

• CORSO • RADICI • PER • CORRISPONDENZA

(7)'

Questo Formulario è il primo di una serie di quaderni nei quali sono raccolte le formule, i nomogrammi, i grafici e le tabelle più utili per il calcolo degli elementi che formano i circuiti radio.

Unito ad ogni formula vi è un opportuno esempio di calcolo il quale serve a chiarire l'impiego delle formule o della tabella ed il procedimento che si deve seguire per ottenere buoni risultati.

Tutto ciò che è contenuto nei Formulari si riallaccia a quanto è stato spiegato nelle Lezioni Teoriche e Pratiche; ogni qualvolta è necessario sono aggiunte nel Formulario delle note esplicative per rendere quanto più semplice è possibile l'uso delle formule stesse.

Formula 1 : CALCOLO DELL'AREA DI UNA SEZIONE RETTANGOLARE -

Questo problema si presenta quando si vuole conoscere l'area del nucleo di un trasformatore oppure della finestra del lamierino.

La formula è la seguente:

$$\text{Area} = \text{lunghezza} \times \text{larghezza}$$

l'area è espressa in millimetri quadri (mm^2), la lunghezza e la larghezza in millimetri (mm).

Esempio: si desidera conoscere quale sia l'area del nucleo di un trasformatore formato da un pacco, alto 25 millimetri, di lamierini che hanno un gambo centrale largo 20 mm.

Soluzione: consideriamo lo spessore del pacco di lamierini come lunghezza del rettangolo e la dimensione del gambo come larghezza (sarebbe però indifferente invertirli). L'area sarà:

$$25 \times 20 = 500 \text{ mm}^2$$

L'area è di 500 mm^2 . E' bene ricordare che, a volte, si usa dire SEZIONE di un nucleo invece di dire AREA del nucleo.

Formula 2: CALCOLO DELLA LUNGHEZZA DI UN RETTANGOLO CONOSCENDONE
L'AREA E LA LARGHEZZA -

Questa formula deriva dalla prima e si esprime nel modo seguente:

$$\text{lunghezza} = \frac{\text{area}}{\text{larghezza}}$$

l'area è espressa in mm^2 , la lunghezza e la larghezza in mm.

Esempio: un nucleo formato da lamierini di 10 mm di larghezza deve avere la sezione di 2 cm^2 . Calcolare lo spessore del pacco dei lamierini.

Soluzione: Per prima cosa bisogna trasformare il valore dell'area in mm^2 .

$$2 \text{ cm}^2 = 200 \text{ mm}^2$$

Ricaviamo quindi lo spessore del pacco (cioè la lunghezza)

$$\frac{200}{10} = 20 \text{ mm}$$

Il pacco di lamierini deve essere alto 20 mm.

Formula 3: CALCOLO DELLA LARGHEZZA DI UN RETTANGOLO CONOSCENDONE
L'AREA E LA LUNGHEZZA -

Questa formula è simile alla formula n° 2.

$$\text{larghezza} = \frac{\text{area}}{\text{lunghezza}}$$

L'esempio fatto per la formula precedente vale anche per questa invertendo semplicemente le parole lunghezza e larghezza.

Formula 4: CALCOLO DELLA SEZIONE DI UN CONDUTTORE A SEZIONE CIRCOLARE -

I normali fili conduttori sono tutti a sezione circolare perchè sono ottenuti mediante trafilatura attraverso un foro rotondo calibrato. E' necessario quindi sapere come calcolare l'area del conduttore conoscendone il diametro, cioè la dimensione che più facilmente si può misurare.

Dal diametro, dividendo per due, si ottiene il raggio (r)

$$\text{area circolare} = 3,14 \times r^2$$

l'area circolare è in mm^2 ed il raggio del conduttore in millimetri.

Esempio: Determinare la sezione di un filo conduttore il cui diametro è di 0,8 mm.

Poichè il raggio è la metà del diametro, il valore del raggio sarà 0,4 mm.

Soluzione:

$$\text{sezione circolare} = 3,14 \times 0,4^2 = 3,14 \times 0,4 \times 0,4 = 0,5024 \text{ mm}^2$$

Il valore dell'area cercata è di 0,5024 mm^2 .

Formula 5: CALCOLO DEL RAGGIO (O DEL DIAMETRO) DI UN CONDUTTORE CONOSCENDO IL VALORE DELL'AREA DELLA SEZIONE -

Questo è il problema inverso al precedente. La formula è la seguente:

$$r = \sqrt{\frac{\text{area circolare}}{3,14}}$$

r è il raggio in mm e l'area è espressa in mm^2 .

Per conoscere il diametro è sufficiente moltiplicare per due il valore del raggio.

Esempio: Determinare il raggio di un filo avente la sezione (o area) di $0,5024 \text{ mm}^2$.

Soluzione:

$$\text{raggio} = \sqrt{\frac{0,5024}{3,14}} = \sqrt{0,16} = 0,4 \text{ mm}$$

Il raggio è di $0,4 \text{ mm}$ ed il diametro è di $0,4 \times 2 = 0,8 \text{ mm}$.

Formula 6: LEGGE DI OHM - CALCOLO DELLA TENSIONE CONOSCENDO CORRENTE E RESISTENZA -

Si è parlato diffusamente di questa legge nelle Lezioni Teoriche. In questo Formulario riassumo ciò che è stato descritto.

$$V = I \times R$$

V = tensione in volt
I = corrente in amper
R = resistenza in ohm

Esempio: Che tensione si deve applicare ad una resistenza da

80 ohm per fare in modo che in esso circolino 2 amper?

Soluzione:

$$2 \times 80 = 160 \text{ volt}$$

Formula 7: LEGGE DI OHM - CALCOLO DELLA CORRENTE CONOSCENDO TENSIONE
E RESISTENZA -

$$I = \frac{V}{R}$$

I = corrente in amper

V = tensione in volt

R = resistenza in ohm

Esempio: Che corrente passa in un resistore di 100 ohm, al quale sono stati applicati 200 volt?

Soluzione:

$$\frac{200}{100} = 2 \text{ Amper}$$

Formula 8: LEGGE DI OHM - CALCOLO DELLA RESISTENZA CONOSCENDO TENSIONE E CORRENTE -

$$R = \frac{V}{I}$$

R = resistenza in ohm

V = tensione in volt

I = corrente in amper

Esempio: che resistenza ha un circuito elettrico nel quale, applicando 100 volt, circolano 0,5 ampere ?

Soluzione:

$$\frac{100}{0,5} = 200 \text{ ohm}$$

Formula 9: CALCOLO DELLA POTENZA ELETTRICA CONOSCENDO LA TENSIONE E LA CORRENTE -

Questa formula è già stata spiegata nelle Lezioni Teoriche.

$$P = V \times I$$

P = potenza in watt

V = tensione in volt

I = corrente in ampere

Esempio: quale potenza si dissipa in un circuito al quale si applica una tensione di 100 volt e nel quale circola una corrente di 2 ampere ?

Soluzione:

$$100 \times 2 = 200 \text{ watt}$$

Formula 10: CALCOLO DELLA POTENZA CONOSCENDO LA TENSIONE E LA RESISTENZA -

$$P = \frac{V^2}{R}$$

P = potenza in watt

V = tensione in volt

R = resistenza in ohm

Esempio: quale potenza consuma un riscaldatore elettrico che ha la resistenza di 80 ohm ed al quale è applicata una tensione di 160 volt?

Soluzione:

$$\frac{160^2}{80} = \frac{160 \times 160}{80} = \frac{25600}{80} = 320 \text{ watt}$$

Formula 11: CALCOLO DELLA POTENZA CONOSCENDO LA CORRENTE E LA RESISTENZA -

$$P = I^2 \times R$$

P = potenza in watt

I = corrente in amper

R = resistenza in ohm

Esempio: Quale potenza si dissipa in una resistenza da 100 ohm nella quale circolano 2 Amper?

Soluzione:

$$2^2 \times 100 = 2 \times 2 \times 100 = 400 \text{ watt}$$

Formula 12: CALCOLO DELLA TENSIONE CONOSCENDO LA POTENZA E LA RESISTENZA -

$$V = \sqrt{P \times R}$$

V = tensione in volt

P = potenza in watt

R = resistenza in ohm

Esempio: Che tensione è applicata ad una resistenza di 80 ohm nella quale si dissipano 320 watt?

Soluzione:

$$\sqrt{320 \times 80} = \sqrt{25600} = 160 \text{ volt}$$

Formula 13: CALCOLO DELLA CORRENTE CONOSCENDO LA POTENZA E LA TENSIONE -

$$I = \frac{P}{V}$$

I = corrente in amper

P = potenza in watt

V = tensione in volt

Esempio:

Quale corrente circola in una lampadina da 32 watt collegata alla rete di distribuzione a 160 volt?

Soluzione:

$$I = \frac{32}{160} = 0,2 \text{ amper}$$

Formula 14: CALCOLO DELLA CORRENTE CONOSCENDO LA POTENZA E LA RESISTENZA -

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}}$$

I = corrente in amper
P = potenza in watt
R = resistenza in ohm

Esempio: quale valore deve avere la corrente in una stufa elettrica, la cui resistenza è di 80 ohm, per dissipare un totale di 320 watt?

Soluzione:

$$I = \sqrt{\frac{320}{80}} = \sqrt{4} = 2 \text{ amper}$$

Formula 15: CALCOLO DELLA RESISTENZA CONOSCENDO LA POTENZA E LA TENSIONE -

$$R = \frac{V^2}{P}$$

R = resistenza in ohm
V = tensione in volt
P = potenza in watt

Esempio: che resistenza ha una lampadina elettrica che dissipa 32 watt quando è collegata alla rete di distribuzione a 160 volt?

Soluzione:

$$R = \frac{160 \times 160}{32} = \frac{25600}{32} = 800 \, \Omega$$

Formula 16: CALCOLO DELLA RESISTENZA CONOSCENDO LA POTENZA E LA CORRENTE -

$$R = \frac{P}{I^2}$$

R = resistenza in ohm

P = potenza in watt

I = corrente in amper

Esempio: quale resistenza interna ha un apparecchio elettrico da 320 watt che consuma 2 amper?

Soluzione:

$$R = \frac{320}{2^2} = \frac{320}{2 \times 2} = \frac{320}{4} = 80 \, \text{ohm}$$

Formula 17: CORRISPONDENZA FRA LE UNITA' DI MISURA DELLA POTENZA MECCANICA E LE UNITA' DI MISURA DELLA POTENZA ELETTRICA -

In meccanica si considera come unità di potenza quella potenza sufficiente per sollevare 75 chilogrammi all'altezza di 1 metro in 1 secondo. Questa unità di potenza si chiama CAVALLO VAPORE o cavallo di forza e si indica con la sigla HP (oppure C.V.).

A questa potenza meccanica corrisponde una potenza elettrica tale da poter eseguire eguale lavoro nello stesso tempo.

L'equivalente meccanica elettrica è la seguente:

$$1 \text{ HP} = 736 \text{ watt}$$

Formula 18: CALCOLO DELLA POTENZA MECCANICA CHE CORRISPONDE AD UNA POTENZA ELETTRICA -

$$P_m = \frac{P}{736}$$

P_m = potenza meccanica in cavalli (HP)

P = potenza elettrica in watt

Esempio: quale potenza meccanica corrisponde ad una potenza elettrica di 1472 watt?

Soluzione:

$$P_m = \frac{1472}{736} = 2 \text{ cavalli (HP)}$$

Formula 19: CALCOLO DELLA POTENZA ELETTRICA CHE CORRISPONDE AD UNA DATA POTENZA MECCANICA -

$$P = P_m \times 736$$

P = potenza elettrica in watt

P_m = potenza meccanica in HP

Esempio: quale potenza elettrica assorbe un motore elettrico da 2 HP (escluse le perdite)?

Soluzione:

$$P = 2 \times 736 = 1472 \text{ watt}$$

Formula 20: CALCOLO DELLE RESISTENZE IN SERIE -

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \text{ecc.}$$

R_s = resist. tot. in ohm
 R_1, R_2, R_3 = valori delle resistenze in serie (in ohm)

Esempio: qual'è la resistenza totale di quattro resistori, posti in serie, i cui valori di resistenza sono rispettivamente 80, 40, 30, e 50 ohm?

Soluzione:

$$R_s = 80 + 40 + 30 + 50 = 200 \text{ ohm}$$

Formula 21: CALCOLO DI DUE RESISTENZE IN PARALLELO -

$$R_p = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

R_p = resistenza totale (in ohm)
 R_1, R_2 = valore delle resistenze poste in parallelo (in ohm).

Esempio: quale resistenza totale si ottiene mettendo in parallelo due resistori l'uno da 40 ohm e l'altro da 80 ohm?

Soluzione:

$$R_p = \frac{40 \times 80}{40 + 80} = \frac{3200}{120} = 26,6 \text{ ohm}$$

NOTA 1 - Se le resistenze in parallelo sono più di due si può fare uso di una formula piuttosto complessa oppure, più semplicemente, si può calcolare il valore totale di due resistenze in parallelo, e questo valore, a sua volta, considerarlo in parallelo con la terza resistenza e così via.

Esempio: quale resistenza totale si ottiene mettendo in parallelo tre resistori, l'uno da 40 ohm, l'altro da 60 ohm e l'ultimo da 80 ohm?

Soluzione:

$$R_{p1} = \frac{40 \times 60}{40 + 60} = \frac{2400}{100} = 24 \text{ ohm}$$

$$R_p = \frac{24 \times 80}{24 + 80} = \frac{1920}{104} = 18,4 \text{ ohm}$$

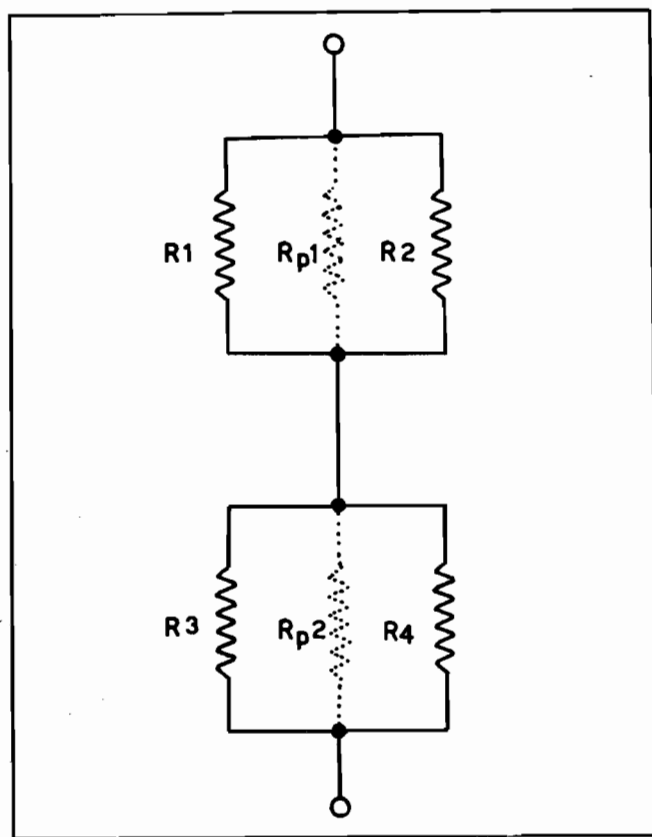


Fig. 1

NOTA 2 - Qualora si dovesse calcolare il valore totale di più resistenze in serie-parallelo si esegue il calcolo a passi successivi in modo da ridurre l'insieme delle resistenze ad un sistema sempre più semplice.

Ad esempio, se si deve calcolare il valore totale delle resistenze indicate in fig. 1 conviene prima calcolare separatamente il valore totale delle resistenze in parallelo R_1 ed R_2 (R_{p1}) nonchè le R_3 ed R_4 (R_{p2}) quindi si sommano, perchè sono in serie, i due valori parziali così trovati (R_{p1} ed R_{p2}).

Formula 22: CALCOLO DEI CONDENSATORI IN PARALLELO -

$$C_p = C_1 + C_2 + C_3 + \text{ecc..}$$

C_p = capacità totale in μF

$C_1, C_2, C_3, \text{ecc.}$ = capacità dei vari condensatori in parallelo, in μF .

Esempio: quale capacità totale presentano tre condensatori in parallelo aventi la capacità, rispettivamente, di 5, 3, e 2 μF ?

Soluzione:

$$C_p = 5 + 3 + 2 = 10 \mu F$$

Formula 23: CALCOLO DI DUE CONDENSATORI IN SERIE -

$$C_s = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$

C_s = capacità totale in μF

C_1, C_2 = valore delle capacità poste in serie (in μF).

Esempio: quale capacità totale si ottiene mettendo in serie due condensatori l'uno da 2 μF e l'altro da 8 μF ?

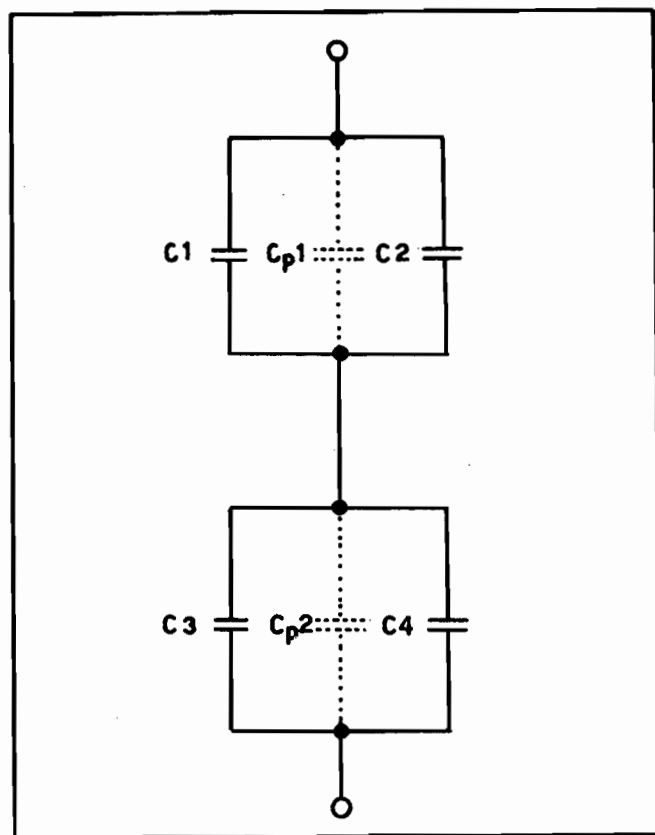


Fig. 2

Soluzione:

$$C_s = \frac{2 \times 8}{2 + 8} =$$

$$= \frac{16}{10} = 1,6 \mu F.$$

NOTA 1 - Se i condensatori in serie sono più di due si può fare uso di una formula piuttosto complessa, oppure, più semplicemente, si può calcolare il valore totale di due condensatori in serie, e questo valore a sua volta considerarlo in serie al terzo condensatore e così via.

Si può vedere a questo proposito quanto è stato detto per le resistenze in parallelo.

NOTA 2 - Qualora si dovesse calcolare il valore totale di più condensatori in serie-parallelo si esegue il calcolo a passi successivi in modo da ridurre l'insieme dei condensatori ad un sistema sempre più semplice.

Ad esempio se si deve calcolare il valore totale dei condensatori indicati in fig. 2 conviene dapprima calcolare il valore del parallelo di C_1 e C_2 (C_{p1}) nonchè di C_3 e C_4 (C_{p2}) quindi si calcola la serie dei valori parziali C_{p1} e C_{p2} così ottenuti.

(9)

F O R M U L A R I O N° 2

Formula n° 24: CALCOLO DELL'INTENSITA' DEL CAMPO MAGNETICO NELL'INTERNO DI UNA BOBINA -

Se tutto il flusso concatenato con una spira si concatena pure con tutte le altre spire, è abbastanza facile calcolare l'intensità del campo magnetico nell'interno del solenoide.

Questa ipotesi si verifica quando il nucleo della bobina ha la forma di anello (toro).

Si avrà quindi:

$$H = \frac{N \times I}{l}$$

dove H = intensità del campo magnetico misurata in amper-spire per metro (As/m)

N = numero delle spire della bobina

I = intensità della corrente, nel filo della bobina espresso in amper

l = lunghezza del circuito magnetico espressa in metri.

Esempio: Calcolare il valore dell'intensità del campo magnetico che si ha nell'interno di un solenoide a forma di toro quando l'intensità della corrente che in esso circola è di 1 amper. Il diametro del toro è di 0,1 metro ed il numero delle spire del solenoide è di 100.

SOLUZIONE: Conoscendo il diametro si calcola la lunghezza del toro (cioè la circonferenza corrispondente all'asse del toro).

$$\text{mt. } 0,1 \times 3,14 = 0,314 \text{ metri}$$

Si applica quindi la formula:

$$H = \frac{100 \times 1}{0,314} = \frac{100}{0,314} = 318,47 \text{ As/m}$$

Il valore del campo magnetico nell'interno del toro è di circa 318 As/m.

Formula n° 25: CALCOLO DELL'INDUZIONE MAGNETICA -

Conoscendo l'intensità del campo magnetico si può calcolare il valore dell'induzione magnetica moltiplicando il valore del campo per il valore della permeabilità magnetica della sostanza immersa nel campo magnetico.

$$B = \mu \times H$$

dove B = valore dell'induzione misurata in Weber per metro quadro (Wb/m²)

μ = prodotto di $\mu_0 \times \mu_r$ dove μ_0 è il valore della permeabilità dell'aria pari a $\frac{1,257}{10^6}$ Henry/metro e μ_r è il valore del-

la permeabilità relativa del materiale considerato.
Il valore di μ_r si trova sulle tabelle riportate nel prossimo Formulario.

H = intensità del campo magnetico misurata in As/m

Esempio: Calcolare il valore dell'induzione nell'interno di un pezzo di ferro dolce sottoposto all'azione di un campo magnetico dell'intensità di 100 As/m.

N.B. - Il valore di μ_r per il ferro dolce in queste condizioni si deve considerare pari a circa 1000.

SOLUZIONE: Il valore di μ totale è uguale a:

$$\mu = \mu_0 \times \mu_r \quad \text{cioè} \quad \mu = \frac{1,257 \times 1000}{1.000.000} = 0,001257 \text{ H/m}$$

e l'induzione quindi sarà:

$$B = 0,001257 \times 100 = 0,1257 \text{ Wb/m}^2$$

Formula n° 26: CALCOLO DEL VALORE DEL FLUSSO MAGNETICO CHE ATTRAVER-
SA UNA DETERMINATA SEZIONE -

Per conoscere il flusso totale che attraversa una sezione determinata, bisogna moltiplicare il valore della sezione per il valore dell'induzione magnetica in quella zona.

$$\phi = B \times S$$

dove ϕ = flusso totale misurato in Weber (Wb)

S = sezione considerata espressa in metri quadri

B = induzione espressa in Weber per metro quadro (Wb/m^2)

Esempio: Si desidera conoscere il valore del flusso totale che attraversa una espansione polare di forma circolare avente un diametro di 0,2 mt e nella quale l'induzione magnetica ha il valore di 1,5 Wb/m^2 .

SOLUZIONE:

L'area della sezione della espansione polare è data da:

$$S = \frac{0,2^2 \times 3,14}{4} = \frac{0,04 \times 3,14}{4} = 0,0314 \text{ m}^2$$

Il flusso totale quindi assume il valore di:

$$\Phi = 1,5 \times 0,0314 = 0,0471 \text{ Weber}$$

Formula n° 27: CALCOLO DELL'INDUTTANZA DI UN SOLENOIDE CILINDRICO -

Per conoscere il valore dell'induttanza di un solenoide cilindrico, la cui lunghezza sia notevole rispetto al suo diametro, si può applicare la formula seguente:

$$L = \mu \times \frac{N^2 \times S}{l}$$

dove L = induttanza misurata in micro Henry

μ = prodotto di μ_0 x μ_r dove μ_0 è il valore della permeabilità

pari a $\frac{1,257}{10^6}$ H/m e μ_r è il valore della permeabilità relativa del materiale che forma il nucleo del solenoide. Il valore di μ_r è indicato sulle tabelle.

S = sezione del solenoide misurata in m^2

l = (elle minuscolo) lunghezza del solenoide in mt.

N = numero delle spire che formano il solenoide

Questa formula vale per le bobine che hanno una forma molto allungata (piccolo diametro rispetto alla lunghezza); se la bobina di cui si desidera misurare l'induttanza ha una forma diversa è necessario ricorrere ad alcune formule empiriche che Le citerò nei Formulari che seguono.

Esempio: Calcolare il valore dell'induttanza di una bobina formata da 500 spire di filo, avvolte attorno ad un nucleo di ferro dolce il cui valore di μ_r è di 2000.

La sezione della bobina è di 100 cm^2 e la lunghezza di 100 cm.

SOLUZIONE:

$$100 \text{ cm}^2 = 0,01 \text{ m}^2 \text{ (sezione della bobina)}$$

$$100 \text{ cm} = 1 \text{ m} \text{ (lunghezza della bobina)}$$

$$\mu = \mu_0 \times \mu_r = \frac{1,257 \times 2000}{1.000.000} = 0,002514 \text{ H/m}$$

L'induttanza avrà quindi il valore:

$$L = 0,002514 \times \frac{500 \times 500 \times 0,01}{1} = 6,28 \text{ H}$$

Formula n° 28: CALCOLO DELLA RILUTTANZA DI UN CIRCUITO MAGNETICO -

In molti casi è necessario conoscere il valore della riluttanza magnetica di un circuito magnetico perchè questo valore è necessario per il calcolo dell'induttanza di un circuito magnetico.

In particolare il calcolo della riluttanza è utile quando il cir-

cuito magnetico è formato da più elementi aventi una permeabilità magnetica diversa.

La formula da impiegare per il calcolo è la seguente:

$$R_r = \frac{l}{\mu_r S}$$

dove R_r = riluttanza

l = (elle minuscolo) lunghezza del tratto di circuito magnetico considerato espresso in metri

S = sezione media, nel tratto di circuito magnetico considerato, espresso in m^2

μ_r = permeabilità relativa del materiale che costituisce il tratto del circuito magnetico considerato.

Esempio: Calcolare il valore della riluttanza di un circuito magnetico la cui sezione è di 50 cm^2 , la lunghezza è di 40 cm ed è formato da ferro dolce avente una permeabilità relativa di 1000.

SOLUZIONE:

$$l = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ mt}$$

$$S = 50 \text{ cm}^2 = 0,005 \text{ m}^2$$

Il valore di R_r sarà dato da

$$R_r = \frac{0,4}{1000 \times 0,005} = 0,08$$

Formula n° 29: CALCOLO DELL'INDUTTANZA DI UNA BOBINA CON CIRCUITO DI TIPO COMPOSTO -

Se si considera una bobina che abbia il nucleo formato da due materiali diversi, di forma tale da costituire un circuito magnetico chiuso, oppure da un nucleo magnetico con un traferro di aria, è necessario calcolare la sua induttanza tenendo debito conto della somma delle riluttanze che presentano le diverse parti del circuito magnetico.

Per prima cosa quindi si devono calcolare i valori delle riluttanze delle varie parti del circuito magnetico; in seguito si applica la formula seguente:

$$L = \mu_0 \frac{N^2}{R_{r1} + R_{r2}}$$

dove L = induttanza della bobina misurata in Henry

N = numero delle spire della bobina

μ_0 = valore della permeabilità dell'aria $\left(\frac{1,257}{10^6} \text{ H/m} \right)$

R_{r1} = riluttanza del primo tratto del circuito magnetico

R_{r2} = riluttanza del secondo tratto del circuito magnetico.

Esempio: Si desidera calcolare l'induttanza di una bobina formata da 1000 spire avvolte su di un nucleo di lamierini al ferro-silicio avente un tratto lungo 100 mm di sezione di 6 cm² ed un tratto lungo 50 mm con 4 cm² di sezione.

N.B. - Il valore della permeabilità relativa μ_r in questo caso vale

2500 per il tratto a sezione maggiore e vale 500 per il tratto a sezione minore.

SOLUZIONE:

$$l_1 = 100 \text{ mm} = 0,1 \text{ mt} \quad S_1 = 6 \text{ cm}^2 = 0,0006 \text{ m}^2$$

$$l_2 = 50 \text{ mm} = 0,05 \text{ mt} \quad S_2 = 4 \text{ cm}^2 = 0,0004 \text{ m}^2$$

$$R_{r1} = \frac{0,1}{2500 \times 0,0006} = 0,06 \quad R_{r2} = \frac{0,05}{5 \times 0,0004} = 0,25$$

$$L = \frac{1,257}{1.000.000} \times \frac{1000^2}{0,06 + 0,25} = 4,05$$

L'induttanza ha il valore di circa 4 Henry.

Formula n° 30: DETERMINAZIONE DEL NUMERO DELLE SPIRE NECESSARIE PER OTTENERE UN VALORE DETERMINATO DELL'INTENSITA' DEL CAMPO MAGNETICO NELL'INTERNO DI UNA BOBINA PERCORSO DA UNA CORRENTE DI VALORE PREFISSATO -

La formula è la seguente:

$$N = \frac{l \times H}{I}$$

dove N = numero delle spire della bobina

l = (elle minuscolo) lunghezza del circuito magnetico in mt.

H = intensità del campo magnetico in As/m

I = intensità della corrente nella bobina espressa in amper.

Esempio: Si desidera sapere quante spire deve avere una bobina lunga 100 mm percorsa da una corrente di 0,2 A per ottenere un'intensità di campo nell'interno di essa pari a 100 As/m.

SOLUZIONE:

$$l = 100 \text{ mm} = 0,1 \text{ m}$$

$$N = \frac{0,1 \times 100}{0,2} = 50 \text{ spire}$$

Formula n° 31: CALCOLO DEL VALORE DELLA CORRENTE NECESSARIA PER OTTENERE UN DETERMINATO VALORE DELL'INTENSITA' DI CAMPO NELL'INTERNO DI UNA BOBINA AVENTE DIMENSIONI NOTE.

Conoscendo tutte le caratteristiche di una bobina e cioè numero delle spire e lunghezza, si può calcolare il valore della corrente che bisogna inviare nella bobina per ottenere una determinata intensità del campo magnetico nell'interno della bobina stessa.

La formula è la seguente:

$$I = \frac{l \times H}{N}$$

dove N = numero delle spire della bobina

l = (elle minuscola) lunghezza del circuito magnetico in mt.

H = intensità del campo magnetico in As/m

I = intensità della corrente nella bobina espressa in amper.

Esempio: Calcolare l'intensità della corrente necessaria per ottenere una intensità di campo di 200 As/m nell'interno di una bobina di 500 spire e della lunghezza di 50 mm.

SOLUZIONE:

$$l = 50 \text{ mm} = 0,05 \text{ mt}$$

$$I = \frac{0,05 \times 200}{500} = 0,02 \text{ Amper}$$

(10')

F O R M U L A R I O

Questa parte del Formulario comprende una serie di tabelle di lar
go impiego.

La prima si riferisce al filo di rame nudo e comprende :

- diametro del filo nudo in millimetri
- diametro del filo smaltato in millimetri
- numero di spire avvolgibili in ogni centimetro quadro di finestra
- sezione del filo nudo
- corrente massima ammissibile calcolata per una densità di corrente di 3 A/mm^2 e 4 A/mm^2
- resistenza di un metro di filo
- peso di un metro di filo in grammi.

Esempi :

DOMANDA :

Qual'è la sezione di un filo avente un diametro di 2,5 mm ?

RISPOSTA :

Di lato al 2,5 (prima colonna) troverà (4a colonna) il numero 4,9087.

La sezione è 4,9087 mm².

DOMANDA :

Quanto peseranno 100 m. di filo di rame da 1,5 mm. di diametro ?

RISPOSTA :

A lato di 1,5 (prima colonna) troverà (8a colonna) il numero 15,728 che è il peso in grammi di 1 m. di filo.

Perciò se un metro pesa 15,728 grammi, 100 metri peseranno :

$$15,728 \times 100 = 1572,8 \text{ gr.} \quad \text{cioè} \quad 1,5728 \text{ Kg.}$$

DOMANDA :

Quanti cmq. di finestra saranno occupati da 3542 spire di filo Ø 0,28 ?

RISPOSTA :

A lato di 0,28 (1a colonna) si legge (3a colonna) il numero 1140.

Facendo il rapporto tra 3542 e 1140, si ottiene l'area in cmq. occupata dal filo

$$\frac{3542}{1140} = 3,107 \text{ cmq.}$$

DOMANDA :

Quale diametro si misura sopra lo smalto che copre un filo nudo di $\emptyset$ 0,28 mm. ?

RISPOSTA :

A lato di 0,28 (1a colonna) si legge 0,30 (2a colonna).

Il diametro misurato sopra lo smalto coprente un filo nudo di $\emptyset$ 0,28 è 0,30 mm.

DOMANDA :

Che resistenza presentano 15 mt. di filo di rame $\emptyset$ 0,08 ?

RISPOSTA :

A lato di 0,08 (1a colonna) si legge (7a colonna) 3,5.

Moltiplicando per 15 mt. :

$$3,5 \times 15 = 52,5 \Omega$$

La resistenza di 15 mt. di filo $\emptyset 0,08$ è 52,5 ohm.

DOMANDA :

Quale filo si deve scegliere per portare una corrente di 0,30 ampere volendo una densità di 3 A/mm² ?

RISPOSTA :

Si legge nella colonna 5a il numero immediatamente superiore a 0,30 ; è 0,339, cui corrisponde un filo di $\emptyset 0,38$.

Si deve scegliere il filo $\emptyset 0,38$.

CALCOLO TRASFORMATORI

Diame- tro filo nudo mm .	Diame- tro smal- tato mm.	N.di spi- re avvol- gib. al cmq.	Area fi- lo nudo mmq.	Corrente ammissibile		Resi- stenza ohm/m rame	Peso gr/m rame
				3 A/ mmq.	4 A/ mmq.		
0.05	0.06	27556	0.0020	0.0060	0.0080	8.95	0,018
0.06	0.07	20500	0.0028	0.0084	0.0112		
0.07	0.08	15600	0.0038	0.114	0.0152		
0.08	0.09	12300	0.0050	0.0150	0.020	3.5	0,045
0.09	0.10	10000	0.0064	0.0192	0.025		
0.10	0.115	7569	0.0078	0.0234	0.031	2.22	0,070
0.11	0.125	6400	0.0095	0.028	0.038	1.84	0,085
0.12	0.135	5476	0.0113	0.034	0.044	1.55	0,101
0.15	0.17	3480	0.0176	0.051	0.070	0.99	0,158
0.18	0.20	2500	0.0254	0.076	0.102	0.685	0,227
0.20	0.22	2025	0.0314	0.093	0.124	0.557	0,280
0.22	0.24	1720	0.0380	0.114	0.152	0.460	0,339
0.25	0.27	1600	0.0495	0.150	0.198	0.357	0,437
0.28	0.30	1140	0.0616	0.183	0.244		

CALCOLO TRASFORMATORI

Diame- tro filo nudo mm.	Diame- tro smal- tato mm.	N.di spi- re avvol- gib. al cmq.	Area fi- lo nudo mmq.	Corrente ammissibile		Resi- stenza ohm/m rame	Peso gr/m rame
				3 A/ mmq.	4 A/ mmq.		
0.30	0.325	961	0.0706	0.211	0.282	0.284	0,630
0.32	0.345	840	0.0804	0.241	0.320		
0.35	0.375	710	0.0962	0.288	0.384	0.182	0,857
0.38	0.405	610	0.1134	0.339	0.452		
0.40	0.425	529	0.1257	0.377	0.500	0.139	1,130
0.45	0.475	440	0.1590	0.477	0.640	0.110	1,417
0.50	0.525	361	0.1963	0.588	0.784	0.0895	1,750
0.55	0.575	303	0.2376	0.712	0.984		
0.60	0.63	253	0.2827	0.846	1.128	0.0618	2,520
0.65	0.68	215	0.3318	0.995	1.324		
0.70	0.73	188	0.3848	1.134	1.54	0.0455	3,430
0.75	0.78	164	0.4417	1.325	1.76		
0.80	0.83	144	0.5026	1.507	2.07	0.0348	4,480
0.85	0.88	128	0.5674	1.702	2.23		

CALCOLO TRASFORMATORI

Diame- tro filo nudo mm.	Diame- tro smal- tato mm.	N.di spi- re avvol- gib. al cmq.	Area fi- lo nudo mmq.	Corrente ammissibile		Resi- stenza ohm/m rame	Peso gr/m rame
				3 A/ mmq.	4 A/ mmq.		
0.90	0.93	114	0.6362	1.908	2.72	0.0275	5,670
0.95	0.98	106	0.7088	2.126	2.82	0.0223	7,070
1.00	1.04	92	0.7854	2.356	3.02	0.0223	7,070
1.2	1.24	65	1.1310	3.39	4.52	0.0155	10,980
1.4	1.44	47	1.5394	4.61	6.12	0.00992	15,728
1.5	1.55	41	1.7671	5.30	7.04	0.00992	15,728
1.8	1.85	29.2	2.5447	7.63	10.16	0.00992	15,728
2.0	2.05	23.8	3.1416	9.42	12.56	0.00992	15,728
2.5	2.55	15.4	4.9087	13.70	17.6	0.00992	15,728
3.0	3.05	10.7	7.0686	21.18	28.2	0.00992	15,728
4.0	4.05	6.1	12.5664	37.5	50.4	0.00992	15,728
5.0	5.05	3.9	19.6350	59.8	78.4	0.00992	15,728

La SECONDA TABELLA contiene una serie di calcoli, già risolti : nella 1a colonna sono i numeri da 1 a 100, nella 2a i relativi quadrati, nella 3a i cubi, nella 4a le radici quadrate, nella 5a le radici cubiche, nella 6a la lunghezza della circonferenza corrispondente al numero della 1a colonna preso come diametro, nella 7a l'area del cerchio corrispondente al numero della 1a colonna preso come diametro.

La tabella di pag. 14 contiene i valori di intensità del campo e di permeabilità rilevati su provini di ferro fucinato, di lamiera normale e di lamiera al silicio, in funzione della induzione magnetica (1a colonna).

TABELLA DEI QUADRATI, CUBI, RADICI QUADRATE, RADICI CUBICHE

LUNGHEZZA DELLA CIRCONFERENZA

SUPERFICIE CIRCOLARE DEI PRIMI 100 NUMERI

Numeri	Quadrati	Cubi	Radice quadrata	Radice cubica	Lunghezza della circonferenza	Superficie circolare
n.	$n.^2$	$n.^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$6,28 \times r$	$3,14 \times r^2$
1	1	1	1	1	3,142	0,7850
2	4	8	1,4142	1,2599	6,283	3,1416
3	9	27	1,7321	1,4422	9,426	7,0686
4	16	64	2,0000	1,5874	12,566	12,5664
5	25	125	2,2361	1,7100	15,708	19,6350
6	36	216	2,4405	1,8171	18,850	28,2743
7	49	343	2,6458	1,9129	21,991	38,4845
8	64	512	2,8284	2,0000	25,133	50,2655
9	81	729	3,0000	2,0801	28,273	63,6173

n.	$n.^2$	$n.^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$6,28 \times r$	$3,14 \times r^2$
10	100	1000	3,1623	2,1544	31,416	78,5398
11	121	1331	3,3166	2,2240	34,558	95,0332
12	144	1728	3,4641	2,2894	37,699	113,097
13	169	2197	3,6056	2,3513	40,841	132,732
14	196	2744	3,7471	2,4101	43,982	153,938
15	225	3375	3,8730	2,4662	47,124	176,715
16	256	4096	4,0000	2,5198	50,265	201,062
17	289	4913	4,1231	2,5713	53,407	226,980
18	324	5832	4,2426	2,6207	56,549	254,469
19	361	6859	4,3598	2,6684	59,690	283,529
20	400	8000	4,4721	2,7144	62,832	314,159
21	441	9261	4,5826	2,7589	65,973	346,361
22	484	10648	4,6904	2,8020	69,115	380,133
23	529	12167	4,7958	2,8439	72,257	415,476
24	576	13824	4,8990	2,8845	75,398	452,389
25	625	15625	5,0000	2,9240	78,540	490,874
26	676	17576	5,0990	2,9625	81,681	530,929
27	729	19683	5,2962	3,0000	84,823	572,555
28	784	21952	5,2914	3,0366	87,965	615,752
29	841	24389	5,3852	3,0723	91,106	686,520
30	900	27000	5,4772	3,1072	94,248	706,858
31	961	29791	5,5678	3,1414	97,389	754,768

n.	n. ²	n. ³	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	6,28 x r	3,14 x r ²
32	1024	32768	5,6569	3,1748	100,531	804,248
33	1089	35937	5,8446	3,2075	103,673	855,299
34	1156	39304	5,8310	3,2396	106,814	907,920
35	1225	42875	5,9161	3,2711	109,956	962,115
36	1296	46656	6,0000	3,3019	113,097	1017,88
37	1369	50653	6,0828	3,3019	116,239	1075,21
38	1444	54872	6,0828	3,3322	119,381	1134,11
39	1521	59319	6,1644	3,3620	122,522	1194,59
40	1600	64000	6,2450	3,3912	125,66	1246,64
41	1681	68921	6,3246	3,4200	128,81	1320,25
42	1764	74088	6,4031	3,4482	131,95	1385,44
43	1849	79507	6,4807	3,4760	135,09	1452,20
44	1936	85184	6,5574	3,5034	138,23	1520,53
45	2025	91125	6,6332	3,5303	141,37	1590,43
46	2116	97336	6,7082	3,5569	144,51	1661,90
47	2209	103823	6,7823	3,5830	147,65	1734,94
48	2304	110592	6,8557	3,6088	150,80	1809,56
49	2401	117649	6,9282	3,6342	153,94	1885,74
50	2500	125000	7,0000	3,6593	157,08	1963,50
51	2601	132651	7,0711	3,6840	160,22	2042,82
52	2704	140608	7,1414	3,7084	163,36	2123,72
53	2809	146877	7,2111	3,7325	166,50	2206,18
54	2916	157464	7,2801	3,7563	169,65	2290,22

n.	n. ²	n. ³	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	6,28 x r	3,14 x r ²
55	3025	166375	7,4162	3,8030	172,79	2375,83
56	3136	175616	7,4833	3,8259	175,93	2463,01
57	3249	185193	7,5498	3,8485	179,07	2551,76
58	3364	195112	7,6158	3,8709	182,21	2642,08
59	3481	205379	7,6811	3,8930	185,35	2733,97
60	3600	216000	7,7460	3,9149	188,50	2827,43
61	3721	226981	7,8102	3,9365	191,64	2922,47
62	3844	238328	7,8740	3,9579	194,78	3019,07
63	3969	250047	7,9373	3,9791	197,92	3117,25
64	4096	262144	8,0000	4,0000	201,06	3216,99
65	4225	274625	8,0623	4,0207	204,20	3318,31
66	4356	287496	8,1240	4,0412	207,35	3421,19
67	4489	300763	8,1854	4,0615	210,49	3525,65
68	4624	314432	8,2462	4,0817	213,63	3631,68
69	4761	328509	8,3066	4,1016	216,77	3739,28
70	4900	343000	8,3666	4,1213	219,91	3848,45
71	5041	357911	8,4261	4,1408	223,05	3959,19
72	5184	373248	8,4853	4,1602	226,19	4071,50
73	5329	389017	8,5440	4,1793	229,34	4185,39
74	5476	405224	8,6023	4,1983	232,48	4300,84
75	5625	421875	8,6603	4,2172	235,62	4417,86
76	5776	438976	8,7178	4,2358	238,76	4536,46
77	5929	456533	8,7750	4,2543	241,90	4656,63

n.	n. ²	n. ³	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	6,28 x r	3,14 x r ²
78	6084	474552	8,8318	4,2727	245,04	4778,36
79	6241	493039	8,8882	4,2908	248,19	4901,67
80	6400	512000	8,9443	4,3089	251,33	5026,55
81	6561	531441	9,0000	4,3267	254,47	5153,00
82	6724	551368	9,0554	4,3445	257,61	5481,02
83	6889	571787	9,1104	4,3621	260,75	5410,61
84	7056	592704	9,1652	4,3795	263,89	5541,77
85	7225	614125	9,2195	4,3968	267,04	5674,50
86	7396	636056	9,2736	4,4140	270,18	5808,80
87	7569	658503	9,3274	4,4310	273,32	5944,68
88	7744	681472	9,3808	4,4480	276,46	6082,12
89	7921	704969	9,4340	4,4647	279,60	6221,04
90	8100	729000	9,4868	4,4814	282,74	6361,73
91	8281	753571	9,5394	4,4979	285,88	6503,88
92	8464	778688	9,5917	4,5144	289,03	6647,61
93	8649	804357	9,6437	4,5307	292,17	6792,91
94	8836	830584	9,6954	4,5468	295,31	6939,78
95	9025	857375	9,7468	4,5629	268,45	7088,22
96	9216	884736	9,7980	4,5789	301,59	7238,23
97	9409	912673	9,8489	4,5947	304,73	7389,81
98	9604	941192	9,8995	4,1104	307,88	7542,91
99	9801	870299	9,9499	4,6261	311,02	7697,69
100	10000	1000000	10,0000	4,6416	314,16	7853,08

VALORI DELLE PERMEABILITA' RELATIVE, IN FUNZIONE DELL'INDUZIONE,
PER ALCUNI MATERIALI FERROMAGNETICI

Valore dell'induzione magnetica B (Wb/m ²)	Ferro fucinato acciaio fuso		Lamiere normali		Lamiere al silicio	
	Intensità del campo H (As/m)	Permeabilità relativa μ_r	Intensità del campo H (As/m)	Permeabilità relativa μ_r	Intensità del campo H (As/m)	Permeabilità relativa μ_r
0,10	70	1140	45	1775	80	1000
0,20	90	1780	50	3200	100	1600
0,30	100	2400	60	4000	125	1920
0,40	120	2660	70	4570	145	2200
0,50	140	2860	90	4450	160	2500
0,60	170	2820	130	3690	180	2630
0,70	220	2500	170	3290	200	2800
0,80	270	2370	230	2780	250	2560
0,90	320	2250	330	2180	310	2320
1,00	400	2000	470	1700	400	2000
1,10	500	1750	630	1395	500	1760
1,20	620	1550	800	1200	700	1370
1,30	850	1230	1050	990	1200	867
1,40	1200	930	1350	830	2300	487
1,50	2000	600	1800	657	4000	300
1,60	3500	365	3100	413	7500	171
1,70	6000	226	5200	262	4000	97
1,80	10000	144	9000	160	24000	60

(12)

F O R M U L A R I O N° 4

Formula n° 32: RESISTENZA TOTALE DI UN CONDUTTORE -

$$R = \frac{a \times L}{100 \times S}$$

dove R = resistenza del conduttore espressa in ohm

L = lunghezza del conduttore in metri

S = sezione in millimetri quadri

a = valore della resistività del metallo (numero fisso)

Per resistività di un metallo conduttore s'intende la resisten-

za offerta da un cilindretto di esso, avente la sezione di un centimetro quadro e la lunghezza di un centimetro. Poichè il valore di questa resistenza è molto piccolo, la resistività si esprime in micro-ohm (milionesima parte dell'ohm) invece che in ohm.

Per esempio un pezzo di filo di rame lungo un centimetro ed avente una sezione di un centimetro quadro ha la resistenza di 0,0000018 ohm; questa quantità espressa in micro-ohm sarà 1,8. Diremo che la resistività del rame è di 1,8 micro-ohm.

Qui di seguito è riportata la tabella dei valori della resistività dei metalli più adoperati in elettrotecnica.

Metallo	Valore di a	Metallo	Valore di a	Metallo	Valore di a
Argento	1,6	Nichel	13	Advance	48,8
Rame	1,8	Stagno	14,2	Nichelcromo	112
Alluminio	3	Piombo	20,7	Costantana	50
Zinco	5,9	Platino	9		
Ferro	10,4	Nichelina	35		
Oro	2,2	Manganina	46,7		

Esempio: Quale sarà la resistenza totale di un filo di rame di 2000 metri avente $0,5 \text{ mm}^2$ di sezione?

SOLUZIONE:

$$R = \frac{1,8 \times 2000}{100 \times 0,5} = \frac{3600}{50} = 72 \text{ ohm}$$

Formula n° 33: DETERMINARE LA SEZIONE DI UN CONDUTTORE CONOSCENDO LA SUA RESISTENZA E LA SUA LUNGHEZZA -

Talora occorre determinare quale sezione deve avere un filo di una certa lunghezza affinché presenti una determinata resistenza.

Si può applicare la seguente formula:

$$S = \frac{a \times L}{100 \times R}$$

dove S = valore della sezione in millimetri quadri

L = lunghezza in metri

R = valore della resistenza in ohm

a = resistività del metallo

Esempio: Di quale sezione sarà un filo di rame lungo 2000 metri affinché presenti una resistenza totale di 72 ohm?

SOLUZIONE:

$$S = \frac{1,8 \times 2000}{100 \times 72} = \frac{3600}{7200} = 0,5 \text{ mm}^2$$

Formula n° 34: DETERMINARE LA LUNGHEZZA DI UN FILO CONOSCENDONE LA SEZIONE E LA RESISTENZA -

Questo caso si presenta con frequenza. Quando si tratta di costruire, per esempio, una data resistenza con un filo che già possediamo, ci si domanda quanti metri se ne debbono impiegare.

Con la formula seguente conoscerà la lunghezza necessaria del filo.

$$L = \frac{100 \times S \times R}{a}$$

dove L = lunghezza in metri del conduttore

S = sezione in millimetri quadri

R = resistenza in ohm

a = valore della resistività del materiale

Esempio: Quale lunghezza dovremo dare a un filo di rame di 0,5 mm² di sezione perchè abbia una resistenza di 72 ohm?

SOLUZIONE:

$$L = \frac{100 \times 0,5 \times 72}{1,8} = \frac{3600}{1,8} = 2000 \text{ metri}$$

Formula n° 35: CALCOLO DEL VALORE DI UNA RESISTENZA D'ASSORBIMENTO -

Si chiama resistenza d'assorbimento la resistenza che si monta in serie ad un apparecchio o dispositivo elettrico, allo scopo di ridurre l'eccesso della tensione applicata.

Per esempio supponiamo di dover accendere in modo normale una lampadina da 20 volt con una tensione di 110 volt. E' indispensabile montare in serie alla lampadina una resistenza che assorba la tensione in eccesso che, in questo caso, è di $110 - 20 = 90$ volt.

Ebbene a questa resistenza si dà il nome di resistenza d'assorbimento o LIMITATRICE. La formula da applicare è:

$$\text{RESISTENZA D'ASSORBIMENTO} = \frac{\text{tensione disponibile} - \text{tensione utile}}{\text{intensità che deve circolare}}$$

Esempio: Si desidera accendere una valvola da 4 volt che consuma 0,3 amper disponendo di una tensione di 110 volt.

SOLUZIONE:

$$\text{Resistenza d'assorbimento} = \frac{110 - 4}{0,3} = \frac{106}{0,3} = 353,3 \text{ ohm}$$

Formula n° 36: CALCOLO DELLA REATTANZA INDUTTIVA -

Per calcolare la reattanza induttiva che presenta una bobina d'induzione si deve applicare la formula seguente:

$$X_L = 6,28 \times f \times L$$

dove X_L = reattanza induttiva espressa in ohm

L = induttanza della bobina espressa in Henry

f = frequenza della tensione, applicata alla bobina, espressa in Hertz.

Esempio: Si desidera conoscere la reattanza induttiva che presenta una bobina la cui induttanza è di 2 H quando in essa circola una corrente alternata la cui frequenza è di 50 Hertz.

SOLUZIONE:

$$X_L = 6,28 \times 50 \times 2 = 628 \Omega$$

Formula n° 37: CALCOLO DELLA IMPEDENZA TOTALE DI UNA BOBINA D'INDUZIONE -

Una bobina d'induzione presenta, al passaggio della corrente, una impedenza il cui valore dipende sia dall'induttanza della bobina che dalla sua resistenza.

Per calcolare il valore dell'impedenza bisogna applicare la formula sotto indicata nella quale appaiono il valore della resistenza e della reattanza induttiva:

$$Z = \sqrt{X_L^2 + R^2}$$

dove X_L = reattanza induttiva calcolata con la formula indicata in precedenza

R = resistenza ohmica della bobina espressa in ohm

Z = impedenza totale della bobina espressa in OHM

Esempio: Si vuole conoscere il valore dell'impedenza totale presentata da una bobina la cui resistenza è di 100 ohm e la cui induttanza è di 1,5 Henry quando ad essa si applica una tensione alternata di frequenza pari a 100 Hz.

SOLUZIONE:

$$X_L = 6,28 \times 100 \times 1,5 = 942 \, \Omega$$

$$Z = \sqrt{942^2 + 100^2} = 947,87 \, \Omega$$

Formula n° 38: CALCOLO DELLA MUTUA INDUZIONE FRA DUE BOBINE -

Per calcolare la mutua induzione esistente fra due bobine che han-

no in comune lo stesso circuito magnetico si può usare la formula seguente:

$$M = \mu_0 \frac{N_1 \times N_2}{R_r}$$

dove M = mutua induzione fra le due bobine misurata in Henry

μ_0 = permeabilità dell'aria pari a $\frac{1,257}{10^6}$

N_1 = numero delle spire della prima bobina

N_2 = numero delle spire della seconda bobina

R_r = riluttanza del circuito magnetico comune ad entrambe le bobine.

Per il calcolo della riluttanza è necessario ricorrere alla formula n° 28 del formulario 2.

Esempio: Si desidera calcolare la mutua induzione fra due bobine formate rispettivamente da 200 spire e da 500 spire entrambe avvol-

te su di un nucleo di ferro avente la sezione di 30 cm^2 e la lunghezza di 50 cm . La permeabilità relativa del ferro deve essere considerata pari a 2000.

SOLUZIONE: Cerchiamo il valore di R_r

$$l = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ mt}$$

$$S = 30 \text{ cm}^2 = 0,0030 \text{ m}^2$$

$$R_r = \frac{l}{\mu_r S} = \frac{0,5}{2000 \times 0,003} = \frac{0,5}{6} = 0,083$$

Conoscendo il valore della riluttanza si può calcolare il valore di M .

$$M = \frac{1,257}{1.000.000} \times \frac{200 \times 500}{0,083} = 1,5144 \text{ Henry}$$

Il valore della mutua induzione fra le due bobine è di circa $1,51 \text{ Henry}$ (1510 mH).

Formula n° 39: CALCOLO DELLA MUTUA INDUZIONE FRA DUE BOBINE D'INDUT-
TANZA NOTA -

Conoscendo l'induttanza di due bobine, e supponendo che tutto il flusso prodotto da una di queste sia concatenato con l'altra, si può calcolare facilmente il valore della mutua induzione esistente fra le due bobine.

La formula da applicare è la seguente:

$$M = \sqrt{L_1 \times L_2}$$

dove M = mutua induzione misurata in Henry

L_1 = induttanza della prima bobina misurata in Henry

L_2 = induttanza della seconda bobina misurata in Henry

Esempio: Due bobine concatenate con lo stesso flusso hanno rispettivamente l'induttanza di 3 Henry e di 2 Henry. Calcolare il valore della mutua induzione fra le due bobine.

SOLUZIONE:

$$M = \sqrt{3 \times 2} = \sqrt{6} = 2,45 \text{ Henry}$$

Formula n° 40: CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI ACCOPPIAMENTO FRA DUE BO-
BINE -

Non sempre tutto il flusso prodotto da una bobina è concatenato con l'altra bobina.

Una parte del flusso è disperso. Facendo il rapporto fra la mutua induzione esistente fra le due bobine nelle condizioni pratiche ed il valore della mutua induzione, che dovrebbe esistere teoricamente fra le due bobine, si ottiene il valore del coefficiente di accoppiamento.

Questo coefficiente può essere al massimo uguale ad uno se tutto il flusso prodotto dalla prima bobina è concatenato con la seconda.

La formula per il calcolo del coefficiente di accoppiamento è la seguente:

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 \times L_2}}$$

dove M = mutua induzione esistente realmente fra le due bobine
espressa in Henry

L_1 = induttanza della prima bobina espressa in Henry

L_2 = induttanza della seconda bobina espressa in Henry

k = valore del coefficiente di accoppiamento

Esempio: La mutua induzione esistente fra due bobine è di 3,5 Henry. Il valore dell'induttanza della prima bobina è di 5 Henry; il valore dell'induttanza della seconda bobina è di 4 Henry.

Calcolare il valore del coefficiente di accoppiamento fra queste due bobine.

SOLUZIONE:

Calcoliamo dapprima la $\sqrt{L_1 \times L_2}$

$$\sqrt{5 \times 4} = \sqrt{20} = 4,47 \text{ Henry}$$

In seguito si può calcolare il coefficiente di accoppiamento

$$k = \frac{3,5}{4,47} = 0,787$$

(14')

1) CALCOLO DEI TRASFORMATORI DI ALIMENTAZIONE DI PICCOLA POTENZA

Nella pratica di laboratorio si presenta spesso la necessità di costruire piccoli trasformatori per alimentare apparecchiature radio.

E' necessario perciò conoscere un metodo di calcolo che permetta di determinare rapidamente le principali caratteristiche costruttive del trasformatore.

In questo formulario è indicato un metodo di calcolo semplificato, sufficiente per l'uso normale.

Il Formulario è diviso in due parti; nella prima descriverò il procedimento che si deve seguire nel calcolo partendo dai dati fondamentali del problema; nella seconda parte invece svolgerò un esempio di calcolo eseguito sulla falsariga di quanto è stato detto nella prima parte. Questo esempio completa la spiegazione e chiarisce l'applicazione del metodo.

1.1) IMPOSTAZIONE DEL CALCOLO -

Per eseguire il calcolo del trasformatore bisogna avere in evidenza i dati del problema, cioè bisogna fare un quadro di quelle che sono le esigenze e le necessità dei circuiti connessi al trasformatore e che da esso devono essere alimentati.

Di solito si conoscono le tensioni e le potenze che si devono ottenere sugli avvolgimenti secondari e la tensione della rete alla quale si deve collegare il primario.

Oltre a ciò si conosce il tipo di lamierino tranciato, in ferro silicio, del quale si dispone per la costruzione del trasformatore.

Prima di iniziare il calcolo, cioè, sono necessari i seguenti dati:

- 1) Tensione o tensioni primarie (di rete)
- 2) Tensione o tensioni secondarie
- 3) Potenza totale dissipata sul carico secondario
- 4) Corrente o correnti nei secondari

- 5) Corrente nel primario
- 6) Frequenza della tensione di rete
- 7) Dimensioni del lamierino che si desidera impiegare.

Le tensioni primarie e secondarie sono note. Le correnti secondarie sono anche note e quindi moltiplicando tensioni secondarie e correnti relative si ottengono i valori delle potenze secondarie. La somma di queste fornisce il valore della potenza totale secondaria.

Con il quadro completo dei dati del problema si può iniziare il calcolo secondo il metodo indicato qui di seguito.

Formula n° 41: DETERMINAZIONE DELLA SEZIONE DEL NUCLEO -

Il primo elemento da determinare è la sezione del nucleo centrale del trasformatore.

Il valore dell'area di questo nucleo dipende dalla potenza secon-

do una formula empirica.

Nel nostro caso, per semplificare il calcolo, ho compilato una tabella nella quale sono, riportati i valori già calcolati dell'area del nucleo in funzione della potenza totale in gioco nel trasformatore.

Ricordi che il valore della potenza, dal quale si deve partire per il calcolo del nucleo, comprende anche la potenza dissipata per le perdite inevitabili nel trasformatore.

Questa dissipazione si può ritenere che, nel peggiore dei casi, sia pari a circa il 15 % del valore della potenza secondaria.

La potenza totale primaria quindi è eguale alla potenza secondaria aumentata del 15 %.

Se, ad esempio, la somma di tutte le potenze calcolate sui secondari è di 100 VA si deve aumentare di un 15 % questo valore per ottenere il valore della potenza totale primaria, cioè 115 VA.

Quest'ultimo valore è quello da impiegare per la ricerca del valore della sezione del nucleo nell'apposita tabella.

Tale valore è quello che corrisponde alla sezione reale cioè che si misura effettivamente.

Ricordi infine che tanto questa tabella quanto la seguente sono state calcolate supponendo che la frequenza di rete sia di 50 Hz.

Ciò è ampiamente giustificato dal fatto che tutta la rete di distribuzione dell'energia elettrica in Italia si sta unificando sulla frequenza di 50 Hz ed è logico perciò considerare soltanto questa frequenza.

Formula n° 42: DETERMINAZIONE DEL NUMERO DELLE SPIRE PER VOLT -

Se si mantiene fisso ad un determinato valore l'induzione del nucleo e la frequenza della tensione di alimentazione si può calcolare facilmente un coefficiente caratteristico del trasformatore e cioè il numero delle spire che sono necessarie per ottenere la tensione di un volt ai capi di un avvolgimento.

Conoscendo questo coefficiente si può calcolare il numero delle spire di ciascun avvolgimento moltiplicando detto coefficiente per

la tensione che si desidera ottenere da ogni avvolgimento.

Nella tabella sono riportati, in funzione della sezione lorda del nucleo, i valori del coefficiente calcolati per una induzione di 1 Wb/m^2 e per la frequenza di 50 Hz.

Formula n° 43: CALCOLO DELLE SPIRE PRIMARIE -

Per calcolare il numero delle spire che si devono avvolgere per formare l'avvolgimento primario si impiega la formula seguente:

$$N_1 = K \times V_1$$

dove N_1 = numero delle spire dell'avvolgimento primario

K = numero delle spire per volt trovato sulla tabella

V_1 = tensione primaria, cioè tensione della rete di alimentazione, espressa in Volt.

Le più comuni tensioni di rete sono: 110, 125, 140, 160, 180, 220, 260 Volt.

Si può fare il primario con tante prese corrispondenti alle diverse tensioni di rete eseguendo la moltiplicazione indicata dalla formula, per tutte le tensioni desiderate.

Formula n° 44: CALCOLO DELLE SPIRE SECONDARIE -

Il numero delle spire secondarie si calcola con la seguente formula:

$$N_2 = K \times V_2 \times 1,05$$

dove N_2 = numero delle spire secondarie

K = numero delle spire per volt trovato sulla tabella

V_2 = tensione secondaria che si desidera, espressa in Volt.

Di solito sono necessarie più di una tensione secondaria. E' sufficiente ripetere l'operazione per tutte le tensioni secondarie che si desiderano.

- DETERMINAZIONE DEL DIAMETRO DEI FILI DEGLI AVVOLGIMENTI -

I valori delle correnti nel primario e nel secondario sono noti perchè appartengono ai dati del problema; in ogni caso però si possono facilmente ottenere dividendo il valore delle varie potenze per le rispettive tensioni.

Dal valore della corrente si può risalire alle dimensioni del filo conduttore impiegato per ogni avvolgimento.

Per far questo si ricorre alla tabella del Formulario n° 3, nella quale sono indicate le sezioni ed i diametri del filo di rame adatti ai vari valori della corrente.

Per tutti questi fili conduttori si è tenuta costante la densità della corrente nel filo (circa 3 Amper per millimetro quadro).

- SCELTA DEL LAMIERINO -

Conoscendo l'area lorda del nucleo si può scegliere, fra i vari

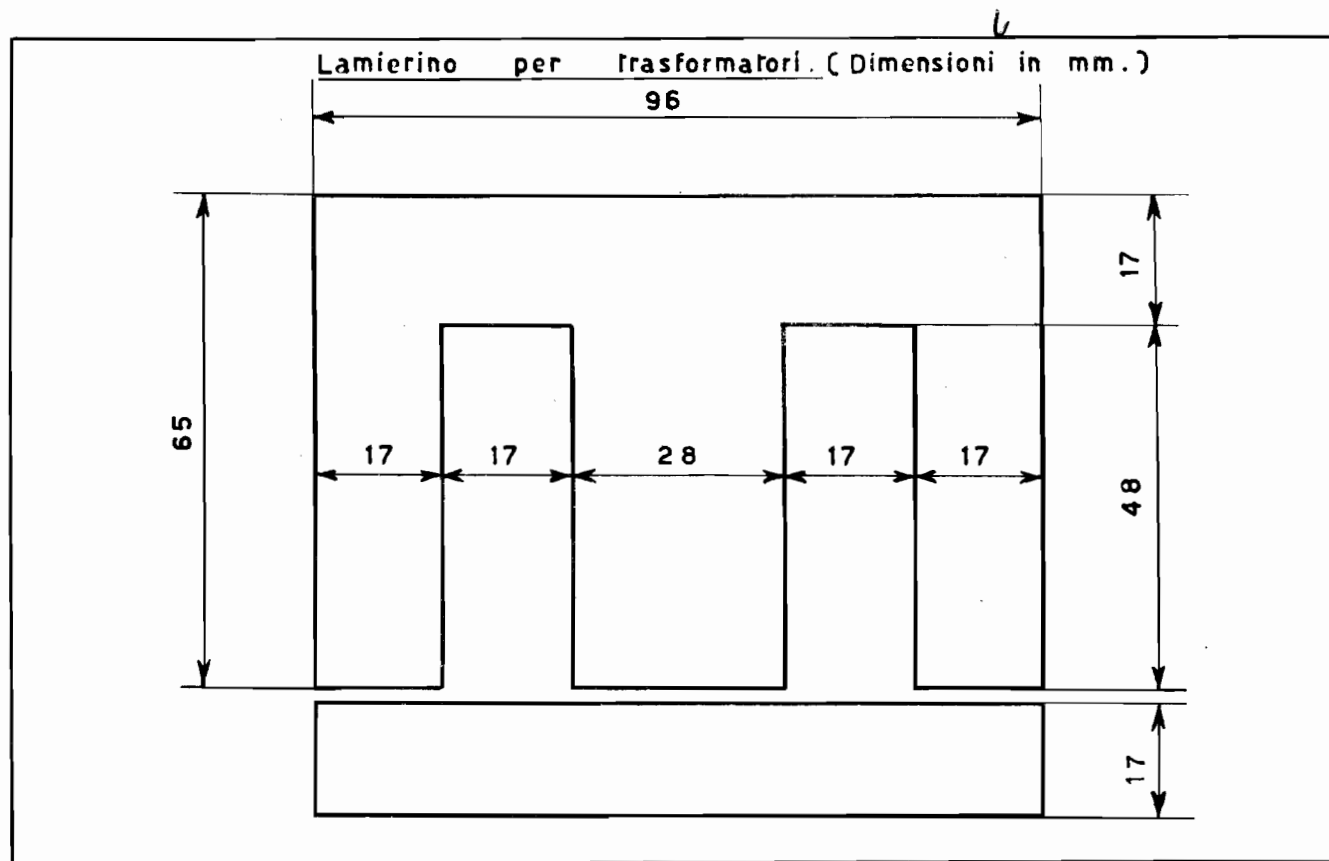


Fig. 1

tipi di lamierini che offre il mercato, quello più adatto.

La forma più comune dei lamierini è quella disegnata in fig. 1.

Bisogna scegliere fra i vari tipi disponibili, quello che ha un gambo centrale di dimensioni sufficienti per ottenere una sezione del nucleo di forma quadrata oppure rettangolare, con un rapporto fra larghezza ed altezza pari a circa 1,4.

Ciò vuol dire che se il gambo è largo un centimetro lo spessore del pacco deve essere di 1,4 centimetri.

Questo rapporto può variare in relazione alle necessità pratiche.

Formula n° 45: CONTROLLO DELL'INGOMBRO DEGLI AVVOLGIMENTI -

Poichè conosciamo il diametro del filo ed il numero delle spire dei diversi avvolgimenti del trasformatore, possiamo controllare se essi sono contenuti nell'area della finestra del lamierino prescelto (v. fig. 1), vale a dire se l'area occupata dal totale delle spire è inferiore all'area della finestra.

L'area occupata da un avvolgimento si calcola mediante la seguente formula :

$$A_1 = S_1 \times N_1 \times 3$$

dove A_1 = area occupata dall'avvolgimento in questione espressa in mm.

S_1 = sezione del filo impiegato per l'avvolgimento, espresso in mm.

N_1 = numero delle spire dell'avvolgimento.

Si può ricavare A_1 anche dalla col.4a della tabella del formulario 3

$$A_1 = \frac{\text{N.di sp.dell'avvolgimento}}{\text{N. di sp.avvolgibili al cmq}} \times 3$$

A_1 viene allora dato in cmq.

Ripetendo questo calcolo per tutti gli avvolgimenti sia primari che secondari e sommando tutti i risultati si ottiene l'ingombro to tale.

La formula è la seguente :

$$A_{\text{tot}} = A_1 + A_2 + A_3 + \text{ecc....}$$

dove A_{tot} = area totale occupata dagli avvolgimenti espressa in mm^2

A_1 = area occupata dal primo avvolgimento espressa in mm^2

A_2 = area occupata dal secondo avvolgimento espressa in mm^2

A_3 = area occupata dal terzo avvolgimento espressa in mm^2
ecc.. ecc..

Se l'area così ottenuta ha un valore superiore a quello della finestra del lamierino vuol dire che gli avvolgimenti non possono essere contenuti nel lamierino.

In questo caso deve riprendere il calcolo scegliendo per il nucleo una sezione maggiore oppure riducendo leggermente il diametro di tutti i fili o ancora riducendo di una piccola percentuale il numero delle spire per volt.

Se si dispone di diversi tipi di lamierini si può scegliere tra di essi un tipo che abbia a parità di dimensioni del gambo una finestra più ampia.

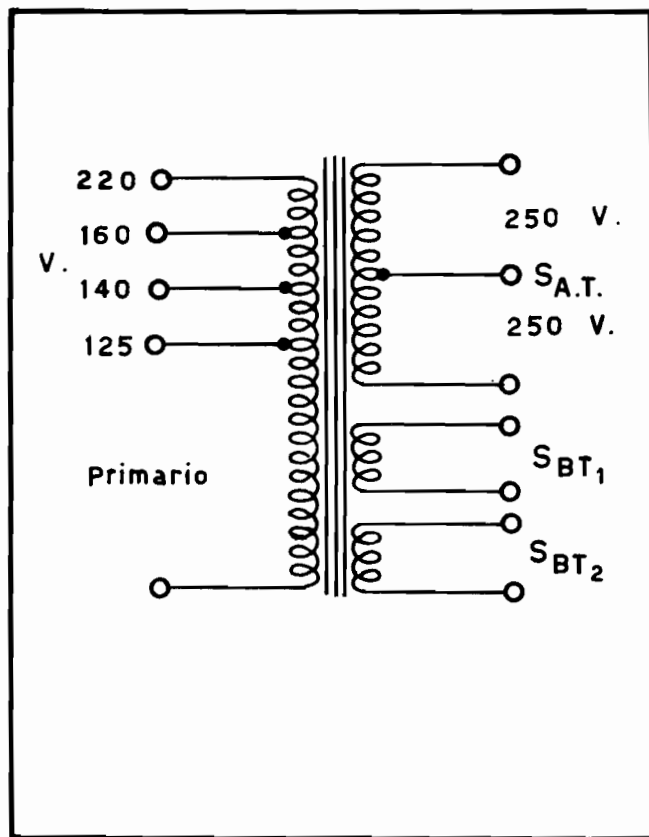


Fig. 2

1.2) ESEMPIO DI CALCOLO DI UN TRASFORMATORE DI ALIMENTAZIONE -

Si desidera costruire un trasformatore adatto per il funzionamento sulle normali reti di distribuzione dell'energia elettrica e che abbia le seguenti caratteristiche:

- Primario universale (adatto alle tensioni di 125, 140, 160, 220 volt).
- 1 secondario ad alta tensione doppio. Tensione richiesta 2x250 volt, corrente richiesta 20 mA.
- 1 secondario a bassa tensione per 6,3 Volt e 3 amper.
- 1 secondario a bassa tensione per 5 volt e 2 amper.

Si dispone di un lamierino che ha le dimensioni indicate in fig.1.

Calcolare il numero delle spire ed il diametro dei fili necessari per gli avvolgimenti.

RISOLUZIONE DEL PROBLEMA

Per prima cosa disegniamo lo schema del trasformatore (fig. 2).

Calcoliamo ora la potenza totale erogata dal secondario.

Sul totale del secondario S_{AT} avremo, secondo la formula n° 9:

$$P = V \times I = 500 \times 0,020 = 10 \text{ Watt}$$

Sul secondario S_{BT1} secondo la formula n° 9:

$$P = V \times I = 6,3 \times 3 = 18,9 = 19 \text{ Watt}$$

Sul secondario S_{BT2} avremo, secondo la formula n° 9:

$$P = V \times I = 5 \times 2 = 10 \text{ Watt}$$

In totale quindi la potenza erogata dal secondario sarà:

$$P_{tot} = 10 + 19 + 10 = 39 = \text{circa } 40 \text{ Watt}$$

Per completare il quadro dei dati del problema, bisogna conoscere la corrente primaria. Questa si ottiene dividendo la potenza primaria per il valore della tensione primaria (formula n° 8).

Ricordiamo che la potenza primaria è il 15 % in più della potenza secondaria, avremo quindi:

$$\text{Potenza primaria} = 40 + \frac{40 \times 15}{100} = 40 + 6 = 46 \text{ Watt}$$

Conoscendo la potenza primaria si calcola la corrente primaria.

Corrente primaria per 125 volt di rete: $\frac{46}{125} = 0,37 \text{ A}$

Corrente primaria per 140 volt di rete: $\frac{46}{140} = 0,33 \text{ A}$

Corrente primaria per 160 volt di rete: $\frac{46}{160} = 0,29 \text{ A}$

Corrente primaria per 220 volt di rete: $\frac{46}{220} = 0,21 \text{ A}$

Possiamo ora completare il quadro dei dati.

- 1) Tensioni primarie = 125, 140, 160, 220 volt.
- 2) Tensioni secondarie = 2 x 250 (500 volt totali); 6,3 volt; 5 volt.
- 3) Potenza totale secondaria = 40 Watt.
- 4) Correnti secondarie = 20 mA, 3 A, 2 A.

5) Correnti primarie = per 125 volt abbiamo 0,37 A
per 140 volt abbiamo 0,33 A
per 160 volt abbiamo 0,29 A
per 220 volt abbiamo 0,21 A

6) Frequenza della tensione di rete = 50 Hz.

7) Lamierino = vedere fig. 1.

Iniziamo il calcolo facendo uso dei dati sopra indicati.

DETERMINAZIONE DELLA SEZIONE DEL NUCLEO

Cercando sulla tabella 3 in corrispondenza della potenza di 46 W si trova come valore della sezione il numero 740.

Osservando la figura del lamierino si vede che il gambo centrale ha la larghezza di 28 mm e quindi l'altezza del pacco lamellare sarà:

$$h = \frac{740}{28} = 26 \text{ mm.}$$

DETERMINAZIONE DEL NUMERO DI SPIRE PER VOLT

Sulla tabella 4 si trova, in corrispondenza al valore della sezione lorda, il valore di 7 spire per volt.

Questo valore, come pure quello della sezione del nucleo, sono valori poco critici e quindi possono variare entro limiti abbastanza estesi.

I due valori però sono legati tra di loro e variano in conseguenza.

CALCOLO DELLE SPIRE PRIMARIE

Applicando la formula n° 43 calcoliamo il numero delle spire che corrisponde ad ogni tensione primaria:

per 125 volt = $7 \times 125 = 875$ spire circa

per 140 volt = $7 \times 140 = 980$ spire circa

per 160 volt = $7 \times 160 = 1120$ spire circa

per 220 volt = $7 \times 220 = 1540$ spire circa

Per poter calcolare in seguito l'ingombro degli avvolgimenti è opportuno fare la differenza fra il numero delle spire sopra indicato.

Avremo:

$980 - 875 = 105$ spire

$1120 - 980 = 140$ spire

$1540 - 1120 = 420$ spire

Questi valori rappresentano il numero delle spire esistenti fra una presa e la successiva.

CALCOLO DELLE SPIRE SECONDARIE

Applicando la formula n° 44 calcoliamo il numero delle spire neces-

sarie per ottenere le tensioni secondarie:

per 250 volt = $7 \times 250 \times 1,05 =$ circa 1820 spire

per 500 volt = $7 \times 500 \times 1,05 =$ circa 3640 spire

per 6,3 volt = $7 \times 6,3 \times 1,05 =$ circa 46 spire

per 5 volt = $7 \times 5 \times 1,05 =$ circa 37 spire.

DETERMINAZIONE DEL DIAMETRO DEI FILI

Per ottenere il diametro dei fili si ricorre alla tabella di pag. 5 del Formulario n° 3.

Avremo quindi:

- per il primario a 125 volt ($I = 0,37$ A) = 0,40 mm di diametro
- per il tratto di avvolgimento compreso tra 125 volt e 140 volt ($I = 0,33$ A) = 0,35 mm di diametro.

- per il tratto di avvolgimento compreso fra 140 e 160 volt ($I = 0,29$ A) = 0,35 mm di diametro.
- per il tratto di avvolgimento compreso fra 160 e 220 volt ($I = 0,21$ A) = 0,30 mm di diametro.
- per il secondario 2 x 250 volt ($I = 20$ mA) = 0,1 mm di diametro.
- per il secondario 6,3 volt ($I = 3$ A) = 1,20 mm di diametro.
- per il secondario 5 volt ($I = 2$ A) = 0,9 mm di diametro.

I valori dei diametri prescelti sono quelli più approssimati. L'errore che si commette è trascurabile e, d'altra parte, bisogna scegliere fili aventi un diametro normale per rintracciarli facilmente sul mercato.

SCELTA DEL LAMIERINO

Il lamierino è già stato scelto in precedenza ed è quello indicato nella fig. 1.

CONTROLLO DELL'INGOMBRO DEGLI AVVOLGIMENTI

Dalle tabelle si ricava il valore della sezione del filo per ogni diametro.

Avvolgimento primario.

$$\text{Area 1a} = \text{spire } 875 \times 0,126 \times 3 = 330 \text{ mm}^2$$

$$\text{Area 2a} = \text{spire } 105 \times 0,096 \times 3 = 30 \text{ mm}^2$$

$$\text{Area 3a} = \text{spire } 140 \times 0,096 \times 3 = 40 \text{ mm}^2$$

$$\text{Area 4a} = \text{spire } 420 \times 0,071 \times 3 = 90 \text{ mm}^2$$

Avvolgimento secondario.

$$\text{Area 5a} = \text{spire } 3640 \times 0,0079 \times 3 = 85 \text{ mm}^2$$

$$\text{Area 6a} = \text{spire } 46 \times 1,13 \times 3 = 154 \text{ mm}^2$$

$$\text{Area } 7a = \text{spire } 37 \times 0,636 \times 3 = 70 \text{ mm}^2$$

La somma degli ingombri parziale sarà :

$$A_{\text{tot}} = 330 + 30 + 40 + 90 + 85 + 154 + 70 = 799 \approx 800 \text{ mm}^2$$

L'area della finestra del lamierino è :

$$A_{\text{fin}} = 17 \times 48 = 815 \text{ mm}^2$$

Confrontando i due valori si nota che gli avvolgimenti entrano comodamente nell'area della finestra.

Tenga conto che la sezione del nucleo indicata nella tabella di pag.24 è quella oggi considerata economicamente più conveniente.

Per ridurre il numero di spire da avvolgere basta adottare una sezione del nucleo maggiore di quella di tabella e viceversa.

- - - - -

SEZIONE DEL NUCLEO IN FUNZIONE DELLA POTENZAPotenza in Watt Sezione lorda in mm²

15	425
20	490
25	545
30	600
35	640
40	695
45	740
50	780
55	815
60	850
65	890
70	920
75	950
80	980

Potenza in Watt Sezione lorda in mm²

85	1010
90	1045
95	1075
100	1100
110	1155
120	1210
130	1235
140	1300
150	1335
160	1410
170	1430
180	1475
190	1520
200	1550

NUMERO DELLE SPIRE PER VOLT IN FUNZIONE DELLA
SEZIONE LORDA DEL NUCLEO

Sezione lorda in mm ²	Numero delle spire per Volt	Sezione lorda in mm ²	Numero delle spire per Volt
500	10,5	1500	3,55
550	9,6	1550	3,4
600	8,8	1600	3,35
650	8,2	1650	3,25
700	7,5	1700	3,15
750	7	1750	3,1
800	6,6	1800	2,95
850	6,2	1850	2,9
900	5,9	1900	2,8
950	5,6	1950	2,75
1000	5,3	2000	2,66
1050	5,1	2100	2,55
1100	4,85	2200	2,4
1150	4,65	2300	2,3
1200	4,5	2400	2,2
1250	4,25	2500	2,1
1300	4,15	2600	2,05
1350	3,9	2700	1,95
1400	3,8	2800	1,9
1450	3,7		

(16')

F O R M U L A R I O

Formula n° 47: CALCOLO DELLA CAPACITA' DI UN CONDENSATORE -

Per calcolare la capacità complessiva di un condensatore formato da un insieme di lamine piane si deve usare la seguente formula:

$$C = \varepsilon_0 \times \varepsilon_r \times \frac{(N-1) \times S}{d}$$

dove C = capacità totale del condensatore espressa in pF

ε_0 = costante dielettrica dell'aria il cui valore è $\frac{8,85}{100}$ pF/cm

ε_r = costante dielettrica relativa del materiale isolante interposto fra le armature del condensatore. Questo valore si ricava dalla apposita tabella n° 1.

S = superficie affacciata delle due armature espressa in cm^2

d = distanza esistente fra due lamine vicine espressa in cm

$(N-1)$ = numero degli spazi esistenti fra le armature.

Esempio: Si desidera conoscere la capacità totale di un condensatore formato da una serie di 10 lamine affacciate ad altrettante lamine costituenti l'altra armatura.

La superficie affacciata è di 20 cm^2 , la distanza fra una lamina e la successiva è di 5 mm e come dielettrico si è impiegata la mica il cui valore della costante dielettrica è di 6.

SOLUZIONE:

$$d = 5 \text{ mm} = 0,5 \text{ cm}$$

Gli spazi in totale sono 19 perchè 19 lamine sono interessate fra di loro $(20-1)$.

$$C = \frac{8,85}{100} \times 6 \times \frac{19 \times 20}{0,5} =$$

$$0,0885 \times 6 \times \frac{380}{0,5} = 0,5210 \times 760 = \text{circa } 403 \text{ pF}$$

Formula n° 48: CALCOLO DELLA SUPERFICIE DELLE LAMINE DI UN CONDENSATORE IN FUNZIONE DELLA CAPACITA' -

Se si vuole costruire un condensatore avente una capacità determinata, si deve calcolare sia il numero delle lamine che la superficie e la distanza delle stesse.

Se si stabilisce a priori il numero delle lamine e la distanza ammissibile, si ottiene un valore della superficie mediante la formula seguente:

$$S = \frac{C \times d}{\epsilon_0 \times \epsilon_r (N-1)}$$

dove S = superficie affacciata delle lamine espressa in cm^2

C = capacità del condensatore espressa in pF

COSTANTI DIELETTRICHE DI VARI MATERIALI

Materiale	Costante	Materiale	Costante
Aria	1	porcellana	4,5 + 6,5
carta bachelizzata	4,5-6,8	polistirolo	2
bachelite C	5 + 7	quarzo	4,6
bachelite stampata	2 + 6	pirex	5
celluloide (foto)	6,7	gomma	2,3 + 4,5
cera d'api	1,9	gommalacca	2,6 + 3,7
vetro	4,5 + 10	porcellana "condensa"	80
mica	5 + 7	calit e frequenta	6 + 6,5
micalex	7 ÷ 8	olio paraffina	3,1 + 3,2
paraffina	2 ÷ 2,5	olio ricino	4,5
carta paraffinata	2,5 ÷ 4		

Tab. 1

d = distanza fra due lamine successive espressa in cm

ϵ_0 = costante dielettrica dell'aria pari a $\frac{8,85}{100}$ pF/m

ϵ_r = costante dielettrica relativa del materiale interposto fra le lamine del condensatore. Questo valore si ricava dalla apposita tabella n° 1.

$(N-1)$ = numero degli spazi esistenti fra le lamine.

Esempio: Calcolare quale deve essere la superficie di un condensatore, costituito da 20 + 20 lamine poste alla distanza di 0,5 cm con l'isolante interposto formato da bachelite, dal quale si vuole ottenere una capacità di 400 pF.

N.B. - La costante dielettrica relativa della bachelite è 6.

SOLUZIONE: Il numero degli spazi è $(40-1) = 39$

$$S = \frac{400 \times 0,5}{\frac{8,85}{100} \times 6 \times 39} = \frac{200}{0,0885 \times 234} = \frac{200}{20,709} = 9,65 \text{ cm}^2$$

Le lamine quindi devono avere una superficie affacciata di 9,65 cm² per ottenere la richiesta capacità di 400 pF.

Formula n° 49: CALCOLO DELLA CARICA ELETTRICA DI UN CONDENSATORE -

Conoscendo il valore della capacità di un condensatore e della tensione continua ad esso applicata, si può agevolmente calcolare la quantità di elettricità immagazzinata nel condensatore.

La formula è la seguente:

$$Q = C \times V$$

dove Q = quantità di elettricità in Coulomb

C = capacità del condensatore espressa in Farad

V = tensione continua applicata al condensatore espressa in Volt.

Esempio: Ad un condensatore di 2 μF è applicata una tensione di 2000 volt.

Si desidera conoscere la quantità di elettricità immagazzinata in esso.

SOLUZIONE: - Si ha:

$$2 \mu\text{F} = \frac{2}{1.000.000} \text{ Farad}$$

$$Q = \frac{2}{1.000.000} \times 2000 = 0,004 \text{ Coulomb}$$

Formula n° 50: CALCOLO DELLA REATTANZA CAPACITIVA DI UN CONDENSATORE -

Anche per i condensatori si può calcolare il valore della reattanza capacitiva mediante la formula sotto indicata:

$$X_c = \frac{1}{6,28 \times f \times C}$$

dove X_c = valore della reattanza capacitiva espressa in ohm

f = frequenza della tensione alternata, applicata al condensatore

C = capacità del condensatore espressa in Farad

Esempio: Calcolare il valore della reattanza capacitiva di un condensatore che ha la capacità di $10 \mu F$ ed al quale è applicata una tensione alternata di 50 Hz.

SOLUZIONE:

$$C = 10 \mu F = \frac{10}{1.000.000} \text{ Farad} = \frac{1}{100.000} \text{ Farad}$$

$$X_c = \frac{1}{6,28 \times 50 \times \frac{1}{100.000}} = \frac{1}{314 \times 0,00001} = \frac{1}{0,00314} = 318,47 \text{ ohm}$$

La reattanza capacitiva ha il valore di circa 318 Ω .

Formula n° 51: CALCOLO DELLA IMPEDENZA TOTALE DI UN CIRCUITO FORMATO DA UN RESISTORE, UN INDUTTORE ED UN CONDENSATORE IN SERIE -

Per calcolare l'impedenza totale di un circuito formato da un resistore, un induttore ed un condensatore collegati in serie tra di loro, si deve ricorrere alla seguente formula :

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

dove Z = impedenza totale del circuito espressa in ohm

R = resistenza ohmica espressa in ohm

X_L = reattanza induttiva espressa in ohm

X_C = reattanza capacitiva espressa in ohm

Esempio: Si vuole conoscere il valore dell'impedenza totale presentata da un circuito formato da un resistore di 1000 ohm, da un induttore di 50 Henry e da un condensatore di 1 μF in serie fra loro

alla frequenza di 50 Hz.

SOLUZIONE:

$$C = 1 \mu F = 0,000001 F$$

$$X_L = 6,28 \times f \times L = 6,28 \times 50 \times 50 = 314 \times 50 = 15.700$$

$$X_C = \frac{1}{6,28 \times 50 \times 0,000001} = \frac{1}{0,000314} = 3184$$

$$\begin{aligned} Z &= \sqrt{1000^2 + (15.700 - 3184)^2} = \sqrt{1.000.000 + (12.516)^2} = \\ &= \sqrt{1.000.000 + 156.650.256} = \\ &= \sqrt{157.650.256} = 12555 \Omega \text{ circa.} \end{aligned}$$

(18')

F O R M U L A R I O

Formula n° 52: CALCOLO DEL PERIODO DELL'OSCILLAZIONE DI UN CIRCUITO RISONANTE -

Se si ha un circuito risonante formato da un'induttanza L e da una capacità C si può calcolare il valore del periodo T dell'oscillazione propria del circuito risonante con la seguente formula:

$$T = 6,28 \times \sqrt{L \times C}$$

dove T = periodo dell'oscillazione propria del circuito risonante
espressa in secondi

L = induttanza della bobina che costituisce una parte del circuito oscillatorio, espressa in Henry

C = capacità del condensatore che costituisce l'altro elemento del circuito oscillatorio espressa in Farad.

Esempio: Si vuole conoscere il periodo proprio di un circuito risonante formato da una bobina di 10 Henry e da un condensatore di 10 μF .

SOLUZIONE:

$$C = 10 \mu\text{F} = 0,000010 \text{ Farad}$$

$$\begin{aligned} T &= 6,28 \times \sqrt{10 \times 0,00001} = 6,28 \times \sqrt{0,0001} = \\ &= 6,28 \times 0,01 = 0,0628 \text{ secondi} \end{aligned}$$

Formula n° 53: CALCOLO DELLA FREQUENZA DI OSCILLAZIONE PROPRIA DI UN CIRCUITO RISONANTE -

Per calcolare la frequenza dell'oscillazione propria di un circuito risonante formato da un'induttanza L e da una capacità C, bisogna

impiegare la seguente formula:

$$f = \frac{1}{6,28 \times \sqrt{L \times C}}$$

dove f = frequenza dell'oscillazione propria del circuito risonante espressa in Hertz

L = induttanza della bobina, che costituisce una parte del circuito oscillatorio, espressa in Henry.

C = capacità del condensatore, che costituisce l'altro elemento del circuito oscillatorio, espressa in Farad.

Esempio: Calcolare il valore della frequenza dell'oscillazione propria di un circuito risonante formato da un'induttanza di 10 H e da una capacità di 2 μF .

SOLUZIONE:

$$C = 2 \mu F = 0,000002 \text{ Farad}$$

$$f = \frac{1}{6,28 \times \sqrt{10 \times 0,000002}} = \frac{1}{6,28 \times \sqrt{0,00002}} = \frac{1}{6,28 \times 0,0447}$$

$$f = \frac{1}{0,0281} = 35,5$$

Formula n° 54: CALCOLO DELL'INDUTTANZA NECESSARIA PER OTTENERE UN CIRCUITO RISONANTE SU DI UNA DETERMINATA FREQUENZA -

Conoscendo il valore della capacità che fa parte del circuito risonante e la frequenza alla quale si desidera ottenere la risonanza, si può calcolare, con la formula indicata qui di seguito, il valore dell'induttanza che soddisfa questa richiesta.

$$L = \frac{1}{39,44 \times f^2 \times C}$$

dove L = induttanza che si desidera conoscere espressa in Henry

f = frequenza dell'oscillazione propria del circuito risonante espressa in Hertz

C = capacità espressa in Farad.

Esempio: Si desidera conoscere quale sia il valore dell'induttanza che si deve collegare ad una capacità di $20 \mu\text{F}$ per ottenere un circuito che risuoni sulla frequenza di 1000 Hz .

SOLUZIONE:

$$f^2 = 1000 \times 1000 = 1.000.000$$

$$C = 20 \mu\text{F} = 0,00002 \text{ Farad}$$

$$L = \frac{1}{39,44 \times 1.000.000 \times 0,00002} =$$

$$= \frac{1}{39,44 \times 20} = \frac{1}{788,80} = 0,0012 \text{ H} = 1,2 \text{ mH}$$

Formula n° 55: CALCOLO DELLA CAPACITA' NECESSARIA PER OTTENERE UN CIRCUITO RISONANTE SU DI UNA DETERMINATA FREQUENZA -

Conoscendo il valore dell'induttanza che fa parte del circuito risonante e la frequenza alla quale si desidera ottenere la risonanza

si può calcolare, con la formula indicata qui di seguito, il valore della capacità che soddisfa questa richiesta.

$$C = \frac{1}{39,44 \times f^2 \times L}$$

dove C = capacità che si desidera conoscere espressa in Farad

f = frequenza dell'oscillazione propria del circuito risonante espressa in Hz

L = induttanza espressa in Henry.

Esempio: Si vuole calcolare il valore della capacità che si deve collegare ad un'induttanza di 5 Henry per ottenere un circuito che risuoni sulla frequenza di 500 Hz.

SOLUZIONE:

$$f^2 = 500 \times 500 = 250.000$$

$$C = \frac{1}{39,44 \times 250.000 \times 5} = \frac{1}{39,44 \times 1.250.000}$$

$$= \frac{1}{49.300.000} = 0,000000020 \text{ Farad} = 20.000 \text{ PicoFarad}$$

Formula n° 56: CALCOLO DELLA CORRENTE ATTRAVERSO UN'IMPEDENZA -

Se si desidera conoscere il valore della corrente attraverso ad un'impedenza (trascurando l'eventuale fase della corrente rispetto alla tensione applicata) si può applicare la seguente formula:

$$I = \frac{V}{Z}$$

dove I = corrente espressa in amper

V = tensione espressa in volt

Z = impedenza espressa in ohm

Per questa formula vale l'esempio fatto per la formula sulla Legge di Ohm.

(20)

Formula n° 57: CONDUTTANZA -

Quando si hanno più resistenze in parallelo può essere conveniente usare, invece del valore della resistenza, il suo inverso e cioè la conduttanza indicata con G.

$$G = \frac{1}{R} = \frac{\text{Amper}}{\text{Volt}}$$

L'unità di misura in questo caso non sarà più l'OHM, ma il suo inverso che viene chiamato MHO.

Quando si desidera conoscere la conduttanza totale di parecchie resistenze in parallelo basterà sommare le singole conduttanze.

Esempio: Si desidera conoscere il valore complessivo di tre re-

sistenze in parallelo aventi rispettivamente il valore di 10 ohm, 20 ohm, 40 ohm.

SOLUZIONE: Si trasformano i tre valori delle resistenze nelle rispettive conduttanze:

$$G_1 = \frac{1}{R_1} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ mho}$$

$$G_2 = \frac{1}{R_2} = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ mho}$$

$$G_3 = \frac{1}{R_3} = \frac{1}{40} = 0,025 \text{ mho}$$

Si sommano i tre valori: $G_1 + G_2 + G_3 = G \text{ totale}$

$$0,1 + 0,05 + 0,025 = 0,175 \text{ mho.}$$

Si converte il valore totale in ohm:

$$R = \frac{1}{G} = \frac{1}{0,175} = 5,72 \text{ ohm.}$$

Formula n° 58: AMMETTENZA -

L'inverso dell'impedenza si chiama ammettenza, che è indicata con la lettera Y. Si misura come la conduttanza in mho.

$$Y = \frac{1}{\text{Imp.}} = \frac{1}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$$

Esempio: Trovare l'ammettenza di una bobina, che ha una resistenza di 100 ohm ed una reattanza induttiva di 50 ohm.

SOLUZIONE:

$$Y = \frac{1}{\sqrt{100^2 + 50^2}} = \frac{1}{\sqrt{10.000 + 2500}} =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{12.500}} = \frac{1}{114} = 0,00877 \text{ mho.}$$

Formula n° 59: VALORE DI DUE IMPEDENZE IN SERIE -

Quando vi sono due bobine in serie non si può fare semplicemente la somma dei valori delle due impedenze. Si deve invece ricorrere alla seguente formula:

$$\text{Imp. totale} = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (X_{L1} + X_{L2})^2}$$

dove R_1 = resistenza della prima bobina in ohm

R_2 = resistenza della seconda bobina in ohm

X_{L1} = reattanza induttiva della prima bobina in ohm

X_{L2} = reattanza induttiva della seconda bobina in ohm.

L'impedenza totale sarà pure in ohm.

Esempio: Si abbiano due bobine in serie: la prima ha una resistenza di 200 ohm ed una reattanza induttiva di 50 ohm, la seconda ha una resistenza di 100 ohm ed una reattanza induttiva di 40 ohm.

Calcolare il valore dell'impedenza totale.

SOLUZIONE:

$$\begin{aligned}\text{Imp. totale} &= \sqrt{(200 + 100)^2 + (50 + 40)^2} = \\ &= \sqrt{300^2 + 90^2} = \sqrt{90.000 + 8100} = \\ &= \sqrt{98.100} = \text{circa } 314 \text{ ohm.}\end{aligned}$$

Formula n° 60

Per conoscere il valore della corrente che circola in due bobine poste in serie si deve applicare la formula seguente:

$$I = \frac{V}{\text{Imp. totale}}$$

dove I = è espresso in Amper

V = in volt

Imp. totale in ohm.

Esempio: Supponiamo di avere sempre le bobine indicate nell'esercizio precedente e di applicare loro 200 volt.

SOLUZIONE:

$$I = \frac{200}{314} = 0,638 \text{ Amper}$$

Formula n° 61

Quando si conosce la lunghezza d'onda di un'onda elettromagnetica e si desidera conoscere la frequenza alla quale corrisponde si appli-

ca la seguente formula:

$$f = \frac{300.000}{l}$$

dove f = frequenza che si desidera conoscere in kilocicli o
kiloHertz (kHz)

l = lunghezza d'onda in metri.

Il valore 300.000 rappresenta la velocità di propagazione delle
onde elettromagnetiche nello spazio.

Esempio: Una stazione radio trasmette sulla lunghezza d'onda di
600 metri. Si desidera conoscere la frequenza dell'onda emessa.

SOLUZIONE:

$$f = \frac{300.000}{600} = 500 \text{ kHz.}$$

Formula n° 62

Questa formula è l'inversa della precedente. Essa ci fornisce infatti la lunghezza d'onda di un'oscillazione conoscendone la frequenza :

$$l = \frac{300.000}{f}$$

dove l = lunghezza d'onda in metri

f = frequenza in kilocicli o kiloHertz (kHz).

Esempio : Un ricevitore è sintonizzato sulla frequenza di 1200 kHz. Si desidera conoscere la lunghezza d'onda della stazione ricevuta.

SOLUZIONE :

$$l = \frac{300.000}{1200} = 250 \text{ m}$$

- - - - -

(22)

In questo Formulario Le fornirò il mezzo per calcolare il valore delle resistenze di griglia schermo necessarie per ottenere l'esatta tensione alla griglia stessa.

Seguendo gli schemi disegnati Le riuscirà facile comprendere il perchè delle formule.

Formula n° 63: CALCOLO DELLA RESISTENZA DI CADUTA PER ALIMENTARE LA GRIGLIA SCHERMO DI UN TUBO -

La fig. 1 rappresenta la resistenza che si deve mettere fra il positivo e la griglia schermo per ridurre la tensione ad un valore adatto al funzionamento del tubo.

Il condensatore, indicato sullo schema, non ha alcuna influenza

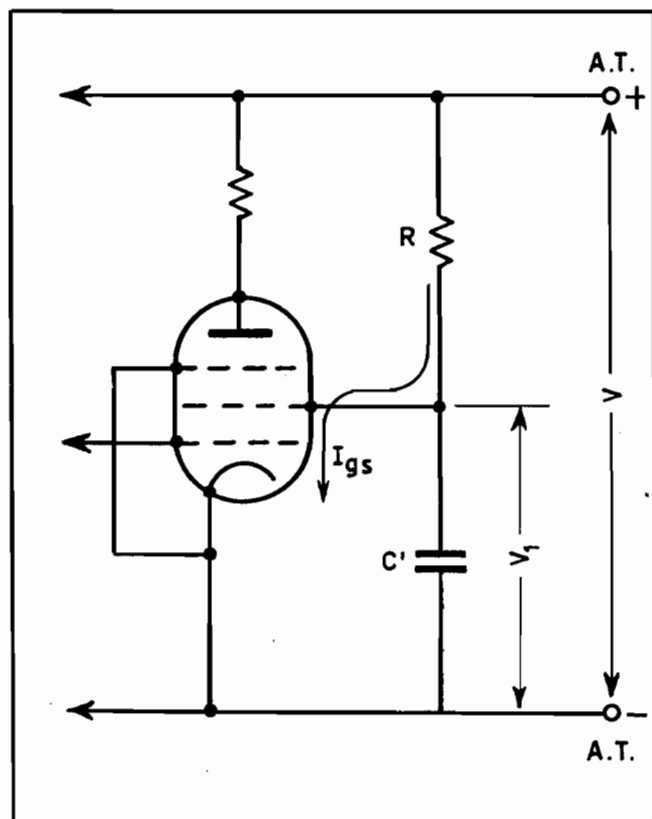


Fig. 1

per quanto riguarda le tensioni continue e perciò non è considerato in queste formule.

$$R = \frac{V - V_1}{I_{gs}}$$

dove

R = resistenza di caduta **in** kilohm

V = tensione continua disponibile all'uscita dell'alimentatore in volt

V_1 = tensione continua che deve avere la griglia schermo per il funzionamento regolare del tubo.

Questa tensione si legge sulle tabelle dei dati caratteristi-

ci ed è indicata in volt.

I_{gs} = corrente che circola nella griglia schermo nelle condizioni di funzionamento prescelte. Anch'essa si legge sulle tabelle dei dati caratteristici ed è espressa in mA.

Esempio: Si desidera conoscere il valore della resistenza da mettere sulla griglia schermo della valvola 6J7 G. per avere la tensione necessaria al suo regolare funzionamento. L'alimentatore fornisce 250 volt continui.

SOLUZIONE: Sul libretto della Fivre "Dati Tecnici Tubi Riceventi" a pag. 9 (oppure 11 a seconda dell'edizione) sono indicati per la 6J7 G.:

Tensione di schermo (V_1) = 100 volt

Corrente di schermo (I_{gs}) = 0,5 mA

La resistenza sarà quindi:

$$R = \frac{250 - 100}{0,5} = \frac{150}{0,5} = 300 \text{ kohm.}$$

N.B. - Dopo aver calcolato il valore della resistenza si deve controllare ancora la potenza dissipata nella resistenza stessa. Per far ciò si può fare uso della Formula n° 11, la quale nel nostro caso fornirebbe il seguente risultato:

$$P = I^2 R$$

$$P = \text{Watt}$$

$$I = 0,0005 \text{ Amper}$$

$$R = 300.000 \text{ ohm}$$

$$\begin{aligned} P &= 0,000.5 \times 0,000.5 \times 300.000 = 0,000.000.25 \times 300.000 = \\ &= 0,025 \times 3 = 0,075 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

Sarà sufficiente perciò usare una resistenza che dissipi mezzo watt per avere un funzionamento sicuro, senza riscaldamento eccessivo della resistenza.

Formula n° 64: CALCOLO DEL PARTITORE DI TENSIONE PER ALIMENTARE LA GRIGLIA SCHERMO DI UN TUBO -

La fig. 2 rappresenta questo partitore vicino alla relativa valvo-

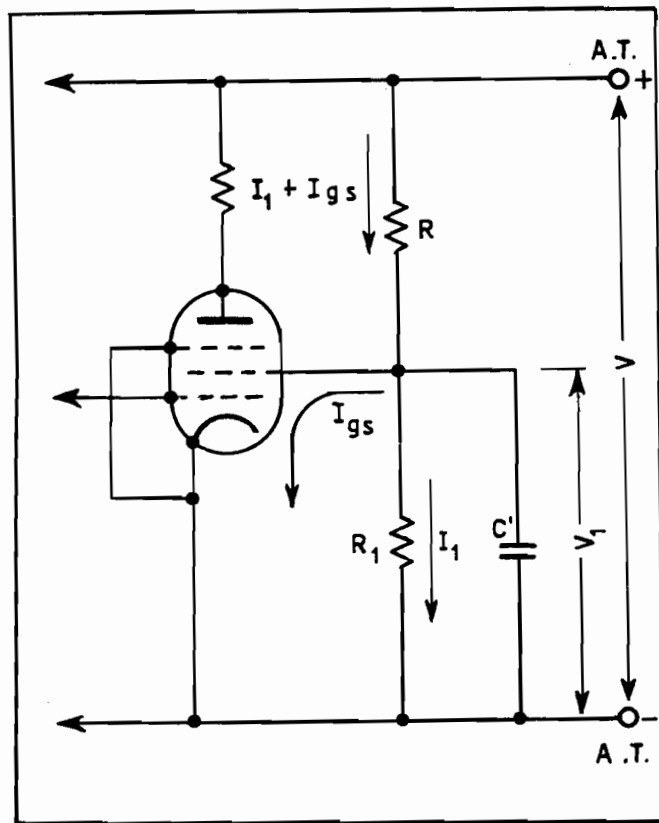


Fig. 2

la, e sullo schema sono indicati i vari riferimenti.

Per il condensatore vale quanto detto in precedenza.

$$R = \frac{V - V_1}{I_{gs} + I_1}$$

$$R_1 = \frac{V_1}{I_1} \quad (\text{formula n}^\circ 8)$$

Le lettere hanno i seguenti significati:

R = resistenza principale del partitore in kohm

R_1 = resistenza secondaria del partitore in kohm

V = tensione continua di-

sponibile all'uscita dell'alimentatore in volt

V_1 = tensione continua che deve avere la griglia schermo per il funzionamento regolare del tubo

I_{gs} = corrente che circola nella griglia schermo nelle condizioni di funzionamento prescelte (ved. formula n° 63)

I_1 = corrente oziosa che circola nella resistenza R_1 . Il valore di questa corrente può variare da 1 mA a 10 mA circa e si determina a piacere. Abitualmente non si sorpassano i $2 \div 3$ mA anche per non dover mettere resistenze di notevoli dimensioni.

Esempio: Si desidera conoscere i valori delle resistenze da mettere come partitore di tensione per l'alimentazione della griglia schermo della valvola 6J7 G., tenendo presente che la tensione di alimentazione è di 250 volt.

SOLUZIONE: Anche in questo caso il valore di V_1 e di I_{gs} sono letti sulle tabelle.

Tensione di schermo (V_1) = 100 volt

Corrente di schermo (I_{gs}) = 0,5 mA

Determiniamo di far passare 2 mA nel partitore come corrente oziosa (I_1).

$$R_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{100}{2} = 50 \text{ kohm}$$

$$R = \frac{V - V_1}{I_{gs} + I_1} = \frac{250 - 100}{0,5 + 2} = \frac{150}{2,5} = 60 \text{ kohm.}$$

Determinati in questo modo i valori delle resistenze R ed R_1 si deve calcolare la potenza dissipata in ciascuna resistenza. Avremo con la formula n° 11:

$$\begin{aligned} P &= I^2 \times R = (I_{gs} + I_1)^2 \times R = \\ &(0,0005 + 0,002)^2 \times 60.000 = (0,0025)^2 \times 60.000 = \\ &0.000.006.25 \times 60.000 = 0,0625 \times 6 = 0,3750 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

$$P_1 = I_1^2 R_1 = (0,002)^2 \times 50.000 =$$

$$0,000.004 \times 50.000 = 0,04 = 0,2 \text{ Watt.}$$

Potremo quindi dire che nella resistenza R si dissiperanno 0,375 Watt, nella resistenza R_1 invece soltanto 0,2 Watt e scegliere quindi le resistenze adatte.

Formula n° 65: CALCOLO DELLA RESISTENZA DI CADUTA PER ALIMENTARE CONTEMPORANEAMENTE DUE GRIGLIE SCHERMO DI DUE VALVOLE SEPARATE -

Questa condizione si presenta sovente nei circuiti amplificatori, che fanno uso di un collegamento in push-pull. Inoltre si usa collegare insieme due griglie schermo, alimentandole con una sola resistenza, per ottenere un risparmio di materiale od una maggior semplicità del circuito.

La fig. 3 rappresenta il circuito.

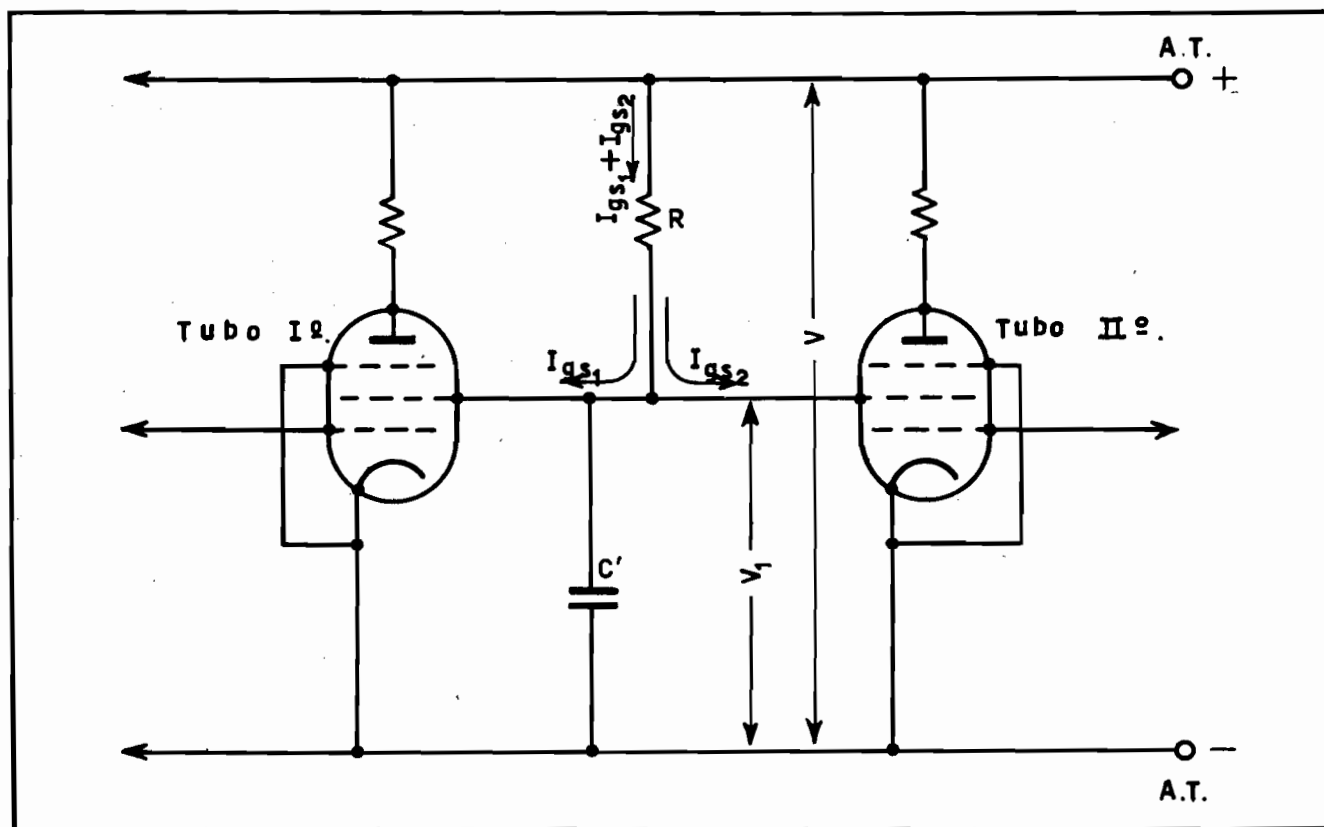


Fig. 3

$$R = \frac{V - V_1}{I_{gs1} + I_{gs2}}$$

dove R = resistenza di caduta in kohm

V = tensione continua disponibile all'uscita dell'alimentatore in volt

V₁ = tensione continua da applicare ad entrambe le griglie schermo. Rimane inteso che le due valvole devono poter funzionare con lo stesso valore della tensione di griglia schermo. Il valore è indicato in volt

I_{gs1} = Corrente nella griglia schermo del primo tubo, in mA

I_{gs2} = corrente nella griglia schermo del secondo tubo, in mA.

Esempio: Si deve calcolare il valore della resistenza di caduta da inserire tra il positivo dell'alta tensione a 250 volt, e le griglie schermo dei due tubi, 6J7 G e 6SJ7 G.

SOLUZIONE: dalle tabelle ricaviamo:

Per la 6J7 G

$$V_1 = 100 \text{ volt}$$

$$I_{gs1} = 0,5 \text{ mA}$$

Per la 6SJ7 G

$$V_1 = 100 \text{ volt}$$

$$I_{gs2} = 0,8 \text{ mA}$$

$$R = \frac{V - V_1}{I_{gs1} + I_{gs2}} = \frac{250 - 100}{0,5 + 0,8} = \frac{150}{1,3} = 115 \text{ kohm}$$

Anche per questa resistenza si dovrà calcolare la potenza dissipata, ricordando che la corrente, che passa nella resistenza, è la somma di I_{gs1} e I_{gs2} .

Qualora le valvole siano in numero maggiore di due sarà sufficiente sommare alla I_{gs1} e I_{gs2} , l'eventuale I_{gs3} e così via.

Formula n° 66: CALCOLO DI UN PARTITORE DI TENSIONE PER ALIMENTARE
CONTEMPORANEAMENTE LE GRIGLIE SCHERMO DI DUE TUBI -

Questa condizione si presenta allorchè si desidera che la tensione applicata alle griglie schermo dei due tubi sia molto stabile. Nel caso però che i due tubi siano collegati in push-pull si può adottare il sistema precedente il quale è più che sufficiente.

Infatti nei circuiti push-pull le variazioni delle correnti nelle griglie schermo avvengono in senso contrario l'una all'altra e perciò la corrente totale che passa nella resistenza è sempre costante.

Nella fig. 4 si ha lo schema relativo alla presente formula.

$$R = \frac{V - V_1}{I_{gs_1} + I_{gs_2} + I_1}$$

$$R_1 = \frac{V_1}{I_1}$$

R , R_1 , V , V_1 , I_1 hanno lo stesso significato e sono espressi nello

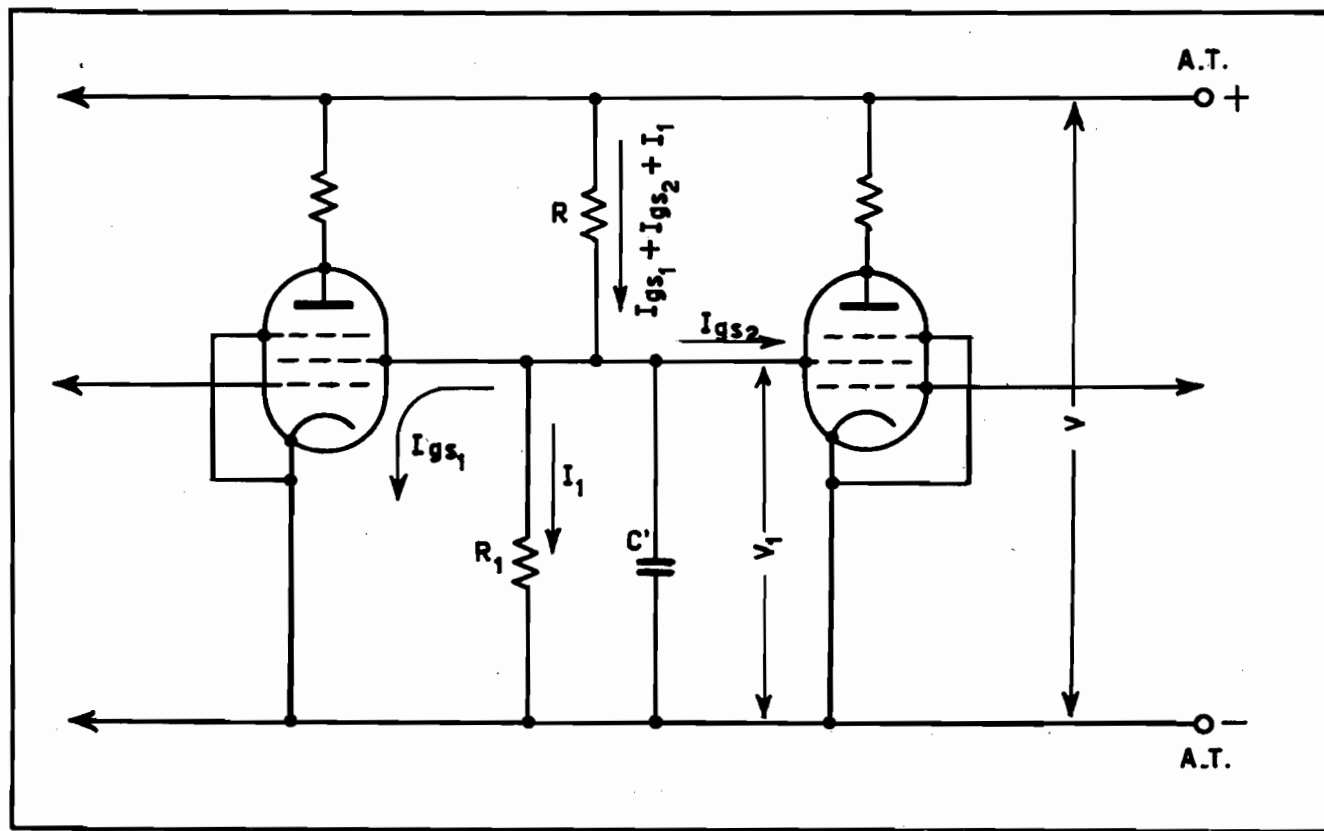


Fig. 4

stesso modo dei simboli indicati nella Formula n° 64.

Differiscono soltanto:

I_{gs1} = corrente nella griglia schermo del primo tubo

I_{gs2} = corrente nella griglia schermo del secondo tubo.

Esempio: Si desidera conoscere il valore delle resistenze da usare per fare un partitore di tensione per alimentare le griglie schermo di due tubi l'uno del tipo 6J7G e l'altro del tipo 6K7 G. La tensione di alimentazione è di 300 volt.

SOLUZIONE: Ricaviamo dalle tabelle i valori che ci necessitano:

per la 6J7 G $V_1 = 100$ volt

$I_{gs1} = 0,5$ mA

per la 6K7 G $V_1 = 100$ volt

$I_{gs2} = 1,7$ mA

La corrente oziosa I_1 consideriamola di 2 mA.

$$R_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{100}{2} = 50 \text{ kohm.}$$

$$R = \frac{V - V_1}{I_{gs1} + I_{gs2} + I_1} = \frac{300 - 100}{0,5 + 1,7 + 2} = \frac{200}{4,2} = 47,6 \text{ kohm.}$$

Anche per queste resistenze si deve calcolare la potenza dissipata ricordando che nella resistenza R_1 passa la sola corrente I_1 mentre nella resistenza R passa una corrente che è la somma di $I_{gs1} + I_{gs2} + I_1$.

Quanto è stato spiegato nella Formula n° 64 serve di guida.

(24)

Nel presente Formulario sono raccolte le formule necessarie per il calcolo degli shunt e delle resistenze addizionali da sistemare in parallelo od in serie ad uno strumento a bobina mobile per ottenere nuove portate amperometriche o voltmetriche.

Si deve ricordare però che, per ottenere uno strumento di misura preciso, non è sufficiente eseguire il calcolo, perchè esso è valido soltanto se si usano nelle formule i valori esatti delle resistenze aggiuntive e della resistenza della bobina.

Poichè non è molto facile conoscere con la precisione necessaria questi valori, (sia perchè si dovrebbero misurare con speciali ponti per resistenze, sia perchè anche i collegamenti possono avere influenza negli shunt) si preferisce, in genere, fare il calcolo, per avere un valore il più approssimato possibile, ma eseguire, in seguito, la taratura di controllo con uno strumento di sicuro affidamento e variando lo shunt o la resistenza addizionale sino ad avere l'indicazione esatta.

Formula n° 67: CALCOLO DELLA RESISTENZA DI SHUNT DA METTERE IN PARALLELO AD UNO STRUMENTO A BOBINA MOBILE PER AUMENTARE LA PORTATA -

$$R_s = \frac{R_b}{\frac{I}{I_b} - 1}$$

dove R_s = resistenza dello shunt in ohm

R_b = resistenza dello strumento in ohm
(normalmente resistenza della bobina mobile)

I = valore della corrente fondo scala che si desidera ottenere espresso in Amper

I_b = valore della corrente fondo scala dello strumento espresso in Amper.

Esempio: Si deve costruire lo shunt per poter misurare una corrente massima di 1 Amper avendo disponibile soltanto un milliamperometro da 10 mA, fondo scala. La resistenza del milliamperometro, misurata

con un circuito apposito, è di 100 ohm. Cercare quale resistenza deve avere lo shunt.

SOLUZIONE: Si convertono tutti i valori delle correnti in Amper:

$$I_b = 10 \text{ mA} = 0,010 \text{ Amper}$$

Applicando la formula avremo:

$$R_s = \frac{100}{\frac{1}{0,01} - 1} = \frac{100}{100 - 1} = \frac{100}{99} = 1,010 \text{ ohm.}$$

N.B. - Poichè la corrente è piuttosto intensa bisogna fare lo shunt di sezione sufficiente per sopportare il carico. Abitualmente si usa filo resistivo di manganina o costantana bloccato solidamente sotto ai morsetti dello strumento stesso.

I fili che serviranno per il collegamento dell'amperometro, così ottenuto, con il rimanente circuito dovranno pure essere di grossa sezione.

Formula n° 68: CALCOLO DELLA CORRENTE MASSIMA INDICATA DA UNO STRUMENTO DI PORTATA NOTA SUL QUALE E' POSTO UNO SHUNT DI RESISTENZA NOTA -

$$I = \left(\frac{R_b}{R_s} + 1 \right) \times I_b$$

dove I = corrente massima che indica lo strumento con lo shunt in parallelo (in Amper)

I_b = corrente massima che indica lo strumento senza shunt (in Amper)

R_s = resistenza dello shunt in ohm

R_b = resistenza dello strumento (normalmente è la resistenza della bobina mobile) in ohm.

N.B. - L'espressione $\left(\frac{R_b}{R_s} + 1 \right)$ è comunemente chiamata FATTORE DI MOLTIPLICAZIONE dello shunt.

Esempio: Desideriamo conoscere quale corrente misurerà a fondo scala uno strumento da 10 mA massimi, che ha la bobina mobile di 200 ohm ed ha in parallelo uno shunt di 4,08 ohm.

SOLUZIONE: Riduciamo 10 mA = 0,010 Amper

$$I = \left(\frac{200}{4,08} + 1 \right) \times 0,01 = (49 + 1) \times 0,01 = 0,5 \text{ Amper}$$

N.B.- Nel caso in cui lo strumento possieda già uno shunt si può procedere in due modi diversi:

- a) Si toglie lo shunt esistente e si effettua il calcolo sulla portata dello strumento senza shunt e con la resistenza della sola bobina mobile.
- b) Si lascia lo shunt esistente e si effettua il calcolo introducendo nelle formule il valore della resistenza complessiva dello shunt esistente in parallelo con la bobina mobile. Come valore della corrente fondo scala dello strumento si tiene conto del valore che si ha con lo shunt già esistente. Un esempio chiarirà quanto è stato detto.

Uno strumento da 1 mA è stato trasformato mediante uno shunt R_{s1} in uno strumento da 10 mA. Se ora si vuol mettere un secondo shunt per ottenere 100 mA fondo scala si dovrà considerare lo strumento come se fosse stato costruito per 10 mA ed avesse una resistenza interna pari a

$$\frac{R_{s1} \times R_{\text{bobina}}}{R_{s1} + R_{\text{bobina}}}$$

Formula n° 69: CALCOLO DI UNA RESISTENZA ADDIZIONALE DA METTERE IN SERIE AD UN VOLTMETRO PER AUMENTARNE LA PORTATA -

$$R_a = R_b \left(\frac{V}{V_b} - 1 \right)$$

dove R_a = valore della resistenza addizionale in ohm

R_b = valore della resistenza interna del voltmetro

V = tensione fondo scala che si desidera ottenere in volt

V_b = tensione fondo scala propria del voltmetro.

La resistenza dovrà essere di dimensioni sufficienti per dissipare la potenza perduta dentro di essa. Si dovrà quindi calcolare la potenza dissipata mediante la formula n° 10 dove R sarà il valore della resistenza addizionale e V la tensione applicata ai suoi capi.

Esempio: Si deve aumentare la portata di un voltmetro da 20 volt a 200 volt fondo scala. La resistenza del voltmetro è di 2000 ohm.

SOLUZIONE:

$$2000 \times \left(\frac{200}{20} - 1 \right) = 2000 \times (10-1) = 2000 \times 9 = \\ = 18.000 \text{ ohm}$$

Per calcolare la potenza dissipata si farà:

$$\begin{aligned} - \text{ tensione applicata alla resistenza addizionale} &= \\ &= 200 \text{ volt} - 20 \text{ volt} = 180 \text{ volt} \end{aligned}$$

- resistenza addizionale = 18.000 ohm.

Quindi:

$$P = \frac{180^2}{18.000} = \frac{32.400}{18.000} = 1,8 \text{ watt.}$$

Formula n° 70: CALCOLO DELLA MASSIMA TENSIONE CHE PUO' MISURARE UN VOLTMETRO SUL QUALE E' APPLICATA UNA RESISTENZA ADDIZIONALE NOTA -

$$V = V_b \times \frac{R_b + R_a}{R_b}$$

dove V = tensione massima in volt che dovrà segnare a fondo scala il voltmetro dopo l'inserzione della resistenza addizionale

V_b = tensione fondo scala, in volt, che segna il voltmetro in condizioni normali

R_b = resistenza interna del voltmetro in ohm

R_a = valore della resistenza addizionale in ohm.

Esempio: Si desidera conoscere qual'è il valore fondo scala segnato da un voltmetro da 10 volt, con resistenza interna di 10.000 ohm, quando avrà in serie una resistenza di 90.000 ohm.

SOLUZIONE: Applicando la formula:

$$V = 10 \times \frac{10.000 + 90.000}{10.000} = 10 \times \frac{100.000}{10.000} = 10 \times 10 = 100 \text{ volt.}$$

Vale anche per il voltmetro quanto è stato detto a proposito dell'amperometro e cioè che una resistenza addizionale può essere aggiunta ad un voltmetro che abbia già un'altra resistenza addizionale. E' sufficiente eseguire il calcolo considerando il voltmetro come un tutto unico con la resistenza addizionale già esistente.

Si deve inoltre ricordare che, sia nel caso degli amperometri,

sia nel caso dei voltmetri è sempre opportuno fare in modo che le portate, ottenute con l'aggiunta di shunt o resistenze addizionali, siano multiple della portata propria dello strumento per poter utilizzare i numeri che sono segnati sulla scala.

Esempio: Un voltmetro con 10 volt fondo scala può essere trasformato in uno da 100 volt f.s. oppure da 1000 volt f.s.. Un milliamperometro da 3 mA fondo scala può facilmente essere utilizzato se le portate nuove saranno 30 mA, 300 mA, 3 A.

Questo si fa per utilizzare le divisioni della scala già disegnata ed avere quindi una lettura esatta.

In caso di necessità però si può ridisegnare anche il quadrante e mettere una portata qualsiasi.

Dovendo trasformare un milliamperometro in voltmetro sarà sufficiente applicare la formula n° 8:

$$R = \frac{V}{I}$$

dove V = tensione che si avrà a fondo scala

I = corrente fondo scala del milliamperometro

R = somma della resistenza addizionale più la resistenza interna del milliamperometro (quasi trascurabile).

Esempio: Cercare il valore della resistenza addizionale da mettere in serie ad un milliamperometro da 1 mA fondo scala con una bobina di 200 ohm per ottenere un voltmetro da 200 volt fondo scala.

SOLUZIONE:

$$R = \frac{200}{0,001} = 200.000 \text{ ohm}$$

$R = R \text{ addiz.} + R \text{ bob.}$ e perciò

$$R \text{ addiz.} = R - R \text{ bob.} = 200.000 - 200 = 199.800 \text{ ohm.}$$

Come si vede la resistenza da 200 ohm è quasi trascurabile nei confronti della resistenza addizionale se il milliamperometro è sensibile.

(26)

Il presente Formulario ha lo scopo essenziale di fornire le formule per il calcolo di diversi elementi degli stadi amplificatori.

Tali formule Le saranno utili per tutti quei lavori di ricostruzione dei ricevitori che Le si potranno presentare e, anche se non esauriscono tutte le necessità, purtuttavia Le permetteranno di adattare le resistenze ed i condensatori con sufficiente conoscenza di causa.

Rimane inteso che per i valori dei coefficienti caratteristici dei tubi, si deve far ricorso ai soliti listini dei produttori.

Formula n° 71: CALCOLO DELLA COSTANTE DI TEMPO DI UN COMPLESSO R.C.

Questa formula richiede alcune spiegazioni preliminari.

Se si collegano un condensatore C ed una resistenza R, come è di-

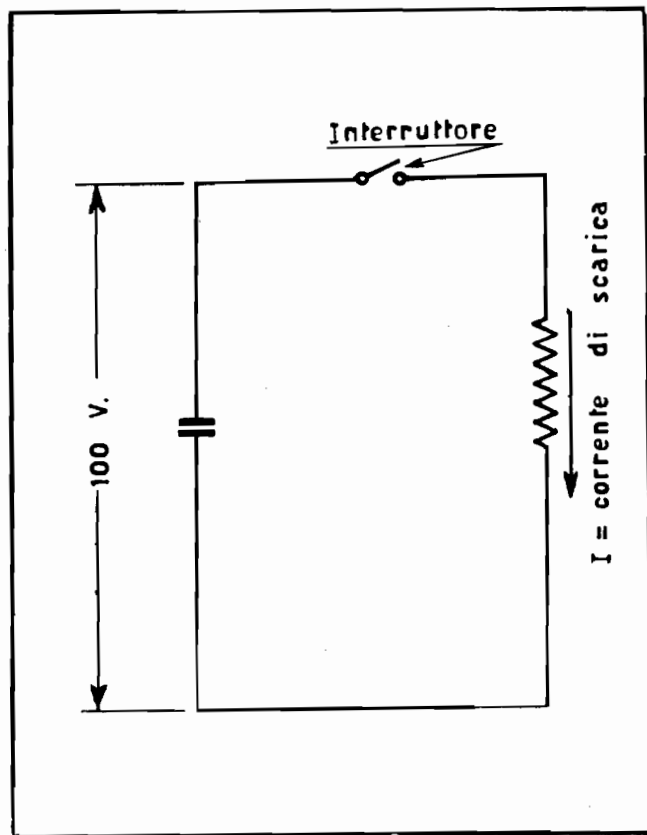


Fig. 1

segnato in fig. 1 e, dopo aver caricato il condensatore, portandolo alla tensione V , lo si fa scaricare attraverso la resistenza, la corrente di scarica continuerà a circolare dentro alla resistenza fin quando la carica sarà esaurita e quindi la tensione V sarà zero.

La DURATA di questa scarica, cioè il tempo durante il quale essa avviene, corrisponde in modo approssimativo al valore indicato dalla formula seguente:

$$t_s = R C$$

dove

t_s = durata approssimativa della scarica in secondi

R = valore della resistenza in Ohm

C = valore della capacità in Farad.

In realtà la durata della scarica è notevolmente maggiore, ma per i nostri calcoli è sufficiente considerare il tempo fornito dalla formula.

Il prodotto R C si chiama COSTANTE DI TEMPO di quel gruppo, condensatore e resistenza, considerato.

Esempio: Si desidera conoscere la costante di tempo di un gruppo R C i cui valori sono: R = 10.000 Ohm e C = 10 μ F.

SOLUZIONE:

$$t_s = 10.000 \times 0,000.010 = 0,1 \text{ sec.}$$

La costante di tempo sarà dunque di un decimo di secondo.

Formula n° 72: CALCOLO DI UN GRUPPO DI POLARIZZAZIONE PER VALVOLA
AMPLIFICATRICE -

Per ottenere la necessaria tensione di polarizzazione per la griglia di una valvola, si può usare il noto metodo della resistenza di polarizzazione posta sul catodo.

Per ottenere una tensione di polarizzazione costante è indispensabile, però, mettere in parallelo alla resistenza un condensatore.

La resistenza si calcola applicando la formula n° 8 dove V è la tensione di griglia negativa necessaria, I è la CORRENTE TOTALE che passa nel catodo ed R la resistenza cercata.

E' stato detto che I deve essere la corrente totale che passa attraverso il catodo, e quindi per il triodo sarà la corrente anodica sola (poichè la griglia di comando è negativa), mentre per il tetrodo ed il pentodo sarà la somma della corrente anodica più la corrente di griglia schermo.

Dovendo calcolare il valore del condensatore da mettere in parallelo, si dovrà ricorrere alla formula presente:

$$C = \frac{1}{f \times R}$$

dove C = valore minimo della capacità, da mettere in parallelo alla resistenza precedentemente calcolata, espressa in Farad

f = frequenza più bassa che si desidera riprodurre, espressa in Hertz

R = valore della resistenza di polarizzazione in Ohm.

Le ricordo che il valore di C, così trovato, è appena sufficiente e quindi è consigliabile adottare un condensatore la cui capacità sia superiore.

Esempio: Si desidera calcolare la resistenza catodica di polarizzazione ed il condensatore catodico per la valvola 6V6 G, che lavora in classe A, tenendo presente che la riproduzione delle basse frequenze deve essere buona sino a 100 Hz.

SOLUZIONE: Nel listino delle valvole FIVRE si ricava per la 6V6 G:

$$V_g = - 12,5 \text{ Volt (tensione griglia controllo)}$$

$$I_a = 45 \text{ mA (corrente anodica)}$$

$$I_{gs} = 4,5 \text{ mA (corrente di schermo)}$$

Avremo quindi:

$$R = \frac{12,5}{49,5} = 252 \text{ Ohm ed arrotondando} = 250 \text{ Ohm.}$$

Il condensatore sarà:

$$C = \frac{1}{100 \cdot 250} = \frac{1}{25.000} = 0,000040 \text{ Farad e cioè} = 40 \mu\text{F}$$

Naturalmente un condensatore di questa capacità dovrà essere del tipo elettrolitico.

Formula n° 73: CALCOLO DEL VALORE APPROSSIMATIVO DEL CONDENSATORE
PER LA GRIGLIA SCHERMO DI UN PENTODO AMPLIFICATORE

Questo condensatore ha la stessa funzione del condensatore posto sulla resistenza di polarizzazione, e mantiene quindi costante la tensione alla griglia schermo.

Il valore approssimato di questo condensatore può essere quindi calcolato con la formula seguente:

$$C = \frac{1}{f \times R_s}$$

dove C = valore unitario della capacità cercata in F.

f = frequenza minima, alla quale deve funzionare l'amplificatore, espressa in Hz

R_s = valore della resistenza di caduta, necessaria per avere la tensione di griglia schermo, in Ohm.

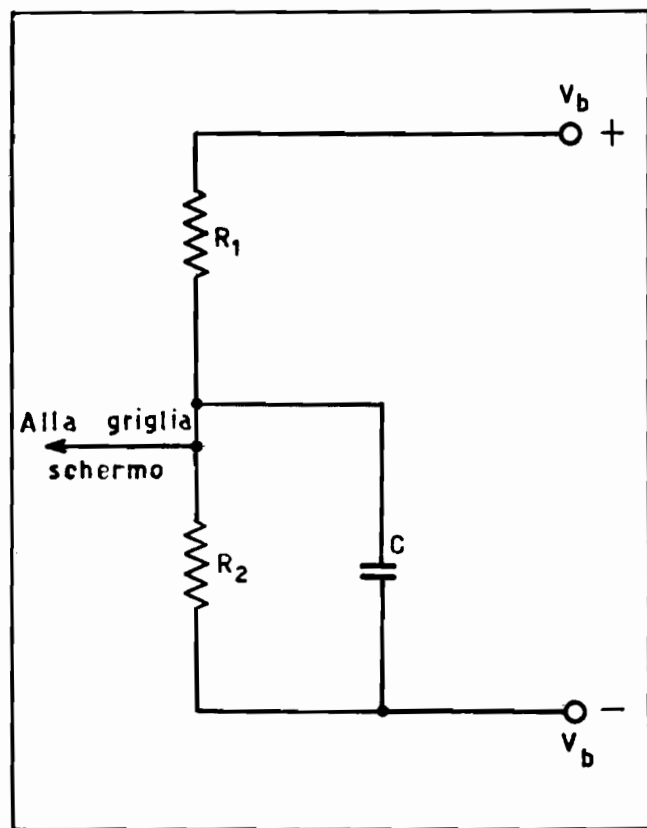


Fig. 2

Nel caso in cui si utilizzi il partitore di tensione (fig.2) si dovrà mettere al posto di R_s il seguente valore:

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

Bisogna ricordare inoltre che il condensatore così calcolato è appena sufficiente ed è sempre opportuno abbondare.

Esempio: Avendo un pentodo amplificatore di tensione in classe A, la cui griglia schermo è alimentata mediante un partitore di tensione formato da una resistenza da 0,1 Mohm e da un'altra da 0,2 Mohm, si desidera conoscere il valore approssimativo del condensatore da mettere in paral-

lelo alla griglia schermo per avere una buona amplificazione sino a 200 Hz, come minimo.

SOLUZIONE:

$$R_s = \frac{100 \times 200}{100 + 200} = 66,6 \text{ kohm (circa)}$$

(per comodità il calcolo è stato eseguito indicando tutti i valori in kohm).

$$C = \frac{1}{200 \times 66.600} = \frac{1}{13.320.000} =$$

circa 0,000.00007 Farad, corrispondenti a 0,07 μF .

Poichè è preferibile abbondare, si potrà mettere un condensatore da 0,1 μF la cui capacità è maggiore ed il cui valore si trova più facilmente in commercio.

Formula n° 74: CALCOLO DELL'AMPLIFICAZIONE DI UN TRIODO CHE LAVORA IN CLASSE A CON CARICO RESISTIVO -

La fig. 3 rappresenta il circuito con i diversi componenti. L'amplificazione ottenuta nello stadio, cioè il rapporto fra la tensione di uscita e quella di ingresso, sarà data da:

$$A = \mu \frac{R_u}{R_a + R_u}$$

dove A = amplificazione dello stadio espresso da un semplice numero

μ = coefficiente di amplificazione del tubo letto sui listini. Anche questo coefficiente è espresso da un semplice numero

R_a = resistenza interna del tubo considerato espressa in ohm

R_u = resistenza di utilizzazione indicata in ohm.

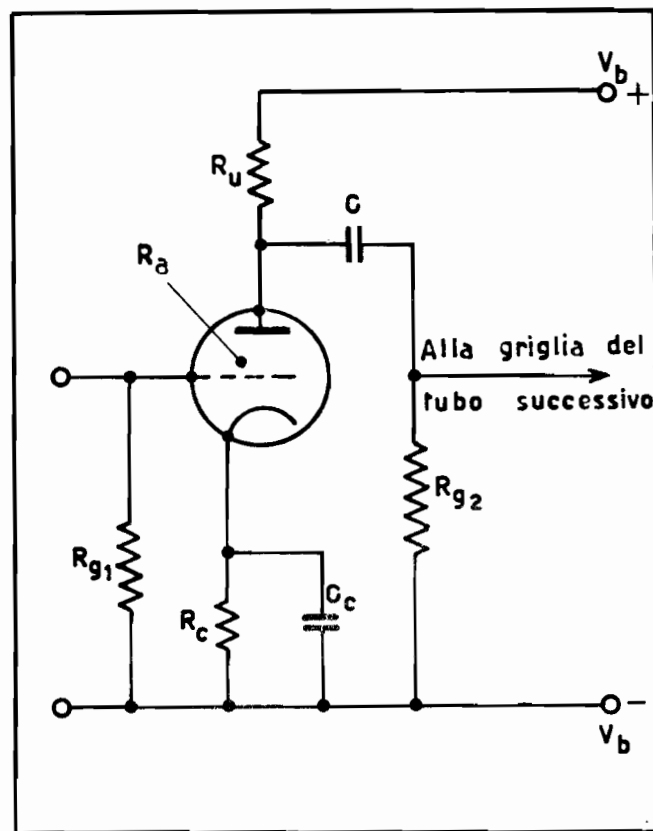


Fig. 3

R_u = resistenza di carico

R_a = resistenza interna del tubo nelle condizioni di lavoro scelte

R_c = resistenza di catodo

R_{g1} = resistenza di griglia del tubo considerato

R_{g2} = resistenza di griglia della valvola successiva

C = condensatore di accoppiamento

C_c = condensatore catodico

Questa formula vale sin quando la resistenza R_{g2} , che si trova nella griglia della valvola che segue, è di valore molto più

elevato di R_u (almeno 5 volte).

Il condensatore di accoppiamento C deve essere di valore tale da non disturbare il passaggio delle tensioni di frequenza desiderata.

Avrà quindi un valore da 5000 pF a 50.000 pF per le frequenze foniche, e da 50 pF a 1000 pF per le frequenze radio, supponendo per R_{g2} un valore di circa 0,5 Mohm.

Esempio: Calcolare l'amplificazione che si ha nel tubo 6Q7 G, per la parte triodo, mettendo una resistenza di carico di 50 kohm. La resistenza di griglia della valvola è di 0,5 Mohm.

SOLUZIONE: Se la resistenza di griglia della valvola successiva è di 0,5 Mohm (10 volte più elevata), si può applicare la formula n° 74:

Dal listino otteniamo:

$$\mu = 70 \text{ volte}$$

$$R_a = 0,058 \text{ Mohm} = 58.000 \text{ ohm}$$

da cui

$$A = 70 \times \frac{50.000}{58.000 + 50.000} = 70 \times 0,46 = \text{circa } 32 \text{ volte}$$

Formula n° 75: CALCOLO DELL'AMPLIFICAZIONE DI UN PENTODO CHE LAVORA IN CLASSE A CON CARICO RESISTIVO -

Dalla formula precedente, ricordando che il pentodo ha una resistenza interna molto elevata, si ricava la formula seguente:

$$A = S \times R_u$$

dove A = amplificazione dello stadio come nel caso del triodo

S = pendenza (trasconduttanza) della valvola nel punto di funzionamento espressa in mA/volt

R_u = resistenza di carico espressa in kohm.

Valgono per il pentodo le osservazioni fatte in precedenza per il triodo.

Esempio: Si vuole conoscere l'amplificazione di uno stadio che usa il pentodo tipo 6J7 G con una resistenza di carico di 0,1 Mohm. La valvola seguente ha una resistenza sulla griglia di 0,5 Mohm.

SOLUZIONE: La resistenza di griglia della valvola seguente è cinque volte maggiore della resistenza di carico.

Sul listino troveremo:

$$S = 1225 \mu\text{A/ volt} = 1,225 \text{ mA/ volt}$$

Avremo quindi

$$A = 1,225 \times 100 \text{ kohm} = 122 \text{ volte circa di amplificazione.}$$

Formula n° 76: CALCOLO DELL'AMPLIFICAZIONE TOTALE DI PIU' STADI SUCCESSIVI -

Conoscendo l'amplificazione di diversi stadi amplificatori, collegati l'uno di seguito all'altro, si può conoscere l'amplificazione totale applicando la seguente formula:

$$A_{\text{tot}} = A_1 \times A_2 \times A_3$$

dove A_{tot} = amplificazione successiva

A_1, A_2, A_3 = amplificazione dei successivi stadi i quali possono essere in numero qualsiasi.

Esempio: Si desidera conoscere l'amplificazione totale di un amplificatore formato da quattro stadi successivi le cui amplificazioni sono:

1° stadio = 3, 2° stadio = 5, 3° stadio = 10, 4° stadio = 2

SOLUZIONE:

$$A \text{ totale} = 3 \times 5 \times 10 \times 2 = 300 \text{ volte.}$$

Avrà notato che nei calcoli eseguiti per gli esempi, si è tenuto conto soltanto dei valori approssimati delle operazioni.

Questo è stato fatto perchè è inutile spingere il calcolo in modo da ottenere parecchie cifre significative quando sappiamo che le formule stesse ci forniscono risultati che sono approssimati e che inoltre le caratteristiche dei tubi non sono mai perfettamente uguali a quelle indicate sui listini.

I calcoli quindi devono essere eseguiti con l'approssimazione che il buon senso consiglia.

In genere non è quasi mai necessario avere più di tre cifre significative come risultato di una operazione.

(28)

Formula n° 77: CALCOLO DEL RAPPORTO DI TRASFORMAZIONE DI UN TRASLA-
TORE -

E' questo il quesito che si presenta ogni qualvolta si deve adattare un carico ad una linea, oppure ~~ad un~~ tubo, o quando si desidera fare in modo che un microfono, od un altro generatore qualsiasi, di piccola impedenza interna, possa fornire la massima tensione su di un'impedenza di carico di valore molto elevato.

La formula che Le indico servirà per risolvere questo problema, ma Lei deve ricordare che la formula vale entro certi limiti che sono stati indicati nella Lezione Teorica ove si è trattato questo argomento.

Ricordando questo particolare, la formula soddisfa ogni esigenza pratica.

Per meglio vederne l'applicazione, Le farò due esempi con l'impiego della stessa **formula**:

$$N = \sqrt{\frac{R}{R_p}}$$

dove N = rapporto di trasformazione del traslatore, che si desidera conoscere e che rappresenta il numero delle spire secondarie diviso il numero delle spire primarie

$$N = \frac{N_2}{N_1}$$

R = resistenza di carico applicata sul secondario espressa in ohm

R_p = resistenza secondaria riportata al primario e cioè resistenza apparente che presenta, o che deve presentare il primario quando vi è la resistenza R sul secondario. Anche questo valore deve essere espresso in ohm.

Esempio 1°: Si desidera conoscere quale rapporto di trasformazione deve avere un trasformatore d'uscita da applicare sulla placca della valvola finale tipo EL3, per far funzionare correttamente e con la massima potenza trasferita un altoparlante la cui bobina mobile ha un'impedenza di 7Ω a 400 Hz.

SOLUZIONE: Se la valvola EL3 lavora nelle sue condizioni normali deve avere un carico anodico di 7000 Ω .

L'impedenza della bobina mobile varia con il variare della frequenza e varia pure da tipo a tipo di altoparlante: quindi bisogna scegliere un valore dell'impedenza che sia intermedio. Per questo motivo si indica, abitualmente, il valore dell'impedenza ad una frequenza intermedia: di solito a 400 Hz.

Avremo quindi:

$$R = 7 \Omega \qquad R_p = 7000 \Omega$$

$$N = \sqrt{\frac{7}{7000}} = \sqrt{0,001} = 0,0316 \text{ cioè circa } 0,032.$$

Questo significa che per avere sul primario del trasformatore una

impedenza apparente di 7000 Ω , con 7 Ω sul secondario, si dovrà fare in modo che

$$\frac{N_2}{N_1} = 0,032.$$

Se, ad esempio, il primario è formato da 2.000 spire, il secondario dovrà avere

$$N_2 = 0,032 \times 2000 = 64 \text{ spire}$$

Esempio 2°: Un microfono che ha l'impedenza interna di 2 ohm deve essere collegato ad un amplificatore il quale ha un potenziometro da 0,5 M Ω all'ingresso. Si vuole conoscere il rapporto di trasformazione che deve avere il traslatore di ingresso per dare il massimo rendimento.

SOLUZIONE: Il microfono è un generatore di resistenza interna pari a 2 ohm. Per avere il massimo rendimento la resistenza di utilizzazione dovrebbe essere circa uguale a quella del generatore.

Poichè nel nostro caso la resistenza di utilizzazione è di 0,5 M Ω ,

si metterà un traslatore per ridurre 0,5 MΩ a 2 Ω.

Avremo:

$$N = \sqrt{\frac{500.000}{2}} = \sqrt{250.000} = 500$$

Formula n° 78: CALCOLO DELLA RESISTENZA TRASFERITA DA UN TRASLATORE
CON RAPPORTO DI TRASFORMAZIONE CONOSCIUTO. -

Questa formula è l'inversa della precedente. Il rapporto di trasformazione, in questo caso, è noto e quindi si desidera conoscere il valore della resistenza riportata al primario.

$$R_p = \frac{R}{N^2}$$

dove R_p = resistenza apparente offerta dal primario del traslatore quando sul secondario è posta la resistenza R. R_p

è espressa in ohm.

R = resistenza secondaria di carico in ohm.

N^2 = rapporto di trasformazione (spire secondarie divise per le spire primarie) del trasformatore al quadrato ($N \times N$).

Esempio: Sul secondario di un trasformatore, che ha 2000 spire primarie e 60 secondarie, è posta una resistenza di 20 ohm.

Calcolare la resistenza primaria dovuta al trasferimento d'impedenza.

SOLUZIONE:

$$N = \frac{60}{2000} = 0,03$$

$$N^2 = 0,03 \times 0,03 = 0,0009$$

$$R_p = \frac{20}{0,0009} = \frac{200.000}{9} = 22.222 \text{ circa}$$

Formula n° 79: CALCOLO DELL'INDUTTANZA DI UNA BOBINA CILINDRICA IN ARIA, AD UN SOLO STRATO -

Il calcolo dell'induttanza di una bobina di questo tipo potrebbe essere fatto utilizzando la formula n° 27, che è di applicazione generale.

Per ottenere una precisione sufficiente, anche quando la bobina cilindrica è di grosso diametro e di piccola lunghezza, è necessario però fare uso di una formula particolare, la quale tiene calcolo, mediante un coefficiente ricavato sperimentalmente, della distribuzione del flusso.

Questo coefficiente varia con il variare del rapporto $\frac{D}{L}$ cioè del diametro rispetto alla lunghezza.

In tabella 1 sono riportati i valori del coefficiente in funzione di questo rapporto.

$$L = \frac{K_1 N^2 D}{100}$$

$\frac{D}{L}$	K_1	$\frac{D}{L}$	K_1
0,05	0,004	1,75	0,096
0,1	0,010	2	0,104
0,15	0,014	2,5	0,116
0,2	0,018	3	0,127
0,3	0,026	3,5	0,136
0,4	0,034	4	0,144
0,5	0,040	5	0,158
0,6	0,046	6	0,169
0,7	0,052	8	0,187
0,8	0,058	10	0,200
0,9	0,063	20	0,244
1	0,068	40	0,288
1,25	0,079	60	0,312
1,5	0,088	100	0,346

Tab. 1

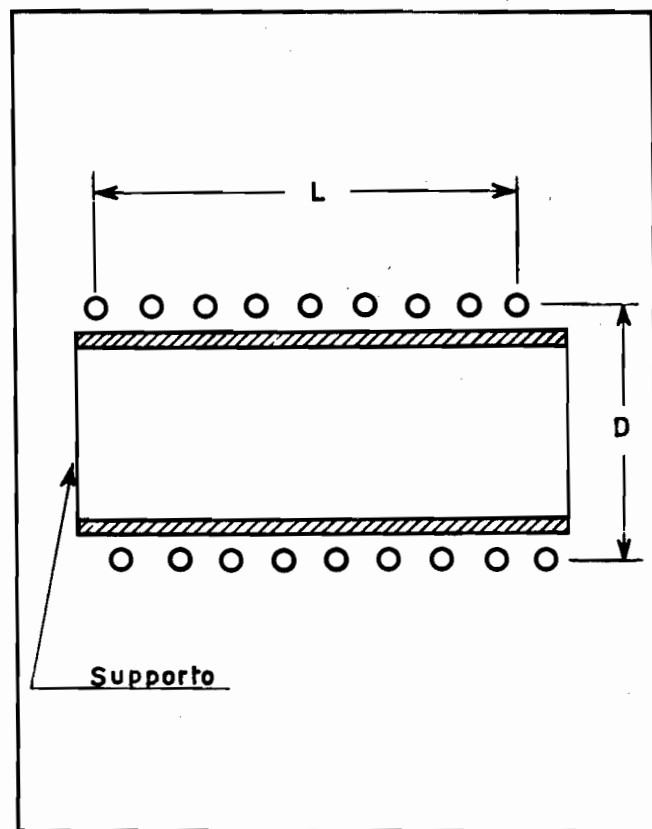


Fig. 2

dove

L = induttanza della bobina
espressa in μH (microhenry)

K_1 = coefficiente che si deve ricavare dalla tabella 1.

N^2 = numero delle spire della bobina al quadrato ($N \times N$)

D = diametro medio della bobina
(come è indicato nella fig.2)
espresso in millimetri.

Esempio: Si deve calcolare la induttanza di una bobina cilindrica formata da un supporto di 19 millimetri di diametro sul quale sono avvolte 25 spire di filo di 1 millimetro di diametro, affiancate.

SOLUZIONE: Secondo quanto è stato disegnato, il diametro medio di questa bobina è di 20 mm.

La lunghezza si può conoscere se moltiplichiamo il diametro del filo per il numero delle spire affiancate.

Avremo:

$$25 \times 1 = 25 \text{ mm}$$

$$\text{Il rapporto } \frac{D}{L} \text{ sarà } \frac{20}{25} = 0,8 \text{ al quale corrisponde un valore di } K_1 = 0,058.$$

Calcolando L si ottiene:

$$L = \frac{0,058 \times (25)^2 \times 20}{100} = \frac{0,058 \times 625 \times 20}{100} = 7,25 \text{ } \mu\text{H.}$$

Formula n° 80: CALCOLO DELL'INDUTTANZA DI UNA BOBINA DI TIPO PIATTO
(A FONDO DI PANIERE O SIMILE) IN ARIA -

Anche per il calcolo di un'induttanza di questo tipo è necessario

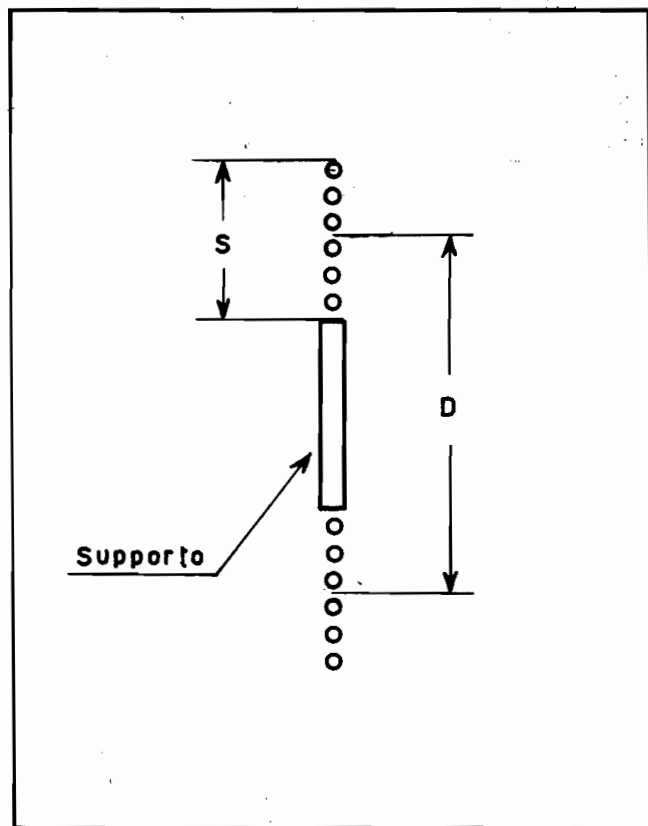


Fig. 3

ricorrere ad una formula particolare nella quale un coefficiente opportuno facilita il calcolo e permette una sufficiente precisione.

Tale coefficiente dipende dal rapporto fra il diametro medio D e lo spessore S della bobina (vedere fig. 3) ed il suo valore è indicato nella Tabella 4 del presente Formulario.

$$L = \frac{K_2 N^2 D}{100}$$

L = induttanza della bobina in μH

N^2 = numero delle spire al quadrato ($N \times N$)

$\frac{D}{S}$	K_2
0,5	0,14
0,75	0,19
1	0,21
1,5	0,26
2	0,29
2,5	0,32
3	0,34
4	0,37
5	0,40
6	0,43
7	0,45
10	0,49
15	0,53
20	0,57

Tab. 4

D = diametro medio in mm, come è indicato in figura.

Esempio: Si desidera conoscere il valore dell'induttanza di una bobina a fondo di paniere, che ha le seguenti dimensioni:

Diametro interno : 20 mm

Diametro massimo : 40 mm

Numero delle spire : 100

SOLUZIONE: Conoscendo il diametro minimo e quello massimo, si calcola il diametro medio facendo:

$$D = \frac{D \text{ minimo} + D \text{ massimo}}{2} =$$

$$= \frac{20 + 40}{2} = 30 \text{ mm.}$$

Lo spessore dell'avvolgimento si avrà facendo:

$$S = \frac{D \text{ massimo} - D \text{ minimo}}{2} = \frac{40 - 20}{2} = 10 \text{ mm.}$$

Il rapporto $\frac{D}{S}$ sarà perciò $\frac{30}{10}$ e quindi $K_2 = 0,34$.

Si potrà perciò calcolare l'induttanza:

$$L = \frac{0,34 \times (100)^2 \times 30}{100} = \frac{0,34 \times 10.000 \times 30}{100} = 1020 \mu\text{H}$$

AVVERTENZA -

Può succedere che i rapporti $\frac{D}{L}$ e $\frac{D}{S}$ in certi casi non corrispondano esattamente a quelli riportati sulle tabelle.

In questo caso si deve usare un valore di K_1 o K_2 compreso fra i due valori corrispondenti prossimi.

Se si ottiene, ad esempio, un valore di D/L uguale a 0,55 e si cerca sulla ~~tabellina~~ 1 il corrispondente valore K_1 si dovrà necessariamente usare il valore 0,043 il quale è intermedio fra 0,040 e 0,046 che sono i valori immediatamente successivi.

Se la bobina, della quale si desidera conoscere l'induttanza, avesse una forma poligonale, invece di essere circolare, si può effettuare ugualmente il calcolo usando come diametro **medio** il diametro del cerchio che copre la stessa superficie del poligono considerato (sia esso un quadrato o qualsiasi altro poligono).

(30')

Nel presente Formulario sono riportate alcune curve e diagrammi il cui scopo è di rendere rapidi ed agevoli alcuni calcoli che si devono eseguire con frequenza.

Prima di fornire le indicazioni relative all'uso di queste tabelle, è necessario che Le spieghi il motivo per cui in questi diagrammi, come in moltissimi altri, si è preferito usare una scala particolare sia per le ascisse che per le ordinate.

DIAGRAMMA CON SCALE LOGARITMICHE - Nelle Lezioni di matematica Lei ha imparato come si può tracciare un diagramma facendo uso di due assi coordinati. Normalmente, per tracciare i grafici, si disegna su questi assi una scala lineare dei valori, come è indicato, ad esempio, in fig. 1.

Se in tale grafico si desidera leggere, ad esempio, il punto corrispondente ad 1 volt, si nota che la lettura è piuttosto difficile

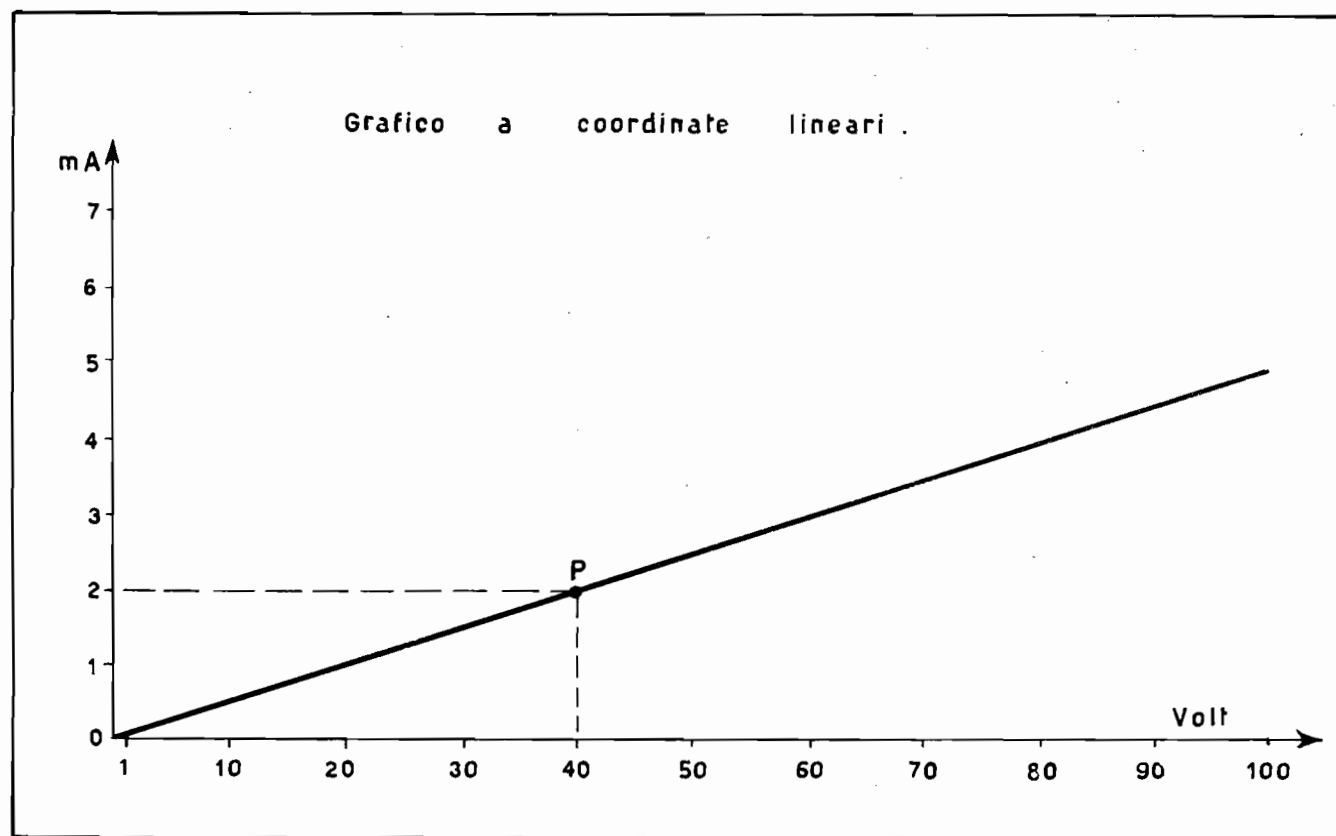


Fig. 1

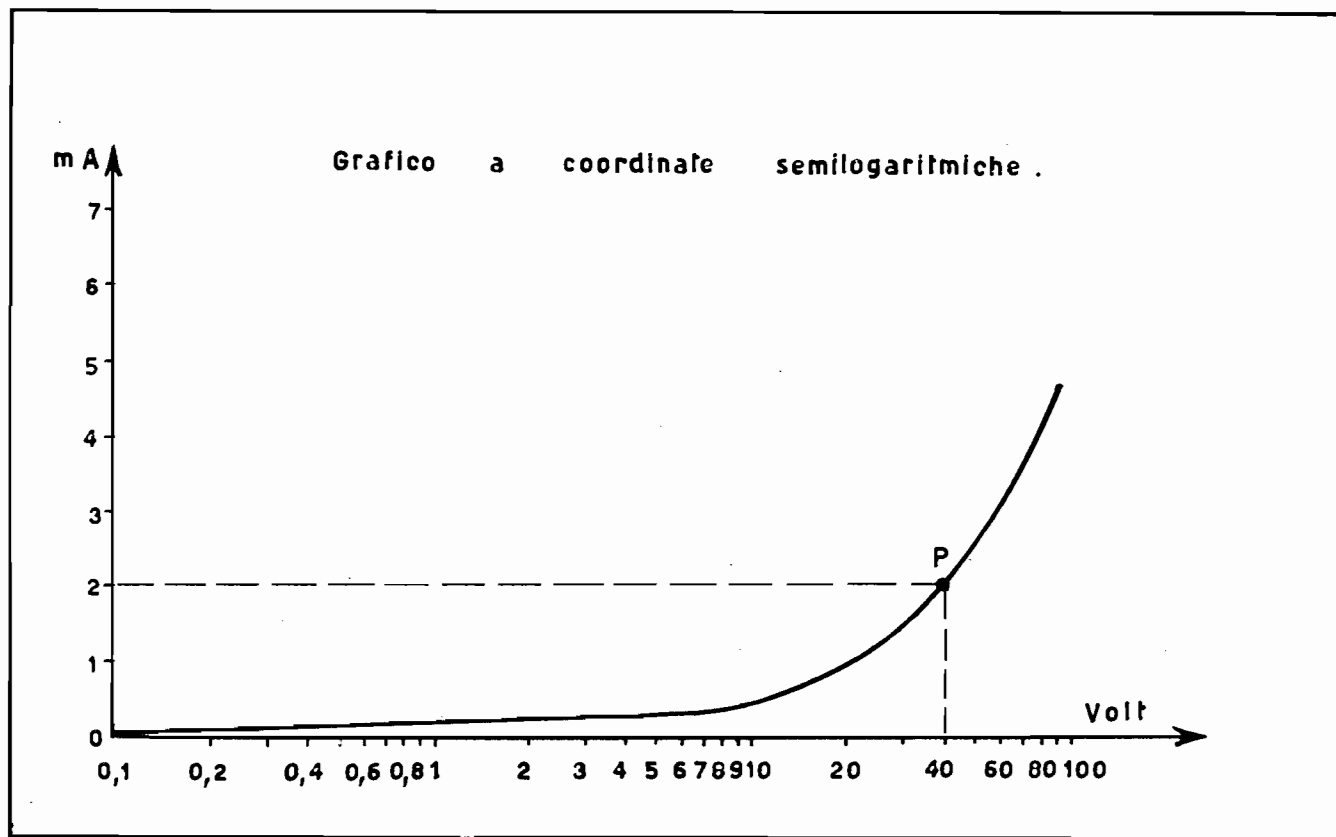


Fig. 2

perchè 1 volt è rappresentato da un trattino pari alla centesima parte di tutta la scala dei volt, disegnata sull'ascissa.

Per ovviare a questo inconveniente ed avere la possibilità di leggere, su di un solo grafico, i valori che interessano entro un vasto campo, sempre con la stessa approssimazione, si è pensato di utilizzare scale basate su di una particolare legge matematica.

Tali scale, molto usate, sono dette LOGARITMICHE; nella fig. 2 Lei può osservare lo stesso diagramma della fig. 1 con la scala logaritmica sulle ascisse e la scala lineare sulle ordinate.

L'andamento della linea è diverso, ma i valori che si possono leggere in corrispondenza, sono uguali in entrambi i casi, perchè la variazione di andamento è soltanto dovuta all'introduzione della scala logaritmica nell'ascissa.

Se si legge infatti il valore della corrente che corrisponde a 40 volt si avrà, in entrambi i grafici, 2 mA (punto P delle fig. 1 e 2).

Sulle ascisse ora si può facilmente leggere sino a 0,1 volt, ma si può ancora notare che il valore delle ordinate, relativo alle tensioni inferiori ad 1 volt, è di difficile lettura.

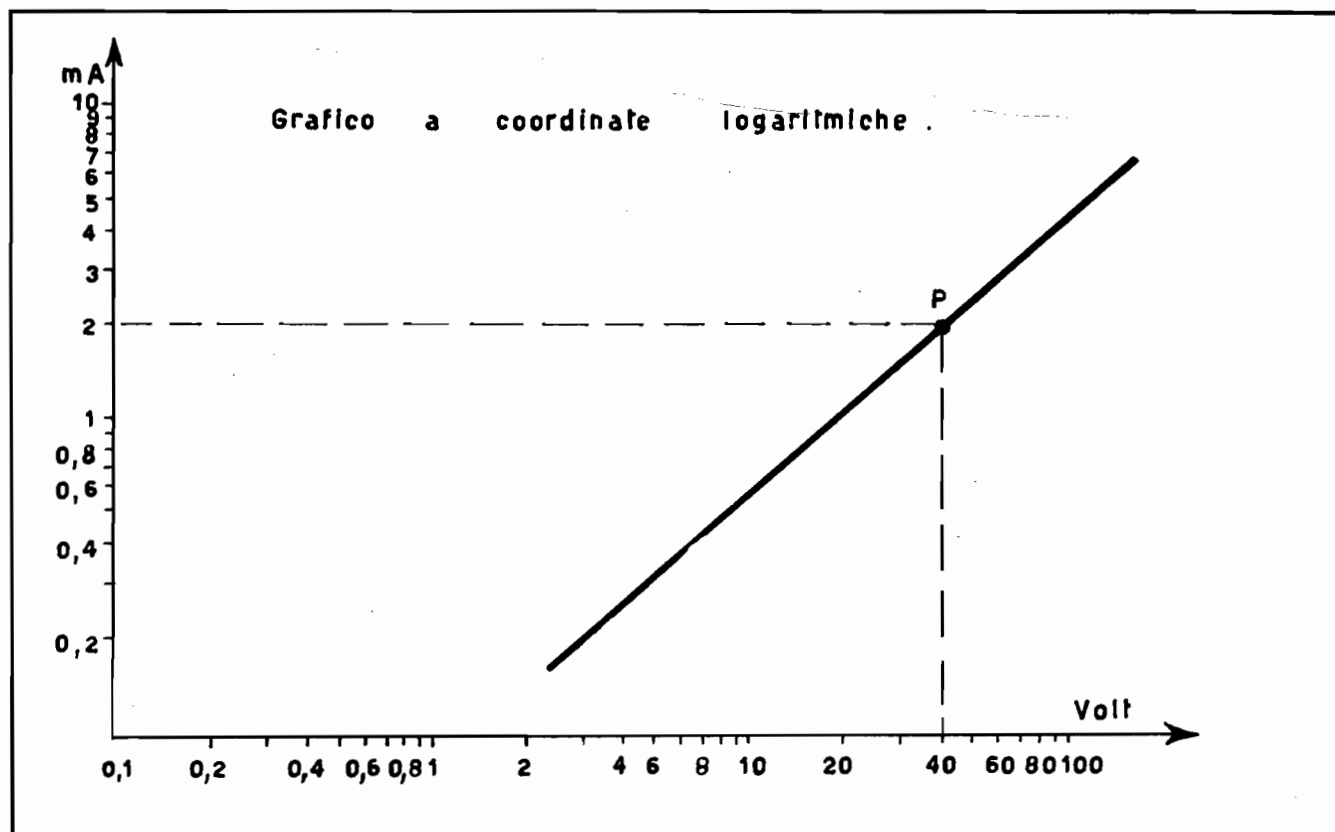


Fig. 3

Inserendo una scala logaritmica anche sulle ordinate, si potrà eliminare quest'ultimo inconveniente e si otterrà quindi il diagramma di fig. 3, nel quale è rappresentata sempre la stessa caratteristica delle figure precedenti.

In questo caso si ha nuovamente una linea retta come nella fig.1, ma si ha la possibilità di leggere molto comodamente sino a qualche decimo di mA.

Poichè la scala logaritmica non ha uno zero, essa si può estendere sia verso i valori più elevati (1, 10, 100, 1000, 10.000 ecc.), sia verso i valori più bassi (1; 0,1; 0,001; ecc.) permettendo sempre la stessa facilità di lettura.

Nella radiotecnica si fa largo uso delle scale logaritmiche in special modo per rappresentare i fenomeni che avvengono nel campo dell'elettroacustica.

Per il nostro uso impiegheremo pure queste scale perchè ci permettono di rappresentare vari fenomeni entro un campo abbastanza vasto, consentendo una facile lettura ed una buona precisione.

DIAGRAMMI PER LA CONVERSIONE DEI DECIBEL IN RAPPORTI DI TENSIONE

O DI POTENZA E VICEVERSA - Se l'intensità di un suono aumenta linearmente, l'orecchio umano, colpito da questo suono, genera una sensazione nervosa che non aumenta linearmente, ma in modo logaritmico.

Si è resa necessaria, quindi, l'introduzione di un'unità di misura che tenesse nel debito conto questo comportamento dell'orecchio umano e che potesse servire soprattutto nel campo dell'elettroacustica.

Questa unità di misura è il DECIBEL, ed è un'unità relativa che può essere quindi riferita ad un livello qualsiasi.

Le apparecchiature elettroacustiche e cioè amplificatori, microfoni, traslatori, ecc., possono essere controllati facendo uso di questa unità.

Invece di dire che un amplificatore amplifica 100 volte, si dirà che ha un guadagno di 40 db.

Un esempio può chiarire l'utilità di questo modo di esprimere l'amplificazione (o la riduzione) delle tensioni (o delle potenze) nel caso dei circuiti amplificatori per il suono.

Se si ha l'amplificatore citato poco prima ($A = 100$ volte = 40

db) collegato ad un altoparlante, applicando una tensione di B.F. si otterrà un'intensità, del suono in uscita, di valore determinato.

Se si desidera raddoppiare la sensazione sonora non sarà sufficiente raddoppiare l'amplificazione, ma si dovrà raddoppiare il numero che rappresenta i decibel di guadagno dell'amplificatore.

Avremo quindi $40 \times 2 = 80$ db che corrispondono ad un'amplificazione di 10.000 volte.

In un'apparecchiatura, inoltre, si può parlare di amplificazione di tensione, oppure di amplificazione di potenza; è sufficiente fare il rapporto fra le tensioni di ingresso e d'uscita, oppure fra le potenze d'ingresso e d'uscita per avere questi valori.

Entrambi possono essere espressi in decibel.

I diagrammi allegati (fig. 4 e 5) permettono di ottenere la conversione dei decibel nei rapporti a cui corrispondono e viceversa.

Poichè in un'apparecchiatura si può avere un'amplificazione, o guadagno, ma si può pure avere una deamplificazione o perdita, il numero che indica i decibel deve essere positivo nel primo caso e negativo nel secondo. Si è reso necessario, perciò, fare due tabelle.

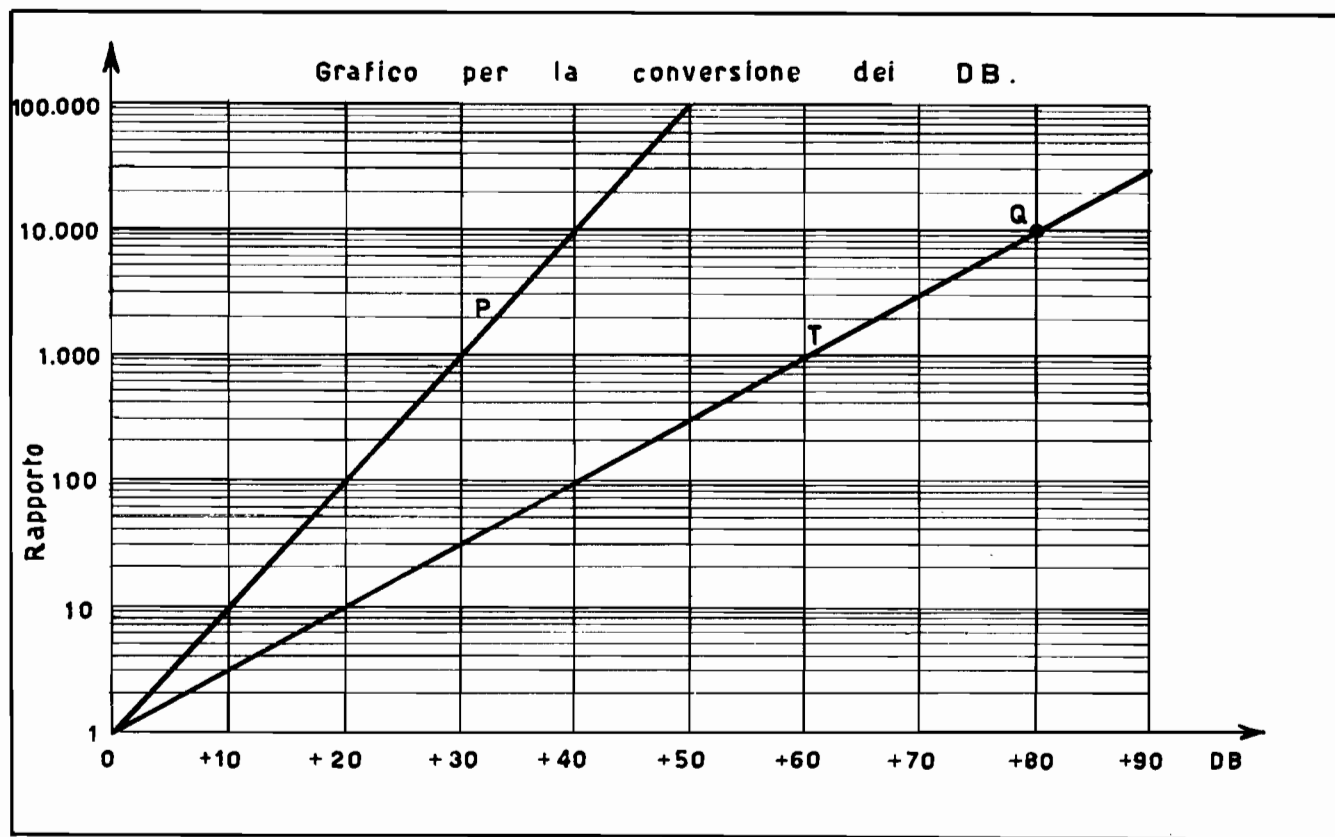


Fig. 4

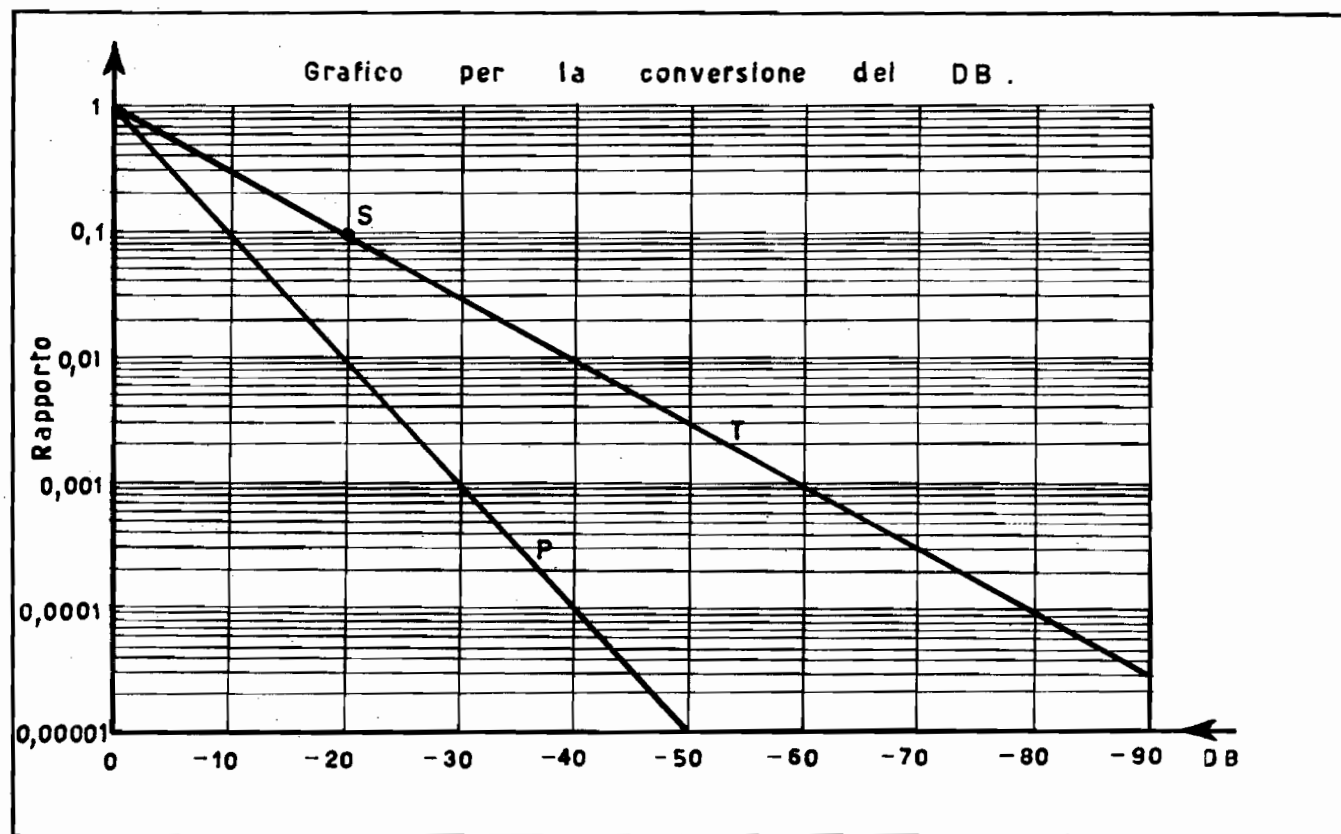


Fig. 5

I diagrammi sono del tipo a coordinate semilogaritmiche (lineari sulle ascisse e logaritmiche sulle ordinate).

Per ottenere la conversione è sufficiente effettuare la lettura o sulla linea P (potenze) o sulla linea T (tensioni). I db si possono sommare o sottrarre.

Qualche esempio chiarirà l'impiego.

ESEMPIO:

Un amplificatore è collegato ad un trasformatore con altoparlante (fig. 6).

Sapendo che la tensione d'ingresso all'amplificatore è di 5 mV, il guadagno che si ottiene nell'amplificatore è di 10.000 ed il rapporto di trasformazione del trasformatore è $N = 0,1$, si desidera conoscere di quanti db è il guadagno totale di tensione fra l'ingresso dell'amplificatore e la bobina dell'altoparlante.

SOLUZIONE:

Dalla fig. 4 si può avere immediatamente il guadagno dell'ampli-

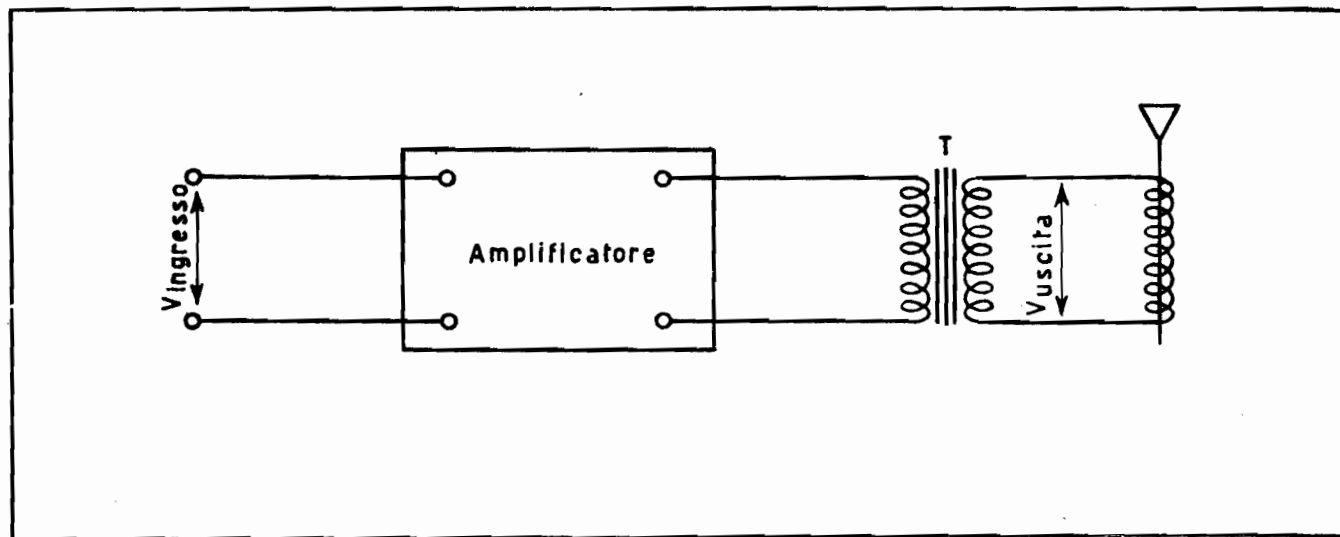


Fig. 6

ficatore in db.

Sulle ordinate (Rapporto) in corrispondenza a 10.000 si va ad incrociare la linea T nel punto Q: quindi si legge in corrispondenza + 80 db sull'ascissa.

Se il rapporto di trasformazione del trasformatore è 0,1 vuol di-

re che il traslatore ha un rapporto minore di 1, e perciò si avrà una deamplificazione di tensione (la potenza trasferita rimane però sempre uguale se le perdite nel trasformatore sono trascurabili).

Osservando il diagramma di fig. 5, con lo stesso metodo indicato per il precedente diagramma, si localizzerà sulla linea T il punto S e si otterrà perciò - 20 db.

Il guadagno totale di tensione sarà:

$$+ 80 \text{ db} - 20 \text{ db} = 60 \text{ db}.$$

N.B. - Il valore del guadagno si è calcolato senza avere la necessità di utilizzare la tensione di ingresso, perchè era già nota l'amplificazione, cioè il rapporto fra la tensione di uscita e quella di ingresso dell'amplificatore.

DIAGRAMMA PER CONOSCERE IL VALORE DELLA TENSIONE DI RONZIO, AI CAPI DEL PRIMO CONDENSATORE DI FILTRO, IN UN ALIMENTATORE NORMALE - Nella fig. 7 è rappresentato il classico circuito raddrizzatore.

Poichè il raddrizzamento della tensione alternata non è mai perfet-

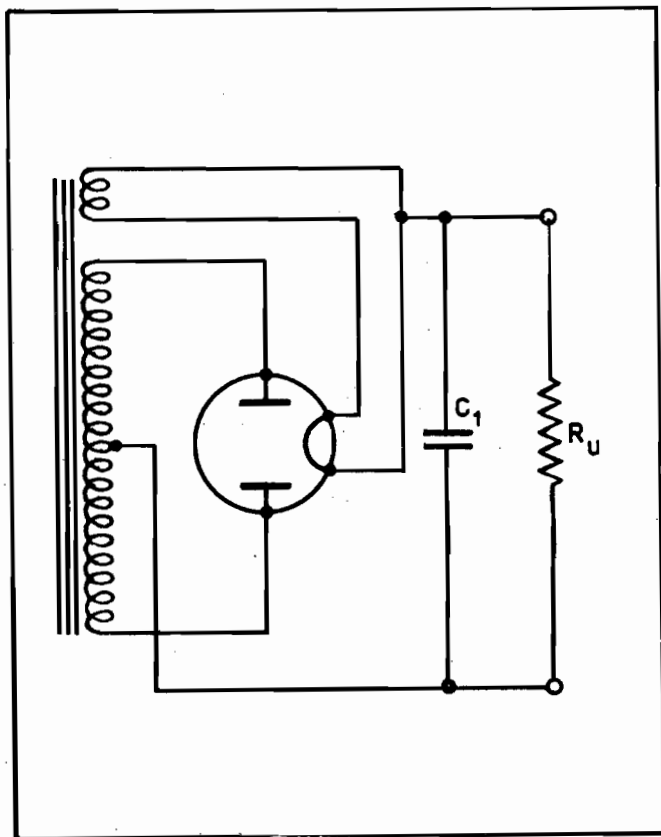


Fig. 7

to, si ha di solito una tensione di ronzio, sovrapposta alla tensione continua di uscita, che può dare origine a disturbi nei circuiti alimentati.

Per sapere il valore della tensione di ronzio (V_R) che si ha ai capi del condensatore C_1 si può ricorrere al grafico di fig. 8.

Il procedimento da seguire è il seguente:

- 1°) - Dividere il valore della corrente in uscita (in mA) per il valore della capacità (in μF).
- 2°) - Il numero così trovato indica l'ascissa. Leggere, in corrispondenza a questa ascissa e sulla linea che

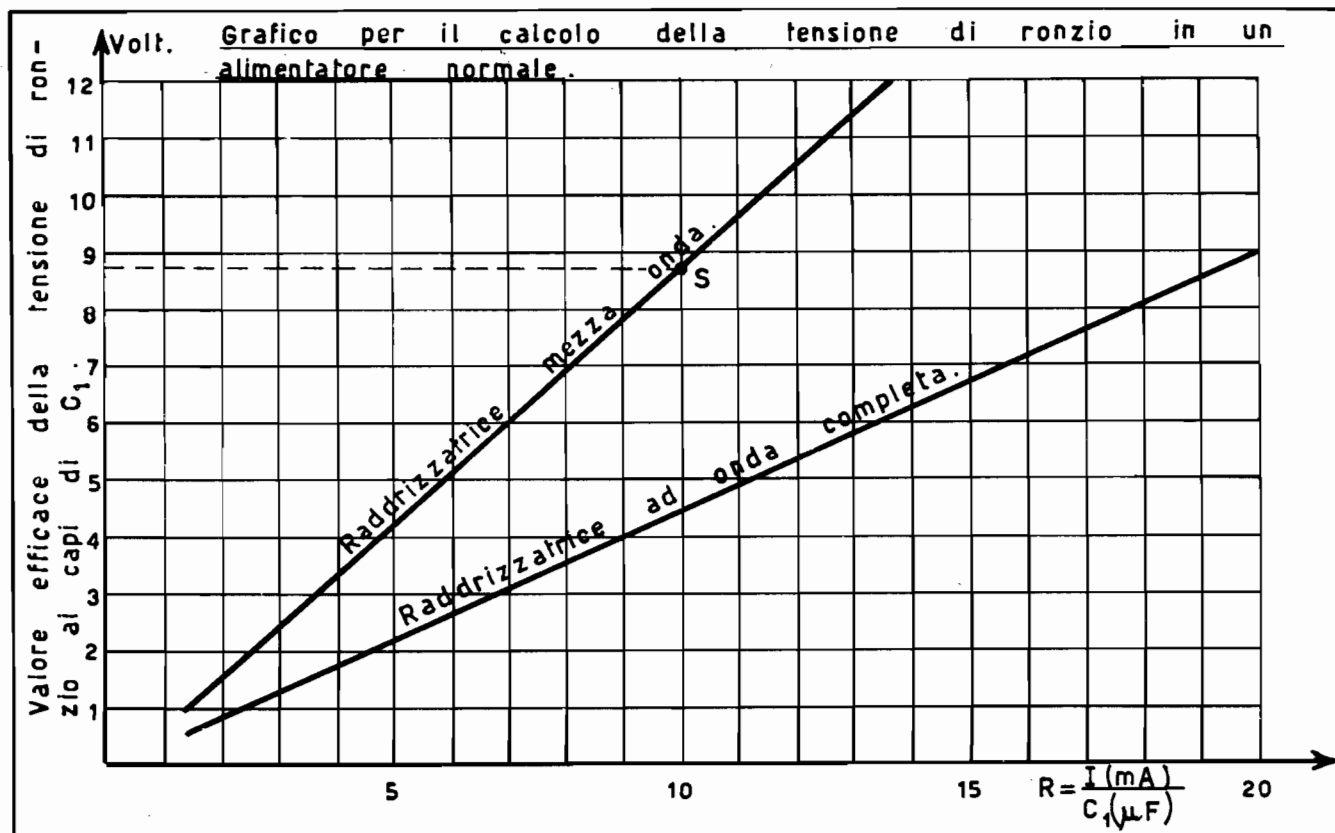


Fig. 8

interessa, il valore della tensione di ronzio.

Si deve tener presente che questo grafico vale per la frequenza di rete di 50 Hz e per una capacità C_1 minima di 6 μF .

ESEMPIO:

Un alimentatore fornisce una tensione di 200 volt ed il primo condensatore di filtro è di 10 μF . La resistenza del circuito di utilizzazione è di 2000 ohm.

Calcolare il valore della tensione di ronzio ai capi del primo condensatore di filtro, sapendo che la frequenza della tensione di rete è di 50 Hz ed il raddrizzamento avviene soltanto per mezza onda.

SOLUZIONE:

Si calcola il valore della corrente in uscita:

$$\frac{200}{2000} = 0,1 \text{ Amper} \approx 100 \text{ mA}$$

$$R = \frac{100}{10} = 10$$

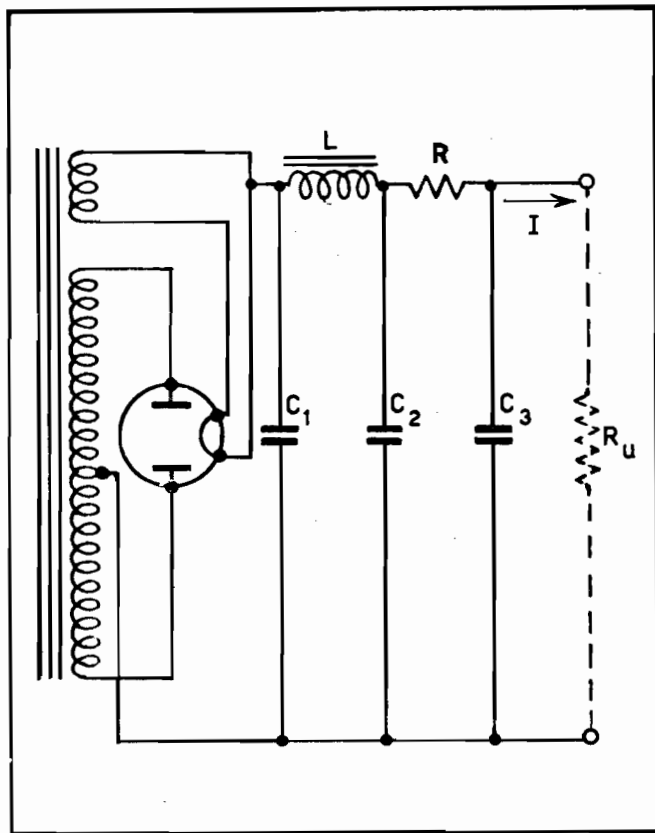


Fig. 9

leggendo sul grafico in corrispondenza di 10, si avrà, al punto S, un valore di circa 8 volt efficaci di ronzio.

DIAGRAMMA PER IL CALCOLO DELL'ATTENUAZIONE DEL RONZIO OTTENUTA CON UN FILTRO L C - Nella fig. 9 si può osservare che all'uscita dell'alimentatore è posto un filtro formato da un'induttanza L e da un condensatore C_2 .

Poichè lo scopo di questo filtro è di ridurre al minimo la tensione di ronzio che esiste su C_1 , è molto utile conoscere l'entità della riduzione prodotta dal filtro stesso.

Ecco il semplice procedimento da seguire:

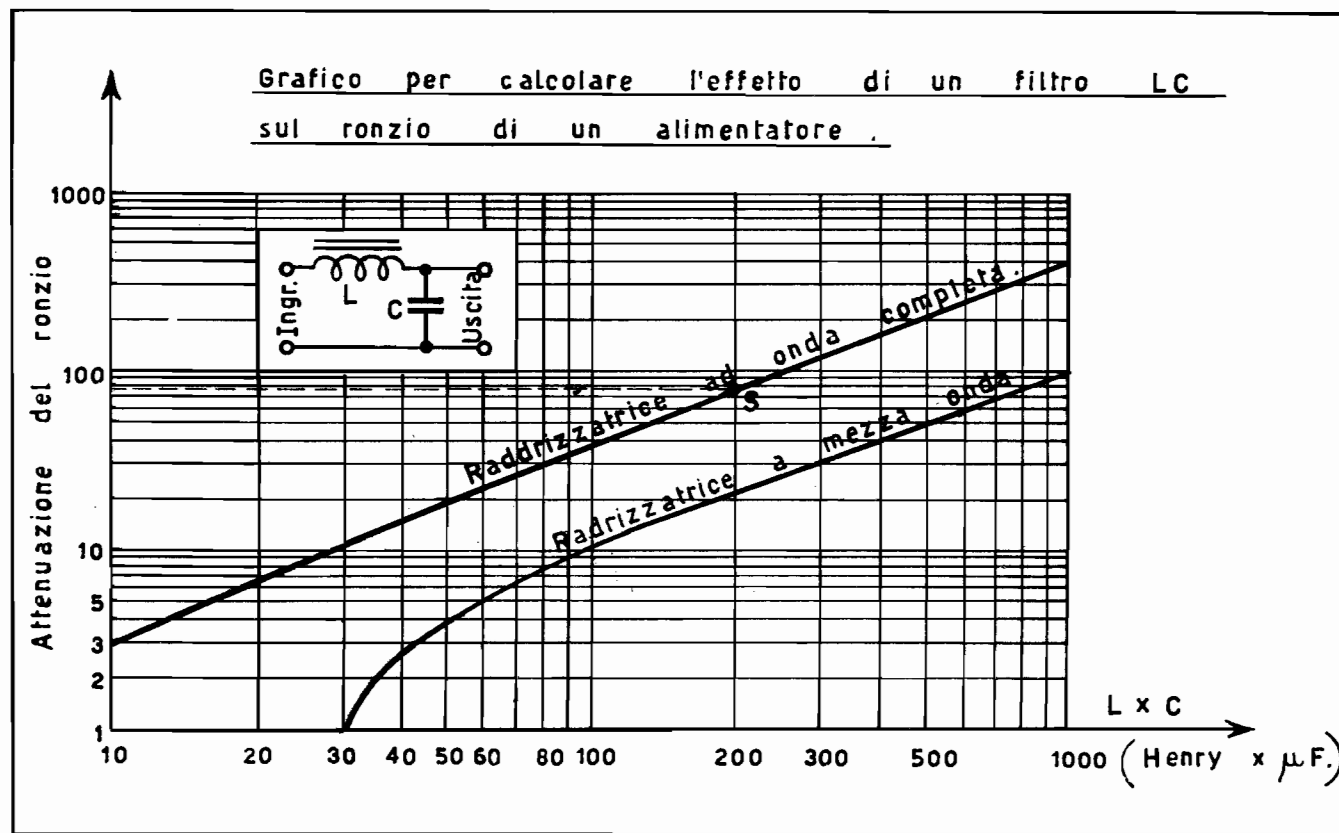


Fig. 10

1°) - Moltiplicare il valore di L , espresso in Henry, per il valore di C_2 espresso in μF .

2°) - Cercare sul grafico di fig. 10, in corrispondenza del numero trovato con la moltiplicazione, il valore dell'attenuazione.

Anche questo grafico vale per i soli 50 Hz e si tratta di un diagramma a coordinate logaritmiche.

ESEMPIO:

Un raddrizzatore ad onda completa ha una tensione di ronzio di 10 volt sul condensatore C_1 (vedere fig. 9). Si mette un filtro formato da un'induttanza di 10 H e da un condensatore di 20 μF .

Che valore avrà la tensione di ronzio all'uscita del filtro?

SOLUZIONE:

Si moltiplica $L \times C$

$$10 \times 20 = 200$$

Sul grafico si cerca, in corrispondenza di 200, sulla linea relativa al raddrizzamento ad onda completo, il valore dell'attenuazione (punto S). Si ha un'attenuazione di 78 circa.

Questo vuol dire che la tensione di ronzio esistente all'ingresso del filtro sarà ridotta di 78 volte:

$$\frac{10}{78} = 0,128 \text{ volt}$$

La tensione di ronzio all'uscita del filtro sarà perciò di soli 0,128 volt.

DIAGRAMMA PER IL CALCOLO DELL'ATTENUAZIONE DEL RONZIO OTTENUTA CON UN FILTRO R C - In molti casi, invece di usare un'induttanza per costituire una cella di filtro, si usa una semplice resistenza con il condensatore.

Si ottiene quindi il filtro indicato nella fig. 9 con le lettere R e C₃.

Conoscendo il valore della R e della C usati in questo filtro,

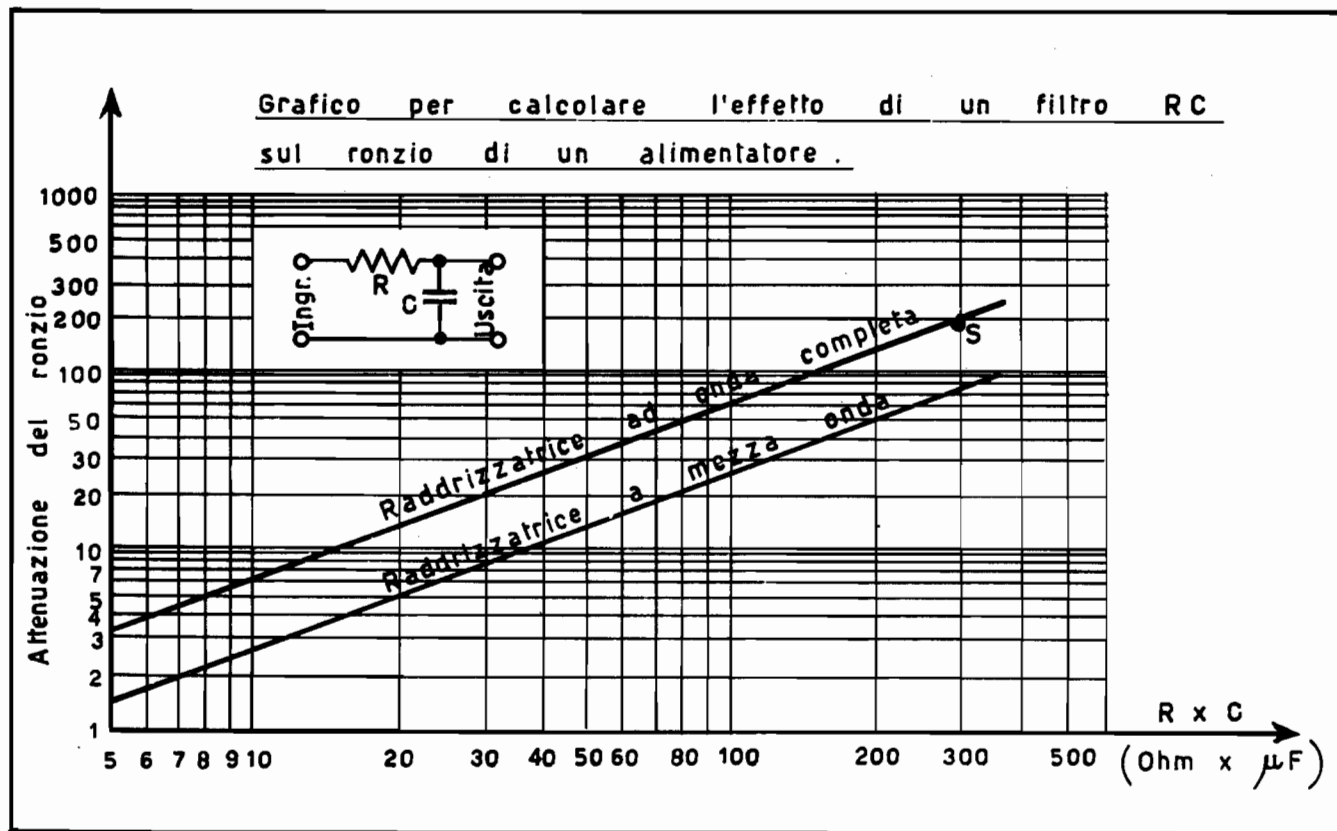


Fig. 11

si può facilmente conoscere l'attenuazione del filtro mediante il grafico di fig. 11.

Il procedimento è eguale a quello descritto nel caso di un filtro L C.

Anche questo diagramma ha coordinate logaritmiche; inoltre queste curve possono essere utilizzate soltanto con la rete a 50 Hz.

ESEMPIO:

La tensione di ronzio presente all'ingresso di un filtro RC, è di 2 volt. Poichè la resistenza è di 30 ohm ed il condensatore di 10 μ F, calcolare il valore della tensione di ronzio all'uscita del filtro.

SOLUZIONE:

$$10 \times 30 = 300$$

A questo valore corrisponde il punto S sul grafico di fig. 11 e si ha il valore di 180 circa.

Avremo quindi:

$$\frac{2}{180} = 0,011 \text{ volt (ronzio all'uscita del filtro R C).}$$

Rimangono ancora da fare alcune importanti osservazioni.

In tutti i grafici, ora esaminati, si può invertire l'ordine della ricerca, cioè invece di conoscere il valore dei componenti dei filtri, si può introdurre il valore dell'attenuazione che si desidera ottenere e ricavare quindi il valore dei diversi componenti (L, R, C). Per fare ciò si segue il procedimento inverso.

Nel caso in cui si abbiano più filtri in serie, si divideranno l'uno dall'altro e si eseguirà il calcolo uno per uno, ricordando che la tensione di ronzio all'ingresso del secondo filtro, è quella all'uscita del primo, e così via.

(32)·

Il presente Formulario contiene tabelle e formule relative alle leghe speciali ad elevata resistività impiegate molto diffusamente, tanto per i resistori per strumenti di misura, quanto per le comuni resistenze per fornelli elettrici.

Tutti i materiali hanno una diversa resistività (cioè resistenza specifica); si definiscono conduttori quei materiali che hanno bassa resistività. Fra questi, come è già noto, vi sono l'argento ed il rame.

Per costruire resistenze elevate con piccolo ingombro, è necessario però avere materiali che presentino una resistività più elevata e che abbiano le stesse caratteristiche fisiche del rame e dell'argento per poterli lavorare facilmente e ridurli in fili più o meno sottili.

La metallurgia ha fornito speciali leghe che presentano questi vantaggi ed hanno inoltre l'importante caratteristica di possedere

NOMINATIVO	COMPOSIZIONE	RESISTIVITA'	COEFFICIENTE DI TEMPERATURA
Argentana	rame - zinco - nichel - ferro	0,36	0,0002
Costantana	rame - manganese - nichel	0,5	0
Manganina	rame - manganese - nichel	0,43	0
Nichelcromo	nichel - cromo	1,06	0,00005
Nichelina	rame - zinco - nichel	0,41	0,0002
Alluminio	-	0,028	0,004
Argento	-	0,015	0,0038
Carbone	-	40	- 0,004
Rame	-	0,0165	0,004
I°	II°	III°	IV°

Tab. 1

una resistenza abbastanza costante anche al variare della temperatura del materiale stesso.

Nella tabella 1 sono elencati i principali materiali del tipo sopra indicato ed alcuni materiali conduttori.

Le diverse colonne indicano:

- 1) NOME DEL MATERIALE.
- 2) COMPOSIZIONE DEL MATERIALE, cioè il nome dei vari metalli semplici che entrano a far parte della lega.
- 3) RESISTIVITA' DEL MATERIALE A ZERO GRADI, cioè la resistenza in Ω di un filo lungo 1 metro e di 1 mm^2 di sezione.
- 4) COEFFICIENTE DI TEMPERATURA, cioè l'aumento percentuale di resistenza del materiale considerato per ogni grado centigrado di aumento della temperatura (valore da 0° a circa 120 gradi centigradi).

Questi dati permettono di conoscere l'aumento di resistenza della sostanza considerata in relazione all'aumento di temperatura, e vice-

versa, applicando le formule che seguono.

Per il carbone bisogna notare che il coefficiente di temperatura è negativo. Questo vuol dire che la resistenza del carbone diminuisce con l'aumentare della temperatura.

Formula 81: DETERMINAZIONE DELL'AUMENTO DELLA RESISTENZA DI UN CONDUTTORE PER EFFETTO DI UN AUMENTO DI TEMPERATURA -

Accade soventissimo di aver necessità di conoscere di quanto aumenta la resistenza di una bobina, di un trasformatore o di un resistore a filo per effetto della temperatura.

La formula è la seguente:

$$R_t = R_o \times (1 + \alpha \times t)$$

dove R_o = è la resistenza in Ω , del conduttore esaminato, alla temperatura iniziale

R_t = è la resistenza in Ω che il conduttore avrà quando avrà raggiunto la nuova temperatura

t = è il salto di temperatura in gradi centigradi

α = è il coefficiente di temperatura di quel determinato materiale e si ottiene dalla tabella 1.

Esempio: Si ha la bobina d'eccitazione di un altoparlante che alla temperatura di 20° ha la resistenza di 5000Ω . Desideriamo conoscere quale sarà la sua resistenza durante il funzionamento sapendo che la massima temperatura raggiunta è di 70° .

SOLUZIONE: Se la massima temperatura è 70° e quella iniziale è 20° , si avrà:

$$t = 70^\circ - 20^\circ = 50^\circ \text{ (salto di temperatura)}$$

Sulla tabella leggeremo $\alpha = 0,004$ per il rame.

Avremo quindi:

$$\begin{aligned} R_t &= 5000 \times (1 + 0,004 \times 50) = 5000 \times (1 + 0,2) = \\ &= 5000 \times 1,2 = \underline{6.000 \Omega}. \end{aligned}$$

Formula n° 82: DETERMINAZIONE DELL'AUMENTO DI TEMPERATURA MEDIANTE LA MISURA DELL'AUMENTO DI RESISTENZA DI UN CONDUTTORE -

E' questo un problema che si presenta ogni qualvolta non è possibile misurare direttamente la temperatura nell'interno di una bobina e si desidera conoscere se l'aumento di temperatura prodotto dal funzionamento non è tale da produrre danni nella bobina stessa.

$$t = \frac{R_t - R_o}{\alpha \times R_o}$$

dove t è il salto di temperatura che si desidera conoscere espresso in gradi centigradi

R_t è la resistenza del conduttore, in ohm, dopo il riscaldamento

R_o è la resistenza in ohm del conduttore prima del riscaldamento

α = è il coefficiente di temperatura, relativo al materiale di cui è composto il conduttore.

Esempio : Per conoscere l'aumento di temperatura che avviene in un reostato ad elementi di carbone, si eseguono le due misure della resistenza prima e dopo il funzionamento.

$R_o = 200 \, \Omega$ (all'inizio del funzionamento)

$R_t = 180 \, \Omega$ (al termine del funzionamento)

Temperatura dell'ambiente = 25°C .

SOLUZIONE : Poichè il reostato è a carbone, è logico che la sua resistenza diminuisca con l'aumentare della temperatura.

Poichè il coefficiente è $\alpha = - 0,004$ avremo :

$$t = \frac{180 - 200}{- 0,004 \times 200} = \frac{- 20}{- 0,8} = + 25^{\circ} \text{ C.}$$

N.B. - I due segni - sopra e sotto il segno di divisione si annullano, quindi il salto di temperatura è positivo cioè in aumento. Se la temperatura ambiente è di 25° avremo che la temperatura totale raggiunta dal materiale è di $25^{\circ} + 25^{\circ} = 50^{\circ}$ centigradi.

La tabella 2 fornisce tutti i dati necessari per impiegare il filo al nichelcromo nella costruzione di resistenze, per riscaldamento, esposte in aria libera.

Il significato delle diverse colonne è il seguente :

- 1) DIAMETRO DEL FILO IMPIEGATO
- 2) PESO PER METRO DEL FILO AL NICHELCHROMO
- 3) RESISTENZA IN OHM PER METRO ALLA TEMPERATURA DI ZERO GRADI CENTIGRADI

$4^{\circ} - 5^{\circ} - 6^{\circ} - 7^{\circ} - 8^{\circ} - 9^{\circ}$:

R = VALORE DELLA RESISTENZA PER METRO ALLA TEMPERATURA INDICATA IN

TESTA A CIASCUNA COLONNA

I = VALORE DELLA CORRENTE NECESSARIA PER PRODURRE L'AUMENTO DI TEMPERATURA INDICATO IN TESTA A CIASCUNA COLONNA.

Esempio: Si desidera costruire una resistenza che possa raggiungere la temperatura di 500° C. assorbendo 1000 Watt. La tensione di alimentazione è di 220 Volt.

SOLUZIONE:

La corrente che si dovrà assorbire sarà di $\frac{1000}{220} = 4,54$ Amper

e la resistenza dovrà essere $\frac{220}{4,54} = 48,5 \Omega$ circa.

Sulla tabella 2 nella colonna corrispondente a 500°, si possono leggere, nella parte ove sono indicate le correnti, i valori 4,12 e 4,65 Amper ai quali corrispondono fili di 0,55 e 0,60 di diametro con resistenza di 4,5 Ω per metro e 3,78 Ω per metro.

RESISTENZA ed INTENSITA' di CORRENTE IN UN FILO NICHEL CROMO

Ø in mm.	peso per metro in grammi	Resist. in Ω p. metro a 0°	Resistenze in Ohm. per metro ed intensità in Ampère per le temperature di:											
			100°		300°		500°		700°		900°		1,100°	
			R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I
0,10	0,066	129,87	131,33	0,17	133,98	0,36	136,17	0,57	136,49	0,73	137,38	0,86	139,16	0,97
0,11	0,080	107,33	108,54	0,19	110,73	0,40	112,54	0,62	112,81	0,80	113,54	0,96	115,02	1,08
0,12	0,095	90,19	91,20	0,20	93,04	0,43	94,56	0,70	94,78	0,88	95,40	1,10	96,64	1,24
0,13	0,112	76,85	77,71	0,24	79,28	0,50	80,58	0,75	80,77	0,95	81,30	1,20	82,35	1,38
0,14	0,130	66,26	67,01	0,25	68,36	0,54	69,47	0,82	69,64	1,03	70,09	1,30	71,00	1,50
0,15	0,149	57,72	58,37	0,28	59,55	0,58	60,52	0,88	60,66	1,10	61,06	1,40	61,85	1,64
0,16	0,169	50,73	51,30	0,30	52,34	0,62	53,19	0,95	53,32	1,20	53,67	1,50	54,36	1,76
0,17	0,191	44,94	45,44	0,34	46,36	0,66	47,12	1,00	47,23	1,28	47,54	1,62	48,15	1,90
0,18	0,215	40,68	40,53	0,36	41,35	0,72	42,03	1,05	42,12	1,35	42,40	1,75	42,95	2,10
0,20	0,265	32,47	32,83	0,40	33,50	0,82	34,04	1,20	34,12	1,55	34,35	1,98	34,79	2,28
0,22	0,321	26,83	27,14	0,45	27,68	0,90	28,14	1,35	28,20	1,70	28,39	2,20	28,75	2,65
0,25	0,414	20,78	21,01	0,54	21,44	1,06	21,79	1,55	21,84	2,00	21,98	2,57	22,27	3,20
0,28	0,520	16,57	16,75	0,60	17,09	1,24	17,37	1,75	17,41	2,25	17,52	2,95	17,75	3,66
0,30	0,597	14,43	14,59	0,65	14,89	1,35	15,13	1,90	15,16	2,48	15,26	3,20	15,46	4,00
0,32	0,679	12,68	12,83	0,72	13,09	1,45	13,30	2,05	13,33	2,65	13,42	3,50	13,59	4,37
0,35	0,813	10,60	10,72	0,80	10,94	1,65	11,12	2,30	11,14	3,00	11,22	3,90	11,36	5,00
0,40	1,061	8,12	8,21	0,95	8,37	1,95	8,51	2,70	8,53	3,55	8,59	4,65	8,70	5,96
0,45	1,343	6,41	6,49	1,01	6,62	2,30	6,72	3,15	6,74	4,15	6,78	5,40	6,87	6,97
0,50	1,659	5,19	5,25	1,25	5,36	2,62	5,45	3,62	5,46	4,80	5,50	6,30	5,57	8,04
0,55	2,007	4,29	4,34	1,42	4,43	2,95	4,50	4,12	4,51	5,50	4,54	7,15	4,60	9,20
0,60	2,389	3,61	3,65	1,60	3,72	3,30	3,78	4,65	3,79	6,20	3,82	8,10	3,87	10,45
0,65	2,80	3,07	3,11	1,75	3,17	3,70	3,22	5,20	3,23	6,90	3,25	9,00	3,29	11,59
0,70	3,25	2,65	2,68	1,94	2,73	4,05	2,78	5,75	2,78	7,65	2,80	9,95	2,84	12,78
0,75	3,73	2,31	2,33	2,12	2,38	4,40	2,42	6,34	2,43	8,44	2,44	10,95	2,47	13,95
0,80	4,24	2,03	2,05	2,30	2,09	4,78	2,13	6,90	1,13	9,24	2,15	12,00	2,17	15,20
0,85	4,79	1,80	1,82	2,50	1,85	5,15	1,88	7,50	1,89	10,05	1,90	13,00	1,93	16,48
0,90	5,37	1,60	1,62	2,70	1,65	5,55	1,68	8,10	1,68	10,90	1,70	14,10	1,73	17,82
0,95	5,98	1,44	1,46	2,90	1,48	5,94	1,51	8,65	1,51	11,75	1,52	15,15	1,54	19,13
1,00	6,63	1,30	1,31	3,15	1,34	6,35	1,36	9,30	1,36	12,65	1,37	16,30	1,39	20,50
1,20	9,55	0,902	0,912	4,00	0,930	8,00	0,946	11,90	0,948	15,00	0,954	21,10	0,956	26,40
1,40	13,00	0,663	0,670	4,80	0,684	9,80	0,695	14,60	0,695	19,80	0,701	26,50	0,710	33,00
1,50	14,93	0,577	0,584	5,30	0,595	10,90	0,605	16,10	0,607	21,90	0,611	29,20	0,618	36,20
1,60	16,99	0,507	0,513	5,60	0,523	11,80	0,532	17,50	0,533	23,70	0,537	31,80	0,544	39,60
1,80	21,50	0,401	0,405	6,80	0,413	14,00	0,420	20,60	0,421	28,00	0,424	37,60	0,429	46,80
2,00	26,54	0,325	0,328	7,80	0,335	16,10	0,340	24,00	0,341	32,30	0,343	43,30	0,346	54,60

Poichè è impossibile trovare filo di diametro intermedio, si deve scegliere o l'uno o l'altro dei due diametri.

Scegliendo, ad esempio, il 0,60 potremo calcolare la lunghezza di filo necessaria facendo:

$$\frac{48,5}{3,78} = 12,7 \text{ metri circa}$$

L'errore di approssimazione che si commette non è, in pratica, tale da generare disturbi.

(34°)

Nel presente Formulario Le fornirò alcune tabelle contenenti i dati necessari per l'identificazione delle varie stazioni trasmettenti; troverà, inoltre, una tabella che consente un rapido passaggio dalle lunghezze d'onda alle frequenze corrispondenti, comprese nel campo della trasmissione, e viceversa.

T A B E L L A N° 1

In questa tabella sono indicati, nella prima colonna, diversi valori di frequenza e nella colonna adiacente il corrispettivo valore della lunghezza d'onda.

Questi valori permettono di avere una rapida indicazione senza dover ricorrere alle Formule n° 61 e 62 ed eseguire il calcolo relativo.

Le frequenze indicate in questa tabella sono quelle comprese entro la gamma delle onde medie (500 ÷ 1500 kHz).

T A B E L L A N° 2

Questa tabella è analoga alla tabella n° 1, ma le frequenze considerate sono quelle relative alla banda delle onde corte e medio-corte (o intermedie).

Anche nella tabella n° 2, come nella precedente, si sono considerati soltanto alcuni valori della frequenza.

Rimane inteso che per i valori non indicati si dovrà ricorrere ancora alle formule già citate.

T A B E L L A N° 3

In radiotecnica si fa largo uso delle lettere dell'alfabeto gre-

co per indicare le varie grandezze in gioco nei circuiti. Queste lettere sono state usate, ad esempio, per indicare l'unità di resistenza elettrica che è l'ohm = Ω , oppure per indicare il coefficiente di amplificazione di un tubo = μ , od il coefficiente di risonanza di un circuito oscillatorio = ϵ .

Le sarà utile quindi la tabella n° 3 dove sono indicate, nella forma maiuscola e minuscola, tutte le lettere dell'alfabeto greco con la relativa pronuncia italiana.

T A B E L L A N° 4

Questa tabella, sulla quale sono riportati i nominativi delle stazioni di radiodiffusione italiane e le relative lunghezze d'onda, ha bisogno di alcune parole di spiegazione.

L'Ente concessionario per la radiodiffusione in Italia, la R.A.I., può disporre, per effettuare le trasmissioni nella gamma delle onde medie, di un certo numero di lunghezze d'onda (canali) concordate con gli altri Paesi nella conferenza di Copenaghen.

In queste lunghezze d'onda, esclusivamente, la RAI può impiegare trasmettitori di notevole potenza, tali da poter essere ricevuti in tutto il territorio nazionale e fuori di esso.

Vi sono poi altre lunghezze d'onda sulle quali la RAI può effettuare le trasmissioni con potenze minori in modo da non disturbare stazioni straniere lontane, che lavorano sulla stessa lunghezza di onda.

Per utilizzare meglio le lunghezze d'onda disponibili, diverse stazioni trasmettono lo stesso programma insieme, cioè in sincronismo; si dicono quindi stazioni SINCRONIZZATE.

Per ottenere il sincronismo, tali stazioni sono collegate mediante cavi telefonici.

In ultimo vi sono ancora stazioni di potenza molto ridotta, le quali possono essere udite soltanto entro breve raggio e che sono denominate stazioni LOCALI e RIPETITRICI.

Mediante questi diversi tipi di stazioni, la RAI diffonde tre programmi e cioè:

1) Programma Nazionale

2) Secondo Programma

3) Terzo Programma

Le stazioni sono distribuite sul territorio italiano in modo da permettere ovunque la ricezione del programma nazionale e, da un gran numero di luoghi, il secondo programma.

Il terzo programma è diffuso in modo più ristretto dalle stazioni ad onde medie, ma il suo ascolto è pure possibile mediante le stazioni ad onde corte e quelle a modulazione di frequenza.

Sulla tabella n° 4 sono riportati i nominativi delle stazioni italiane ad onde medie che diffondono i tre programmi sopracitati. Di fianco ad ogni stazione è pure indicata la lunghezza d'onda e la frequenza sulla quale avviene la trasmissione.

In questa tabella sono indicate pure le stazioni ad onde corte ed ultracorte a modulazione di frequenza che trasmettono i programmi della RAI, sia per il territorio italiano che per l'estero come pure le stazioni di irradiazione TV con i rispettivi canali.

T A B E L L A N° 5

Per coloro che desiderano dedicarsi alle trasmissioni dilettantistiche, indico, in questa tabella, i valori delle frequenze entro le quali essi devono sintonizzare il proprio trasmettitore per non disturbare le regolari trasmissioni delle stazioni di radiodiffusione.

Esistono, infatti, delle "BANDE" di frequenza entro le quali i dilettanti possono svolgere la loro attività. La tabella n° 6 raggruppa le frequenze estreme entro le quali deve avvenire la trasmissione dilettantistica.

T A B E L L A N° 6

In questa tabella sono indicate le lunghezze d'onda e le frequenze sulle quali effettuano la trasmissione alcune importanti stazioni estere, nella gamma delle onde medie ed onde corte.

GAMMA ONDE MEDIE			
Frequenza (kHz)	Lunghezza d'onda (metri)	Frequenza (kHz)	Lunghezza d'onda (metri)
500	600	1050	286
550	545	1100	273
600	500	1150	261
650	461	1200	250
700	429	1250	240
750	400	1300	231
800	375	1350	222
850	353	1400	214
900	333	1450	207
950	316	1500	200
1000	300		

Tab. 1

GAMMA ONDE CORTE E MEDIO-CORTE			
Frequenza (MHz)	Lunghezza d'onda (metri)	Frequenza (MHz)	Lunghezza d'onda (metri)
1,5	200	11	27,3
2	150	12	25
3	100	13	23,1
4	75	14	21,4
5	60	15	20
6	50	16	18,8
7	42,9	17	17,6
8	37,5	18	16,7
9	33,3	19	15,8
10	30	20	15

Tab. 2

ALFABETO GRECO					
FORMA		Pronuncia	FORMA		Pronuncia
Maiuscola	Minuscola		Maiuscola	Minuscola	
A	α	ALFA	N	ν	NETA
B	β	BETA	Ξ	ξ	XI
Γ	γ	GAMMA	Ο	ο	OMICRON
Δ	δ	DELTA	Π	π	PI
E	ε	EPSILON	Ρ	ρ	RO
Z	ζ	ZETA	Σ	σ	SIGMA
H	η	ETA	Τ	τ	TAU
Θ	θ	TETA	Υ	υ	IPSILON
I	ι	JOTA	Φ	φ	FI
K	κ	CAPPA	Χ	χ	CHI
Λ	λ	LAMBDA	Ψ	ψ	PSI
M	μ	MU	Ω	ω	OMEGA

Tab. 3

BANDE DILETTANTISTICHE

Denominazione			Frequenza MHz			Lunghezza d'onda metri		
Banda dei	160 metri	da 1,715	a	2	da 174,5	a	150	
" degli	80 "	da 3,5	"	4	da 85,7	"	75	
" dei	40 "	da 7	"	7,3	da 42,8	"	41	
" "	20 "	da 14	"	14,4	da 21,4	"	20,8	
" "	10 "	da 28	"	30	da 10,7	"	10	
" "	5 "	da 56	"	60	da 5,36	"	5	
" "	2,5 "	da 112	"	116	da 2,68	"	2,58	
" "	1,25 "	da 224	"	230	da 1,34	"	1,3	

Tab. 5

STAZIONI ESTERE

NAZIONE	kc/s	metri	NAZIONE	kc/s	metri	NAZIONE	kc/s	metri
ALGERIA						INGHILTERRA		
Algeri	980	306,1	Francoforte	593	505,9	■ Programma nazionale		
ANDORRA			Monaco	6190	48,49	North	692	434
Andorra	998	300,6	Amburgo e Langenberg	800	375	Scotland	889	370,8
	5980	50,17	Trasmittitore del Reno	971	308,9	Wales	881	340,5
AUSTRIA			Norimberga	1016	295,3	London	908	330,4
Salzburg	1250	240	LUSSEMBURGO	1602	187,3	West	1052	285,2
Linz	773	388,0	Lussemburgo (diurna)	233	1288	■ Programma leggero		
BELGIO			» (serale)	1439	208,5	Droitwich	200	1500
Bruxelles I (Francese)	620	483,9	MONTECARLO			Stazioni sincronizzate	1214	247,1
Bruxelles II (Fiammingo)	926	324	Montecarlo	1466	205	■ Programma onde corte		
FRANCIA				6035	49,71	ora 5,30 - 7,15	6195	48,43
■ Programma nazionale	710	422,5	NORVEGIA	7349	40,82	» 5,30 - 7,15	7230	41,49
Marseille I	863	347,6	Oslo (onde corte)	21670	13,85	» 7,00 - 8,30	9410	31,88
Paris I	1205	249,0	OLANDA			» 11,30 - 17,15	15110	19,85
Bordeaux I	1349	222,4	Hilversum I	746	402,1	» 11,30 - 17,15	15140	19,82
Gruppo sincronizzato			Hilversum II	1007	298	» 11,30 - 19,30	11945	25,12
■ Programma parigino			SPAGNA			» 19,00 - 22,00	7320	40,98
Lyon I	602	498,3	Barcellona	611	491	» 19,00 - 22,00	9410	31,88
Limoges I	791	379,3	Madrid	584	513,6	RADIO VATICANA		
Toulouse I	944	317,8	SVEZIA			Programmi quotidiani in lingua italiana		
Paris II - Marseille II	1070	280,4	Motala	191	1570,7	Ogni giorno:		
Lille I	1376	218,0	Hörby	1178	254,7	ore 14,30: Notiziario - m. 48,47; 31,10; 196; 304.		
Gruppo sincronizzato	1403	213,8	SVIZZERA			» 21: S. Rosario; - m. 196; 304.		
■ Programma "Inter.,			Beromuenster	529	567,1	» 21,15: Notiziario - Rubrica - Musica - m. 48,47;		
Nice I	1554	193,1	Monteceneri	557	538,6	31,10; 196; 304.		
Allouis	164	1829,3	Sottens	764	393	ore 9,00: Domenica: S. Messa Latina in collegamento		
GERMANIA						con la RAI - m. 48,47; 41,21; 31,10.		
Mühlacker - Stoccarda	575	521,7				» 17,30: Giovedì: Concerto - m. 41,21; 31,10; 25,67;		
						196.		
						» 17: Venerdì: Trasmissione per gli infermi - m.		
						48,47; 41,21; 31,10; 196.		

(36°)

CALCOLI SULLE ANTENNE

Lo scopo del presente Formulario è di fornire il mezzo per calcolare le caratteristiche principali di alcuni tipi di antenne, molto diffusi.

In ricezione, di solito, non ci si preoccupa di avere un'antenna di particolare efficienza, perchè la sensibilità dei moderni ricevitori è molto elevata; in trasmissione, invece, è indispensabile avere un'antenna adatta, per ottenere il massimo rendimento e quindi questo Formulario riuscirà particolarmente utile a coloro che desiderano dedicarsi alle trasmissioni dilettantistiche.

Lo sviluppo di questo Formulario, piuttosto abbondante, è giustificato dal fatto che, mentre di solito è facile trovare degli ottimi schemi di ricetrasmittitori, più difficile è l'avere a disposizione i calcoli relativi alle antenne.

D'altra parte un'antenna male accordata irradia una frazione pic-

cola della potenza generata dal trasmettitore e può rappresentare inoltre una fonte di disturbi per i radioascoltatori posti nelle vicinanze. ,

TIPI DI ANTENNE

Nelle formule che seguono si fa riferimento a due tipi fondamentali di antenne.

- 1) Antenna Hertziana o dipolo (Fig. 1).
- 2) Antenna Marconiana o semidipolo (Fig. 2). .

L'antenna Hertziana è accordata sulla mezza lunghezza d'onda, cioè la sua lunghezza in metri è circa uguale a metà della lunghezza di onda, espressa pure in metri, sulla quale avviene il funzionamento (Esempio $\lambda = 100$ mt. ($f = 3$ MHz) quindi $l = 50$ mt.).

Per lunghezze d'onda diverse da quella di accordo, il rendimento si riduce notevolmente.

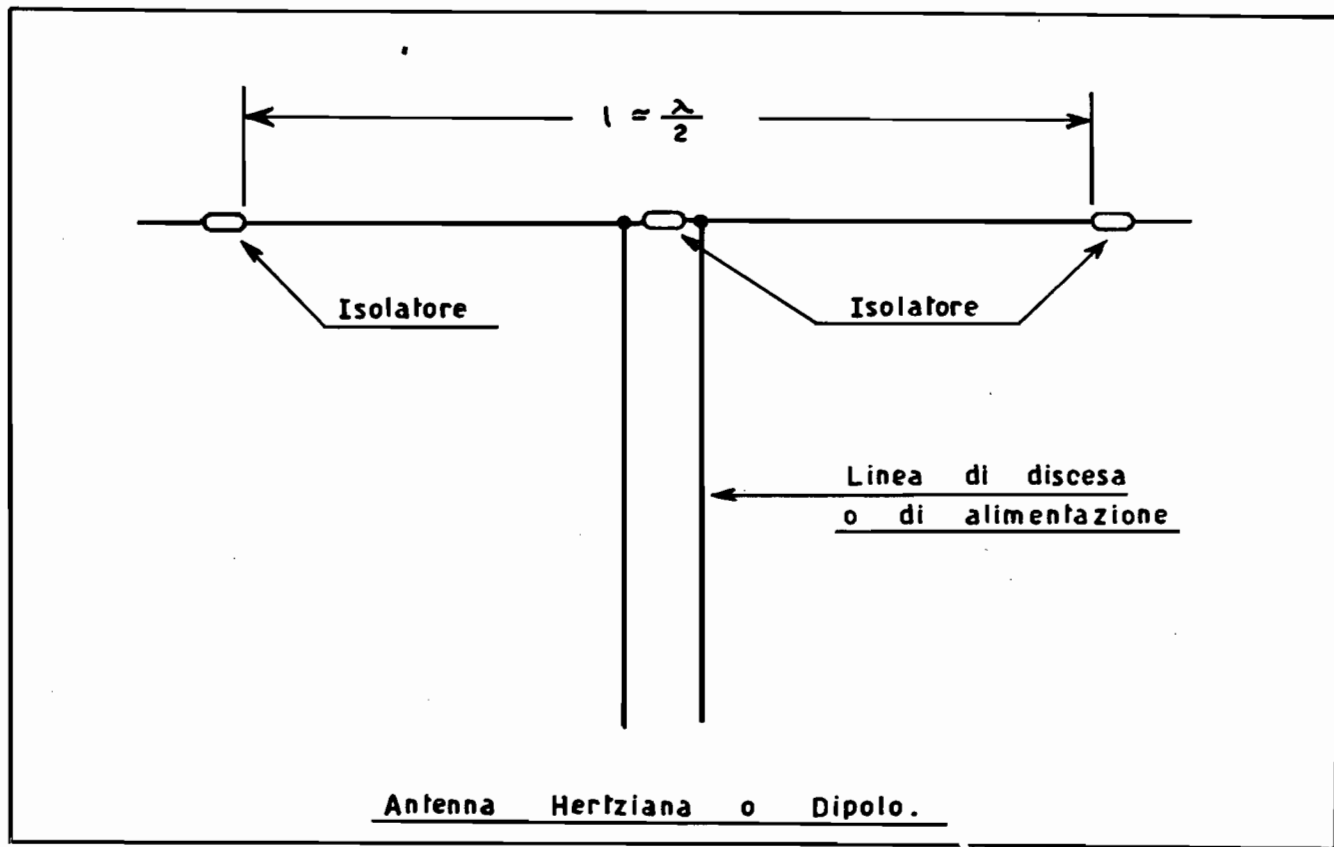


Fig. 1

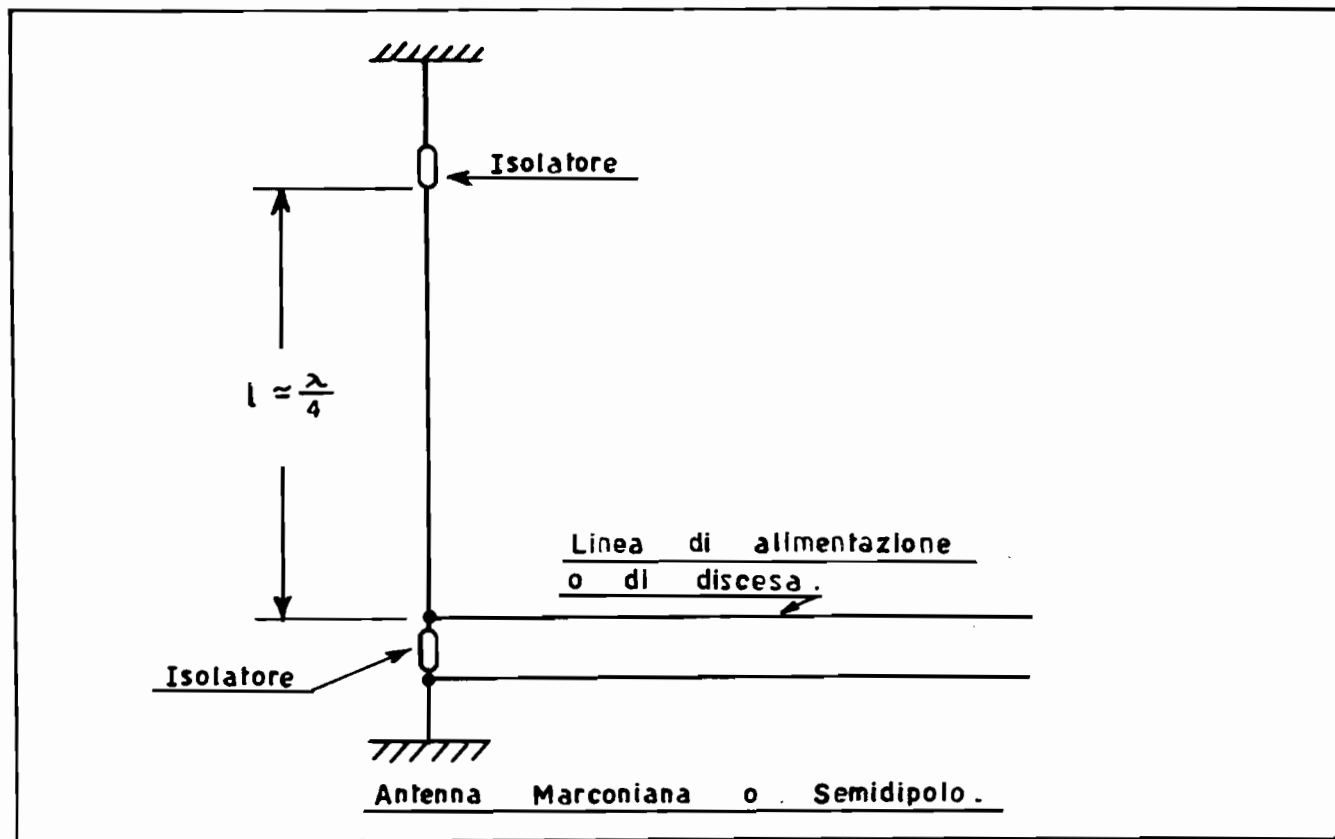


Fig. 2

L'antenna Marconiana è accordata su circa un quarto della lunghezza d'onda sulla quale deve lavorare.

L'alimentazione dell'antenna avviene mediante una linea collegata come è indicato nelle fig. 1 e 2.

Questa linea di alimentazione deve essere di lunghezza e dimensioni adatte, in rapporto alla frequenza dell'onda trasmessa.

Allo scopo di fornire un esempio, in fig. 3 e fig. 4 sono disegnate antenne con le relative linee di alimentazione e qualche dato pratico per la realizzazione.

Esaminiamo ora le formule.

Formula n° 83: CALCOLO DELLA LUNGHEZZA DI UN'ANTENNA HERTZIANA -

Com'è stato detto più sopra, l'antenna a dipolo dovrebbe essere pari a metà della lunghezza d'onda. In realtà il diametro del conduttore che si usa per costruire l'antenna influisce sulla lunghezza della stessa.

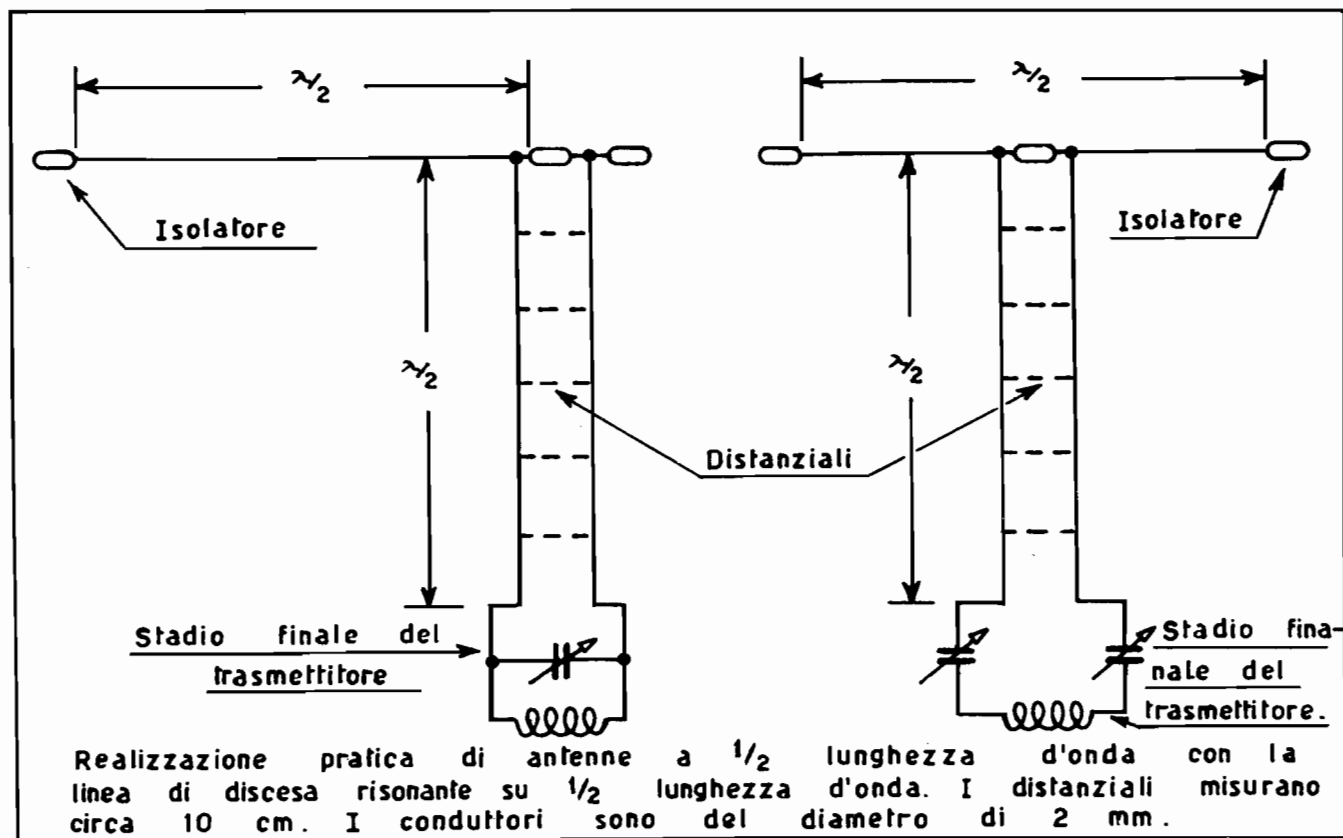


Fig. 3

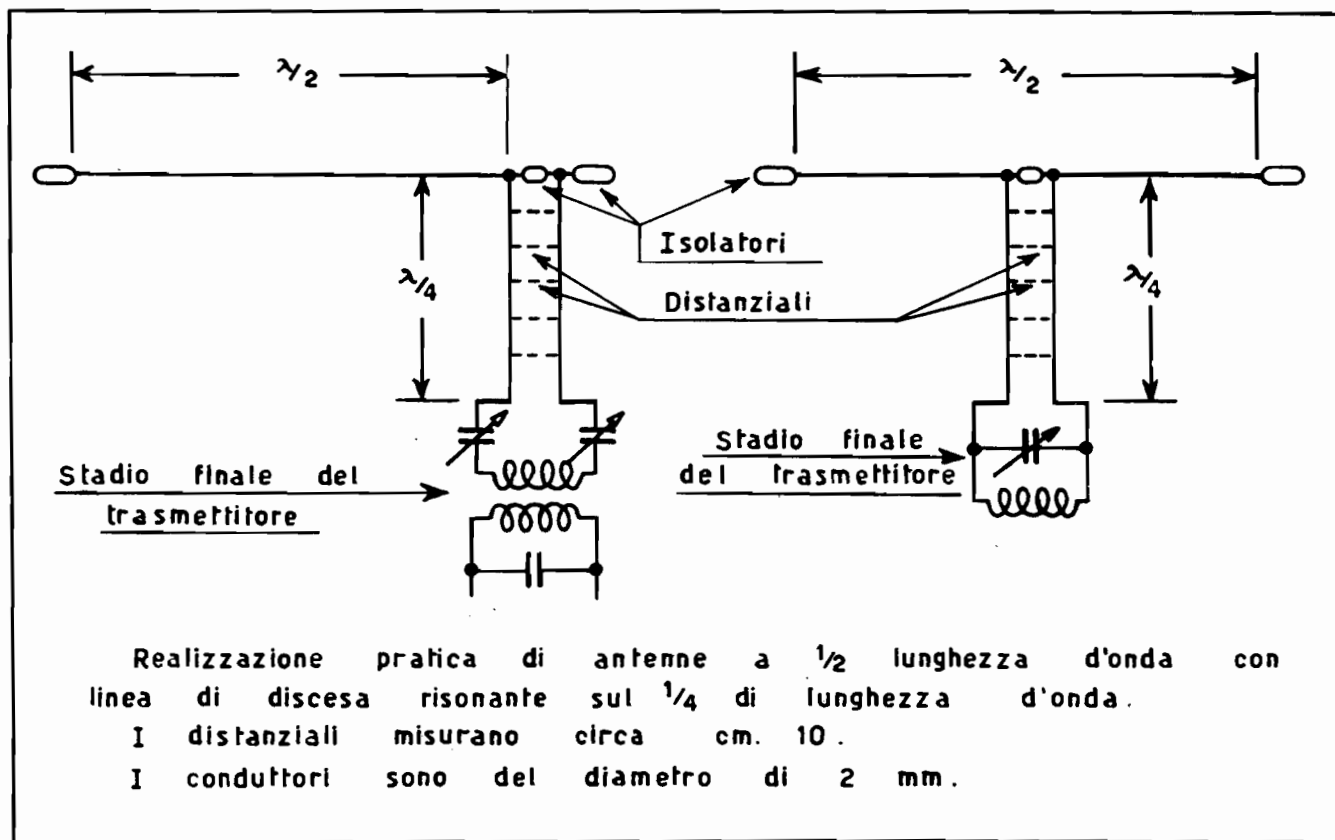


Fig. 4

La formula per il calcolo è perciò la seguente:

$$L = K \times \frac{\lambda}{2}$$

dove L = lunghezza totale del dipolo in metri

K = coefficiente che si deve ricavare dal grafico di fig. 5

λ = lunghezza d'onda in metri, sulla quale dovrà lavorare l'antenna.

Il valore di K dipende dal rapporto fra la mezza lunghezza d'onda ed il diametro del conduttore, e varia appunto come è indicato sul grafico.

Per eseguire il calcolo bisognerà quindi conoscere il diametro $\underline{d}$ del conduttore, dividere $\lambda/2$ per il valore di $\underline{d}$ espresso in metri e ricavare K dal grafico; quindi si applicherà la formula.

Esempio: Calcolare la lunghezza di un'antenna Hertziana, costruita con una trecciola di rame del diametro di 5 mm, e funzionante sul-

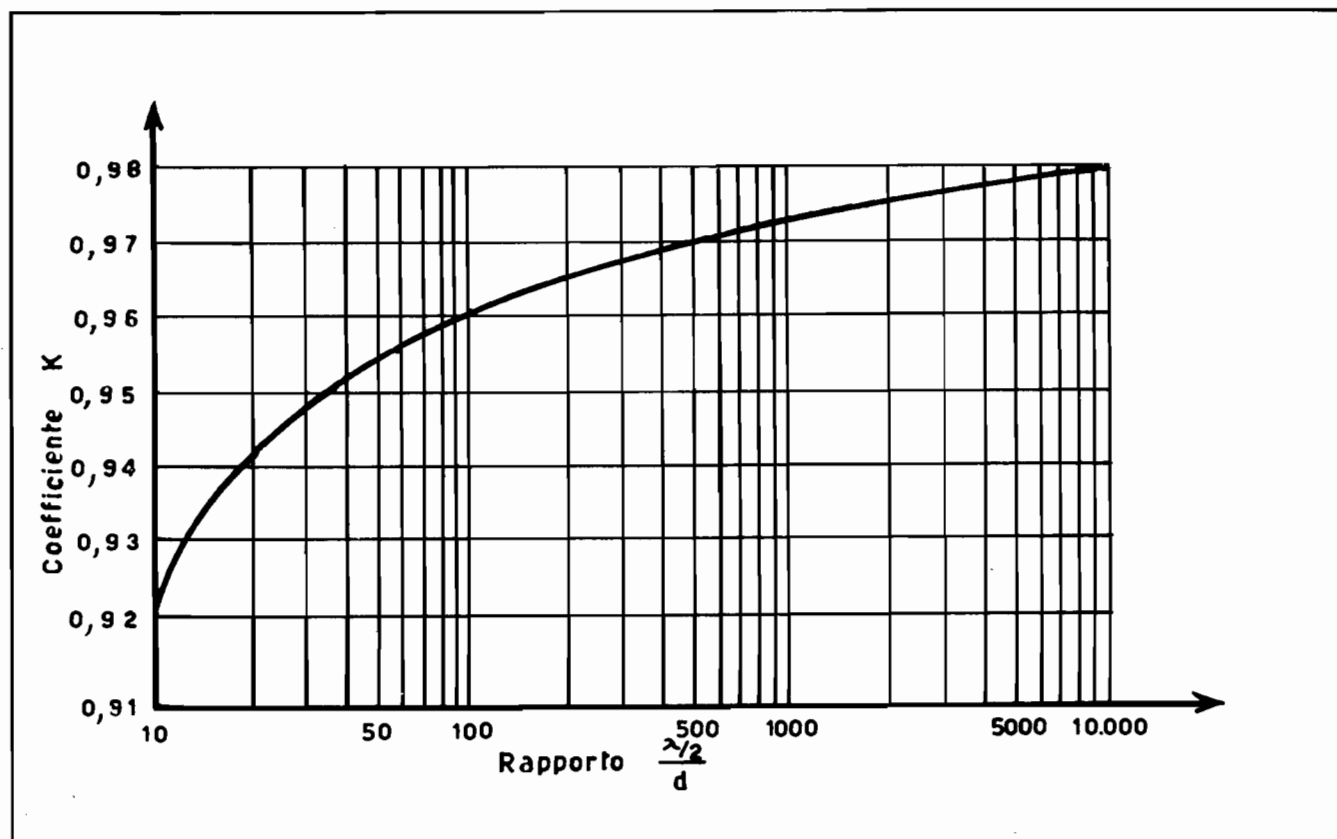


Fig. 5

la lunghezza d'onda di 40 metri.

SOLUZIONE: $d = 0,005$ metri, quindi il rapporto

$$\frac{\lambda/2}{d} = \frac{40/2}{0,005} = \frac{20}{0,005} = 4000$$

Dal grafico di fig. 5 si ottiene, per un valore di 4000 in ascissa, un valore di k uguale a 0,978.

La lunghezza totale dell'antenna sarà:

$$l = k \times \frac{\lambda}{2} = 0,978 \times \frac{40}{2} = 19,56 \text{ metri}$$

Formula n° 84: CALCOLO DELLA RESISTENZA D'IRRADIAZIONE DI UN'ANTENNA HERTZIANA -

Poichè un'antenna dissipa energia, irradiandola nel mezzo circostante, per conoscere la potenza irradiata è necessario misurare la cor-

rente che circola nell'antenna e conoscere la RESISTENZA D'IRRADIAZIONE dell'antenna stessa.

Infatti quando l'antenna irradia energia, si comporta, grosso modo, come una resistenza, il cui valore sarà dato dalla formula seguente:

$$R_1 = 790 \times \left(\frac{\alpha \times L}{\lambda} \right)^2$$

dove R_1 = resistenza d'irradiazione in ohm

α = coefficiente che dipende dalla forma dell'antenna e che nel nostro caso (dipolo lontano da terra) è 0,637

L = lunghezza totale del dipolo in metri

λ = lunghezza d'onda sulla quale lavora l'antenna, in metri.

Esempio: Un dilettante dopo aver costruito l'antenna descritta nel precedente esempio ($\lambda = 40$ metri), vuole conoscere il valore della resistenza di irradiazione dell'antenna.

SOLUZIONE:

$$L = 19 \text{ mt.}$$

$$\lambda = 40 \text{ mt.}$$

$$\begin{aligned} R_1 &= 790 \times \left(\frac{\lambda L}{\lambda} \right)^2 = 790 \times \left(\frac{0,637 \times 19}{40} \right)^2 = 790 \times \left(\frac{12,1}{40} \right)^2 = \\ &= 790 \times (0,304)^2 = 790 \times (0,304 \times 0,304) = 790 \times 0,092 = \\ &= 72,7 \, \Omega \approx 73 \, \Omega. \end{aligned}$$

Di solito la resistenza d'irradiazione di un dipolo è compresa fra 72 Ω e 76 Ω .

Formula n° 85: CALCOLO DELLA POTENZA IRRADIATA DA UN'ANTENNA HERTZIANA

Conoscendo la resistenza di irradiazione e misurando, mediante uno

strumento adatto (amperometro a termocoppia), il valore efficace della corrente nell'antenna, si hanno i dati necessari per calcolare la potenza irradiata.

Si applicherà quindi una formula simile a quella impiegata per calcolare la potenza dissipata nelle normali resistenze:

$$P = R_i \times I^2$$

dove P = potenza irradiata in Watt

R_i = resistenza d'irradiazione dell'antenna calcolata mediante la formula precedente, in ohm.

I = corrente efficace nell'antenna misurata nelle normali condizioni di lavoro, in Amper.

Esempio: Il dilettante dell'esercizio precedente, dopo aver calcolato la resistenza d'irradiazione della propria antenna, ne ha misurato la corrente ed ha trovato il valore 0,5 Amper. Egli desidera ora conoscere la potenza irradiata.

SOLUZIONE:

$$R_i = 73 \, \Omega$$

$$I = 0,5 \, A$$

$$P = R_i \times I^2 = 73 \times (0,5)^2 = 73 \times (0,5 \times 0,5) = 73 \times 0,25 = 17,9 \, W.$$

Formula n° 86: CALCOLO DELL'INTENSITA' DEL CAMPO CREATO DA UN'ANTENNA-

L'energia irradiata da una qualsiasi antenna determina la formazione di un campo elettromagnetico. Nello spazio circostante all'antenna esisteranno delle onde elettromagnetiche la cui intensità, in un punto qualsiasi, sarà calcolabile, approssimativamente, mediante la presente formula:

$$F = \frac{7 \times \sqrt{W}}{1.000.000 \times d}$$

dove F = intensità del campo elettromagnetico, misurata in millivolt per metro

d = distanza del punto considerato dall'antenna, espresso in Km

W = potenza irradiata dall'antenna in Watt.

Esempio: Determinare l'intensità del campo, a 10 Km di distanza, prodotta da un trasmettitore che irradia la potenza di 16 Watt.

SOLUZIONE:

$$F = \frac{7 \times \sqrt{16}}{1.000.000 \times 10} = \frac{7 \times 4}{1.000.000 \times 10} = \frac{28}{10.000.000} = \frac{2,8}{1.000.000} =$$

$$= 0,0028 \mu\text{Volt/m}$$

Formula n° 87: CALCOLO DELLA LUNGHEZZA DI UN'ANTENNA MARCONIANA -

Questa formula è simile a quella già descritta per il calcolo della lunghezza di un dipolo:

$$L = K \times \frac{\lambda}{4}$$

dove L = lunghezza totale del semidipolo in metri

K = coefficiente che si deve ricavare dal grafico di fig. 5

λ = lunghezza d'onda in metri sulla quale dovrà lavorare l'antenna.

Formula n° 88: CALCOLO DELLA RESISTENZA D'IRRADIAZIONE DI UN'ANTENNA MARCONIANA -

Anche questa formula ripete, con piccole varianti, la formula già data per il dipolo:

$$R_i = 1580 \times \left(\frac{\lambda \times L}{\lambda} \right)^2$$

dove R_i = resistenza di irradiazione in ohm

= coefficiente che dipende dalla forma dell'antenna e che nel nostro caso (semidipolo lontano da terra) è 0,637

L = lunghezza totale del semidipolo, in metri

λ = lunghezza d'onda sulla quale lavora l'antenna in metri.

Formulà n° 89: CALCOLO DELLA POTENZA IRRADIATA DA UN'ANTENNA MARCONIA-
NA -

Vale per questa formula quanto detto per la formula corrispondente sul dipolo.

$$P = R_i \times I^2$$

dove P = potenza irradiata in Watt

R_i = resistenza di irradiazione, in ohm, calcolata mediante la formula precedente

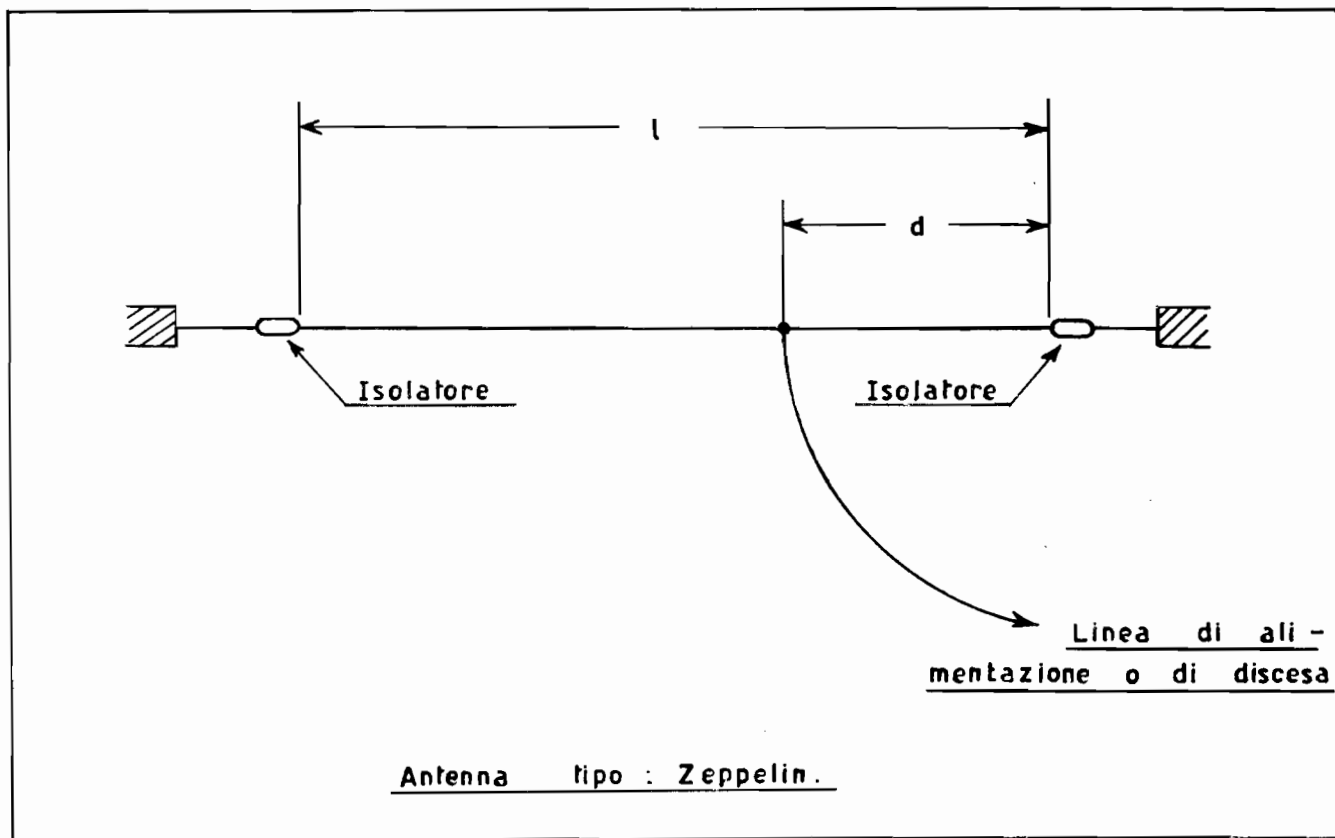


Fig. 6

I = corrente efficace nell'antenna, misurata nelle normali condizioni di lavoro, in Amper.

CALCOLO DI UN'ANTENNA TIPO ZEPPELIN

L'antenna tipo Zeppelin (fig. 6) è un'antenna accordata sulla metà della lunghezza d'onda, ed è un tipo di antenna molto in uso fra i dilettanti che lavorano sulle gamme dei 20, 40, 80 mt.

Per la sua semplicità e per la sua facile messa a punto, è preferita agli altri tipi.

Il cavo d'alimentazione è fatto con un solo filo di circa $2 \div 3$ mm di diametro.

Il punto di collegamento del cavo si trova ad una distanza $\underline{d}$ da un estremo dell'antenna; questa distanza deve essere calcolata mediante la tabella di fig. 7.

In questa tabella sono disposti, su tre colonne, i seguenti valori:

F	L	d	F	L	d
kHz	mt.	mt.	kHz	mt.	mt.
3500	40,69	14,72	14000	10,18	3,68
3600	39,54	14,22	14100	10,10	3,65
3700	38,53	14,07	14200	10,03	3,62
3800	37,49	13,56	14300	9,96	3,59
3900	36,52	13,18	14400	9,89	3,55
3950	35,01	13,00			
4000	35,01	12,85	28000	5,09	1,84
			28500	5,00	1,80
			29000	4,92	1,78
7000	20,34	7,36	29500	4,84	1,75
7050	20,20	7,30	30000	4,76	1,73
7100	20,06	7,24			
7150	19,91	7,19	56000	2,54	0,92
7200	19,77	7,11	57000	2,50	0,90
7250	19,66	7,08	58000	2,45	0,88
7300	19,50	7,06	59000	2,41	0,87
			60000	2,37	0,86

Tab. 7

- 1) - FREQUENZA DI LAVORO IN kHz.
- 2) - LUNGHEZZA TOTALE DELL'ANTENNA IN METRI
- 3) - DISTANZA, IN METRI, FRA IL COLLEGAMENTO PER L'ALIMENTAZIONE ED UN ESTREMO DELL'ANTENNA.

Il campo, per cui sono stati calcolati i valori, è quello di normale impiego per questo tipo di antenna in relazione alle bande di frequenze per dilettanti.

Antenne di lunghezza maggiore di quelle indicate dalla tabella non sono più di costruzione dilettantistica e per le frequenze elevate si preferisce ricorrere ai dipoli.

Se si desidera calcolare l'antenna per una frequenza intermedia, fra quelle indicate, è sufficiente scegliere per L e d, un valore intermedio.

Esempio: Determinare la lunghezza di un'antenna Zeppelin e la relativa presa per funzionare sulla frequenza di 14,1 MHz.

SOLUZIONE: Nella tabella si ricava immediatamente:

$$L = 10,10 \text{ mt}$$

$$d = 3,65 \text{ mt}$$

Esempio: Determinare la lunghezza di un'antenna Zeppelin, e la relativa presa, per funzionare sulla frequenza di 16,6 MHz.

SOLUZIONE: Questo valore non è calcolato nella tabella. Il valore inferiore più vicino è 14,4 MHz al quale corrispondono:

$$L = 9,89 \text{ mt}$$

$$d = 3,55 \text{ mt}$$

Si farà:

$$\frac{14,4}{16,6} = 0,867$$

e quindi, per la frequenza desiderata, avremo:

$$L = 9,89 \times 0,867 = 8,56 \text{ mt}$$

$$d = 3,55 \times 0,867 = 3,08 \text{ mt}$$

Analogo procedimento si può usare per qualsiasi valore intermedio, scegliendo sempre, come punto di partenza per il calcolo, il valore indicato sulla tabella, immediatamente inferiore a quello richiesto.

(38')

Alcuni particolari tipi di induttanza per A.F. e B.F. di uso comune, non sono facilmente calcolabili con le formule fornite in precedenza, a causa della forma particolare del sistema di bobinatura oppure delle condizioni di lavoro.

Nel presente Formulario Le fornisco perciò le indicazioni necessarie per ottenere, nel modo più rapido e semplice, le caratteristiche di queste induttanze.

I risultati che si ottengono con le tabelle che Le riporto sono sufficienti per i normali usi pratici.

Nella prima parte si considerano le induttanze per A.F. in aria, nella seconda le induttanze per B.F., con nucleo di ferro, percorse contemporaneamente dalla corrente continua ed alternata.

CALCOLO DI BOBINE D'INDUTTANZA PER A.F. DI TIPO PARTICOLARE

E' noto che una bobina d'induttanza per A.F. può essere semplicemente cilindrica, oppure a fondo di paniere od anche avvolta a nido d'ape.

Il filo impiegato può essere del tipo normale smaltato, oppure del tipo Litz.

Per le bobine cilindriche ed a fondo di paniere sono già state fornite le relative formule, ora Le indicherò il mezzo per poter calcolare le bobine avvolte a nido d'ape.

Per rendere semplice il calcolo, si sono considerati cinque soli tipi determinati di bobine, con dimensioni del supporto e d'ingombro ben definite così da ridurre al minimo le variabili ed ottenere un rapido risultato.

Dovendo costruire una bobina di induttanza determinata, Lei sceglierà perciò fra questi tipi quello che più si adatta alle Sue necessità.

BOBINA TIPO A - Questa bobina, disegnata in fig. 1, si presta

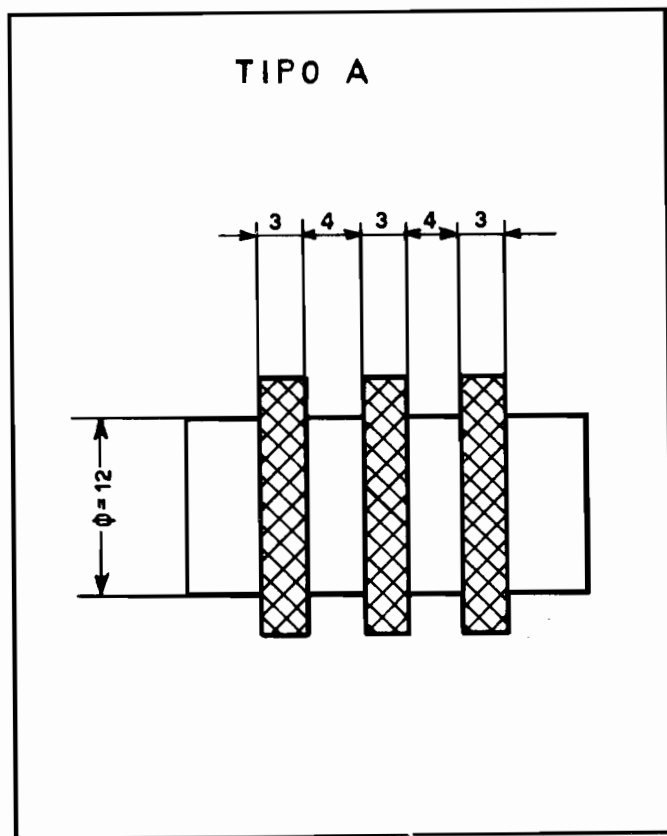


Fig. 1

particolarmente ad essere impiegata come impedenza per A.F. con piccola capacità distribuita.

Essa è composta da tre avvolgimenti distinti, costruiti l'uno di fianco all'altro, ed è formata da filo Litz di tipo 8 x 0,07 o simile.

In fig. 2 è disegnato un grafico che permette di conoscere l'induttanza di una bobina di questo tipo in funzione del numero delle spire o viceversa.

BOBINA TIPO B - E' questa una bobina di uso generico nei circuiti di A.F. e M.F., con piccola capacità distribuita.

Anche per questa bobina è necessario impiegare filo Litz del

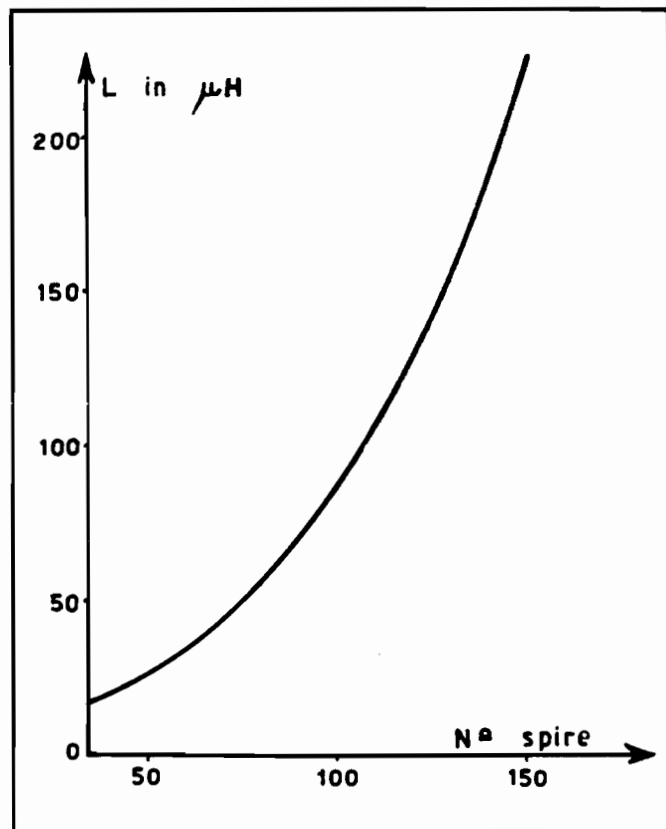


Fig. 2

tipo 8 x 0,07 o simile.

La fig. 3 rappresenta la bobina e le sue dimensioni obbligate, mentre in fig. 4 è disegnato il grafico per ottenere il valore dell'induttanza dal numero delle spire e viceversa.

BOBINA TIPO C - E' di forma simile al tipo B ed è costruita sullo stesso supporto, però, a parità di induttanza con la precedente, presenta un minor ingombro sul diametro (maggior lunghezza) (fig. 5).

Il valore dell'induttanza in funzione delle spire lo si può ottenere dal grafico di fig. 6.

Il filo Litz è, al solito,

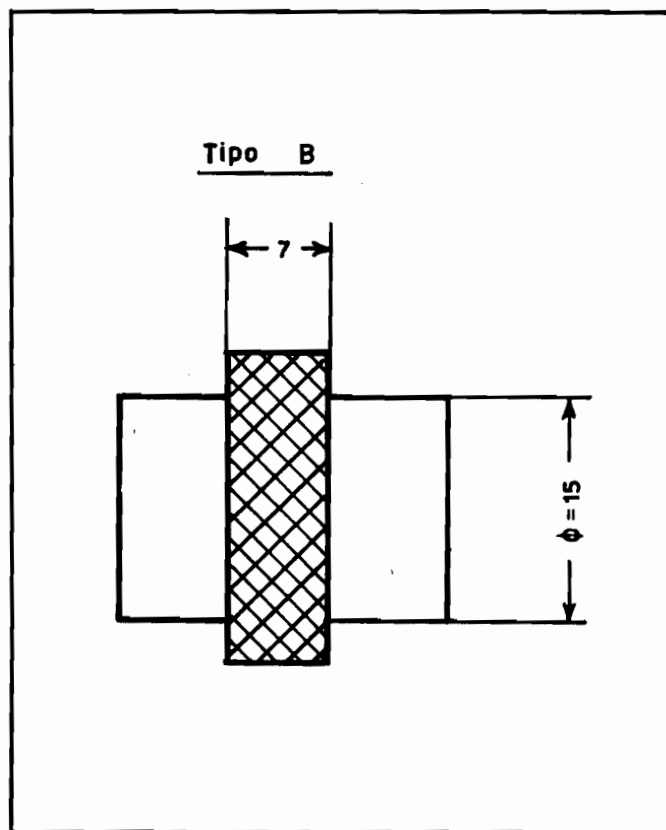


Fig. 3

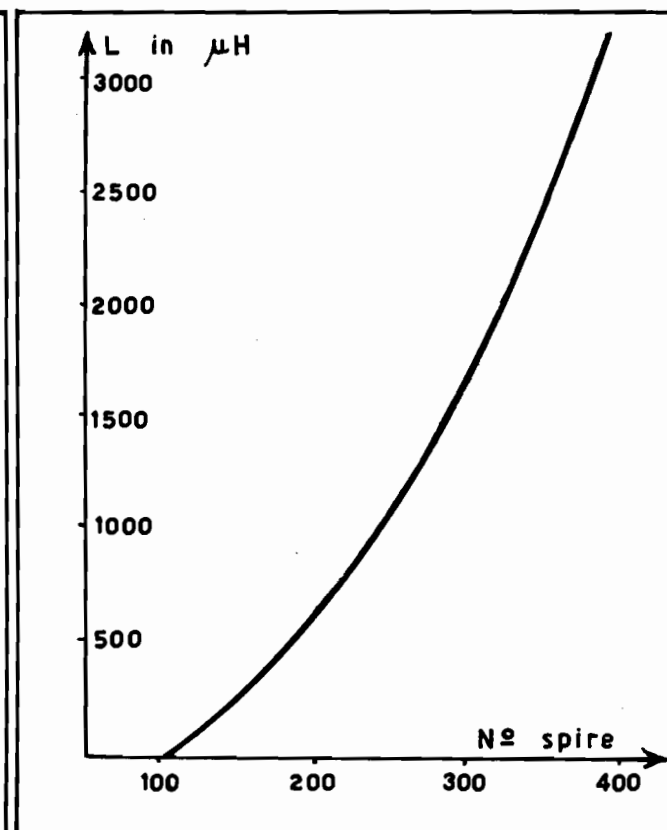


Fig. 4

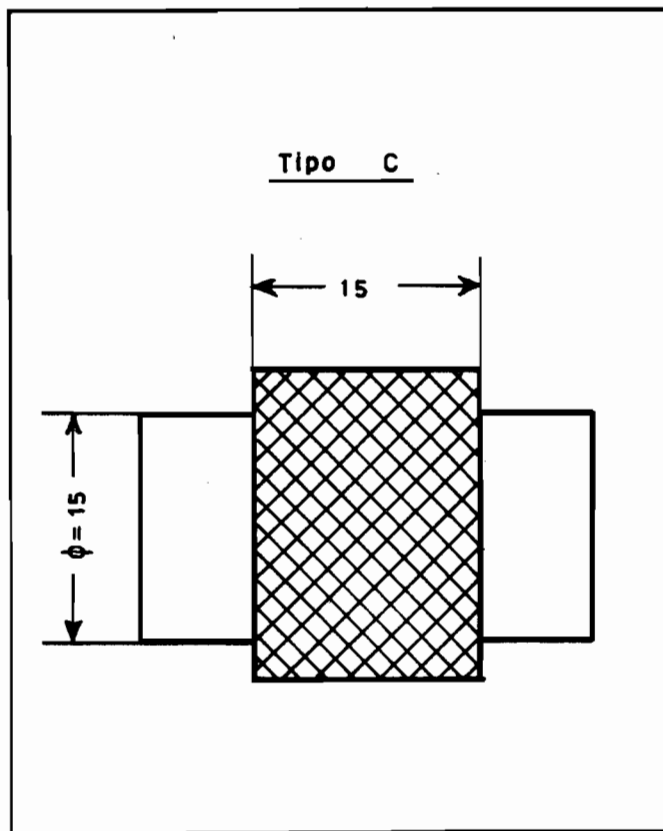


Fig. 5

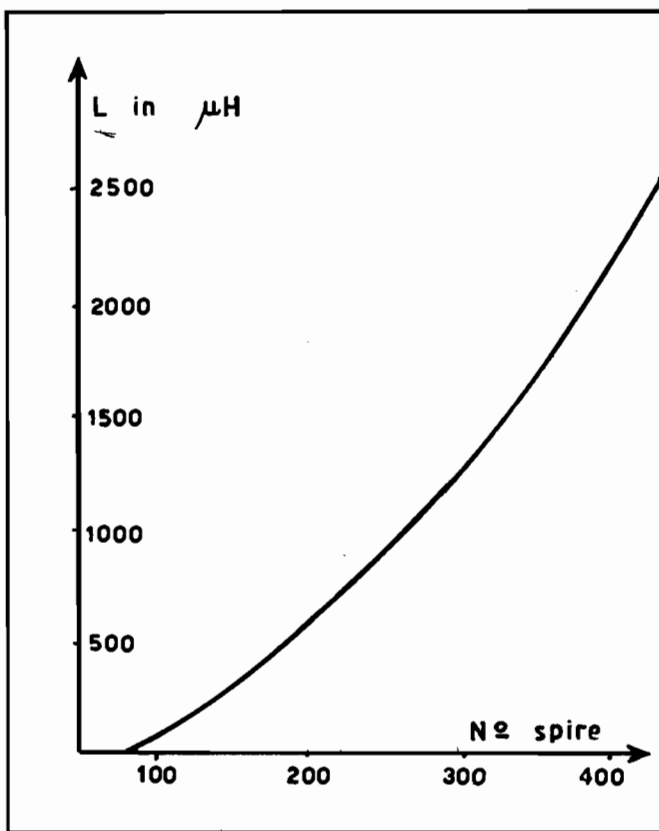


Fig. 6

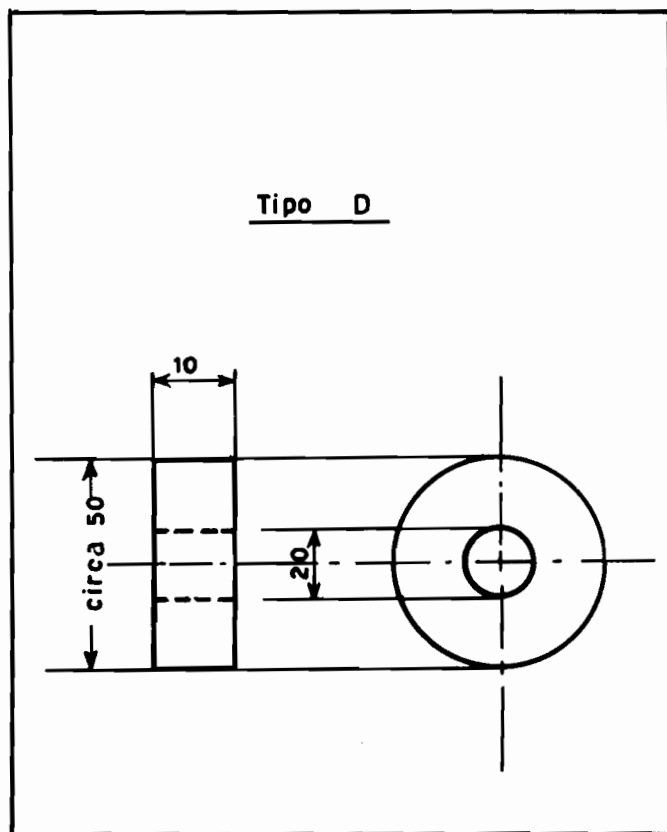


Fig. 7

di tipo 8 x 0,07 mm.

BOBINA TIPO D - Questa bobina, sempre del tipo a nido d'ape, è impiegata essenzialmente come impedenza di A.F. sui circuiti anodici dei tubi e può portare una corrente continua massima di circa 40 mA usando del filo di 0,12 mm di diametro con copertura in doppia seta.

La fig. 7 indica quali siano le dimensioni obbligate per ottenere i valori indicati nel grafico di fig. 8.

Poichè nell'impiego abituale di questa bobina è utile conoscere il valore della resistenza offerta dalla bobina al passaggio della corrente continua, nello stesso grafico di fig. 8

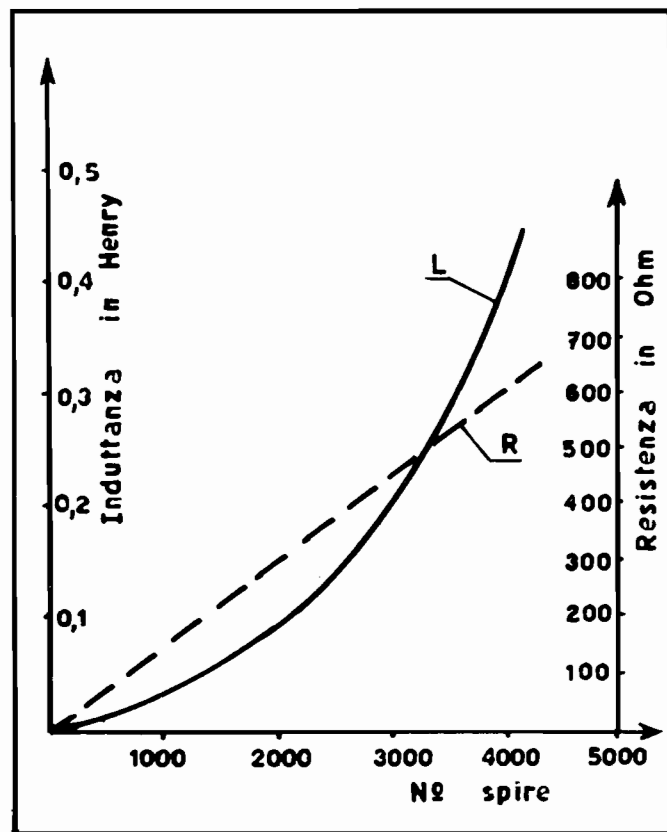


Fig. 8

è riportata una seconda curva indicata con R, mediante la quale si può conoscere, in funzione del numero delle spire, il valore della resistenza in ohm, letto sulla scala a destra del grafico.

BOBINA TIPO E - Ciò che è stato detto per la bobina tipo D vale pure per questa.

La differenza sostanziale sta nelle maggiori dimensioni che ha questo tipo rispetto al precedente e quindi alla induttanza più elevata che si potrà raggiungere.

Anche la capacità parassita aumenta in questo caso, quindi il suo impiego è limitato a frequenze non troppo elevate.

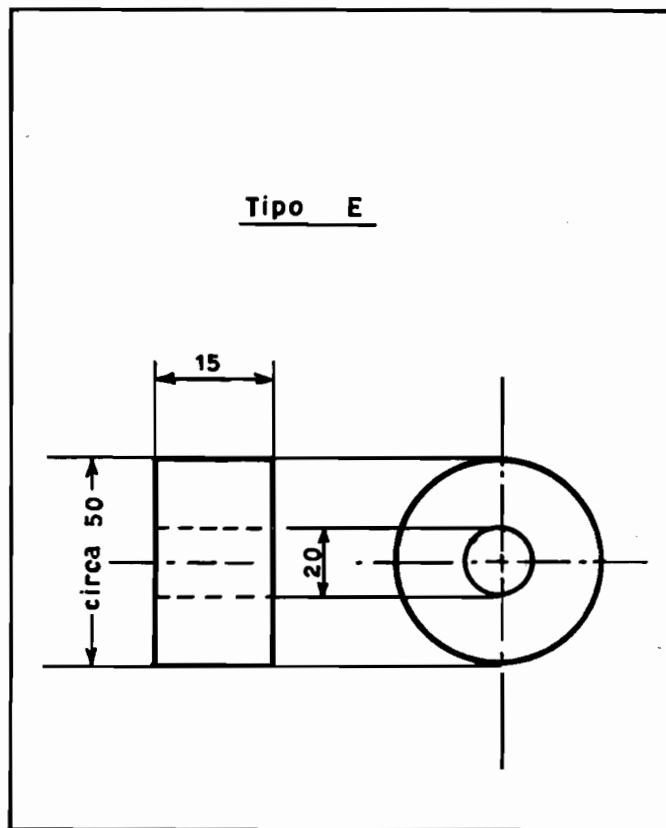


Fig. 9

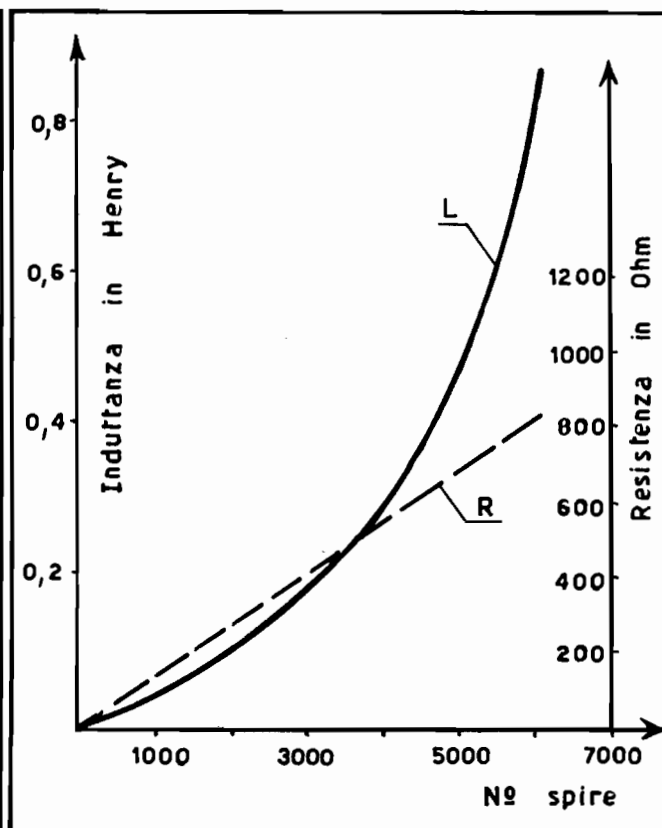


Fig. 10

La fig. 9 rappresenta questo tipo di bobina, mentre nel grafico di fig. 10 sono disegnate le curve da adottare per il calcolo.

NOTE VALIDE PER TUTTE LE BOBINE DESCRITTE

Nelle bobine indicate, come d'altra parte in tutte le bobine, il campo di utilizzazione è quello che sta al disotto della frequenza sulla quale avviene la risonanza della bobina per effetto dell'induttanza propria e della capacità dispersa.

Le dimensioni indicate nelle figure devono essere rispettate perchè siano validi i grafici disegnati.

Il diametro massimo delle bobine dipende dal numero delle spire e dal tipo di filo impiegato.

Perchè il valore dell'induttanza sia effettivamente quello che si desidera è bene che il tipo di filo adoperato sia quello indicato, oppure sia poco diverso.

Variando il passo dell'avvolgimento a nido d'ape non si hanno va-

riazioni eccessive dell'induttanza, ma è preferibile tenere un solo incrocio per giro.

Dovendo usare le bobine su frequenze molto elevate è bene impiegare supporti di buona qualità per avere basse perdite.

ESEMPIO:

Si desidera costruire una bobina per un circuito oscillatorio la cui induttanza sia di 1 mH.

SOLUZIONE:

Il tipo normale di bobina è quello indicato con B. Poichè $1 \text{ mH} = 1.000 \text{ } \mu\text{H}$, sul grafico di fig. 4 si può rilevare che per ottenere 1000 μH sono necessarie circa 265 spire.

Il filo da usare è il filo Litz tipo 8 x 0,07 od un tipo con sezione equivalente.

Bisogna ricordare che il filo Litz è tanto migliore quanto maggiore è il numero dei fili che lo compongono.

Il problema inverso (dato il numero delle spire trovare l'indut-

tanza) si può anche presentare e la sua soluzione è altrettanto semplice.

INDUTTANZE DI B.F. PER FILTRO SUI RADDRIZZATORI

Il calcolo di queste induttanze non è molto facile da eseguire a causa della difficoltà di poter determinare con precisione il valore della permeabilità del ferro quando l'avvolgimento è percorso da corrente continua.

Infatti nelle induttanze usate per filtrare la corrente continua degli alimentatori passano insieme la corrente continua e la componente alternativa che costituisce il ronzio.

Per ridurre quest'ultimo al minimo è necessario che il valore dell'induttanza sia il più elevato possibile, però la corrente continua provoca una saturazione del nucleo e riduce quindi il valore dell'induttanza.

E' necessario perciò, per ridurre questo effetto di saturazione, disporre i lamierini in modo che nel nucleo esista un TRAFERRO (cioè

un intervallo d'aria) e quindi l'induzione nel nucleo non assuma valori eccessivi.

Questo si può ottenere facilmente se i lamierini sono del tipo con giogo separato, come quelli disegnati nelle figure che seguono.

L'ampiezza del traferro dipende dal valore della corrente continua, dalle dimensioni del nucleo e dal numero delle spire.

Per rendere facile la costruzione di queste induttanze ed evitare calcoli complessi, su questo Formulario sono riportate alcune tabelle nelle quali sono indicate le dimensioni dei vari elementi componenti.

La scelta del tipo d'induttanza dipende dal valore della corrente continua che deve passare nella bobina e dal valore dell'induttanza.

Per la costruzione si fa uso di lamierini la cui forma sia quella indicata dalle figure (od almeno simile) e che abbiano le dimensioni segnate sulle figure stesse.

Per ottenere il traferro necessario s'infilano i lamierini, dentro alla bobina, tutti nello stesso senso e la misura del traferro la si determina mediante opportuni spessori di carta o cartoncino.

Le bobine, così costruite, devono essere bloccate saldamente mediante serrapacchi.

I tipi di lamierini più adatti sono:

TIPO A - disegnato in fig. 11

Serve per costruire bobine atte a sopportare correnti continue da 5 mA a 50 mA e la cui induttanza può variare da 170 H a 1,3 H.

In fig. 12 vi è la tabella corrispondente.

TIPO B - disegnato in fig. 13

Utilizzabile per correnti continue da 50 a 100 mA con induttanza compresa fra 25 H e 2,2 H.

La tabella corrispondente è in fig. 14.

Lamierino tipo A

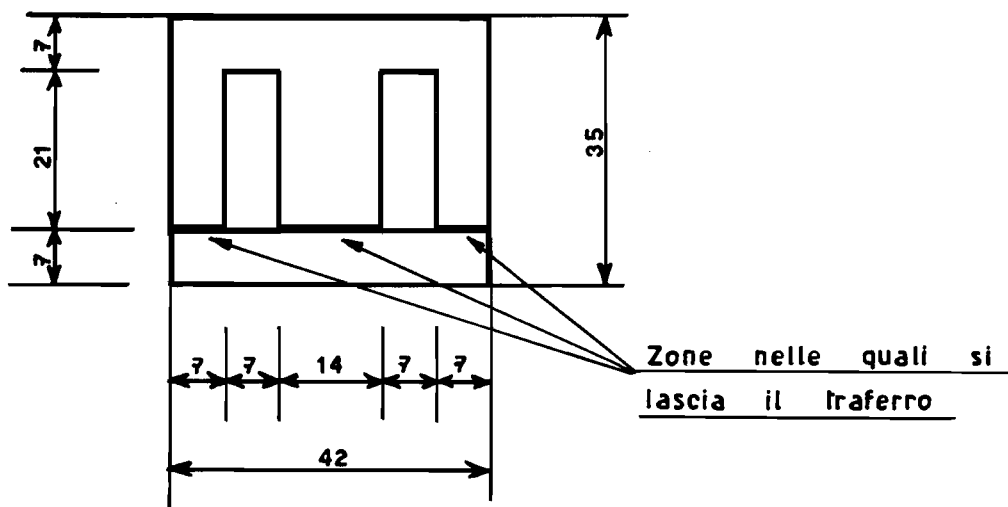


Fig. 11

TABELLA PER LAMIERINO TIPO A						
L	I	T	P	S	D	R
H	mA	mm	mm	N	mm	Ω
170	5	senza	28	12.000	0,06	5.600
40	10	"	28	5.600	0,09	1.250
24	25	0,06	28	5.600	0,09	1.250
6	50	0,08	28	2.900	0,13	290
5	30	senza	28	2.000	0,16	133
1,3	50	"	28	950	0,22	34

Fig. 12

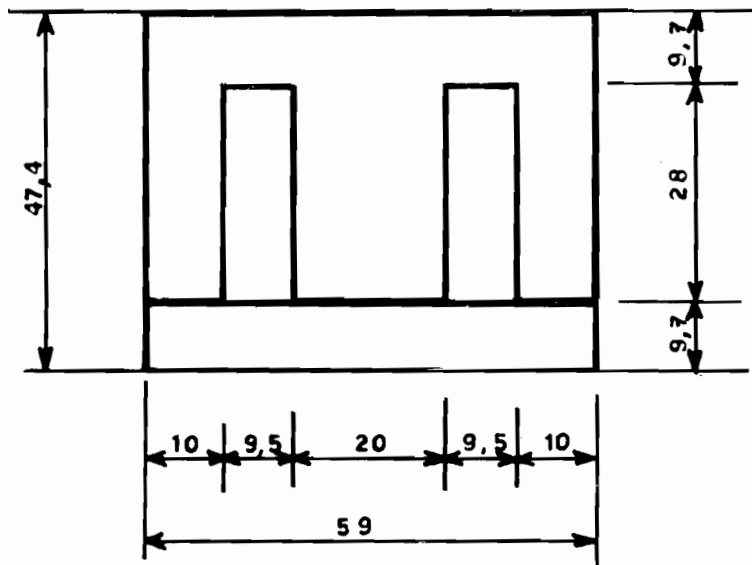
Lamierino tipo B

Fig. 13

TABELLA PER LAMIERINO TIPO B						
L	I	T	P	S	D	R
H	mA	mm	mm	N	mm	Ω
25	50	0,17	28	5.300	0,13	700
10	80	0,19	28	3.600	0,16	320
4,7	80	0,09	28	1.900	0,22	88
6,8	100	0,19	28	2.850	0,18	200
5,2	100	0,14	28	2.300	0,20	150
2,2	100	0,06	28	1.200	0,28	35

Fig. 14

TIPO C - disegnato in fig. 15

Utilizzabile entro il campo da 100 mA a 220 mA e da 13 H a 2,2 H.

La tabella corrispondente è in fig. 16

TIPO D - disegnato in fig. 17

Adatto alle correnti continue da 180 a 400 mA e da 21 H a 1,85 H.

La tabella corrispondente è in fig. 18.

Il significato delle diverse colonne è il seguente:

- 1) - L = INDUTTANZA (H = henry) valore delle induttanze che la bobina presenta nelle normali condizioni di lavoro.
- 2) - I = CORRENTE (mA = milliamper) valore della corrente continua che circola normalmente nella bobina.
- 3) - T = TRAFERRO (mm = millimetri) distanza fra le due parti del lamierino (corpo e giogo).

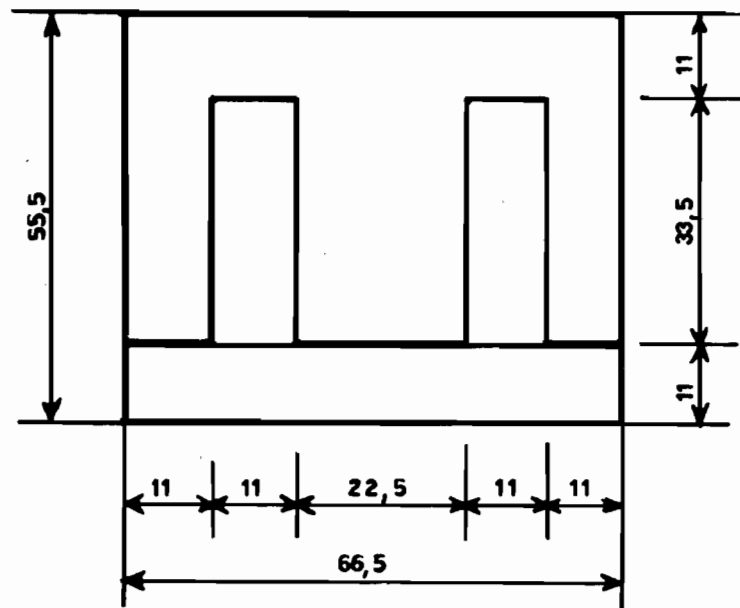
Lamierino tipo C

Fig. 15

TABELLA PER LAMIERINO TIPO C						
L	I	T	P	S	D	R
H	mA	mm	mm	N	mm	Ω
13	100	0,26	38	3.800	0,18	315
4,5	100	0,09	38	1.650	0,28	56
8,3	130	0,29	38	3.100	0,20	210
5,4	150	0,24	38	2.380	0,23	120
2,9	190	0,20	38	1.650	0,28	50
2,2	220	0,20	38	1.450	0,30	43

Fig. 16

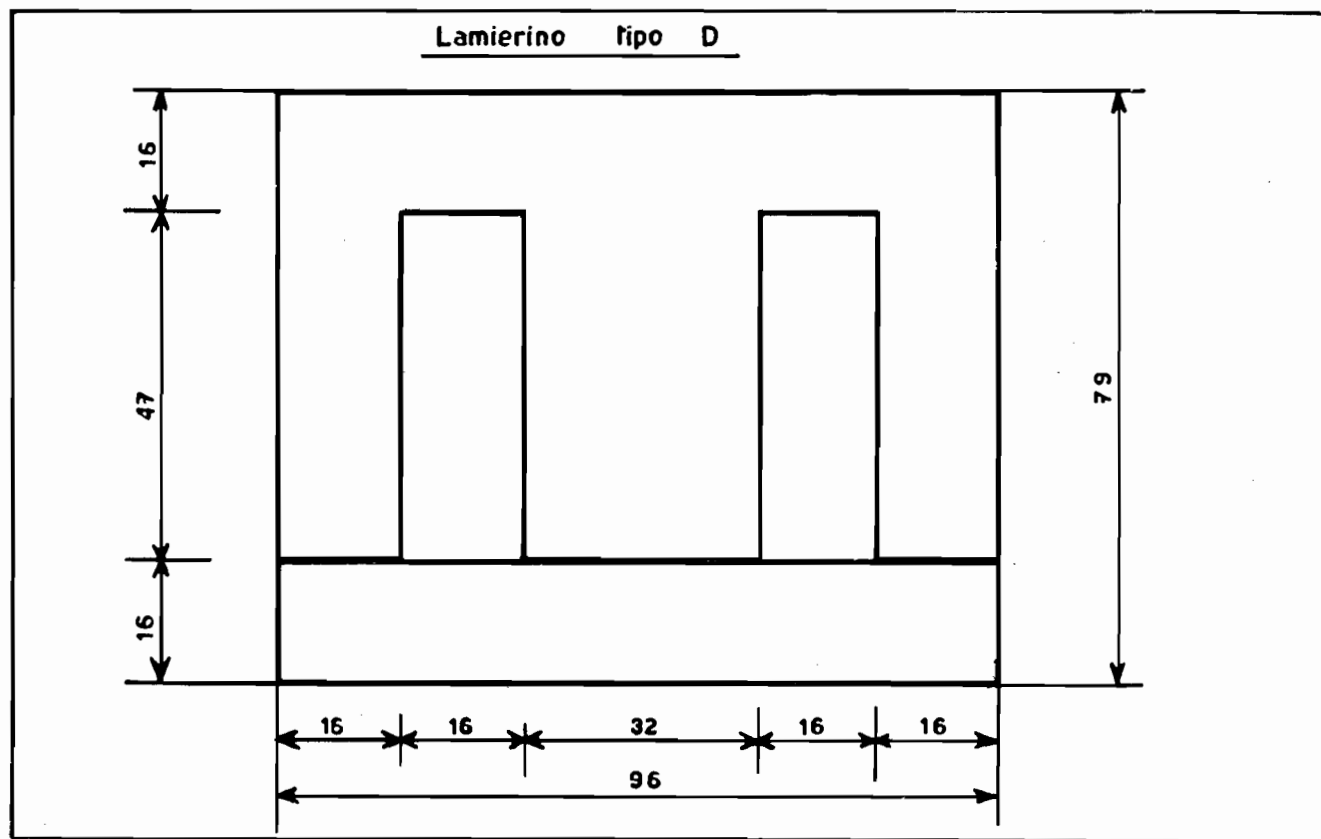


Fig. 17

TABELLA PER LAMIERINO TIPO D						
L	I	T	P	S	D	R
H	mA	mm	mm	N	mm	Ω
21	180	0,75	38	5.000	0,25	300
13,5	220	0,75	38	4.000	0,28	95
10	260	0,80	38	3.500	0,30	148
6,6	300	0,70	38	4.750	0,35	86
3,4	350	0,45	38	1.750	0,45	33
1,85	400	0,30	38	1.150	0,55	15

Fig. 18

- 4) - P = PACCO (mm = millimetri) spessore del pacco dei lamierini.
- 5) - S = SPIRE - numero delle spire necessarie.
- 6) - D = DIAMETRO (mm = millimetri) diametro del filo che si deve impiegare.
- 7) - R = RESISTENZA (Ω = ohm) resistenza ohmica della bobina.

Per tutti i lamierini indicati s'intende che il materiale deve essere ferro-silicio al 3% di 0,3 mm di spessore.

Per valori intermedi della corrente continua, non indicati nelle tabelle, è opportuno scegliere la bobina adatta alla corrente di valore immediatamente superiore riducendo leggermente il valore del traferro.

Anche per scegliere una bobina con valore di induttanze determinato, si procederà per approssimazione.

(40')

Per facilitare il montaggio degli stadi d'amplificazione di B.F. ed evitare di dover calcolare gli elementi che fanno parte del circuito, le ditte costruttrici di tubi elettronici forniscono apposite tabelle contenenti tutti i dati che interessano.

In questo ultimo Formulario, perciò, Le riporto tali tabelle e gli schemi corrispondenti da impiegare sia per i tubi di costruzione Philips che per i tubi di costruzione Fivre.

Qualche esempio, incluso nella presente Lezione, serve di guida ad un corretto impiego delle tabelle stesse.

TUBI PHILIPS

Gli schemi e le tabelle che seguono, relative ai tubi di serie

europea, sono state tratte integralmente dai volumi II° e III° "Caracteristiques et Schemas de Montage des Tubes Récepteurs et Amplificateurs" editi dalla Bibliotheque Technique Philips.

ABBREVIAZIONI E LORO SIGNIFICATO

dtot	Distorsione totale nel preamplificatore, in %
Ia	Intensità della corrente anodica, in milliamper
Ig2	Corrente di griglia schermo, in mA
Ra	Resistenza di accoppiamento di placca, in Megohm
Rg2	Resistenza serie di griglia schermo, in 11Ω
Rk	Resistenza catodica, in ohm
Vb	Tensione della sorgente di alimentazione, in volt
Vi	Tensione d'ingresso, in volt efficaci

Vieff	Tensione alternata di griglia comando corrispondente al valore dato di Voeff
Vr	Tensione di regolazione applicata alla griglia comando, in volt
- VR	Tensione di regolazione sulla griglia 1, in volt
Vo	Tensione di uscita, in volt efficaci
Voeff	Tensione alternata di uscita, in volt
Vomax	Tensione alternata massima di uscita, in volt efficaci
$\frac{V_o}{V_i}$	= A Amplificazione di tensione
$\frac{V_{oeff}}{V_{g1eff}}$	= A Amplificazione.

TUBO EBC 3

Utilizzazione del tubo EBC 3 come amplificatore B.F. con accoppiamento a resistenza per vari tubi di uscita.

(Vedere Tabella 1 e fig. 2)

Vb V	Ra MΩ	Ia (mA)	Rk (ohm)	Vo Vi	Tubo di uscita successivo EL2 Va=Vg2=250 V.		Tubo di uscita successivo EL3 o EL6 Va=Vg2=250 V.		Tubo di uscita successivo EL5 Va = 250 V. Vg2 = 275 V.		Tubo di uscita successivo AD1 Va = 250 V.		NOTE
					Voeff V	dtot %	Voeff V	dtot %	Voeff V	dtot %	Voeff V	dtot %	
300	0,2	0,9	4.000	26	11,2	1,0	3,7	1,0	8,5	1,0	31	1,8	Utilizzate nei ricevi- tori con tu- bi in paral- lelo
250	0,2	0,75	4.000	26	11,2	1,0	3,7	1,0	8,5	1,0	31	2,2	
300	0,1	1,5	2.500	25	11,2	1,0	3,7	1,0	8,5	1,0	31	2,0	
250	0,1	1,3	2.500	25	11,2	1,0	3,7	1,0	8,5	1,0	31	2,6	
300	0,05	2,3	2.000	22	11,2	1,0	3,7	1,0	8,5	1,0	31	2,0	
250	0,05	1,8	2.000	22	11,2	1,0	3,7	1,0	8,5	1,0	31	2,6	
					Tubo di uscita successivo CL1		Tubo di uscita successivo CL2		Tubo di uscita successivo CL4		Tubo di uscita successivo EL2		
200	0,2	0,35	12.500	22	9,6	1,7	10	1,8	5,0	1,0	8,5	1,6	Utilizzato nei ricevi- tori con tu- bi in serie
150	0,2	0,25	12.500	21	-	-	10	2,7	4,0	1,0	6,5	1,7	
100	0,2	0,20	12.500	19	-	-	10	4,6	2,4	1,0	-	-	
200	0,1	0,55	8.000	21	9,6	2,1	10	2,3	5,0	1,2	8,5	1,8	
150	0,1	0,45	8.000	20	-	-	10	3,0	4,0	1,2	6,5	1,8	
100	0,1	0,30	8.000	18	-	-	10	4,9	2,4	1,2	-	-	
200	0,05	0,8	6.000	19	9,6	3,0	10	3,2	5,0	1,5	8,5	2,6	
150	0,05	0,6	6.000	18	-	-	10	4,3	4,0	1,6	6,5	3,0	
100	0,05	0,4	6.000	17	-	-	10	7,0	2,4	1,6	-	-	

Tab. 1

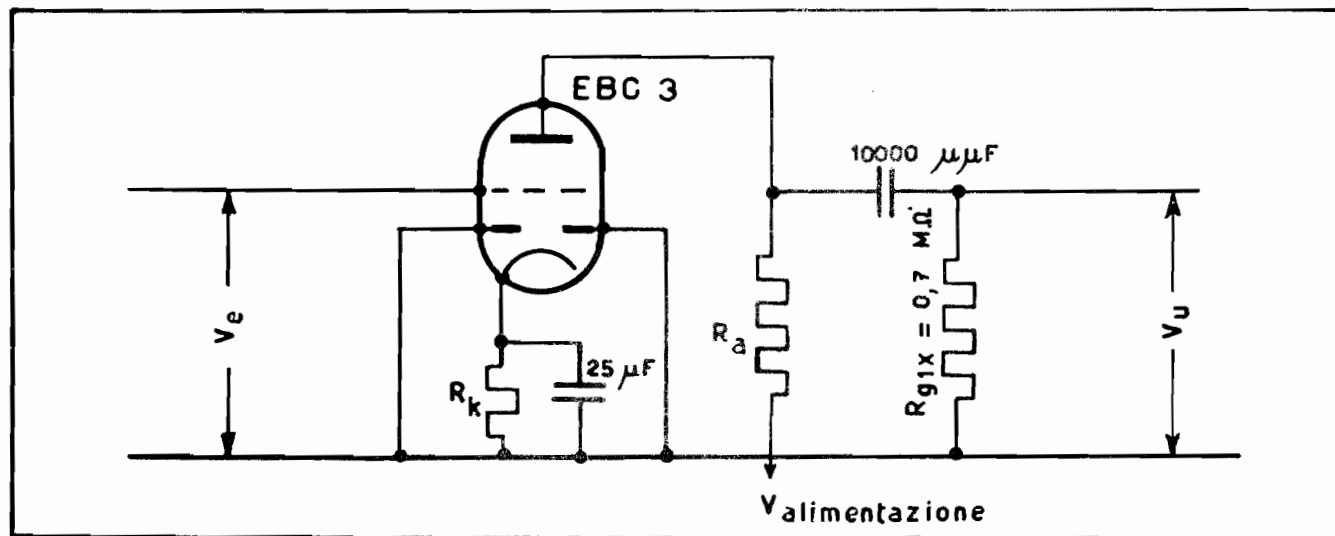


Fig. 2

TUBO EF 6

Utilizzazione del tubo EF 6 come rivelatore di griglia ad accoppiamento con resistenza nei ricevitori a corrente alternata.

(Vedere tabella 3 e fig. 4)

Vb V	Ra (MΩ)	I _a (mA)	Rg ₂ (MΩ)	I _{g₂} (mA)	V _o max (V _{eff})	Tubo di uscita successivo EL2 Va = Vg ₂ = 250 V				Tubo di uscita successivo EL3 Va = Vg ₂ = 250 V			
						Per una posizione di uscita di 50 mW		Per la modula- zione completa		Per una posizione di uscita di 50 mW		Per la modula- zione completa	
						V _o (V _{eff})	V _i (mV _{eff})	V _o (V _{eff})	V _i (mV _{eff})	V _o (V _{eff})	V _i (mV _{eff})	V _o (V _{eff})	V _i (mV _{eff})
300	0,2	1,35	0,6	0,45	19	0,9	63	11,2	0,35	0,33	35	3,7	0,14
300	0,2	1,15	0,8	0,35	17	0,9	58	11,2	0,35	0,33	33	3,7	0,13
300	0,2	1,0	1,0	0,30	15	0,9	58	11,2	0,42	0,33	33	3,7	0,14
250	0,2	1,15	0,6	0,35	16	0,9	60	11,2	0,35	0,33	33	3,7	0,14
250	0,2	0,95	0,8	0,28	14	0,9	60	11,2	0,35	0,33	33	3,7	0,13
250	0,2	0,8	1,0	0,23	11,5	0,9	65	11,2	0,42	0,33	33	3,7	0,14
300	0,1	2,6	0,3	0,85	23	0,9	58	11,2	0,43	0,33	38	3,7	0,14
300	0,1	2,2	0,4	0,65	20	0,9	58	11,2	0,43	0,33	38	3,7	0,14
300	0,1	1,8	0,5	0,55	17	0,9	58	11,2	0,48	0,33	38	3,7	0,15
250	0,1	2,1	0,3	0,7	19	0,9	70	11,2	0,43	0,33	38	3,7	0,14
250	0,1	1,8	0,4	0,55	16	0,9	70	11,2	0,43	0,33	38	3,7	0,14
250	0,1	1,5	0,5	0,45	14	0,9	70	11,2	0,46	0,33	38	3,7	0,15
300	0,05	4,6	0,15	1,5	24	0,9	77	11,2	0,6	0,33	44	3,7	0,25
300	0,05	3,9	0,2	1,2	20	0,9	77	11,2	0,6	0,33	44	3,7	0,25
300	0,05	2,9	0,3	0,9	15	0,9	79	11,2	0,7	0,33	46	3,7	0,25
250	0,05	3,7	0,15	1,3	18	0,9	80	11,2	0,6	0,33	42	3,7	0,25
250	0,05	3,1	0,2	1,0	16	0,9	80	11,2	0,6	0,33	42	3,7	0,25
250	0,05	2,4	0,3	0,65	12	0,9	84	11,2	0,7	0,33	45	3,7	0,25

Tab. 3

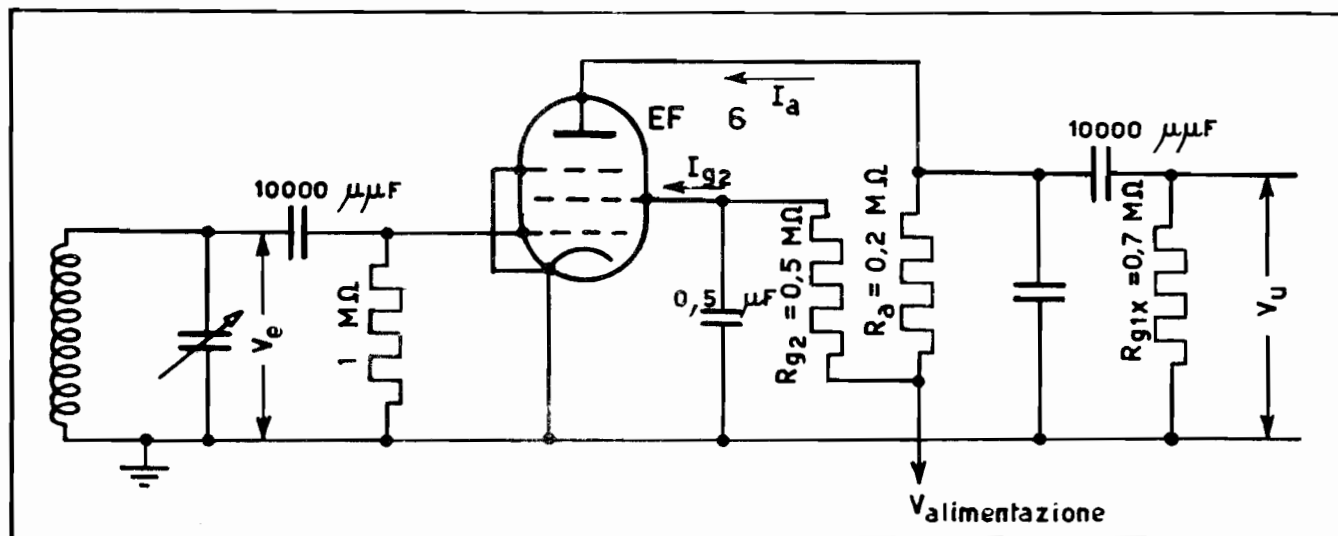


Fig. 4

TUBO EF 6

Utilizzazione del tubo EF 6 come amplificatore di bassa frequenza con accoppiamento a resistenza nei ricevitori a corrente alternata.

(Vedere Tabella 5 e fig. 6)

Vb (Volt)	Ra (MΩ)	Ia (mA)	Rg2 (MΩ)	Ig2 (mA)	Rk (Ω)	Vo Vi	Tubo di uscita successivo EL3 V = Vg2 = 250 V		Tubo di uscita successivo EL5 Va = 250 V Vg2 = 275 V		Tubo di uscita successivo EL2 Va = Vg2 = 250 V		Tubo di uscita successivo AD1 Va = 250 V	
							Vo (Veff)	dtot (%)	Vo (Veff)	totale (dtot)	Vo (Veff)	dtot (%)	Vo (Veff)	dtot (%)
300	0,3	0,7	0,8	0,25	4.000	175	3,7	1,0	8,5	1,0	11,2	1,4	31	4,4
250	0,3	0,6	0,8	0,2	4.000	165	3,7	1,0	8,5	1,6	11,2	2,2	31	5,0
300	0,2	1,1	0,4	0,4	3.000	150	3,7	1,0	8,5	1,0	11,2	1,0	31	2,7
250	0,2	0,9	0,4	0,35	3.000	140	3,7	1,0	8,5	1,3	11,2	1,8	31	2,4
300	0,1	1,9	0,25	0,65	1.600	115	3,7	1,0	8,5	1,0	11,2	1,0	31	2,0
250	0,1	1,6	0,25	0,50	1.600	110	3,7	1,0	8,5	1,0	11,2	1,0	31	2,7

Tab. 5

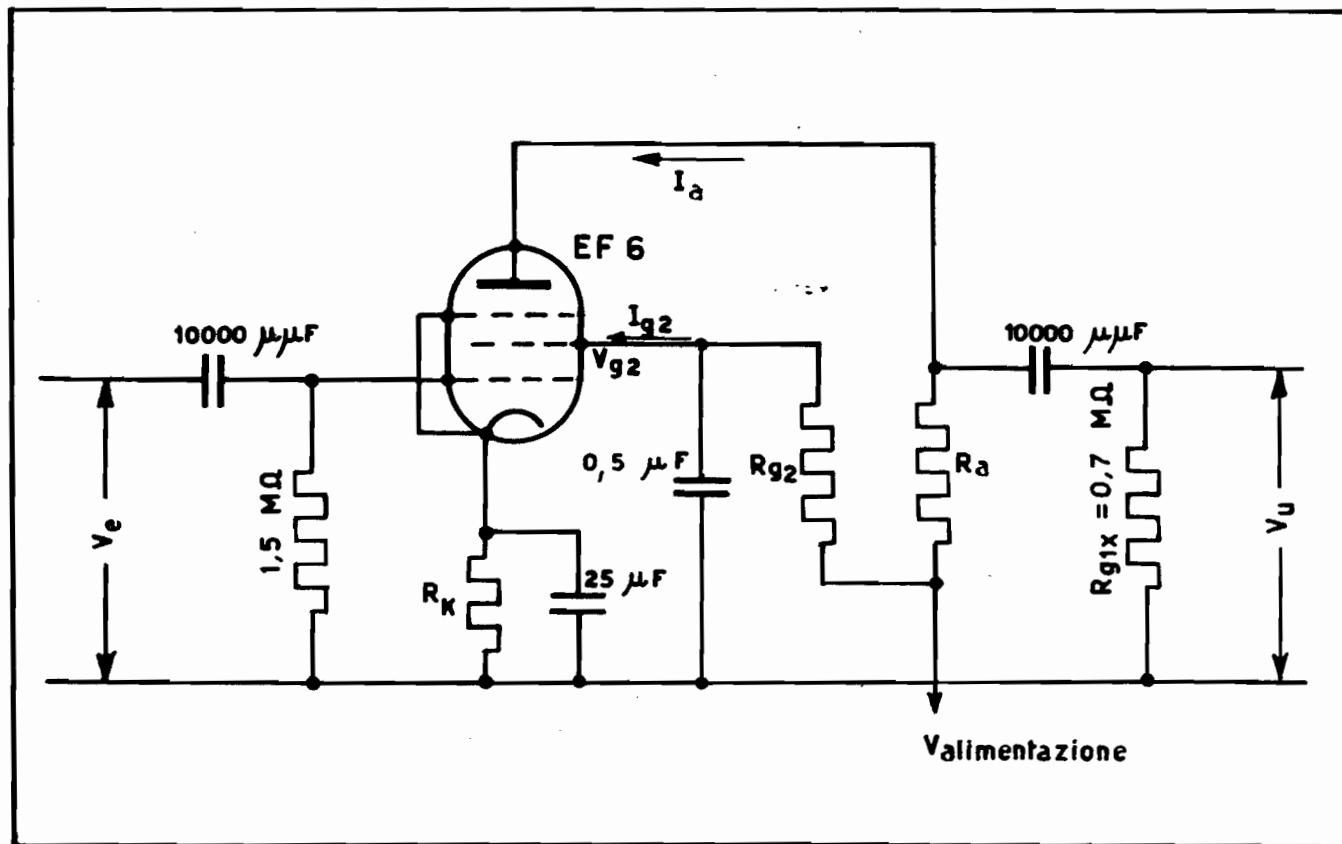


Fig. 6

TUBO EF 9

Caratteristiche dinamiche per l'utilizzazione del pentodo EF 9 come tubo amplificatore B.F. con accoppiamento a resistenza e con amplificazione regolabile.

(Per l'utilizzazione negli amplificatori e negli apparecchi ricevitori alimentati da corrente alternata).

(Vedere Tabella 7)

TUBO EF 22

Caratteristiche dinamiche del tubo EF 22 utilizzato come amplificatore B.F. con accoppiamento a resistenza e regolazione dell'amplificazione con l'aiuto della griglia comando.

(Vedere Tabella 8)

Vb (V)	Ra MQ	Rg2 MQ	Rk Ω	Vx (V)	Ia (mA)	Ig2 (mA)	Vceff (V)	Vceff Veff (V)	Vo VT	dist (%)
250	0,2	0,8	1750	0	0,87	0,26	3	0,028	106	0,8
250	0,2	0,8	1750	- 5	0,69	0,21	3	0,075	40	0,8
250	0,2	0,8	1750	-10	0,55	0,17	3	0,13	23	1,1
250	0,2	0,8	1750	-18	0,37	0,11	3	0,27	11,6	1,5
250	0,2	0,8	1750	-25	0,17	0,05	3	0,45	6,7	2,7
250	0,2	0,8	1750	0	0,87	0,26	5	0,047	106	2,4
250	0,2	0,8	1750	- 5	0,69	0,21	5	0,125	40	2,4
250	0,2	0,8	1750	-10	0,55	0,17	5	0,22	23	1,9
250	0,2	0,8	1750	-18	0,37	0,11	5	0,42	11,6	2,4
250	0,2	0,8	1750	-25	0,17	0,05	5	0,75	6,7	4,4
250	0,2	0,8	1750	0	0,87	0,26	10	0,094	106	2,7
250	0,2	0,8	1750	- 5	0,69	0,21	10	0,25	40	2,7
250	0,2	0,8	1750	-10	0,55	0,17	10	0,43	23	3,7
250	0,2	0,8	1750	-18	0,37	0,11	10	0,86	11,6	4,8
250	0,2	0,8	1750	-25	0,17	0,05	10	1,46	6,7	8,8
250	0,1	0,4	1000	0	1,6	0,45	3	0,035	85	0,8
250	0,1	0,4	1000	- 5	1,22	0,36	3	0,083	36	0,8
250	0,1	0,4	1000	-10	0,92	0,28	3	0,15	20	1,2
250	0,1	0,4	1000	-18	0,57	0,18	3	0,33	9,2	1,8
250	0,1	0,4	1000	-25	0,36	0,11	3	0,55	5,5	2,8
250	0,1	0,4	1000	0	1,6	0,45	5	0,059	85	1,3
250	0,1	0,4	1000	- 5	1,22	0,36	5	0,14	36	1,4
250	0,1	0,4	1000	-10	0,92	0,28	5	0,25	20	2,1
250	0,1	0,4	1000	-18	0,57	0,18	5	0,55	9,2	3,1
250	0,1	0,4	1000	-25	0,36	0,11	5	0,91	5,5	4,8
250	0,1	0,4	1000	0	1,6	0,45	10	0,118	85	2,5
250	0,1	0,4	1000	- 5	1,22	0,36	10	0,28	36	2,7
250	0,1	0,4	1000	-10	0,92	0,28	10	0,49	20	4,1
250	0,1	0,4	1000	-18	0,57	0,18	10	1,08	9,2	6,1
250	0,1	0,4	1000	-25	0,36	0,11	10	1,83	5,5	9,5

Tab. 7

Vb (V)	Ra (MΩ)	Rgz (MΩ)	Ia (mA)	Ig2 (mA)	Rk (Ω)	-VR (V)	Voeff Vgleff	Tensione alternata d'ingresso richiesta e distorsione totale per una tensione alternata di uscita di :					
								Voeff = 3 V		Voeff = 5 V		Voeff = 10 V	
								Vgleff (V)	dtot (%)	Vgleff (V)	dtot (%)	Vgleff (V)	dtot (%)
250	0,2	0,8	0,87	0,26	1750	0	106	0,028	0,8	0,047	2,4	0,094	2,7
250	0,2	0,8	0,69	0,21	1750	- 5	40	0,075	0,8	0,125	2,4	0,25	2,7
250	0,2	0,8	0,55	0,17	1750	- 10	23	0,13	1,1	0,22	1,9	0,43	3,7
250	0,2	0,8	0,37	0,11	1750	- 18	11,6	0,27	1,5	0,42	2,4	0,86	4,8
250	0,2	0,8	0,17	0,05	1750	- 25	6,7	0,45	2,7	0,75	4,4	1,46	8,8
250	0,1	0,4	1,6	0,45	1000	0	85	0,035	0,8	0,059	1,3	0,118	2,5
250	0,1	0,4	1,22	0,36	1000	- 5	36	0,083	0,8	0,14	1,4	0,28	2,7
250	0,1	0,4	0,92	0,28	1000	- 10	20	0,15	1,2	0,25	2,1	0,49	4,1
250	0,1	0,4	0,57	0,18	1000	- 18	9,2	0,33	1,8	0,55	3,1	1,08	6,1
250	0,1	0,4	0,36	0,11	1000	- 25	5,5	0,55	2,8	0,91	4,8	1,83	9,5

Tab. 8

TUBO UF 9

Caratteristiche dinamiche per l'utilizzazione della valvola UF 9 come amplificatrice B.F. ad accoppiamento con resistenza ed a regolazione dell'amplificazione con la griglia comando.

(Vedere Tabella 9)

TUBO UF 21

Caratteristiche dinamiche per l'impiego della valvola come amplificatrice B.F. ad accoppiamento con resistenza ed a regolazione dell'amplificazione con la griglia comando.

(Vedere ^Tabella 10)

Vb (V)	Ra (MΩ)	Rg2 (MΩ)	Ia (mA)	Ig2 (mA)	Rk (Ω)	-VR (V)	Voeff Vgloff	Tensione alternata di griglia e distorsione corrispondente a una tensione alternata di uscita di:					
								Voeff = 3 V		Voeff = 5 V		Voeff = 8 V	
								Vgloff (V)	dist (%)	Vgloff (V)	dist (%)	Vgloff (V)	dist (%)
200	0,2	0,8	0,65	0,17	2500	0	88	0,034	0,75	0,057	1,2	0,091	2,0
200	0,2	0,8	0,52	0,13	2500	5	32	0,095	1,3	0,160	2,2	0,255	3,5
200	0,2	0,8	0,42	0,10	2500	10	17	0,172	1,6	0,288	2,8	0,460	4,3
200	0,2	0,8	0,33	0,07	2500	15	12	0,260	1,8	0,430	3,0	0,690	4,8
200	0,2	0,8	0,25	0,05	2500	20	8	0,382	2,2	0,640	3,7	1,020	5,9
100	0,2	0,8	0,33	0,08	2500	0	82	0,037	0,83				
100	0,2	0,8	0,25	0,06	2500	2,5	31	0,090	2,6				
100	0,2	0,8	0,20	0,04	2500	5	16	0,190	3,9				
100	0,2	0,8	0,15	0,03	2500	7,5	10	0,300	4,2				
100	0,2	0,8	0,12	0,02	2500	10	7	0,450	5,1				
200	0,1	0,4	1,22	0,35	1300	0	78	0,039	0,75	0,064	1,3	0,103	2,0
200	0,1	0,4	0,91	0,26	1300	5	29	0,100	1,3	0,170	2,2	0,275	3,5
200	0,1	0,4	0,70	0,19	1300	10	16	0,190	1,9	0,310	3,1	0,500	5,0
200	0,1	0,4	0,51	0,13	1300	15	9	0,320	2,1	0,540	3,5	0,860	5,6
200	0,1	0,4	0,36	0,09	1300	20	6	0,500	3,4	0,840	5,6	1,340	9,0
100	0,1	0,4	0,61	0,15	1300	0	72	0,042	0,83				
100	0,1	0,4	0,44	0,12	1300	2,5	29	0,104	3,8				
100	0,1	0,4	0,33	0,09	1300	5	15	0,206	3,8				
100	0,1	0,4	0,24	0,06	1300	7,5	8	0,380	5				
100	0,1	0,4	0,17	0,04	1300	10	6	0,580	6,2				

Tab. 9

Ra (MΩ)	Rg2 (MΩ)	Ia (mW)	Ig2 (mA)	Rk (Ω)	-VR (V)	Voeff VgTeff	Tensione d'ingresso e distorsione totale per una tensione di uscita di:					
							Voeff = 3 V		Voeff = 5 V		Voeff = 8 V	
							Vgloff (V)	distot (%)	Vgloff (V)	distot (%)	Vgloff (V)	distot (%)
Vb = 200 V.												
0,2	0,8	0,65	0,17	2500	- 0	88	0,034	0,75	0,057	1,25	0,091	2,0
0,2	0,8	0,54	0,14	2500	- 5	35	0,086	1,2	0,140	2,0	0,220	3,2
0,2	0,8	0,46	0,11	2500	-10	22	0,136	1,4	0,228	2,3	0,364	3,7
0,2	0,8	0,38	0,08	2500	-15	15	0,200	1,7	0,334	2,8	0,534	4,5
0,2	0,8	0,31	0,06	2500	-20	11	0,272	1,8	0,455	3,0	0,726	4,8
0,2	0,8	0,25	0,05	2500	-25	8	0,375	2,3	0,625	3,8	1,0	5,8
0,1	0,4	1,2	0,35	1300	- 0	78	0,038	0,75	0,064	1,25	0,102	2,0
0,1	0,4	0,96	0,28	1300	- 5	33	0,091	1,2	0,152	2,0	0,242	3,2
0,1	0,4	0,78	0,22	1300	-10	20	0,150	1,6	0,250	2,65	0,400	4,25
0,1	0,4	0,62	0,16	1300	-15	13	0,230	2,0	0,385	3,3	0,615	5,3
0,1	0,4	0,48	0,12	1300	-20	8	0,375	2,2	0,625	3,65	1,000	5,85
0,1	0,4	0,36	0,09	1300	-25	6	0,500	3,4	0,832	5,65	1,333	9
Vb = 100 V.												
0,2	0,8	0,33	0,08	2500	- 0	82	0,037	0,85				
0,2	0,8	0,26	0,06	2500	-	37	0,081	2,3				
0,2	0,8	0,21	0,055	2500	- 2,5	21	0,143	3,4				
0,2	0,8	0,18	0,03	2500	- 5	13	0,230	4,1				
0,2	0,8	0,14	0,025	2500	- 7,5	9	0,334	4,3				
0,2	0,8	0,12	0,02	2500	-10	7	0,430	5,1				
0,1	0,4	0,61	0,15	1300	- 0	72	0,041	0,85				
0,1	0,4	0,47	0,13	1300	- 2,5	35	0,086	2,3				
0,1	0,4	0,37	0,10	1300	- 5	20	0,150	3,45				
0,1	0,4	0,29	0,06	1300	- 7,5	12	0,250	4,3				
0,1	0,4	0,22	0,05	1300	-10	7	0,430	5,25				
0,1	0,4	0,17	0,04	1300	-12,5	6	0,500	6,2				

Tab. 10

TUBI FIVRE

Gli schemi e le tabelle seguenti sono state tratte integralmente dal "Manuale Tubi Riceventi" a fogli mobili, edito dalla Fivre "Fabbrica Italiana Valvole Radio-Elettriche"

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Simboli e abbreviazioni.

- V_b = Tensione dell'alimentatore anodico (volt)
 V_i = Tensione di ingresso (ampiezza)
 V_u = Tensione di uscita (ampiezza)
 A = Amplificazione = V_u/V_i (quando nulla è detto in contrario, si intende riferita a $V_u = 7V$ e $f = 400$ p/s)
 R_a = Resistenza in serie all'anodo
 R_s = Resistenza in serie allo schermo
 R_g = Resistenza di griglia (dello stadio seguente)
 R_c = Resistenza catodica
 C = Condensatore di blocco
 C_s = Condensatore di livellamento dello schermo
 C_c = Condensatore catodico

Caratteristica di frequenza: Per un generico amplificatore a resistenza l'amplificazione in funzione della frequenza del segnale ha l'andamento qualitativamente indicato in fig. 1. Su di essa si distinguono:

f_1 = Frequenza inferiore di taglio: è quella frequenza al di sotto della quale l'amplificazione diventa inferiore ad un valore $A_1 = kA_0$ specificato caso per caso.
 f_2 = Frequenza superiore di taglio: è quella frequenza oltre la quale si nota una sensibile diminuzione della amplificazione.

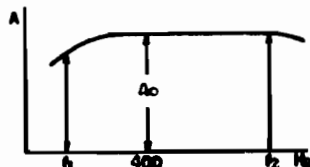


Fig. 1

Un amplificatore costituito da n stadi uguali in cascata ha amplificazione A_n e per $f = f_1$ amplificazione $A_1^n = k^n A_0^n$. Per R_a, R_s, R_g ed R_c sono di solito adottate resistenze di mezzo watt.

Una variazione del 10% sui valori delle resistenze e condensatori ha poco effetto sul comportamento degli amplificatori.

Filtri di disaccoppiamento non sono necessari per uno o due stadi. I condensatori C e C_s debbono avere una tensione non inferiore a V_b . Il condensatore C_c può avere bassa tensione di lavoro, dell'ordine da 10 a 25 volt. La tensione di ingresso è uguale alla tensione di uscita diviso per l'amplificazione.

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Amplificatore a triodo (a riscaldamento indiretto)

Lo schema elettrico è rappresentato in fig. 2.

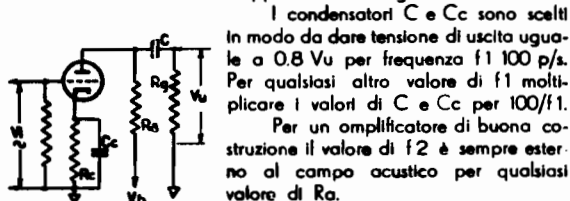


Fig. 2

I condensatori C e Cc sono scelti in modo da dare tensione di uscita uguale a 0,8 Vu per frequenza f1 100 p/s. Per qualsiasi altro valore di f1 moltiplicare i valori di C e Cc per 100/f1. Per un amplificatore di buona costruzione il valore di f2 è sempre esterno al campo acustico per qualsiasi valore di Ra.

Amplificatore a pentodo (a riscaldamento diretto)

Lo schema elettrico è rappresentato in fig. 3.

I condensatori C e Cs sono stati scelti in modo da dare una tensione di uscita uguale a 0,8 Vu con una frequenza f1 di 100 p/s. Per qualsiasi altro valore di f1, moltiplicare i valori di C e Cs per 100/f1.

Per un amplificatore di costruzione tipica e per valori di Ra di 0,1 0,25 e 0,5 megohm i valori approssimati di f2 sono rispettivamente 20000, 10000 e 5000 p/s. I valori del condensatore di accoppiamento di ingresso in microfarad e delle resistenze di griglia in megohm debbono essere tali che il loro prodotto sia tra 0,02 e 0,1. I valori comunemente usati sono 0,005 µF e 10 megohm.

Amplificatore a pentodo (a riscaldamento indiretto)

Lo schema elettrico è rappresentato in fig. 4.

I condensatori C, Cc e Cs sono stati scelti per dare una tensione di uscita uguale a 0,7 Vu per una frequenza f1 di 100 p/s.

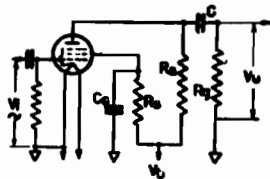


Fig. 3

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Per qualsiasi altro valore di f1 moltiplicare i valori di C, Cc e Cs per 100/f1. Nel caso del condensatore Cc i valori dati nelle tabelle sono per un amplificatore con accensione in c. c. Quando si usa c. a. a seconda del carattere dei circuiti associati, del guadagno di tensione, e del valore di f1, può essere necessario aumentare il valore di Cc per rendere minimo il ronzio. Può anche essere desiderabile far funzionare il filamento ad una tensione positiva di 15 o 40 volt rispetto al catodo.

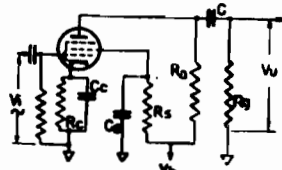


Fig. 4

Per un amplificatore di costruzione tipica e per valori di Ra di 0,1 0,25 e 0,5 megohm, i valori approssimati di f2 sono rispettivamente 20000, 10000 e 5000 p/s.

Invertitore di fase

Il circuito elettrico è rappresentato in fig. 5.

Le informazioni date per l'amplificazione a triodo (in generale) vale anche per questo caso.

Per qualsiasi altro valore di f1 moltiplicare i valori di C per 100/f1.

Il segnale di ingresso è applicato alla griglia del triodo A. La griglia del triodo B ottiene il suo segnale da una presa intermedia del potenziometro (P) scelta in modo che la tensione di uscita del triodo B sia uguale a quella del triodo A. La posizione è determinata dai valori di amplificazione dati nelle tabelle. Per esempio se il guadagno di tensione è 20 (dalle tabelle) la posizione intermedia del potenziometro è scelta in modo da fornire 1/20 della tensione ai capi di Rg.

I condensatori C sono stati scelti per avere una tensione di uscita uguale a 0,9 Vu per una frequenza di 100 p/s (f1).

Per uso come invertitore di fase la resistenza catodica può essere lasciata senza condensatore a meno che esso non sia necessario per rendere minimo il ronzio. L'omissione del condensatore (catodico) facilita il bilanciamento degli stadi di uscita. Il valore del resistore catodico è fissato in modo che entrambi i triodi funzionino simultaneamente agli stessi valori di carico anodico e di tensione anodica.

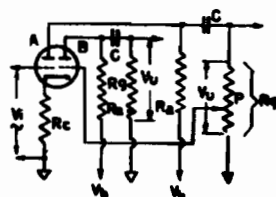


Fig. 5

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

VALVOLA	TABELLA	VALVOLA	TABELLA
1L4	14	6SQ7-GT	1
1S5	15	6T7-G/GT	4
1U4	16	6T8	4
2A6	1	6W7-G { T	5
2B7	2	6W7-GT { P	6
6A6	3	12AT6	4
6AT6	4	12AU6	12
6AU6	12	12AU7**	13
6B6-G	1	12AX7**	17
6B6-GT	1	12C8-GT	2
6B8-G	2	12J7-GT { T	5
6B8-GT	2	12J7-GT { P	6
6C4	13	12Q7-GT	4
6C5-G	5	12SJ7-GT	8
6C6- { T	5	12SL7-GT**	4
{ P	6	12SN7-GT**	7
6J5-GT	7	12SQ7-GT	1
6J7-G T	5	19T8	4
6J7-GT P	6	53	3
6N7-G*	3	56	9
6N7-GT*	3	57 { T	5
6Q7-G	4	{ P	6
6Q7-GT	4	75	1
6S7-G	9	76	9
6S7-GT	9	79	10
6SJ7-GT	8	85	11
6SL7-GT**	4	1603 T	6
6SN7-GT**	7	1620-GT	6

* I catodi delle due unità hanno l'uscita in comune.

** I valori della tabella sono per un solo triodo. I catodi di ciascun triodo hanno l'uscita indipendente.

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Per il circuito vedi fig. n. 2								TABELLA N. 1	
V _b V	R _a MΩ	R _g MΩ	R _s MΩ	R _c Ω	C _s μF	C _c μF	C μF	V _u V	V _u /V _b A
90	0,1	0,1		6300		2,2	0,02	3	23 (1)
		0,25		6600		1,7	0,01	5	29 (2)
		0,5		6700		1,7	0,006	6	31 (3)
	0,25	0,25		10800		1,24	0,01	5	34 (2)
		0,5		11000		1,07	0,006	7	40 (3)
		1,0		11500		0,9	0,003	10	40
180	0,1	0,1		16200		0,75	0,005	7	39
		0,25		16600		0,7	0,003	10	44
		0,5		17400		0,65	0,0015	13	48
	0,25	0,1		2600		3,3	0,025	16	29
		0,25		2900		2,9	0,015	22	36
		0,5		3000		2,7	0,007	23	37
300	0,1	0,1		4300		2,1	0,015	21	43
		0,25		4800		1,8	0,007	28	50
		1,0		5300		1,5	0,004	33	53
	0,25	0,1		7000		1,3	0,007	25	52
		0,25		8000		1,1	0,004	33	57
		0,5		8800		0,9	0,002	38	58
300	0,1	0,1		1900		4,0	0,03	31	31
		0,25		2200		3,5	0,015	41	39
		0,5		2300		3,0	0,007	45	42
	0,25	0,25		3300		2,7	0,015	42	48
		0,5		3900		2,0	0,007	51	53
		1,0		4200		1,8	0,004	60	56
300	0,5	0,5		5300		1,6	0,007	47	58
		1,0		6100		1,3	0,004	62	60
		2,0		7000		1,2	0,002	67	63

(1) Per una tensione d'uscita di 2.82 V_{max}

(2) " " " " 4.23 "

(3) " " " " 5.64 "

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Per il circuito vedi fig. n. 4										TABELLA N. 2	
Vb V	Ra MΩ	Rg MΩ	Rs MΩ	Rc Ω	Cs μF	Cc μF	C μF	Vu V	Vu/Vi A		
90	0,1	0,1	0,37	2000	0,07	3,0	0,02	19	24		
		0,25	0,5	2200	0,07	3,0	0,01	28	33		
		0,5	0,6	2000	0,06	2,8	0,006	29	37		
	0,25	0,25	1,18	3500	0,04	1,9	0,008	26	43		
		0,5	1,1	3500	0,04	2,1	0,007	33	55		
		1,0	1,35	3500	0,04	1,9	0,003	32	65		
	0,5	0,5	2,6	5000	0,04	1,5	0,004	22	63		
		1,0	2,8	6000	0,04	1,55	0,003	29	85		
		2,0	2,9	6200	0,04	1,5	0,003	27	100		
180	0,1	0,1	0,44	1000	0,08	4,4	0,02	30	30		
		0,25	0,5	1200	0,08	4,4	0,015	52	41		
		0,5	0,6	1200	0,07	4,0	0,008	53	46		
	0,25	0,25	1,18	1900	0,05	2,7	0,01	39	55		
		0,5	1,2	2100	0,05	3,2	0,007	55	69		
		1,0	1,5	2200	0,05	3,0	0,003	53	83		
	0,5	0,5	2,6	3300	0,04	2,1	0,005	47	81		
		1,0	2,8	3500	0,04	2,0	0,003	55	115		
		2,0	3,0	3500	0,04	2,2	0,002	53	116		
300	0,1	0,1	0,5	950	0,09	4,6	0,025	60	36		
		0,25	0,55	1100	0,09	5,0	0,015	89	47		
		0,5	0,6	900	0,08	4,8	0,009	86	54		
	0,25	0,25	1,2	1500	0,06	3,2	0,015	70	64		
		0,5	1,2	1600	0,06	3,5	0,008	100	79		
		1,0	1,5	1800	0,08	4,0	0,004	95	100		
	0,5	0,5	2,7	2400	0,05	2,5	0,006	80	96		
		1,0	2,9	2500	0,05	2,3	0,003	120	150		
		2,0	3,4	2800	0,05	2,8	0,0025	90	145		

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Per il circuito vedi fig. n. 5										TABELLA N. 3	
Vb V	Ra MΩ	Rg MΩ	Rs MΩ	Rc Ω	Cs μF	Cc μF	C μF	Vu V	A Vu/Vi		
90	0,1	0,1		1900*			0,025	13	16		
		0,25		2250*			0,01	19	19		
		0,5		2500*			0,006	20	20		
	0,25	0,25		4050*			0,01	16	20		
		0,5		4950*			0,006	20	22		
		1,0		5400*			0,003	24	23		
	0,5	0,5		7000*			0,006	18	22		
		1,0		8500*			0,003	23	23		
		2,0		9650*			0,0015	26	23		
180	0,1	0,1		1300*			0,03	35	19		
		0,25		1700*			0,015	46	21		
		0,5		1950*			0,007	50	22		
	0,25	0,25		2950*			0,015	40	23		
		0,5		3800*			0,007	50	24		
		1,0		4300*			0,0035	57	24		
	0,5	0,5		5250*			0,007	44	24		
		1,0		6600*			0,0035	54	25		
		2,0		7650*			0,002	61	25		
300	0,1	0,1		1150*			0,03	60	20		
		0,25		1500*			0,015	83	22		
		0,5		1750*			0,007	86	23		
	0,25	0,25		2650*			0,015	75	23		
		0,5		3400*			0,0055	87	24		
		1,0		4000*			0,003	100	24		
	0,5	0,5		4850*			0,0055	76	23		
		1,0		6100*			0,003	94	24		
		2,0		7150*			0,0015	104	24		

* Questi valori si intendono per l'impiego della valvola in un circuito invertitore di fase.

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Per il circuito vedi fig. n. 2					TABELLA N. 4				
Vb V	R _a MΩ	R _g MΩ	R _s MΩ	R _c Ω	C _s μF	C _c μF	C μF	V _u V	A V _u /V _i
90	0,1	0,1		4200		2,5	0,025	5,4	22 (1)
		0,22		4600		2,2	0,014	7,5	27 (1)
		0,47		4800		2,0	0,0065	9,1	30 (1)
	0,22	0,22		7000		1,5	0,013	7,3	30 (1)
		0,47		7800		1,3	0,007	10	34 (2)
		1,0		8100		1,1	0,0035	12	37 (3)
	0,47	0,47		12000		0,83	0,006	10	36 (2)
		1,0		14000		0,7	0,0035	14	39 (3)
		2,2		15000		0,6	0,002	16	41 (3)
180	0,1	0,1		1900		3,6	0,027	19	30 (3)
		0,22		2200		3,1	0,014	25	35
		0,47		2500		2,8	0,0065	32	37
	0,22	0,22		3400		2,2	0,014	24	38
		0,47		4100		1,7	0,0065	34	42
		1,0		4600		1,5	0,0035	38	44
	0,47	0,47		6600		1,1	0,0065	29	44
		1,0		8100		0,9	0,0035	38	46
		2,2		9100		0,8	0,002	43	47
300	0,1	0,1		1500		4,4	0,027	40	34
		0,22		1800		3,6	0,014	54	38
		0,47		2100		3,0	0,0065	63	41
	0,22	0,22		2600		2,5	0,013	51	42
		0,47		3200		1,9	0,0065	65	46
		1,0		3700		1,6	0,0035	77	48
	0,47	0,47		5200		1,2	0,006	61	48
		1,0		6300		1,0	0,0035	74	50
		2,2		7200		0,9	0,002	85	51

(1) Per tensione d'uscita (compresa) di 2,82 V
 (2) " " " " " 4,23 .
 (3) " " " " " 5,64 .

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Per il circuito vedi fig. n. 2						TABELLA N. 5			
Vb V	Ra MΩ	Rg MΩ	Rs MΩ	Rc Ω	Cs μF	Cc μF	C μF	Vu V	Vu/Vi A
90	0,05	0,05		2800		2,0	0,05	14	9
		0,1		3400		1,62	0,025	17	9
		0,25		3800		1,3	0,01	20	10
	0,1	0,1		4800		1,12	0,025	16	10
		0,25		6400		0,84	0,01	22	11
		0,5		7500		0,66	0,005	23	12
	0,25	0,25		11400		0,52	0,01	18	12
		0,5		14500		0,4	0,006	23	12
		1,0		17300		0,33	0,004	26	13
180	0,05	0,05		2200		2,2	0,055	34	10
		0,1		2700		2,1	0,03	45	11
		0,25		3100		1,85	0,015	54	11
	0,1	0,1		3900		1,7	0,035	41	12
		0,25		5300		1,25	0,015	54	12
		0,5		6200		1,2	0,006	55	13
	0,25	0,25		9500		0,74	0,015	44	13
		0,5		12300		0,55	0,008	52	13
		1,0		14700		0,47	0,004	59	13
300	0,5	0,05		2100		3,16	0,075	57	11
		0,1		2600		2,3	0,04	70	11
		0,25		3100		2,2	0,015	83	12
	0,1	0,1		3800		1,7	0,035	65	12
		0,25		5300		1,3	0,015	84	13
		0,5		6000		1,17	0,008	88	13
	0,25	0,25		9600		0,9	0,015	73	13
		0,5		12300		0,59	0,008	85	14
		1,0		14000		0,37	0,003	97	14

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Per il circuito vedi fig. n. 4										TABELLA N. 6	
V _b V	R _a MΩ	R _g MΩ	R _s MΩ	R _c Ω	C _s μF	C _c μF	C μF	V _u V	V _u /V _i A		
90	0,1	0,1	0,37	1200	0,05	5,2	0,02	17	41		
		0,25	0,44	1100	0,05	5,3	0,01	22	55		
		0,5	0,44	1300	0,05	4,8	0,006	33	66		
	0,25	0,25	1,1	2400	0,03	3,7	0,009	23	70		
		0,5	1,18	2600	0,03	3,2	0,005	32	85		
		1,0	1,4	3600	0,025	2,5	0,003	33	92		
	0,5	0,5	2,18	4700	0,02	2,3	0,005	28	93		
		1,0	2,6	5500	0,05	2,0	0,0025	29	120		
		2,0	2,7	5500	0,02	2,0	0,0015	27	140		
180	0,1	0,1	0,44	1000	0,05	6,5	0,02	42	51		
		0,25	0,5	730	0,05	6,7	0,01	52	69		
		0,5	0,5	800	0,05	6,7	0,006	59	83		
	0,25	0,25	1,1	1200	0,04	5,2	0,008	41	93		
		0,5	1,18	1600	0,04	4,3	0,005	60	118		
		1,0	1,4	2000	0,04	3,8	0,0035	60	140		
	0,5	0,5	2,45	2600	0,03	3,2	0,005	45	135		
		1,0	2,9	3100	0,025	2,5	0,0025	56	165		
		2,0	2,7	3500	0,02	2,8	0,0015	60	165		
300	0,1	0,1	0,44	500	0,07	8,5	0,02	55	61		
		0,25	0,5	450	0,07	8,3	0,01	81	82		
		0,5	0,53	600	0,06	8,0	0,006	96	94		
	0,25	0,25	1,18	1100	0,04	5,5	0,008	81	104		
		0,5	1,18	1200	0,04	5,4	0,005	104	140		
		1,0	1,45	1300	0,05	5,8	0,005	110	185		
	0,5	0,5	2,45	1700	0,04	4,2	0,005	75	161		
		1,0	2,9	2200	0,04	4,1	0,003	97	200		
		2,0	2,95	2300	0,04	4,0	0,0025	100	230		

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Per il circuito vedi fig. n. 2										TABELLA N. 7	
V _b V	R _a MΩ	R _g MΩ	R _s MΩ	R _c Ω	C _s μF	C _c μF	C μF	V _u V	A V _u /V		
90	0,05	0,05		1650		2,80	0,06	11	11		
		0,1		2070		2,66	0,029	14	12		
		0,25		2330		1,95	0,012	17	13		
	0,1	0,1		3470		1,85	0,035	12	13		
		0,25		3940		1,29	0,012	17	13		
		0,5		4420		1,0	0,007	19	13		
	0,25	0,25		7860		0,73	0,0135	14	13		
		0,5		9760		0,55	0,007	18	13		
		1,0		10690		0,47	0,004	20	13		
180	0,05	0,05		1190		3,27	0,06	24	13		
		0,1		1490		2,86	0,032	30	13		
		0,25		1740		2,06	0,0115	36	13		
	0,1	0,1		2330		2,19	0,038	26	14		
		0,25		2830		1,35	0,012	34	14		
		0,5		3230		1,15	0,006	38	14		
	0,25	0,25		5560		0,81	0,013	28	14		
		0,5		7000		0,62	0,007	36	14		
		1,0		8110		0,5	0,004	40	14		
300	0,05	0,05		1020		3,56	0,06	41	13		
		0,1		1270		2,96	0,034	51	14		
		0,25		1500		2,15	0,012	60	14		
	0,1	0,1		1900		2,31	0,035	43	14		
		0,25		2440		1,42	0,0125	56	14		
		0,5		2700		1,2	0,0065	64	14		
	0,25	0,25		4590		0,87	0,013	46	14		
		0,5		5770		0,64	0,0075	57	14		
		1,0		6950		0,54	0,004	64	14		

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Per il circuito vedi fig. n. 4										TABELLA N. 8	
V _b V	R _a MΩ	R _g MΩ	R _s MΩ	R _c Ω	C _s μF	C _c μF	C μF	V _u V	V _u /V _i A		
90	0,1	0,1	0,29	820	0,09	8,8	0,02	18	41		
		0,25	0,29	880	0,085	7,4	0,016	23	68		
		0,5	0,31	1000	0,075	6,6	0,007	28	70		
	0,25	0,25	0,69	1680	0,06	5,0	0,012	16	75		
		0,5	0,92	1700	0,045	4,5	0,005	18	93		
		1,0	0,82	1800	0,04	4,0	0,003	22	104		
	0,5	0,5	1,5	3600	0,045	2,4	0,003	18	91		
		1,0	1,7	3800	0,03	2,4	0,002	22	119		
		2,0	1,9	4050	0,028	2,35	0,0015	24	139		
180	0,1	0,1	0,29	760	0,10	9,1	0,019	49	55		
		0,25	0,31	800	0,09	8,0	0,015	60	82		
		0,5	0,37	860	0,09	7,8	0,007	62	91		
	0,25	0,25	0,83	1050	0,06	6,8	0,001	38	109		
		0,5	0,94	1060	0,06	6,6	0,004	47	131		
		1,0	0,94	1100	0,07	6,1	0,003	54	161		
	0,5	0,5	1,85	2000	0,05	4,0	0,003	37	151		
		1,0	2,2	2180	0,04	3,8	0,002	44	192		
		2,0	2,4	2410	0,035	3,6	0,0015	54	208		
300	0,1	0,1	0,35	500	0,10	11,6	0,019	72	67		
		0,25	0,37	530	0,09	10,9	0,016	96	98		
		0,5	0,47	590	0,09	9,9	0,007	101	104		
	0,25	0,25	0,89	850	0,07	8,5	0,011	79	139		
		0,5	1,10	860	0,06	7,4	0,004	88	167		
		1,0	1,18	910	0,06	6,9	0,003	98	185		
	0,5	0,5	2,0	1300	0,06	6,0	0,004	64	200		
		1,0	2,2	1410	0,05	5,8	0,002	79	238		
		2,0	2,5	1530	0,04	5,2	0,0015	89	263		

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Per il circuito vedi fig. n. 2										TABELLA N. 9	
V _b V	R _a MΩ	R _g MΩ	R _s MΩ	R _c Ω	C _s μF	C _c μF	C μF	V _u V	V _u /V _i A		
90	0,05	0,05		2500		2,0	0,06	16	7,0		
		0,1		3200		1,6	0,03	21	7,7		
		0,25		3800		1,25	0,015	23	8,1		
	0,1	0,1		4500		1,05	0,03	19	8,1		
		0,25		6500		0,82	0,015	23	8,9		
		0,5		7500		0,68	0,007	25	9,3		
	0,25	0,25		11100		0,48	0,015	21	9,4		
		0,5		15100		0,36	0,007	24	9,7		
		1,0		18300		0,32	0,0035	28	9,8		
180	0,05	0,05		2400		2,5	0,06	36	7,7		
		0,1		3000		1,9	0,035	48	8,2		
		0,25		3700		1,65	0,015	55	9,0		
	0,1	0,1		4500		1,45	0,035	45	9,3		
		0,25		6500		0,97	0,015	55	9,5		
		0,5		7600		0,9	0,008	57	9,8		
	0,25	0,25		10700		0,6	0,015	49	9,7		
		0,5		14700		0,45	0,007	59	10		
		1,0		17700		0,4	0,0045	64	10		
300	0,05	0,05		2400		2,8	0,08	65	8,3		
		0,1		3100		2,2	0,045	80	8,9		
		0,25		3800		1,8	0,02	95	9,4		
	0,1	0,1		4500		1,6	0,04	74	9,5		
		0,25		6400		1,2	0,02	95	10		
		0,5		7500		0,98	0,009	104	10		
	0,25	0,25		11100		0,69	0,02	82	10		
		0,5		15200		0,5	0,009	96	10		
		1,0		18300		0,4	0,005	108	10		

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Per il circuito vedi fig. n. 5						TABELLA N. 10				
Vb V	Ra MΩ	Rg MΩ	Rs MΩ	Rc Ω	Cs μF	Cc μF	C μF	Vu V	A Vu/Vi	
90	0,1	0,1		2050*			0,04	5,8	23 (1)	
		0,25		2200*			0,015	8,4	29 (2)	
		0,5		2350*			0,009	9,5	29	
	0,25	0,25		4000*			0,015	7,1	31 (2)	
		0,5		4250*			0,006	9,7	33	
		1,0		4650*			0,004	12	35	
	0,5	0,5		6150*			0,006	8,8	34	
		1,0		6850*			0,004	12	38	
		2,0		7500*			0,002	15	40	
180	0,1	0,1		1050*			0,04	21	27	
		0,25		1250*			0,02	27	31	
		0,5		1350*			0,009	31	34	
	0,25	0,25		2050*			0,02	26	37	
		0,5		2450*			0,01	34	41	
		1,0		2750*			0,005	40	42	
	0,5	0,5		3450*			0,009	30	42	
		1,0		4100*			0,0035	39	44	
		2,0		4650*			0,002	44	45	
300	0,1	0,1		800*			0,025	40	29	
		0,25		1000*			0,01	57	34	
		0,5		1100*			0,006	60	36	
	0,25	0,25		1650*			0,01	56	39	
		0,5		2050*			0,0055	66	42	
		1,0		2350*			0,003	77	43	
		0,5		2850*			0,0055	61	44	
		1,0		3600*			0,003	75	46	
		2,0		4450*			0,0015	82	46	

(1) Per tensione d'uscita (ampiezza) di 4,23 V
(2) 5,64 .

Questi valori si intendono per l'impiego della valvola in un circuito inventore di fase.

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Per il circuito vedi fig. n. 2										TABELLA N. 11	
Vb V	Ra MΩ	Rg MΩ	Rs MΩ	Rc Ω	Cs μF	Cc μF	C μF	Vu V	A Vu/Vi		
90	0,05	0,05		3900		1,4	0,06	16	4,5		
		0,1		4600		1,1	0,03	19	4,9		
		0,25		5400		0,86	0,015	23	5,1		
	0,1	0,1		6620		0,7	0,04	17	5,1		
		0,25		9000		0,55	0,015	22	5,4		
		0,5		10300		0,5	0,007	25	5,5		
	0,25	0,25		15100		0,31	0,015	18	5,3		
		0,5		20500		0,25	0,007	23	5,5		
		1,0		24400		0,2	0,004	26	5,6		
180	0,05	0,05		3200		1,8	0,06	33	4,9		
		0,1		4100		1,6	0,045	44	5,2		
		0,25		5000		1,2	0,02	49	5,3		
	0,1	0,1		6200		0,9	0,04	37	5,3		
		0,25		8700		0,7	0,015	47	5,5		
		0,5		10000		0,57	0,009	50	5,5		
	0,25	0,25		14500		0,43	0,015	40	5,6		
		0,5		20000		0,29	0,006	48	5,7		
		1,0		24000		0,24	0,004	53	5,7		
300	0,05	0,05		3200		1,9	0,06	50	5,2		
		0,1		4100		1,5	0,045	74	5,5		
		0,25		5100		1,2	0,015	85	5,6		
	0,1	0,1		5900		0,8	0,03	64	5,5		
		0,25		8300		0,54	0,015	82	5,7		
		0,5		9600		0,43	0,006	88	5,8		
	0,05	0,25		14300		0,3	0,01	71	5,7		
		0,5		19400		0,22	0,006	84	5,7		
		1,0		23600		0,2	0,003	94	5,8		

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Per il circuito vedi fig. n. 4										TABELLA N. 12	
V _b V	R _o MΩ	R _g MΩ	R _s MΩ	R _c Ω	C _s μF	C _c μF	C μF	V _u V	V _u /V _i A		
90	0,1	0,1	0,07	1800	0,11	9,0	0,021	25	52		
		0,22	0,09	2100	0,1	8,2	0,012	32	72		
		0,47	0,096	2100	0,1	8,0	0,0065	37	88		
	0,22	0,22	0,25	3100	0,08	6,2	0,009	25	72		
		0,47	0,26	3200	0,078	5,8	0,0055	32	99		
		1,0	0,35	3700	0,085	5,1	0,003	34	125		
	0,47	0,47	0,75	6300	0,042	3,4	0,0035	27	102		
		1,0	0,75	6500	0,042	3,3	0,0027	32	126		
		2,2	0,8	6700	0,04	3,2	0,0018	36	152		
180	0,1	0,1	0,12	800	0,15	14,1	0,021	57	74		
		0,22	0,15	900	0,126	14,0	0,012	82	116		
		0,47	0,19	1000	0,1	12,5	0,006	81	141		
	0,22	0,22	0,38	1500	0,09	9,6	0,009	59	130		
		0,47	0,43	1700	0,08	8,7	0,005	67	171		
		1,0	0,6	1900	0,066	8,1	0,003	71	200		
	0,47	0,47	0,9	3100	0,06	5,7	0,0045	54	172		
		1,0	1,0	3400	0,05	5,4	0,0028	65	232		
		2,2	1,1	3600	0,04	3,6	0,0019	74	272		
300	0,1	0,1	0,2	500	0,13	18,0	0,019	76	109		
		0,22	0,24	600	0,11	16,4	0,011	103	145		
		0,47	0,26	700	0,11	15,3	0,006	129	168		
	0,22	0,22	0,42	1000	0,1	12,4	0,009	92	164		
		0,47	0,5	1000	0,098	12,0	0,007	108	230		
		1,0	0,55	1100	0,09	11,0	0,003	122	262		
	0,47	0,47	1,0	1800	0,075	8,0	0,0045	94	248		
		1,0	1,1	1900	0,065	7,6	0,0028	105	318		
		2,2	1,2	2100	0,06	7,3	0,0018	122	371		

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Per il circuito vedi fig. n. 2										TABELLA N. 13	
V _b V	R _o MΩ	R _g MΩ	R _s MΩ	R _c Ω	C _s μF	C _c μF	C μF	V _u V	V _u /V _i A		
90	0,047	0,047		1600		3,2	0,061	9	10*		
		0,1		1800		2,5	0,033	11	11**		
		0,22		2000		2,0	0,015	14	11		
	0,1	0,1		3000		1,6	0,032	10	11**		
		0,22		3800		1,1	0,015	15	11		
		0,47		4500		1,0	0,007	18	11		
	0,22	0,22		6800		0,7	0,015	14	11		
		0,47		9500		0,5	0,0065	20	11		
		1,0		11500		0,43	0,0035	24	11		
180	0,047	0,047		920		3,9	0,062	20	11		
		0,1		1200		2,9	0,037	26	12		
		0,22		1400		2,5	0,016	29	12		
	0,1	0,1		2000		1,9	0,032	24	12		
		0,22		2800		1,4	0,016	33	12		
		0,47		3600		1,1	0,007	40	12		
	0,22	0,22		5300		0,8	0,015	31	12		
		0,47		8300		0,56	0,007	44	12		
		1,0		10000		0,48	0,0035	54	12		
300	0,047	0,047		870		4,1	0,065	36	12		
		0,1		1200		3,0	0,034	52	12		
		0,22		1500		2,4	0,016	68	12		
	0,1	0,1		1900		1,9	0,032	44	12		
		0,22		3000		1,3	0,016	68	12		
		0,47		4000		1,1	0,007	80	12		
	0,22	0,22		5300		0,9	0,015	57	12		
		0,47		8000		0,52	0,007	82	12		
		1,0		11000		0,46	0,0035	92	12		

* A 3 Volt efficaci di uscita.

** A 4 " " "

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Per il circuito vedi fig. n. 3								TABELLA N. 14		
V _b V	R _a MΩ	R _g MΩ	R _s MΩ	R _c Ω	C _s μF	C _c μF	C μF	V _u V	V _u /V _i A	
45	0,22	0,22	0,24		0,071		0,011	12	16*	
		0,47	0,32		0,06		0,006	14	23	
		1,0	0,39		0,056		0,0035	18	30	
	0,47	0,47	0,57		0,049		0,0052	14	22	
		1,0	0,64		0,047		0,0035	17	30	
		2,2	0,74		0,044		0,0018	19	33	
	1,0	1,0	1,1		0,036		0,0028	14	28	
		2,2	1,25		0,035		0,0018	16	32	
		3,3	1,45		0,032		0,0015	18	36	
90	0,22	0,22	0,4		0,089		0,011	26	26	
		0,47	0,46		0,081		0,0055	36	36	
		1,0	0,47		0,06		0,0035	42	41	
	0,47	0,47	0,84		0,07		0,0055	30	34	
		1,0	0,9		0,069		0,003	38	42	
		2,2	1,0		0,062		0,0018	40	50	
	1,0	1,0	2,0		0,045		0,0028	30	45	
		2,2	2,1		0,045		0,0018	35	55	
		3,3	2,2		0,044		0,0012	40	64	
135	0,22	0,22	0,5		0,09		0,011	42	34	
		0,47	0,63		0,074		0,0055	54	51	
		1,0	0,67		0,072		0,0035	57	60	
	0,47	0,47	1,1		0,071		0,005	47	49	
		1,0	1,4		0,06		0,0028	54	66	
		2,2	1,5		0,061		0,0018	60	87	
	1,0	1,0	2,1		0,059		0,0025	45	53	
		2,2	2,4		0,054		0,0018	57	88	
		3,3	2,7		0,049		0,0012	61	98	

* A 4 Volt efficaci di uscita.

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Per il circuito vedi fig. n. 3										TABELLA N. 15	
V _b V	R _a MΩ	R _g MΩ	R _s MΩ	R _c Ω	C _s μF	C _c μF	C μF	V _u V	V _u /V _i A		
45	0,22	0,22	0,26		0,042		0,013	14	17		
		0,47	0,36		0,006		0,006	17	24		
		1,0	0,4		0,034		0,004	18	28		
	0,47	0,47	0,82		0,025		0,0055	14	25		
		1,0	1,0		0,023		0,003	17	33		
		2,2	1,1		0,022		0,002	18	36		
	1,0	1,0	1,9		0,019		0,003	14	31		
		2,2	2,0		0,019		0,002	17	36		
		3,3	2,2		0,018		0,0015	18	43		
90	0,22	0,22	0,5		0,05		0,011	31	25		
		0,47	0,59		0,05		0,006	37	34		
		1,0	0,67		0,042		0,003	40	41		
	0,47	0,47	1,2		0,035		0,005	31	37		
		1,0	1,4		0,034		0,003	36	47		
		2,2	1,6		0,031		0,002	40	57		
	1,0	1,0	2,5		0,026		0,003	31	45		
		2,2	2,9		0,025		0,002	36	58		
		3,3	3,1		0,024		0,0012	38	66		
135	0,22	0,22	0,66		0,052		0,011	45	31		
		0,47	0,71		0,051		0,006	56	41		
		1,0	0,86		0,039		0,003	60	54		
	0,47	0,47	1,45		0,042		0,005	46	44		
		1,0	1,8		0,034		0,003	54	62		
		2,2	1,9		0,033		0,002	60	71		
	1,0	1,0	3,1		0,03		0,003	45	56		
		2,2	3,7		0,029		0,0015	53	70		
		3,3	4,3		0,026		0,0014	56	86		

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Per il circuito vedi fig. n. 3										TABELLA N. 16	
V _b V	R _a MΩ	R _g MΩ	R _c MΩ	R _e Ω	C _s μF	C _c μF	C μF	V _u V	V _u /V _i A		
45	0,22	0,22	0,06		0,046		0,011	11	23		
		0,47	0,07		0,045		0,006	15	33		
		1,0	0,011		0,04		0,003	17	39		
	0,47	0,47	0,34		0,025		0,005	13	34		
		1,0	0,44		0,022		0,003	16	46		
		2,2	0,5		0,022		0,002	18	55		
	1,0	1,0	1,0		0,016		0,003	14	43		
		2,2	1,0		0,016		0,002	17	51		
		3,3	1,1		0,015		0,001	17	60		
90	0,22	0,22	0,3		0,046		0,01	27	37		
		0,47	0,36		0,04		0,006	36	54		
		1,0	0,4		0,038		0,003	39	63		
	0,47	0,47	0,9		0,027		0,0045	29	61		
		1,0	1,0		0,023		0,003	35	82		
		2,2	1,1		0,022		0,002	38	96		
	1,0	1,0	1,9		0,02		0,0025	30	77		
		2,2	2,0		0,02		0,002	35	98		
		3,3	2,2		0,018		0,001	37	114		
135	0,22	0,22	0,4		0,052		0,011	44	46		
		0,47	0,49		0,037		0,005	55	71		
		1,0	0,52		0,034		0,003	60	93		
	0,47	0,47	1,1		0,029		0,0045	45	77		
		1,0	1,3		0,023		0,003	53	106		
		2,2	1,4		0,022		0,002	59	123		
	1,0	1,0	2,3		0,021		0,0025	45	104		
		2,2	2,5		0,019		0,0015	53	136		
		3,3	2,9		0,016		0,001	56	163		

AMPLIFICATORI A RESISTENZA

Per il circuito vedi fig. n. 2										TABELLA N. 17	
V _b V	R _a MΩ	R _g MΩ	R _s MΩ	R _c Ω	C _s μF	C _c μF	C μF	V _u V	A V _u /V _i		
90	0,1	0,1		4400		2,7	0,023	5	29*		
		0,22		4700		2,4	0,013	6	35*		
		0,47		4800		2,3	0,007	8	41		
	0,22	0,22		7000		1,6	0,001	6	39*		
		0,47		7400		1,4	0,006	9	45**		
		1,0		7600		1,3	0,003	11	49*		
	0,47	0,47		12000		0,9	0,006	9	48*		
		1,0		13000		0,8	0,003	11	52*		
		2,2		14000		0,7	0,002	13	55*		
180	0,1	0,1		1800		4,0	0,025	18	40		
		0,22		2000		3,5	0,013	25	47		
		0,47		2200		3,1	0,006	32	52		
	0,22	0,22		3000		2,4	0,012	24	53		
		0,47		3500		2,1	0,006	34	59		
		1,0		3900		1,8	0,003	39	63		
	0,47	0,47		5800		1,3	0,006	30	62		
		1,0		6700		1,1	0,003	39	66		
		2,2		7400		1,0	0,002	45	68		
300	0,1	0,1		1300		4,6	0,027	43	45		
		0,22		1500		4,0	0,013	57	52		
		0,47		1700		3,6	0,006	66	57		
	0,22	0,22		2200		3,0	0,013	54	59		
		0,47		2800		2,3	0,006	69	65		
		1,0		3100		2,1	0,003	79	68		
	0,47	0,47		4300		1,6	0,006	62	69		
		1,0		5200		1,3	0,003	77	73		
		2,2		5900		1,1	0,002	92	75		

* A 2 Volt efficaci di uscita.

** A 3 Volt efficaci di uscita.

◆ A 4 Volt efficaci di uscita.

(47)

DATI PER LA SCELTA, LA COSTRUZIONE E L'INSTALLAZIONE DELLE ANTENNE
RICEVENTI PER MF

Per il raggiungimento dei risultati soddisfacenti che caratterizzano le trasmissioni a modulazione di frequenza, è necessario, soprattutto, che il ricevitore sia in condizioni di captare un buon segnale, per cui occorre installare, con tutti gli accorgimenti necessari alle frequenze in oggetto, una capace e sicura antenna.

In località molto prossime al trasmettitore, dove il campo generato è forte, è sufficiente per la ricezione l'antenna interna di cui può essere dotato l'apparecchio, oppure una antenna interna a di polo (fig.1) o a baffo (fig.2).

Quella a dipolo è ricavata con spezzoni di piattina bifilare da 300 Ω , mentre quella a "baffo" è in tubetto di ottone o alluminio.

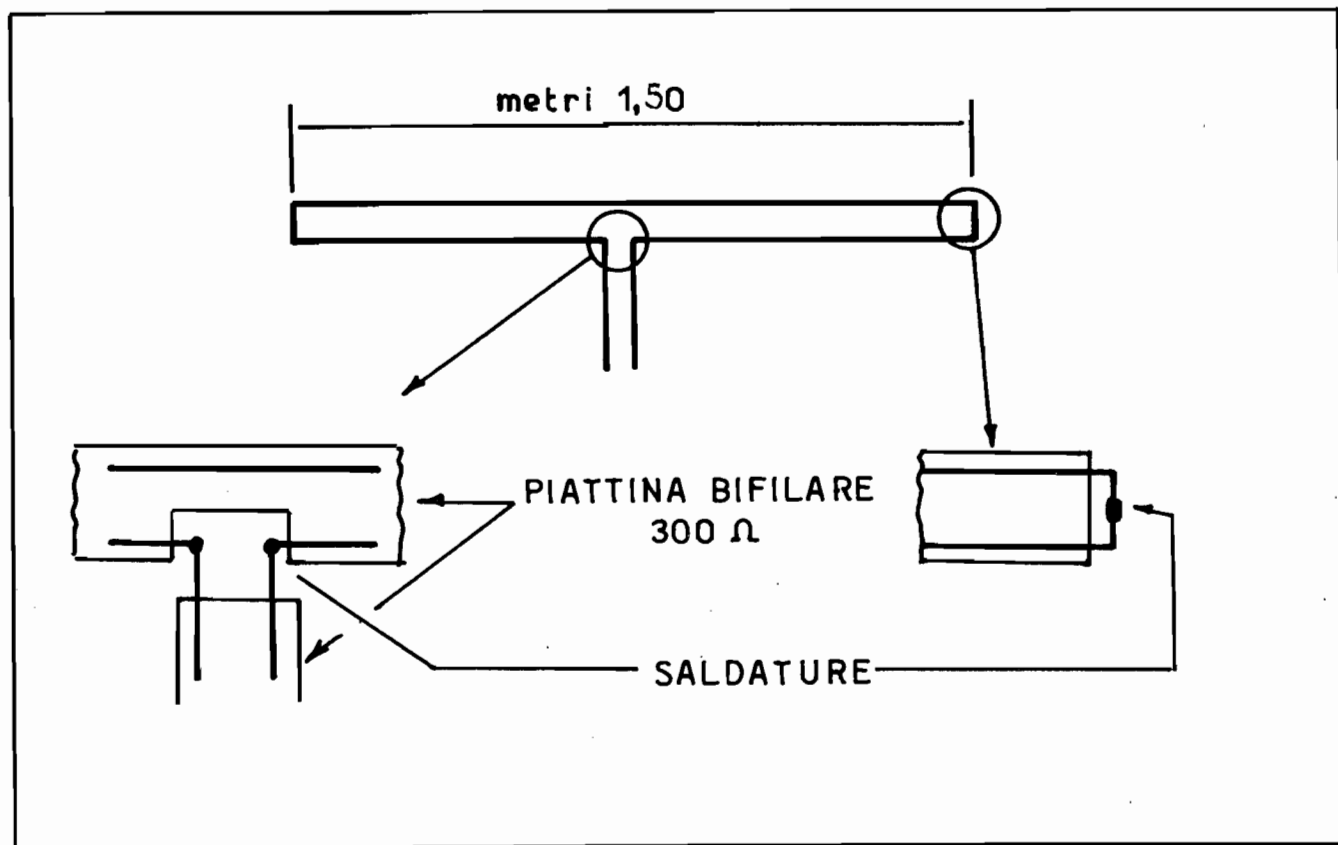


Fig. 1

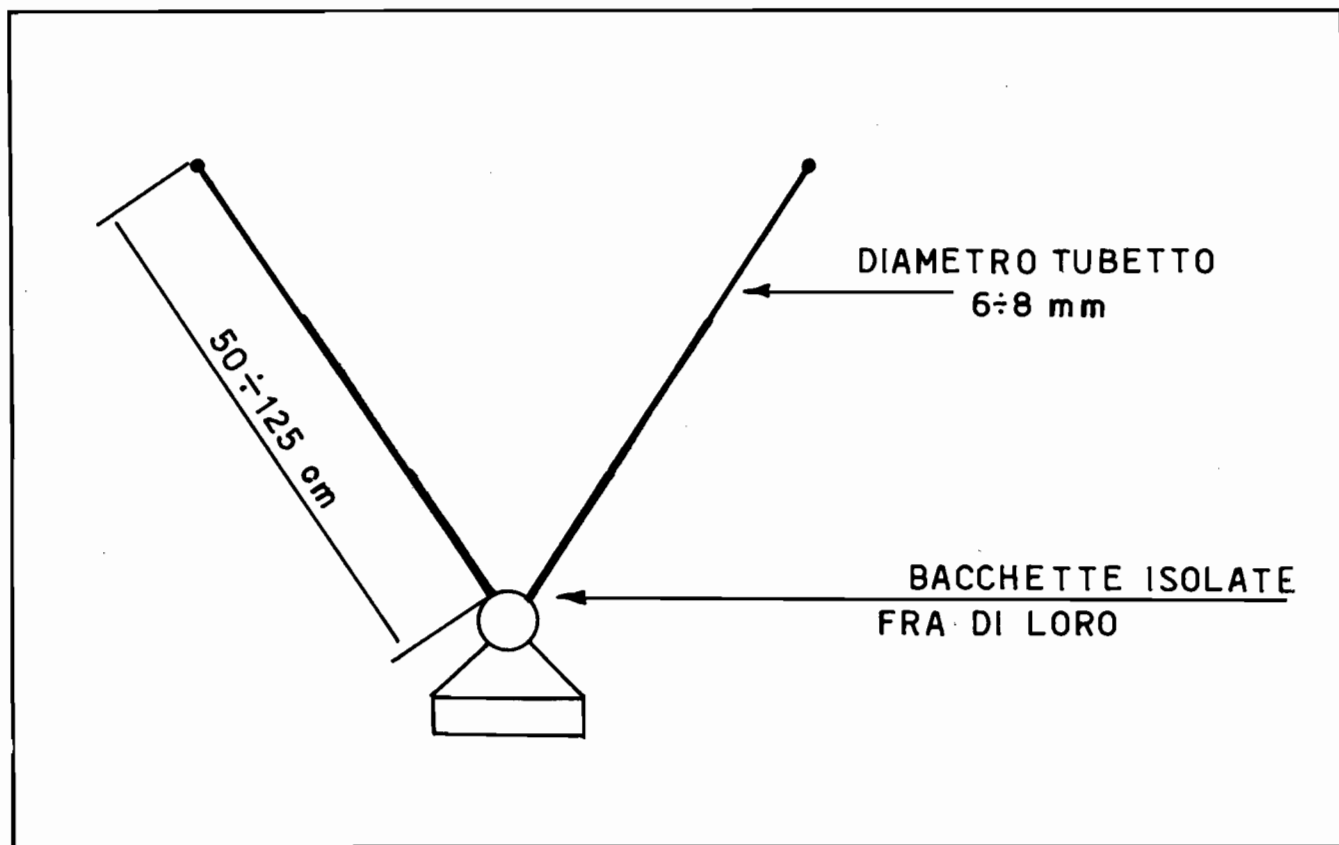


Fig. 2

Naturalmente l'installazione di una antenna esterna migliora, anche in questo caso, la ricezione, in quanto, aumentando il segnale captato, si garantisce il funzionamento del circuito limitatore dei di sturbi.

Tenga presente che le antenne, sia a dipolo che a baffo, dovrebbero essere disposte in posizione ortogonale alla direzione dell'an-tenna trasmittente.

Talvolta questo non si verifica, perchè la presenza di ostacoli (case, colline ecc.) modifica la distribuzione ed il percorso delle onde elettromagnetiche e contemporaneamente si generano onde riflesse o rifratte (fig.3), come per le onde luminose.

Le onde riflesse, percorrendo un percorso maggiore, arrivano all'antenna in ritardo, rispetto all'onda diretta, e questo può dare origine a distorsione anche notevole.

Si tratta quindi di scegliere, per ogni installazione, l'antenna più adatta. Per la MF la scelta può essere fatta tra i seguenti tipi :

A) - ANTENNA AD UN SOLO ELEMENTO (folded dipole) ; fig.4 -

E' adatta per le zone vicine al trasmettitore e libere da osta-

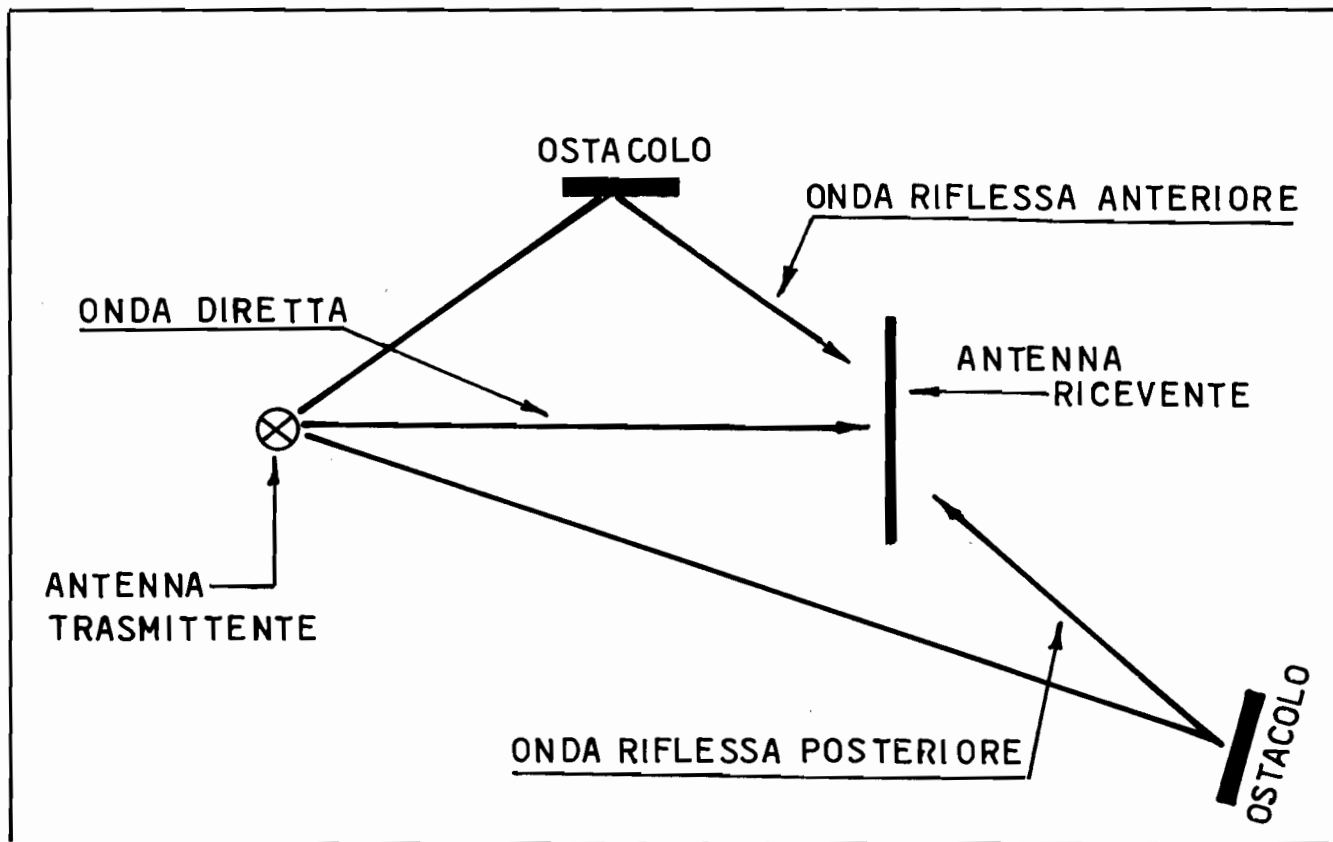


Fig. 3

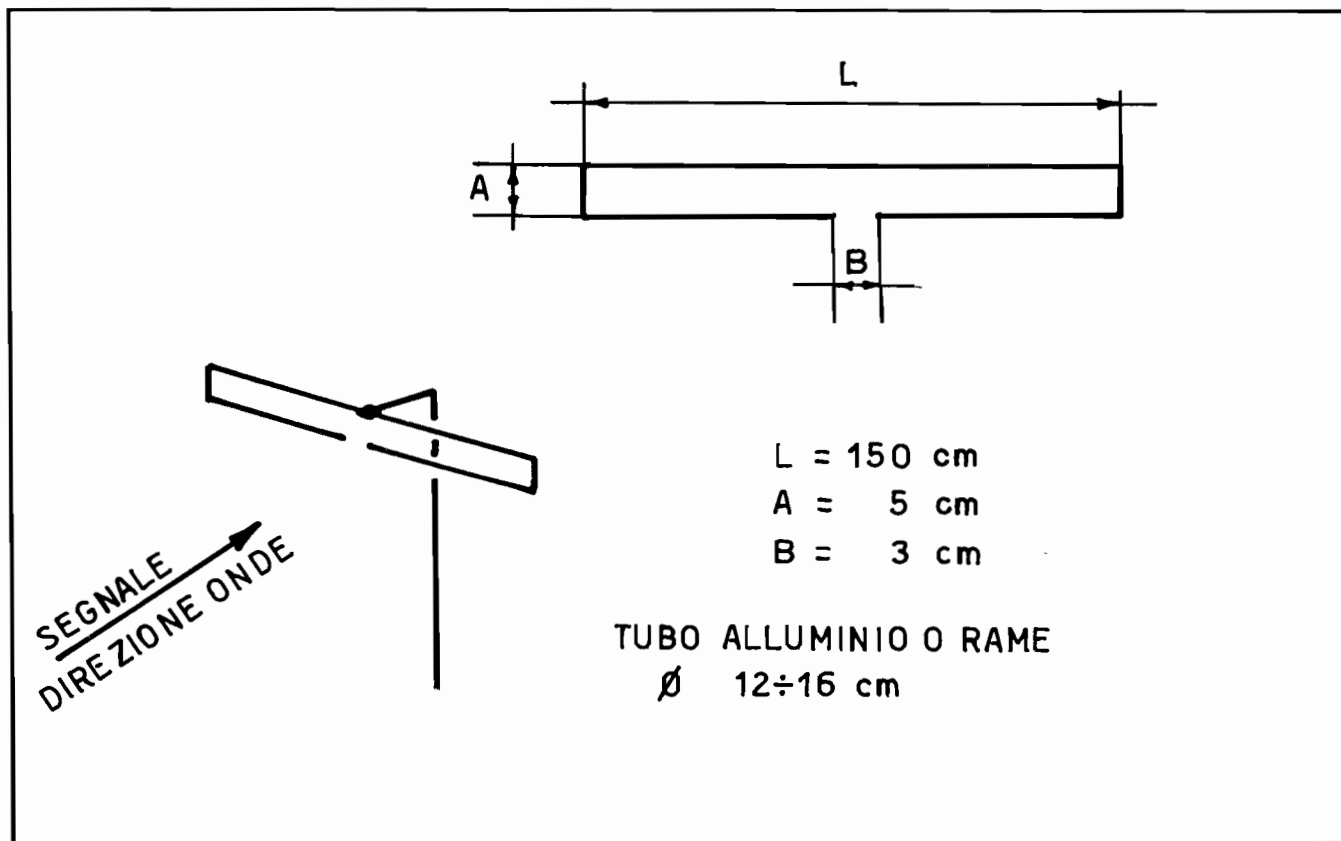


Fig. 4

coli. Deve essere montata possibilmente molto in alto (tetti, terrazze, ecc.). La linea di discesa ha l'impedenza di 300Ω e non deve superare i 20 m di lunghezza.

Detta antenna è costruita in tubo di rame od alluminio.

B) - ANTENNA A DIPOLO CON RIFLETTORE (fig.5) -

E' adatta per le località con ostacoli alle spalle : infatti l'elemento riflettore ha il compito di evitare il segnale proveniente da una riflessione posteriore.

C) - ANTENNA A DIPOLO CON DIRETTORE (fig.6) -

E' adatta per località con ostacoli frontali o laterali, tali da creare onde riflesse anteriori al dipolo.

D) - DIPOLO CON RIFLETTORE E DIRETTORE (fig.7) -

E' adatta per località lontane o circondate da ostacoli.

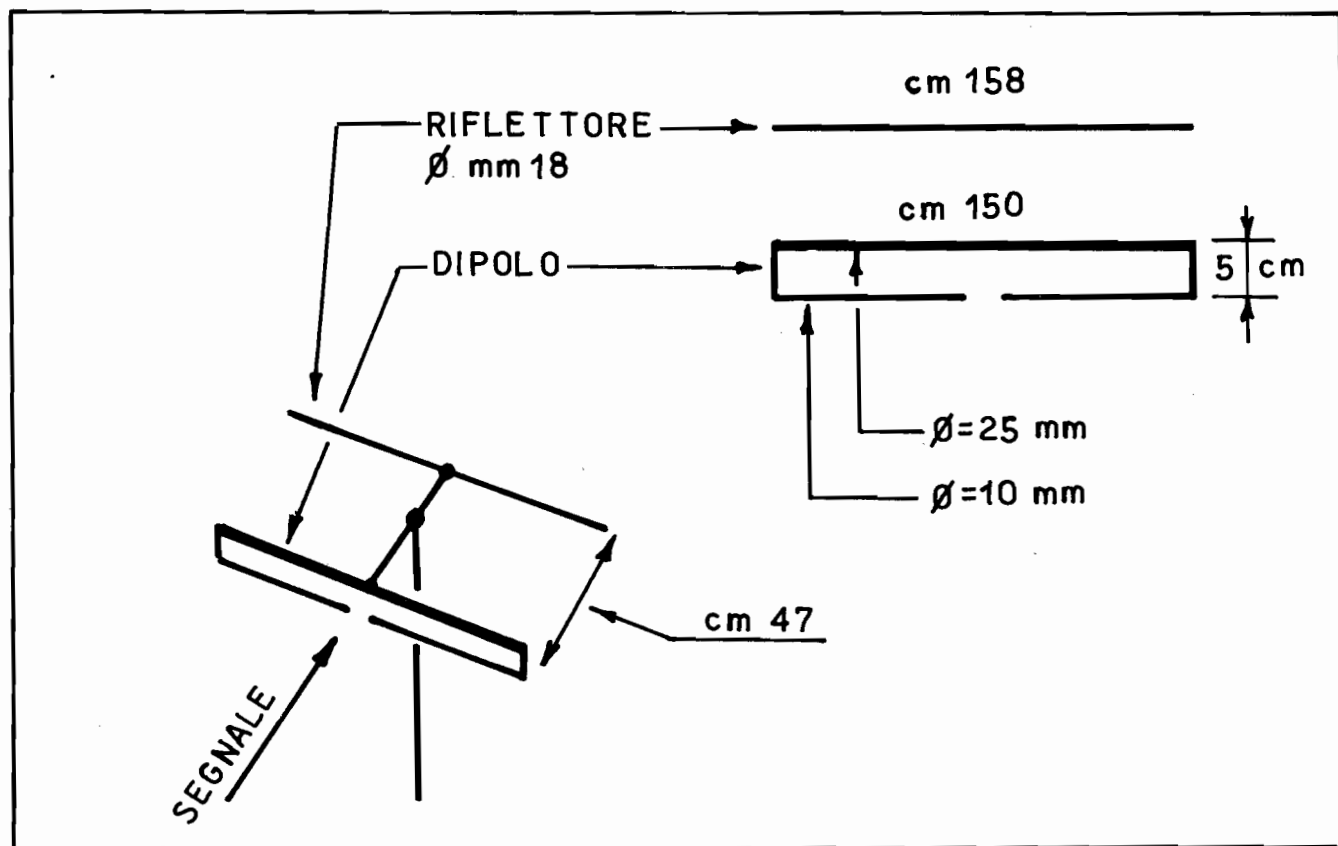


Fig. 5

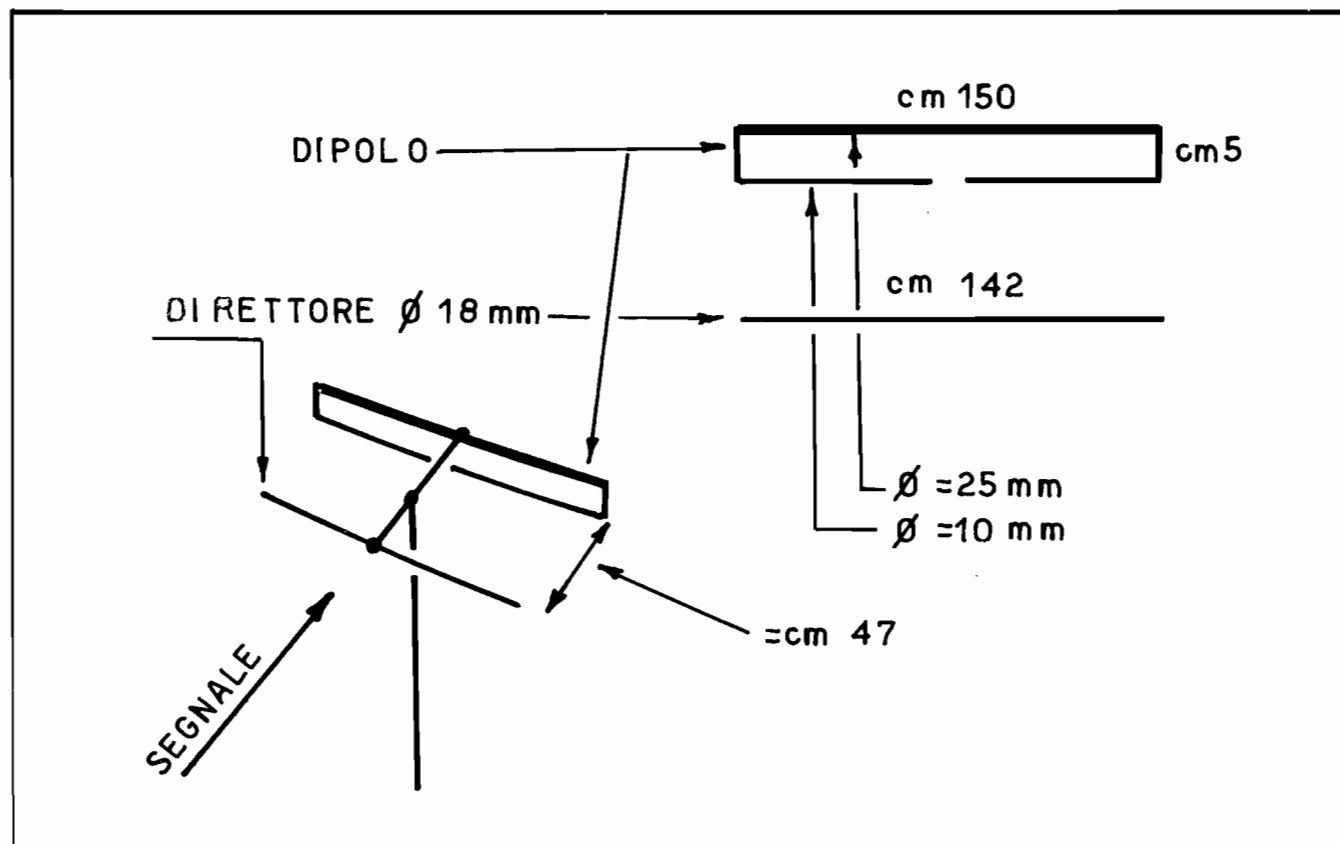


Fig. 6

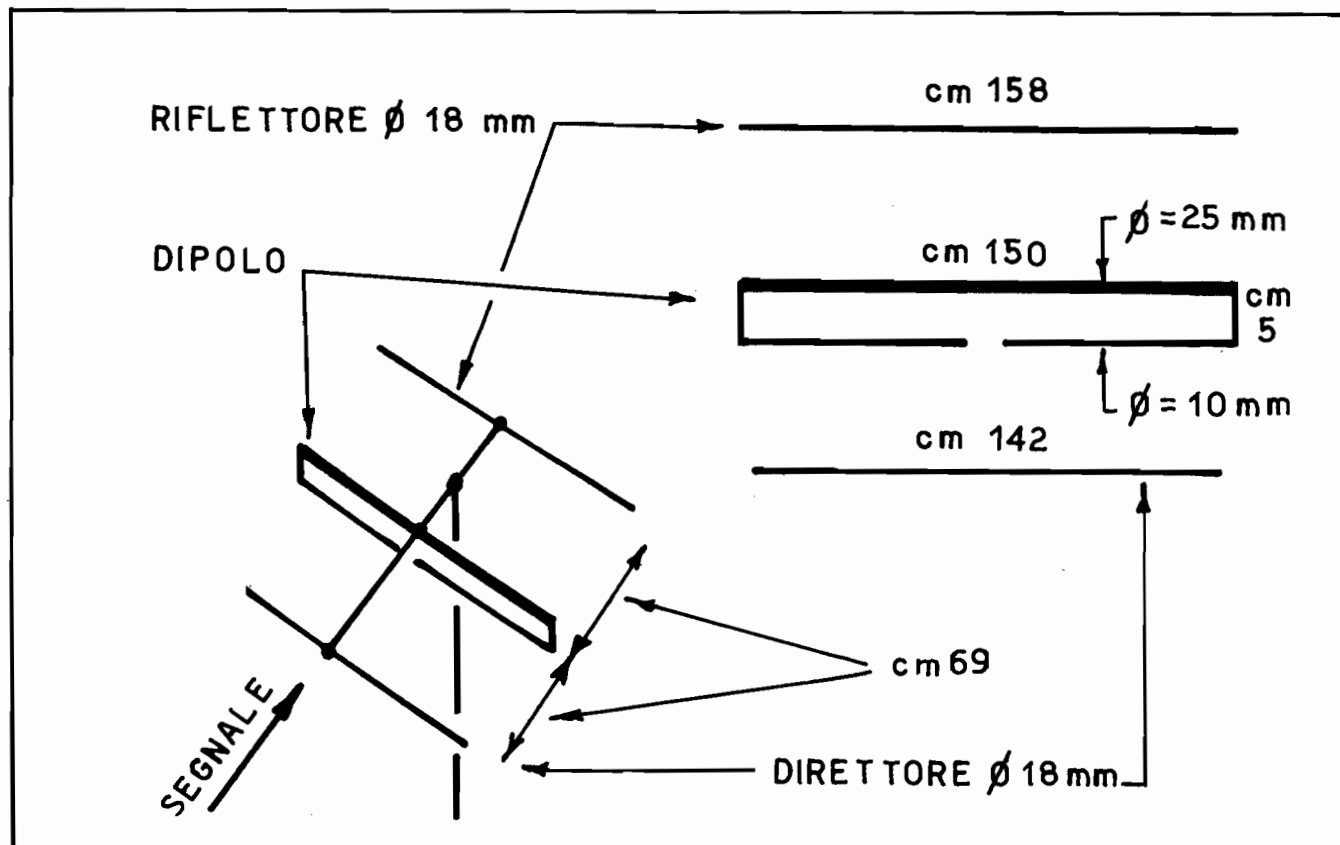


Fig. 7

I tipi B - C - D hanno l'impedenza di 150Ω e la linea di collegamento con il ricevitore può essere tanto in cavo schermato da 150Ω , come in piattina bifilare da 150Ω .

I dipoli devono essere collegati a massa nel punto centrale, superiormente all'attacco della linea di discesa : ciò è necessario nell'eventualità di scariche atmosferiche (fulmini).

Il dipolo può essere in tubo ripiegato, oppure saldato bene alle estremità ; non importa se termina a spigoli oppure in curva, occorre solamente che siano rispettate le misure.

- AVVERTENZE PER L'INSTALLAZIONE -

La discesa in piattina bifilare deve essere lontana dalle masse metalliche (grondaie, ringhiere) e non correre parallela a conduttori elettrici.

Ogni 40-50 cm deve essere ruotata sul suo asse, per ridurre la influenza dei disturbi.

Occorre fare molta attenzione al collegamento del conduttore sul dipolo, che una volta montato sul tetto diventa difficilmente

ispezionabile.

Tenga anche presente che l'antenna esterna è esposta alle intemperie e che la neve, la pioggia ed i depositi di fuliggine possono facilmente deteriorarla. Usi quindi buon materiale e non lesini in quegli accessori che possono sembrare inutili, ma che servono a rendere efficace e sicuro l'impianto.

Fra gli accessori sono molto utili i distanziatori da muro e da palo, i passagrondaie, i chiodi isolanti per interno e gli spinotti per piattina.

Nel caso Lei si trovasse in una zona particolarmente battuta dalla pioggia o dalla salsedine marina, può ripassare con una mano di vernice isolante, a montaggio ultimato, tutta l'antenna, le viti, i bulloni e le altre parti a contatto fra loro.

- - - - -