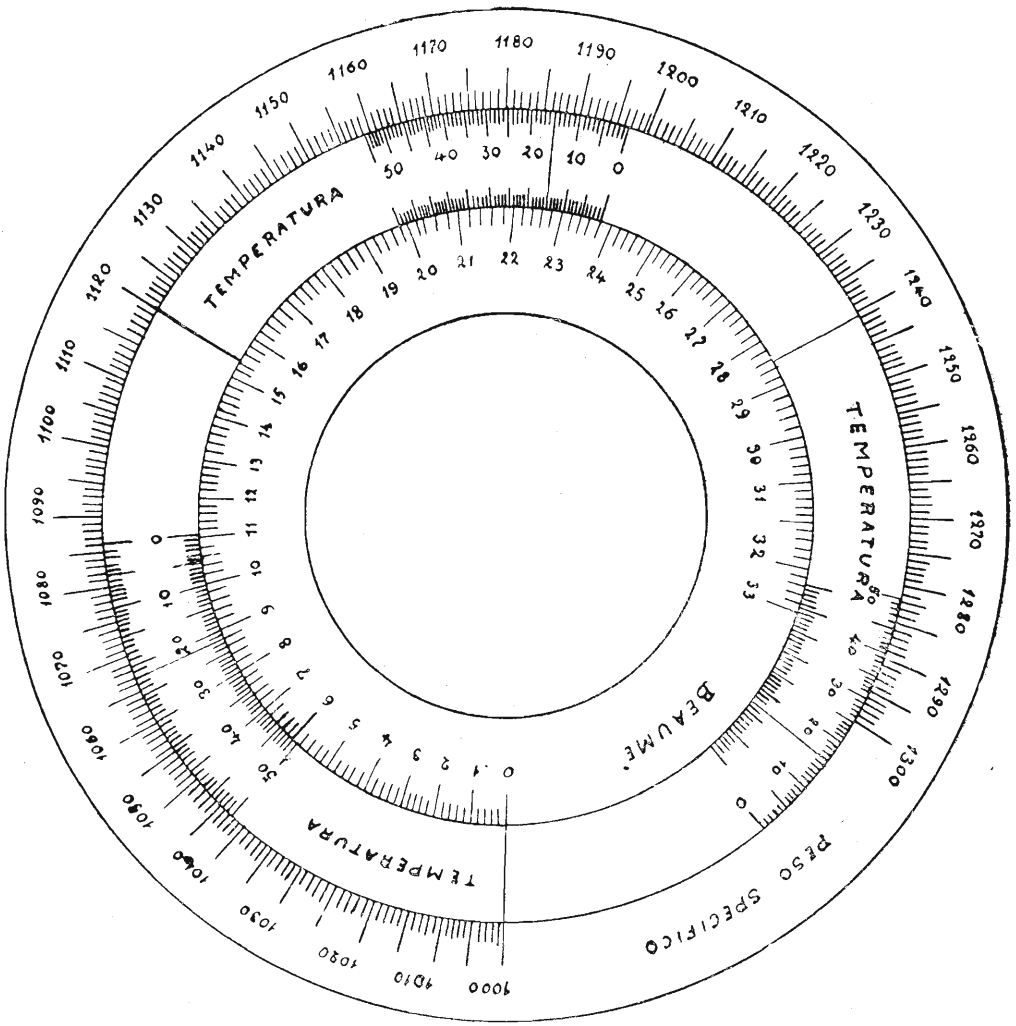
La tensione di un elemento a circuito aperto è di 2,08 volt. Appena iniziata la scarica, la tensione si abbassa e tanto più quanto maggiore è la intensità della corrente di scarica. La tensione, al proseguire della scarica, continua a scendere ma meno rapidamente; giunti però ad un minimo di 1,6 volt, occorre interrompere la scarica per non danneggiare l'accumulatore.

Quando l'accumulatore è perfettamente in ordine e quando la scarica viene fatta ad intensità costante ed in modo continuo senza interruzioni, la misurazione della tensione può indicare approssimativamente, ad ogni istante, lo stato di carica dell'elemento.



Esempio

Temperatura	40
Capacità misurata	3000
Capacità corrente a 20°	2500



Esempio

15.4	Temperatura misurata		36
cifico 1120	Densità misurata Beaumè		21.2
	Densità corretta a 15°	Beaumè	22.7
		Peso specif.	1187

Nel caso invece che la scarica venga frequentemente interrotta, ovvero abbia luogo con una corrente molto debole, la tensione non è più un indizio sicuro per riconoscere lo stato di scarica della batteria.

DENSITÀ.

La densità dell'elettrolito diminuisce man mano che procede la scarica dell'accumulatore; perciò se l'accumulatore è in perfetto ordine e la densità dell'acido, a fine carica, viene mantenuta nei limiti prescritti, le letture della densità possono servire a dare con sufficiente approssimazione lo stato di carica dell'elemento e ad indicare anche a quali regimi può essere ulteriormente caricato. Questi ultimi saranno i regimi ai quali corrisponde una densità di fine scarica inferiore a quella rilevata.

Occorre accuratamente sorvegliare i valori della densità a fine carica, perchè, come si vedrà in seguito, valori anormali di essa possono dare indizio di anomalie negli accumulatori (solfatazione).

La densità viene misurata prelevando dall'accumulatore a mezzo di una pera di gomma una certa quantità di elettrolito che viene versata in un vaso di vetro nel quale si applica il densimetro.

I densimetri possono essere graduati in scala centesimale o in scala Beaumè.

La relazione tra le due scale è riportata, per il campo che interessa gli accumulatori, nella seguente tabella:

Scala centesimale	Scala Beaumè	Scala centesimale	Scala Beaumè
1,08	10,7	1,18	22
1,09	11,9	1,19	23
1,10	13,1	1,20	24
1,11	14,3	1,21	25
1,12	15,4	1,22	26
1,13	16,6	1,23	26,9
1,14	17,7	1,24	27,9
1,15	18,8	1,25	28.8
1,16	19,8	1,26	29,7
1,17	20,9	1,27	30,6

Il valore della densità varia con la temperatura e precisamente, per ogni grado di variazione della temperatura rispetto alla temperatura di riferimento

di 15° C., la densità varia di circa 0,7 per mille in senso inverso, cioè si può approssimativamente ritenere:

$$d_t = d_{20} \left[1 - 0.0007 \ (t° - 20°) \right]$$

Il valore normale della densità ad elemento carica deve essere di 1,22 - 1,23 circa.

ELETTROLITO.

L'acido solforico e l'acqua distillata adoperati devono essere chimicamente puri. Le impurità che più spesso si manifestano sono: cloro, acido nitrico, acidi organici, ferro, rame.

Per impedire che durante i riboccamenti e le manutenzioni si mescolino impurità con il liquido, tutti i recipienti come: damigiane, vasche di vetro, pere di gomma, tubi, imbuti, ecc., nonchè i densimetri, devono essere accuratamente lavati con acqua distillata prima dell'uso. Inoltre occorre badare che nessun metallo solvibile nell'acido solforico (ferro, rame, ecc.) venga a trovarsi a contatto con esso.

Il riboccamento degli elementi deve essere fatto prima che il livello dell'elettrolito sia disceso al disotto dell'orlo superiore dei separatori.

E' opportuno eseguire la revisione del livello dell'elettrolito a batteria scarica e prima di cominciare la carica, perchè appunto allora il livello è il più basso.

Il riboccamento deve essere fatto prima dell'inizio della carica ed eseguito con grande cura ed attenzione, in modo da non versare liquido fra gli elementi o sui serrafili e sulle connessioni in genere. Un buon sistema per eseguire questa operazione è quello di far uso di un tubo di gomma munito di rubinetto di ebanite ad una estremità e collegato all'altra con un recipiente posto in posizione sopraelevata rispetto agli accumulatori.

I riboccamenti devono essere fatti esclusivamente con acqua distillata.

Solo quando, anche dopo ripetute sovraccariche, qualche elemento rimanga ad una densità inferiore alla stabilita, specialmente se si tratta di elementi nuovi o ricostruiti, allora solo ed eccezionalmente, potrà essere messo nell'elettrolito dell'acido solforico del peso specifico di 1,22.

Prima però di aggiungere acido è assolutamente necessario assicurarsi, come si è già detto, che la densità non salga con sovraccariche prolungate e non si tratti di un elemento solfatato, nel quale cioè, il solfato di piombo che si forma sulle piastre alla scarica non si sia più completamente risolto con le successive ricariche.

La non esatta osservanza di queste prescrizioni può indurre ad aggiungere acido solforico quando la densità è minore per effetto, ad esempio, di una carica non completa, per cui, specialmente se l'operazione dovesse ripetersi più di una volta, l'elemento verrebbe a contenere acido a sempre maggiore concentrazione con la conseguente distruzione delle piastre in un tempo inferiore alla durata normale.

Una densità inferiore alla prescritta, non può avere al contrario altro effetto che diminuire la capacità dell'elemento, senza perciò nuocere alle piastre, poichè l'inconveniente, con un'accurata revisione, può essere facilmente eliminato.

Riassumendo quindi:

Una densità elevata conferisce una maggiore capacità all'accumulatore ma compromette la durata delle piastre, mentre una densità moderata è utile per la buona conservazione delle piastre ma fa diminuire lievemente la capacità.

Le batterie che debbono rimanere lungo tempo inattive, vanno conservate senza liquido onde evitare il deterioramento delle piastre.

Questo avviene infatti non solo per effetto del funzionamento normale dell'accumulatore, cioè cariche e scariche successive e conseguenti trasformazioni della materia attiva delle piastre, ma anche per invecchiamento; è anzi da tener presente che alla buona conservazione degli elementi contribuisce più un lavoro regolare che non una semi-inattività.

Il lavoro di densità più opportuno per batterie che prestano servizio, tenuto conto: da un lato, del vantaggio che con densità bassa si può ottenere nella durata delle piastre e dall'altro della riduzione della capacità che ne consegue, risulta compreso fra 1,25 ed 1,20.

§ 141 — **Scarica**

La scarica deve essere condotta tenendo presente quanto è stato detto nei riguardi della capacità, tensione e densità.

Lo stato di scarica di una batteria, come si è visto, può essere dedotto dalla lettura della tensione sotto scarica e principalmente, con maggior approssimazione, dalla misura della densità.

Devono per altro essere accuratamente registrate nel registro della batteria le scariche fatte, segnando intensità e tempo, in modo da poter in ogni momento calcolare gli amperora totali caricati a partire dall'inizio della scarica. Durante la scarica, e specialmente verso la fine di essa, è necessario misurare

a brevi intervalli di tempo la tensione (in preferenza direttamente sugli elementi, specialmente se ve ne sono di quelli deficienti).

E' da tenere presente che le scariche a forte intensità non sono favorevoli ad una buona conservazione degli elementi, dando luogo a violenti reazioni chimiche.

Sono invece opportune, e contribuiscono a mantenere in efficienza la materia attiva delle piastre, scariche di moderata intensità e prolungate, le quali dànno luogo a reazioni di moderata velocità e che interessano tutta la materia attiva delle piastre.

Quando il sommergibile è in porto, la batteria è in generale assoggettata ad una lentissima scarica per il servizio di porto, la manutenzione dei macchinari, e per la scarica spontanea. Poichè queste scariche sono lentissime, corrispondono in certo modo quasi ad inattività degli elementi. Esse perciò non debbono essere prolungate eccessivamente. Pertanto la carica in questo caso va effettuata almeno una volta per settimana. Se l'intervallo fosse maggiore, si produrrebbe una solfatazione più o meno profonda delle piastre, sia positive che negative, con conseguente pericolo di rotture e sgretolamento delle prime e indurimento delle seconde.

Conviene pertanto, sempre che possibile, che l'energia elettrica per il servizio di porto sia presa da terra, anzichè dalle batterie.

Le batterie normalmente si ricaricano entro le 24 ore seguenti ogni scarica normale completa o quasi, e settimanalmente quando adibite solo per il servizio elettrico in porto.

§ 142 — **Carica**

La carica può essere fatta a varie intensità di corrente, le quali debbono però essere tutte inferiori ad un valore massimo fissato per ogni tipo di batteria e tali che in nessun elemento venga ad essere superata la temperatura massima di 40°. Eccezionalmente può essere tollerata una temperatura di 45°.

Per una carica rapida, si deve procedere nel modo seguente: si comincia la carica con la corrente massima ammessa e si continua fino a quando la tensione ai poli di ogni elemento ha raggiunto 2,4 V. Raggiunta tale tensione si riduce l'intensità di corrente a metà; la tensione allora diminuisce, ma risale poi gradatamente. Quando ha raggiunto nuovamente 2,4 volt per elemento, si riduce ancora a metà la intensità di corrente di carica (cioè a ¼ della iniziale) e si continua la carica con questa corrente fino a portare la tensione a 2,7 volte per elemento.

E' bene però, nell'interesse della conservazione e della durata della batteria e per ottenere un rendimento migliore, ch la carica, salvo casi speciali in cui occorre caricare rapidamente, venga eseguita partendo da una corrente circa eguale ai $^2/_3$ di quella massima ammessa.

Durante la carica, come si è già detto, bisogna sorvegliare accuratamente che la temperatura degli elementi non oltrepassi i 40° C. Una temperatura troppo elevata produce la solfatazione degli elementi in quanto il solfato di piombo oltre i 45° è parzialmente solubile nell'acqua, mentre, appena la temperatura diminuisce, cristallizza, depositandosi alla superficie delle piastre ed anche nella massa. Esso è cattivo conduttore, quindi fa aumentare la resistenza interna dell'elemento in modo che l'ebollizione e la tensione di fine carica si raggiungono più presto, con conseguente insufficiente ricarica e quindi peggioramento delle condizioni dell'accumulatore che va solfatandosi sempre di più.

All'inizio della carica vi è molto solfato di piombo nella pasta attiva delle piastre e poco acido in soluzione nell'elettrolito; pertanto la corrente va spesa totalmente per la trasformazione del solfato. Verso la fine della carica, invece, quando la trasformazione degli strati della massa attiva delle piastre è pressochè ultimata, solo una piccola parte della corrente va spesa per completare la trasformazione, mentre la parte rimanente decompone l'acqua in idrogeno ed ossigeno. Per questa ragione si prescrive la carica in tre periodi ad intensità gradatamente decrescente.

L'intensità di corrente dell'ultimo periodo deve essere tale da non dar luogo ad uno sviluppo di gas troppo violento, il quale danneggerebbe le piastre, e specialmente le positive, in quanto produrrebbe il distacco della pasta da esse. Lo sviluppo di gas che deve aversi in questo periodo deve essere tale da produrre il leggero rimescolamento dell'elettrolito sufficiente a garantire l'omogeneità della densità nei varî strati. E' evidente che senza questo rimescolamento la densità del liquido sarebbe decrescente dal basso verso l'alto e quindi risulterebbe un maggior consumo della parte inferiore delle piastre dove le reazioni sarebbero più intense.

Il numero di amperora che devono essere forniti alla batteria durante la carica normale, risulta circa eguale al 105 ÷ 110 % degli amper-ora scaricati.

Alla fine della carica si debbono osservare i seguenti fenomeni:

1° Lo sviluppo dei gas è ugualmente intenso, tanto alle piastre positive che alle piastre negative.

2° La densità dell'acido è salita al suo valore normale massimo e non aumenta più continuando la carica

3° La tensione è salita al suo valore normale massimo di 2,7 V circa per elemento.

Uno solo o due di questi fenomeni non sono sufficienti ad indicare che la carica è completa, ma essi si devono verificare insieme.

Un accumulatore infatti può sviluppare gas regolarmente, aver raggiunta la tensione normale e pure non essere ancora completamente caricato perchè non ancora ultimata la trasformazione del solfato di piombo delle piastre.

La massima importanza si deve, in ogni caso, dare alla densità dell'elettrolito, la quale deve, a fine di carica, aver raggiunto il valore normale, indicando così che tutto il solfato di piombo è stato trasformato. Se ciò non fosse, e se più cariche incomplete si ripetessero, il solfato rimasto per un certo tempo nella massa attiva, diverrebbe un prodotto stabile e si avrebbe quindi la solfatazione delle piastre.

Durante la carica si devono seguire le seguenti prescrizioni:

Verificare il riboccamento degli elementi e specialmente di quelli più prossimi agli estrattori. Se le piastre non sono completamente ricoperte dall'elettrolito, si producono negli elementi riscaldamenti, solfatazioni e facili corti circuiti.

L'impianto per la estrazione dei gas deve essere messo in funzione al principio della carica ed arrestato mezz'ora dopo la fine di questa.

In seguito è conveniente, pur non essendo strettamente necessario, prolungare l'estrazione dei gas, facendo funzionare per tutta la giornata gli estrattori con periodi di mezz'ora circa di funzionamento, alternati con mezz'ora di riposo.

Il giorno successivo alla carica, gli estrattori saranno messi in moto per mezz'ora ogni sei ore.

E' necessario accertarsi, specialmente dopo una sovraccarica, che tutte le prese di estrazione dei gas sui singoli elementi siano a tenuta, e verificare per ogni elemento l'efficienza di estrazione.

Dove non esistono particolari dispositivi per misurare la depressione nelle condotte di estrazione, è sufficiente presentare davanti alle prese una piccola elica di materiale leggero la quale si metterà a ruotare per effetto della aspirazione stessa.

Dalla velocità assunta dall'elica si può arguire la uniformità e l'efficienza di aspirazione in modo sommario, salvo ad effettuare periodicamente ispezioni più rigorose.

Se il locale è munito di sistemi di ventilazione, anche questi saranno messi in funzione durante la carica in modo che, avendosi una corrente d'aria che lambisce gli accumulatori, si eviti la formazione sulle pareti esterne delle cassette di un velo di umidità acida, che è causa di dispersioni.

Spesso l'impianto di ventilazione comprende anche dispositivi atti a ri-

scaldare l'aria che viene inviata nel locale; in questo caso nei periodi susseguenti alla carica durante i quali si fa funzionare l'estrazione, si invierà nel locale aria riscaldata a 30°.

Se i motori degli estrattori sono sistemati nel locale accumulatori, si verifichi accuratamente che, sia ai collettori, sia alle spazzole dei reostati di messa in moto non si verifichino scintille: se ciò accade occorre provvedere immediatamente.

Se vi sono nei locali interruttori sprovvisti di protezione contro le scintille, questi non debbono essere manovrati durante la carica, specialmente nel terzo periodo e durante le sovraccariche. Evitare in maniera assoluta che oggetti metallici, pinze, chiavi, ecc., possano cadere sulle batterie e quindi causare corti circuiti aventi gravi conseguenze a causa della presenza di gas nel locale. Nel locale accumulatori pertanto non si dovrà mai far uso di lampadine portatili con gabbie di ferro, ma esclusivamente di lampade portatili ad accumulatori, rivestite di cassette di legno.

Durante la carica dovranno essere particolarmente sorvegliati cinque elementi per ogni sottobatteria, scelti opportunamente in base alle revisioni periodiche.

Per questi elementi si dovranno rilevare ogni ora, e possibilmente ogni mezz'ora nel terzo periodo, la tensione, la temperatura e la densità.

Durante la carica saranno verificate accuratamente le connessioni degli accumulatori per accertarsi che qualcuna non si scaldi per cattivo contatto dovuto a qualche perno stretto imperfettamente.

Qualora esistano i bulloni con testa munita di apposito incavo, in questa sarà messa della vasellina. In tal modo il cambiamento di colore che avviene nella vasellina quando essa si liquefà, permette di rilevare rapidamente un eventuale eccesso di temperatura.

E' opportuno anche, in occasione di revisioni alle batterie, accertarsi che tutti i dadi dei serrafili e delle connessioni siano ben stretti.

§ 143 — **Sovraccarica**

Come è stato più volte detto, per la buona conservazione delle piastre è di grande importanza che la carica sia condotta sempre fino alla fine.

Per raggiungere tale scopo si esegue la sovraccarica.

Essa deve essere pertanto condotta nel seguente modo:

Ultimata la carica normale, la batteria viene lasciata per un'ora in riposo. A questo riposo si fa seguire un periodo di carica pure di un'ora, coll'intensità del terzo periodo e così si continua, intercalando riposi di un'ora a pe-

riodi di carica di un'ora per tre volte almeno e, ad ogni modo, finchè gli elementi, appena vien ripresa la carica, sviluppino abbondantemente gas, sia dalle piastre positive che negative, e finchè la densità e la tensione non aumentino più continuando la carica.

E' facile comprendere come con la sola carica normale non si riesce ad avere uniformità di carica in tutti gli elementi della batteria a causa delle inevitabili differenze di comportamento e delle differenze di condizioni iniziali dei varî elementi. Mediante la sovraccarica invece tutti gli elementi vengono portati allo stesso livello, poichè, con i periodi alternati di riposo e di carica, si riesce ad ottenere in ognuno di essi la completa riduzione del solfato di piombo delle piastre e specialmente delle positive. Nel periodo di sovraccarica inoltre si ottiene in ogni elemento in seguito al prolungato rimescolamento dell'elettrolito, una perfetta uniformità della densità, la quale, per effetto dei riboccamenti che precedono ogni carica e dell'insufficiente rimescolamento nella carica normale, tende ad essere più forte nelle parti inferiori degli elementi.

La sovraccarica deve essere eseguita:

1° Regolarmente una volta al mese in occasione della revisione della batteria (sovraccarica « mensile »).

Durante questa sovraccarica dovranno essere misurate singolarmente per tutti gli elementi la tensione, la densità e la temperatura onde verificare che non vi siano elementi deficienti.

2° Quando la batteria sia stata scaricata più del normale o quando la carica sia state varie volte insufficiente.

3° Quando la batteria, dopo la scarica, è rimasta senza essere caricata per un tempo maggiore di quello massimo stabilito.

4° Quando la batteria deve rimanere per un lungo periodo di tempo inattiva. In tal caso, prima di lasciare la batteria a riposo, bisogna scaricarla a fondo, ricaricarla e procedere poi alla sovraccarica.

Durante il periodo di riposo sarà fatta ogni due, od al massimo tre settimane una carica, sovraccarica e revisione.

5° Ogni volta che per una delle cause suddette o per altre vi sia un principio di solfatazione.

Durante i periodi di grandi lavori al sommergibile ed in genere tutte le volte che esistono circostanze speciali che impediscono di effettuare il trattamento normale delle batterie, queste debbono essere sbarcate onde provvedere alla loro conservazione e manutenzione a terra.

§ 144. — Manutenzione e trattamento delle batterie

ISOLAMENTO DELLA BATTERIA.

Le cassette all'atto dell'imbarco delle batterie saranno accuratamente verniciate mediante vernici isolanti speciali; non devono essere spalmate con vasellina od altri grassi.

Ogni qualvolta gli elementi o parte degli elementi dovessero essere sbarcati, bisogna lavare le cassette con acqua, asciugarle bene, e riverniciarle.

Se si riscontrano deficienze di isolamento che si presume dipendano dal cattivo stato delle superfici esterne delle cassette, bisogna procedere al lavaggio di queste. Per far ciò si verserà, mediante un tubo di gomma, acqua distillata sulle parti esterne delle cassette, le quali verranno poi asciugate con aria calda inviata con mezzi opportuni, sotto o di fianco agli elementi.

Sarà curata particolarmente la sistemazione degli elementi sugli appositi isolatori di ebanite spalmati di paraffina. La cassetta deve poggiare esclusivamente su di essi senza alcun contatto con strutture metalliche dello scafo.

Speciali isolatori, pure paraffinati, saranno accuratamente sistemati fra i varî elementi contigui.

Ogni anno, dal personale di bordo, nel periodo normale di manutenzione, sarà provveduto, sollevando se necessario qualche elemento, al lavaggio della sentina con acqua dolce prima, e con soluzione di soda dopo, e poi nuovamente con acqua dolce. Riscontrando tracce di acido in sentina, si dovrà subito verificare se dipende da perdite di qualche elemento ed eliminarle.

PULIZIA.

La pulizia della batteria ha una grande importanza per l'isolamento della medesima e per evitare l'inquinamento dell'elettrolito. Si devono perciò di frequente pulire gli elementi della polvere che si deposita ed asciugarli dalla umidità che vi si condensa.

Va fatta speciale attenzione che nessuna impurità e nessun corpo estraneo penetri negli elementi; essi potrebbero provocare un rapido deterioramento delle piastre.

Si verificheranno periodicamente in modo particolare le connessioni ed i morsetti di presa i cui bulloni dovranno essere di tanto in tanto ingrassati con vasellina, e si eliminerà immediatamente qualsiasi principio di ossidazione che potrebbe essersi verificata qualora fosse asportata la piombatura. Se si forma dell'ossido nelle strutture del locale della batteria, lo si deve togliere subito con cura.

E' assolutamente da evitare ogni possibile infiltrazione di acqua di mare negli elementi. Gli elementi verrebbero rapidamente distrutti nel mentre si avrebbe sviluppo di gas venefici di cloro.

Qualora dovesse verificarsi l'entrata di piccola quantità d'acqua di mare in un elemento, occorre smontarlo subito e lavare accuratamente e ripetutamente tutto con acqua distillata; si rimonta poi l'accumulatore e si rimette solo acqua distillata che viene spesso ricambiata fino a che non vi sarà più traccia di cloro. Solo allora si potrà rimontare l'elemento in acido a densità normale.

REVISIONE ESTERNA.

Occorre verificare spesso gli sfogatoi del condotto di estrazione e le loro connessioni con il condotto principale. Si dovranno verificare spesso anche gli aspiratori ed assicurarsi che l'entrata dell'aria non sia ostacolata da corpo estranei introdottisi nei condotti di aspirazione.

Poichè l'aria che attraversa i condotti di estrazione porta con sè delle particelle di liquido acido, è necessario, almeno una volta ogni tre mesi, smontare le connessioni di gomma fra i singoli accumulatori ed i collettori di estrazione, e lavarle accuratamente con acqua dolce e soluzione alcalina.

Si dovranno spesso accuratamente visitare le cassette per controllare che non vi siano trasudamenti dovuti o a piccole fenditure o a porosità del materiale.

Il controllo del livello dell'elettrolito può aiutare a rintracciare qualche perdita.

Riscontrando delle perdite, bisogna procedere al lavaggio della sentina con acqua dolce, poi con soluzione di soda per neutralizzare i residui di acido e quindi nuovamente con acqua dolce.

REVISIONE PERIODICA INTERNA DELLE BATTERIE — SCARICA BIMESTRALE.

Si è già detto che scariche e cariche di moderata intensità condotte a fondo concorrono a mantenere in efficienza l'accumulatore, conservando in buone condizioni di attività tutto lo spessore della pasta delle piastre, mentre invece le scariche parziali fanno lavorare solo gli strati superficiali della pasta, lasciando quelli più interni inattivi.

Su un sommergibile difficilmente le scariche per servizi normali sono complete; è pertanto necessario di quando in quando far lavorare a fondo la batteria.

A questo scopo è prescritto di eseguire ogni due mesi una scarica della

batteria corrispondente almeno al 90 % della capacità della batteria e con la corrente relativa alla scarica in 20 ore.

La scarica successiva deve essere molto lenta e cioè dall'inizio alla fine dovrà essere condotta con intensità costante corrispondente a quella del terzo periodo della scarica normale. Dopo avere ricaricato in questo modo, si lascia riposare per un'ora la batteria e poi si effettua una sovraccarica, alternando periodi di un'ora di carica e di un'ora di riposo per tre volte almeno, come si è già detto precedentemente.

Prima di iniziare la scarica saranno fatte le letture della densità e della temperatura per tutti gli elementi e, appena iniziata, quella della tensione, pure su tutti gli elementi.

Durante la scarica saranno rilevate ogni ora, densità, tensione e temperatura per ogni gruppo di cinque accumulatori per sottobatteria, scelti di preferenza fra quelli che presentano qualche deficienza o irregolarità di comportamento.

Finita la scarica si rileveranno questi dati per tutti gli accumulatori e si verificherà il livello del liquido nei vari elementi.

L'elettrolito deve trovarsi circa 15 mm. al disopra delle piastre, in modo che vi siano almeno 25 mm. fra asse e le luci di aspirazione dell'estrazione del gas.

Eseguita l'ispezione del liquido ed il riboccamento con le norme e precauzioni già dette, bisogna nuovamente caricare le batterie. Trattandosi di carica per manutenzione, questa deve essere condotta a bassa intensità e cioè, dall'inizio alla fine, con l'intensità indicata per il terzo periodo di carica.

Restituita alla batteria la dovuta quantità di amperora, si lascia la batteria in riposo per un'ora e poi si fa seguire una sovraccarica con le norme già date.

Anche durante la carica si rileveranno gli stessi elementi rilevati e registrati durante la scarica e cioè:

a) densità e temperatura di tutti gli elementi appena iniziata la carica;

b) densità, temperatura e tensione di cinque elementi per sottobatteria durante la carica;

c) tensione sotto carica di tutti gli elementi alla fine di questa e temperatura e densità appena cessata la carica.

Scarica semestrale di ricognizione e trattamento.

Ogni sei mesi si eseguirà una scarica la quale, oltrechè per trattamento alla batteria, serve per la determinazione della capacità e dello stato di efficienza della batteria stessa, allo scopo di eseguire il suo comportamento, fornire dati di confronto fra gli elementi della batteria ed i due elementi cam-

pione (conservati, per ogni batteria, presso la Direzione delle Costruzioni Navali e Meccaniche della sede di ascrizione del sommergibile), di fornire gli elementi per le previsioni dei ricambi e per tracciare infine la curva di efficienza.

Queste speciali scariche semestrali saranno eseguite con le seguenti modalità:

a) Saranno fatte possibilmente nel dipartimento a cui è ascritto il sommergibile, dandone avviso alla locale Direzione delle Costruzioni Navali e Meccaniche o Ufficio Tecnico della Base Navale, perchè vi assistano, se possono, a mezzo dei loro delegati; in caso contrario, la scarica sarà fatta sotto la guida del Comando di bordo, che comunicherà i dati a dette autorità tecniche.

b) L'intensità della corrente di scarica deve essere quella corrispondente alla scarica di 10 ore. La scarica deve essere condotta fino a raggiungere la tensione minima ammessa. I dati rilevati in questa scarica serviranno per tracciare le curve di efficienza. A scopo di manutenzione degli elementi, dopo la scarica al regime di 10 ore si continua a scaricare la batteria con l'intensità corrispondente al regime di scarica di 20 ore, fino ad ottenere il 90 % circa della capacità relativa a tale regime.

c) Le capacità saranno sempre riferite alla temperatura di 20° centigradi, con la formula già indicata.

d) La determinazione della capacità deve essere fatta per tutte le sottobatterie, onde rendersi conto delle condizioni dei singoli elementi.

e) I dati della scarica e carica saranno rilevati secondo le modalità stabilite per la scarica di revisione e trattamento bimestrale. Si eseguiranno inoltre durante la scarica semestrale le stesse revisioni e gli stessi trattamenti indicati per quella trimestrale e per la carica successiva.

f) Per ogni batteria saranno conservati e mantenuti a cura della competente Direzione delle Costruzioni Navali e Meccaniche due elementi che non dovranno essere mai prelevati dai sommergibili. Tali edementi, sottoposti da parte delle officine che li custodiscono ad un regolare trattamento, serviranno di confronto per il comportamento degli accumulatori di bordo.

g) Saranno rimessi alla Direzione delle Costruzioni Navali e Meccaniche della sede di ascrizione i dati prelevati durante la carica ed un quadro nel quale siano riportati i dati riguardanti le batterie del sommergibile e le previsioni per i ricambi.

Si segneranno a parte le eventuali anormalità riscontrate durante la scarica. E' opportuno che ogni sommergibile tracci per proprio conto le curve di efficienza, e le confronti spesso con quelle ricavate, presso la Direzione delle Costruzioni Navali e Meccaniche, dai due elementi campioni.

CICLI — NUMERO DEI CICLI COMPLETI EQUIVALENTI A QUELLI EFFETTIVAMENTE COMPIUTI.

Il ciclo, per una batteria, è il succedersi di una scarica completa con una carica normale che riporti la batteria nelle condizioni in cui si trovava prima dell'inizio della scarica. Il numero dei cicli completi compiuti da una batteria amperora effettivamente caricati durante il suddetto periodo di tempo per il numero di amperora corrispondenti ad una carica normale.

Per esempio: per una batteria tipo « Medusa migliorato », (dei sommergibili F — N ed X) il numero di amperora, per una carica normale, è di circa:

1°	Periodo	480	Ampères	per	3	ore	circa	1440	amperora
2°	»	240	»	»	1	»	»	240	»
3°	»	120	»	»	2	»	»	240	»
		Totale per la carica normale							»

Si supponga che durante un mese la batteria sia stata caricata come segue:

Giorno	1	Amperora	1000
»	3	»	500
»	5	»	800
»	6	»	200
»	7	»	200
»	10	»	900
»	12	»	600
»	15	»	800
»	17	»	400
»	21	»	1900
»	26	»	400
»	30	»	1900
Totale mese amperora			9600

CICLI DURANTE IL MESE.

$$\frac{\text{Amperora di carica effettuati}}{\text{Amperora di carica normale}} = \frac{9600}{1920} = 5 \text{ cicli}$$

Questo sistema pratico e semplice consente di avere una base di comparazione della durata dei differenti tipi di batterie, e siccome non richiede particolari complicazioni di calcolo, è accessibile a tutto il personale di bordo destinato alla condotta delle batterie.

TABELLA PER L'APPLICAZIONE DEL COMPUTO DI CICLI.

La seguente tabella dà gli amperora di una scarica normale per i diversi tipi di elementi in uso nella R. Marina, desunti dai contratti in vigore con le Ditte « Hensenberger » e « S.I.A.E. » da portare al denominatore della frazione precedentemente indicata, che serve per il calcolo dei cicli per ogni tipo di batteria.

TIPO	DITTA HENSENBERGER		DITTA S.I.A F.	
	Caratteristica	Amperora di carica normale	Caratteristica	Amperora di carica normale
Medusa migliorato - Somm. F, N e X	R.M. 9/13	1920	13 MAS 500/5	1850
Sommergibile H	R.M. 760/13	3600	13 MAS 760/5	3455
Barbarigo	R.M. 890/26	6155	26 MAS 890/5	6090
Pietro Micca	R.M. 8/30	7930	26 MAS 810/5	6795
Mameli - V. Pisani - Bragadino - Corridoni	R.M. 860/28	8200	30 MAS 870/5	8230
Balilla - Fieramosca	R.M. 820/23	5400	24 MAS 820/5	5100
Balilla - Ironcald	R A. 82025/20	4640	3820 L.S.	4350

§ 145 — **Deficienze degli accumulatori**

PARTE DI ACCUMULATORI E DELL'IMPIANTO DIFETTOSO.

Le parti degli accumulatori, come coperchi, caminetti, sfogatoi, tubi, convogliatori, tacchi isolanti, ecc. che nelle regolari ispezioni si riconoscessero difettose o avariate, devono essere cambiate con pezzi di riserva.

Si deve in particolare avere cura che tutte le parti del sistema di estrazione di gas siano in buone condizioni, sia nei riguardi dell'isolamento che della tenuta.

SOLFATAZIONE.

La solfatazione delle piastre, da non confondersi col normale processo di solfatazione che avviene per regolare reazione durante la scarica nelle piastre sia positive che negative, consiste nella anormale formazione di solfato di piombo, finemente cristallino e duro alla superficie e nell'interno della pasta attiva delle piastre.

La solfatazione è uno degli inconvenienti più comuni e frequenti e che bisogna eliminare appena se ne presenta traccia, altrimenti può compromettere definitivamente specialmente le piastre positive.

La pasta attiva solfatata è un cattivo conduttore e fa aumentare la resistenza interna dell'elemento.

La piastra attiva positiva solfatata gonfia in modo anormale e le pasticche si staccano dalla griglia, la quale viene a trasformarsi in ossido di piombo e si rompe.

Le negative induriscono e si contraggono per modo che le pasticche si staccano dalla griglia.

I fenomeni cui dà luogo la solfatazione e che servono ad individuarla sono i seguenti:

a) diminuzione di capacità;

b) durante la carica, e spesso subito all'inizio, la tensione sale in modo anormale, e ridiscende poi gradatamente man mano che la carica procede;

c) eccessivo riscaldamento durante la carica, dipendente come il fenomeno precedente dall'aumentata resistenza interna dell'elemento;

d) presenza di solfato di piombo nell'interno delle piastre, che prendono un colore più chiaro del normale.

La solfatazione si produce nelle piastre per varie circostanze, la maggior parte delle quali corrispondono però al fatto di aver lasciato troppo a lungo l'elemento scarico.

Le principali sono:

1°) la batteria è rimasta scarica per un tempo superiore a quello massimo ammesso e non è stata poi tempestivamente provveduto ad un opportuno trattamento di cariche, sovraccariche e scariche;

2°) la batteria è rimasta a circuito aperto, dopo scaricata, ma per lungo tempo inattiva e senza trattamento;

3°) successive cariche incomplete per un periodo di tempo piuttosto lungo;

4°) scariche parziali ed immediate ricariche, senza mai far lavorare a fondo le piastre;

5°) scariche eccessive, cioè prolungate dopo aver raggiunto la tensione e la densità minima consentite, senza una successiva sovraccarica;

6°) elettrolito di densità troppo elevata per avere eseguiti riboccamenti con acido anzichè con acqua distillata;

7°) acido con impurità contenenti ferro, rame, od altri metalli, i quali producono lente autoscariche;

8°) corti circuiti formatisi nell'interno dell'elemento, i quali danno luogo a scariche spontanee.

Per risolvere la solfatazione, se essa non è molto avanzata e non ha deteriorato irrimediabilmente le piastre, si opera nel modo seguente:

Si scarica la batteria con una intensità uguale a quella del 3° periodo di carica, fino a scendere ad una tensione media di volt 1,8 per elemento, escludendo man mano gli eventuali elementi deficienti.

Indi si lascia la batteria in riposo per dodici ore e poi si carica con l'intensità di corrente prescritta per il terzo periodo della carica, eseguendo in fine delle sovraccariche di un'ora, intervallate da riposi di un'ora circa, alla stessa intensità. La temperatura, durante questa operazione, non deve oltrepassare i 30°-35° C.

Non sempre una sola carica e scarica bastano a risolvere la solfatazione se essa è un po' accentuata; perciò spesso occorre ripetere più volte le operazioni ora dette.

Se la solfatazione risulta molto profonda e non può essere risolta con tale metodo, allora è opportuno ricorrere alla sostituzione dell'elettrolito con acido a bassissima densità o anche con sola acqua distillata, e quindi procedere alle scariche e cariche successive, dopo delle quali, se si è riusciti a risolvere la solfatazione, si riporta l'elettrolito alla densità normale.

Se la solfatazione è stata causata da elettrolito di densità troppo elevata, allora è necessario fin da principio sostituire questo con acqua distillata.

Se infine la solfatazione è avvenuta per impurità dell'elettrolito, è evidentemente necessario, anche in questo caso, come prima operazione cambiare l'elettrolito.

CORTO CIRCUITO.

Un corto circuito nell'interno di un elemento può essere prodotto:

a) da un corpo estraneo caduto nell'elemento stesso, ad esempio una goccia di piombo della saldatura della bandiera della piastra al regolo;

b) da due piastre venute a contatto, ad esempio in seguito a difetto dei separatori interposti, o ad eccessiva dilatazione delle piastre;

c) dalla massa attiva caduta dalle piastre e che, o sui lati o sul fondo della cassetta, formi contatto fra le piastre stesse.

Un corto circuito esistente in un elemento si manifesta con una più rapida diminuzione della tensione durante la scarica, quindi con una diminuzione di capacità; la tensione durante la carica, è più bassa di quella degli altri e la densità ritarda a salire. La temperatura invece è più elevata di quella degli altri elementi.

Se il corto circuito non è subito eliminato, si produce una solfatazione interna e quindi un rapido deterioramento delle piastre.

L'elemento che presenta un simile difetto deve prontamente essere sbarcato per la riparazione.

Per eliminare il corto circuito bisogna estrarre il blocco dalla cassetta, lavarlo accuratamente e abbondantemente con acqua distillata e staccare quindi le parti in contatto con una sottile stecca di legno.

Accumulatore che non vuole caricarsi.

Se un accumulatore non si carica assieme agli altri, cioè se la tensione e la densità non aumentano come negli altri, bisognerà ricercarne le cause ed eliminarle.

L'anomalia può dipendere dalla solfatazione delle piastre, che può essere eliminata col trattamento indicato. Sarà opportuno peraltro, anche dopo la scomparsa della avaria, seguire l'accumulatore con cura speciale.

Può anche accadere, se la carica non è sufficientemente prolungata, che alcuni elementi, i più deboli, si carichino meno degli altri. Allora nella successiva scarica si esauriranno assai prima, trovandosi poi nella carica seguente ancora più indietro degli altri.

Seguitando in tal modo, rimarranno sempre più scarichi fino a giungere ad invertirsi se non si escludono a tempo. Da ciò risulta l'opportunità di sovraccaricare regolarmente una batteria; sovraccariche che saranno tanto più efficienti quanto più prolungate ed a più bassa intensità.

L'accumulatore può anche ritardare per eccesso di materia attiva caduta in fondo e che faccia un ponte fra le piastre. In tal caso una parte sola della corrente serve ad operare la reazione chimica, mentre l'altra passa direttamente attraverso il ponte formatosi.

Occorre allora sbarcare l'accumulatore, sollevare il blocco, lavarlo con acqua distillata e togliere il deposito dal fondo della cassetta e poi rimontarlo.

Linconveniente in tal caso si palesa con una tensione più bassa rispetto alla normale sia in carica che a circuito aperto.

Se non si trova alcun contatto, sarà necessario far analizzare l'elettrolito per riconoscere se la deficenza non dipenda da auto-scarica dovuta ad impurità dell'acido.

Accumulatore invertito.

Un accumulatore inverte la sua polarità quando per qualche deficenza, per esempio per corto circuito, la tensione sia scesa a zero e perciò, quando

la batteria in serie, vien messa sotto scarica, esso riceve dagli altri accumulatori una carica in senso inverso.

L'esame della tensione fa subito scoprire anche a circuito aperto l'accumulatore difettoso.

Se però la batteria è sorvegliata a dovere, il difetto deve essere rilevato dall'esame delle tensioni prima che l'accumulatore giunga ad invertirsi.

L'accumulatore invertito dovrà essere subito escluso dal circuito e poi, dopo le riparazioni necessarie, messo in carica e trattato accuratamente ed a fondo con la polarità giusta, fino a che il suo comportamento non sia ritornato normale.

Deposito sul fondo.

Il fango che si accumula sul fondo della cassetta è generalmente costituito da perossido di piombo caduto dalle piastre positive.

Se l'accumulatore vien trattato convenientemente, tale deposito viene limitato; si avrà invece un deposito troppo forte se gli elementi sono assoggettati ad un trattamento anormale, quale ad esempio cariche troppo intense o sovraccariche pure troppo intense e non sufficientemente intervallate.

Dilatazione e contrazione delle piastre negative.

L'espansione ed il rammollimento della materia attiva delle piastre negative è causato da scariche troppo intense, seguite da cariche anch'esse troppo intense, che producono sopraelevazioni di temperatura. Le contrazioni sono invece causate da cariche insufficienti e dalla conseguente solfatazione.

Depositi sulle piastre.

Si rilevano a volte sulle piastre lievi depositi di polvere grigio-biancastra. In generale sono dovuti a materiale appositamente incorporato nella materia attiva (solfato di bario precipitato), per renderle porose e far sì che la reazione chimico-elettrolitica possa agevolmente raggiungere gli strati interni. Tale deposito non è affatto dannoso.

Questo deposito non deve essere confuso con la ordinaria solfatazione, la quale è caratterizzata dai tre fenomeni caratteristici prodotti da questa e dal fatto che il solfato cristallino, oltre che alla superficie, si trova anche nell'interno della pasta.

Un altro genere di deposito si riscontra, a volte, sulle piastre negative ed è di natura molto differente.

La pasta attiva, durante il normale processo di reazione chimico-elettrolitica si può trasformare in polvere, dando luogo ad un deposito che nelle piastre positive, durante la carica diventa perossido di piombo e cade sul fondo mentre nelle negative si trasforma in piombo puro, che assume col tempo un aspetto spugnoso e può formarsi in grandi quantità, tanto da dar luogo a corti circuiti interni.

CORROSIONE DELLE PIASTRE AL LIVELLO DELL'ELETTROLITO.

Si riscontra assai raramente e deve attribuirsi a qualche azione locale fra il sostegno delle piastre ed il ponte che le riunisce.

ACCUMULATORI CHE GASSIFICANO A CIRCUITO APERTO.

E' una deficienza dovuta ad azioni prodotte da impurità entrate nell'accumulatore. Se queste azioni hanno raggiunto un certo sviluppo, è difficile eliminarle. Sarà opportuno ricambiare l'elettrolito con altro a bassa densità e sottoporre l'accumulatore ad un ciclo di lente cariche, ricambiando eventualmente l'acido ad ogni carica.

AZIONI ELETTROCHIMICHE SECONDARIE.

Esse in generale derivano da impurità del piombo e dell'elettrolito. Il ferro, lo zinco e l'argento sono le principali impurità. Tali corpi agiscono come elettrodi secondari e generano azioni elettrochimiche fra essi e le piastre, dando luogo a scariche interne.

Inoltre esse favoriscono la formazione di solfati e in particolar modo di solfati di piombo. Le azioni secondarie sono più attive negli accumulatori che hanno già prestato un certo servizio.

E' opportuno in queste circostanze di cambiare l'elettrolito.

Azioni secondarie si producono anche se, dopo eseguito un riboccamento, non si provvede, con una razionale sovraccarica, a rimescolare l'elettrolito in modo da uniformare la densità nei vari strati.

La differente diluizione nei vari strati, dall'alto al basso, genera infatti differenze di tensione che tendono ad equilibrarsi con autoscariche.

CAPITOLO XXVII

Costituzione degli impianti elettrici sui vari tipi di navi

§ 146 — Generalità sull' impiego dell'elettricità a bordo delle navi da guerra

Inizialmente l'energia elettrica fu utilizzata sulle navi esclusivamente per *l'illuminazione interna*, riducendo il pericolo d'incendio e contribuendo non poco a migliorare l'abitabilità della nave; per le *segnalazioni notturne*, e per servizio di scoperta.

Venne poi man mano utilizzata per la ventilazione dei locali, per il rifornimento ed i servizi ausiliari in genere delle artiglierie, per la manovra dei verricelli e degli argani a salpare, per le macchine frigorifere, per azionare i timoni, comandi a distanza, ecc. ed in ultimo per le radio comunicazioni e per le segnalazioni subacquee.

Il grande favore incontrato dalle applicazioni elettriche, oltre che alla perfezione sempre maggiore raggiunta dagli apparecchi, è dovuta in gran parte al fatto che l'energia si può trasportare facilmente e dovunque per mezzo dei conduttori flessibili e meno ingombranti delle tubazioni di vapore o di aria compressa; che si possono evitare avarie gravi alle reti di distribuzione ed agli utenti per mezzo di speciali organi di protezione (interruttori automatici, valvole fusibili ecc.); che le macchine adoperate sono di condotta facile ed è agevole effettuarne il comando a distanza.

Sulle navi è stata finora impiegata quasi esclusivamente la corrente continua, in quanto è sembrato più opportuno per varie ragioni adoperare l'energia elettrica sotto questa forma. Oggi si incomincia a prendere in considerazione l'impiego della corrente alternata anche a bordo delle navi.

L'alimentazione delle linee e degli utenti è fatta a *tensione costante*: tutti

gli utenti, cioè, alimentati da una determinata linea sono in parallelo e tutte le varie linee sono a loro volta in parallelo sulla sorgente di energia (fig. 373).

La tensione usata negli impianti di bordo è stata in un primo tempo quella di 65 V; in seguito essa è salita a 110 V e più recentemente è stata portata a 220 V. Attualmente quindi gli impianti delle nostre navi sono per 110 o per 220 Volt.

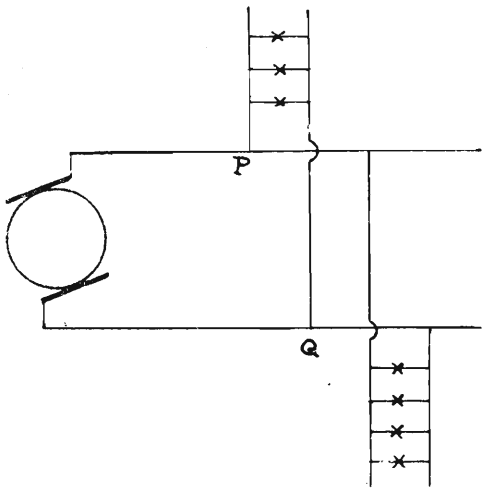


Fig. 373.

Con lo sviluppo sempre maggiore delle applicazioni dell'energia elettrica a bordo, gli impianti hanno assunto proporzioni sempre più vaste, così che il peso, il volume ed il costo del materiale elettrico sono divenute quantità considerevoli. L'aumento della tensione costituisce una notevole economia nel peso e nell'ingombro delle linee di alimentazione, (e forse anche nel costo complessivo dell'impianto), inquantochè, come è noto, a parità di potenza dissipata in calore nei conduttori, la sezione di questi varia in ragione inversa della tensione con cui viene effettuata l'alimentazione dell'impianto.

Non è prevedibile che la tensione ora adottata di 220 V, possa essere ulteriormente aumentata, ciò, sia nei riguardi della sicurezza del personale, sia per le difficoltà cui si andrebbe incontro nei riguardi dell'isolamento.

Negli impianti elettrici di bordo le linee di alimentazione, in numero diverso a seconda del tipo di nave, debbono essere di sezione tale da poter sopportare il carico massimo relativo a ciascuno di esse, senza che si abbiano eccessive sopraelevazioni di temperatura.

Poichè la sezione massima che si ritiene opportuno dovere assegnare ai cavi è di 1200 mm^2. è evidente che per le linee principali è necessario, o sdoppiare i cavi, oppure alimentare alcuni degli utenti principali di maggiore potenza con linee derivate direttamente dai quadri, in modo che il carico sulle linee principali d'alimentazione venga così ridotto.

§ 147 — Generalità sugli impianti elettrici delle navi tipo « Duilio » « Ancona » - « Trento » - « Pancaldo »

Tipo « Duilio ».

La distribuzione della energia elettrica viene effettuata separatamente: per i motori elettrici ed altri utenti di maggiore potenza (circuito forza), per la illuminazione dei locali, (circuito luce), per gli apparecchi di segnalazione luminosa (circuito-segnali), ecc.

Alcuni utenti però, e precisamente quelli più importanti e di maggior potenza, vengono alimentati con linee speciali che partono direttamente dai quadri (circuiti diretti).

I due circuiti principali, cioè quello per la forza, e quello per la luce corrono ad anello, internamente alla parte centrale protetta della nave, e prendono per questo il nome di « anello forza » ed « anello luce ».

L'anello luce principale corre sulle nostre navi, nel ponte di corridoio, cioè immediatamente sopra il ponte di protezione. Dall'anello principale sono derivati, per mezzo di cassette stagne ed interruttori, dei montanti che vanno ad alimentare, in vari punti, un altro circuito ad anello detto « anello luce secondario » che corre nel piano di batteria. Questo secondo anello è di sezione minore. Le varie linee per la illuminazione dei locali, o gruppi di locali, sono derivate dagli anelli anch'esse, per mezzo di cassette stagne.

Per la illuminazione dei locali protetti si hanno linee speciali partenti direttamente dai quadri, e precisamente: una linea « luce protetta prora » che parte dal quadro di prora ed una linea « luce protetta poppa » dal quadro di poppa. Queste due linee corrono al centro della nave, senza salire mai al disopra del ponte protetto, e lasciando derivazioni in vari punti.

Le sezioni vanno man mano assottigliandosi da una cassetta di derivazione all'altra.

La distribuzione dell'energia per l'alimentazione dei motori (circuiti forza) avviene in modo analogo. Si hanno perciò anche due anelli forza, l'uno in corridoio, l'altro in batteria.

Gli anelli luce e quelli forza, sia di corridoio sia di batteria, hanno delle traverse o « barre morte » che collegano fra loro punti di uno stesso anello.

Tali traverse sono in numero variabile, e dovrebbero servire per permettere il funzionamento dell'impianto anche in caso di interruzione (avarie in combattimento) in un punto dell'anello.

I circuiti principali ad anello, sono muniti inoltre di separatori, che permettono la esclusione del tratto di circuito danneggiato.

Gli utenti più importanti sono sistemati al disotto del ponte di protezione; prendono corrente direttamente dai quadri, come si è detto, e quindi la loro alimentazione richiede tante linee di forza protette.

Sulle navi tipo « Duilio » si hanno 6 complessi elettrogeneratori A.E.G. sistemati a coppie in tre stazioni: una in corridoio, l'altra sottostante alla prima sotto il ponte protetto, e la terza sotto il ponte protetto, al centro della nave.

a) *Stazione di corridoio.* — Sul quadro si hanno tre coppie di sbarre: luce, forza, proiettori.

Ogni dinamo può essere collegata al quadro mediante interruttori a massimo, a scatto ritardato. Sul quadro, poi, mediante commutatori a blocco a quattro vie, si può collegare ciascuna dinamo o alle sbarre luce, o alle sbarre forza, o a quelle dei proiettori, oppure ancora, la dinamo di dritta all'argano di D e tonneggio D e quella di sinistra all'argano di S e tonneggio S.

La manovra di alcuni interruttori a massima ritardati, permette sia di collegare fra loro in parallelo le sbarre dei proiettori con le sbarre forza, sia di alimentare un determinato circuito con più dinamo in parallelo.

Dalle sbarre luce, forza, e proiettori partono le alimentazioni dei rispettivi circuiti.

I due circuiti argani e tonneggio D e S partono invece direttamente dai commutatori. Ogni linea che parte dal quadro è provvista di interruttori a massimo, amperometro e voltometro.

b) *Stazione protetta prora.* — Il quadro è analogo a quello della stazione di corridoio; manca però la possibilità di collegare in parallelo le sbarre forza con quelle dei proiettori.

Dalle sbarre luce e forza, oltre le derivazioni per l'anello luce e forza, ed il circuito segnali, partono altri circuiti provvisti di interruttori a massima e strumenti di misura cioè:

a) alimentazione per i trasformatori rotanti degli argani.

b) linea di collegamento fra le sbarre forza della stazione prora protetta e poppa, detta « collegamento quadri ».

c) compressori di poppa.

d) frigoriferi e pompe di grande esaurimento prora.

e) luce protetta prora.

I circuiti luce e forza che partono dal quadro ed alimentano gli anelli sono collegati mediante cassette di derivazione alle linee corrispondenti che partono dal quadro della soprastante stazione di corridoio. Lo stesso avviene per le linee di alimentazione dei motori argani e tonneggio.

c) Stazione protetta centro. — Vale quanto si è detto pel quadro di prora, con la differenza che alle linee di alimentazione degli argani, corrisponde invece la linea di alimentazione del timone, che può essere collegata ad una qualsiasi delle due dinamo mediante i commutatori del quadro.

I circuiti che partono dal quadro sono:

a) compressori di centro.
b) trasformatori rotanti di centro e poppa.
c) torri di centro e torri di poppa (3, 4, 5).
d) trasformatore rotante per il timone.
e) trasformatori rotanti per alberi di carico e tonneggio poppa.
f) pompa di grande esaurimento di poppa.
g) collegamento quadri.
h) luce protetta centro e poppa.

Un commutatore situato sul quadro permette di alimentare il timone o dalle sbarre timone (quindi da una qualunque delle due dinamo per mezzo dei commutatori a più vie del quadro), o dalle sbarre forza.

Le due stazioni di prora si collegano (parallelo) attraverso i cavi che portano corrente agli anelli luce e forza; quelle di prora con quella di centro sia attraverso gli anelli stessi, sia a mezzo dei collegamenti quadri.

Ai quadri di ciascuna stazione esiste ancora un commutatore che permette di attaccare la eccitazione della dinamo:

a) Alle spazzole dell'eccitatrice (funzionamento ordinario).

b) Al circuito argano o a quello del timone (a seconda si tratta di prora o di poppa) per il funzionamento della dinamo direttamente sui motori da lavoro di tali utenti (funzionamento a tensione variabile).

c) Alle sbarre luce (per eccitazione dalle sbarre).

d) Alle spazzole della dinamo stessa (dinamo in derivazione).

In tal caso, si può portare la tensione fino a 220 V e ciò serve per la carica delle batterie dei sommergibili. I reostati di eccitazione sono naturalmente diversi nei due funzionamenti, inquantochè nel funzionamento a 220 Volt l'eccitazione dei complessi non è più fatta a 50 Volt ma a 110 Volt, e la corrente di eccitazione è maggiore.

Le linee di alimentazione delle torri e quelle dei proiettori sono doppie per poter alimentare questi utenti o direttamente o dalle sbarre forza.

NAVI TIPO « ANCONA ».

La distribuzione della energia elettrica è effettuata, in modo da garantire durante il combattimento, sia la illuminazione dei locali, sia il funzionamento dei motori più importanti, anche in caso di avaria ad una delle linee di alimentazione di tali utenti.

Le centrali elettriche sono due, situate sotto il ponte protetto a poppavia delle turbo motrici, una sul lato dritto della nave e l'altra sul lato sinistro. Ogni centrale ha una sola dinamo, di potenza però sufficiente a fornire tutta l'energia elettrica necessaria al funzionamento a pieno carico di tutto l'impianto, (150 Kw). Le due dinamo non devono mai lavorare in parallelo su uno stesso circuito, e quindi non solo non esistono i collegamenti quadri, ma gli interruttori di manovra sui quadri stessi sono muniti di congegni di blocco che rende impossibile fare anche involontariamente il parallelo.

La alimentazione per la luce e per la forza è fatta in comune. Dai due quadri partono due circuiti, di cui quello che è preso dal quadro della stazione di dritta è detto « circuito di dritta » e l'altro « circuito di sinistra »; entrambi corrono sotto il ponte protetto e da essi sono derivate le linee sia per la luce sia per la forza.

Le lampade installate per la illuminazione di ciascun locale sono alimentate per metà dal circuito di dritta e per l'altra metà da quello di sinistra. Esse sono inoltre disposte in modo che se per un'avaria a uno dei due circuiti se ne spegne una metà, le altre possono ancora illuminare sufficientemente ogni parte del locale.

Gli utenti più importanti sono provvisti di commutatore, mediante il quale, ciascuno di essi può essere derivato o sul circuito di dritta o su quello di sinistra.

Ogni commutatore è sistemato nella immediata vicinanza dell'utente a cui appartiene.

Di simili commutatori sono muniti tutti gli utenti ed i circuiti particolarmente importanti (verricelli alza munizioni, estrattori ed in genere quasi tutti i motori, circuiti di sparo, fanali indicatori di livello d'acqua delle caldaie, ecc.).

NAVI TIPO « TRENTO ». (Vedi *Manuale dell'Elettricista*).

Vi sono due stazioni generatrici, situate l'una a poppa e l'altra a prora, sotto il ponte protetto. Nella stazione di poppa o « stazione generatrice principale » vi sono tre turbodinamo, da 150-160 Kw.

Nella stazione di prora o « secondaria » vi sono due complessi Diesel-Dinamo da 150 Kw.

Ciascun quadro di ogni stazione porta due coppie di sbarre; una per la luce e l'altra per la forza.

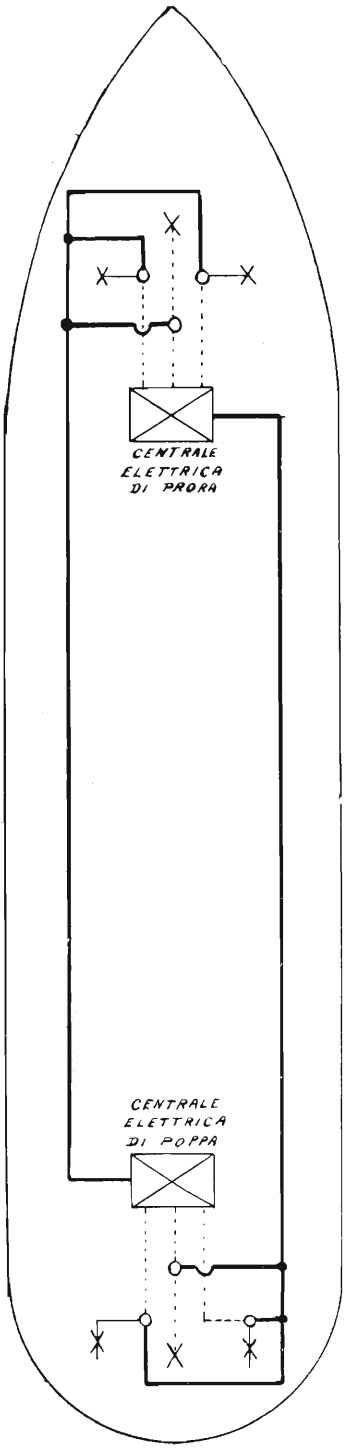


Fig. 374.
R.R.N.N. Tipo Trento
doppia alimentazione degli utenti

Dalle sbarre luce e dalle sbarre forza del quadro di poppa partono due linee, una a destra una a sinistra, che, correndo verso prora, attraverso i cofferdam, vanno a congiungersi rispettivamente con le sbarre luce e forza del quadro di prora, venendo così a formare come un anello che si chiude attraverso le sbarre dei due quadri.

Le linee che collegano le sbarre-forza dei due quadri, sono doppie e quindi complessivamente a ciascun cofferdam si ha una linea per il collegamento sbarre luce, due linee per il collegamento sbarre forza.

I collegamenti fra le sbarre vengono effettuati per ogni quadro mediante interruttori unipolari automatici a massima.

Dalle sbarre forza del quadro di prora partono varie linee destinate ad alimentare tutti i circuiti secondari forza che sono dal centro della nave a prora (V. Fig. 374).

Dalle sbarre forza del quadro di poppa, partono similmente linee che alimentano tutti i circuiti secondari forza che trovansi al centro della Nave e a poppa.

L'alimentazione dei circuiti più importanti viene effettuata mediante circuiti « diretti » che partono dalla centrale di poppa o prora, a seconda che ciascun utente è più vicino all'una o all'altra centrale. Esistono però due linee chiamate « riserva forza poppa » e « riserva forza prora » di cui la prima parte delle sbarre forza del quadro di prora, passa per il cofferdam di dritta, (assieme ai cavi: collegamento quadri) e va verso poppa; la seconda invece

parte dalle sbarre forza del quadro di poppa, passa per il cofferdam di sinistra e va verso prora. Gli utenti più importanti, che come si è detto, sono alimentati da circuiti diretti, sono provvisti di commutatori che ne permettono l'alimentazione anche dalle linee « riserva forza ». E precisamente gli utenti alimentati da circuiti diretti dal quadro di prora possono essere commutati sulla « riserva forza prora » che parte da poppa e viceversa gli utenti di poppa possono essere alimentati anche dalla riserva forza poppa che parte da prora (V. Fig. 374).

Per i circuiti luce l'energia è distribuita con sistema analogo.

Dal quadro di prora vengono alimentati i vari circuiti di illuminazione della Nave dal centro a prora.

Dal quadro di poppa viene fatto lo stesso per i circuiti luce al centro ed a poppa.

Per alimentazione del circuito luce macchine e caldaie, è usato il sistema del doppio circuito con doppia alimentazione,e cioè le lampade di ciascun locale sono alimentate metà dal circuito prora, metà dal circuito poppa, per modo che vi sia sempre sufficiente illuminazione, anche se uno dei due circuiti subisce un'avaria.

NAVI TIPO « NAVIGATORI ».

L'impianto comprende due stazioni generatrici. In una sono sistemati due complessi elettrogeni S. Giorgio da 18 Kw, azionati da motori a testa calda. Le dinamo del complesso possono funzionare o con eccitazione in derivazione, o con eccitazione compound e ciò mediante l'opportuna manovra di un commutatore a due vie. Per rendere stabile l'accoppiamento in parallelo delle dinamo anche con eccitazione compound, il quadro è provvisto di sbarra di equilibrio.

Questa centrale è situata sul ponte superiore. Ha un quadro detto secondario, dal quale parte solo una linea che serve a collegare le sbarre del quadro stesso con le sbarre luce del quadro di distribuzione (quadro principale) dell'altra centrale.

Questa trovasi in un più ampio locale sottostante alla prima ed è fornita di tre complessi elettrogeneratori a turbina della Ditta Tosi da 30 Kw, con dinamo ad eccitazione in derivazione.

Ciascuna dinamo, a mezzo di un proprio commutatore a quattro vie sistemato sul quadro, può essere collegata o alle sbarre luce, o alle sbarre forza, o all'argano di dritta, o a quello di sinistra.

Dal quadro partono linee dirette per la alimentazione dei circuiti luce; esiste inoltre, sul quadro stesso, un commutatore che permette di alimentare o il circuito luce normale o quello di combattimento.

Nei locali macchina, dinamo, caldaie, esiste oltre il circuito di illuminazione normale, anche un circuito di illuminazione di sicurezza, alimentato da batterie di accumulatori al ferro-nichel di 10 elementi, situate nei locali medesimi. Tale circuito è messo in funzione automaticamente da apposito relais quando viene a mancare corrente al circuito ordinario. Le batterie vengono caricate sul posto per mezzo di apposite linee che, partendo da un unico quadro di carica, vanno ad alimentare le varie batterie.

Per la alimentazione del circuito forza, partono dal quadro principale due linee che corrono nel ponte inferiore: una sul lato destro e l'altra sul lato sinistro della nave, e che costituiscono: una il circuito forza normale, l'altra il circuito forza di combattimento.

Ciò permette di ottenere due alimentazioni per i motori, ciascuno dei quali, mediante apposito commutatore, può essere derivato sull'uno o sull'altro circuito.

Le sbarre luce e le sbarre forza del quadro principale possono essere messe in parallelo fra loro; in tal modo, per mezzo del collegamento già citato esistente fra le sbarre del quadro secondario e le sbarre luce del quadro principale, si può alimentare tutto l'impianto con la dinamo della centrale secondaria.

I due argani a salpare sono azionati ciascuno da un proprio motore elettrico. Come si è visto, ciascuna dinamo, mediante il proprio commutatore può alimentare separatamente o l'uno o l'altro di tali motori. Questi sono ad eccitazione separata; l'inversione di marcia è realizzata invertendo per mezzo del controller il senso dell'eccitazione della dinamo e quindi della corrente che alimenta il motore. Dovendo allora restare inalterato il senso dell'eccitazione del motore, è necessario che la corrente di eccitazione sia presa da un circuito alimentato da un'altra dinamo.

Il controller dell'argano è corredato di un dispositivo che interrompe la corrente qualora l'argano debba esercitare uno sforzo per cui si richieda una potenza superiore a quella massima che può erogare la dinamo.

Un altro dispositivo non permette di avviare il motore se il controller non è stato riportato a zero. E' anche possibile alimentare uno degli argani con due dinamo.

§ 148 — **Accessori degli impianti**

INTERRUTTORI (Fig. 375).

Consistono sostanzialmente di due parti che si uniscono o si allontanano per chiudere o per aprire un circuito. Generalmente una sola di tali parti è mobile. Il contatto ed il distacco, ma specialmente quest'ultimo, devono avvenire rapidamente; infatti durante l'apertura si ha la formazione di un arco fra la parte fissa e la mobile, il quale dura più o meno a lungo a seconda della maggior o minor intensità della corrente nel circuito che si interrompe, e della minore o maggiore velocità con cui avviene l'apertura. Poichè l'arco deteriora le superfici di contatto dell'interruttore, è necessario che la durata di esso sia molto breve. Bisogna perciò che gli interruttori siano provvisti di mezzi adatti a provocare un rapido strappamento dell'arco e che questi siano

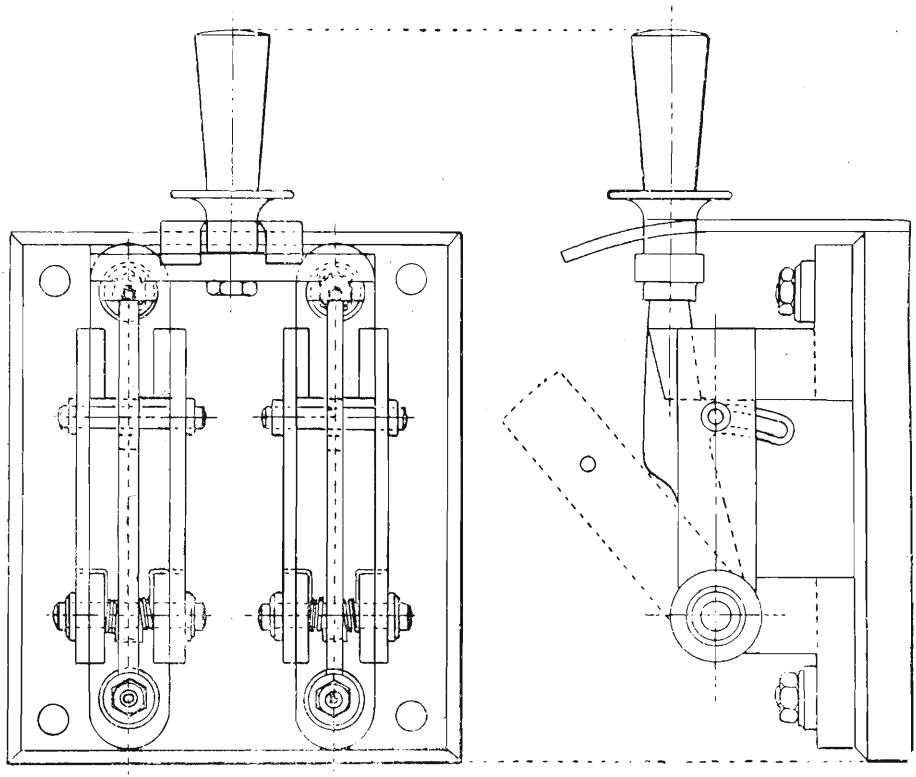


Fig. 375.

Interruttore bipolare a scatto da 400 Ampère

tanto più energici quanto maggiore è la corrente nel circuito sul quale è inserito l'interruttore. Tali mezzi possono essere svariatissimi; uno dei più semplici è quello usato nei comuni interruttori a scatto, adoperati per medie correnti, nei quali l'apertura dei coltelli avviene per mezzo di una molla preventivamente messa in tensione (V. fig. 375).

SEPARATORI.

Vengono così chiamati gli interruttori situati lungo le linee principali di alimentazione, e che servono a suddividerle in vari tronchi. Sono interruttori bipolari adatti per forte intensità di corrente, chiusi in cassette stagne e spesso muniti di comando a distanza.

COMMUTATORI.

Servono per eseguire due o più collegamenti diversi di diversi circuiti. Uno dei casi più semplici è quello indicato dallo schema della fig. 376 che

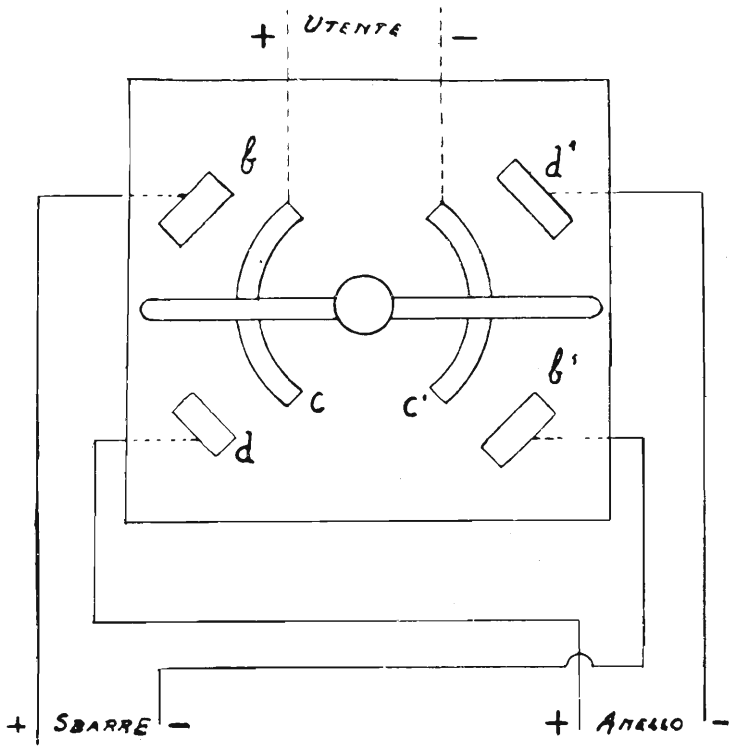


Fig. 376.

rappresenta un commutatore mediante il quale si può collegare la linea di alimentazione di un utente o al circuito di uno degli anelli o ad una linea derivata direttamente dalle sbarre. In questo caso il commutatore si dice a due « vie » o a due posizioni, e cioè:

1° — posizione: si chiude d - c ed d' - c' — utente sull'anello
2° — » : » » b - c e b' - c' — » sulle sbarre

Vista di fianco - Sez. a - b

Variante per l'applicazione dei cavi armati

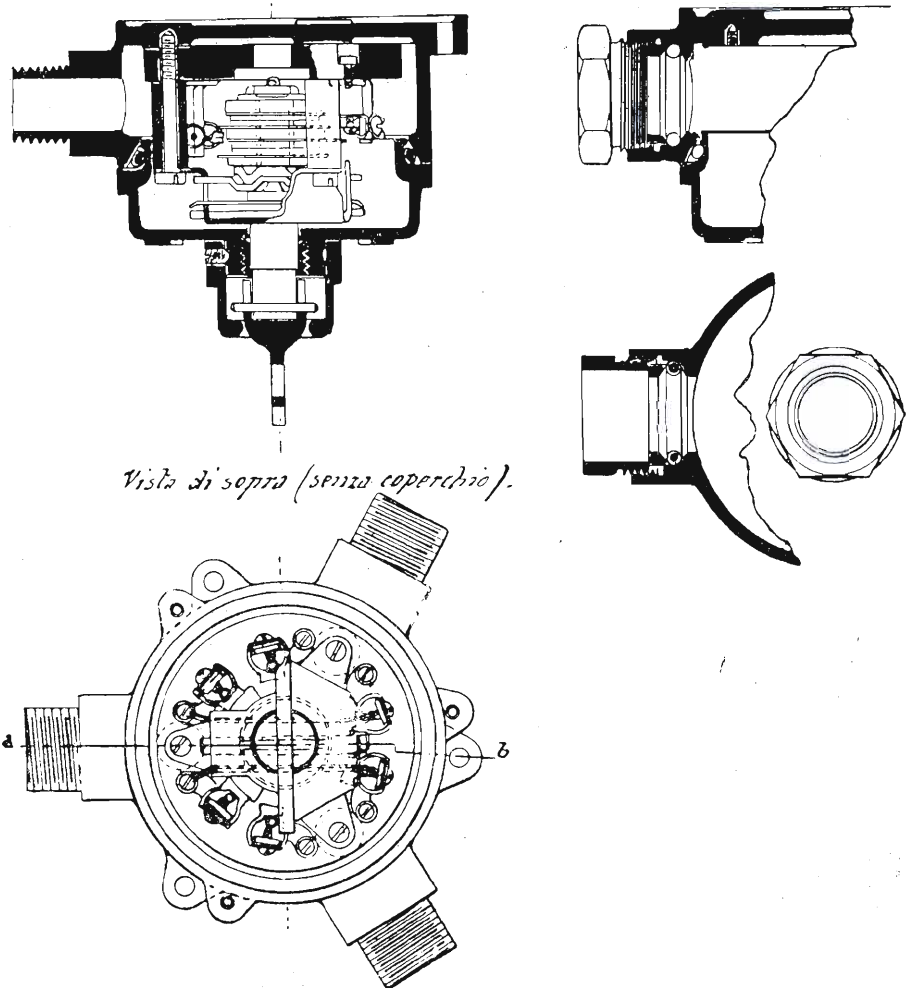


Fig. 377.

Commutatore bipolare stagno per 6 Amp. per illuminazione di combattimento

I commutatori oltre che a più vie (il numero delle vie o delle posizioni è determinato dal numero di collegamenti diversi che si possono effettuare) possono essere a scatto o a mano.

Nel primo caso il passaggio da una via all'altra avviene automaticamente e rapidamente mediante la manovra di una leva o di un bottone: la manovra del commutatore può perciò essere eseguita sotto corrente. Nel secondo caso invece occorre prima portare a mano il commutatore sulla posizione voluta e poi lanciare corrente nel circuito. Appartengono in genere al primo tipo i commutatori di cui sono muniti gli utenti provvisti di doppia alimentazione (fig. 377); al secondo tipo appartengono invece i commutatori situati sui quadri delle dinamo.

PROTEZIONE DELLE LINEE E DELLE MACCHINE.

Scopo di questi apparecchi è quello di interrompere un determinato circuito quando in esso circola una corrente di intensità superiore a quella massima ammessa. Uno dei sistemi più semplici e del quale si fa largo uso in tutti gli impianti per la protezione dei circuiti secondari, consiste di munire i circuiti di *valvole fusibili*. Queste sono costtuite da brevi tratti di conduttore messi in serie col circuito e di sezione tale che raggiungono la temperatura di fusione corrispondentemente al valore di corrente che non si vuole oltrepassare. I fili fusibili sono costituiti di metallo che fonda prontamente, senza scoppi e senza proiezioni di particelle incandescenti.

Per le piccole intensità di corrente si adoperano normalmente fili di piombo o di leghe di piombo e stagno: la bassa temperatura di fusione del primo è adatta per non dover ricorrere in questi casi a fili eccessivamente sottili. Per le correnti maggiori si adoperano invece leghe di argento le quali non si ossidano e non dànno, quando si fondono, proiezioni di particelle incandescenti; la temperatura di fusione è più alta, ma trattandosi di correnti rilevanti non è necessario ricorrere a sezioni piccolissime.

Le valvole possono essere di svariati tipi; da quelle in cui il filo fusibile vien semplicemente guarnito su due serrafili, a quelle in cui il filo è racchiuso entro blocchetti di forma e di materiali diversi, etc. Nei circuiti di bordo le valvole fusibili sono sempre bipolari e sistemate dentro apposite cassette stagne oppure nelle stesse cassette stagne degli interruttori. In ogni caso esse sono sempre sistemate a « valle » dell'interruttore che comanda il circuito che ciascuna di essa protegge, per modo che vi si possa accedere dopo aver tolto tensione alla linea.

Per la protezione del grosso macchinario e delle linee principali quando

cioè si tratta di circuiti normalmente attraversati da correnti di intensità superiori a 20 A, è da preferirsi l'uso degli interruttori *automatici a massimo*.

Questi vengono regolati in modo che lo scatto avvenga appena la corrente raggiunge un determinato valore; il loro funzionamento è perciò più pronto di quello delle valvole fusibili, e permettono inoltre di riattivare rapidamente il circuito appena cessata la causa che ha determinato lo scatto dell'interruttore. Il funzionamento di questi apparecchi è basato sull'effetto magnetico della corrente.

Un tipo di interruttore automatico a massimo unipolare, usato negli impianti di bordo è quello rappresentato in fig. 378. La corrente giunge al blocco lamellare (a) dell'interruttore e per proseguire per il blocco (a'), e quindi per le linee, occorre stabilire la unione elettrica fra (a) e (a') mediante la sbarra

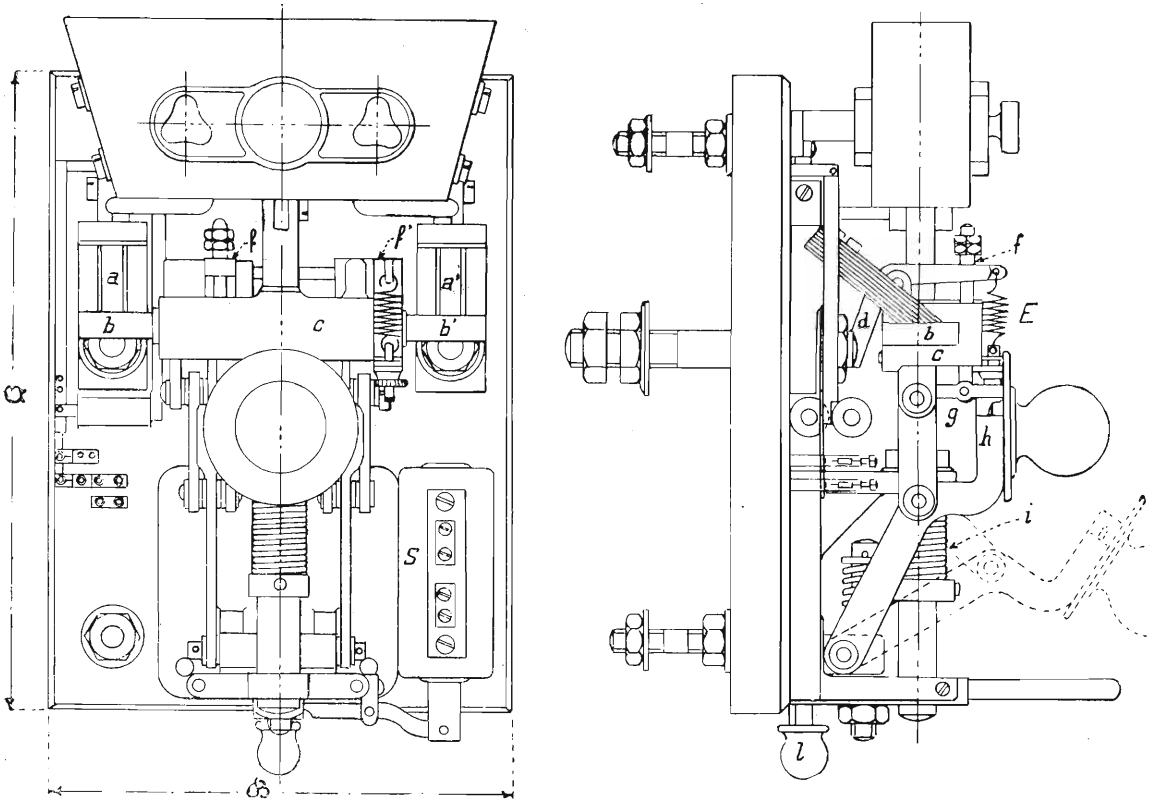


Fig. 378.

Interruttori unipolari AEG a massimo

di rame *b*. Questa attraversata dalla corrente, crea attorno a sè un campo magnetico che è reso più intenso ed uniforme dal blocco di ferro *c*, attraversato dalla sbarra *b*, ma isolato elettricamente da essa. Per effetto di tale campo il blocco (c) si magnetizza ed attira l'ancoretta di ferro (d) che trovasi nella parte retrostante. L'ancoretta porta di pezzo, ad angolo retto, due appendici che si prolungano sul davanti dell'interruttore; sull'appendice di destra è applicata la molla E di regolazione che, messa in tensione più o meno, mediante vite e dado di regolazione, crea sull'ancoretta un'azione antagonista a quella determinata dal blocco magnetico *c*.

Un indice ed una piastrina graduata indicano le varie intensità di scatto corrispondenti alle varie tensioni della molla.

L'appendice di sinistra è attraversata da una asticciola *f* che è collegata in basso con la leva *g* a castagna, munita di un dente, il quale, allorchè si chiude l'interruttore, va ad impigliarsi in un mancante del castello *h*, e tiene l'interruttore chiuso. Quando la corrente raggiunge un valore tale per cui l'azione del blocco magnetico prevale su quella della molla E, l'ancoretta *d* viene attratta e quindi, per mezzo dell'appendice di sinistra si solleva l'asticciuola *f* che fa ruotare la leva *g* a castagna, per modo che tutto il castello, per effetto

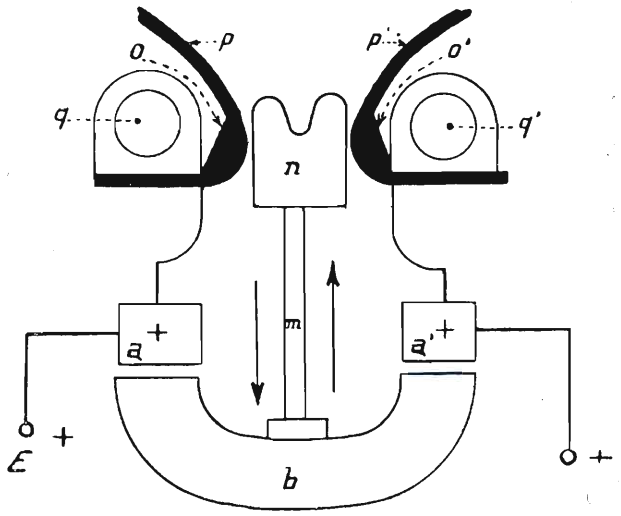


Fig. 379.

del proprio peso e con l'ausilio del mollone, si abbassa rapidamente, interrompendo il circuito. Lo scatto del massimo si può anche determinare a mano, tirando mediante il bottone *l* una leva che fa abbassare l'ancoretta *d*. Per la buona conservazione dei contatti *a* e *d*, l'arco dovuto alle extra corrente non

avviene fra essi, ma è portato ad aver luogo fra altri contatti speciali. Per tale scopo dai tacchetti a ed a' partono due conduttori che formano ciascuno entro l'incastellatura superiore del massimo, un solenoide a nucleo di ferro (fig. 379). Unita dalla sbarra di rame *d* ma isolata elettricamente, vi è l'asta *m* che porta alla sua estremità superiore il contatto ricambiabile di rame *n*. Quando si arma l'interruttore, il circuito viene a chiudersi prima fra i contatti pp' attraverso *n* che fra aa' con *b*. Quando invece si apre il circuito, la sbarra *b* avrà già lasciato i contatti a e a', mentre il circuito è ancora chiuso fra pp'. La rottura dell'arco che avviene fra *n* e pp', nell'istante in cui il circuito si apre, viene agevolata sia dalla corrente d'aria calda che si forma attraverso l'incastellatura, e che tende a spingere in alto l'arco, sia dal soffio magnetico, dovuta ai due solenoidi qq' percorsi ancora dalla extra corrente di apertura, il quale tende a spostare l'arco verso l'alto in modo che questo allungandosi si spezzi. Si noti che il contatto *n* è ricambiabile, e ricambiabili sono pure i contatti di carbone *oo'* incastrati a coda di rondine sui bracci *pp'* nel punto in cui avviene la scintilla; ciò permette di mantenere in buona efficienza il massimo stesso.

INTERRUTTORI A MASSIMO CON SCATTO RITARDATO (Fig. 380).

Interruttori di tale tipo sono di solito quelli che servono a collegare le generatrici ai quadri. Lo scatto di essi avviene con un leggero ritardo rispetto al momento in cui la corrente ha raggiunto il valore massimo che non si vuole oltrepassare. In tal modo, se l'aumento è di breve durata, l'interruttore non si apre ed in ogni caso si dà tempo acciocchè prima dell'interruttore principale, si apra quello a massima del circuito in cui ha avuto luogo l'aumento o fondano le valvole di questo. Questo tipo di interruttore è simile a quello descritto. Il ritardo si ottiene aggiungendovi un ritardatore, il quale consiste in un solenoide formato da 4 grosse spirali di nastro di rame guarnito in serie coll'interruttore e quindi percorso da tutta la corrente della linea. Nell'interno del solenoide può scorrere, isolato, un nucleo di ferro dolce, sollecitato in basso dalla tensione di una molla a spirale regolabile a mezzo del bottone *B*. Il nucleo di ferro dolce porta in alto, isolato, uno scodellino metallico rovesciato *c* ed un soffietto a mantice *d*. L'interno del mantice comunica con l'esterno a mezzo di un forellino la cui apertura viene regolata da una vite a valvola. Quando nella spirale del ritardatore passa una corrente di intensità tale che riesce a vincere l'azione della molla antagonista *b*, il nucleo di ferro dolce tende a salire perchè succhiato dal solenoide, ma la corsa avviene lentamente perchè l'aria contenuta nel soffietto « d » non può sfuggire immediatamente attraverso l'apertura della valvola. A seconda che questa è più o meno aperta, la corsa è più o meno rapida perchè minore o maggiore risulterà la compressione dell'aria

che ostacola il movimento del nucleo. Lo scatto dell'interruttore avviene quando il nucleo è giunto in fine corsa; perciò, regolando l'apertura della valvoletta d'aria, si viene in conclusione a regolare il « ritardo » dell'interruttore.

Allorchè il nucleo è giunto in fine corsa, lo scodellino rovesciato c stabi-

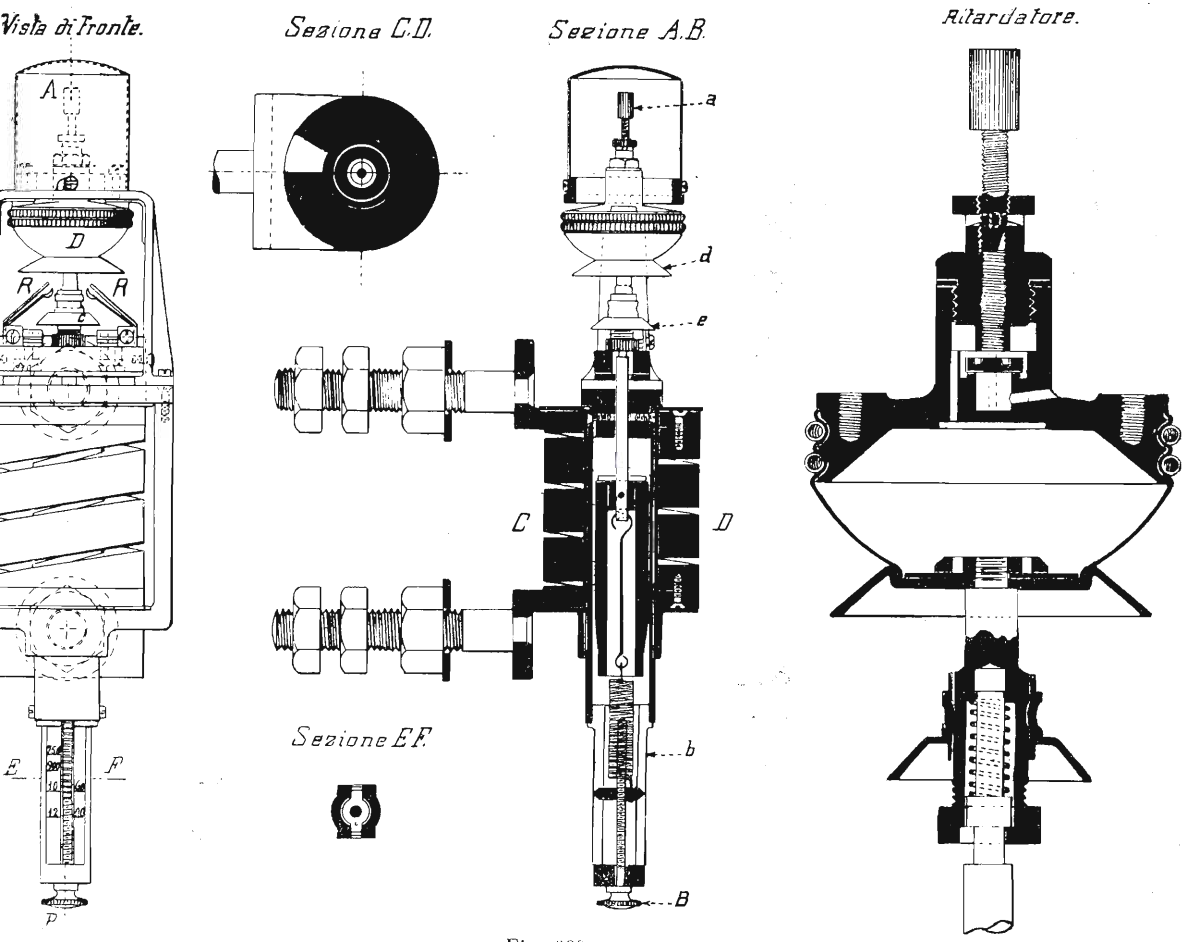


Fig. 330.

lisce il contatto elettrico fra le due linguette RR, chiudendo così il circuito di un secondo solenoide derivato sulla linea. Questo si eccita, succhia il proprio nucleo e con un gioco di leve determina lo scatto del massimo.

Si capisce che se l'aumento di corrente cessa prima che il nucleo sia riuscito a chiudere il contatto RR, l'azione della molla « b » prevarrà nuovamente su quella del solenoide, quindi il nucleo viene nuovamente attratto in basso e lo scatto non avviene.

CALCOLO DELLE VALVOLE.

La relazione:

$$i = a\ d^3$$

permette di determinare il valore della corrente che fa fondere un filo del diametro *d*. Per fili cilindrici di Pb puro, la costante *a* è di circa 8,5. Si può ritenere come regola approssimata che la intensità di corrente che determina la fusione di fili e lastrine di piombo di spessore non superiore a 2 mm., è compresa tra 6 e 7 amper per mm^2 di sezione.

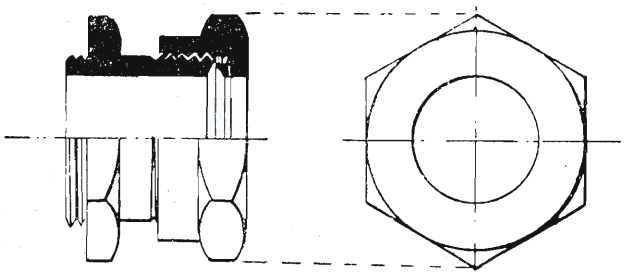


Fig. 381.

Boccole stagne per valvole e cassette di derivazione

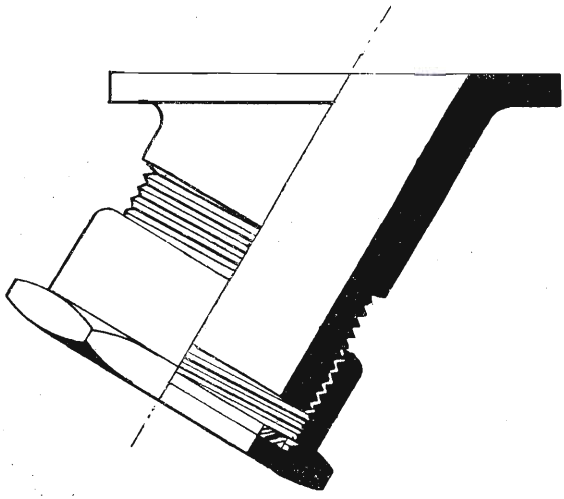


Fig. 382.

Boccole stagne per valvole e cassette di derivazione
(Tipo inclinato)

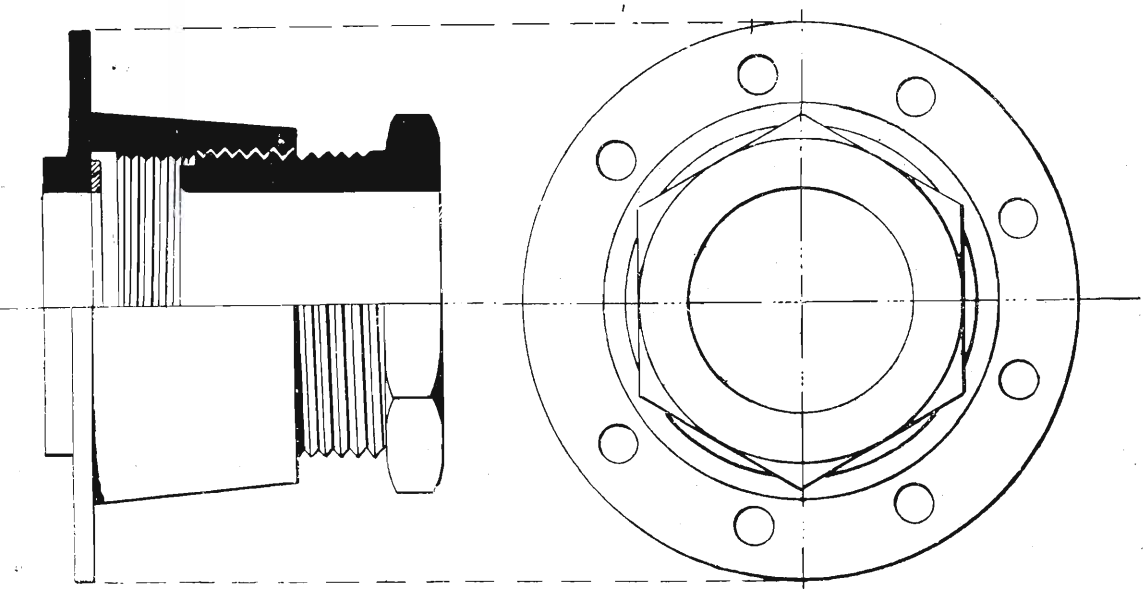


Fig. 383.

Manicotti con boccole per cassettoni

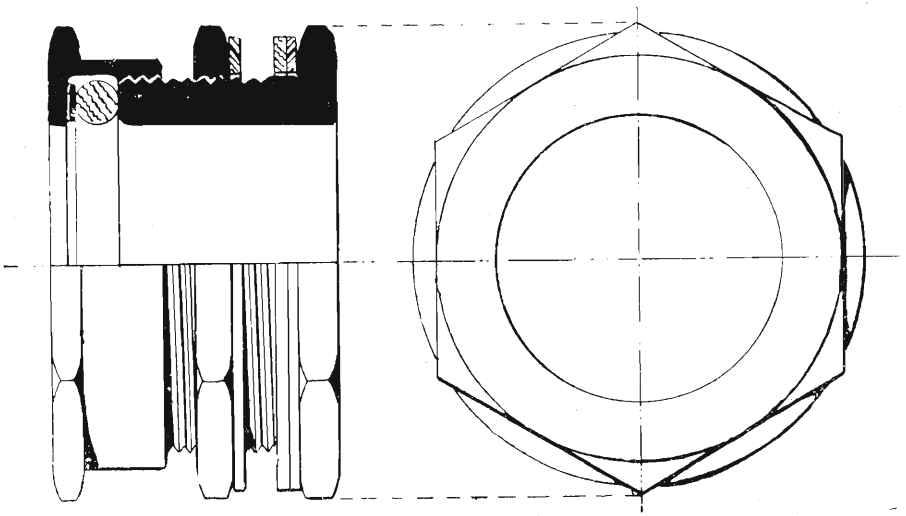


Fig. 384.

Manicotti per passaggi stagni dei cavi principali

CASSETTE DI DERIVAZIONE E DI GIUNZIONE.

Gli attacchi e le derivazioni sia per i cavi armati sia per i cavi sotto piombo armati, sono fatti in cassette di bronzo o di lamierino di ferro a chiusura stagna.

I cavi vengono introdotti nelle cassette di derivazione con il loro rivestimento completo attraverso speciali manicotti stagni a pressatrecce (Vedi figure 381, 382, 383). Nell'interno delle cassette i cavi sono denudati per un certo tratto per potere eseguire gli attacchi. Questi vengono effettuati mediante morsetterie montate su base isolante. In modo analogo vengono inserite sulle linee le cassette delle valvole degli interruttori e dei commutatori.

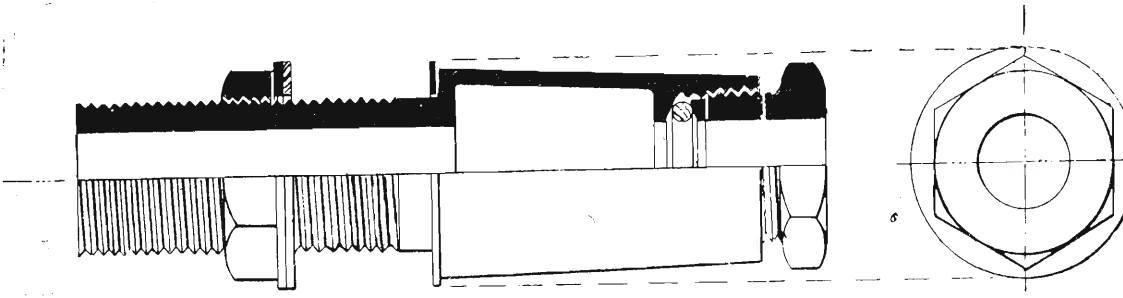


Fig. 385.

Manicotti stagni per il passaggio dei ponti

Sia l'entrata dei cavi nelle cassette, sia il passaggio dei cavi attraverso ponti e paratie stagne deve essere fatto mediante manicotti stagni muniti di pressatrecce. Per il passaggio delle paratie stagne si adoperano boccole fissate con dadi alla paratia o al ponte (V. figg. 384 e 385); il passaggio della boccola è reso stagno mediante rondelle di piombo che vengono strette fra i dadi e la paratia, sia da una parte che dall'altra. Il passaggio del cavo nella boccola è invece reso stagno da un pressatrecce.

§ 149 — **Condotta pratica delle canalizzazioni elettriche**

CENNI SUL CALCOLO E SULLE SISTEMAZIONI DELLE LINEE DI BORDO.

La distribuzione della energia elettrica a bordo delle RR. Navi come è stato detto, viene effettuata in parallelo, (V. Cap. XXVII § 145), pertanto l'intensità di corrente è diversa per ciascuna linea a seconda del numero di utenti o di altre linee che su di essa sono derivati. Il calcolo di una rete consiste quindi principalmente nel determinare la sezione da assegnare a ciascun

conduttore affinchè la sopraelevazione di temperatura, dovuta alla massima corrente che può attraversarlo, sia tale che la temperatura finale non oltrepassi i 60°. Le norme dell'A.E.I. per gli impianti elettrici di bordo stabiliscono i vari tipi di cavi da impiegare a bordo ed indicano per ciascun cavo, in base alla sezione, la corrente massima che possono portare in relazione ad una temperatura ambiente di 45°. A queste norme si uniformano in genere anche gli impianti elettrici a bordo delle navi da guerra.

Un conduttore percorso da corrente si riscalda e raggiunge una sopraelevazione di temperatura, rispetto all'ambiente, tale che la quantità di calore ceduta all'esterno sia eguale a quella che in esso si sviluppa per effetto Joule. Se r è la resistenza del conduttore ed i la corrente che lo percorre, la quantità di calore corrispondente alla potenza in esso perduta, è data, in piccole calorie, dalla espressione:

$$Q_s = 0{,}24\ i^2\ r \tag{1}$$

La quantità di calore irradiata nell'unità di tempo da una superficie S_l, la cui temperatura sia sopraelevata sulla temperatura ambiente, di Δ t°, è data invece dalla formula:

$$Q_c = K\ S_l\ \Delta\ t^\circ \tag{2}$$

dove K è il coefficiente di trasmissione del conduttore considerato, cioè il numero di piccole calorie che esso cede all'ambiente nell'unità di tempo per ogni unità di superficie e per ogni grado di sopraelevazione di temperatura rispetto all'ambiente.

Allorchè il corpo ha raggiunto la temperatura di regime alla quale, come si è detto, tutto il calore di esso sviluppato viene ceduto all'esterno, deve essere: $Q_s = Q_c$ cioè:

$$0{,}24\ r\ i^2 = K\ S_l\ \Delta\ t^\circ \tag{3}$$

La superficie esterna del conduttore è data da

$$S_l = \pi\ d\ l$$

dove l è la lunghezza del conduttore e d il diametro.

La sezione del conduttore è:

$$s = \frac{\pi\ d^2}{4}$$

La resistenza espressa in funzione della resistività ρ e delle dimensioni geometriche è:

$$r = \rho\ \frac{l}{s} = \rho\ \frac{4\ l}{\pi\ d^2}$$

Sostituendo nella (3) i valori di S_1 e di r con le espressioni trovate si ricava:

$$\Delta t^\circ = \frac{0{,}24 \cdot 4}{\pi^2} \frac{\rho i^2}{K d^3} = 0{,}0973 \frac{\rho i^2}{K d^3} \qquad (4)$$

Indicando con σ la densità di corrente nel conduttore si avrà:

$$i = \sigma s = \sigma \frac{\pi d^2}{4}$$

e sostituendo nella (4):

$$\Delta t^\circ = 0{,}06 \frac{\rho \cdot d \cdot \sigma^2}{K}$$

Questa relazione permette di determinare per un conduttore di un determinato diametro d il valore di densità σ tollerabile affinchè la sopraelevazione di temperatura non oltrepassi un valore Δt° prestabilito.

Come norma si possono tener presenti i seguenti valori di densità di corrente generalmente adoperati in pratica, e cioè:

Per cavi sistemati in locali freddi e per piccole intensità . . .	2 A/mm^2
» » » » » caldi e per forti intensità	1 A/mm^2
Per conduttori di motori e proiettori	1 A/mm^2

NORME GENERALI PER LA SISTEMAZIONE DEI CONDUTTORI.

Sulle navi da guerra le linee elettriche sono sempre a due conduttori, uno d'andata ed uno di ritorno; non viene cioè mai utilizzato lo scafo come conduttore di ritorno.

Le condizioni degli impianti a bordo non sono le più favorevoli per assicurare un perfetto isolamento sia perchè lo scafo in ferro presenta per sè stesso una difficoltà, sia perchè la temperatura e l'umidità dei locali sono sfavorevoli alla buona conservazione degli isolanti. Si ovvia a tali inconvenienti ricorrendo a materiali adatti ed eseguèndo gli impianti con cure ed accorgimenti particolari. Sotto questo riguardo, le linee principali si fanno correre lontane quanto più è possibile dalle tubazioni di vapore, evitando di far loro attraversare locali a temperatura molto elevata o eccessivamente umidi, ecc.

La messa a posto delle linee, il montamento delle cassette di derivazione, degli interruttori, delle cassette di valvole ecc., è eseguito in modo che tutto l'impianto risulti perfettamente stagno.

Il materiale da adoperare, cavi e conduttori, è prescritto caso per caso, negli articoli 76÷83 delle norme dell'A. E. I. già citate.

Per evitare che si abbiano disturbi alle bussole magnetiche, per effetto di canalizzazioni elettriche, è prescritto che:

1° In vicinanza delle bussole magnetiche non vi siano conduttori attraversati da correnti elevate. In ogni caso la distanza minima deve essere di m. 2,50.

2° I conduttori di andata e quelli di ritorno delle linee in vicinanza delle bussole debbono essere intrecciati e seguire per quanto è possibile, lo stesso percorso.

3° I proiettori debbono essere sistemati a non meno di 4 metri dalle bussole.

ISOLAMENTO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.

L'acqua di mare, l'umidità ed il calore sono a bordo, come si è accennato, i principali nemici delle sistemazioni elettriche. Ciò rende necessario oltre che speciali accorgimenti nell'esecuzione degli impianti, anche speciali cure nella manutenzione di essi. Tali cure debbono essere principalmente rivolte a mantenere in ottime condizioni l'isolamento delle linee e degli utenti. E' necessario cioè rintracciare prontamente per ogni circuito le eventuali deficienze di isolamento ed eliminarle prontamente onde evitare le avarie che tali deficienze produrrebbero. Lo scopo può essere raggiunto solo mediante misure di isolamento eseguite periodicamente e sistematicamente su tutte le linee e su tutti gli utenti. Le misure verranno eseguite con i metodi che sono appresso descritti e servono a determinare, per le macchine, l'isolamento dei vari circuiti interni (indotto, induttore, collettore ecc.) e per le linee di alimentazione l'isolamento dei conduttori verso terra e fra loro.

Per quanto riguarda le misure di isolamento sulle dinamo sono già stati indicati i periodi nei quali queste vanno eseguite. Per i motori è bene seguire una determinata successione, a seconda del tipo di nave e degli utenti, per modo che le misure vengano effettuate regolarmente secondo un determinato periodo. La sorveglianza verrà naturalmente intensificata per quelle macchine che presentano deficienze o che sono maggiormente esposte.

Le prove d'isolamento dei circuiti debbono essere eseguite quotidianamente. Si incomincia col misurare l'isolamento delle sbarre dei quadri (interruttori del quadro tutti aperti), poi si passa ai circuiti principali, e poi, collegando man mano i vari circuiti secondari da essi derivati, all'isolamento dell'intero impianto. Risulta così facile individuare in quale circuito esistano eventualmente deficienze di isolamento; e quindi eseguendo su questi opportuni sezionamenti e successive misure, localizzare esattamente il punto in cui esiste l'avaria. Quest'ultima parte è di esecuzione alquanto delicata e richiede

un personale pratico ed esercitato. Generalmente le deficienze si riscontrano nelle cassette di derivazione, in quelle degli interruttori, delle valvole e nei collegamenti in genere. Particolari cure e sorveglianza richiedono i circuiti maggiormente esposti quali ad esempio i circuiti segnali e quelli dei locali caldaie.

METODI E STRUMENTI PER LE MISURE D'ISOLAMENTO.

Per isolamento di un conduttore, si intende la resistenza ohmica che il rivestimento isolante presenta verso terra. Se si tratta di una linea a più conduttori bisogna considerare oltre che l'isolamento verso terra di ciascuno di essi, anche l'isolamento dei conduttori fra di loro, cioè la resistenza dell'isolante interposto fra i conduttori (s'intende che la misura di questo isolamento deve essere eseguita a circuito aperto).

Le misure di isolamento rientrano pertanto nel campo delle misure di resistenze elevate; le resistenze di isolamento non si comportano però come resistenze ohmiche vere e proprie poichè variano in misura spesso molto grande, con la tensione applicata. E' necessario perciò che le misure vengano effettuate alla tensione normale di esercizio.

I metodi per le misure correnti delle resistenze di isolamento possono essere:

a) Misure di isolamento di una linea sotto tensione mediante le indicazioni di un voltmetro:

Indichiamo con X_1 e X_2 le resistenze di isolamento dei due conduttori 1 e 2 verso terra (fig. 386), con V la d.d.p. applicata fra i conduttori e misu-

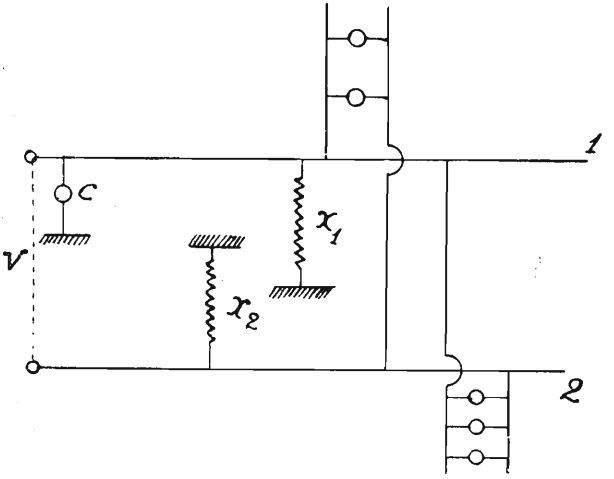


Fig. 386.

rata con un volmetro di resistenza ohmica R. Deriviamo lo stesso volmetro C fra il conduttore 1 e la terra, sia V_1 la lettura, si avrà in queste condizioni una corrente i_0 attraverso il volmetro, una corrente i_1 attraverso la resistenza di isolamento X_1, ed una corrente $i_2 = i_0 + i_1$ attraverso la X_2.

Indichiamo con V'_2 la differenza di potenziale che si localizza ai capi della X_2 per effetto della i_2, sarà $V_2 = i_2 X_2$, ed inoltre $V = V_1 + V_2$ cioè ancora $V'_2 = V - V_1$. Si ricava allora:

$$i_0 = \frac{V_1}{R} ; \; i_1 = \frac{V_1}{X_1} ; \; i_2 = \frac{V'_2}{X_2} = \frac{V - V_1}{X_2}$$

ossia:

$$\frac{V_1}{R} + \frac{V_1}{X_1} = \frac{V - V_1}{X_2} \tag{1}$$

Deriviamo ora il volmetro fra il conduttore 2 e la terra; se V_2 (*) è la lettura che faremo all'istrumento in queste condizioni dovrà essere per analogia con il caso precedente:

$$\frac{V_2}{R} + \frac{V_2}{X_2} = \frac{V - V_2}{X_1} \tag{2}$$

dalle (1) e (2) si ricava:

$$X_1 = R \, \frac{V - (V_1 + V_2)}{V_2}$$

$$X_2 = R \, \frac{V - (V_1 + V_2)}{V_1}$$

La resistenza X d'isolamento complessivo dell'impianto rispetto alla terra è dato dalla risultante delle due X_1 e X_2 in parallelo fra loro ossia:

$$X = \frac{I}{\frac{I}{X_1} \; \frac{i}{X_2}} = \frac{I}{\frac{V_1}{R\,V - (V_1 + V_2)} + \frac{V_2}{R\,V - (V_1 + V_2)}}$$

$$\frac{R\,(V - V_1 - V_2)}{V_1 + V_2} = \frac{R\,V}{V_1 + V_2} - R\,\frac{V_1 + V_2}{V_1 + V_2} = R\left(\frac{V}{V_1 + V_2} - 1\right)$$

Negli impianti di bordo alimentati a 110 V, l'isolamento si considera buono quando X non è inferiore a 47000 ohm; questo valore, usando volmetri aventi resistenza interna di circa 17.000 ohm, corrisponde al valore di circa 30 V per la somma delle due letture V_1 e V_2.

(*) Si noti che per la diversa posizione del volmetro il regime delle correnti attraverso le resistenze è ora diverso e perciò V_2 ha tutt'altro valore di quello V'_2 considerato prima.

Se la prima e la seconda lettura V_1 e V_2 sono eguali o presso a poco, i due conduttori si trovano nelle stesse condizioni di isolamento, e queste condizioni sono evidentemente tanto migliori quanto minori sono le due letture.

Se le due letture sono invece assai diverse, la resistenza di isolamento è minore per quel conduttore sul quale si ha la lettura minore.

Se la lettura V_2 è uguale a zero, e V_1 è uguale a V la resistenza di isolamento del conduttore 2 è nulla (contatto diretto del conduttore con lo scafo).

b) Altro metodo per la misura dell'isolamento di un circuito mediante indicazioni di un volmetro.

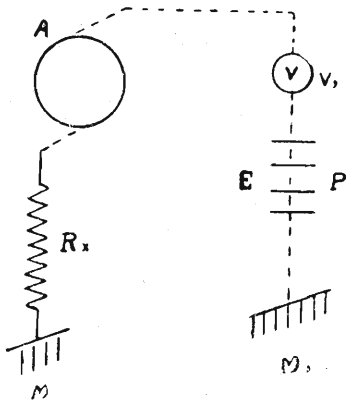


Fig. 387.

In alcuni casi (per esempio se non è possibile mettere sotto tensione le linee o nelle misure d'isolamento dei circuiti interni delle macchine ecc.) può essere utile effettuare la misura servendosi di una batteria di pile P e di un volmetro V montati come in fig. 387. Si collega cioè una batteria di pile P della quale si conosce la f.e.m. E con un polo alla massa e con l'altro ad un capo del circuito di cui si vuol misurare l'isolamento. Il volmetro si mette in serie con la batteria.

Trascurando rispetto alla resistenza di isolamento da determinare (migliaia di ohm), quella del circuito elettrico in esame e quella interna della batteria di pile, il valore della corrente i che percorre il circuito M A M, sarà espresso da:

$$i = \frac{E}{R_V + R_X} \qquad (1)$$

dove Rv è la resistenza del volmetro ed Rx quella incognita.

D'altra parte l'indicazione del volmetro in queste condizioni è:

$$V_1 = R_V \cdot i \qquad (2)$$

avremo perciò dalla (1) e (2) che $i = \frac{V_1}{R_V} = \frac{E}{R_X + R_V}$ e quindi:

$$R_X = \left(\frac{E - V_1}{V_1}\right) R_V = \left(\frac{E}{V_1} - 1\right) R_V$$

CERCA GUASTI ELETTROMAGNETICO.

E' uno strumento di impiego molto frequente a bordo e serve principalmente o per verificare la continuità di circuiti o per rintracciare forti diminuzioni di isolamento e contatti.

E' costituito da una scatola in legno che contiene:

1° Un piccolo generatore con indotto a doppio T con avvolgimento a gomitolo.

2° Un'elettrocalamita munita di un'ancoretta che dà movimento al battente di una suoneria.

3° Una resistenza R di circa 6000 ohm derivata ai morsetti della dinamo.

4° Due morsetti esterni per il collegamento con il circuito da provare. L'elettrocalamita che fa funzionare la suoneria risulta in serie con tale circuito.

Il generatore è azionato a mano per mezzo di un manubrio; la corrente da esso prodotta si suddivide fra il circuito della resistenza di 6000 ohm e quello costituito dal circuito esterno. Se la resistenza di questo ultimo è maggiore di 6000 ohm la corrente che vi circola, non è sufficiente ad azionare la suoneria la quale perciò funziona solo quando tale resistenza è inferiore a 6000 ohm.

Per provare quindi ad esempio l'isolamento di un conduttore basterà collegare uno dei morsetti dello strumento con un estremo del cavo, e l'altro con lo scafo; se l'isolamento del cavo è inferiore a 6000 ohm ponendo in azione il generatore si sentirà squillare la suoneria.

Se si vuol invece verificare la continuità di un circuito se ne collegano gli estremi ai due serrafili, si fa funzionare il generatore e si riscontra se la suoneria entra in azione.

OHMETRO (Fig. 388).

E' uno strumento a lettura diretta per le misure di resistenza. Il tipo di ohmetro adoperato a bordo serve per la misura delle resistenze d'isolamento ed è perciò adatto solamente per la misura di resistenze elevate.

Esso si compone di una piccola dinamo a corrente continua, azionata a mano, mediante un manubrio; di un volmetro e di un amperometro la cui scala è però graduata in ohm. Queste varie parti sono indicate nello schema della fig. 388.

Per eseguire la misura si collega il morsetto A al circuito da provare (questo non deve essere sotto tensione) ed il morsetto B a terra.

Risulta dall'esame dello schema che in queste condizioni fra il conduttore da provare e la terra risulta applicata la tensione della dinamo D. Il valore di questa tensione che è indicata dal volmetro V, deve essere mantenuta costante mediante opportuna rotazione del manubrio, ed uguale a quello per cui l'ohmetro è costruito (in genere 110 o 220 V). Risulta anche che se il conduttore del quale si vuol misurare l'isolamento è in dispersione, l'ampe-

rometro è percorso da una corrente, la cui intensità sarà maggiore o minore a seconda che sarà minore o maggiore la resistenza di dispersione del conduttore stesso. L'amperometro cioè è percorso da una corrente la cui intensità dipende dal valore della resistenza di dispersione, e solamente da questa, perchè come sopra è stato detto, la tensione della dinamo, viene mantenuta costante.

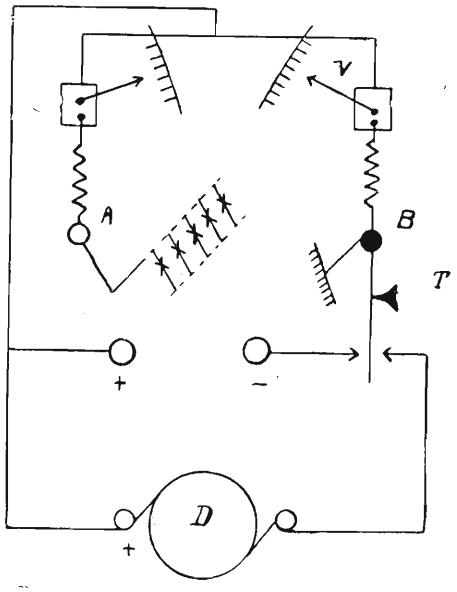


Fig. 388.

Ciò ha permesso appunto di graduare direttamente in ohm il quadrante dell'amperometro.

Il tipo di apparecchio generalmente usato a bordo delle RR. Navi, è quello realizzato dalla Ditta Galileo di Firenze.

Tale strumento può essere usato anche come semplice volmetro. Basta (fig. 388) applicare la tensione da misurare ai morsetti centrali e premere il tasto T.

Le misure di resistenza possono anche essere effettuate servendosi della tensione di bordo (110 o 220 V a seconda degli impianti) invece della tensione prodotta dalla dinamo dell'istrumento. Basta in tal caso applicare detta tensione ai morsetti centrali (+ —) dello strumento, premere il tasto T e collegare il circuito da provare ai morsetti A B nella stessa maniera considerata nel caso dell'impiego normale dell'istrumento.

RIPARAZIONI.

Tutti i lavori sulle linee non debbono essere mai eseguiti sotto tensione per evitare danni ed infortuni.

Nell'eseguire, sostituzioni o spostamenti di cavi elettrici ed in generale in tutti i lavori che richiedono maneggio di cavi è necessario porre ogni cura per evitare di danneggiare il rivestimento isolante. Ciò specialmente per i cavi armati molto pesanti e perciò non facilmente maneggevoli, i quali possono facilmente deteriorarsi se non si adoperano speciali cure negli attraversamenti delle paratie nei tratti a forte curvatura ecc.

I cavi armati vengono montati fissandoli sulle paratie o a « cielo » per mezzo di gaffette metalliche che abbracciano uno o più cavi. Per eseguire il montamento con il minor tormento possibile per il cavo è necessario prima stendere questo lungo tutto il percorso e poi, sollevandolo man mano con l'aiuto di cimette o altro sostegno, fissarlo con le apposite gaffette. Prima di stringere le viti che fissano ogni gaffetta, bisogna stendere bene il cavo per evitare ingobbature fra una gaffetta e l'altra; ciò si può fare mediante una mazzuola di legno prudentemente adoperata.

Il cambio di un tratto di circuito a bordo si presenta ogni qualvolta si riscontrano forti dispersioni che non possono essere attribuite agli accessori cioè cassette di derivazione, interruttori, valvole. Per assicurarsi di ciò, prima di effettuare la sostituzione, è necessario sguarnire tutti e due gli estremi del tratto sospetto, tenerli bene isolati ad eseguire poi la misura dell'isolamento del cavo verso terra.

Se il cavo da sostituire è molto lungo conviene sezionarlo in due o più tratti che vengono provati separatamente, sostituendo poi solo quello che risulta avariato. I collegamenti fra i vari tratti verranno eseguiti mediante cassette di giunzione (V. Cap. XXVII § 147).

I giunti o le derivazioni di più conduttori devono sempre essere eseguiti mediante apposita cassetta e mai direttamente. Solo in casi specialissimi, quando cioè si tratta di riparazioni provvisorie, si possono eseguire collegamenti senza cassette. Si preparano cioè le testate dei conduttori da unire, denudandole per un tratto sufficientemente lungo e tagliando a scaglioni i vari strati di isolante e di armatura, si attorcigliano fra loro le anime oppure si « impiombano » a seconda della loro sezione, e poi si saldano a forte. Eseguita la congiunzione si ricostituisce intorno al giunto l'isolante mediante varie passate di fettuccia di lino prima, e poi con fettucce gommate o meglio con strisce di tela sterlingata. Appena possibile bisogna sostituire a giunto così fatto una normale cassetta stagna.

Molta cura richiedono le riparazioni e le verifiche delle cassette e degli accessori in generale, poichè dalla buona tenuta di questi dipende principalmente l'isolamento dell'impianto. E' importante inoltre curare la tenuta dei manicotti di entrata dei cavi nelle cassette stagne, rimettendo le guarnizioni ogni qual volta si eseguono riparazioni che richiedono la rimozione dei cavi. Spesso si debbono cambiare anche le guarnizioni di tenuta dei coperchi delle cassette.

Dato il numero molto grande di cassette esistenti in un impianto, il non osservare queste norme vuol dire far perdere in breve la proprietà di « tenuta stagna » dell'impianto ed obbligare ad un lavoro di revisione generale molto gravoso.

CAPITOLO XXVIII

Apparecchi di illuminazione e di scoperta

§ 150 — Sistemazione ed esercizio degli apparecchi di illuminazione

SISTEMAZIONE DELLE LAMPADE.

Le lampade devono essere sempre entro fanali chiusi, che servano loro di custodia; fanno eccezione soltanto quelle degli alloggi, che sono portate da semplici bracci di sostegno, e quelle di uso non comune (imbarco di carbone etc.) portate da conduttori volanti.

Queste ultime, devono essere usate solo nei casi di assoluta necessità, e quindi il loro numero a bordo deve essere ridotto al minimo, perchè i conduttori volanti si deteriorano facilmente dando luogo a corti circuiti ed a forti dispersioni.

I fanali regolamentari in uso sono suddivisi in classi e tipi secondo l'uso a cui sono destinati, secondo la forma, etc. (V. album dei fanali regolamentari).

L'illuminazione di ciascun locale viene effettuata con fanali sistemati in punti convenienti, in modo da avere una razionale distribuzione della luce.

Nei locali in cui dorme l'equipaggio, di solito i fanali sono divisi in due gruppi, un gruppo formato da lampade fissate a cielo e l'altro da lampade fissate a murata. Ciascun gruppo è comandato da uno o più interruttori per modo che nelle ore notturne si possono spegnere le lampade a cielo e lasciare accese quelle a murata.

In prossimità di macchinari, o di apparecchi indicatori quali ad esempio livelli d'acqua, manometri etc., la illuminazione deve essere intensificata, in modo che non sia necessario l'uso di lampade portatili.

Gli attacchi dei conduttori ai fanali debbono essere eseguiti con la mas-

sima cura per evitare tutti gli inconvenienti che in quei punti specialmente si manifestano. Le estremità dei cavi e dei tubi devono essere opportunamente sagomate e le connessioni rese stagne nel miglior modo possibile.

In seguito al progresso realizzato nelle costruzioni delle lampade elettriche, le lampade a carbone sono state sostituite anche a bordo delle RR. Navi, dalle lampade a filamento metallico, che offrono rispetto alle prime il vantaggio di avere un consumo molto minore, a pari intensità luminosa, ed una durata molto superiore. I filamenti delle moderne lampade ad incandescenza (anche in quelle a 220 V) sono oggi sufficentemente robusti per resistere alle vibrazioni che subiscono a bordo; viene così a cadere anche l'ultimo elemento che ancora esisteva a favore delle lampade a filamenti di carbone.

Le lampade normali da 16 candele sono alimentate a gruppi di non più di 12 o 15 lampade per impianto a 110 o 220 Volt, e di 7 o 8 per impianti a 12 Volt. Per le lampade di grande potenza ciascun gruppo deve dare un consumo non superiore a 5 ampère.

Ogni gruppo di lampade è alimentato da una derivazione munita di fusibile.

Per quanto è possibile sarà evitato di fare derivazioni dai conduttori principali, per una o poche lampade.

Nei locali nei quali la illuminazione è maggiormente necessaria, le lampade vengono suddivise in un numero maggiore di gruppi in modo che la fusione di una valvola provochi lo spegnimento solo di poche lampade.

ILLUMINAZIONE IN COMBATTIMENTO.

Durante le navigazioni notturne in tempo di guerra, la nave deve essere *oscurata;* cioè da tutto il bordo, non deve sfuggire alcun raggio di luce verso l'esterno.

Nello stesso tempo deve sussistere a bordo un minimo di luce ancora sufficiente affinchè si possa almeno circolare in tutti i locali. Evidentemente quei locali che non hanno alcuna comunicazione con l'esterno restano normalmente illuminati anche quando la nave è in assetto di combattimento notturno. Negli altri locali muniti di « huhlots » portelloni, boccaporti e di qualsiasi apertura comunicante con l'esterno si sostituisce invece l'illuminazione normale con quella di combattimento. Questa è attenuata mediante fanali muniti di globi e lampadini azzurri e fissati lungo le murate di tali locali, al disotto della linea degli « huhlots ». L'alimentazione di tali fanali è fatta con un circuito chiamato « circuito luce combattimento ». Si passa dalla illuminazione normale a quella di combattimento mediante commutatori per mezzo dei quali si alimenta o il circuito luce normale o quello di combatti-

mento. Questi commutatori negli impianti moderni sono ridotti al minimo e situati nelle centrali per modo che la loro manovra viene effettuata solo dal personale elettricista di guardia ed è quindi evitato che chiunque possa, sia pure inavvertitamente, accendere delle lampade in locali che debbono essere oscurati.

Durante la navigazione a « luci oscurate » vengono usati per la segnalazione appositi fanali, che saranno appresso elencati.

Illuminazione dei depositi di munizioni.

Nei locali adibiti a deposito di munizioni, ed esplosivi in genere, è in linea generale vietata la sistemazione di linee elettriche di qualunque specie e per qualunque uso.

Se per particolari circostanze, risulterà inevitabile sistemare dei cavi elettrici nei depositi, bisognerà sempre richiedere l'autorizzazione ministeriale. La sistemazione dovrà poi essere eseguita in modo da presentare la massima sicurezza contro la formazione di cortocircuiti; cioè:

1° Dovranno essere impiegati conduttori unipolari di caratteristiche speciali, e cioè conduttori 18 bis, e 19 ter. (V. elenco descrittivo dei conduttori elettrici regolamentari).

2° La distanza fra due conduttori non deve essere inferiore a cm. 20.

3° Gli interruttori e le valvole, unipolari anch'essi debbono essere sempre e senza eccezione, sistemati esternamente ai depositi.

4° Qualora occorra sistemare cassette di derivazione nell'interno di detti locali, ciascuno dei conduttori di ogni linea, dovrà far capo ad una propria cassetta a chiusura stagna.

5° I fanali da impiegare per la illuminazione dei depositi munizioni dall'interno o dall'esterno, saranno esclusivamente quelli prescritti dall'album dei fanali, (fanale C 1927 per l'interno e C 3 per l'esterno) (fig. 389 e 390).

Lampade a incandescenza regolamentari.

Per il servizio di illuminazione e segnalazione delle RR. Navi sono regolamentari i seguenti tipi di lampade a incandescenza.

1° Lampade MIGNON - attacco a baionetta - 5 candele - filamento di carbone - per fanali di testa d'albero - tensione 110 - 220 V.

2° Lampade a pera di colore azzurro - attacco Edison - 5 candele - filamento di carbone - per fanali di combattimento - tensione 105 - 220 V.

3° Lampade a pera - attacco Edison - 16 candele - filamento metallico - per fanali B./5 - T.40/1 - T.40/2 - tensione 110 - 220 V.

4° Lampade a pera - attacco Edison - filamento di carbone - per fanali B./6 e per circuiti volanti - tensione 110 - 220 V.

5° Lampade a pera - attacco a piuoli - 32 candele - filamento metallico per fanali - 110 - 220 V.

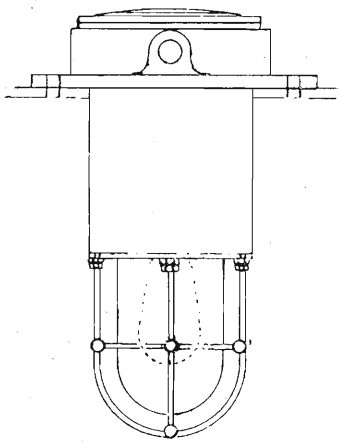


Fig. 389.

Fanali C. 1927 per l'illuminazione di depositi munizioni dall'interno

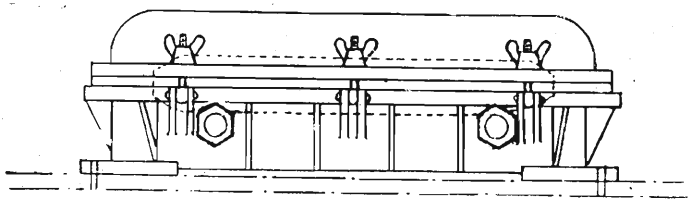


Fig. 390.

Fanali C. 3 per l'illuminazione di depositi munizioni dall'esterno

6° Lampade a pera smerigliate - attacco Edison - 200 candele - filamento metallico - tipo 1/-2 watt. - tensione 110 - 220 V. per fanali stagni locali macchine e ponti scoperti navi maggiori.

Per i servizi ausiliari di bordo sono regolamentari i seguenti tipi di lampade a incandescenza:

Lampade da 4 candele a 4 V. per lampade di sicurezza accumulatori, attacco Mignon.

Lampadine da 4 candele a 4 volt per lampade da palombaro - attacco Micro-Mignon.

Lampadine da 8 volt - 32 candele per fanali Donath - attacco Mignon.

Lampadine da 2 candele e 22 volt - Per ripetitori girobussole Sperry.

Lampadine da volt 2,5 per mire luminose Bargiacchi.

Lampadine da 2 candele 12 volt per indicatori Girardelli.

Circuiti luce di riserva ad accumulatori sulle RR. Navi.

Su alcuni tipi di navi esistono circuiti luce di riserva, alimentati da accumulatori a 12 volt. Tali impianti vengono limitati solo ai locali dove esistono macchinari importanti e dove in genere è maggiormente necessario che non venga mai a mancare la luce. Tali locali sono:

a) Per Navi da battaglia - Incrociatori - Esploratori. Locali macchine - Locali caldaie - Stazioni d'ordine - centrali elettriche - Stazioni R. T. - centrali di tiro - deposito munizioni e teste cariche - centrali telefoniche - locali macchinari timone - torri di comando (illuminazione apparecchi).

b) Per cacciatorpediniere - Locali delle macchine - locali caldaie - centrali di tiro e di lancio.

Nei locali delle macchine, la luce di riserva serve per illuminare oltre che i locali anche gli apparecchi vari (contagiri, telegrafi, manometri, ecc.) che non sono provveduti di sistemi propri e indipendenti di illuminazione. Nei locali caldaie sono illuminati, oltre che i locali propriamente detti, anche i manometri, pompe d'alimento, i riscaldatori, i livelli, filtri di nafta, ecc.

I circuiti per la luce di riserva per i vari locali sono fra loro indipendenti, e ciascuno è in genere provvisto oltre che di interruttori normali, anche di relais di chiusura che entrano in funzione allorchè manca corrente al circuito normale.

Le batterie a 12 volt per l'alimentazione di tali circuiti debbono essere costituite da elementi al ferro-nichel, del tipo regolamentare da 40 amperora di capacità.

Esse debbono essere contenute in cassette sistemate su appositi sostegni fissati in punti non eccessivamente caldi, scelti nelle immediate vicinanze del locale da illuminare. In linea di massima è esclusa la sistemazione delle batterie in coperta. Se assolutamente indispensabile, questa dovrà essere autorizzata dal ministero.

In tal caso, però, le batterie dovranno essere contenute in apposite cassette stagne che debbono essere munite di sfogatoi d'aria, ma nello stesso tempo essere impermeabili alla pioggia ed agli spruzzi di mare.

In linea di massima sono sempre previste a bordo le sistemazioni che permettono la carica sul posto delle batterie di accumulatori dei depositi munizioni e teste cariche; solo le navi maggiori, hanno, un unico quadro generale da cui partono le linee per la carica sul posto di tutte le batterie.

E' tassativamente vietato impiegare per altri usi le batterie della luce di riserva.

FANALI A LUCE NORMALE E DI COMBATTIMENTO.

1° Per l'illuminazione dei vari locali di bordo, esclusi gli alloggi, le carbonaie e i depositi munizioni, sono regolamentari i seguenti tipi di fanali a globo di vetro:

T. 40-1 (fig. 391 con attacco P. A.) da collocarsi a murata dei ponti superiori a quello di protezione, (torri escluse). Con globi o lampadine bianche o bleu a seconda che il fanale è inserito sul circuito a luce normale o su quello di combattimento. Per i fanali del circuito di combattimento la lampadina azzurra sarà a filamenti di carbone, da 5 candele.

T. 40-2 (fig. 392 con attacco T. A.) da collocarsi a cielo, nei ponti superiori a quello di protezione (torri escluse). Solo per luce normale.

B. 5 (fig. 393 con attacco P. A.) a cielo o a murata per le torri, nei locali macchine e caldaie, e, in genere, per i locali inferiori al ponte di protezione. Con globo e lampadina bianca o bleu, come per il fanale T. 40-1.

T. 40-1 bis

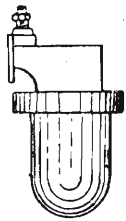


Fig. 391.

T. 40-2 bis

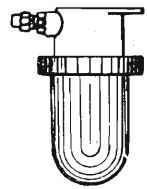


Fig. 392.

B. 5 bis

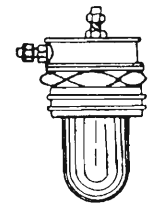


Fig. 393.

Fanali elettrici

Questo fanale, quando impiegato a luce azzurra, deve essere sistemato solo su paratie e mai a cielo.

2° I fanali a luce azzurra (inseriti su circuito speciale e distinto di combattimento) devono essere sistemati nei locali della nave la cui luce può essere visibile dall'esterno (di fianco o dall'alto attraverso houhblots, osteriggi, boccaporti, ecc.).

3° I fanali (T. 40-1 e B. 5, con globo e lampadina da 5 c. bleu) per il circuito di combattimento, devono in linea di massima essere sistemati a murata e in posizione bassa. Il numero di detti fanali da sistemare in ciascun locale deve essere tale che la luce non risulti più visibile a 400 metri di distanza dalla nave. Qualora, per particolari ragioni, non fosse possibile sistemare i fanali azzurri bassi e a murata, la loro ubicazione sarà in ogni modo tale da non consentire dall'esterno la visibilità diretta del fanale.

4° Per evitare i dannosi effetti delle scosse e vibrazioni dovute al giro delle artiglierie, si stabilisce che, tanto per i fanali a luce normale quanto per quelli di combattimento, la sistemazione sia fatta sulle basi molleggianti regolamentari come segue:

a) *Sulle navi maggiori* - nelle torri, nelle batterie, in prossimità dei pezzi, e, in genere, nei punti ove si presume che possano più facilmente essere risentiti gli effetti del tiro.

b) *Sul naviglio silurante*: in tutti i locali e per tutti i fanali T. 40-1 e T. 40-2 e B. 5; sistemati a bordo.

FANALI DI VIA PER LA NAVIGAZIONE A « LUCI OSCURATE ».

1° *Le navi corazzate, gli Incrociatori e gli Esploratori devono essere forniti dei seguenti fanali*:

a) Un fanaletto azzurro sistemato sull'asta della bandiera di bompresso con luce rivolta verso poppa, appena visibile dalla plancia e perfettamente oscurata nelle altre direzioni. Ha lo scopo di facilitare l'apprezzamento delle distanze dalla unità prodiera.

b) Due fanali a luce azzurra rivolti verso poppa, sistemati per chiglia; uno al coronamento ad almeno 3 metri sul galeggiamento e l'altro a sufficiente distanza orizzontale e verticale dal primo. Hanno lo scopo di permettere alle unità che si trovano a poppavia della nave di bene individuarne la direzione.

Questi fanali devono essere costruiti in modo da illuminare senza interruzione un arco di orizzonte di 90 gradi e fissati in guisa da proiettare la loro luce da 45° a dritta a 45° a sinistra della poppa. La intensità dei fanali dovrà essere tale da renderli visibili alla distanza massima di circa metri 1000, in notte oscura e atmosfera limpida.

Il fanale più alto (quello più a proravia) avrà la possibilità di essere impiegato anche per eventuali segnalazioni con la nave poppiera.

c) Un fanale di scia (di uso eventuale) a luce azzurra, visibile alla distanza massima di 1000 metri, fornito di oscuratore ad imbuto, rivolto in basso,

in modo che la luce riflessa sul bianco della scia risulti visibile dalla plancia della unità che segue.

d) Due gruppi di fanali colorati, per segnalazioni di accostate ed andature macchina, sistemati uno per lato alle estremità della plancia di comando, ad intensità luminosa tale che le luci siano visibili a circa 800 metri.

e) Un fanale « Donath » a luce bianca, munito anche di una serie di vetri colorati facilmente ricambiabili, fra i quali uno azzurro, tali che la luce colorata sia visibile a circa 800 metri.

f) Un elettrosegnalatore a mano « trappola », come riserva al fanale « Donath ».

I fanali di cui al comma *e*) ed *f*) devono essere muniti di dispositivo per limitare l'apertura del fascio luminoso.

I vetri colorati devono essere facilmente ricambiabili. Devono esistere sulla plancia, per la presa di corrente, due innesti per ciascuno dei fanali, uno per lato.

2° *I cacciatorpediniere e le navi sussidiarie di dislocamento superiore alle 500 tonn., debbono essere forniti;*

g) Di fanali a luce azzurra, con la stessa disposizione e con le stesse caratteristiche di quelli indicati al comma *b*), visibili però alla distanza massima di circa 400 metri.

Il fanale poppiero sarà a circa 3 metri sul livello del mare.

h) Dei fanali indicati al comma *d*) *e*) ed *f*).

3° *I sommergibili devono avere*:

i) due fanali delle caratteristiche indicate al comma *g*), potendo però il fanale di coronamento essere anche ad una altezza minore di quella indicata.

l) I fanali indicati dalle lettere *e*) ed *f*).

4° *Le unità di dislocamento inferiore alle 500 tonn., debbono essere fornite*:

m) Di un fanale a luce azzurra, sistemato al coronamento a non più di 3 metri dal livello del galeggiamento; visibile da chi si trovi a poppavia dell'unità come precisato al comma *b*), ma alla distanza massima di 400 metri.

n) Dei fanali indicati dalle lettere *e*) ed *f*) dell'articolo 1°.

FANALI DI TESTA D'ALBERO NAVALI.

Sono regolamentari per le navi i fanali elettrosegnalatori di testa d'albero seguenti:

a) Fanale di testa d'albero tipo Nave, a 25 lampadine da 5 c., alimentate dalla rete di bordo. (V. disegno serie 24 n. 1096 tav. 32-33-34. Album dei fanali di navigazione e di segnalazione) (fig. 394).

b) Fanale binato di testa d'albero, tipo CC. TT., a 6 lampadine da 5 candele per ciascun fanale, alimentato dalla corrente di bordo. (Vedi disegno N. 1096 serie 24 tav. 35. Album dei fanali di navigazione e segnalazione) (fig. 395).

Tipo 1915

Fig. 394.

Binato

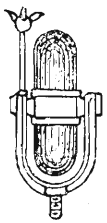


Fig. 395.

Fanali el. per testa d'albero

Tanto i fanali del comma *a)*, quanto quelli del comma *b)*, non sono più dotati di parafulmine, servendo a tale scopo l'aereo della stazione radiotelegrafica.

CONDOTTA DEL SERVIZIO LUCE.

La durata normale di una buona lampada a filamento metallico varia dalle 800 alle 1000 ore; le condizioni di impiego abbreviano però spesso tale vita pertanto è necessario evitare tutte le cause che possono provocare tale diminuzione.

E' importante a questo scopo che la tensione applicata alle lampade non oltrepassi mai il valore normale; anche un lieve aumento di tensione ne riduce notevolmente la vita.

Le vibrazioni e le scosse riducono sensibilmente la durata delle lampade, si adoperano perciò, come si è detto innanzi fanali montati su basamenti a molla nei locali in cui essi sono più facilmente esposti a scosse e vibrazioni.

Sia nei riguardi dell'economia del servizio dell'impianto sia per aumentare la durata delle lampade è necessario stabilire per ogni nave in base alle esigenze di bordo, un orario per l'accensione e lo spegnimento della luce nei vari locali.

Nel guarnire i portalampade, si useranno le stesse precauzioni che si devono usare per tutti gli altri accessori dell'impianto, onde evitare dispersioni e corti circuiti. Si avrà quindi cura di fissare bene le basi ai fanali, avvitandole e fissandole con le apposite viti di pressione; si manterrà perfetto l'isolamento dei due conduttori, scoprendo il filo per la quantità puramente necessaria, attorcigliandolo se composto di fili multipli, e stringendo bene i serrafili. Non si dimenticherà di mettere un foglietto di fibra, per isolare i serrafili stessi e si stringerà bene la ghiera di porcellana.

Nei portalampade a piuoli bisognerà regolare la tensione delle mollette e verificare che i piccoli denti delle mollette facciano presa nei piuoli, per impedire che le lampade abbiano a cadere per le vibrazioni.

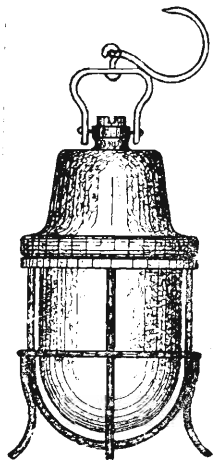


Fig. 396.

Tutti gli interruttori dovranno avere un segno indicante la posizione che corrisponde all'accensione delle lampade, ciò è specialmente necessario per quegli interruttori che sono disposti in modo che chi li manovra non può vedere contemporaneamente le lampade da essi comandate.

Lo stato di pulizia dei fanali, la loro chiusura, lo stato delle guarnizioni, gli attacchi dei fanali alle canalizzazioni, lo stato dei portalampade, dei conduttori ecc. sono tutti elementi che debbono essere spesso ed accuratamente verificati.

Dovrà sempre esser tenuto pronto a bordo un conveniente numero di lampade volanti, ben isolate e munite della prescritta gabbietta di protezione (fig. 396).

Come già è stato accennato, l'uso di queste lampade deve essere però limitato ai soli casi di assoluta necessità e ad ogni modo esse almeno una volta al mese, debbono essere tutte ritirate, verificate e nuovamente distribuite.

Deve essere rigorosamente proibito l'uso di lampade volanti improvvisate dal personale e non regolamentari.

Globi a tinte speciali per RR. Navi.

Allo scopo di disciplinare le condizioni tecniche di acquisto, e l'uso sulle RR. Navi dei globi a tinte speciali destinati ai fanali che servono per indicazioni speciali, è prescritto che:

a) Per i circuiti di combattimento i globi siano a tinta bleu, come da norme già in vigore.

b) Per indicare gli organi di manovra per *allagamento depositi* i globi siano a tinta rossa.

c) Per gli allagamenti a pioggia siano in colore verde bandiera.

d) Per indicare l'ubicazione degli accessi ai *depositi munizioni* ed esplosivi in genere, i globi siano in tinta gialla.

I globi colorati debbono essere di tinta unita con colore impastato nel vetro, e non dipinti internamente ed esternamente a freddo o a caldo.

§ 151 — Sistemazione e funzionamento dei proiettori

I proiettori, per il servizio che sono destinati ad espletare sono in genere sistemati sulle alberature in apposite coffe, oppure sopra i ponti di comando, cioè sempre in punti elevati.

I proiettori usati nella R. Marina sono i Galileo-Sperry; la fig. 397 ne indica schematicamente il funzionamento, (V. manuale dell'elettricista), la cui tensione di esercizio è di 75 volt. Se la tensione dell'impianto elettrico è di 220 volt, la energia elettrica per la alimentazione dei proiettori, è ridotta alla tensione di 110 V., mediante l'interposizione di un trasformatore rotante (dinamomotore) (V. capitolo seguente).

Questo valore di tensione viene poi ancora ridotto, a 75 V; con lo stesso procedimento adoperato negli impianti alimentati a 110 volt e cioè mediante una resistenza in serie con le lampade e che determina una caduta di tensione di 35 V.

Per il funzionamento è necessario eseguire quanto segue:

Preparazione della lampada.

Dopo aver pulita la lampada ed averne lubrificate le parti meccaniche, si metteranno a posto i carboni. Essi debbono essere asciutti, e, senza screpolature.

Il carbone positivo ha un diametro di m/m 16, e quello negativo di m/m. 11.

Nel mettere a posto il carbone positivo, se ne arrotonda leggermente una estremità e poi si introduce nel supporto facendone sporgere circa 16 m/m. dal tubo di quarzo.

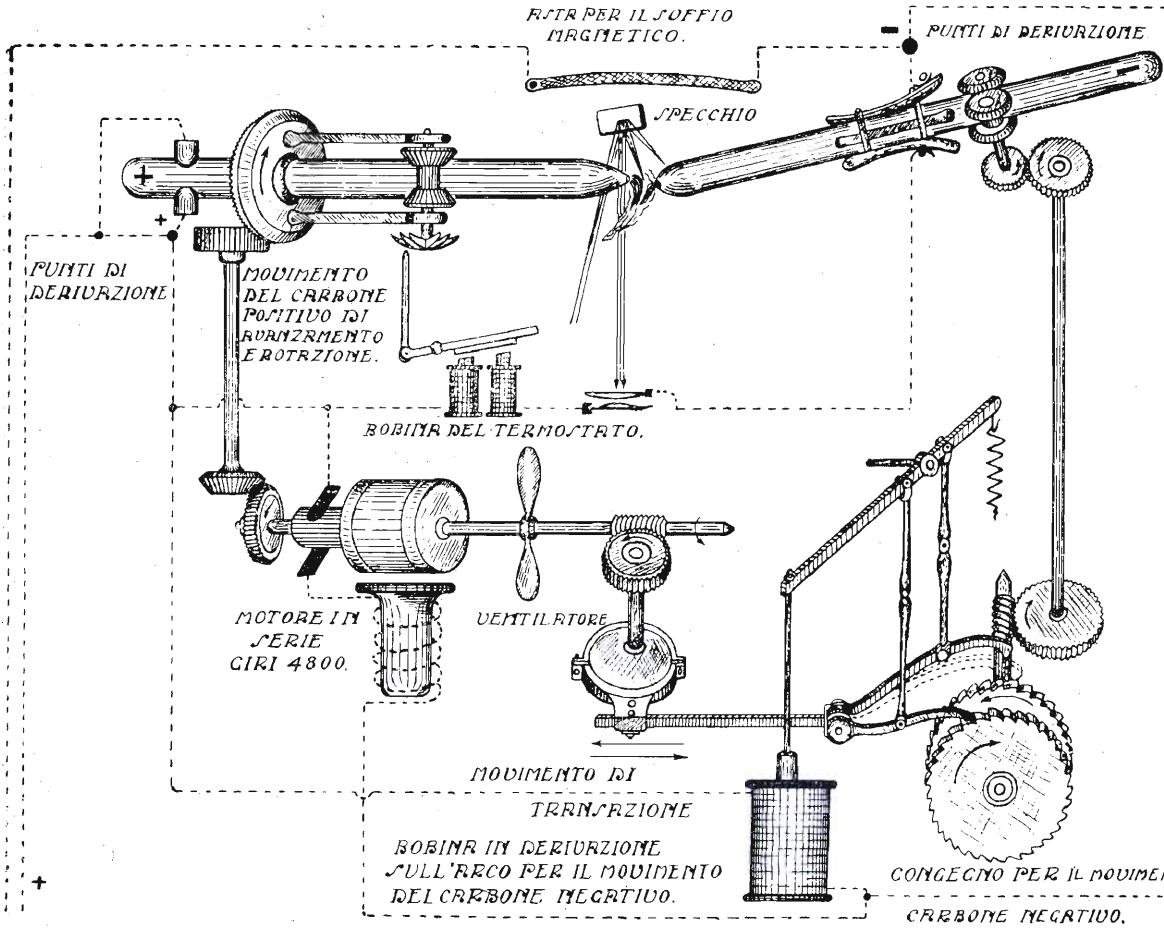


Fig. 397.

Dimostrazione schematica del funzionamento di una lampada per proiettare tipo Sperry da 75 V. 150 A. e 500 C. per m/m^2

Si esaminano poi le spazzole di contatto, la tensione della loro molla ed i rulli di avanzamento, che devono far buona presa sul carbone.

Nel mettere invece a posto il carbone negativo, bisogna verificare che il carbone stesso sia appuntato ad una estremità, e che la sua ramatura sia perfettamente liscia.

Per introdurre il carbone, è necessario, girare il sostegno negativo, premere sulla piastra di base, ed aprire lo sportello della cuffia di ottone che protegge la testa positiva.

Il carbone negativo introdotto dal davanti, cioè dalla testa del carbone positivo, deve essere lasciato sporgere di circa 40 m/m dalla sua testa - dopo

di che, il sostegno negativo verrà riportato nella sua posizione normale, e sarà chiuso lo sportello della cuffia della testa positiva.

E' molto importante, ricordare di chiudere poi tutti gli sportelli del proiettore e ciò perchè le correnti d'aria disturbano facilmente l'arco.

AVVIAMENTO.

Si chiude l'interruttore principale, dopo essersi assicurati che i carboni siano scostati.

Appena acceso l'arco, bisogna verificare che la estremità del carbone positivo sia in corrispondenza della linea segnata sullo schermo di vetro smerigliato, portandolo in detta posizione qualora risultasse spostato.

Ricordare che la lunghezza dell'arco deve essere di circa 25 m/m per una lampada da 150 ampère, in queste condizioni il volmetro deve indicare una tensione di 72 - 75 volt, e l'amperometro un consumo di 150 ampère.

La lunghezza dell'arco può essere regolata per mezzo del bottone di regolazione della molla del solenoide, che scorre in una scanalatura dentro la lampada.

Appena acceso il proiettore, osservare subito se il fascio è o no perfettamente cilindrico, il che si può ottenere mettendo a fuoco la lampada, cioè avvicinandola o allontanandola dallo specchio.

Se il fascio è molto divergente cioè tende ad ingrandirsi, occorre allontanare la lampada dallo specchio, e ciò si ottiene con la manovra dall'apposito volantino situato dietro la lampada; se il fascio tende ad impicciolirsi vuol dire che la lampada è troppo distante dallo specchio, perciò con lo stesso volantino occorre avvicinarla.

Durante il funzionamento non si devono mai aprire gli sportelli del fanale e se si devono sostituire i carboni, è prudente attendere almeno mezz'ora per evitare che lo specchio raffreddandosi rapidamente si rompa o si deteriori.

SPEGNIMENTO.

Per spegnere il proiettore, basta aprire l'interruttore principale e coprire bene il proiettore con una cappa e tenerlo coperto per parecchio tempo; ciò per evitare un raffreddamento molto rapido che potrebbe causare le avarie più sopra accennate.

Quando la lampada si è raffreddata bisogna pulire il riflettore, il vetro anteriore, e le parti interne del fanale per togliere qualunque deposito che possasi essere formato durante il funzionamento.

MANUTENZIONE.

E' necessario eseguire spesso una buona pulizia del proiettore ed una accurata lubrificazione degli organi meccanici con olio minerale bianco molto fluido.

Per eseguire la manutenzione della lampada, bisogna toglierla dal proiettore, pulire una per una le varie parti che la costituiscono verificandone lo stato ed il regolare funzionamento.

Più particolarmente, è necessario pulire bene i quattro contatti di rame che conducono corrente al carbone negativo, verificando le molle che premono il contatto stesso; assicurarsi che tutti i rulletti abbiano facile movimento di rotazione, che la godronatura sia ancora in condizioni buone, e che la molla a spirale dei rulletti stessi eserciti una giusta pressione.

Sulla testa positiva bisogna invece pulire i contatti di argento, che devono scorrere facilmente nelle loro guide ed esercitare una giusta pressione sul carbone, verificare che la molla di tensione sui rulletti abbia conservato la sua elasticità e che non sia bruciata la boccola di quarzo; il cambio di questa si rende necessario di solito dopo 50 ore di funzionamento.

Se la lampada ha il termostato, bisogna toglierlo da posto, ed eseguire con finissima carta smerigliata la pulizia delle punte platinate, verificando che l'asticciola fissa si trovi a metà dello spazio libero, e che la verniciatura nero opaco delle laminette sensibili sia in buono stato.

In navigazione oppure in porto, nelle giornate di pioggia e durante gli imbarchi di carbone, si terrà la cappa a posto e bene legata in fondo.

Settimanalmente si visiteranno lampada e proiettore; si curerà che gli ingranaggi del proiettore siano bene ingrassati e si proveranno i vari movimenti; si puliranno gli specchi levando la polvere con stracci puliti, e lavandoli anche con alcool. Si verificheranno i contatti dell'interruttore e quelli delle spazzole di presa di corrente, i serrafili, ecc.

Si proverà a mano la lampada per verificare che funzioni bene e che giri bene specialmente l'asse filettato del portacarbone, il quale è facilmente soggetto ad urti; si lubrificheranno i cuscinetti con olio d'oliva finissimo, si verificherà il funzionamento del motorino controllando che le spazzole siano bene fissate sui loro sostegni, che siano asciutti ed in buono stato gli avvolgimenti del motorino stesso e dei vari rocchetti, che siano in ordine e senza screpolature i rivestimenti delle connessioni interne, che siano stretti i serrafili, che non abbiano sbavature e screpolature i contatti dell'interruttore.

Ogni lampada, e le relative manovre elettriche a distanza, sarà fatta funzionare almeno una volta al mese.

Ogni proiettore, la rispettiva lampada e tutti gli accessori saranno contradistinti con uno stesso numero; i conduttori volanti (anch'essi numerati secondo il proiettore cui appartengono) saranno conservati, possibilmente, in stipetti nelle vicinanze del proiettore o in altro deposito, però sempre in luoghi protetti contro l'umidità.

I carboni saranno conservati in locali asciutti e qualora per un imprevisto incidente, risultassero bagnati, si faranno asciugare al sole o dentro un forno a moderata temperatura.

CAPITOLO XXIX

Motori e convertitori elettrici

§ 152 — **Generalità**

Il rapido progresso della tecnica nel campo delle applicazioni elettriche navali, ha fatto sì che in pochi anni l'uso di motori elettrici venisse esteso a tutti i servizi ausiliari di bordo.

A dimostrare la superiorità dei motori elettrici, sugli altri, bastano le considerazioni seguenti:

a) I motori elettrici, permettono, rispetto a quelli idraulici ed a vapore, maggior semplicità di manovra.

b) A pari potenza il peso e l'ingombro di un motore elettrico, è notevolmente inferiore a quello del corrispondente motore a vapore od idraulico.

c) Con i motori elettrici, è più facile raggiungere velocità elevata che non con gli altri motori, aventi in genere organi dotati di moto alternativo.

d) I cavi elettrici di alimentazione, sono molto meno ingombranti delle tubolature idrauliche o di vapore.

e) Sebbene le avarie delle tubolature idrauliche o di vapore, siano più facilmente individuabili di quelle delle linee elettriche corrispondenti, pure le avarie a queste ultime sono spesso più facilmente e più rapidamente riparabili.

Le applicazioni dei motori elettrici sulle navi, che fino ad una ventina di anni fà erano limitate, sono adesso per queste ragioni numerosissime.

Nei riguardi della sicurezza di funzionamento l'esperinza delle numerose applicazioni finora effettuate permette di affermare che anche sotto questo aspetto si può fare completo affidamento sulle macchine elettriche.

Le più importanti delle applicazioni dei motori elettrici a bordo, sono le seguenti:

1°) Ventilazione dei locali.

2°) Manovra elettrica delle artiglierie e dei tubi di lancio.

3°) Manovra elettrica del timone (con comando a distanza).
4°) Manovra degli argani, degli alberi di carico, dei tonneggi.
5°) Pompe centrifughe — (di grande esaurimento, d'igiene, ecc.).
6°) Elevatori delle munizioni.
7°) Verricelli montacarbone.
8°) Viratrici degli assi di macchina.
9°) Impianti frigoriferi.
10°) Movimento di macchine utensili.

Per disimpegnare tali servizi vengono usati motori in serie, in derivazione e compound a seconda dei vari scopi e precisamente:

1°) I motori in serie vengono impiegati in quelle applicazioni in cui si richiede forte copia motrice all'avviamento ed elasticità di marcia e per il funzionamento a carico costante.

2°) I motori in derivazione si prestano per tutti quegli usi nei quali è richiesta costanza di velocità con cariche variabili (elevatori, pompe).

3°) I motori compound, per applicazioni che richiedono uno sforzo rilevante alla messa in moto, ed una velocità relativamente costante dopo avviato.

§ 153 — **Sistemazione dei motori**

Per la sistemazione dei motori il cui basamento è poggiato su di un ponte, escluso il caso di motori molto grossi, non è in genere necessario ricorrere a rinforzi speciali del ponte.

Allorchè il motore viene poggiato su mensole fissate a paratia è invece quasi sempre necessario ricorrere a rinforzi.

Allorchè il motore è fissato al ponte, il basamento viene poggiato su di un tacco di legno duro, che ha l'ufficio di servire da cuscinetto al motore e di attutirne le vibrazioni, di sollevare il motore dal piano del ponte e facilitarne la livellazione. Questo tacco deve essere foderato di piombo e deve avere all'intorno un bordo rialzato per riparo dell'acqua. Il fissaggio del motore viene eseguito mediante perni che uniscono il basamento al ponte attraversando il cuscinetto di legno.

In genere i motori sono mandati a bordo completamente montati, perciò non rimane che da fissarli sul loro basamento e stabilire le connessioni col circuito esterno.

I motori accoppiati alla macchina operatrice per mezzo di giunti rigidi quali si hanno nelle maggior parti dei casi, debbono essere fissate sul basa-

mento in modo che il proprio asse risulti esattamente livellato rispetto a quello della macchina. E' perciò necessario regolare con la massima esattezza lo spessore del cuscinetto di legno, rettificando poi il livellamento con spessori aggiunti. I fori praticati nei piedi del motore sono più larghi dei perni che li attraversano in maniera da consentire i piccoli spostamenti necessari per ottenere il perfetto livellamento dell'asse. Solo dopo che questo è stato ottenuto e che montando il giunto è stato verificato che il motore giri liberamente, si stringeranno a blocco i perni.

Se il motore non fosse già montato, prima di eseguire il montamento è bene verificare le varie parti per assicurarsi che non abbiano subìto avarie durante il trasporto, converrà perciò mettere il motore su di un tornio per verificare che l'indotto ed il collettore siano centrati, si eseguiranno poi le prove di conducibilità e l'isolamento di tutti i circuiti interni, indi si verificheranno i cuscinetti.

Messo a posto l'indotto se ne verificherà ancora il centramento rispetto alle masse polari.

In diverse applicazioni il giunto, pur essendo rigido, è sconnettibile. L'accoppiamento e disaccoppiamento si ottengono manovrando una leva.

In altri casi, meno numerosi però, quando si vuol avere un determinato rapporto fra i giri del motore e quelli della macchina azionata, si stabiliscono unioni per mezzo di ruote dentate, di viti senza fine, o assi ausiliari mossi per mezzo di cinghie.

Alcuni motori come ad esempio quelli per la manovra delle artiglierie, ed i motorini per la manovra a distanza dei proiettori, sono muniti di giunti elettromagnetici che funzionano al solo passaggio della corrente in modo che il motore risulta disaccoppiato quando non lavora.

Nei motori per ventilatori le ventole sono generalmente montate sullo stesso asse del rotore.

I motori devono essere protetti, nel miglior modo dall'acqua, dall'umidità e dalla polvere, sia sistemandoli in locali riparati, sia difendendoli con mensole, custodie di lamierino ecc.

Gli elettroventilatori, dovendo poter fare un servizio lungo e continuo, devono essere particolarmente curati.

Ogni elettromotore deve essere munito di valvole e di interruttore, quest'ultimo deve essere sistemato in vicinanza degli organi di messa in moto e regolazione.

§ 154 — Messa in moto dei motori - resistenza d'avviamento

Esclusi i motori di piccolissima potenza (elettroventilatori da tavolo etc.) tutti gli altri all'atto dell'avviamento vengono collegati alla rete non direttamente ma attraverso una resistenza variabile, che serve a ridurre la corrente assorbita dal motore, affinchè questa non oltrepassi il valore massimo che l'avvolgimento d'armatura può sopportare (V. Manuale dell'Elettricista).

Questa resistenza, tutta inclusa all'atto della messa in moto, viene man mano esclusa mentre il motore assume la velocità normale.

La resistenza d'avviamento, è di solito variata a tacche: alla posizione di riposo (leva a zero) corrisponde spesso l'apertura del circuito, anche in questo caso però è sempre necessario l'uso dell'interruttore bipolare a monte della resistenza.

Nei motori con inversione di marcia, l'apparecchio in messa in moto serve anche per invertire il movimento; ciò si ottiene per mezzo di varii contatti, in modo che manovrando la leva del reostato in un verso o nell'altro si inverta la corrente nell'indotto o negli induttori. In genere, si fa invertire il senso della corrente nell'indotto.

§ 155 — Particolari dispositivi per i grossi motori a bordo

Molti macchinari elettrici delle navi sono sistemati in locali poco accessibili, lontani dalla sorveglianza diretta e continua; è perciò necessario proteggerli quanto più è possibile da eventuali avarie. A questo scopo quasi tutti i motori in uso sulle navi sono del tipo *chiuso* detto corazzato, e molti sono anche stagni fino ad una pressione corrispondente ad alcuni metri d'acqua.

Le leve di comando dei reostati di avviamento sono munite di ritorno a zero automatico per cui se manca corrente mentre il motore è in funzione ed il reostato completamente escluso, la leva torna automaticamente nella posizione a cui corrisponde l'interruzione del circuito di alimentazione. Con ciò è evitato il grave pericolo che, se l'interruzione è piuttosto lunga ed il motore abbia avuto tempo di fermarsi, si riavvii con la resistenza esclusa appena cessa l'interruzione.

Per ottenere il ritorno a zero automatico le leve di manovra sono munite di una molla che tende a riportarle a zero e che quindi è in tensione quando il reostato è tutto escluso e la leva in fine corsa. In queste condizioni la leva è trattenuta da una elettrocalamita eccitata dalla corrente del rotore e da quello dello statore.

In seguito ad una interruzione di corrente l'elettrocalamita si diseccita e la leva, richiamata dalla molla, tornerà a zero.

Se l'elettrocalamita è posta in serie con l'indotto, il manubrio scatta ed interrompe il circuito appena manca la corrente (Fig. 398). Se viceversa è in serie con l'eccitazione, poichè il rotore anche dopo l'interruzione della corrente continua ancora a girare per inerzia, l'eccitazione stessa, e quindi anche l'elettrocalamita sono percorse da una corrente variabile dovuta alla f.c.e.m. del motore.

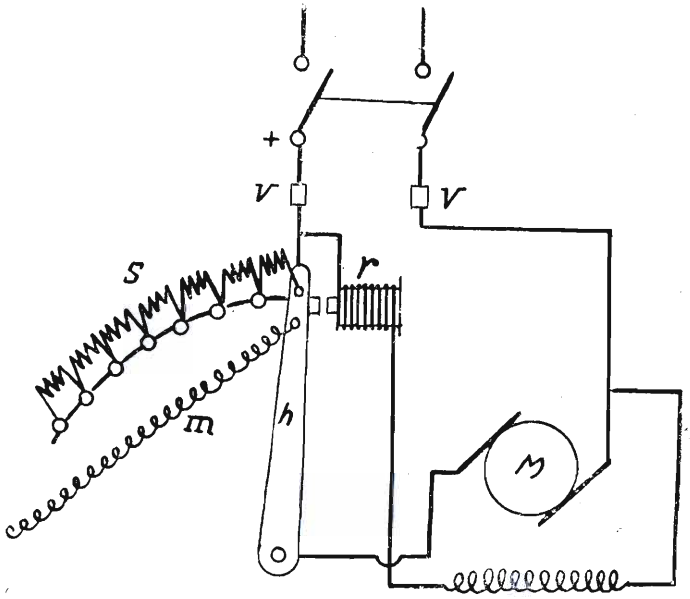


Fig. 398.

Ciò è utile perchè se l'interruzione della corrente è di brevissima durata, il motore può riprendere regolarmente da solo il suo movimento.

Poichè i reostati di avviamento sono parte essenziale per il funzionamento e la protezione dei motori è necessario che essi siano molto curati:

1°) Si sorveglierà che il dispositivo automatico per il ritorno a zero abbia un regolare e sicuro funzionamento. Si deve principalmente curare che la leva si muova liberamente e non sia in alcun modo ostacolato il ritorno a zero.

2°) I reostati d'avviamento dovranno essere sempre completamente esclusi ad avviamento ultimato, poichè sono calcolati solo per funzionamento intermittente e quindi non possono restare a lungo sotto corrente.

3°) Accurata manutenzione dovrà essere fatta alle spazzole striscianti, che dovranno poggiare bene su tutti i contatti fissi del reostato.

4°) Le riparazioni dei reostati importanti a bordo, sono in linea di massima vietate. Dovendo eseguirle per urgenti necessità, occorrerà non alterarne le caratteristiche e tener presente che il collegamento dei vari elementi deve esser fatto solo con serrafili stretti a blocco e non mediante saldature che non resisterebbero alle temperature elevate a cui di solito arrivano i reostati. Ordinariamente si proteggono i motori più importanti anche con un interruttore a massima in serie col rotore.

Alcuni motori sono provvisti di sistemi automatici di avviamento a distanza. Questi possono essere realizzati in svariati modi. In generale però l'esclusione graduale della resistenza d'avviamento è provocata per mezzo di ruotismi dal movimento che un'elettrocalamita, quando eccitata, imprime ad un nucleo di ferro. Il circuito che alimenta l'elettrocalamita è derivato dalla linea di bordo ed è comandato da un interruttore situato nel punto dal quale si vuol fare l'avviamento del motore.

Il movimento del nucleo nell'interno del solenoide è ostacolato da un sistema di compressione (idraulico o ad aria) in modo che avvenga con la dovuta lentezza. Allorchè si apre l'interruttore di comando o venga in qualsiasi modo a mancare la corrente, il nucleo cade ed il reostato torna a zero.

Nei « controller » di manovra dei grossi motori si hanno spesso forti correnti di apertura che producono veri archi sui blocchetti di contatto. Per evitare che tali contatti vengano rapidamente deteriorati è necessario che questi archi abbiano la minima durata, si adoperano allora i cosidetti « soffiatoi magnetici » formati da elettrocalamite poste in vicinanza dell'arco da interrompere. Poichè l'arco voltaico può rappresentarsi come una corrente elettrica attraversante l'aria, il campo magnetico (fig. 399) agisce con una forza F,

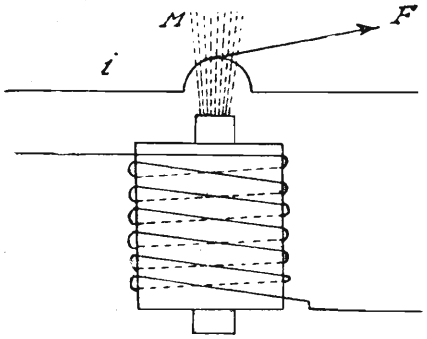


Fig. 399.

di direzione normale alla corrente i ed al campo H. L'arco viene allungato; e si rompe.

Altra condizione cui debbono spesso soddisfare i motori di bordo è l'arresto immediato.

A questo scopo possono essere diversi i sistemi frenanti impiegati. Alcuni sono elettrici, altri elettrici e meccanici assieme (freno elettromeccanico di blocco) o a doppio sistema meccanico.

§ 156 — **Trasformatore rotante**

I motori adoperati per molte applicazioni (argani, motori delle torri, motori per brandeggio dei tubi di lancio, motori degli alberi di carico) debbono lavorare con regime di velocità e di carico che subiscono rapide e forti variazioni, la grande elasticità di marcia che si richiede in questi casi è superiore a quella che può realizzarsi con gli ordinari mezzi di regolazione (reostato di campo) ed è quindi necessario variare anche la tensione di alimentazione del motore. A tale scopo si adopera un complesso, impropriamente chiamato « trasformatore rotante », il quale permette di realizzare ciò senza dover ricorrere all'inserzione di reostati il cui uso non sarebbe pratico.

Questo complesso è costituito (fig. 400):

a) da una dinamo D ad eccitazione separata, mossa da un ordinario motore in derivazione.

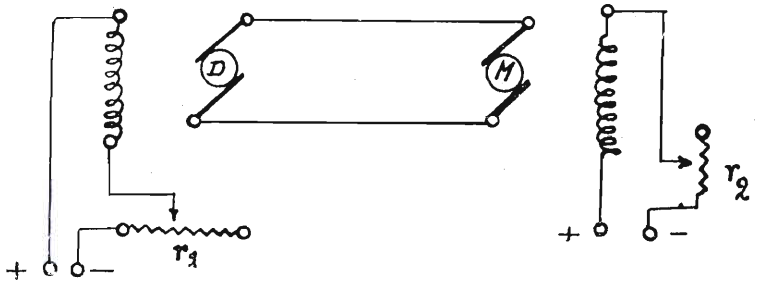


Fig. 400.

b) un motore M, anche ad eccitazione separata, il quale è il motore di lavoro, cioè quello che aziona il macchinario (argano, timone, ecc.) che si vuole far funzionare.

Il circuito di eccitazione della dinamo D e quello del motore M, sono presi dalla rete di bordo: la corrente di eccitazione viene regolata mediante un *controller* che fa variare le resistenze r_1 ed r_2 sui due circuiti di eccitazione.

Variando l'eccitazione della dinamo D, si varia la tensione V applicata al motore, variando invece l'eccitazione del motore varia il flusso magnetico Φ dei poli induttori. Poichè il numero di giri è espresso da:

$$n = K \frac{V - R I}{\Phi}$$

dove K è una costante di proporzionalità ed R e I la resistenza e la corrente di armatura, si capisce come variando sia la V che Φ si abbiano velocità variabili entro limiti molto più estesi che non variando solo Φ. Con questo sistema inoltre la spesa di energia nei reostati è minima in quanto essi sono inseriti nei circuiti di eccitazione.

Le forti velocità si hanno escludendo tutta la resistenza del circuito di eccitazione della dinamo (V Max) e inserendo tutta la resistenza del circuito di eccitazione del motore (Φ minimo); le velocità basse, facendo l'operazione inversa. Anche la coppia motrice $C = K \Phi I$ varia tra limiti assai estesi in quanto variando l'eccitazione della dinamo, si varia infatti la corrente I, fornita dalla dinamo al motore, e agendo sull'eccitazione del motore di lavoro, si varia Φ .

All'avviamento, è necessario che il motore sviluppi una forte coppia motrice; conviene perciò escludere tutta la resistenza del reostato dell'eccitazione del motore, con che è forte il valore di Φ che compare nell'espressione.

$$C = K \Phi I$$

Sembrerebbe anche conveniente escludere tutta la resistenza dell'eccitazione della dinamo, ma occorre por mente che all'avviamento la f.c.e.m. del motore da lavoro è nulla, e quindi anche se la tensione applicata al motore è debole, la corrente I che esso assorbe è rilevante. Aumentando la tensione, cioè escludendo r_1, la corrente che assorbirebbe il motore sarebbe tale da deteriorare il rotore: di qui la necessità che all'avviamento r, sia inclusa.

Man mano che il motore si avvia, conviene poi includere la resistenza di eccitazione del motore di lavoro, ed escludere quella dell'eccitazione della dinamo per portare il motore da lavoro alla velocità normale.

Per invertire il senso di rotazione del motore da lavoro, basta invertire o l'eccitazione del motore da lavoro o quella della dinamo.

In fine per ottenere un arresto rapido del motore da lavoro, basta togliere l'eccitazione della dinamo lasciando quella del motore. Questo continuando a girare per inerzia, funzionerà come una dinamo, ed essendo il rotore chiuso sull'indotto della dinamo D, la cui resistenza è piccola, l'azione frenante fra campo induttore e corrente indotta sarà molto energica.

La fig. 401 rappresenta la dinamo, i motori le linee elettriche per l'alimentazione degli argani a salpare della R. Nave « TRIESTE ».

La fig. 402 rappresenta le varie combinazioni che si possono effettuare per tali alimentazioni; combinazioni che garantiscono il funzionamento degli argani anche in caso di avaria di una macchina o di una linea.

157 — **Convertitori rotanti per proiettori**

Sulle Navi dove la tensione di esercizio dell'impianto elettrico è di 220 Volt è stato necessario sistemare appositi apparecchi riduttori di tensione, per alimentare i proiettori alla tensione di 110 volt.

Tale riduzione di tensione non potrebbe essere convenientemente effettuata mediante resistenze in serie con le lampade, perchè l'energia che in essa verrebbe dissipata sarebbe troppo rilevante. Si ricorre perciò ad appositi convertitori mediante i quali la riduzione di tensione viene effettuata con rendimento di gran lunga superiore.

Sulle Navi tipo « ANCONA » il convertitore è costituito da un motore alimentato a 220 V sul cui asse è calettata una dinamo a 110 V. L'eccitazione della dinamo è regolabile mediante un reostato comandato a distanza dalla stessa coffa dei proiettori in modo che la tensione può essere tenuta costantemente a 110 V a malgrado delle eventuali variazioni sulla rete.

Sulle Navi tipo « TRENTO » la riduzione di tensione da 220 a 110 V per la alimentazione dei proiettori, è effettuata pure con un complesso costituito da un motore e da una dinamo calettati sullo stesso asse, ma il funzionamento di tale complesso è diverso da quello degli ordinari gruppi convertitori. Esso non è costituito cioè da un motore a 220 volt che aziona una dinamo a 110 V, ma da due macchine entrambi per 110 V; calettate sullo stesso asse e collegate in serie fra di loro. (V. fig. 403). La linea di alimentazione dei proiettori è derivata su una delle due macchine. All'avviamento (circuito di utilizzazione aperto) le due macchine funzionano ambedue da motori ed essendo collegati in serie a ciascuno di esse risulta applicata la tensione di 110 V.

Quando il gruppo è in moto, se si chiude il circuito di alimentazione dei proiettori, diminuisce la corrente che percorre la seconda macchina, B, la quale tenderebbe perciò a rallentare; siccome però è rigidamente collegata alla prima, viene da questa trascinata e passa quindi a funzionare come generatrice. Il vantaggio del sistema stà nel fatto che le due macchine del complesso risultano di potenza circa eguale alla metà di quella che dovrebbero

LEGGENDA

A - Amperometri (sulla colonna di comando manipolatori argani).
C_1 - Commutatore delle combinazioni dell'argano.
C_2 - Manipolatori per comando, avviamento, regolazione dinamo D_3 - D_4 - Motori M_2 e M_3.
D_3 - D_4 - Dinamo del trasformatore rotante.
F - Elettromagneti per freno.
I_1 - Interruttore di massima corrente.
I_2 - Interruttore di massima corrente con comando a distanza.
I_3 - Commutatore a coltello.
M_1 - Motore del trasformatore rotante.
M_2 - M_3 - Motori dell'argano a salpare.
R_1 - Reostato d'avviamento motore trasformatore.
R_2 - Reostato d'avviamento dinamo D_3 D_4 (nelle posizioni 5 e 6 = Dinamo funzionanti da motore).
L_3 - Lampada spia (Il commutatore C_1 può essere messo sulle posizioni 3 - 4 - 5 - 6 solamente a lampada accesa e sulle posizioni 1 - 2 a lampada spenta).
Variante B - Possibilità della manovra contemporanea dei due argani in qualunque posizione del commutatore C_1.

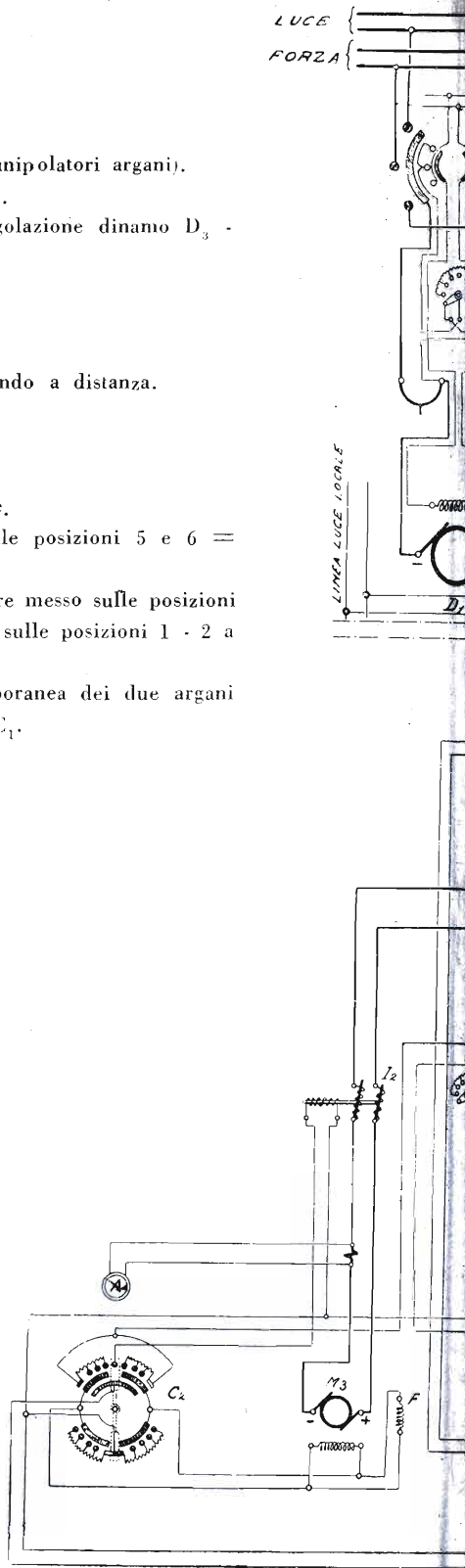


Fig. 401. — *Schema delle linee e p*

bili combinazioni per argani a salpare

avere se fossero solo meccanicamente accoppiate. Il peso, il costo, l'ingombro risultano quindi minori (1).

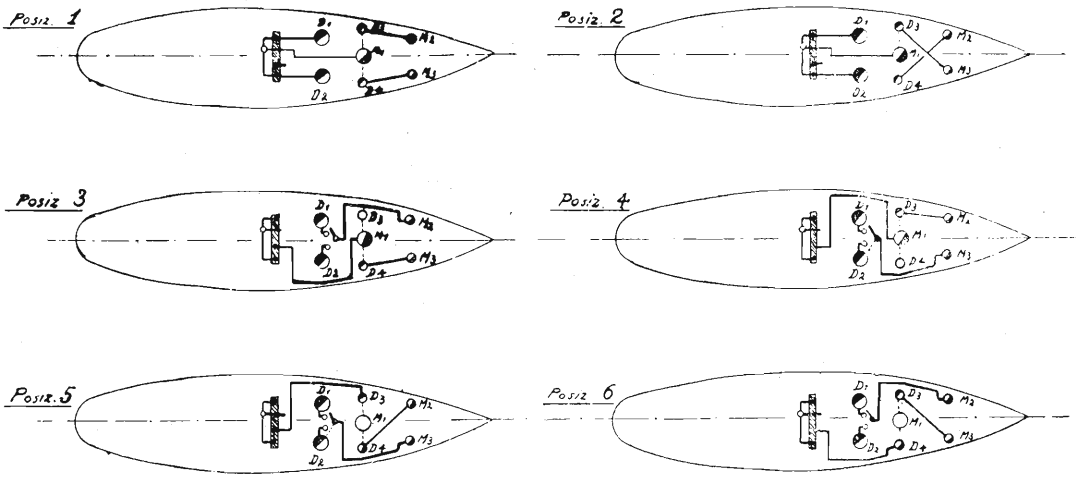


Fig. 402.
Possibili combinazioni per argani a scalpare

POSIZIONE 1 - Motore M_1 (trasformatore rotante) alimentato dalla linea argani - Motore M_2 con D_3 - Motore M_3 con D_4.

POSIZIONE 2 - Motore M_1 (trasformatore rotante) alimentato dalla linea argani - Motore M_2 con D_4 - Motore M_3 con D_3.

POSIZIONE 3 - Motore M_1 (trasformatore rotante) dalla linea forza prora - Motore M_2 con D_1 o D_2 - Motore M_3 con D_4 - Dinamo D_3 esclusa.

POSIZIONE 4 - Motore M_1 (trasformatore rotante) alimentato dalla linea forza prora - Motore M_2 con D_3 - Motore M_3 con D_1 o D_2 - Dinamo D_4 esclusa.

POSIZIONE 5 - Dinamo D_3 funzionante come motore e alimentata dalla linea forza prora Motore M_2 con D_4 - Motore M_3 con D_1 o D_2 - Motore M_1 escluso.

POSIZIONE 6 - Dinamo D_4 funzionante come motore e alimentata dalla linea forza prora - Motore M_2 con D_1 o D_2 - Motore M_3 con D_3 - Motore M_1 escluso.

---

(1) - Difatti - Detto η il rendimento complessivo del convertitore, siano V_1 ed I_1 la tensione e la corrente del gruppo V_2 e I_2 la tensione e la corrente nel circuito di utilizzazione. La potenza assorbita da questo circuito è:

$$Pu = V_2 I_2 + V_1 I_1 \eta$$

Quella erogata dalla dinamo è: $Pd = V_2 (I_2 - I_1)$ ma $I_1 = \frac{Pu}{V_1 \eta}$ quindi $Pd = Pu\left(1 - \frac{V_2}{V_1}\frac{1}{\eta}\right)$ Analogamente si troverebbe che la potenza sviluppata dal motore A è: $Pm = Pu - \frac{V_2}{V_1}\frac{1}{\eta}$. Poichè le due macchine sono uguali è $\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{2}$ quindi per $\eta = 1$ si avrebbe $Pd = Pm = - \frac{1}{2} Pu$. Così ad esempio, per i convertitori dei tipi « ZARA », dovendosi avere sulla linea di alimentazione 630 ampere al 110V. ossia 70 Kw circa, la potenza della dinamo, ammesso un rendimento complessivo = 0,89, risulta di 31 Kw.

Sulle Navi tipo « TRENTO » ogni convertitore alimenta due proiettori, esistono quindi a bordo due complessi essendo installati su queste navi quattro proiettori.

Le fig. 404 e 405 rappresentano rispettivamente lo schema di questi complessi e le connessioni esterne.

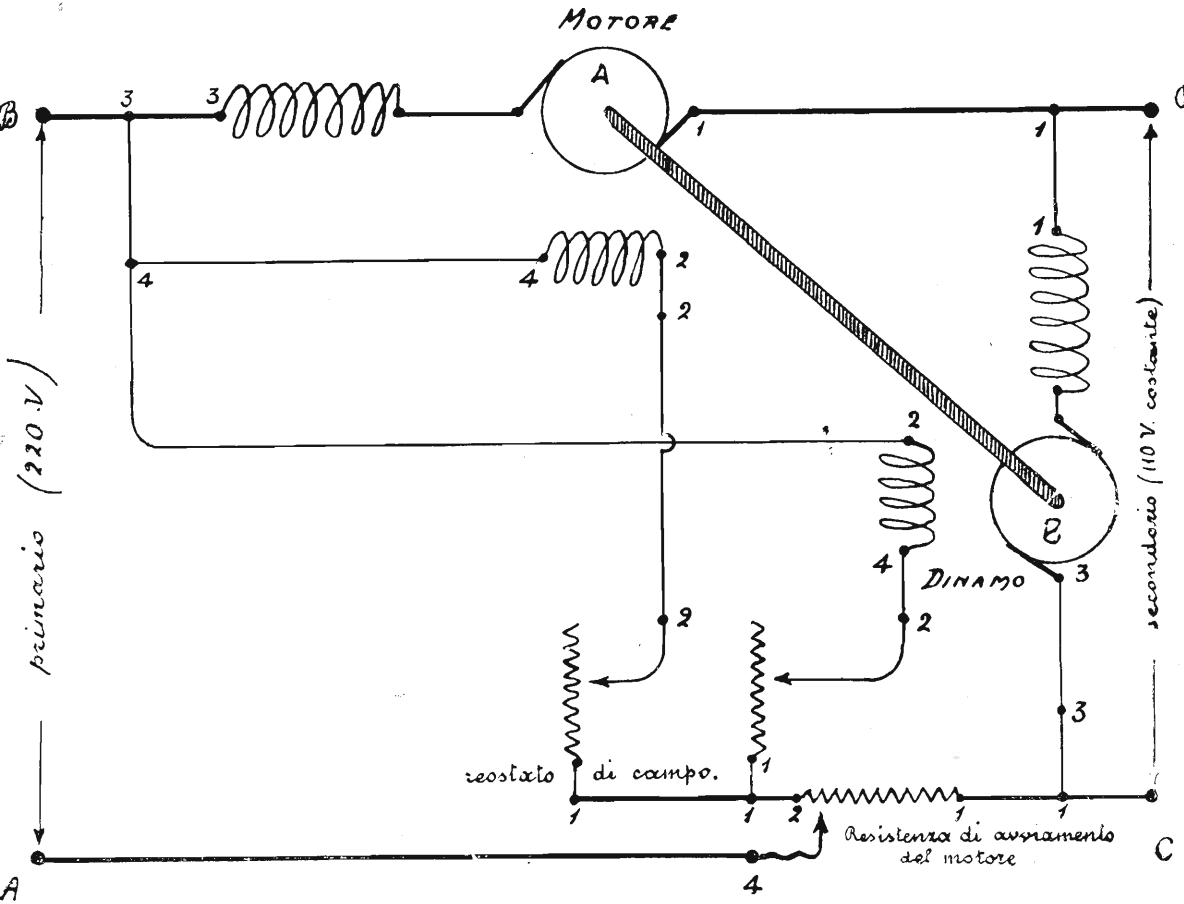


Fig. 403.

R. N. « Trento e Trieste » — Convertitore rotante per proiettori

§ 158 — **Manovra elettrica per il brandeggio dei tubi di lancio**

Per ottenere una velocità di brandeggio variabile entro vasti limiti si alimenta il motore di brandeggio con tensione variabile. Ciò si ottiene con un complesso formato da: (V. fig. 406).

a) Un convertitore rotante a corrente continua tipo chiuso, stagno, a 1700 giri circa costituito dal motore MC alimentato direttamente dalla tensione di bordo (110 V.), e dalla dinamo CC per tensione variabile da zero a 110 V. e con polarità invertibile.

b) Un motore di brandeggio ML.

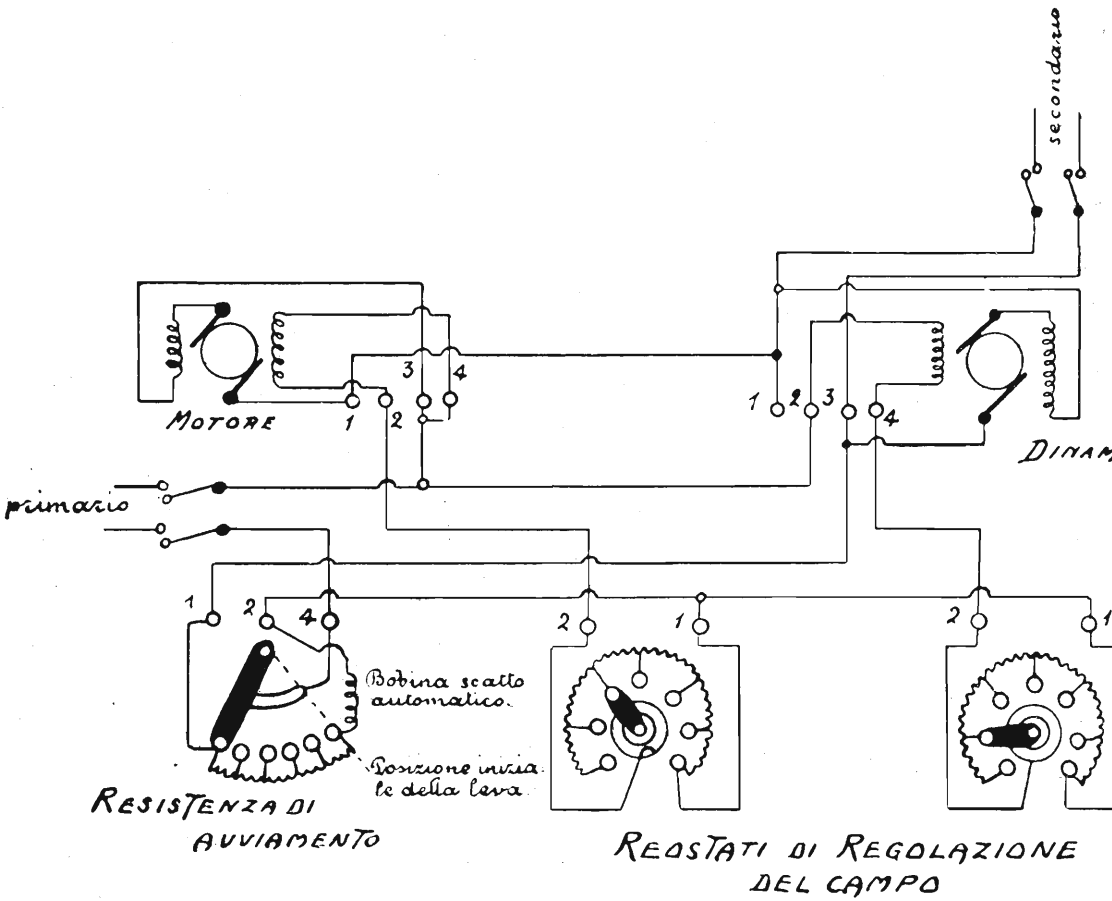


Fig. 404.

N. B. - All'avviamento disporre gli indici dei due reostati di regolazione sopra il segno rosso.

c) Un reostato R, con ritorno a zero automatico per l'avviamento del convertitore.

d) Un manipolatore di comando A, con relative resistenze di regolazione.

e) Un dispositivo di protezione del circuito dinamo del convertitore e motore di brandeggio, costituito dal relais di scatto S e dal relais di chiusura O.

Gli accessori *c*) ed *e*) sono tutti raggruppati su di un unico pannello racchiuso entro robusta scatola stagna munita di coperchio di visita.

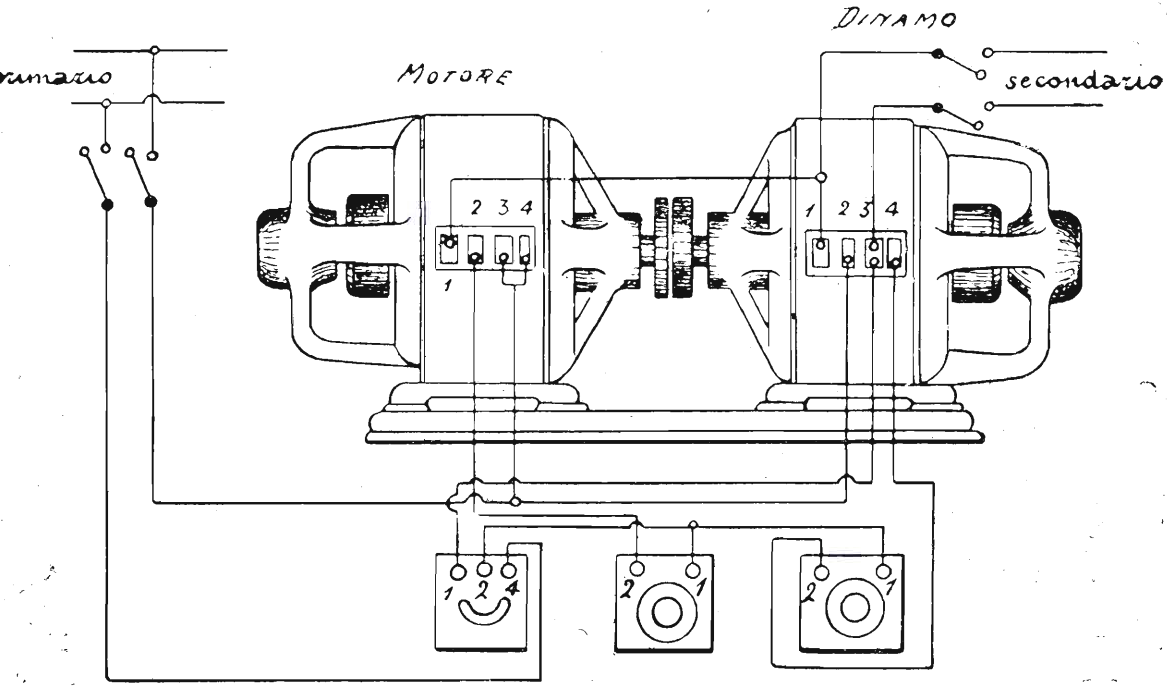


Fig. 405.

La dinamo CC è ad eccitazione indipendente, ed alimenta direttamente il motore di brandeggio ML. Per ottenere la rotazione di questo in due sensi, la eccitazione della dinamo come si è detto può essere invertita. La velocità di rotazione del motore ML viene variata sia influendo sulla eccitazione della dinamo e quindi sulla tensione applicata al motore, sia sull'eccitazione di quest'ultimo. La regolazione viene effettuata con manovra unica mediante il manipolatore A.

Il dispositivo di protezione del comma *e*) è così costituito: Il circuito di eccitazione della dinamo è chiuso dal contatto superiore di sinistra del relais di chiusura O, perciò quando il nucleo di tale relais è abbassato ed il contatto inferiore aperto, il circuito di eccitazione rimane aperto. In realtà, per evitare forti extracorrenti, il contatto inferiore non apre il circuito, ma interpone in

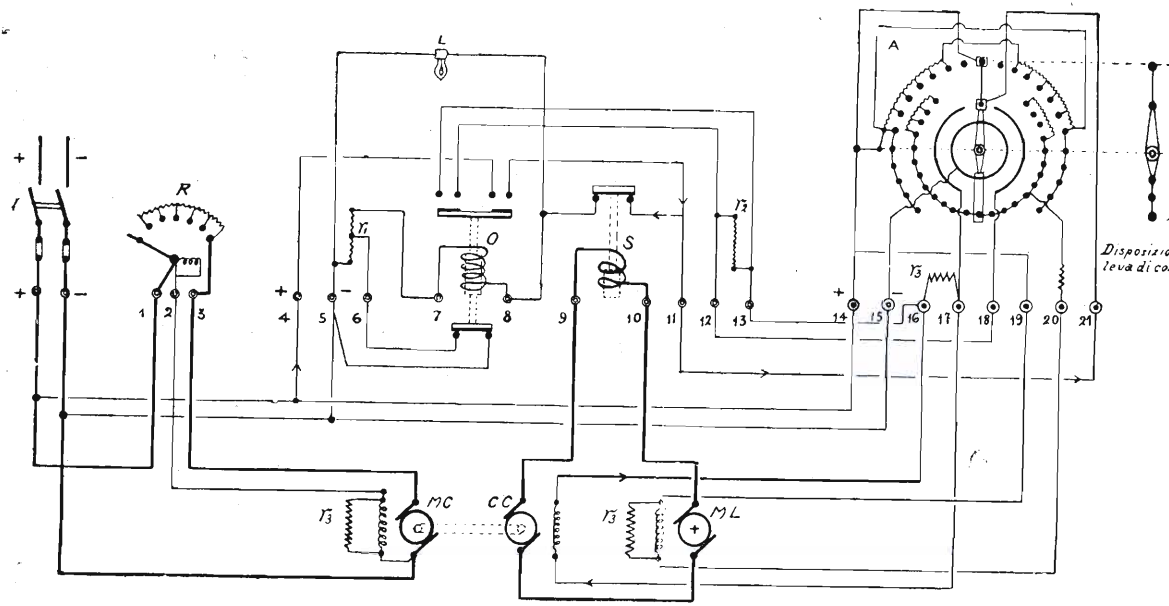


Fig. 406.

Schema del brandeggio elettrico per lancia-siluri per C. T. tipo Sella

LEGGENDA

M C - Motore del convertitore

G C - Generatore del convertitore

M L - Motore di lavoro

R - Reostato di avviamento del convertitore

O - Relais di chiusura

S - Relais di scatto

r_3 - Resistenza di protezione induttori generatore

r_2 - Resistenza di disinserzione induttore

r_1 - Resistenza addizionale relais di chiusura

L - Lampada spia del relais di regolazione

A - Manipolatore di comando con resistenza

esso una resistenza r_2, la quale è così elevata che riduce praticamente a zero la corrente di eccitazione.

Il relais di chiusura « O » è comandato da una bobina derivata sulla linea di alimentazione del complesso, il circuito di tale bobina è chiuso dal contatto superiore di destra del relais « O » e dal contatto del relais di scatto « S ». Questi due contatti sono in serie, basta perciò che uno di essi sia aperto perchè sulla bobina del relais « O » non passi corrente. La bobina del relais « O » può però essere alimentata anche per altra via e cioè, se la leva di comando A è in centro la corrente, che dal + di linea arriva al contatto superiore centrale del controller, attraverso la leva passa al secondo contatto superiore centrale quindi al serrafilo 21, a quello 11, e se il relais « S » è chiuso, arriva al negativo di linea attraverso la bobina del relais « O » anche se il contatto superiore di destra di questo è aperto.

Il relais « O » chiude i due contatti superiori ed apre quello inferiore quando è attraversato da corrente, se la corrente nella bobina manca, allora apre quelli superiori e chiude quello inferiore.

Il relais « S » è comandato dalla corrente assorbita dal motore e si apre quando questa oltrepassa determinati limiti.

Supposto allora che ciò accada (la leva di manovra non sarà certamente a zero), l'apertura di « S » fa cadere il relais ed apre i due contatti superiori di questi, con ciò la dinamo diseccita ed il ML si ferma. Il relais S si richiude appena la dinamo si è diseccitata, però il relais O non può, malgrado ciò, richiudersi perchè il contatto superiore a destra è aperto. Bisogna allora riportare la leva di manovra, così facendo, ed essendo chiuso S, il relais O, come si è visto, viene nuovamente messo sotto corrente e quindi i contatti superiori si richiudono e tutto torna nelle condizioni iniziali.

Il contatto inferiore del relais « O » serve per ottenere con più sicurezza la chiusura di questo: difatti con relais chiuso (contatto inferiore aperto), tutta la resistenza r_1 è in serie con la bobina del relais e la corrente che circola in quest'ultimo è appena quella necessaria per tenere alzato il nucleo; con relais aperto (contatto inferiore chiuso) invece una parte della r_1 è cortocircuitata in modo che quando si ristabilisce la chiusura del circuito della bobina, la corrente in questo è più forte del valore normale e determina un energico movimento del relais.

Una lampada spia L avverte quando avviene lo scatto del relais, basta allora riportare a zero il manipolatore, per ripristinare le condizioni normali e riprendere quindi la manovra.

§ 159 — **Condotta dei motori**

a) - MANUTENZIONE.

Valgono per i motivi le stesse norme date per la manutenzione e la verifica delle dinamo, dato però che essi generalmente lavorano in condizioni ambienti più sfavorevoli ad una buona conservazione, è necessario che le visite e le verifiche siano abbastanza frequenti.

Quando il motore è fermo, si verifica tanto che sia aperto il suo interruttore e quanto che la leva di comando sia a zero, che i conduttori volanti (se ne esistono) siano sospesi dai ponti, ed al riparo da possibili urti e dall'umidità ecc. In alcuni casi (ad esempio per i motori non di uso corrente) è conveniente sguarnire tali penzoli e conservarli; questi debbono però, essere opportunamente contrassegnati per ciascun motore.

Durante i giorni piovosi, durante i lavaggi e la pulizia dei locali, durante l'imbarco del carbone etc., bisogna coprire i motori, con cappe o con apposite custodie di lamierino. Queste coperture saranno però per i motori d'uso poco frequente, tolte spesso da posto per impedire che l'umidità si depositi nell'interno.

E' buona norma estendere simile protezione anche ai reostati di regolazione, sia per impedire ossidazioni, sia per impedire che possano introdursi nell'interno materie estranee e formarsi depositi di polvere o altro.

Lo stato di conservazione dei reostati deve essere continuamente sorvegliato: i blocchetti di contatto e le spazzole di contatto vanno spesso puliti e rettificati con tela smeriglio finissima.

Se le resistenze di avviamento sono unite alla linea ed ai motori con cavi multipli volanti, bisogna verificare la giusta posizione dell'innesto a due ed a cinque piuoli.

In questi innesti la posizione dei contatti va contrassegnata con segni +, —, e con le lettere S (circuito in serie), P (circuito in parallelo) S P estremità comune del circuito in serie e quello in parallelo, I I spazzole riportate sui maschi e sulle femmine.

Ciò facilita e rende più sicura la messa a posto dei penzoli.

Le spazzole nuove saranno fatte bollire per 4 o 5 ore nella vaselina: in tal modo si riesce a ridurre di molto lo scintillio ed a mantenere più pulito il collettore. Si formerà poi la superficie di contatto delle spazzole, nel modo detto per le dinamo, fasciando cioè il collettore con carta vetrata e facendovi scorrere sopra la spazzola.

Per i motori sistemati sul ponte di coperta e sulle tughe (montacarichi)

e quindi maggiormente esposti agli agenti atmosferici, è necessario curare che dopo ciascun periodo di pioggia siano scoperti, provati a vuoto e lasciati in moto per un certo tempo affinchè riscaldandosi eliminino l'umidità assorbita. La stessa avvertenza si avrà per i motori situati nei locali umidi (Pompe esaurimento).

b) Messa in moto.

Prima di mettere in moto un motore è necessario, per evitare gravi avarie, assicurarsi che non vi sia niente che ostacoli la rotazione e sopratutto che la macchina azionata dal motore sia nelle condizioni convenienti per l'avviamento. Si verificherà inoltre che in prossimità del mototre non vi siano oggetti (ad esempio, stracci, stoppa, recipienti per lubrificazione, chiavi, ecc.) che possano essere trascinati dal movimento dell'elettromotore, o della trasmissione.

Si riempiranno i lubrificatori ad olio e grasso e si verificherà il loro funzionamento.

Si verificherà lo stato del collettore, lo stato delle spazzole, la loro posizione sul collettore, i portaspazzole, ecc.

Dopo aver controllato che la leva del reostato di avviamento sia a zero, si chiuderà l'interruttore, e quindi si sposta gradualmente la leva di avviamento, nel senso opportuno escludendo resistenza man mano che la velocità aumenta, fino a raggiungere quella di regime.

Per i grossi motori esiste spesso in prossimità della leva di manovra un amperometro che indica la corrente assorbita dal motore, durante l'avviamento si manovrerà il reostato in modo che questa corrente non superi il valore consentito per il periodo di avviamento.

Per regolare la velocità del motore; si agirà sempre sul reostato di campo *mai su quello di avviamento*, poichè questo per le ragioni già esposte deve essere sempre totalmente escluso ad avviamento ultimato.

Se, muovendo la leva, il motore non si avvia, si deve subito riportare la leva nuovamente a zero senza insistere nell'esclusione del reostato che potrebbe essere pericolosa. L'avviamento sarà ripreso in questo caso dopo che siano state eseguite le opportune verifiche ed identificate le cause che lo ostacolavano.

CAPITOLO XXX

Suonerie ed apparecchi indicatori

§ 160 — **Suonerie elettriche**

IMPIANTI.

Anche le canalizzazioni delle suonerie elettriche e di tutti i circuiti a bassa tensione in genere, devono essere fatte con conduttori di andata e di ritorno, senza cioè servirsi dello scafo come ritorno; le linee devono essere convenientemente protette, specialmente se alimentano suonerie da adoperare durante il combattimento.

Le linee principali sono costituite da cavi multipli contenenti un numero di conduttori superiore a quello impiegato, onde avere disponibili per ogni linea alcuni fili di riserva con i quali si possa far fronte alla eventuale sostituzione di conduttori avariati o ad un eventuale aumento di utenti. In ogni cavo i vari fili sono protetti da rivestimento di colore diverso per ognuno di essi. E' bene che l'estremità dei conduttori che fanno capo ai serrafili delle cassette di derivazione siano distinti oltre che da questo diverso colore anche con cartellini recanti i numeri o le indicazioni relative al circuito cui appartengono.

Tutto l'impianto di alimentazione delle suonerie è fatto con cavo armato, valgono quindi per quanto riguarda i passaggi attraverso ponti e paratie, gli attacchi alle cassette di derivazione ecc., le stesse norme esposte per il montamento e la messa in opera delle linee a tensione normale. Fanno eccezione le derivazioni per i pulsanti situati negli alloggi le quali vengono di solito effettuate con conduttori a « cordoncino ».

Per le chiamate semplici sono usati bottoni di porcellana o « pere » in legno, per le chiamate multiple si fa uso di tastiere con bottoni d'osso, portanti le indicazioni delle varie chiamate.

Le suonerie che hanno più chiamate sono munite di quadro inidicatori.

Per l'alimentazione delle suonerie si adoperano batterie al ferro-nichel di 12 Volt.

Le batterie che alimentano le linee protette, sono sistemate in locali protetti.

Per la carica, la manutenzione e la sistemazione di queste batterie valgono le stesse norme relative alle batterie per la luce riserva (V. Cap. VII).

Gli impianti delle suonerie debbono essere tenute in efficienza curando scrupolosamente l'isolamento delle varie linee ed il funzionamento di quadri, dei pulsanti e delle suonerie.

PRINCIPALI AVARIE.

1°) *Agli apparecchi di chiamata:*

a) Premendo un pulsante il campanello non suona. Ciò può dipendere dalle seguenti cause:

Rottura delle connessioni del pulsante.
Serrafili mal stretti.
Linguette di contatto del pulsante ossidate, oppure interposizione fra di esse di qualche corpo isolante.

b) Il campanello suona anche senza premere il pulsante. Ciò dipende da:

Bottone del pulsante rimasto « incantato ».
Contatto fra i fili.
Contatto fra le linguette di un pulsante.

2°) *Avarie alle suonerie:*

Se il campanello non suona dipende da:

Rottura dell'avvolgimento delle bobine.
Connessioni mal fatte (rottura o allascamento dei serrafili, cattivi contatti).
Vite di contatto mal regolata (troppo stretta o troppo allascata).
Mancanza di platino alla vite di contatto (punta ossidata).

3°) *Avarie alla linea:*

a) Se il campanello suona senza premere il pulsante, ciò dipende da:
Contatti sulla linea.

b) Se il campanello non suona, premendo un dato pulsante, ciò dipende da:
Interruzione su di una deviazione.

c) Se il campanello non suona premendo qualsiasi pulsante, ciò dipende da:
Interruzione o corto circuito sulla linea principale di alimentazione.

4°) *Avarie sui quadri indicatori:*

a) Se non si alza un dato numero, ma suona un campanello, ciò dipende da:
Cattivo montamento del cartellino indicatore o da attrito del nottolino sul quale il numero è fissato.

b) Se non si alza il numero e non suona il campanello, ciò dipende da:
Rottura dell'avvolgimento della elettrocalamita.

c) Se si alza un altro numero invece dello stabilito, si hanno connessioni invertite.

d) Se si alzano altri numeri, oltre allo stabilito, ciò accade perchè:
Il quadro è male equilibrato (inclinazione del quadro, movimenti del bastimento ecc.).
Oppure esistono dispersioni fra i conduttori.

e) Se il numero torna ad alzarsi, dopo esser stato abbassato, il quadro è male equilibrato.

Per localizzare le avarie, si può procedere così:

1°) *Non suona il campanello.*

Si verifica se gli altri pulsanti fanno funzionare la suoneria, in tal caso si sarà certi che la avaria non dipende nè dalla batteria nè dal campanello, ma dal pulsante o dalla linea.

Eseguita la verifica del pulsante, se non si riscontra nessuna delle avarie elencate al N. 1 bisogna ricercare il guasto sulla linea.

Se la suoneria non funziona qualunque sia il pulsante premuto, bisognerà verificare la batteria e la suoneria e se queste sono in ordine ricercare l'avaria sulla linea di alimentazione principale dell'impianto.

2°) *Il campanello suona di continuo.*

Ciò può dipendere da avaria di qualche tasto, o da dispersioni.

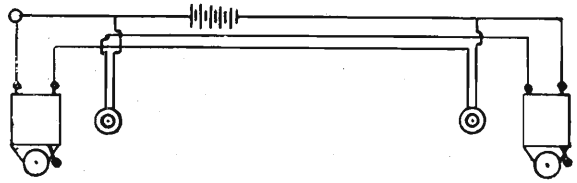
Se l'impianto è munito di quadro indicatore, si vedrà quale è il numero alzato e quindi si ricerca l'avaria nel tasto o sulla linea corrispondente a quel numero.

Negli impianti con chiamata unica senza quadri l'avaria è più facilmente localizzabile.

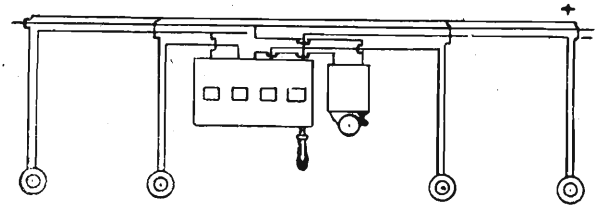
Se l'avaria non dipende dal tasto bisognerà ricercarla sulla linea, e ciò si farà visitando accuratamente tutte le cassette di derivazione sistemate lungo la linea avariata e provando tutti i conduttori. Le ricerche sono spesso lunghe e laboriose, ma una buona conoscenza dell'impianto, acquisita specialmente mediante frequenti misure di isolamento dei vari tronchi di ciascuna linea, fa sì che si possa sapere a priori quale è il tratto in cui più probabilmente esiste l'avaria e quindi orientarsi più facilmente nella ricerca.

SCHEMI DI MONTAMENTO.

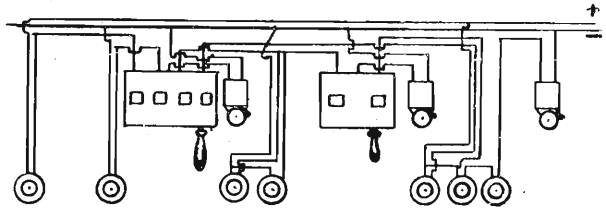
Le figure qui riportate rappresentano alcuni degli schemi elementari per impianti di suonerie.



Impianto di due suonerie con chiamata reciproca



Suoneria a chiamate multiple e quadro indicatore



Impianto multiplo con quadri indicatori

INDICATORI DI SOPRAELEVAZIONI DI TEMPERATURA. (Avvisatori d'incendio).

Per avvisare il personale di guardia nei ponti superiori delle eventuali sopraelevazioni di temperatura nei depositi delle munizioni, è usato sulle nostre Navi, un impianto di campanelli di allarme (Shöpper).

Il circuito elettrico è simile a quello di una ordinaria rete di suonerie con quadri indicatori; lo strumento che prende il posto del pulsante è uno speciale interruttore termico costituito in genere da una lamina metallica ingobbata, la cui ingobbatura varia con la temperatura in seguito alla dilatazione che il metallo subisce.

Vari tipi di shöpper sono stati introdotti in servizio. In alcuni la dilatazione della laminetta chiude il circuito elettrico della suoneria, altri invece sono così costituiti: la laminetta a temperatura normale tien chiuso un circuito derivato sulla suoneria, in modo che la corrente che attraversa questa

ultima non sia sufficiente a farla funzionare. Se la temperatura aumenta, la laminetta si ingobba e si distacca da un apposito contatto interno determinando l'apertura del circuito derivato sulla suoneria; la corrente in questa perciò aumenta e la fa entrare in funzione.

La fig. 407 rappresenta un apparecchio del primo tipo.

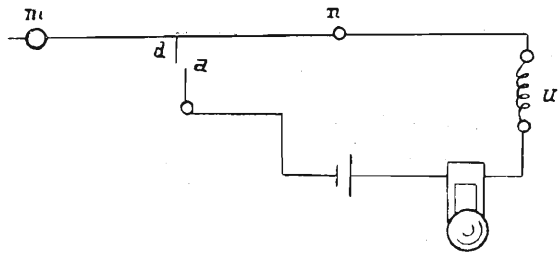


Fig. 407.

La distanza fra la membrana e l'altro contatto fisso viene regolata in base alla temperatura a cui si vuol far funzionare l'avvisatore. La regolazione viene effettuata, per alcuni apparecchi, spostando un indice situato su di un quadrante dove sono indicati i gradi di temperatura che per ogni posizione dell'indice corrisponde all'entrata in funzione dell'avvisatore. Questi strumenti devono essere situati sul cielo dei locali, nei punti più vicini alle fonti calorifiche prossime ai depositi, e nelle zone dove è più facile che l'aria si stagni. In ogni locale ve ne deve essere un numero proporzionato alle sue dimensioni, disposti in parallelo fra loro. In media si adopera un avvisatore ogni 6 m^3. La temperatura alla quale sono regolati gli apparecchi è in generale di 35°.

L'elettromagnete *u* quando il circuito viene chiuso dall'avvisatore, fa comparire in apposito quadro indicatore, il numero del locale o del deposito dove si è verificata la sopraelevazione di temperatura ed in generale anche il numero della saracinesca e del kingston da manovrare per allagare il locale.

Generalmente per ogni deposito si ha un quadro indicatore con una campana o sirena d'allarme sistemati in batteria.

Il funzionamento di questi apparecchi è assai delicato. Particolare cura va posta nella taratura di ciascun avvisatore confrontando con un termometro che l'entrata in funzione dell'avvisatore, corrisponda per una determinata posizione dell'indice, al valore di temperatura segnato sul quadrante. Le vibrazioni producono facili sregolazioni; infiltrazioni di acqua e di olio dànno luogo sovente ad intempestivo funzionamento degli avvisatori.

La verifica che deve essere eseguita mensilmente si effettua ponendo l'indice sul quadrante, alla temperatura del locale e controllando il funzionamento della campana e del quadro indicatore.

§ 161 — Contagiri elettrici

CONTAGIRI MOLINARI (Figg. 408 e 409).

L'indicatore Molinari, è applicato a bordo per segnalare in varii punti (plancia, locali macchine, camera d'ordini, ecc.) il numero di giri al minuto primo di ciascun asse delle motrici.

Le indicazioni dell'apparecchio non sono continue per cui il numero di giri segnalato non è il valore instantaneo, ma quello medio riferito ad un intervallo di 10 secondi. In altre parole il valore indicato dall'apparecchio rappresenta il numero di giri al minuto primo ricavato come media del numero di giri compiuto in un intervallo di 10 secondi.

Il « trasmettitore » è composto di un orologio regolatore e di un apparecchio di contatto collegato all'asse di cui si vuol indicare il numero di giri. La tensione di alimentazione dell'installazione, di 18 volts, è ottenuta mediante accumulatori o apposito devoltatore.

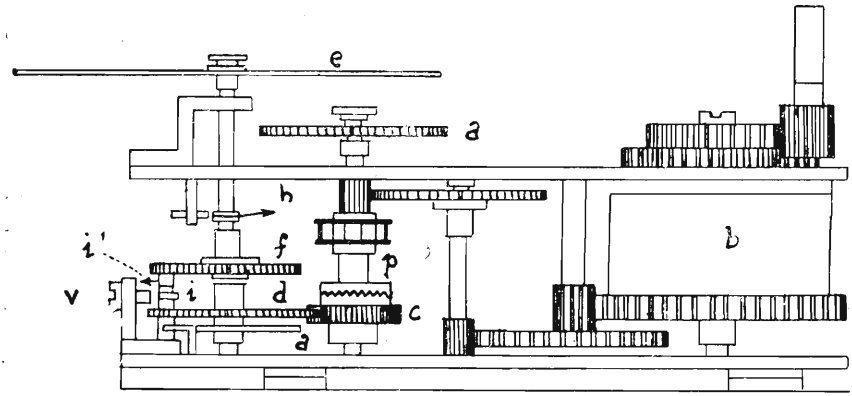


Fig. 408.

L'orologio regolatore è un orologio ordinario al quale è aggiunto un alberetto che, a mezzo di ruota dentata ingrana con l'asse dei minuti secondi, in modo da compiere un giro ogni 12 secondi. L'alberetto porta un braccetto munito di una spazzola di contatto che striscia su di un disco di ebanite, sul quale sono riportati tre settori metallici isolati tra loro. L'ampiezza angolare dei settori è tale che su di uno la spazzola fa contatto per la durata di 10 secondi e su ciascuno degli altri due per la durata di un secondo circa; i settori sono elettricamente collegati a tre serrafili fissati sul disco di ebanite.

L'apparecchio di contatto è costituito da due spazzole contigue fisse ed isolate fra di loro, che scorrono su di un cilindro isolante, sul quale sono

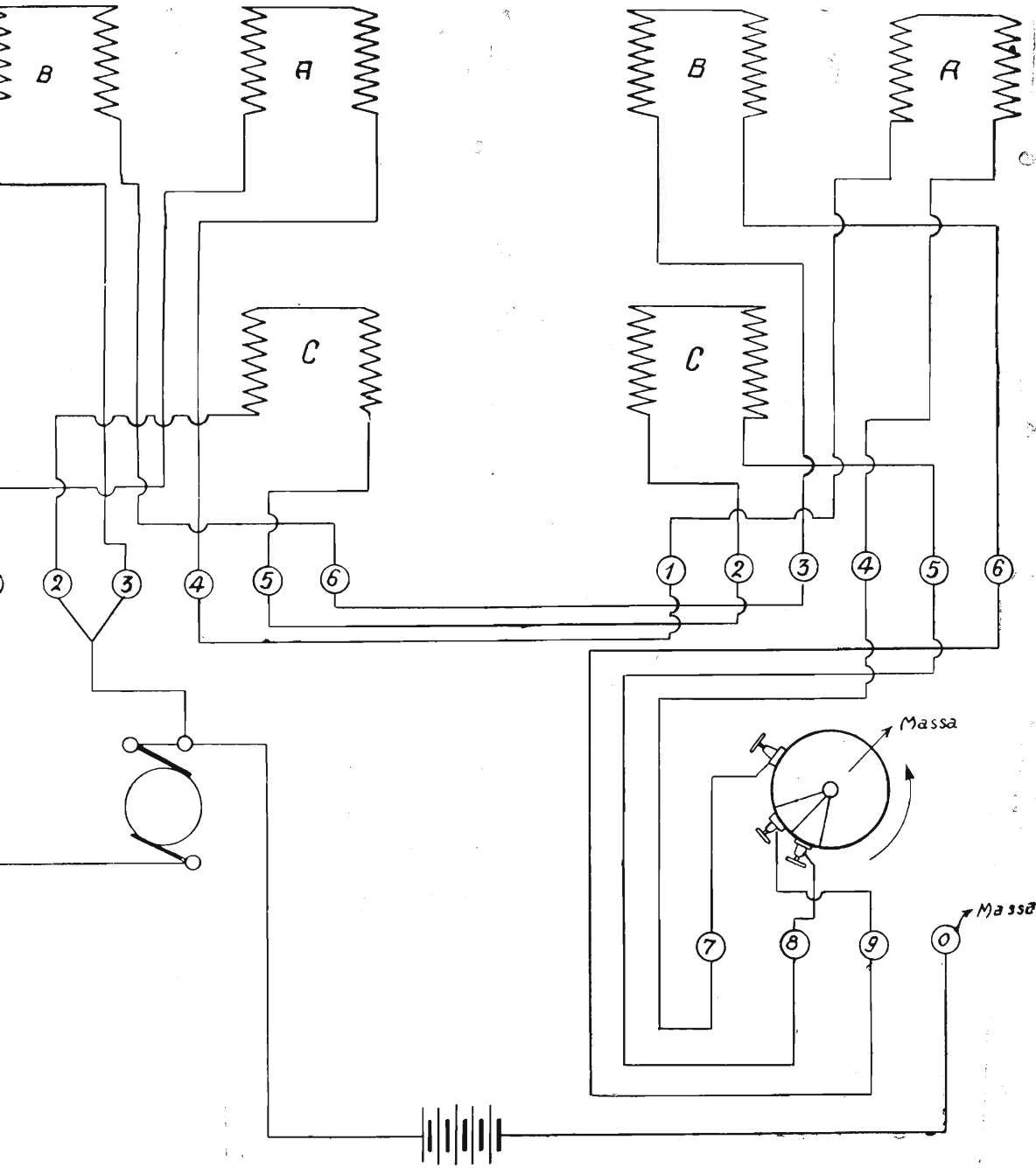


Fig. 409.

disposte sei piastrine di contatto a 60° fra loro. Questo cilindro è portato da un albero che mediante ingranaggi riceve movimento di rotazione dall'asse dei propulsori e compie lo stesso numero di giri. Ogni volta che nella rotazione una delle tre piastrine passa sotto la spazzola chiude il contatto fra di esse; si hanno quindi ad ogni giro dell'albero sei chiusure.

Ogni trasmettitore comanda varii indicatori. Questi ultimi contengono tre elettrocalamite, un congegno di orologeria e sono chiusi da un quadrante graduato nel quale scorre un indice.

Le elettrocalamite A di tutti gli indicatori (nelle figg. 408-409 sono indicati due soli ricevitori) sono disposte in serie fra loro e collegate da una parte col serrafili 7 dell'orologio connesso al settore di contatto della durata di 10 secondi, e dall'altra ad una delle spazzole dell'apparecchio di contatto. L'altra spazzola di questo è collegata ad uno dei capi del circuito di alimentazione di cui l'altro capo è a sua volta connesso con il contatto strisciante del disco dell'orologio. Le bobine A sono perciò percorse da corrente solo quando le due spazzole dell'apparecchio di contatto sono chiuse attraverso uno dei sei contatti del cilindro comandato dall'asse, e contemporaneamente il contatto strisciante dell'orologio si trova sul settore di 10 secondi. Si capisce allora che ogni 10 s si hanno tanti impulsi di corrente nella bobina A quanti sono i giri compiuti in quel periodo dall'asse dei propulsori, moltiplicati per sei.

Ad ogni impulso di corrente le elettrocalamite A, vincendo la tensione di una molla antagonista, attraggono un'ancoretta che mediante un sistema di leve fa muovere un nottolino di scappamento, il quale morde nei risalti della ruota (fig. 408).

Questa ruota tende a ruotare per effetti di ingranaggi comandati dalla molla interna del tamburo *b* del congegno di orologeria, ma è trattenuto dal nottolino di scappamento e quindi finisce con lo spostarsi di un dente solo per ogni movimento di quest'ultimo.

L'asse della ruota di *a* è connesso mediante sistema di ingrana e sgrana all'asse della ruota dentata *c* che a sua volta ingrana con la ruota *d* (gli ingranaggi sono tali che ad un giro di *a* corrisponde un giro di *d*). Quest'ultima è munita di un piolo *i* il quale quando scontra il piolo *i* portato dalla ruota *f* trascina anche questo in movimento. Sull'asse della ruota *f* è fissato un indice che scorre su di un quadrante graduato. Una molla a spirale tende a riportare la ruota e l'indice sempre alla posizione di zero. Anche sull'asse della ruota *c* agisce una molla che tende a riportare tanto *c* quanto *d*, che è ingranato con *c* alla posizione di riposo, cioè con il piolo *i* della ruota *d* a scontrare contro l'arresto a vite. Le elettrocalamite B di tutti gli indicatori, sono anch'esse collegate in serie fra loro. Un estremo è connesso ad un polo della

sorgente elettrica, l'altro con uno dei settori di contatto della durata di 1 s, e poi per mezzo della spazzola, con la massa dell'orologio e con l'altro polo della sorgente. Le bobine B comandano un'àncora che manovra un nottolino di arresto della ruota *f* la quale, come è stato detto, tenderebbe a ritornare per effetto della molla a zero. Il nottolino impedisce alla ruota di tornare indietro sotto l'effetto della molla, ma non ostacola il movimento in senso opposto. Quando l'elettrocalamita B è eccitata il nottolino rientra lasciando libera la ruota. Le elettrocalamite C, anche in serie tra loro, sono da un lato in comunicazione con un polo della sorgente, dall'altro con l'altro settore di contatto, (durata 1 s), e poi mediante la spazzola con la massa e l'altro polo della sorgente. Esse comandano un'ancoretta la quale manovra una leva che sgrana l'accoppiatoio *p* comprimendo la molla spirale *r*. La ruota *c*, quando è sgranata, trasporta la ruota *d* in posizione di riposo, cioè con il piolo *i* a scontrare con l'arresto a vite.

Il funzionamento dell'apparecchio è quindi il seguente. Durante i 10 s in cui il settore grande rimane a contatto con la spazzola dell'orologio si ha nelle bobine A un numero di impulsi di corrente corrispondente alla media del numero di giri al minuto in questo intervallo di tempo. Ad ogni impulso la ruota *a* scatta di un dente; poichè l'accoppiatoio *p* è ingranato, anche la ruota *d* compie un'eguale rotazione e se supponiamo che inizialmente i pioli *i* ed i^1 erano a contatto, anche la ruota *f*, e quindi l'indice del quadrante si sposta di un'egual quantità. Dopo 10 s l'orologio interrompe la comunicazione delle elettrocalamite A e chiude invece il circuito delle elettrocalamite B che, attraendo l'ancoretta, sollevano per un istante il nottolino della ruota dell'indice, lasciandola libera. Il sollevamento del nottolino non produce alcun effetto, poichè i pioli *i*, i^1 come abbiamo supposto sono a contatto.

L'orologio chiude in seguito il circuito dell'elettrocalamita la quale sgrana l'accoppiatoio, ed allora la ruota *c*, e con essa quella *d* ritornano indietro fino a che il piolo *i* della ruota non venga ad urtare contro l'arresto a vite. La ruota *f* fermata dal nottolino, non si muove, e quindi l'indice segna sul quadrante l'indicazione del numero dei giri.

In seguito, l'orologio chiude il circuito delle elettrocalamite A e si iniziano così nuovamente le varie fasi ora accennate, con la differenza però che il piolo *i* della ruota *d* non trascina fino all'inizio del movimento quello i^1 della ruota *f* non essendo a contatto con esso; ma lo trascina nel solo caso che i giri dell'albero, in questo secondo intervallo di 10 s, siano aumentati. Se invece il numero di giri è diminuito, il piolo *i* della ruota *d* alla fine della prima fase, non arriva a contatto di quello i^1 della ruota *f* e perciò quando il nottolino lascia libera la quota *f*, questa ritorna indietro, fino a portare i

due pioli a contatto, si vede quindi che tanto in un caso che nell'altro l'indice è portato all'indicazione corrispondente al nuovo numero di giri.

I primi tipi di contagiri Molinari, ancora in servizio su alcuni tipi di navi, davano il valor medio dei giri in un intervallo di tempo di 20 s anzichè di 10 s. Il funzionamento era identico, si avevano però tre soli contatti a 120° sul cilindro mosso dall'albero invece di sei, e la durata dei contatti della spazzola comandata con l'orologio con i vari settori del disco erano di 20 s 2 s 2 s anzichè 10 s 1 s 1 s, un'intera rotazione del disco corrispondeva cioè a 24 s anzichè a 12 s.

CONTAGIRI AD INDICAZIONI CONTINUE.

Sono di vari tipi e servono ad indicare con continuità il valore istantaneo del numero di giri degli alberi delle eliche.

Contagiri tipo A.E.G. (R. N. Ancona). — Ad ogni asse porta elica è accoppiato ad ingranaggi un apparecchio trasmettitore che comanda gli apparecchi ricevitori.

L'impianto funziona a corrente alternata monofase a 50 V. e 50 presa dalla rete a corrente alternata a 220 V. e ridotta a 50 V. per mezzo di un trasformatore.

L'apparecchio trasmittente è costituito da un supporto anulare con due sporgenze verso l'interno le quali servono a portare due rocchetti alimentati dalla corrente alternata monofase a 50 V e 50 periodi. Le sporgenze che costituiscono il nucleo dei due rocchetti terminano con due espansioni fra le quali può ruotare un « tamburo » che porta tre rocchetti disposti radialmente e collegati a triangolo fra loro.

Si ha così un sistema induttore fisso ed un indotto mobile; l'intraferro fra i due sistemi è molto piccolo. L'asse del tamburo metallico ruota su cuscinetti a sfere; la rotazione però è limitata da due molle antagoniste a spirale di effetto contrario (per i due sensi di rotazione) montate ad una estremità del tamburo. L'altra estremità del tamburo è posta fra le espansioni di una ruota magnetica formata da 8 magneti a ferro di cavallo.

L'asse di questa ruota montata su cuscinetti a sfere, è accoppiata mediante ingranaggi all'asse porta eliche. Tutto il sistema è racchiuso in una cassa di ghisa a tenuta stagna e facilmente accessibile.

Il sistema ricevitore è composto di un induttore a corrente alternata uguale a quello dell'apparecchio trasmittente, nel cui interno ruota un tamburo anch'esso recante tre rocchetti i quali sono elettricamente collegati ai tre rocchetti dell'indotto dell'apparecchio trasmittente. (Fig. 410).

Il funzionamento quindi è il seguente:

La corrente alternata di eccitazione genera nei tre rocchetti dell'indotto trasmittente una f.e.m. il cui valore dipende unicamente dalla posizione che i tre rocchetti hanno rispetto al sistema induttore. Lo stesso avviene anche nel rotore dell'apparecchio ricevente.

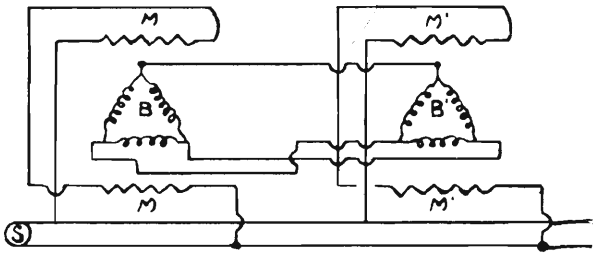


Fig. 410.

Se quindi il rotore del trasmettitore e quello del ricevitore hanno rispetto agli induttori la stessa posizione, anche le f.e.m. indotte nei loro avvolgimenti hanno il medesimo valore, e conseguentemente i conduttori che uniscono gli avvolgimenti dei due rotori non sono percorsi da corrente. Se il rotore del trasmettitore si sposta, uguale spostamento dovrà avere anche quello del ricevitore perchè a causa dello spostamento avvenuto sarà turbato l'equilibrio delle f.e.m. indotte e si avrà perciò nel circuito che collega gli indotti e negli indotti stessi una corrente differenziale che farà ruotare l'indotto del ricevitore fino ad assumere la stessa posizione del rotore del trasmettitore, in questa posizione si ristabilisce l'equilibrio delle f.e.m. indotte e cessa la corrente e con essa la rotazione del ricevitore.

Lo spostamento del tamburo del trasmettitore è prodotto dalla rotazione di una ruota magnetica, il cui numero di giri è proporzionale al numero di giri dell'asse portaeliche, e che tende a trascinare con sè il tamburo stesso creando così un momento deviatore equilibrato dall'opposto momento dovuto alla molla antagonista. Aumentando o diminuendo il numero dei giri dell'albero dell'elica, varierà di conseguenza il numero dei giri della ruota magnetica e quindi il momento deviatore del tamburo trasmittente, il quale raggiungerà una posizione di equilibrio diversa.

Dato l'effetto sincronizzante esistente fra il tamburo trasmettitore e ricevitore quest'ultimo avrà uno spostamento uguale a quello del primo.

I ricevitori sono apparecchi a muro. L'apparecchio propriamente detto è contenuto in una cassetta stagna di ghisa con coperchio di vetro. Collegato al

rotore vi è un indice che si muove su di un quadrante graduato per l'indicazione del numero dei giri. Lo « O » della graduazione è al centro e lo spostamento dell'indice da una parte o dall'altra della scala rispetto allo « O » indica la marcia in un senso o nell'altro.

I ricevitori nei posti di Comando (Plancia, Torretta) sono muniti di illuminazione elettrica interna. Per la illuminazione interna serve una piccola lampadina ad incandescenza facilmente sostituibile, la quale è inserita in parallelo sul circuito di eccitazione, evitando così l'impiego di un cavo apposito per la illuminazione dell'apparecchio.

Sistema automatico d'allarme, per velocità superiore ai 420 giri. — Tale sistema consiste nell'impiego di due ricevitori a corrente alternata il cui funzionamento è in tutto simile a quello innanzi descritto per i comuni ricevitori.

L'asse del rotore dei ricevitori, anzichè dare movimento ad un indice dà movimento ad un contatto strisciante il quale nella sua posizione estrema, chiude il circuito di un relais. La chiusura del relais determina a sua volta la chiusura della suoneria d'allarme corrispondente.

Particolari nella disposizione dei circuiti. — Gli avvolgimenti eccitatori di tutti i sistemi sono collegati in parallelo come pure in parallelo sono gli avvolgimenti dei rotori dei sistemi raggruppati; (Fig. 400).

Ogni apparecchio ha cinque serrafili: ai due serrafili estremi (1 e 5) fa capo il circuito eccitatore; mentre i tre serrafili interni servono a collegare i circuiti dei rotori.

Ogni sistema ricevente è protetto da cinque valvole fusibili da un amp.; l'avvolgimento eccitatore di ogni sistema trasmittente è protetto da due valvole fusibili da un amp. Nella cassetta centrale di derivazione vi sono le due valvole principali da 10 amp.

Nella fig. 400 sono rappresentati schematicamente i collegamenti degli apparecchi.

Manutenzione. — L'operazione più delicata da compiersi durante la manutenzione è la regolazione del tamburo. Nel caso che le indicazioni degli apparecchi riceventi non corrispondano esattamente al numero dei giri dell'asse, occorre rettificare la posizione del tamburo dell'apparecchio. Tolta la vite di arresto dell'anello di regolazione, mediante apposita chiave si gira l'anello stesso verso destra o verso sinistra a seconda che il numero di giri è minore o maggiore di quelli effettivi.

In tutte quelle visite o riparazioni nelle quali occorre togliere il rotore dal suo alloggio (per esempio visita o ricambio del cuscinetto a sfere interno) si deve togliere prima il sistema a corrente alternata e poi il tamburo.

Perciò dopo aver tolta la difesa dell'apparecchio si svita l'anello di arresto, dopo di che si può sfilare dal suo alloggio tutto il sistema suddetto svitando le otto viti che lo fissano al coperchio. Durante questa operazione è necessaria la massima accortezza; anzitutto bisogna proteggere il tamburo durante lo sfilamento da qualsiasi urto e deterioramento di qualsiasi genere, in quantochè dato il piccolissimo traferro esistente fra tamburo ed induttore basta la minima deformazione per inutilizzare l'apparecchio.

In generale la manutenzione ordinaria dei trasmettitori si riduce ad una accurata sorveglianza della lubrificazione dei cuscinetti. Per togliere il materiale lubrificante consumato, si apre di tanto in tanto il piccolo rubinetto di scarico fissato sotto l'apparecchio.

Contagiri Horn. — Comprende un apparecchio trasmettitore, e più apparecchi riceventi, situati in vari locali.

Il trasmettitore, consiste in una piccola dinamo ed i ricevitori sono costituiti da strumenti di misura (voltmetri) opportunamente adattati.

La carcassa della dinamo, è assai grande rispetto all'indotto per ragioni costruttive, dovendo in essa essere contenuti i ruotismi moltiplicatori del numero di giri, e per ragioni magnetiche, poichè il campo induttore deve essere intenso ed uniforme.

L'indotto della dinamo, riceve movimento dall'asse di cui si vuol misurare il numero di giri mediante catena Galles e corone dentate, con moltiplicazione del numero di giri. Gli induttori sono costituiti da due magneti permanenti.

Poichè come è noto, la f.e.m. di una dinamo è espressa dalla relazione

$$E = \frac{2p}{2A} \cdot \frac{N n}{60} \cdot \Phi \cdot 10^8$$

dove:

$2p$ - Il numero dei poli
$2A$ - Il numero delle vie interne
N - Il numero dei fili di indotto
Φ - Il flusso dovuto a ciascun polo
n - Il numero dei giri dell'indotto al minuto primo.

Poichè il flusso Φ dovuto ai magneti permanenti è costante, la f.e.m. generata, risulta direttamente proporzionale secondo una costante K, al numero dei giri dell'indotto stesso, onde abbiamo:

$$E = K n$$

Il numero dei giri dell'indotto n, è però un multiplo, secondo il rapporto della trasmissione meccanica, del numero dei giri compiuti dall'albero al minuto primo, e quindi è anche

$$E = K_1 n_1$$

Essendo K_1 una nuova costante nella quale è tenuto conto anche del rapporto della trasmissione.

Le deviazioni degli indici dei volmetri che costituiscono i ricevitori essendo proporzionali alle f.e.m. E, risultano pertanto proporzionali anche al numero di giri n_1, si può quindi graduarne i quadranti direttamente in giri anzichè in volt.

Ogni apparecchio indicatore, dovendo segnare, a seconda del senso di rotazione dell'indotto, i giri in un senso o nell'altro (avanti o indietro) ha l'indice in centro nella posizione « O », asse fermo; sul lato destro di chi lo guarda, marca i giri in avanti, e sul sinistro, quelli indietro.

L'indice dei ricevitori non è fissato direttamente all'equipaggio mobile, come nei comuni volmetri, ma riceve movimento da questo mediante un sistema meccanico moltiplicatore ad ingranaggi. Ciò permette di aver spostamenti angolari molto ampi e quindi scale molto chiare e di facile lettura.

Entro la carcassa della dinamo, avanti alla portella di visita del collettore, vi è oltre ad una valvola fusibile di protezione anche un piccolo potenziometro che serve per apportare eventuali correzioni a tutti gli indicatori. Per correggere poi le indicazioni di un solo indicatore, ognuno di essi è munito a sua volta di un altro potenziometro simile.

Come manutenzione è da raccomandarsi, oltre ad una frequente verifica dell'isolamento delle linee, anche di mantenere ben pulito il collettore della dinamo.

§ 162 — **Telegrafi di macchina**

I telegrafi di macchina sono apparecchi che servono per trasmettere gli ordini relativi alle varie andature di macchina. Tali apparecchi sono sistemati nelle stazioni di comando (plancia, torre corazzata, camera d'ordini, etc.) e nei locali macchine. Gli ordini trasmessi dalle stazioni di comando alle macchine vengono dai locali macchine ripetuti alle stazioni di comando in modo da garantire la giusta ricezione.

Su alcune Navi ex tedesche (tipo Ancona), sono installati telegrafi di macchina funzionanti con corrente alternata monofase a 50 V., 50 periodi fornita

da appositi alternatori, a 220 V., 50 periodi, e successivamente ridotta a 50 V. mediante un trasformatore in discesa.

L'inserzione del trasformatore offre il vantaggio di separare elettricamente l'impianto dalla rete di distribuzione dell'energia elettrica alternata a 220 V., in tal modo un'avaria od un difetto di isolamento nelle reti di distribuzione, non porta nessuna conseguenza sul funzionamento degli apparecchi.

Il ricevitore in questi telegrafi è costituito da due bobine fra le espansioni delle quali si muove un tamburo di rame T (fig. 411) di forma tale che quando esso ruota intorno al proprio asse la superficie sotto un'espansione aumenta mentre quella sotto l'altra diminuisce della stessa quantità.

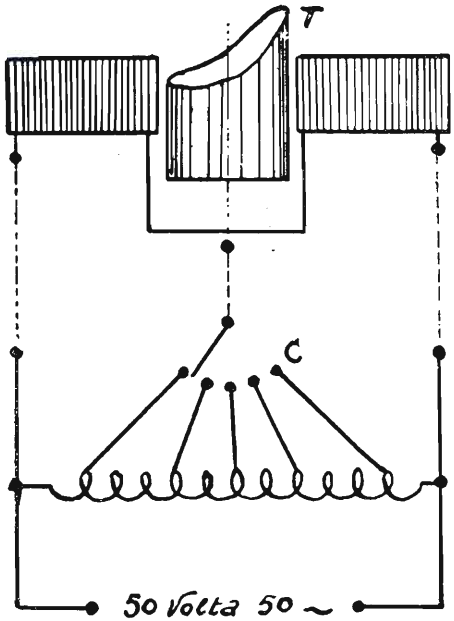


Fig. 411.

Il « Trasmettitore » è costituito da una bobina derivata sulla tensione di alimentazione di 50 V. a 50 periodi, e sulla quale sono fatte tante derivazioni quanti sono gli ordini da trasmettere. Ciascuna derivazione fa capo ad uno dei blocchetti appartenenti alla corona di contatto « C » sulla quale scorre un contatto a spazzola. La fig. 438 bis rappresenta schematicamente un trasmettitore ed un ricevitore con le loro connessioni; da questa si vede che il trasmettitore funziona da ripartitore delle tensioni applicate ai capi di ciascuna delle bobine del ricevitore; ad ogni posizione della spazzola di contatto corrisponde

difatti una diversa ripartizione della tensione totale fra le due bobine. Le correnti parassite indotte nella massa di rame del tamburo di ciascuna bobina, reagendo con il flusso induttore, creano un momento di rotazione; il senso degli avvolgimenti delle bobine è tale che i momenti creati da ciascuna di esse siano l'uno di senso opposto all'altro.

Ciò posto supponiamo che la tensione sia ugualmente ripartita ai capi di ciascuna bobina (trasmettitore in centro e quindi 25 V ai capi di ciascuna bobina) e che la superfice che il tamburo di rame presenta sotto ciascuna espansione sia uguale; in queste condizioni i momenti di rotazione a cui è sottoposto il tamburo sono uguali e contrari e quindi esso rimane fermo. Spostando le spazzole di contatto del trasmettitore in un senso o nell'altro, la tensione applicata ai capi di una bobina aumenta e quella ai capi dell'altra diminuisce, il flusso generato da ciascuna bobina varia e quindi i due momenti di rotazione opposti, generati sul tamburo, non sono più uguali. Il tamburo ruoterà ma nella rotazione, come si è detto, la superfice presentata sotto una bobina aumenta mentre quella sotto l'altra diminuisce. Le cose sono disposte in modo che la superfice diminuisca sotto la bobina in cui la tensione è aumentata e viceversa, e quindi poichè i momenti di rotazione generati dipendono dalle tensioni e, applicate e dalla superficie s che il tamburo presenta sotto ciascuna polarità il sistema mobile ruoterà fino ad assumere una nuova posizione di equilibrio corrispondente all'eguaglianza dei momenti rotori $e_1 s_1 = e_2 s_2$.

Il funzionamento dell'apparecchio è indipendente dalle variazioni della tensione di alimentazione e dalla sua frequenza, poichè la posizione di equilibrio del tamburo dipende solo dal rapporto fra le tensioni applicate alle bobine e non dal valore assoluto di queste tensioni.

Il contatto mobile del trasmettitore è comandato da una leva munita di un indice che può scorrere su un quadrante dove sono riportati i vari ordini da trasmettere. Portando l'indice in corrispondenza di uno di questi ordini si viene a far assumere al tamburo del ricevitore una posizione tale che l'indice ad esso collegato, spostandosi su un quadrante analogo a quello del trasmettitore, indichi lo stesso ordine.

Mediante una doppia sistemazione di trasmettitori e ricevitori è possibile avere la ripetizione dell'ordine da parte di chi lo riceve.

Ciascun telegrafo ha a tale scopo costruttivamente riuniti in una custodia comune, tanto un trasmettitore quanto un ricevitore, con una scala comune per l'indice del ricevitore e l'indice della leva di comando.

I magneti degli apparecchi riceventi sono costituiti da un nucleo di ferro lamellato con avvolgimento di rame. Il traferro fra il tamburo di rame e le espansioni polari è piccolissimo.

I due magneti sono piazzati in una cornice di bronzo che porta anche i cuscinetti dell'asse del tamburo.

Il tamburo è di rame puro elettrolitico esattamente centrato; l'asse è temperato e brunito e le sue estremità poggiano su pietre di zaffiro. Tamburo ed asse sono esattamente bilanciati in modo che l'indice assunta una volta una certa posizione, la conservi fino a che non intervenga una causa esterna qualsiasi. Per questo fatto è stato necessario munire l'apparecchio di un sistema indicatore di interruzione di corrente. Questo sistema è tale da costringere l'indice a spostarsi fino a sparire dietro un coperchio di lamiera applicato anteriormente al quadrante, allorchè l'apparecchio rimane senza corrente. Ciò è stato ottenuto mediante un magnete ausiliario il cui avvolgimento è derivato sul sistema ricevente. Sino, a quando il sistema di ricezione è sotto corrente questo magnete trattiene un particolare insieme di leve e molle in posizione tale da non ostacolare il movimento del tamburo; se la corrente manca il magnete lascia libera una manovella che spinta da una molla obbliga il tamburo a girare fino a che l'indice non sia sparito dietro il coperchio.

La manovra della leva di comando, necessaria per eseguire una trasmissione, fa anche funzionare un'apposita sirena elettrica situata in vicinanza del ricevitore, per richiamare l'attenzione.

Manutenzione. — La parte puramente elettrica dei trasmettitori non richiede speciale manutenzione; è solo necessario rivedere la linea dei contatti pulendola con tela smeriglio fine; essa deve essere perfettamente asciutta e per nessun motivo deve essere toccata con olio o grasso. Ciò oltre a produrre cattivi contatti rovinerebbe il materiale isolante.

Quando l'apparecchio funziona normalmente, la linea di contatto si mantiene pulita da sè per lo sfregamento continuo della spazzola.

I cuscinetti dell'asse del tamburo dei ricevitori devono essere annualmente puliti e lubrificati con olio per cronometri. Se la cassa di un apparecchio è stata aperta in un locale polveroso, è buona norma prima di chiuderlo spolverarlo con un soffietto. Se il ricevitore è sfasato, ciò può dipendere: a) - dal fatto che l'indice si sia mollato dall'asse; b) - che i morsetti si siano allascati; c) - che la linea di contatto del trasmettitore non sia pulita. Nel primo caso si mette la leva di comando in una certa posizione, si arresta l'asse del tamburo del ricevitore e si gira l'indice fino a che prende la posizione esatta indi lo si blocca mediante l'apposita vite. Lo smontaggio del sistema ricevente si effettua mollando le due viti laterali di arresto dopo di che tutto il sistema può essere tirato fuori. Nel rimetterlo a posto si deve badare che le lame di contatto vadano bene ad incastrarsi fra le apposite molle dopo di che si strin-

geranno bene le viti. Nessun contatto deve essere mollato, perciò nel togliere da posto il sistema ricevente, se vi fossero delle irregolarità nella posizione dell'indice, per nessun motivo bisogna tentare di eliminarle, modificando la posizione del tamburo. E' inoltre vietato smerigliare il tamburo, per pulirlo perchè ogni più piccola diminuzione della massa del tamburo causa una deviazione permanente della posizione dell'indice e può anche rendere inservibile il tamburo. Se occorresse pulire il tamburo basta lavarlo con la benzina ma mai con l'alcool, perchè si deteriorerebbe il rivestimento di lacca di cui è ricoperto. Salvo casi speciali evitare di mollare le viti dei cuscinetti dell'asse del tamburo poichè centrarlo poi nuovamente, è operazione difficile e richiede molto tempo.

L'apparecchio ricevente è munito di una resistenza shunt la quale serve esclusivamente durante il montaggio per l'esatta regolazione dell'apparecchio.

CAPITOLO XXXI

Ozonizzazione dell'acqua potabile

Già da diversi anni l'ozono è stato utilizzato per la distruzione dei germi patogeni dell'acqua.

La sterilizzazione dell'acqua a mezzo dell'ozono si compie conducendo dell'aria atmosferica secca in un ambiente dove si fanno avvenire delle scariche elettriche ad affluvio che fissano in ozono una parte dell'ossigeno dell'aria. L'aria così ozonizzata si rinvia poi nelle torri di sterilizzazione ove va in contatto con l'acqua. L'ozono mescolandosi con l'acqua distrugge le materie organiche che vi possono essere contenute e quindi, sfugge all'atmosfera. L'ozono che durante il processo si scioglie nell'acqua, non produce alcun inconveniente perchè si trasforma rapidamente in ossigeno.

A bordo, un impianto ozonizzatore dell'acqua è così costituito. Una pompa manda l'acqua da sterilizzare dai depositi ad un filtro di sabbia e quindi ad un emulsore nel quale avviene la mescolanza con l'ozono. Dall'emulsore, acqua e ozono, passano insieme in una torre di sterilizzazione da dove l'ozono rimasto libero sfugge all'atmosfera, mentre l'acqua sterilizzata va ai depositi.

La produzione dell'ozono viene effettuata nel modo seguente: Una convertitrice trasforma energia elettrica continua di bordo in alternata monofase bassa tensione (120 V. e 150 periodi). La tensione viene poi portata da 120 a 8000 V. a mezzo di trasformatore statico e con questa si alimenta l'ozonizzatore propriamente detto, il quale può essere costituito da un certo numero di elettrodi metallici, generalmente di alluminio, adagiati su lastre di vetro separate fra loro con tacchi di vetro, in modo da lasciare un certo intervallo tra un elemento ed il successivo.

Gli elettrodi dei posti pari sono uniti ad uno dei capi del trasformatore, gli altri alla terra. Alla terra è anche messo l'altro capo del trasformatore.

(Per le norme da osservare circa la manutenzione ed il funzionamento dell'apparecchio veggasi l'apposita monografia pubblicata dalla D.A.A.N. di La Spezia).

Per effetto dell'alta tensione esistente fra gli elettrodi, si formano fra di essi degli effluvi di colore violetto dovuti a scariche silenziose. Attraverso gli elettrodi viene fatta passare dell'aria secca il cui ossigeno si trasforma in ozono che viene poi aspirato dall'emulsore.

Se l'aria non fosse assolutamente secca darebbe luogo a scariche disruptive tra le armature dell'ozonatore. E' necessario perciò essicarla preventivamente facendola passare attraverso un essicatoio a cloruro di calcio.

Nei complessi ozonizzatori per bordo, invece degli elettrodi piani, si hanno in genere elettrodi cilindrici isolati con tubi di vetro, e la refrigerazione è ottenuta con l'acqua stessa da ozonizzare la quale anzi in qualche impianto funziona da elettrodo esterno.

CAPITOLO XXXII

Telefoni

§ 163 — Generalità sull'impiego dei telefoni a bordo

Le reti telefoniche a bordo delle navi sono in genere tre:

a) Rete telefonica generale;
b) Rete telefonica per comunicazioni dirette;
c) Rete telefonica del tiro.

a) - RETE GENERALE.

Comprende gli apparecchi per le comunicazioni ordinarie (50-60 apparecchi in media su di una nave tipo dreadnougth).

Gli apparecchi vengono collegati fra loro attraverso una *centrale telefonica* posta in un locale protetto. La rete è alimentata da apposite batterie di accumulatori a 12 V che si caricano mediante *devoltatori*.

La fig. 412 rappresenta schematicamente la batteria accumulatori A e la linea di alimentazione telefonica a cui sono connessi due utenti 1° e 2°. Il circuito microfonico di ciascuno di essi è connesso alla linea di alimentazione e può essere interrotto dai pulsanti i, i' che debbono essere alzati quando non si parla per impedire il riscaldamento dei microfoni che rimarrebbero in permanenza sotto corrente. Per ogni apparecchio arrivano alla centrale i due capi dell'avvolgimento secondario S del trasformatore, ossia del circuito trasmittente (*x* e *y*), ed i due capi della bobina del ricevitore (y e z). Tutti gli innesti x, y, z, dei vari utenti che fanno capo in centrale sono distribuiti su di un *quadro di commutazione* dove per mezzo di coppie di caviglie, riunite da un conduttore, di lunghezza opportuna, si stabiliscono le connessioni.

Riferendosi al caso semplice, indicato nello schema della fig. 441, l'utente 1 per domandare una comunicazione preme il pulsante C, provocando in centrale il funzionamento della suoneria B e l'accensione del lampadino L. (Sul

quadro la suoneria è unica mentre i lampadini sono tanti quanti sono gli utenti). Il telefonista destinato in centrale vedendo accendere il lampadino al n. 1 collega la caviglia del proprio telefono con i terminali di questo apparecchio, domanda la comunicazione desiderata, ed esegue poi le connessioni

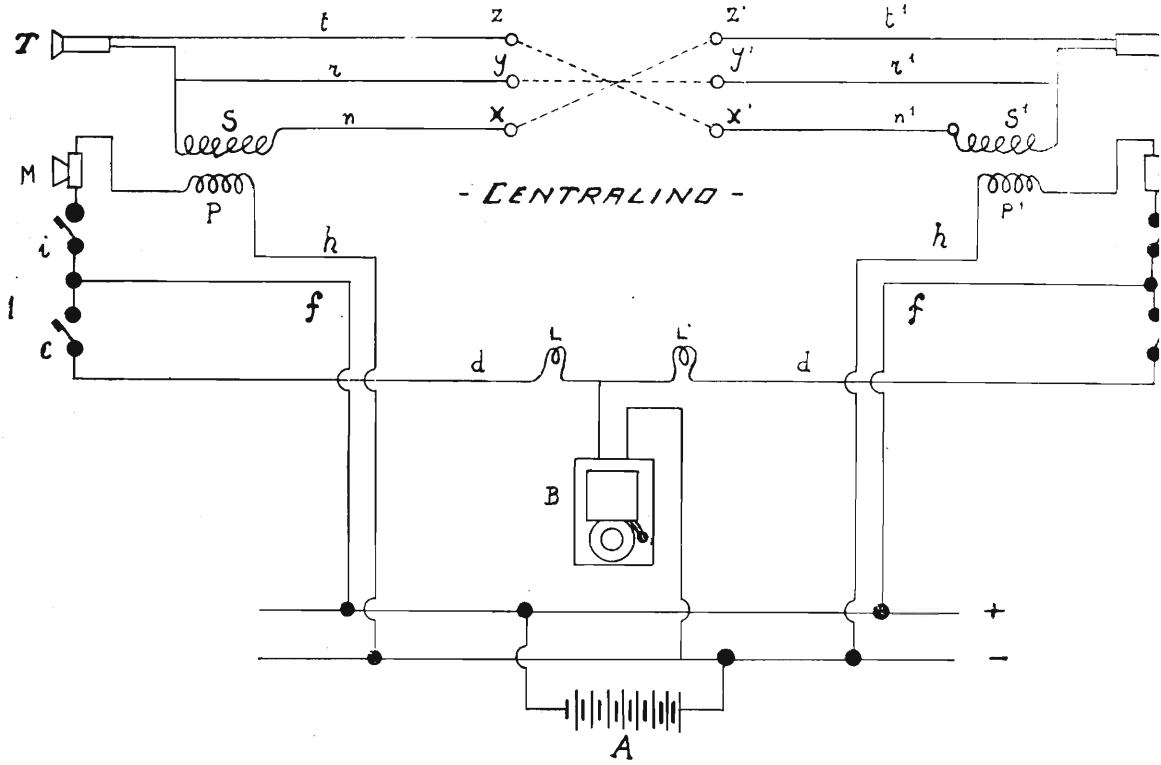


Fig. 412.

necessarie, collega cioè con un penzolo i terminali dell'apparecchio 1 con quelli del numero richiesto, per es. il 2 nel caso in figura.

Le linee di ciascun apparecchio sono a sei conduttori, due per la linea alimentatrice, (f. h); uno (d) per il campanello di chiamata (il ritorno è in comune con il microfono); tre (n, r, t,) per le linee dei secondari dei trasformatori telefonici.

b) - RETE TELEFONICA PER COMUNICAZIONI DIRETTE.

Le linee dirette collegano due a due, senza passare per la centrale, quei locali che debbono corrispondere fra loro solamente e rapidamente e fra i

quali la comunicazione deve potersi stabilire rapidamente. (Per esempio torretta di Comando e locale macchine, etc.).

c) - Rete telefonica del tiro.

In sussidio ai portavoce ed ai trasmettitori d'ordine, per la trasmissione dei dati del tiro si ha la rete telefonica del tiro. A differenza di quanto avviene per le altre reti, in questa le comunicazioni possono essere stabilite in un senso solamente; e cioè la stazione di direzione del tiro e la centrale possono solamente trasmettere ai pezzi, i quali a loro volta possono solamente ricevere.

Un quadro generale di commutazione permette di raggruppare diversamente i varii ricevitori a seconda delle stazioni di direzione o delle centrali dalle quali possono venir trasmessi gli ordini.

Condizione essenziale per il buon funzionamento degli impianti telefonici è il buon isolamento delle linee. In relazione a questa necessità, ciascuna delle reti è alimentata da una propria batteria di accumulatori. Il cattivo funzionamento dell'impianto è spesso dovuto a cattivo contatto delle spine di commutazione, queste debbono perciò essere verificate e pulite frequentemente.

Gli apparecchi telefonici dovranno essere accuratamente protetti, specialmente se in coperta, dall'umidità e in generale dagli agenti atmosferici. Durante i carbonamenti, i lavaggi, ecc., si deve inoltre provvedere ad una completa protezione mediante copertura con tela od altro.

§ 164 — Cenno sulle centrali telefoniche automatiche

Principi generali.

Teoricamente in un servizio manuale ben costruito e ben diritto, il 95 % delle richieste dovrebbero essere espletate in 5 secondi, praticamente però, come è noto, le cose vanno in modo molto diverso. Anche ammettendo perciò un servizio ideale i sistemi manuali hanno un limite. Infatti il destinato in centrale, fatta la chiamata richiesta, non sempre può come dovrebbe seguire l'andamento della comunicazione stabilita, perchè obbligato intanto a provvedere ad altre chiamate.

Per tale ragione la comunicazione rimane spesso stabilita per molto tempo dopo la fine, in modo che nè l'uno nè l'altro dei due corrispondenti collegati fra loro, possono dare o ricevere altre comunicazioni.

Ciò, nelle centrali telefoniche delle città, è penoso per gli abbonati ed ancor più per le telefoniste, le quali sono obbligate per evitare simili ed altri

inconvenienti, a prestare un'attenzione estenuante che le mette in condizioni di abbandonare il servizio molti anni prima degli altri impiegati delle poste. Quindi ragioni tecniche e sociali hanno militato in favore dell'impiego della comunicazione telefonica automatica.

Inoltre anche dal punto di vista economico, c'è da tenere conto che le spese di esercizio della commutazione manuale sono tutt'altro che lievi, e vi è quindi un altro elemento che spinge ad adottare la commutazione automatica. E' vero che detta commutazione richiede una maggiore spesa d'impianto, ma, questa è in buona parte compensata da economie, che, col sistema automatico, si possono realizzare nell'impianto della rete telefonica.

Oggidì ormai in tutti i paesi del mondo si è orientati verso l'impiego delle centrali automatiche, ed anche in Italia ormai le centrali di tutte le principali città sono state trasformate in automatiche. Quanto si è detto non ha tutto valore nel caso del servizio telefonico a bordo il quale è meno complesso nei riguardi specialmente del numero di utenti installati. Però la grande perfezione oggi raggiunta nel funzionamento delle centrali automatiche fa sì che la loro installazione a bordo presenti grandi vantaggi dal punto di vista della rapidità, precisione e sicurezza in cui viene svolto il servizio.

Un sistema automatico di commutazione comprende in generale:

1°) Gli apparecchi telefonici, i quali, oltre che dei dispositivi necessari per la conversazione, devono essere provvisti di uno speciale dispositivo di chiamata che permette a chi vuole ottenere una comunicazione di lanciare sui fili di linea (in generale 2) una o più serie di impulsi di corrente, destinati ad azionare opportuni relais della centrale telefonica.

2°) La centrale di commutazione costituita da un complesso di selettori meccanici, per il comando dei relais, i quali agiscono per effetto degli impulsi lanciati dall'apparecchio richiedente, e provvedono ad effettuare i contatti che stabiliscono la connessione fra l'apparecchio richiedente e l'apparecchio richiesto.

Vedremo più avanti come sono costituiti effettivamente il dispositivo di chiamata ed il selettore. Per ora ci basti sapere che il dispositivo di chiamata è un meccanismo per mezzo del quale è possibile lanciare sulla linea uno o più impulsi di corrente.

Il selettore è in sostanza un commutatore che può essere costituito da una leva la quale può ruotare intorno ad uno degli estremi, mentre l'altro estremo provvisto di spazzole si muove davanti a una serie di contatti. Il movimento di questa leva è provocato da uno o più relais il quale, od i quali, a loro volta sono comandati dagli impulsi inviati sulla linea.

Un selettore (tipo Ericsson) è rappresentato in fig. 413. Le parti principali del selettore sono le seguenti:

Piastra comune	BP
Magnete d'accoppiamento	MH - MV
Disco girevole	TS
Corona circolare dentata	KR
Magnete di blocco del medesimo	CV
Braccio di contatto	KA
Magnete di blocco dello stesso	CR

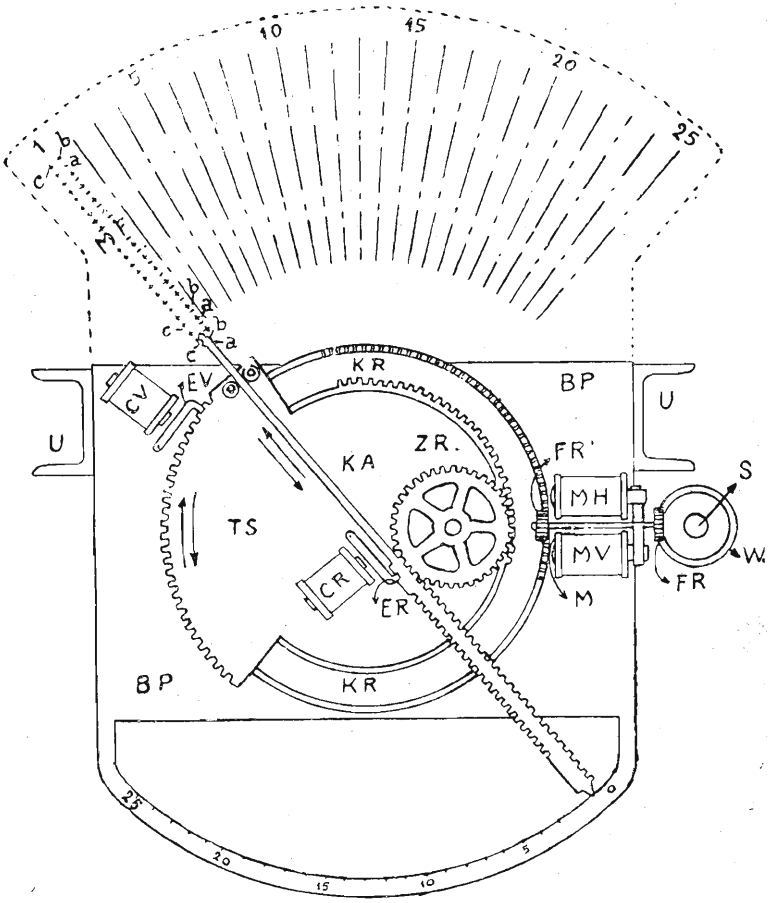


Fig. 413

Il magnete di accoppiamento è montato direttamente sulla piastrina comune, ed ha due bobine MH - MV.

Il perno M sul quale sono fissate le ruote dentate FR ed FR', traversa l'armatura comune ai due rocchetti.

L'armatura può venire attratta o dalla bobina MH, che la fa spostare verso l'alto; oppure dalla bobina MV che la sposta in basso.

Con questi spostamenti si effettua l'ingranamento della ruota dentata in uno degli ingranaggi di comando W, e cioè in quello superiore o quello inferiore che impartiscono al perno M un movimento di rotazione rispettivamente in un senso o nell'altro.

La funzione della corona circolare CR è di trasmettere il movimento della ruota FR' al disco girevole e al braccio di contatto.

La corona dentata esterna si ingrana con una ruota dentata FR', e quella interna ingrana nella ruota dentata ZR imperniata nel disco girevole TS che serve a trasmettere il movimento al braccio di contatto.

La parte inferiore del braccio di contatto è dentata ed ingrana nella ruota ZR come è rappresentato in fig. 413. (ZR in pratica è costituito da due ruote fissate nello stesso perno e di cui quella inferiore ingrana con la corona dentata KR e quella superiore con la parte dentata del braccio di contatto).

Il braccio di contatto KA è girevole sul disco rotativo TS, e la parte anteriore è formata da un manicotto isolante, di sezione rettangolare, che porta le tre molle di contatto *a b c* del selettore.

Il braccio di contatto ha doppio movimento, e cioè un movimento di rotazione nel quale esso segue quello del disco intorno al suo asse, ed un movimento radiale in direzione del telaio multiplo dal quale entra o esce.

I movimenti dei selettori sono comandati dai due magneti di arresto CV e CR. Il magnete CV che controlla la rotazione di un selettore, ha la sua armatura costituita da una leva portante un nottolino EV che penetra fra due denti del disco girevole arrestandone il suo movimento.

Gli spazi fra i denti sono distanziati in modo da corrispondere esattamente alla posizione occupata dal braccio di contatto in rapporto ai telai multipli.

Nella fig. 442, per esempio il braccio di contatto è centrato esattamente di fronte al telaio N° 1.

Il magnete CR controlla il movimento radiale per mezzo della sua armatura che porta il nottolino d'arresto ER, ed ha per scopo di centrare e bloccare il braccio di contatto in corrispondenza delle venti linee di un telaio multiplo.

I magneti MH ed MV vengono azionati attraverso contatti disposti sull'armatura del magnete di arresto.

Ora, possono verificarsi i due casi seguenti:

1°) Quando il magnete d'arresto CV riceve corrente, il selettore viene liberato, ed il disco insieme al braccio di contatto inizia la sua rotazione, continuando a girare fino a quando il circuito non venga interrotto per mezzo di CV. Allora il nottolino d'arresto entra in un incastro fermando così la rotazione del disco. Contemporaneamente però viene interrotto il circuito del magnete d'accoppiamento. La rotazione del disco è destrosa o sinistrosa a seconda che è eccitato il rocchetto MH o quello MV del magnete d'accoppiamento.

2°) Quando il magnete d'arresto CR riceve corrente, il braccio di contatto viene liberato e può spostarsi radialmente. Contemporaneamente viene interrotta la corrente nel magnete di accoppiamento.

Nello stesso tempo, il braccio di contatto penetra o viene ritirato dal telaio multiplo a secondo di quale rocchetto del magnete viene eccitato (MH od MV).

Nel sistema Ericsson sono usati tre differenti tipi di selettori, e cioè cercatori, selettori di gruppi, e connettori, ma essi sono sostanzialmente di identica costruzione e differiscono solo nei particolari. Vediamo però anzitutto come a mezzo di tali selettori si realizzano le connessioni tra i diversi utenti e con quali mezzi si possono produrre al minimo i circuiti di connessioni nelle centrali.

Quanto è detto in seguito si riferisce al caso generale di centrali urbane che servono un numero elevato di utenti. I principii generali restano però immutati ed applicabili al caso delle centrali installate a bordo nelle quali il numero limitato di apparecchi, comandati per mezzo della centrale, rende l'apparecchiatura più semplice.

Il numero massimo dei circuiti di connessione di una centrale, potrebbe essere evidentemente eguale alla metà del numero di utenti serviti dalla centrale. In pratica invece basta solo un numero uguale al 20 % circa di tale massimo, cioè il 10 % circa del numero totale di utenti, poichè non tutti parlano contemporaneamente e basta quindi che vi sia un numero di linee sufficienti a stabilire le comunicazioni che occorrono durante il massimo traffico.

Consideriamo anzitutto un impianto di cento apparecchi: nel caso in cui si volesse realizzare il massimo numero possibile di collegamenti simultanei, ogni linea entrando in centrale dovrebbe far capo da una parte alla spazzola del proprio selettore e dall'altra andrebbe a multiplicarsi sui contatti in tutti i selettori (V. fig. 413). Ogni selettore ha cento contatti distribuiti in 10 fili orizzontali di 10 contatti ciascuno.

Il funzionamento è evidente; ciascun corrispondente stabilisce la propria comunicazione mediante la manovra della propria spazzola mossa in senso verticale con l'invio della prima cifra e la seconda volta in senso orizzontale con l'invio della seconda cifra.

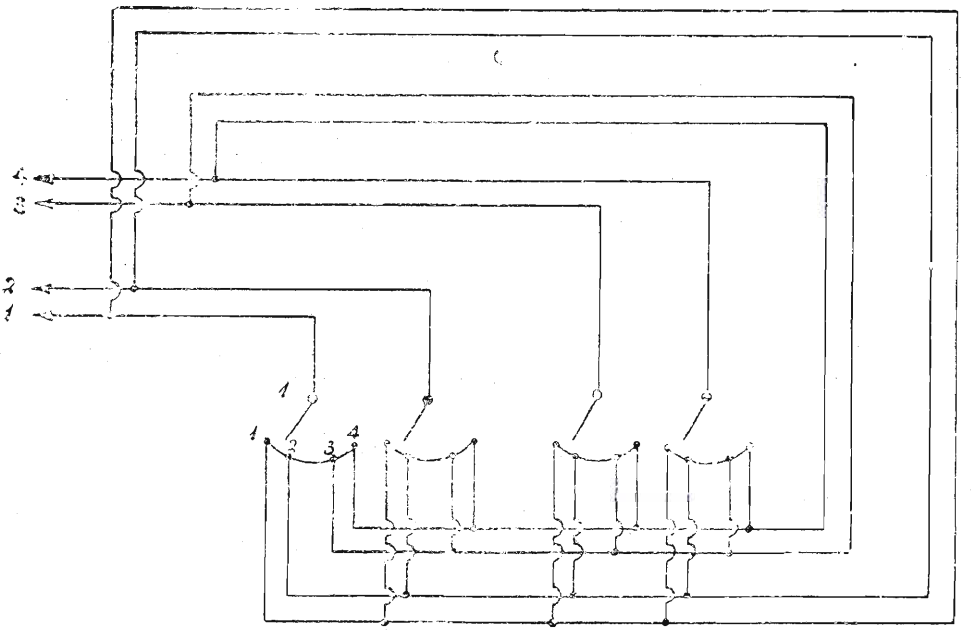


Fig. 414.

La figura può, per semplicità, schematizzarsi nella 415 nella quale il fascio delle linee è rappresentato da un tratto pieno che da una parte va man mano riducendosi a punta, via via che le linee diminuiscono andando ciascuna linea a connettersi alla spazzola del rispettivo selettore.

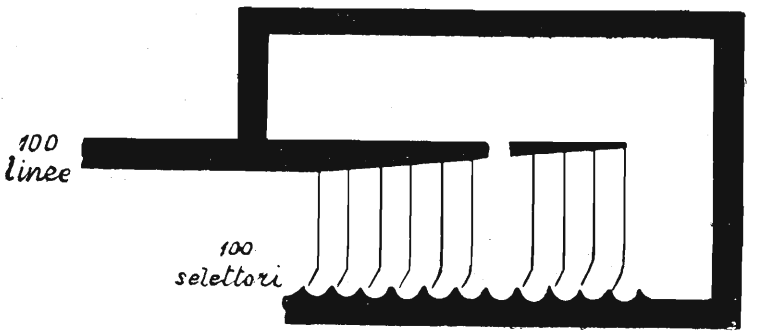


Fig. 415.

Dall'altra parte il tratto rimane parallelo dato che tutte quante le linee vanno a multiplicarsi su contatti di tutti i selettori. Riducendo i circuiti di connessione a 10, cioè al 10 % del numero degli abbonati, la disposizione diviene quella della fig. 416. In questo caso si rende necessario l'introduzione di una seconda serie di commutatori i quali dànno all'abbonato la possibilità di connettersi con un qualunque dei 10 circuiti esistenti e precisamente col primo circuito di connessione libero, potendo in quel momento parte dei circuiti essere impiegati per altre comunicazioni.

Questa seconda serie di commutatori costituisce i così detti « preselettori » o « cercatori di linea » a seconda dei vari sistemi. Con questa disposizione si hanno 10 commutatori in più della precedente (i quali sono però molto più semplici dei selettori) ma se si contano i contatti totali dei commutatori, si trova che il loro numero è ridotto ad un quinto (1).

Vedremo più avanti i particolari di funzionamento di questi organi. Rimanendo nel campo della costituzione della centrale, il principio dell'impiego dei selettori di gruppo è chiaramente indicato dalla fig. 417.

Talvolta non è sufficiente un solo ordine di preselettori e se ne aggiunge allora un secondo.

Quanto è stato detto finora si applica in generale a tutti i sistemi di telefoni automatici; cambia però da sistema a sistema il numero delle linee componenti ciascun gruppo o sottogruppo, a seconda della capacità delle linee del selettore finale. (Tale capacità è di 100 per selettore del sistema Strowger, di 200 per Western e di 500 per gli Ericsson).

---

(1) Nelle centrali urbane, quando il numero delle linee è superiore a 100, per esempio nel caso di centrale a 1000 o a 10000 numeri, allora le linee (mantenendosi costante la capacità dei selettori) vengono divise necessariamente in gruppi e all'occasione in sottogruppi. Le linee degli abbonati sono collegate ai preselettori, da questi vanno ai selettori di gruppo, successivamente ad altri selettori di gruppo ed infine a quelli di linee.

I selettori di gruppi sono identici nelle strutture a quelli di linea, ma diversi nelle funzioni. Infatti mentre in questi ultimi come abbiamo visto, la selezione numerica, cioè gli spostamenti orizzontali o verticali delle spazzole dei selettori sono comandati dagli impulsi inviati sulla linea dall'abbonato, nei primi invece l'abbonato comanda solo gli spostamenti verticali, ed il selettore va poi a scegliere automaticamente la linea libera che gli permette di collegarsi al successivo gruppo di selettori.

Il preselettore è un organo che funziona solo automaticamente cioè sceglie da sè una delle linee per mettere l'abbonato in comunicazione con uno dei selettori.

Questi diversi aggruppamenti e le necessità di questi organi dipendono dall'avere adottato il principio già accennato di diminuire il numero dei contatti e delle linee di giunzione, ciò che è imposto dalle necessità di non impiegare organi molto complicati, oltre che da considerazioni economiche.

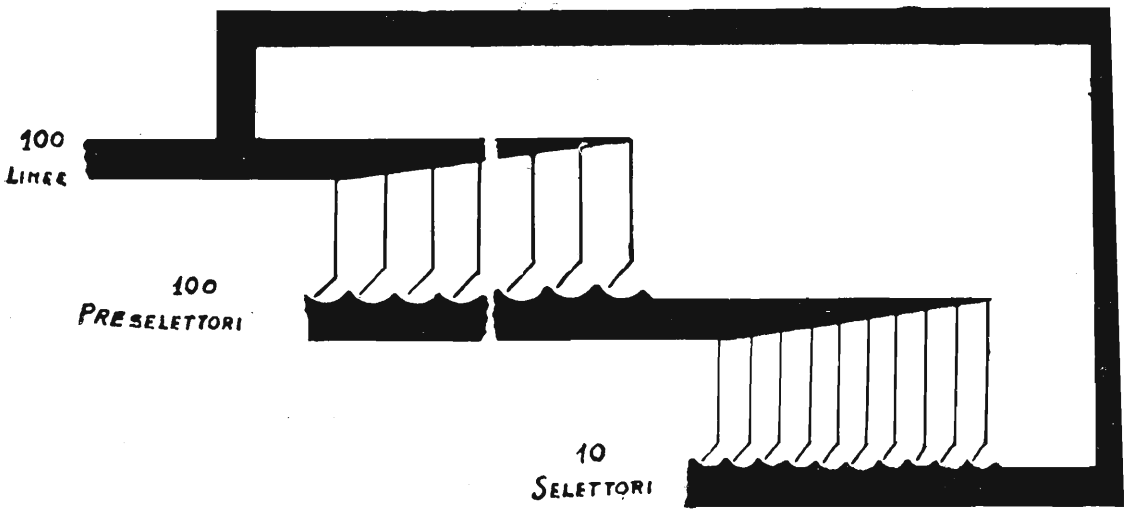


Fig. 416.

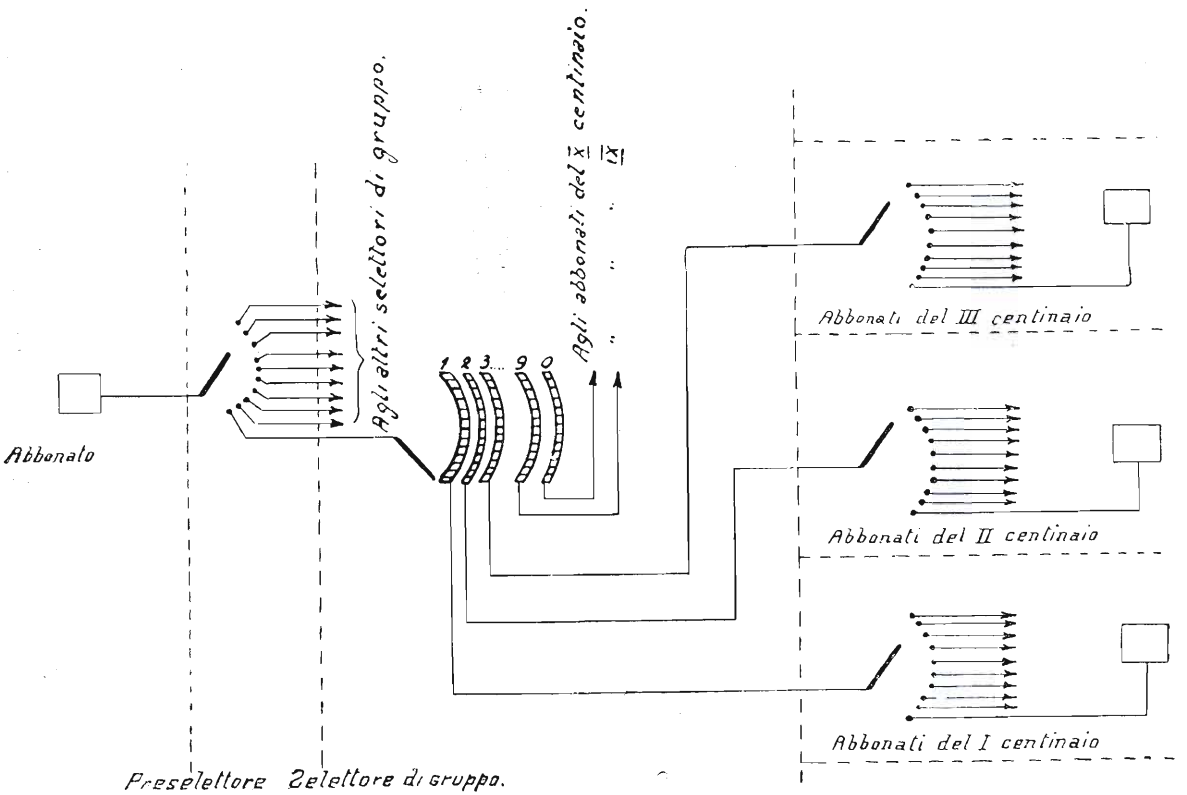


Fig. 417.

CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI TELEFONICI AUTOMATICI.

I sistemi telefonici automatici possono essere divisi in due classi: sistemi *automotori* o « passo a passo », sistemi *dinamotori* o « a comando meccanico ». La prima classe è così chiamata perchè i commutatori sono completi in sè stessi, cioè portano associati i magneti che comandano i loro movimenti e che sono eccitati direttamente dagli impulsi trasmessi.

Fra i primi è il sistema Strowger-Siemens, che attualmente è uno dei più diffusi in Italia.

I sistemi dinamotori presentano gli organi di commutazione comandati con un mezzo indipendente dagli impulsi trasmessi. Il movimento degli alberi portaspazzole dei selettori di questi sistemi è ottenuto per mezzo dell'accoppiamento a frizione o a ruote dentate, con alberi in continua rotazione mossi da motori e sistemati nella centrale.

Questa classe comprende i sistemi « a pannelli » e « rotativo » della Western e il sistema Ericsson.

I sistemi telefonici automatici possono anche dividersi in sistemi « a comando diretto » ed a « registratori ». Nei primi ciascuna serie di impulsi aziona direttamente i successivi commutatori fino a che non sia completata la connessione come ad esempio nel sistema Strowger-Siemens.

Nei secondi si hanno nella centrale degli organi detti registratori, posti fra il cercatore di linea ed il primo selettore di gruppo. Questi registratori vengono associati alla linea di giunzione non per tutta la durata della conversazione, ma solo per il breve tempo occorrente a congiungere la linea del richiedente a quella dell'utente richiesto.

I registratori ricevono gli impulsi inviati dal disco combinatore senza impegnare nessun apparecchio od organo di giunzione della centrale, in modo che questi organi rimangano liberi per le altre comunicazioni. I registratori quindi, immagazzinati gli impulsi ricevuti, controllano il funzionamento dei successivi selettori per mezzo degli impulsi che vengono prodotti in centrale. Questi impulsi detti *impulsi invesi*, possono essere complementari rispetto a 10 di quelli inviati oppure possono essere una traduzione degli impulsi inviati con l'aggiunta o la sottrazione degli altri impulsi.

SISTEMA STROWGER-SIEMENS.

Generalità.

Abbiamo già accennato sommariamente al funzionamento di questo sistema: chi chiama alza il ricevitore ed automaticamente viene collegato dal suo preselettore ed eventualmente da un secondo preselettore, al primo selettore di gruppo trovato libero.

Ogni apparecchio è munito di un dispositivo di chiamata costituito da un disco numerato in corrispondenza di 10 fori ovali.

Questo disco è in relazione con un sistema di contatti collegato nell'interno dell'apparecchio. Introducendo un dito in uno dei fori numerati si fa ruotare il disco fino ad un gancio d'arresto situato in basso, a sinistra e quindi lo si lascia libero. Per effetto di una molla il disco torna nella sua posizione iniziale producendo tante interruzioni della corrente di linea per quante sono le unità del numero corrispondente al foro adoperato per la rotazione del disco. Così in modo assai semplice si può inviare alla centrale da uno a 10 impulsi di corrente tante volte quanto sia necessario.

Mediante questi impulsi di corrente vengono fatti funzionare dei relais che azionano i selettori in modo da ottenere la combinazione che occorre per stabilire la comunicazione voluta. Abbiamo anche visto precedentemente come taluni organi (preselettori) funzionino in modo esclusivamente automatico, cioè entrano in funzione da loro non appena si stacca il ricevitore, e vanno a scegliere una linea libera per stabilire la comunicazione, in altri termini questi organi effettuano una *selezione* automatica. Altri organi come i selettori di linea compiono invece i loro movimenti esclusivamente in base ai comandi dati. Si dice allora che questi effettuano una *selezione numerica*. I selettori di gruppo in fine fanno una selezione mista.

Selezione numerica.

Esaminiamo anzitutto come nel sistema Strowger-Siemens venga effettuata la selezione numerica.

La fig. 418 rappresenta schematicamente un piccolo sistema automatico a tre numeri, e ci riferiremo ad essa per comprendere il principio su cui si basa la selezione numerica.

Ogni linea è costituita da due fili indicati con *a* e *b*. N 1, N 2, N 3 indicano i tre apparecchi. Ciascun filo di linea fa capo a una spazzola strisciante; O_1 e O_2 sono unite ai fili della linea dell'apparecchio N. 1 e così per gli altri. Nei banchi dei contatti, i contatti che portano gli stessi numeri sono collegati fra loro. Così il filo v_1 collega tutti i contatti relativi al filo *a* dell'apparecchio N. 1, analogamente v_2 per N 2 e v_3 per N 3. In modo analogo v_4, v_5 e v_6, collegano i contatti dei fili *b*. In più v_1 è collegato al filo *a* di N. 1 per mezzo di q_1; v_4 al filo *b* di N 1 per mezzo di q_1. Analogamente v_2, v_5, ecc.

Inoltre ogni organo di selezione possiede una terza spazzola (O_3 per N. 1, O_6, per N. 2, O_9 per N. 3) che serve per il caso in cui il numero richiesto sia occupato. I contatti corrispondenti sono multiplati fra loro a mezzo dei fili c_1, c_2, c_3. L'insieme dei contatti esplorati dalle spazzole di un organo di selezione costituisce un *banco di contatti*.

Nella fig. 418 (He - HK) rappresentano l'elettromagnete e il dispositivo di rotazione. La ruota dentata è solidale con un asse W sul quale sono fissate, isolate elettricamente, le tre spazzole O_1, O_2, O_3. Un arresto MK, mantiene la ruota nella posizione raggiunta, nonostante l'effetto della molla *z*, la quale tende a riportare la ruota nella posizione di riposo. Quando l'elettromagnete M è eccitato, l'arresto MK, viene sollevato e quindi la ruota del selettore viene ricondotta a posto dalla molla *z*. A, B, X e P sono dei relais. Il contatto a_1 è comandato da A, B_1 da B, x_1 e x_2 da X, p_1, p_2, p_3 da P. Il dispositivo di chiamata consiste nel disco numerato munito alla sua periferia di 10 denti.

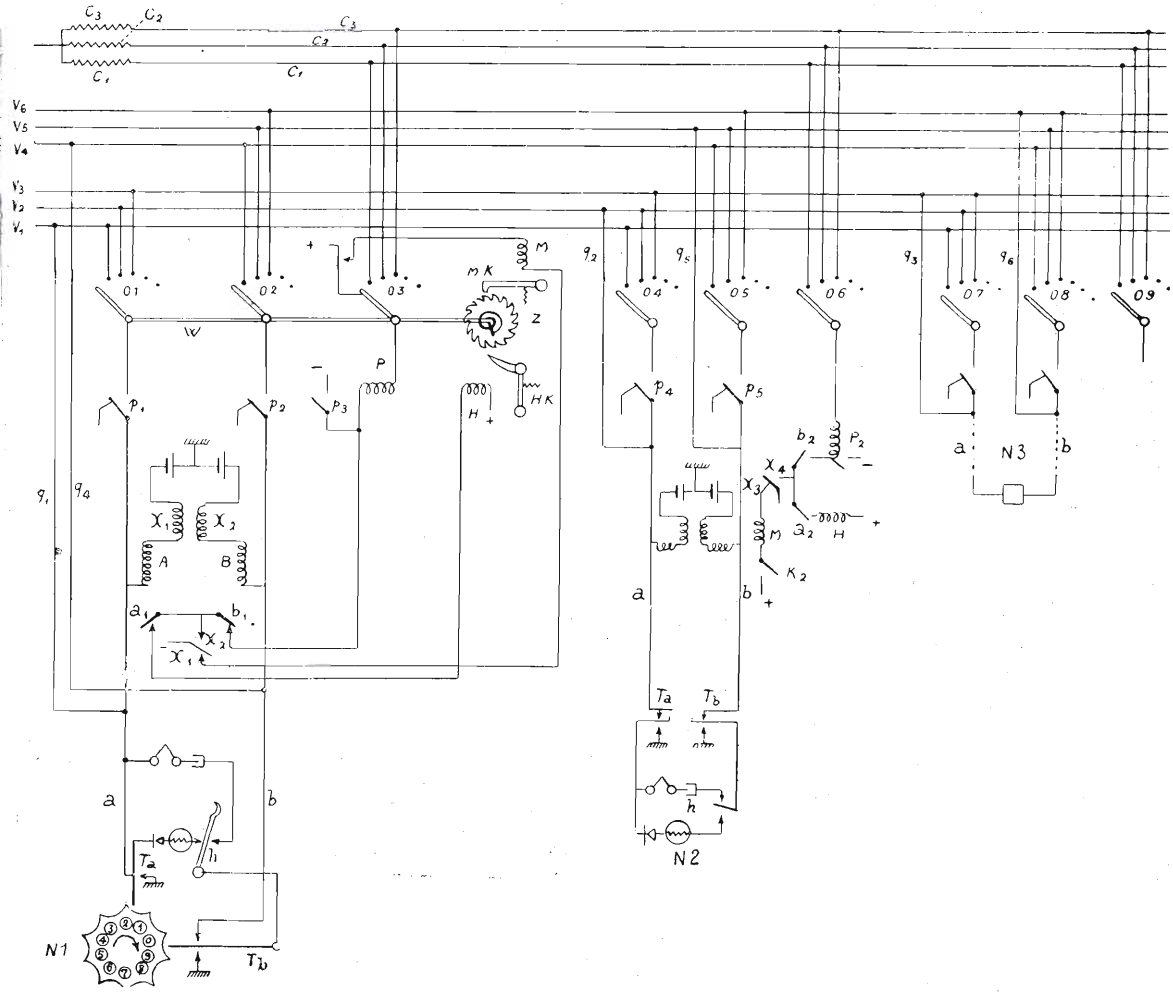


Fig. 418.

Nella fig. 418 non è rappresentata, per semplicità, la molla cui è affidato l'incarico di riportare il disco nella sua posizione iniziale. Nel tornare a posto i denti della ruota spostano l'estremità della leva a molla Ta, che viene staccata tante volte quanti sono i denti, dal conduttore *a* e collegate a terra. L'operazione dell'interruzione viene effettuata durante il ritorno del disco per ottenere che l'invio degl'impulsi di corrente avvenga in modo uniforme e sempre con la stessa velocità, ciò che evidentemente non potrebbe ottenersi qualora l'invio degl'impulsi avvenisse durante il movimento impresso a mano al disco.

Quando il disco ritorna nella posizione di riposo uno scontro, che si trova sulla ruota, incontra la leva Tb e la collega alla terra.

Vediamo come viene stabilita la comunicazione e supponiamo che N_1, voglia chiamare N_3. Egli stacca il ricevitore dal gancio e facendo questa operazione si chiude il circuito che parte dalla batteria della centrale, passa attraverso x_1, a, T_a, microfono, ricevitore, gancio, T_b, b, B, x_2, e torna alla batteria.

Si eccitano quindi i relais A, B, X_1, X_2. L'abbonato N_1, fa quindi ruotare il disco di chiamata a partire dal foro 3. In conseguenza T_a, viene messo tre volte a terra e per tre volte quindi si interrompe la corrente nel filo *a*. L'armatura del relais A, cade per tre volte, mentre i relais B, X_2, restano eccitati attraverso il circuito terra, batteria, x_2, B, b, Tb, gancio ricevitore, microfono, T_a, terra. Ad ogni caduta dell'armatura A, si chiude in centrale il circuito: —, x_2, a_1, H, +.

L'elettromagnete di rotazione H, viene quindi ad essere eccitato per tre volte e fa ruotare le tre spazzole in modo da stabilirne la connessione con i fili mutiplati v_3, v_6, c_3.

Supponiamo adesso che *N 3*, sia libero. Dopo che sono stati trasmessi i tre impulsi, il disco tornando nella posizione di riposo, si mette T_b a terra, nel filo b si interrompe la corrente e si diseccita allora il relais B, e perciò ne cade l'armatura.

I relais A e X_1, restano eccitati attraverso il circuito: batteria, X_1, A, a, T_a, microfono, ricevitore, gancio, T_b terra. L'armatura di B cadendo chiude il circuito: —, x_2, b_1, P, O_3, resistenza, C_3, +.

Si eccita quindi il relais P che chiude i contatti p_1, p_2, p_3.

Attraverso p_1 e p_2, la linea N 1, è collegata ai fili v_3, v_6, che alla loro volta sono collegati alla linea N 3, attraverso i fili q_3, q_6. L'interruttore p_3, contemporaneamente pone il relais P in diretto collegamento con il negativo, in modo che questo relais rimanga eccitato anche quando la leva T_b, torna in posizione normale, perciò richiudendosi la linea b, B, viene nuovamente eccitato e riapre il contatto b_1.

Alla fine della conversazione N_1, attacca il ricevitore al gancio, il quale

si stacca dal contatto di sinistra e si unisce a quello di destra, conseguentemente, s'interrompe la corrente di eccitazione dei relais A, B, X, che lasciano cadere le loro armature.

Nel lasciare la posizione di riposo, la spazzola O_3, ha chiuso il contatto k, perciò quando l'armatura del relais X, cade, per essere stato attaccato il ricevitore si chiude il circuito: meno, x_1, M, k, +.

(Ricordiamo che la caduta dell'armatura A, chiude il contatto a_1; quella di B, chiude b_1. I due avvolgimenti X_1, X_2, agiscono sopra lo stesso nucleo che rimane perciò attratto quando è eccitato indifferentemente uno dei due avvolgimenti. Il relais X, quando è eccitato chiude x_2, mentre quando è diseccitato chiude x_1).

Per effetto della chiusura del circuito suddetto si eccita M, che solleva lo scontro M K, ed in conseguenza la molla Z, riporta la ruota dentata del selettore in posizione di riposo. La spazzola O_3, torna pure nella sua posizione normale e si riapre quindi il contatto k. Nello schema del settore relativo alla linea N_1, i contatti del relais sono disposti in modo da far vedere chiaramente da quali relais sono comandati, ciò comporta una complicazione nella rappresentazione dei circuiti; per semplificare si può quindi usare la disposizione per N_2.

Supponiamo adesso che N_2, voglia chiamare N_3, mentre questo è in comunicazione con N_1. Questa nuova comunicazione non deve poter essere stabilita. Le spazzole O_4, O_5, O_6, vengono collegate ai fili v_3, v_6, c_3 nel modo che abbiamo già visto. Il relais V, si diseccita e chiude il circuito: —, x_4, b_2 P_2, O_6, c^3 e O_3, +.

In questo modo il relais P_2 viene a trovarsi in parallelo con P, la resistenza complessiva del circuito viene quindi a diminuire, aumenta in conseguenza la corrente attraverso la resistenza O_3, che provoca una più grande caduta di tensione. Perciò si produce un'abbassamento della tensione applicata ai capi di P e P_2. Per effetto di questo abbassamento, la corrente che percorre P_2, non è sufficiente ad attrarne l'armatura; la stessa diminuzione si ha anche in P, ma la corrente conserva tuttavia un valore tale da permettere di mantenere sollevata l'armatura di questo relais. L'apparecchio N_2, riceve allora il segnale di occupato attraverso i contatti di riposo P_4, P_5. Se, nella fig. 447 i fili *a* e *b*, fossero collegati direttamente alle spazzole O_1 e O_2, durante la rotazione di queste, i detti fili passerebbero successivamente sui contatti delle varie linee multiplicate, provocando così dei disturbi nelle comunicazioni in corso.

Conviene inoltre evitare la connessione diretta dei fili degli abbonati alle spazzole per la razione seguente: Se supponiamo che le linee multiplate v_1 e

v_4, siano occupate, e che la linea N_1, debba essere collegata a quella di N_3, quando O_1, sarà collegata a v_1 ed il filo sarà successivamente isolato dalla manovra del disco combinatore, per ottenere che l'organo di connessione passi da v_1 a v_4, da v_2 a v_5 ecc., il relais A, non seguirebbe gli impulsi comandati dal disco perchè resterebbe permanentemente eccitato attraverso il circuito: batteria, X_1, A, (supponendo p_1 chiuso), O_1 v_1, spazzola dell'organo di selezione che dà luogo all'occupazione, filo *a*, posto telefonico, filo *b*, B, X_2, batteria.

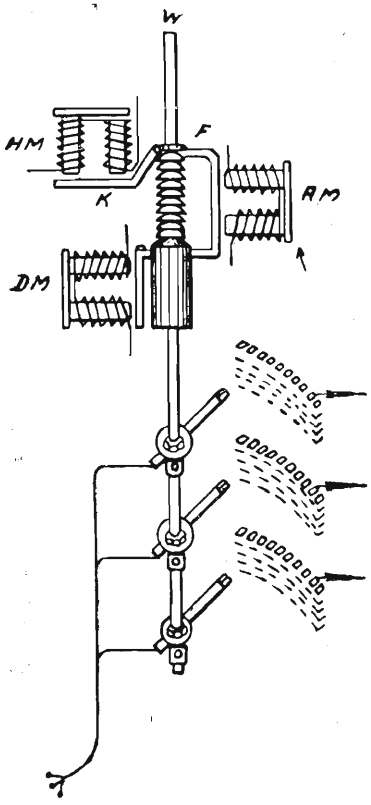


Fig. 419.

In queste condizioni l'organo di connessione non avanzerebbe. Due linee, ad esempio una linea di apparecchio ed una linea di multiplaggio, non devono mai poter essere collegate quando il loro collegamento possa dar luogo ad inconvenienti.

Il sistema che noi abbiamo esaminato, si riferisce al caso di un impianto comprendente solo 10 abbonati. In pratica nelle centrali urbane la selezione numerica, nel sistema Strowger-Siemens viene fatta con selettore per 100 abbonati. Perciò l'albero W, del selettore compie, oltre al movimento di rotazione, anche un movimento ascensionale. Il selettore ha quindi per ogni spazzola non soltanto 10 contatti disposti in un piano orizzontale, ma 10 ordini di 10 contatti. Uno schema semplificato di un selettore di questo tipo è rappresentato dalla fig. 419.

Per ottenere il movimento di ascensione l'albero porta 10 denti circolari che costituiscono una specie di cremagliera. Vicino ad essa si trova l'elettromagnete H M, di sollevamento, il quale comanda il gancio K. Ad ogni eccitazione di H M, il gancio fa salire l'albero di un dente.

Per permettere la rotazione dell'albero, altri 10 denti sono ricavati longitudinalmente in un altro ringrosso dell'albero. L'elettromagnete di rotazione D M, posto lateralmente fa ruotare, ad ogni impulso, l'albero della larghezza di un dente. Per mantenere l'asse nella posizione raggiunta, un doppio scontro F, si introduce nei denti circolari e longitudinali, questo scontro

tenuto a posto da una molla si scosta per permettere lo scatto successivo, ma ritorna immediatamente a posto dopo che il passo è stato compiuto.

Per far ritornare l'albero nella posizione di riposo, vi è un terzo elettromagnete A M. Quando questo viene eccitato attira lo scontro F, la molla Z, della fig. 418 fa allora ruotare l'albero in modo da riportarlo nell'azimut iniziale, e quindi esso ritorna al posto proprio cadendo per il proprio peso.

La linea chiamante è collegata alle spazzole mediante un cordone flessibile, mentre le linee multiplate degli abbonati sono raccordate ai contatti fissi.

Come già abbiamo detto l'abbonato trasmette successivamente solo dei gruppi di impulsi da uno a 10, ora in un selettore di questo genere la prima serie di impulsi deve provvedere al sollevamento dell'albero mentre la seconda deve farlo ruotare. Necessita quindi una commutazione che agisca sull'organo di connessione per fare eseguire ad esso prima il movimento verticale e poi quello di rotazione. Le cose sono disposte in modo che le spazzole non abbiano a strisciare sopra i contatti durante il sollevamento.

Per la commutazione esiste quindi un'altro organo detto appunto *commutatore.*

Questo commutatore ha tre posizioni ed è comandato dal contatto T_b; passando dalla prima alla seconda posizione il commutatore fa comandare dal contatto T_a l'elettromagnete di accensione e poi quello di rotazione. Passando alla terza posizione fa senz'altro agire il relais T, della fig. 418.

Selezione automatica.

Si chiama selezione automatica la ricerca di una linea libera in un fascio di linee simili.

I preselettori sono organi che compiono la sola selezione automatica, mentre i selettori di gruppo compiono una selezione mista. Infatti in questi la selezione dei livelli è comandata dall'abbonato, mentre quando è raggiunto il livello desiderato, la selezione diviene automatica, perchè il selettore cerca una delle linee libere per collegarsi ai selettori di linea.

Esaminiamo anzitutto come funzionano i primi ed i secondi preselettori. Lo schema semplificato di un impianto con primi e secondi preselettori è rappresentato nella fig. 420.

Il primo preselettore ha 4 spazzole, di cui 01, 02, 03, strisciano su contatti separati. La spazzola 04, è unita, nella sua posizione di riposo ad un contatto particolare, nelle altre posizioni striscia su un contatto circolare. Quando l'abbonato stacca il ricevitore, si chiude la linea, ed il relais R, fun-

ziona e chiude i contatti r_2 e r_1, chiude quindi il circuito: —, r_2, t_4, elettromagnete di rotazione D, del preselettore, interruttore U, e terra.

Le quattro spazzole si mettono perciò in movimento. Quando la 0_3, trova una linea libera (c), si chiude il circuito: —, r_1 T'', T', spazzola 03, linea e p_3, relais C, g_1, terra.

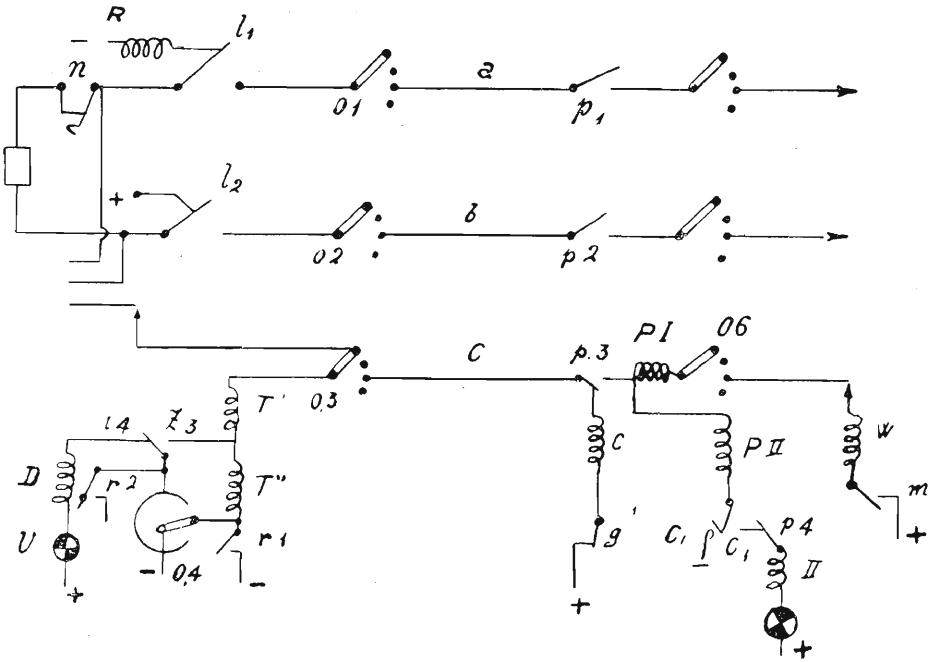


Fig. 420.

L'elettromagnete T (T' e T'') eccitandosi, chiude i contatti t_1 e t_2, e mette quindi R fuori circuito e commuta il contatto da t_4 a t_3. Il preselettore si ferma, e l'avvolgimento di grande resistenza T'' viene messo in corto circuito su 0,4. Supponiamo che C abbia una resistenza di 500 ohm, T' di 15 e T'' di 600 ohm, e che la tensione di alimentazione sia di 60 volt.

Nell'istante in cui 0,3, si chiude sul filo e, la corrente prende il valore di 0,055 ampère, ma subito dopo, avendo funzionato il relais T, ed essendo stato perciò messo in corto circuito T'', la corrente nel filo e sale a 0,12 ampère. Ai capi di T' si ha quindi una tensione di 0,12. 15 = 1,8 Volt. Perciò se un altro preselettore si mette in moto cercando la linea libera quando la sua spazzola 0,3, tocca il filo e del preselettore già occupato, viene a mettere il suo relais T, in parallelo con T' della linea occupata. Ai capi di questo se-

condo relais si ha quindi una tensione di 1,8 volt, ed esso sarà quindi percorso da una corrente di $\frac{1,8}{615} = 0,003$ ampère che non è sufficiente a farlo funzionare. Conseguentemente quest'altro preselettore continuerà la sua rotazione fino ad incontrare una linea libera.

Tornando al caso che stavamo trattando, abbiamo visto che quando il primo preselettore incontra una linea libera, funziona il relais C. Si chiudono i contatti c_1 e c_2 e conseguentemente il circuito:

c_1, c_2 p_4, elettromagnete di rotazione D, interruttore.

Il secondo preselettore si mette quindi in movimento. Quando incontra una linea libera si chiude il circuito:

c_1, PII°, PI°, contatto 06, W, m, terra.

Funziona quindi il relais P, che chiude i contatti p_1, p_2, p_3, e apre p_4, facendo cessare la rotazione del preselettore, che è comandata da D. La linea viene bloccata, cioè non può essere più occupata da un altro selettore, perchè in modo analogo a quanto abbiamo visto per il primo selettore, in questo caso il relais P dell'altro preselettore verrebbe a mettersi in parallelo con quello del preselettore occupante e quindi non potrebbe funzionare.

La liberazione dei due preselettori si ottiene con l'apertura del contatto n.

Selettori di gruppo. — Con questi apparati si effettua come abbiamo accennato una selezione mista. Fra i numerosi tipi usati nel sistema Strowger-Siemens consideriamo quello rappresentato schematicamente nella fig. 421.

La selezione numerica, mediante la quale l'abbonato sceglie il gruppo (di centinaia o di migliaia) con cui desidera mettersi in comunicazione viene fatta, nel modo seguente:

Manovrando il disco di chiamata l'abbonato commuta il contatto T_a, perciò si interrompe successivamente il circuito dell'elettromagnete A, che fa chiudere, tante volte, quanti sono gli impulsi, il contatto a_1 comandando così l'elettromagnete H, di rotazione, che si eccita attraverso il circuito:

—, x_2, a_1 H, terra.

Quando il disco torna nella posizione di riposo funziona T_b. Si chiude perciò b_1 e si eccita l'elettromagnete D attraverso il circuito:

—, x_2, b_1, D, interruttore, terra.

All'inizio della rotazione dell'albero del selettore si chiude automaticamente il contatto w, in modo che l'albero continua anche se b_1, si apre. La

rotazione continua fino a che le spazzole non incontrano una linea libera. Si chiude allora il circuito: +, P, spazzola e, resistenza r, terra.

Passando sulle linee occupate P, viene a trovarsi in parallelo con gli analoghi relais degli altri selettori e quindi per le stesse ragioni dette nei paragrafi precedenti, non può funzionare.

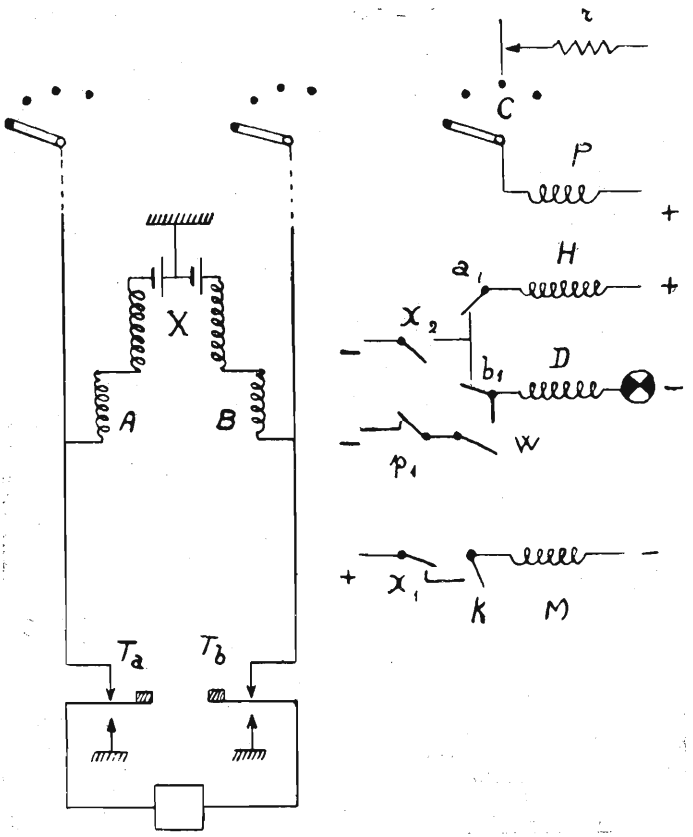


Fig. 421.

La liberazione viene nel modo seguente:

L'abbonato appende il ricevitore al gancio, si interrompe perciò la linea e conseguentemente si eccita il relais M, di liberazione attraverso il circuito:

terra, x_1, contatto k, M, —.

SISTEMA AUTOMATICO WESTERN.

Un altro sistema telefonico automatico è quello tipo Western, detto anche sistema rotativo, della Centrale telefonica militare di Roma. Questa nuova Centrale è equipaggiata per mille linee, estensibile fino a 2000. Le linee sono divise in gruppi di 100 e ciascun centinaio è servito da un gruppo di 10 cercatori primarii di linea. Essa è provvista dei seguenti organi:

Cercatori o selettori primarî di linea.
Cercatori o selettori secondari di linea.
Cercatori di registratori.
Selettori di gruppo.
Selettori finali.

Cercatore primario di linea. — Il cercatore primario di linea (fig. 113) è formato da quattro parti essenziali:

1°) Un arco semi-cilindrico; 2°) Un equipaggiamento mobile o carrello porta spazzole; 3°) Una elettrocalamita; 4°) Una ruota d'avviamento.

L'arco semi-cilindrico ha nella sua parte interna i contatti terminali di un gruppo di 100 linee di Stazioni, disposte in due file di 50 ciascuna.

I contatti sono numerati orizzontalmente, cominciando in alto da sinistra a destra.

La prima fila comprende le linee delle Stazioni dal N. 0, al N. 49; la seconda quella dal N. 50 al N. 99. Ogni linea ha quattro contatti terminali, di cui: due per linea stessa e due per i circuiti di selezione.

I cercatori primarî di linea funzionano in gruppi di 10 e siccome ciascun gruppo serve 100 linee di Stazioni e i contatti terminali delle dette 100 linee sono nello stesso ordine ripetuti in ciascuno dei 10 cercatori, così l'arco di essi è detto anche « Campo Multiplo ».

L'equipaggiamento mobile o carrello porta spazzole (fig. 422) è formato da un asse verticale, parallelo all'asse dei contatti terminali dell'arco, e girevole fra due cuscinetti fissati nel telaio dell'arco stesso. Detto asse è provvisto di un collettore della linea ausiliaria. Sull'asse sono fissate le spazzole disposte in due bracci diametralmente opposti di quattro spazzole ciascuno, in contatto diretto col collettore della linea ausiliaria.

I contatti delle spazzole, come quelli del campo multiplo, sono disposti in modo che una metà delle file, per esempio quelle orizzontali dispari, sono strisciate da una serie di spazzole durante una metà della rotazione.

L'asse porta alla sua base un disco graduato e un disco dentato.

Funzionamento. — Quando una stazione di un gruppo (come abbiamo detto, le stazioni sono divise in gruppi di 100 ciascuno) toglie il ricevitore dal gancio, il corrispondente gruppo di 10 cercatori primari di linea si mette in movimento. Non appena una spazzola di uno dei cercatori, strisciando su contatti del multiplo, trova quelli corrispondenti alla linea chiamante, il cerca-

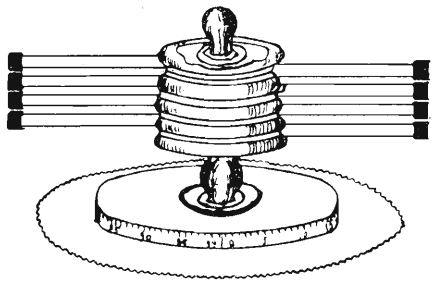


Fig. 422.

Carrello portaspazzole del cercatore di linea

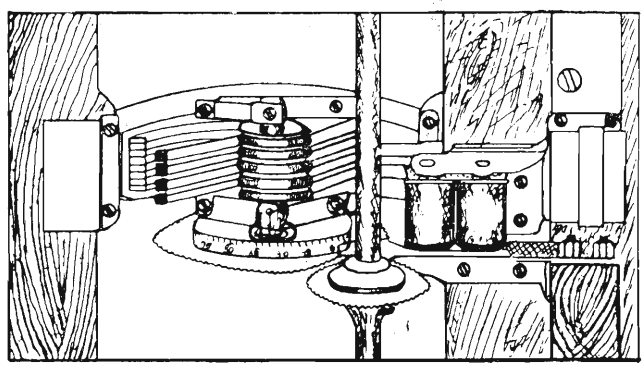


Fig. 423.

Cercatore primario di linea

tore si ferma istantaneamente, e con esso si fermano anche gli altri, purchè al tempo stesso altra stazione di quel gruppo non chiami. Che se al tempo stesso altra stazione di quel gruppo chiamasse, i cercatori (poichè uno si è fermato per effetto della chiamata della prima stazione) girano, finchè un altro cercatore trovi la seconda stazione chiamante. Così avverrà successivamente, se contemporaneamente o successivamente altre stazioni del centinaio ossia del gruppo, chiameranno. Da ciò si comprende che un gruppo di 100 stazioni è

servito contemporaneamente da 10 cercatori primarî di linea e per conseguenza su di un gruppo di 100 stazioni, possono essere stabilite 10 comunicazioni al tempo stesso.

Il movimento del cercatore di linea avviene nel modo seguente:

Quando la stazione di un gruppo stacca il ricevitore dal gancio, fa funzionare il proprio relais di linea. Questo a sua volta aziona altri relais, i quali chiudono i circuiti dell'elettrocalamita.

Essa, eccitandosi, lascia libero il disco dentato, il quale ingrana nella ruota d'avviamento e la segue nella sua rotazione.

Appena una spazzola trova la linea chiamante, la elettrocalamita viene disinnestata istantaneamente, il disco dentato a sua volta si disinnesta dal disco d'avviamento, e il cercatore si arresta istantaneamente.

In tal modo, la linea della stazione chiamante, per mezzo della linea ausiliaria, è prolungata fino agli archi dei cercatori secondari di linea.

Cercatore secondario di linea. — Il cercatore secondario di linea è in tutto eguale al primario, con la differenza che, mentre nell'arco a campo multiplo del primo fanno capo le linee delle stazioni, nell'arco del secondo fanno capo le linee ausiliarie, cioè le 100 parti rotanti dei 100 cercatori primarî di linea.

I corrispondenti contatti degli archi di ciascun cercatore secondario, come nei cercatori primarî, sono collegati tra di loro, e ne costituiscono un campo multiplo, di modo che uno qualunque dei cercatori secondarî, purchè sia libero, può venire connesso con una linea ausiliaria, ossia con la parte rotante del cercatore primario di linea.

Funzionamento. — Quando una linea di stazione è stata prolungata dall'arco o campo multiplo del cercatore primario di linea, all'arco o campo multiplo del cercatore secondario per mezzo della linea ausiliaria, la parte mobile del medesimo è messa in rotazione.

Appena una spazzola trova la linea ausiliaria, il cercatore si ferma e si fermano pure gli altri che con esso erano in rotazione.

In tal modo la linea ausiliaria è prolungata al gruppo di connessione, o circuito di cordone di cui fa parte il cercatore secondario che è stato connesso.

Cercatore di registratore. — Il cercatore di registratore, è simile agli altri cercatori precedentemente descritti, con la differenza che ai terminali dell'arco, o campo multiplo di questo, fanno capo i registratori.

Funzionamento. — Quando il cercatore secondario si è connesso con una linea ausiliaria, la linea della stazione chiamante è prolungata al cercatore di registratore.

La parte mobile di questo cercatore si mette in rotazione alla ricerca di un registratore libero, e appena ne trova uno, questo viene connesso con la linea. Su di essa è allora inviata una corrente della frequenza di 400 periodi, determinante nel ricevitore della stazione chiamante, un suono continuo, detto di « Centrale libera ».

Da questo momento, la stazione chiamante può comporre col proprio disco combinatore, il numero della stazione desiderata.

Registratore. — Il registratore registra il numero combinato dalla stazione chiamante per mezzo del proprio disco combinatore, e a sua volta lo trasmette agli organi che dovranno selezionare la linea della stazione chiamata.

Esso rappresenta l'operatore (o l'operazione) di una centrale manuale; il quale dopo aver udito dalla stazione chiamante il numero della stazione desiderata, cerca il detto numero nel suo commutatore, vi introduce la spina, ed effettua la chiamata stessa.

Il registratore sottrae gli organi della selezione dal comando diretto dalla stazione chiamante. Infatti nei sistemi « passo a passo », gli impulsi inviati dalla stazione chiamante sono ricevuti dal selettore, mentre nel sistema W. E. gli impulsi stessi sono ricevuti dal registratore.

La sua precisione e la sua leggerezza, non disgiunte da solidità, gli consentono di essere atto ad un funzionamento pronto e sicuro, per quanto diverse possano essere le condizioni in cui può trovarsi a funzionare un apparecchio telefonico lontano dalla centrale.

Il registratore ha le seguenti proprietà:

1°) La precisa registrazione del numero combinato dalla stazione.
2°) La precisa selezione della linea corrispondente al numero stesso.
3°) L'immagazzinamento (per così dire) del numero.

Nel caso particolare che per eccezionale densità di traffico in tutto o in parte gli organi selettivi nella loro successione fossero occupati, il numero immagazzinato viene ritrasmesso man mano che essi restano disponibili.

Il suo impiego permette inoltre di tradurre in diverso modo il numero registrato, rendendo così possibile di soddisfare ad esigenze varie di servizio ed eventualità.

Funzionamento. — Il funzionamento del registratore è controllato da due combinatori: uno di entrata - uno d'uscita degli impulsi.

Il primo serve ad indirizzare successivamente sugli alberelli registratori le serie di impulsi inviati per mezzo del disco combinatore dalla stazione chiamante; il secondo, serve ad instradare verso gli organi della selezione gli impulsi rinviati dai singoli alberelli del registratore.

Registratore del numero. — Quando un utente invia il numero della stazione desiderata non fa altro che formare col disco combinatore un numero corrispondente a quello desiderato.

Formando col disco combinatore una cifra qualsiasi, s'invia sulla linea una serie di impulsi corrispondenti alla cifra formata.

Supponiamo di dover chiamare la stazione 2468. Formando la prima cifra (2) si trasmettono sulla linea due impulsi, i quali fanno fare al corrispondente registratore delle migliaia due passi. Formando la seconda cifra (4), si trasmettono quatto impulsi, per i quali il registratore corrispondente delle centinaia fa quattro passi, e così via; 6 passi per le decine ed otto per le unità.

Selettore di gruppo. — Con la connessione del secondo cercatore di linea ausiliaria, oltre al cercatore di registratore, è stato pure connesso il corrispondente selettore di gruppo.

Il selettore di gruppo è costituito da cinque parti essenziali:

1°) Un arco o campo multiplo semi-cilindrico nella parete interna del quale sono disposti in 10 ordini di file orizzontali (livelli) i contatti terminali di altrettante serie di linee di giunzione, aventi tre contatti ciascuno, disposti in uno stesso piano verticale.

La capacità del campo multiplo è di 220 linee, in ragione di 22 linee per ciascuna fila o livello.

Nel nostro caso a ciascun livello fanno capo le linee di giunzione verso altrettanti selettori finali, corrispondenti ad un determinato gruppo di 100 stazioni ciascuno.

2°) Un equipaggiamento mobile o carrello portaspazzole, costituito ad un asse verticale parallelo all'asse del cilindro, sul quale è fissato un collettore che prolunga la linea della Stazione a una serie di spazzole.

Queste sono fissate in un piano verticale, e sono multiplicate su 10 livelli, corrispondenti a ciascuno dei livelli del campo multiplo.

3°) Un selettore di livello (sganciaspazzole), costituito da un asse verticale portante 10 sporgenze dette speroni, disposte ad elica, ciascuna delle quali è situata a livello di una delle serie di spazzole.

L'asse del selettore di livello può assumere undici posizioni.

Nella prima, detta di riposo, nessuna sporgenza è nella direzione delle spazzole; nelle altre 10 invece, dette di lavoro, la rispettiva sporgenza viene a trovarsi in direzione di una determinata serie di spazzole.

Per effetto della selezione (centinaia) l'asse del selettore di spazzole occupa la posizione corrispondente agli impulsi inversi del centinaio trasmesso.

4°) Un doppio dispositivo elettro-magnetico di movimento.

a) Per il selettore di livello.

b) Per il carrello portaspazzole.

a) L'elettromotore del selettore di livello (sganciaspazzole) è così costituito:

Un disco di movimento è fissato, per accoppiamento flessibile, sull'asse motore, e partecipa del suo movimento, mentre un'espansione polare dell'elettrocalamita è fissata sull'asse del selettore di spazzole. Esso resta fermo finchè l'elettrocalamita non è eccitata; ma non appena una corrente circola nell'avvolgimento, l'espansione polare dell'asse selettore si magnetizza, attrae il disco, e ne segue il movimento.

b) Sull'asse del carrello portaspazzole è fissato, per mezzo di un disco flessibile, un anello di ferro, sul bordo del quale ruota la espansione polare in ferro di un elettrocalamita, avente per nucleo l'asse motore azionato da movimento continuo.

Normalmente l'espansione polare dell'elettrocalamita non esercita alcuna azione sul carrello portaspazzole; ma non appena una corrente alimenta la elettrocalamita, l'espansione polare si magnetizza e attrae l'anello di ferro, trascinandolo nel suo movimento rotatorio, e il carrello portaspazzole gira.

Quando cessa l'azione della corrente, cessa l'attrazione e il carrello si arresta.

5° Un freno elettromagnetico, costituito da un'elettrocalamita intieramente fissa, situato sotto il disco di trascinamento del carrello, donde i nuclei possono attrarre o rilasciare il disco, per evitare ulteriori movimenti provocati da magnetismo residuo o per inerzia.

L'azione del freno è brevissima e si produce nell'istante in cui la corrente azionante l'elettrocalamita di trascinamento è interrotta; costituisce così l'ultimo periodo di movimento del carrello portaspazzole.

Funzionamento. — Il funzionamento del selettore di gruppo è il seguente:

L'asse del selettore di livello (sganciaspazzole), e quello del carrello portaspazzole, sono fissati nel piano diametrale di faccia all'arco dei contatti; nello stato di riposo, le spazzole sono tutte agganciate, e si trovano in questo piano diametrale; mentre un selettore neutro (o cilindro riagganciaspazzole) è di fronte un po' indietro ai contatti.

La selezione avviene in due tempi: la prima sotto l'azione indiretta degli impulsi trasmessi dalla stazione chiamante, e consiste nel dare al selettore di livello (sganciaspazzole), un movimento di rotazione di una ampiezza tale che

lo sperone corrispondente al livello del gruppo di spazzole da scegliersi sia condotto di fronte ad esso.

La seconda parte si effettua automaticamente, senza intervento di alcun impulso. Il carrello portaspazzole è messo in movimento incontrando lo sperone sporgente del selettore di livello; la corrispondente serie di spazzole è sganciata.

Il carrello portaspazzole si arresta non appena le spazzole sganciate incontrano una linea ausiliaria disponibile, e collega un selettore finale (o un secondo selettore di gruppo) col circuito di connessione di cui esso carrello portaspazzole fa parte.

Il selettore di gruppo è controllato dall'azione indiretta degli impulsi emessi dalla stazione chiamante.

Questi impulsi agiscono sull'elettromotore formante il dispositivo d'accoppiamento del selettore del gruppo col movimento meccanico continuo.

Selettore finale. — Il selettore finale è analogo al selettore di gruppo già descritto, con la sola differenza che la capacità del suo campo multiplo è di 200 metri di contatti, ossia di 200 linee.

Le 100 serie di contatti di sinistra in 10 ordini orizzontali di 10 serie ciascuno, costituiscono il primo centinaio (pari); le 100 di destra, disposte nello stesso modo, costituiscono il secondo centinaio (dispari).

Analogamente a quanto abbiamo detto per il selettore di gruppo per effetto della selezione delle unità, il carrello portaspazzole compie tanti passi quanti ne corrispondono gli impulsi inversi delle unità trasmesse, venendo ad occupare la posizione corrispondente alla linea della stazione chiamata compresa in un centinaio pari. Quando invece detta stazione è compresa in un centinaio dispari, il registratore fa fare al carrello portaspazzole 10 passi supplementari per raggiungere la linea delle stesse unità ma del centinaio dispari.

Funzionamento. — Il funzionamento del selettore finale è il seguente:

Allorchè lo sganciaspazzole, sotto l'azione indiretta degli impulsi della decina trasmessa dalla stazione chiamante occupa la posizione corrispondente agli impulsi, il carrello portaspazzole, mettendosi in movimento, incontra lo sperone dello sganciaspazzole corrispondente a detta decina: la relativa serie di spazzole viene sganciata e spinta in avanti, ed è obbligata a sfregare successivamente sui contatti delle linee costituenti la decina stessa; le altre serie di spazzole non sganciate restano nella loro rispettiva posizione di riposo.

Se la linea richiesta fa parte del centinaio pari, il carrello portaspazzole compie tanti passi quanti ne corrispondono agli impulsi inversi dell'unità trasmessa dalla stazione chiamante, arrestandosi di fronte ai contatti della

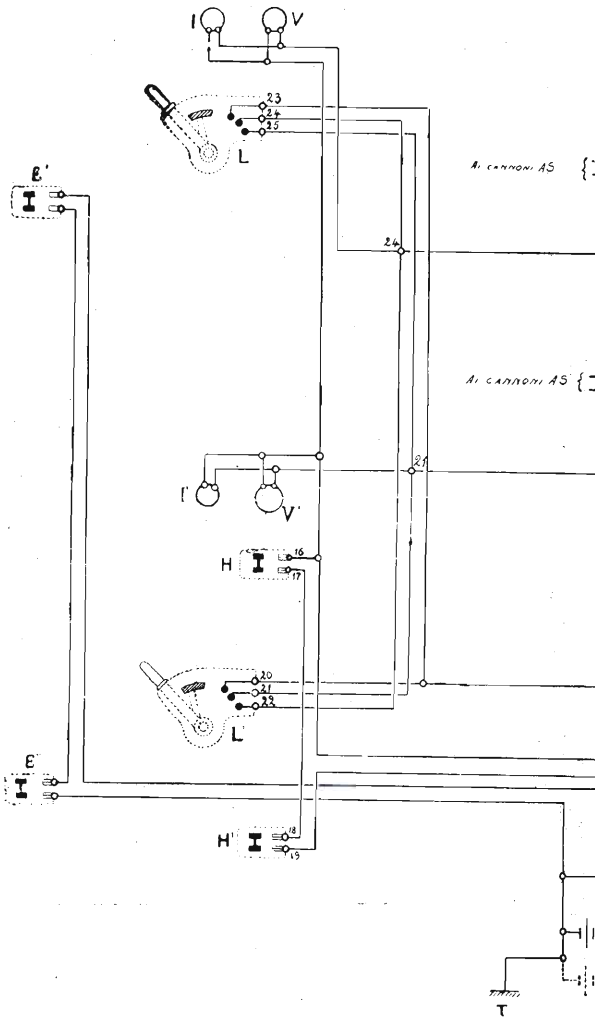
A	Batteria di accumulatori al ferro nichel da 12 volt e 40 amp. ora.
B	Indicatore di brandeggio.
C-C¹	Cannelli.
D-D¹	Commutatore a tre vie pel tiro ridotto.
E	Indicatore di elevazione.
E'-E''	Leve a pedale dei puntatori.
F	Lampadino che indica torre in punteria (Avviso) al Cap. Imp.
H	Interruttore comandato dall' innesto congegno di mira.
H'	Interruttore comandato dall'antipressione.
l-l¹	Lampadini spia.
L-L¹	Leve di sparo dei puntatori.
M	Leva del capo-torre di sparo a distanza.
N	Commutatore del capo-torre.
O-O¹	Contatti sicurezza otturatori.
R R¹	Contatti di rinculo.
S-S¹	Interruttori serventi.
T	Presa di terra degli accumulatori.
T'-T''	Presa di terra dei cannelli.
V-V¹	Voltmetri di prova.
V''	Voltmetro per controllo della tensione della batteria inserita.

M

- Posizione 1 - Circuiti interrotti.
- Posizione 2 - Prova circuito.
- Posizione 3 - Avviso di torre pronta.
- Posizione 4 - Fuoco.

N

- Posizione 0 - Fuoco meccanico dei puntatori e circuiti elettrici interrotti.
- Posizione 2 - Fuoco elettrico a distanza o a mano dal capo torre con punteria asservita.
- Posizione 3 - Fuoco a mano del capo torre con punteria indipendente.
- Posizione 4 - Fuoco elettrico dei puntatori.



Circuito di sp

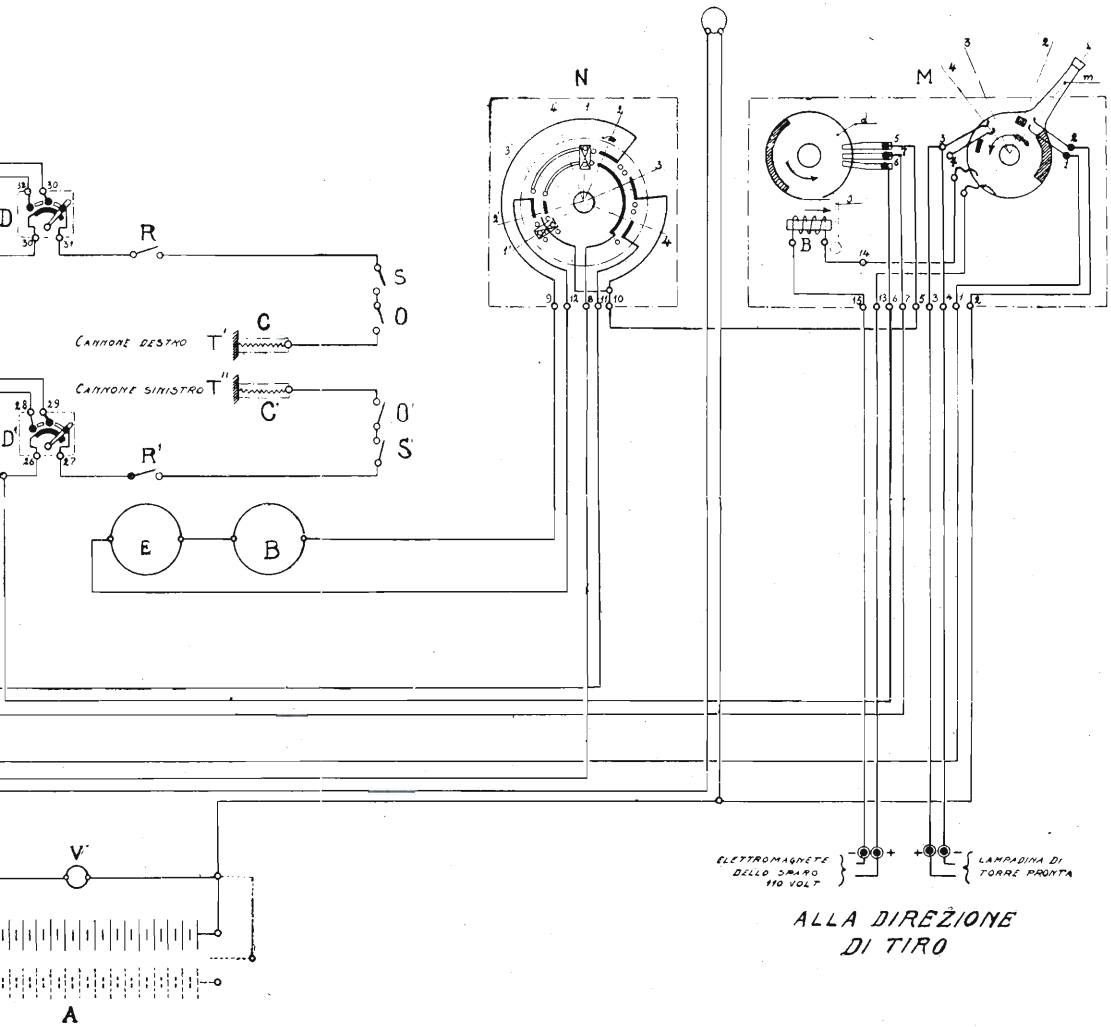


Fig. 424.

Torre binata da 203 - Schema generale collegamenti elettrici

R. N. « Trento »

linea richiesta. Se invece detta linea fa parte del centinaio dispari, un dispositivo di correzione del registratore per le centinaia dispari, gli fa fare ancora 10 passi supplementari, ed il carrello va a fermarsi di fronte alla linea della stessa unità e decina, ma nel centinaio dispari richiesto.

Il selettore finale è comandato dall'azione indiretta degli impulsi della stazione chiamante.

Detti impulsi non agiscono direttamente sul selettore di livello (decine) o sul carrello portaspazzole (unità) attraverso gli organi già connessi con la linea chiamante, ma soltanto sugli elettromotori costituenti il dispositivo di accoppiamento del selettore finale col movimento meccanico continuo.

Come avviene una comunicazione tra due Stazioni. — Le linee sono divise in gruppi di 100, e ciascun centinaio è servito da un gruppo di dieci cercatori primari di linea.

Quando una stazione sgancia il ricevitore del proprio apparecchio, il corrispondente relais di linea della centrale si attrae. Con tale attrazione, il gruppo di 10 cercatori primari che serve il centinaio di linee di cui essa stazione fa parte, si mette in movimento, ed il primo di essi che trova detta linea si ferma istantaneamente, mettendosi in comunicazione con essa.

La linea è così prolungata ai cercatori secondari, e quelli di essi che sono disponibili, si mettono in movimento alla ricerca di detta linea prolungata. Il primo che la trova, si ferma istantaneamente e con essa si connette.

Un circuito di cordone è in tal modo stabilito e comprende oltre che il detto cercatore secondario, anche il cercatore di registratore ed il selettore di gruppo.

Come in una centrale manuale il circuito di cordone comprende: la spina di risposta — una chiave di ascolto e la spina di chiamata nell'autocommutatore, così i qui detti organi sono rappresentati nella successione: dal cercatore secondario (spina di risposta), dal cercatore di registratore (chiave di ascolto), e dal selettore di gruppo (spina di chiamata).

Come un commutatorista nella centrale manuale, per mezzo della chiave di ascolto, si include nella linea chiamante dicendo « pronto », così nell'autocommutatore il cercatore di registratore ruota alla ricerca di un registratore libero e appena lo trova, questi si connette e subito invia il segnale di « centrale libera » equivalente al « pronto » del commutatorista della centrale manuale.

Questa successione di movimenti avviene in due o tre secondi, ma comunque sia è necessario di attendere il segnale: « centrale libera » prima di cominciare a formare il numero, e ciò quand'anche, in un momento di traffico eccezionale nell'autocommutatore, il segnale dovesse alquanto ritardare.

Da questo momento, la stazione chiamante può cominciare a formare il numero della stazione desiderata. Le cifre inviate dalla stazione chiamante per mezzo del proprio disco combinatore sotto forma di interruzioni, fanno agire il registratore, il quale si dispone subito a far funzionare gli organi della selezione e cioè un selettore di gruppo e un selettore finale.

Il registratore, ricevuto e registrato il numero per la cifra delle centinaia, fa sì che il selettore di gruppo si muova alla ricerca di un selettore finale libero ove trova la linea della stazione desiderata.

Il selettore finale libero col selettore di gruppo, e conseguentemente col registratore, agirà per mezzo delle cifre delle decine e delle unità registrate dal registratore, e stabilirà così la comunicazione con la stazione desiderata, la quale riceverà la chiamata con tratti di corrente periodici.

Anche questo movimento di organi avviene nello spazio di pochi secondi.

Averlo spiegato nella sua successione, sarà stato utile per far comprendere quanto sia necessario attenersi alle « norme per l'uso del telefono automatico », le quali prescrivono per la formazione del numero, di introdurre un dito nel foro contrassegnato con la cifra nell'ordine in cui si legge il numero stesso; girare il disco nel senso in cui girano le lancette dell'orologio sino al punto d'arresto, e ritirare quindi il dito lasciando che il disco stesso torni liberamente alla posizione di riposo.

Si ripete successivamente l'identica operazione per le altre cifre componenti il numero che si vuol chiamare.

Qui è uopo spiegare che le cifre come si è già detto per la centrale S.S. non vengono trasmesse nell'atto in cui il disco è manovrato dal dito; bensì allorquando il disco stesso, lasciato libero, torna allo stato di riposo. Ciò è molto opportuno, perchè, in tal modo, le interruzioni sono regolate nell'uniformità e velocità dal meccanismo, mentre non sarebbe così se la trasmissione dell'interruzione avvenisse quando il movimento del disco è regolato dal dito dell'operatore.

Da ciò, la raccomandazione che il disco sia lasciato tornare liberamente alla posizione di riposo.

Abbiamo detto sopra che la stazione desiderata riceverà la chiamata con tratti di corrente periodica. Se essa sarà occupata, la connessione non si stabilisce e la stazione chiamante percepirà nel proprio ricevitore un suono intermittente a tratti brevi. Se invece sarà libera, la connessione si effettuerà e la stazione chiamante percepirà nel ricevitore un suono intermittente, ma a tratti prolungati.

CAPITOLO XXXIII

Impianti elettrici per il servizio delle artiglierie

§ 165 — Circuiti di sparo

Nei cannoni di medio e grosso calibro, l'accensione della carica viene provocata con doppio sistema, e cioè con sistema meccanico a percussione e con sistema elettrico. L'accensione elettrica si ottiene facendo attraversare al momento dello sparo una corrente elettrica in un ponticello di platino situato nell'incentivo della carica. Il ponticello si arroventa e determina l'accensione. L'alimentazione per l'accensione elettrica dei pezzi viene fornita da una batteria di accumulatori o da un dinamotore. Il circuito di accensione è così formato: uno dei capi della sorgente (batteria o dinamotore) è alla terra, l'altro estremo è collegato allo stelo del percuotitoio, isolato elettricamente dal cannone. Il filo di platino nel cannello dell'incentivo è collegato per un estremo ad un cappelletto situato sul fondello del cannello stesso ed isolato elettricamente per mezzo di una ghiera di ebanite, l'altro estremo è invece connesso al cannello e quindi alla massa. Lo stelo, ad otturatore chiuso, va a contatto col cappelletto dell'incentivo.

Sul tratto del circuito che collega la batteria allo stelo, è situato l'interruttore che comanda l'accensione. Agendo sul grilletto di una pistola fissata sull'affusto si aziona, mediante un sistema di leve, il congegno di scatto per il fuoco a percussione, e contemporaneamente anche l'interruttore a leva del circuito di accensione elettrica.

Derivato sui contatti di questo interruttore, e posto al disopra della pistola stessa, si trova un vibratore od avvisatore di fuoco, costituito come un ordinario campanello. Ad otturatore chiuso, con carica e cannello a posto, il circuito resta chiuso attraverso il vibratore che entra in funzione, ma data la forte resistenza di questo, la corrente che circola nel ponticello non è suffi-

centemente intensa per provocare l'accensione; questa perciò avviene solo quando per mezzo dell'interruttore si chiude in corto circuito il vibratore.

Per i pezzi delle torri binate o trinate, il circuito di accensione è sistemato in modo da poter ottenere l'accensione singolarmente per ciascun cannone, oppure contemporaneamente.

La fig. 425 mostra schematicamente un circuito per impianto binato. Quando si lascia aperto l'interruttore C_p, il fuoco dei due cannoni è indipendente, cioè chiudendo la pistola P_2, si ottiene l'accensione dell'incentivo 2, chiudendo la P_1, quella dell'incentivo 1. Quando si chiude C_p, si ottiene l'accensione contemporanea dei due incentivi chiudendo o la pistola P_1 o la P_2,

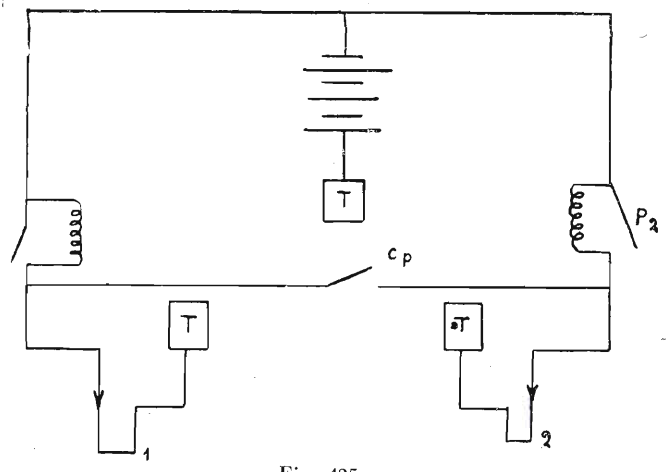


Fig. 425.

La fig. 426 rappresenta lo schema del circuito di accensione per una torre trinata.

Per le artiglierie che hanno tanto lo sparo elettrico quanto quello a percussione, quest'ultimo deve considerarsi, come mezzo di riserva.

Nel circuito di sparo descritto, con cannone carico, la punta del percuotitoio deve essere a contatto con il cannello. Contemporaneamente alla chiusura dell'interruttore di sparo, deve scattare anche la massa battente del percuotitoio. Il circuito è generalmente disposto in modo che lo sparo elettrico possa essere eseguito direttamente dal solo puntatore in elevazione. Il fuoco a percussione deve poter essere eseguito indifferentemente sia dal puntatore in elevazione che da quello in direzione. Il puntatore in direzione per effettuare il fuoco elettrico, agisce invece meccanicamente sull'interruttore di sparo

del puntatore in elevazione mediante opportuno collegamento meccanico fra le due leve di sparo.

Con la punteria asservita ad indice e controindice, la corrente di sparo passa attraverso gli apparecchi ricevitori di punteria o attraverso appositi relais da questi comandati; esiste inoltre in questo caso un interruttore di sicurezza inserito nel circuito (V. paragrafi seguenti).

Per gli impianti binati di coperta, è possibile effettuare o il solo fuoco elettrico contemporaneo, o solo quello a percussione agendo su una delle due pistole (pezzo di D_r o pezzo di S_n), è escluso cioè che i due sistemi possano essere adoperati contemporaneamente.

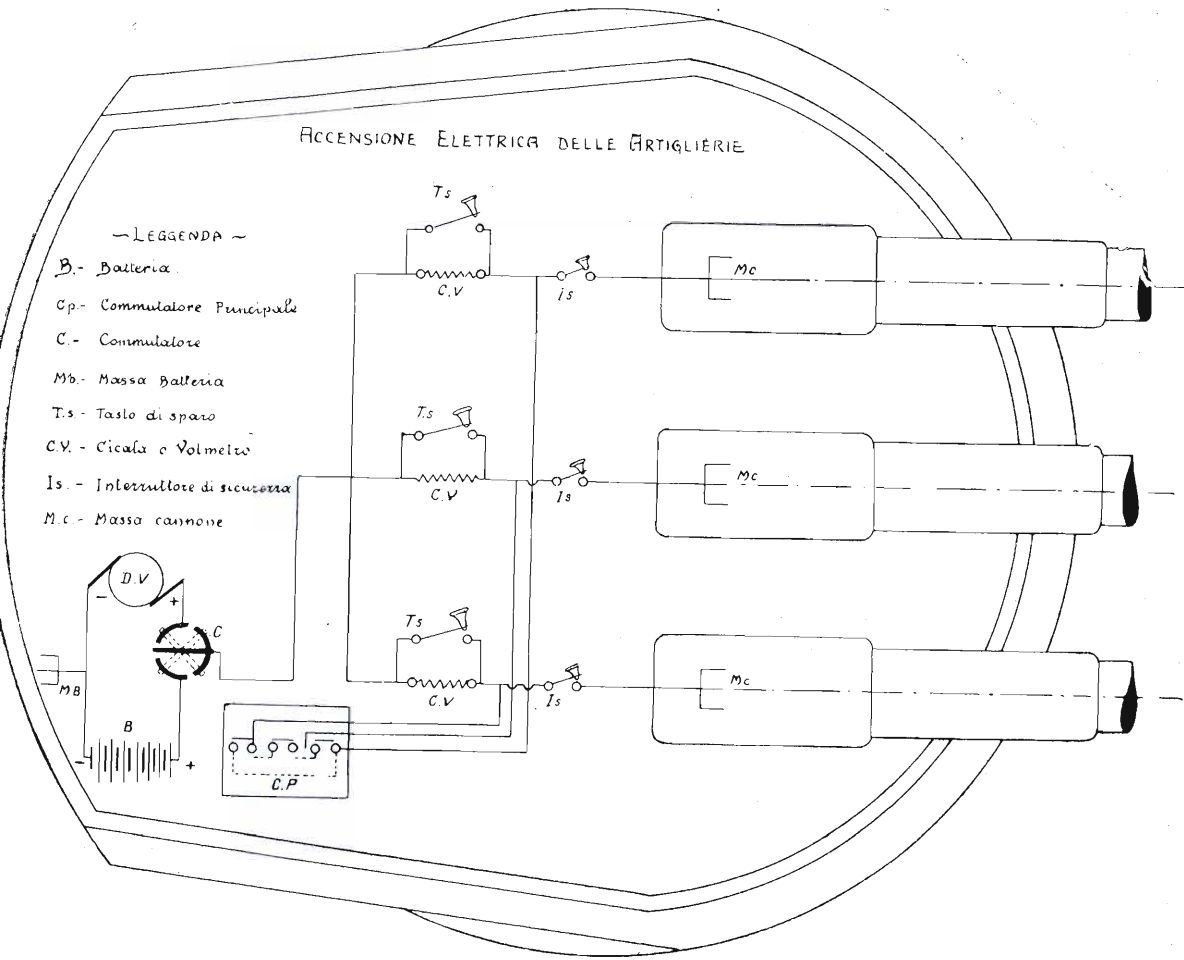


Fig. 426.

Il fuoco sia elettrico che a percussione viene sempre effettuato agendo sullo stesso comando.

Poichè, come si è visto nei circuiti di sparo il ritorno è fatto attraverso la massa, è necessario che l'isolamento dei circuiti sia molto curato. Inoltre si dovrà curare il funzionamento dell'interruttore di fuoco, dell'interruttore di sicurezza, (se il pezzo ne è fornito), e dell'avvisatore di fuoco (vibratore).

Le prove di funzionamento del circuito si possono eseguire adoperando un cannello già sparato. Se l'avvisatore di fuoco funziona senza che il cannello sia a posto vuol dire che il circuito di sparo è in dispersione.

Molta cura è necessaria sia nella manutenzione, sia nella preparazione dei circuiti di sparo, sia nella verifica e nell'approntamento dei cannelli. I « penzoli » che fanno parte del circuito possono essere facilmente strappati durante le manovre di apertura e di chiusura dell'otturatore; essi perciò devono avere una lunghezza opportuna e seguire il percorso che meno li esporrà alla rottura. I piccoli manicotti ed innesti di collegamento, assai facilmente sono soggetti a svitarsi per le scosse, interrompendo il circuito. L'interruttore automatico di sicurezza deve essere ben regolato. Spesso la punta dello stelo si storce ed il contatto con la capsula non avviene. Può inoltre accadere che il circuito non funzioni perchè la punta dello stelo è sporca di grasso che impedisce un buon contatto elettrico con la spazzola. Poichè inoltre potrebbero anche verificarsi mancate accensioni per causa dei cannelli, è necessario che questi vengano preparati pulendone le capsule con tela smeriglio finissima e sgrassandole con benzina evitando poi di toccarle con le dita. E' buona norma anche verificare a bordo la resistenza interna di ogni singolo cannello. Questa operazione deve essere eseguita con la dovuta cautela per impedire infortuni. La misura viene effettuata con il ponte di Wheatstone (V. fig. 427). L'alimentazione del ponte viene fatta come è indicata in figura, con una sola pila avente in serie, per limitare il valore della corrente che attraversa il cannello, una resistenza R. Il cannello è sistemato in un apposito apparecchio costituito di due pezzi di bronzo, di cui uno contiene il cannello mentre l'altro è munito di una punta uguale a quella del percuotitoio la quale poggia sulla capsula.

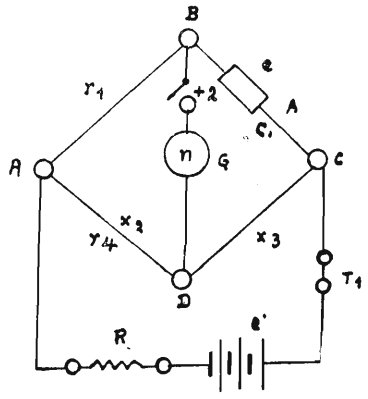


Fig. 427.

Perchè la misura sia affetta dai minimi errori, è necessario che r_1, r_3, r_4 (fig. 427 siano dello stesso ordine di grandezza della resistenza del cannello:

poichè la corrente che attraversa il cannello non deve superare il valore di 0,03 A. è conveniente dare alla resistenza R, adoperando una pila normale (1,5 volt), un valore non inferiore a 50 ohm. La resistenza del cannello non deve risultare inferiore ad 1,2 ohm. Per condurre rapidamente la prova non è necessario azzerare per ogni cannello il galvanometro g. del ponte, ma posto ad esempio $r_1 = 12$ ohm, $r_3 = 1$ ohm, $r_4 = 10$ ohm il galvanometro risulta azzerato per tutti i cannelli che hanno una resistenza di 1,2 ohm, devierà invece da una parte se la resistenza è inferiore ad 1,2 ohm, e dall'altra se è superiore. Determinato quindi quale è il senso di deviazione corrispondente a resistenze superiori ad 1,2 ohm, basterà scartare tutti i cannelli che messi in circuiti fanno deviare il galvanometro in questo senso.

Recenti esperienze ordinate dal Ministero, per controllare sui circuiti di accensione delle artiglierie i possibili effetti induttivi dovuti alle altissime frequenze delle radiazioni ad onde corte, hanno permesso di constatare praticamente che, in particolari circostanze, con potenze molto rilevanti e con accoppiamenti molto stretti, è possibile indurre nei circuiti di sparo, correnti tali da provocare l'accensione intempestiva dei cannelli, anche con interruttori di sparo aperti. Quantunque difficilmente possono verificarsi queste condizioni, pur tuttavia è opportuno che vengano adottate le precauzioni seguenti:

a) I telai delle batterie di accumulatori dei circuiti di sparo devono essere rinchiusi in apposite cassette metalliche con sfogatoi di aria, posti superiormente ed a collo d'oca.

b) I circuiti d'accensione dei pezzi devono essere accuratamente schermati con trecce metalliche in ottime condizioni, poste sicuramente alla massa, con connessioni e saldature alle cassette ed accessori del circuito, ed estesa a tutto indistintamente il circuito stesso.

Non deve essere escluso dalla schermatura nessun tratto anche brevissimo.

Per quanto difficile sia il caso di correnti indotte per radiazioni ad altissima frequenza (onde corte), nei lunghi circuiti per l'accensione a distanza dei cannelli sarà opportuno pure:

c) Verificare che le armature dei vari tratti di cavo P. A. dei circuiti di accensione a distanza siano a terra in modo sicuro. Le disposizioni date dal Ministero devono essere senz'altro applicate in tutti i circuiti di accensione di nuova sistemazione ed in quelli in corso di trasformazione o di riparazione.

Per gli altri circuiti saranno applicate per quanto possibile a cura dei Comandi di bordo, con particolare attenzione sulle navi fornite di apparati R. T. trasmittenti ad onde corte.

§ 166 — Cenni sugli impianti per la direzione del tiro

GENERALITÀ.

Sulle RR. NN. tipo Trento e sui moderni Esploratori e C. T. sono sistemate le apparecchiature di direzione del tiro tipo R. M. (O.G. e S.G.).

Lo scopo di queste è di ottenere in ogni istante l'alzo ed il cursore e gli angoli di punteria per il tiro navale, e trasmetterli ai pezzi (V. Manuale dell'Elettricista parag. 95).

Gli apparecchi elettrici più importanti che fanno parte di queste installazioni sono:

1°) Dispositivo di trasmissione d'ordini a distanza e Ricevitori d'ordini e di punteria.
2°) Dispositivo di asservimento.
3°) Gimetro.
4°) Dispositivi per dare moto continuo agli strumenti meccanici della centrale di tiro.
5°) Fonici per il comando del fuoco.
6°) Alimentazione elettrica generale della sistemazione.

TRASMETTITORI ELETTRICI.

Generalità. — La trasmissione d'ordini a distanza viene eseguita in vari modi, ma quasi sempre occorrono apparecchi univoci, cioè tali che ad ogni posizione del trasmettitore, corrisponda una ed una sola posizione del ricevitore o dei ricevitori.

Ciò permette di mettere in circuito in qualsiasi istante un ricevitore, senza che sia necessaria alcuna operazione preliminare di messa in fase, ed inoltre elimina la possibilità di sfasamenti durante il funzionamento.

I dati che devono essere trasmessi ad ogni organo asservito, sono generalmente introdotti col metodo di « riporto a zero ».

Come è indicato nel Manuale dell'Elettricista (parag. 95), con questo metodo il ricevitore è munito di un solo indice mosso sia dal trasmettitore che dall'apparecchio comandato.

Quando il movimento dell'apparecchio asservito è eguale a quello del trasmettitore l'indice rimane fermo a zero.

Questo metodo ha notevoli vantaggi rispetto al sistema dei due indici, mossi rispettivamente dal trasmettitore e dall'apparecchio comandato. Difatti, mantenere in una posizione fissa un indice animato da movimento diffe-

renziale (e quindi non molto rapido) è evidentemente più facile che inseguire lungo tutto il quadrante un indice animato da movimento veloce ed oscillatorio.

I vari sistemi usati per i trasmettitori sono:

1°) Il sistema di trasmissione univoca a distanza, tipo R. Marina, a corrente alternata.
2°) Il sistema di trasmissione univoca a distanza, tipo Nuk.
3°) Il sistema di trasmissione sincronica a distanza.

Sistema di trasmissione univoca a distanza tipo R. Marina. (Vedi Manuale dell'Elettricista). — Questi trasmettitori d'ordini sono alimentati con corrente alternata e per il principio sul quale è basato il loro funzionamento, vengono anche chiamati ad « induzione ». Sia i trasmettitori che i ricevitori, uguali tra loro, dal punto di vista elettrico, sono composti di un sistema induttore (statore) e di un indotto (rotore).

Il sistema induttore consta di due avvolgimenti di eccitazione portati da due espansioni polari, diametralmente opposte.

Il rotore è invece costituito da un avvolgimento trifase a triangolo, i cui vertici fanno capo a tre anelli collettori, posti sull'asse di rotazione del rotore stesso.

Lo statore dell'apparecchio trasmettitore e quello del ricevitore (o dei ricevitori), sono alimentati a corrente alternata monofase a 50 periodi, e collegati in parallelo sul circuito di alimentazione.

Le spazzole che poggiano sui tre anelli collettori del rotore del trasmettitore sono collegate a quelle di tutti i ricevitori per modo che tutti i rotori risultano in parallelo. Ciò risulta dalla fig. 428, che rappresenta lo schema di un trasmettitore e di un ricevitore (nel caso più semplice che il trasmettitore comandi un solo apparecchio ricevitore).

Il funzionamento dell'apparecchio si basa sul fenomeno dell'induzione elettromagnetica.

Infatti, nei tre rami di ciascun avvolgimento rotorico si generano tre f.e.m. alternate, il cui valore è funzione della posizione del rotore rispetto allo statore, e più particolarmente della posizione di ciascun avvolgimento del rotore rispetto al campo alternato induttore ciò tanto per l'apparecchio trasmettitore che per l'apparecchio ricevitore.

Se i due rotori degli apparecchi trasmettitore e ricevitore, si trovano, come in figura, nella stessa posizione rispetto alle espansioni polari degli statori, le tre f.e.m. indotte negli avvolgimenti a. b. c. del trasmettitore sono uguali alle f.e.m. indotte rispettivamente negli avvolgimenti a_1 b_1 c_1 e la f.e.m.

risultante in ciascuna fase è nulla. Nessuna corrente percorre quindi gli avvolgimenti dei rotori dei due apparecchi.

Dalla figura, ciò si riscontra facilmente, osservando che le due f.e.m. generate nei due avvolgimenti, a ed a_1; (indicate e distinte in figura con due freccie di forma diversa) sono in opposizione nel circuito elettrico chiuso, costituito da due avvolgimenti suddetti e dei due conduttori che ne collegano gli estremi.

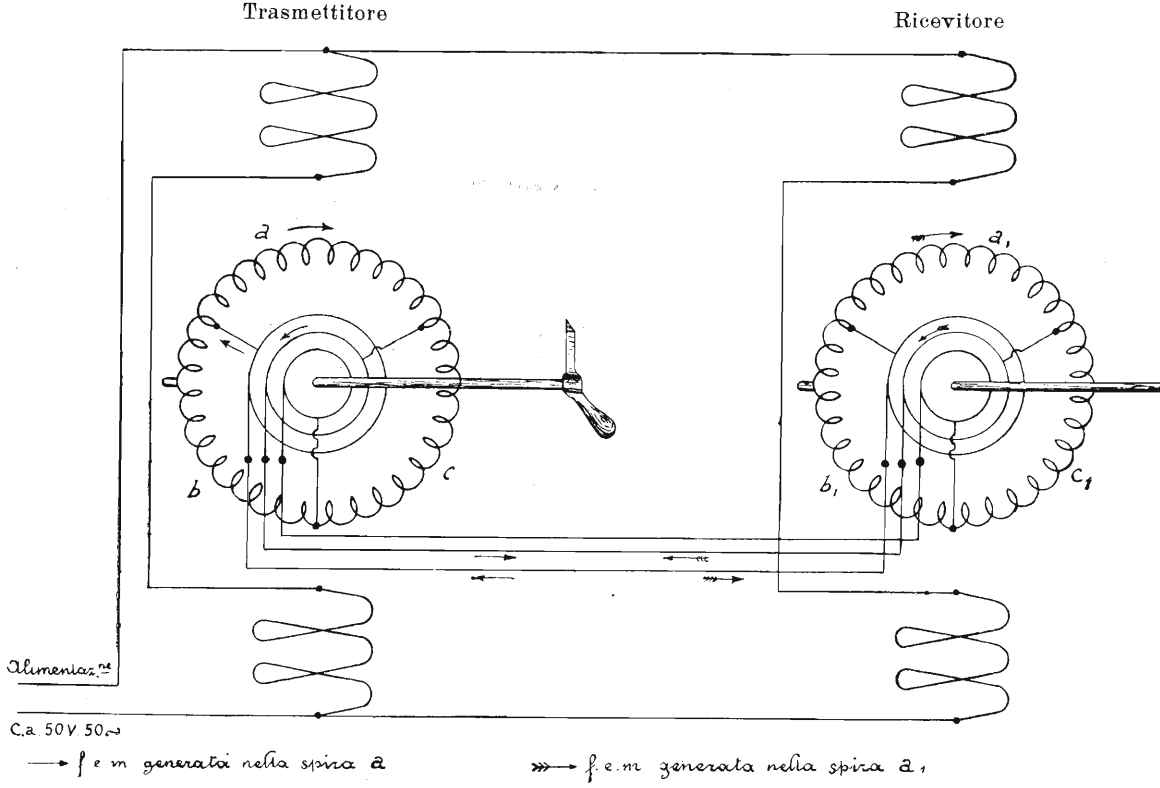


Fig. 428.

Schema trasmettitore e ricevitore a corrente alternata

Se invece i rotori dei due apparecchi trasmettitore e ricevitore non si trovano nella stessa posizione rispetto alle espansioni polari degli statori, le tre f.e.m. indotte negli avvolgimenti a.b.c. del trasmettitore, non sono uguali alla f.e.m. indotte rispettivamente negli avvolgimenti a_1 b_1 c_1, ed ammettono quindi per ciascuna copia di esse una f.e.m. risultante.

Gli avvolgimenti dei rotori dei due apparecchi vengono conseguentemente percorsi da una corrente elettrica indotta, dipendente dalla differenza di posizione dei due rotori rispetto alle espansioni polari degli statori.

Questa corrente reagisce con il campo induttore, generando una coppia che sposta il rotore del ricevitore (il rotore del trasmettitore non può spostarsi dalla posizione nella quale è stato portato).

Lo spostamento continua finchè nei due rotori non vengono generate f.e.m. eguali, cioè fino a che i due rotori non si trovano in posizioni eguali rispetto alle espansioni polari degli statori. Si può in altre parole spiegare il funzionamento di questi apparecchi, ammettendo che il trasmettitore funzioni, (sotto un certo punto di vista) da generatore ed il ricevitore da motore.

Gli apparecchi sono univoci, cioè ad una posizione del trasmettitore corrisponde una ed una sola posizione del ricevitore.

Le posizioni si corrispondono univocamente a meno *di un intervallo di incertezza*, che praticamente è tale da permettere per ogni giro di identificare sufficientemente un centinaio di posizioni.

Per maggior sicurezza, si usano non più di 50 o 60 posizioni per ogni giro.

La fig. 429 mostra elementi trasmettitori accoppiati generalmente 2 per 2 o 3 per 3.

La fig. 430 rappresenta un rotore di un elemento trasmettitore, del resto perfettamente eguale come è stato detto, al rotore di un ricevitore.

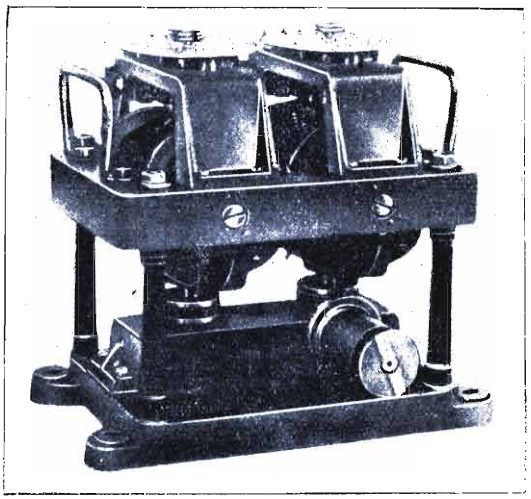


Fig. 429.

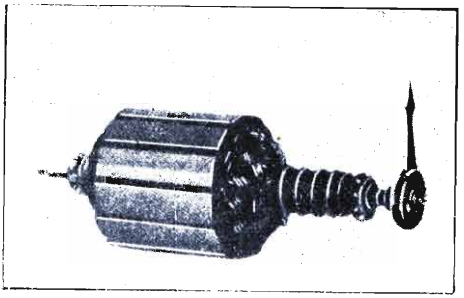


Fig. 430.

Nella fig. 431 invece è rappresentato un elemento ricevitore completo ed uno smontato.

E' bene ricordare che i principali vantaggi di questi trasmettitori sono:

1°) Nessuna influenza sul loro funzionamento delle variazioni della tensione di bordo, che agisce su tutti gli induttori in modo eguale facendo variare solo il **campo.**

2°) Poichè, quando i rotori sono in equilibrio, non sono percorsi da corrente, essi possono restare a lungo in funzione senza temere surriscaldamenti.

3°) E' evitata la possibilità di sfasamenti.

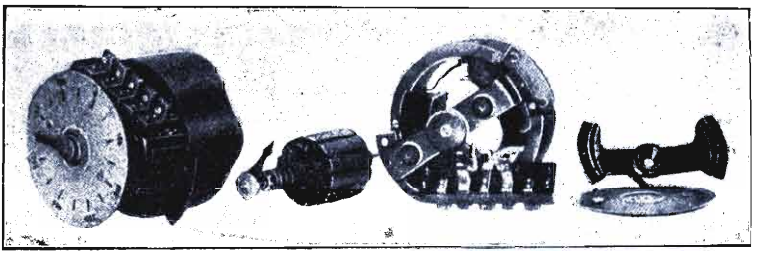


Fig. 431.

Se per un'avaria al circuito di alimentazione, viene a mancare agli apparecchi la corrente di eccitazione, mentre il rotore del trasmettitore viene mosso, esso si sfasa rispetto al ricevitore il cui rotore rimane fermo: al ritorno della tensione però si ha l'automatica messa in fase del ricevitore. il cui rotore compie immediatamente un movimento ch'è la risultante dei movimenti compiuti dal rotore del trasmettitore nell'intervallo durante il quale è venuta la eccitazione.

Infatti il rotore del ricevitore si dispone immediatamente (rispetto alle espansioni polari) nella posizione eguale a quella che ha il rotore del trasmettitore nell'istante in cui la corrente di eccitazione giunge nuovamente agli apparecchi.

Quando sono richieste più di 50 o 60 posizioni per ogni giro, si ricorre all'accoppiamento per mezzo di ingranaggi di due elementi trasmettitori, ciascuno dei quali è unito elettricamente ad un elemento ricevitore.

Gli indici dei due elementi ricevitori, sono chiamati rispettivamente « indice veloce » ed « indice lento ».

Ogni elemento ricevitore (fig. 432) ha un quadrante proprio, e quindi l'apparecchio ricevitore contiene due elementi ed ha due quadranti (V. Manuale dell'Elettricista pag. 287, fig. 261).

Il consumo di energia è di circa 10 Watt per ogni apparecchio. Avendo un fattore di potenza (cos φ) molto basso, di circa 0,25 (vedi Manuale dell'Elettricista pag. 125), si ha una erogazione di corrente di circa 0,8 ampère per apparecchio.

Questo sistema di trasmissione viene usato:

a) Per trasmettere comandi ad apparecchi singoli;
b) Per trasmettere alzo cursore;
c) Per trasmettere il brandeggio e l'antirollio.

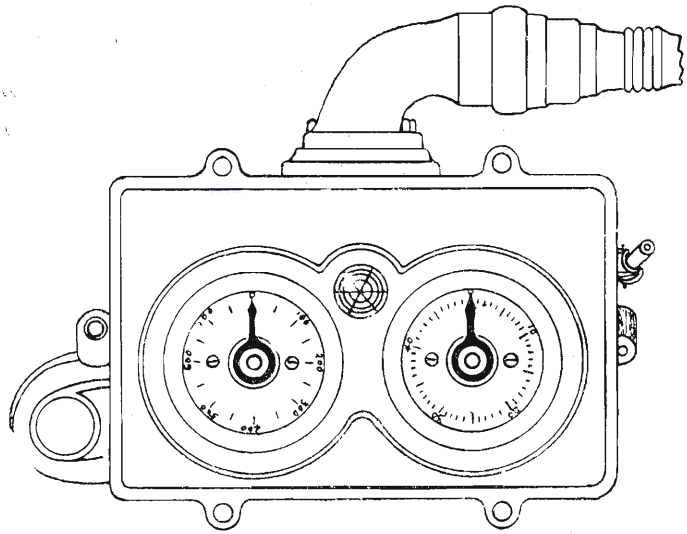


Fig. 432.

L'apparecchio rappresentato nella fig. 432 è a riporto meccanico dell'indice a zero. In esso si fa meccanicamente dall'esterno girare lo statore del ricevitore in modo che il campo induttore, variando di direzione, determina lo spostamento dell'indice in senso opposto ed il ritorno a zero quando tale direzione ha variato di una quantità uguale e contraria allo spostamento effettuato dall'indice rispetto allo statore (Vedi manuale dell'Elettricista pag. 255).

I ricevitori di alzo e cursore, a riporto di indice, constano pertanto di due ordinari elementi ricevitori a corrente alternata, i cui statori non sono fissi, ma sono montati entro coppe che ruotano intorno al loro asse.

Quando si manovra il trasmettitore, l'indice ruota rispetto allo statore, e quindi alla linea di fede (fissa). Facendo ruotare di una quantità eguale e contraria lo statore, si riporta come si è detto l'indice a zero.

Il gruppo dei due ricevitori, col relativo collegamento meccanico, è montato su di una unica base e mediante un apposito innesto può essere facilmente asportato dalla cassetta fig. 433.

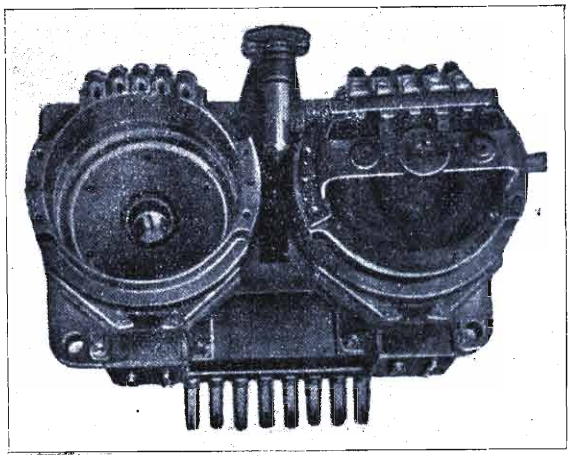


Fig. 433.

Su detta base si ha inoltre, per escludere l'apparecchio, un interruttore che interrompe la eccitazione dello statore.

I ricevitori di punteria sono sistemati ai pezzi e ricevono, come si è detto, gli elementi per il brandeggio e l'antirollio.

Poichè questi dati cambiano rapidamente, i ricevitori devono essere tali da permettere di distinguere su di un solo quadrante circa 200 posizioni, numero cioè molto maggiore a quello che si può ottenere con un solo ricevitore.

Il problema essenzialmente meccanico può enunciarsi così: Riportare su di un unico indice, mantenendo la univocità, le indicazioni di due elementi ricevitori. Esso è stato così risolto: (Vedi fig. 435) un giro del ricevitore lento M, corrisponde al valore massimo richiesto per un giro dell'indice.

Detto ricevitore M, muove con rapporto I ad I un disco oscuratore o leggero ed opaco, il quale porta un settore forato.

Sotto questo settore, portata e mossa dal ricevitore veloce V, ruota per mezzo di ingranaggi, una stella di undici S. Per un giro del ricevitore veloce la stella riprende apparentemente la medesima posizione, ma con uno scambio dei singoli indici che sono uguali tra loro.

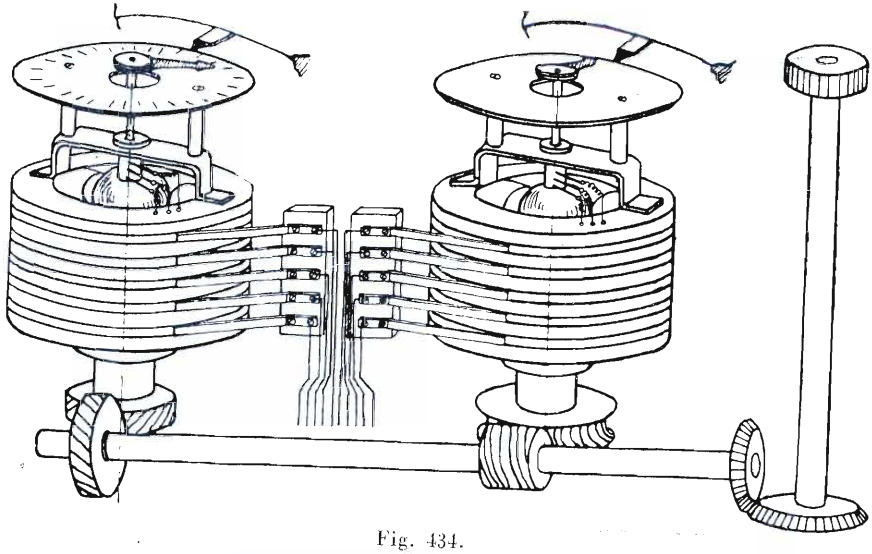


Fig. 434.
Ricevitore di ordine e controindice

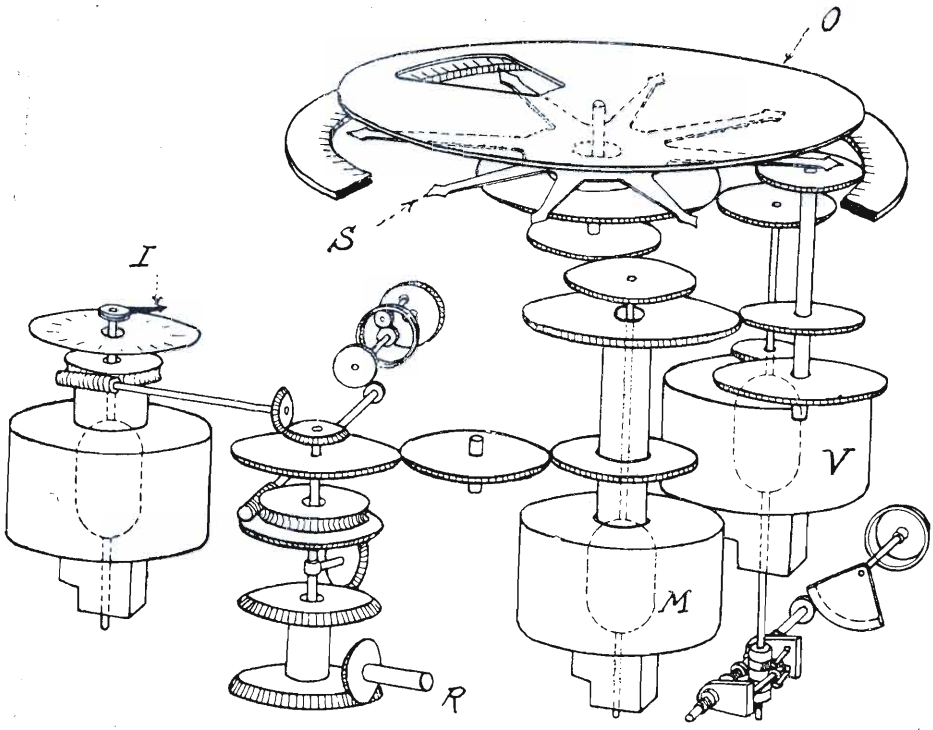


Fig. 435.
Ricevitore di punteria

Attraverso l'oscuratore si vede però uno solo degli indici e si raggiunge quindi la piena univocità desiderata; mentre la precisione delle indicazioni dell'indice visibile è ancora quella data dal ricevitore veloce.

L'univocità dell'apparecchio nell'intero campo di trasmissione è poi completata da un terzo ricevitore (lento) che muove su di un piccolo quadrante separato un piccolo indice I.

Tutti gli elementi ricevitori sono montati, come i ricevitori d'ordini, entro coppe collegate meccanicamente tra loro e con la manovra di riporto R.

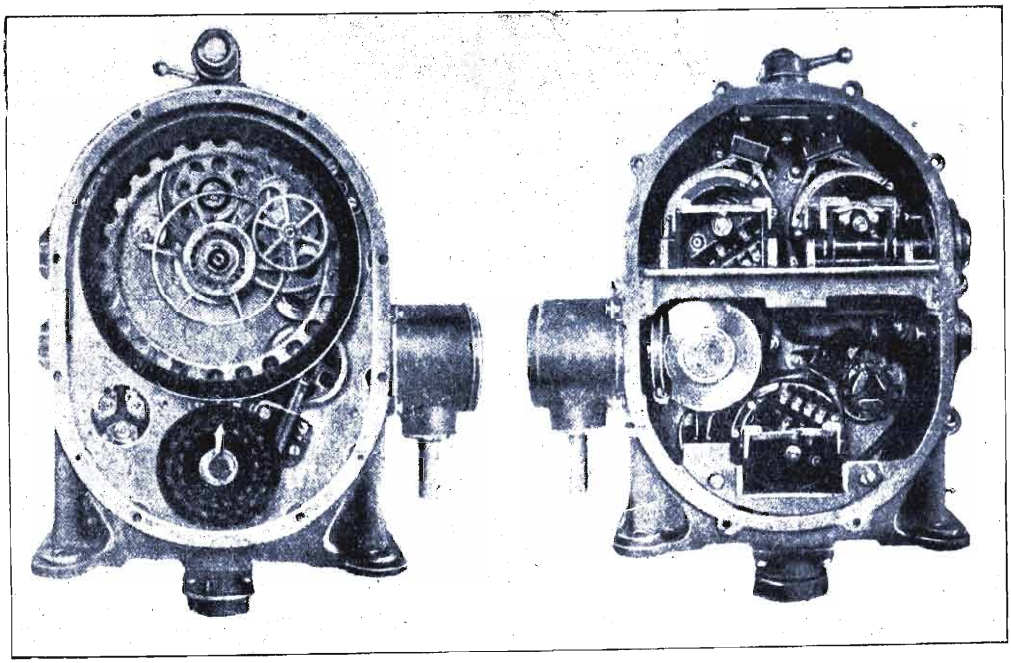


Fig. 436.

Un particolare importante da notare nei ricevitori di punteria è il contatto di fuoco.

Ogni rotore di ricevitore porta calettato sull'asse un cilindro isolato, parte di vetro e parte di argento, perfettamente levigato e centrato.

Su di esso strisciano due o tre spazzole a rotella, collegate in serie sul circuito di un relais di sicurezza del fuoco.

Il circuito è chiuso, rendendo possibile lo sparo, quando le spazzole dei due ricevitori si trovano ambedue sul settore conduttore del cilindretto.

Sul ricevitore veloce, le spazzole sono spostabili in modo che si possa rego-

lare l'ampiezza del settore nel quale il circuito resta chiuso, rendendolo minore quando condizioni favorevoli di punteria permettono di realizzare una maggiore precisione.

Questi apparecchi richiedono (come è stato detto) per l'alimentazione del campo (statore) sia dei trasmettitori che dei ricevitori, corrente alternata monofase 50 V, 50 periodi, cioè che rende necessario l'adozione di un complesso convertitore.

Apparecchi elettrici di trasmissione a distanza sistema NUK. — Gli apparecchi sistema Nuk sono a corrente continua.

In essi si utilizza l'azione orientatrice di un campo magnetico permanente su due telai mobili, percorsi da corrente.

L'equipaggio mobile è costituito da due telai, disposti ad angolo retto fra loro, e che occupano lo spazio cilindrico (interferro) esistente fra le espansioni polari di un robusto magnete, ed un nucleo di ferro dolce.

Se *a* e *b* sono due segmenti fra loro perpendicolari, che rappresentano ciascuno in direzione ed intensità il campo magnetico creato dalla corrente elettrica che percorre uno dei telai, il campo magnetico risultante è dato in direzione ed intensità alla diagonale del rettangolo costruito su *a* e *b*.

Se *a* e *b* possono variare entrambi con continuità fra due limiti — k e + k, la risultante può assumere qualunque posizione.

L'equipaggio mobile quindi, potrà essere orientato come si desidera, facendo percorrere i due telai da correnti opportunamente calcolate come segno (direzione), e come intensità. (V. fig. 437).

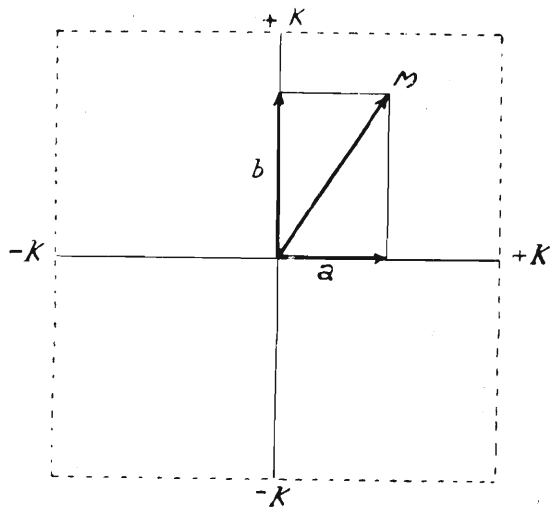


Fig. 437.

Supponiamo infatti che esista solamente il campo magnetico *a*, prodotto dalla corrente elettrica circolare nella nebbia a', mentre il campo magnetico *b*, sia di intensità nulla, essendo zero il valore della corrente elettrica circolante nella bobina b'.

La bobina a' si disporrà normalmente alla direzione del campo, e se si inverte la corrente, ruoterà di 180°.

Se invece la corrente percorre solamente l'altra bobina b', sarà questa che si disporrà normalmente al campo, e che ruoterà di 180°, invertendo in essa il senso della corrente.

Da ciò si deduce che qualora la corrente elettrica circoli, in un senso o nell'altro e senza variazione dell'intensità, in una sola bobina per volta, l'equipaggio mobile può assumere quattro posizioni diverse. Le posizioni intermedie si ottengono invece alimentando tutte e due le bobine e variando il rapporto delle loro correnti.

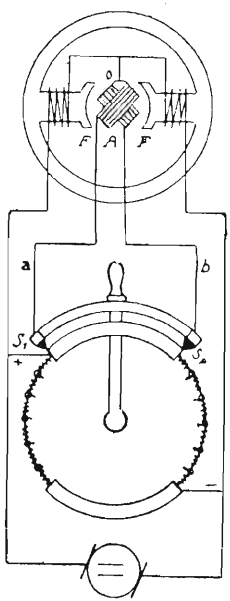


Fig. 438.

I ricevitori sistema Nuk, sono dunque essenzialmente costituiti da un equipaggio con due bobine normali fra loro, avvolte su di un tubo di rame, avente lo scopo di smorzare le oscillazioni e capaci di ruotare con il tamburo stesso nel campo magnetico prodotto da elettromagneti.

Il campo magnetico è assai intenso, però la posizione dell'equipaggio mobile, e quindi le indicazioni dell'apparecchio, sono indipendenti dall'intensità del campo magnetico ed anche dalla intensità della corrente circolante singolarmente nelle due bobine, poichè ciò che determina la grandezza della deviazione è il rapporto delle due intensità della corrente. E' questo un importante requisito di tali apparecchi.

Il trasmettitore è un apparecchio col quale si può variare opportunamente il rapporto fra le due intensità. Esso è schematicamente rappresentato nella fig. 438.

In esso si vedono due settori estesi per 90°, collegati rispettivamente al polo positivo ed al negativo di un generatore di corrente continua e collegati fra loro da due resistenze. Come risulta dalla figura ciascuna resistenza è divisa in cinque parti mediante bottoni di contatto.

Due spazzole collegate a 90° fra loro, raccolgono la corrente da inviare alle bobine mobili del ricevitore.

Risulta evidente che variando la posizione delle spazzole, varia la tensione fra le spazzole stesse, e precisamente nella posizione indicata in figura, la differenza di tensione fra di esse è nulla mentre che aumenta in un senso o nell'altro a seconda che vengono spostate da una parte o dall'altra. Le due bobine dell'equipaggio mobile del ricevitore, hanno un capo in comune e l'altro collegato a ciascuna spazzola.

Il collegamento comune delle due estremità è a sua volta unito con un punto dove esiste un potenziale metà di quello esistente fra i due settori continui. Dallo schema si rileva infatti che l'estremità comune delle due bobine è unita al punto di mezzo dell'avvolgimento di eccitazione del campo, derivato, a sua volta sui settori continui.

Da quanto si è detto è facile rilevare che, ad ogni posizione della manovella del trasmettitore, per un intero giro, corrisponde unicamente, pure per un intero giro, una definita posizione del ricevitore.

Il numero delle posizioni del ricevitore, e quindi del suo equipaggio mobile, dipende dal numero dei bottoni delle resistenze che collegano i due settori del trasmettitotre, e si può arrivare ad averne anche 240 per giro.

Normalmente i trasmettitori sono costituiti per 8, 12, 24, 32, 64, 120 posizioni.

Il consumo di energia è di 25 Watt per ogni apparecchio.

Le bobine mobili vengono calcolate e costruite per la tensione di 60 V.

Fig. 439.

La fig. 439 rappresenta un elemento trasmettitore a 120 posizioni ed un elemento ricevitore.

La forza direttrice di questi apparecchi è notevole, e lo smorzamento molto grande.

Come è stato detto, la tensione può variare entro limiti assai estesi in più od in meno, senza che le indicazioni siano alterate.

Altro notevole vantaggio offerto da questo sistema, è che, qualora per una avaria qualunque, l'energia elettrica di alimentazione venisse a mancare durante la manovra del trasmettitore, al ritorno della corrente l'apparecchio ricevitore compierebbe immediatamente il movimento risultante dei movimenti compiuti dal trasmettitore stesso, nell'intervallo durante il quale è mancata la corrente.

E' evidente poi che anche con questo sistema, si possono con un solo trasmettitore far funzionare vari apparecchi in parallelo.

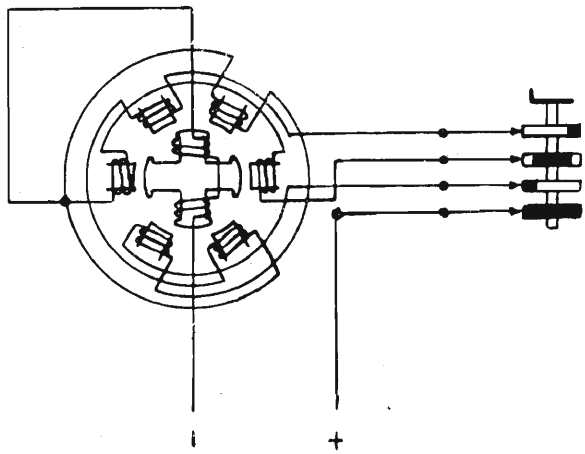


Fig. 440.

Eventuali guasti sono subito rilevati dal cattivo funzionamento degli apparecchi. Così ad esempio se un conduttore è interrotto, i ricevitori rimangono fermi in una posizione.

Nelle centrali di tiro Galileo, gli apparecchi Nuk sono usati per la trasmissione delle distanze dei telemetri.

In questo caso particolare, occorrendo trasmettere un numero di molte centinaia di posizioni, si hanno due trasmettitori collegati tra loro in modo che l'uno faccia un passo a scatto, ogni qualvolta l'altro abbia compiuto un giro, od una determinata frazione di giro.

Così, uno dei trasmettitori (il lento), trasmette la distanza di mille in mille metri per tutta la scala telemetrica, mentre l'altro (il veloce), trasmette ogni variazione di 25 metri, fino a 3000 metri. Cioè ad ogni terzo di giro del secondo trasmettitore (il veloce), l'indice del primo trasmettitore (il lento), compie uno scatto, e l'indicazione varia di 1000 metri.

Sistema a trasmissione sincronica. — Questo sistema si usa per ragioni di semplicità, quando non occorre garantire la univocità di posizione, ed è invece necessario disporre nei ricevitori di una coppia motrice considerevole.

Nel trasmettitore, si ha semplicemente un commutatore che manda periodicamente in tre linee la corrente continua, derivata dalla linea di alimentazione dei commutatori.

Nei ricevitori si ha un campo a più poli, ed una parte mobile polarizzata.

I poli del campo vengono commutati sincronicamente con la rotazione del commutatore trasmettitore, ed in definitiva si ha con la rotazione del trasmettitore, una analoga rotazione dell'armatura sincronica (parte mobile).

Il sistema usato nelle centrali Galileo è costruttivamente esapolare, ma nella rotazione del commutatore dà luogo ad un campo rotante tetrapolare.

La parte mobile è percorsa da corrente ed ha quattro poli.

La parte mobile, ben proporzionata, può girare senza perdere il sincronismo fino alla velocità di oltre 1000 giri al minuto, ma le velocità di funzionamento sono nelle centrali di tiro mantenute in limiti moderati.

La fig. 441 rappresenta un commutatore ed un motorino ricevitore.

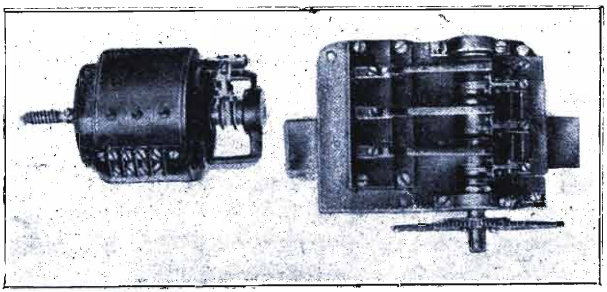


Fig. 441.

ASSERVIMENTO.

Quando il movimento di un organo comandato da un altro è ostacolato da forze considerevoli che non lo farebbero avvenire con la dovuta precisione, si risolve il problema mediante asservimento. Si interpone cioè tra l'organo che deve trasmettere il movimento e quello comandato un servomotore cioè un organo intermedio che ha il solo scopo di vincere le resistenze che si oppongono alla trasmissione. Così per esempio (V. fig. 442) se A' B', deve muoversi con A B, e quest'ultimo non può muoverlo direttamente, si dispone su B A, una appendice metallica C, che sta fra due contatti D D', portati dal pezzo B, A', senza però toccarne alcuno, quando è in posizione normale.

Se A B, si muove in un senso, o nell'altro, l'indice C, viene a toccare o il contatto D o quello D', provocando così la chiusura di un circuito elettrico; e quindi la messa in moto del motore M. in un senso o nell'altro, in modo da far spostare l'organo A' B', nello stesso senso di A B.

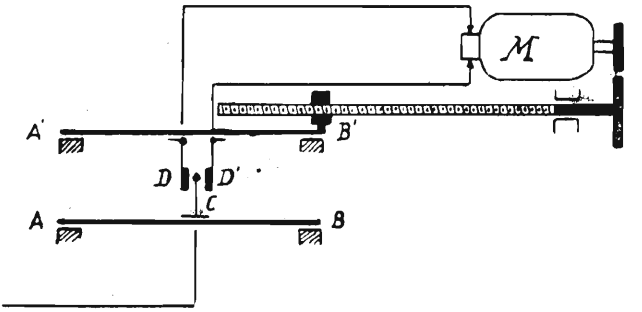


Fig. 442.

L'organo A' B', continuerà a muoversi fino a che non abbia raggiunto una posizione tale che l'appendice C, non sia più a contatto con uno degli scontri D, D'.

Nelle centrali di tiro, si fa largo uso dell'asservimento elettrico realizzato mediante artifizi meccanici e combinazioni di contatti elettrici alquanto complessi.

Gimetro. — Chiamasi Gimetro, un apparecchio che serve a fornire una direzione fissa in un piano orizzontale ed a dare la velocità di variazione dell'angolo formato fra la suddetta direzione fissa ed il rilevamento del nemico (V. manuale dell'elettricista pag. 252).

Quest'angolo indicato con il simbolo G, mentre la sua variazione si indica con g. (da cui il nome di gimetro).

Il gimetro si compone di un complesso girostatico comprendente tre giroscopi G_1 G_2 G_3, (fig. 443) sostenuti da una intelaiatura di metallo leggero.

Le scatole dei giroscopi disposti ai vertici di un triangolo equilatero possono ruotare, rispetto alla intelaiatura intorno agli assi A_1 A_2 A_3, normali agli assi dei giroscopi e passanti per il centro di gravità di ciascun girostato.

I tre assi A_1 A_2 A_3, sono disposti ai vertici di un triangolo equilatero, e gli assi dei giroscopi si trovano tutti in uno stesso piano.

Dei tre girostati due sono vincolati fra loro per mezzo dei settori D D', mentre il terzo chiamato « girostato meridiano », è libero.

L'incastellatura dell'equipaggio girostatico porta inferiormente una calotta sferica F, il cui centro coincide con il baricentro del sistema.

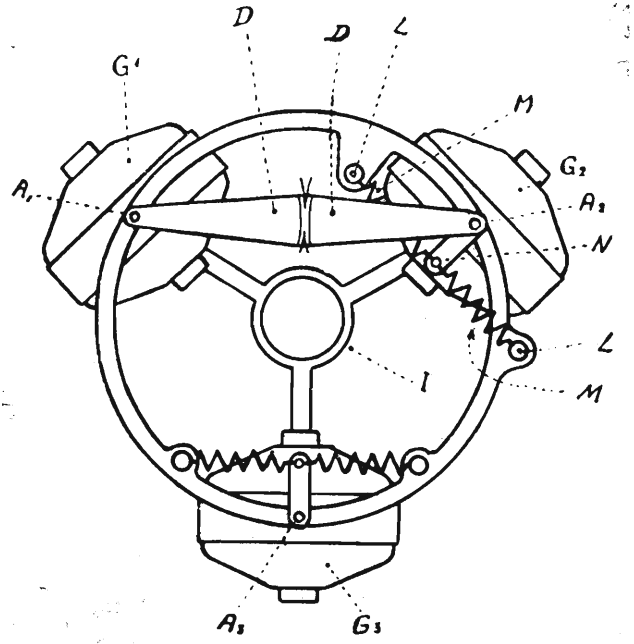


Fig. 443.

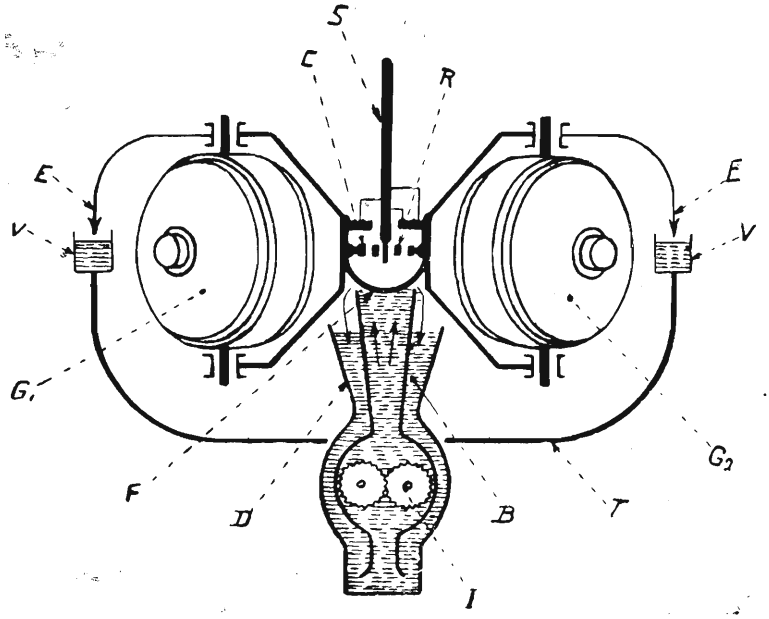


Fig. 444.

La calotta F, in condizioni di riposo appoggia sul bicchiere B, che è in comunicazione inferiormente con la camera di compressione con una pompa ad ingranaggi.

Esteriormente al bicchiere B, vi è un altro bicchiere D, concentrico al primo, aperto superiormente ed in comunicazione con l'aria ambiente.

Il bicchiere B, la pompa ed il bicchiere D, sono riempiti di olio fino quasi all'orlo.

Quando la pompa dell'olio I, è in moto, l'olio sotto pressione solleva la calotta F, e si riversa nel bicchiere D, dal quale torna alla pompa che lo rimanda in circolazione.

La corrente elettrica ai giroscopi viene condotta per mezzo di tre punte, che pescano in tre vaschette concentriche piene di mercurio, e ben isolate elettricamente fra loro, queste sono portate dall'asse S.

La fig. 445 mostra uno dei girostati in cui la massa girostatica costituisce il rotore di un motore asincrono ricavato da un massello di acciaio nell'interno del quale è sistemato l'indotto a gabbia di scoiattolo.

L'avvolgimento induttore trifase che costituisce lo statore è interno.

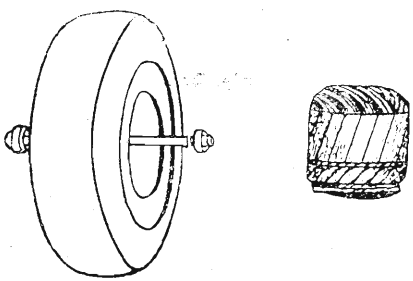


Fig. 445.

La fig. 446 mostra l'elemento giroscopico montato e visto dal lato del girostato meridiano.

L'alimentazione dello statore dei girostati è fatta con corrente alternata trifase a 333 periodi.

La velocità di rotazione è di 20.000 giri al minuto.

La fig. 447 rappresenta una sezione della convertitrice che serve a dare la corrente a 333 p.s. per i girostati.

La fig. 448 mostra la convertitrice con il rotore smontato.

Poichè nel gimetro la velocità dei girostati deve essere costante è necessario che lo sia anche la frequenza della corrente erogata dalla convertitrice. A tale scopo la tenzione che alimenta la convertitrice è mantenuta costante mediante apposito regolatore automatico (regolatore rapido Thoma) in modo

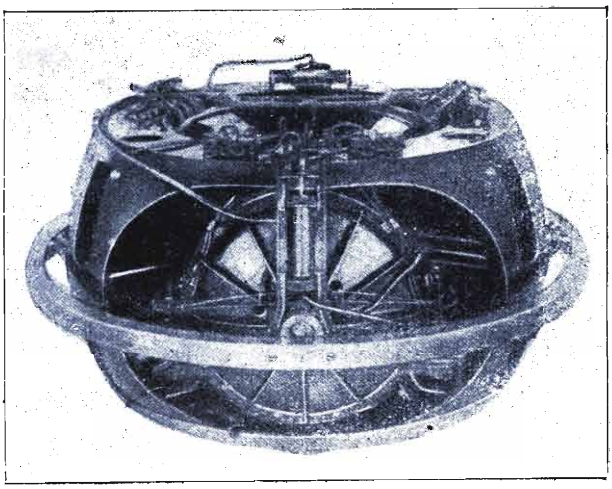


Fig. 446.

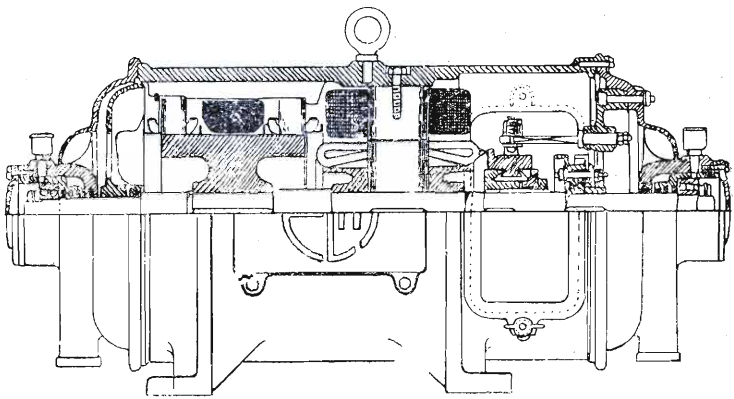


Fig. 447.

che la velocità di rotazione della macchina e quindi la frequenza della corrente alternata, non subiscano variazioni.

Nel dispositivo Thoma un regolatore molto sensibile comanda un servomotore a liquido (fig. 449) mediante il quale viene manovrato un reostato che è in serie con l'indotto del motore.

Sulle navi la cui tensione di esercizio dell'impianto elettrico è di 110 V. la alimentazione del servomotore viene effettuata alla tensione costante di 90 V, mentre sulle navi dove la tensione di esercizio dell'impianto è di 220 V., detta alimentazione viene effettuata alla tensione di 180 V.

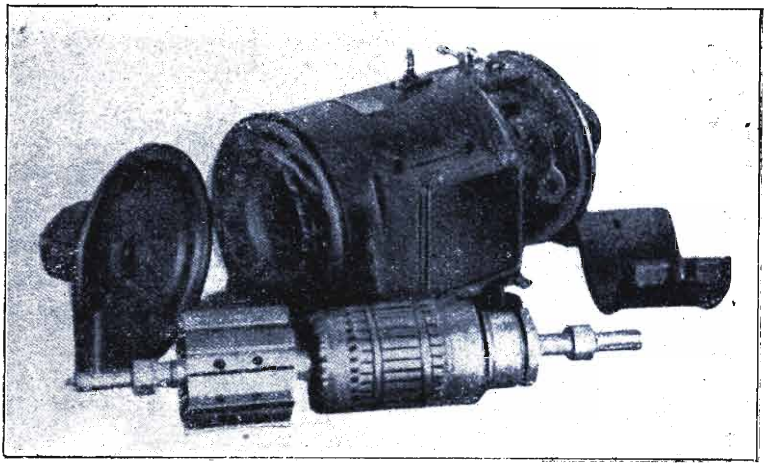


Fig. 448.

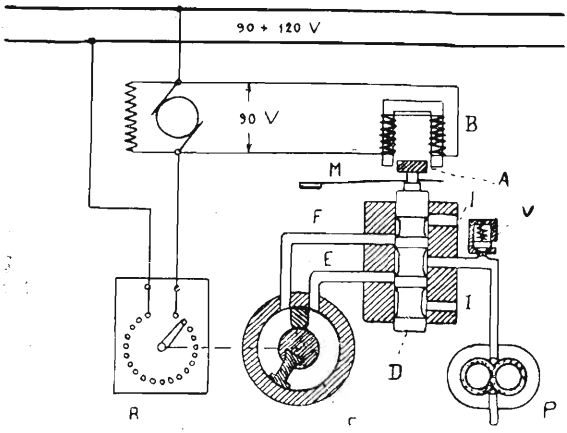


Fig. 449.

Il regolatore di tensione quindi è efficace, finchè la tensione di bordo non diminuisce oltre il 20 % del valore normale.

La figura 449 mostra schematicamente il funzionamento del regolatore di tensione.

Una bobina B, è derivata ai capi della macchina; la corrente nella bobina è quindi il campo magnetico da essa prodotta e proporzionale alla tensione applicata alla macchina.

L'ancora A, che è leggerissima, ed è trattenuta da opportune molle M,

data la piccolezza del traferro, seguirà esattamente, alzandosi ed abbassandosi, tutte le variazioni del campo magnetico.

L'ancora trascina seco il cassetto distributore D, del servomotore S.

Se la tensione diminuisce, l'ancora si abbassa, il cassetto distributore pure, e l'olio, spinto dalla pompa P, attraverso il condotto E, penetra nella camera di destra premendo l'aletta del servomotore e facendo girare nel senso delle lancette dell'orologio.

L'asse del servomotore comanda la leva del reostato R, nel senso di escluderlo facendo aumentare la tensione.

Per rendere il sistema più pronto e più sensibile viene fatta circolare, nelle bobine anche una debole corrente alternata che mantiene il sistema in continua oscillazione.

L'avviamento del gimetro, si ottiene mediante apposito reostato di avviamento munito di interruttore automatico, che entra in funzione se la tensione si abbassa oltre un certo limite.

Lo schema del reostato e del convertitore è indicato dalla fig. 450.

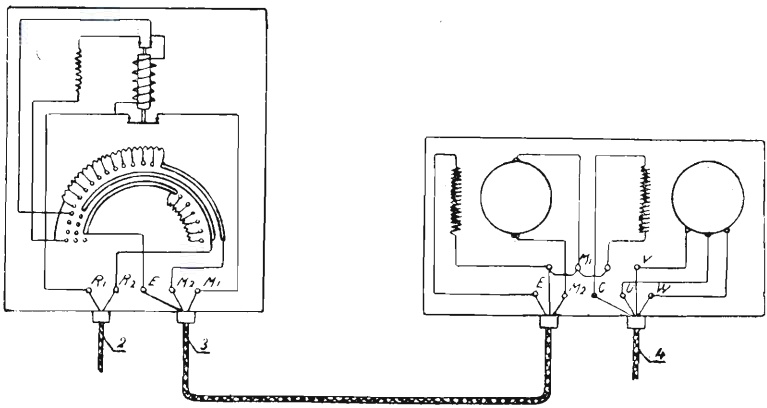


Fig. 450.

Dispositivi per dare moto continuo agli strumenti della centrale di tiro. — Nella centrale molti apparecchi devono ricevere un movimento continuo ed essere azionati a velocità costante.

A questo scopo, si hanno due motori elettrici, di cui uno di riserva (fig. 451), disposti in modo che uno o l'altro possa essere ingranato agendo sulla leva L. La centrale può inoltre esser tenuta in moto mediante una pedaliera in caso di interruzione di corrente.

La velocità dei motori è mantenuta costante entro i limiti normali di va-

riazione della tensione di alimentazione mediante un regolatore di velocità ad orologeria (figg. 452-453).

Questo regolatore consta di un solido meccanismo di orologeria, a scappamento, che ad ogni mezza oscillazione chiude un contatto elettrico di un elettromagnete, il quale costituisce un secondo scappamento più robusto.

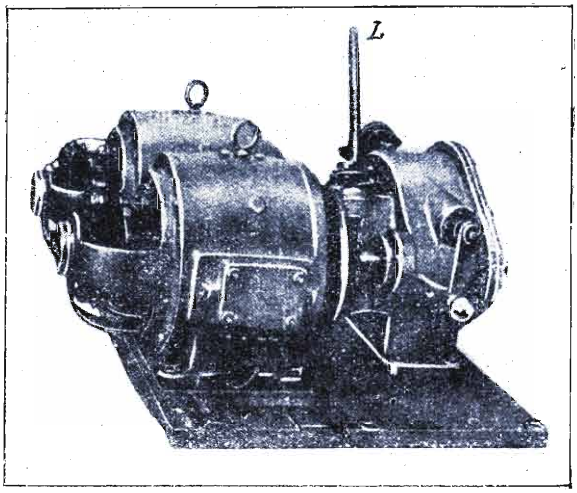


Fig. 451.

La ruota S, comandata da questo secondo scappamento è collegata da un lato ad una corona del differenziale D, e dall'altro lato, per mezzo di un giunto elastico E, all'asse motore M, ed all'altra corona del differenziale.

La prima corona ha una velocità costante, regolata dallo scappamento mentre l'altra corona del differenziale ruota invece con la velocità dell'asse motore.

Se il motore accelera o ritarda rispetto all'orologio, una ruota del differenziale anticipa rispetto all'altra, e ciò produce uno spostamento del portasatelliti.

Quest'ultimo sposta a sua volta il contatto del reostato R del campo del motore, nel senso di riportarne la velocità al valore costante richiesto.

Il giunto a frizione F, sull'asse del motore M, protegge il congegno nel caso che, per una insufficiente regolazione, il motore continuasse ad accelerare.

Il dispositivo di regolazione funziona anche quando la centrale viene azionata per mezzo della pedaliera.

Fonici del fuoco.

Il fonico per il comando del fuoco, deve dare un solo colpo ben distinto al momento che in esso si lancia la corrente.

Il fonico, è quindi simile ad un comune campanello, ma con alcune differenze costruttive. (Fig.454).

Esso consta di un grosso solenoide verticale, entro il quale può scorrere un nucleo di ferro cilindrico.

Nella posizione di riposo, cioè quando il circuito elettrico del fonico è aperto, il nucleo di ferro riposa sul fondo per il proprio peso.

Quando, abbassando un apposito pulsante, viene chiuso il circuito elettrico, la corrente percorre il solenoide, il nucleo viene allora attratto in alto con violenza, e colpisce un percussore portato da una làmina metallica ondulata ed elastica che chiude a chiusura stagna la scatola del solenoide. Il percussore batte un colpo forte e secco contro la campana di bronzo e nuovamente ricade.

Per risparmio di spazio, la scatola che contiene il solenoide è collocata internamente alla campana che viene percorsa dal nucleo di ferro.

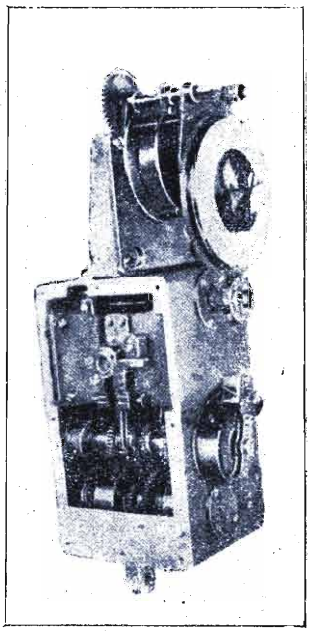


Fig. 452.

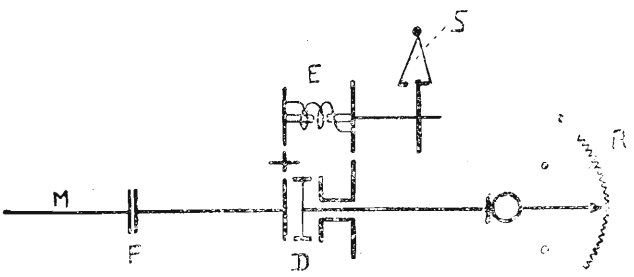


Fig. 453.

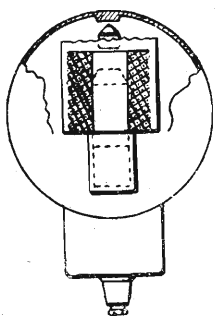


Fig. 454.

ALIMENTAZIONE DEGLI IMPIANTI PER LA DIREZIONE DEL TIRO.

Come si è visto per l'alimentazione dei trasmettitori e ricevitori tipo R. Marina, occorre un generatore di corrente alternata.

Per alimentare invece i trasmettitori e ricevitori tipo Nuk, fonici ed inoltre per i servizi ausiliari della Centrale e cioè gli asservimenti elettrici, i giunti invertitori, i motori, ed il regolatore del moto continuo, occorre un generatore a corrente continua.

Considerando la grande importanza della Centrale del tiro, risulta evidente l'opportunità che il generatore sia del tutto distinto dagli altri elettro generatori che alimentano l'impianto elettrico di bordo.

Ciò permette pure di adottare la tensione che si ritiene più adatta, indipendentemente dalla tensione di esercizio dell'impianto elettrico di bordo, e facilita le operazioni per l'isolamento dei circuiti elettrici della rete del tiro.

Il valore di tensione adottato è di 60 V.

Si ha dunque, per la alimentazione elettrica della Centrale del tiro, un gruppo convertitore costituito da un motore a corrente continua (alimentato dalla rete di bordo); da una piccola dinamo e da un alternatore eccitato da questa dinamo.

L'alternatore fornisce corrente alternata a 50 V. e 50 periodi.

Sui CC. TT. ove c'è un unico impianto per la direzione del tiro, è sistemato un solo convertitore, mentre gli incrociatori che hanno la sistemazione per i grossi calibri, e le sistemazioni A. S. sono provvisti di due convertitori, uno per la Centrale principale, ed uno per le centrali A. S. Mediante appositi commutatori però, il primo convertitore può alimentare anche contemporaneamente le due centrali, mentre il secondo può invece alimentare o l'una o l'altra separatamente. In questo modo per ogni centrale esiste un sistema di alimentazione di riserva.

BIBLIOGRAFIA

Ruggiero — Appunti di materiale elettrico.

Ing. *Parazzoli* — Lezioni elementari di elettricità industriale.

Dr. *L. Graetz* — L'elettricità e le sue applicazioni.

Ing. *Albin* — L'elettrotecnica nei suoi principî scientifici e nelle sue pratiche applicazioni

Ing. *Barbi* — Elettrotecnica.

Ing. *Veroi* — L'abbici della elettrotecnica.

Dr. *L. Pasqualini* — Nozioni elementari di elettrotecnica.

Ing. *Jervis* — Macchine a corrente alternata.

Vicedomini — Materiale elettrico (per gli Ufficiali del Corso Superiore presso la R.A.N.).

Borgatti — Elettricità applicata agli impianti di bordo (per il corso aspiranti presso la R. A. N.).

Iachino — Principî generali delle Girobussole.

Magg. *G. N. Canepa* — Motori termici per generatori elettrici.

Cap. di Freg. *Vicedomini* — Materiale elettrico.

Cap. di Corv. *Matteini* — Misure elettriche.

» » » *Matteini* — Appunti di telefonia.

Stabil. Tecnico Triestino — Complessi turbogeneratori da 150/160 Kw.

Società Ansaldo — Istruzioni per la condotta e manutenzione del motore tipo ANSALDO da 150 Kw.

Società Tosi — Istruzioni per il funzionamento della turbodinamo tipo TOSI.

Ministero della Marina — Norma per la condotta e manutenzione delle batterie elettriche dei Sommergibili.

Lire 10