

CAPITOLO TERZO

ABACHI, NOMOGRAMMI E GRAFICI

Abaco per la legge di Ohm.

L'abaco a lato consiste di tre scale di riferimento; la prima, a destra, per la tensione in volt, la seconda per la resistenza in ohm e la terza per l'intensità di corrente in ampere. Esso consente di trovare rapidamente la relazione esistente tra queste tre grandezze, espressa dalla legge di Ohm.

Per la legge di Ohm, la tensione ai capi di una resistenza è direttamente proporzionale al valore della resistenza stessa e alla corrente che la percorre, ossia:

$$\text{Tensione in volt} = \text{Resistenza in ohm} \times \text{Intensità di corrente in ampere.}$$

Da tale legge risulta pure che l'intensità di corrente è direttamente proporzionale alla tensione ed inversamente proporzionale alla resistenza, ossia:

$$\text{Intensità di corrente in ampere} = \frac{\text{Tensione in volt}}{\text{Resistenza in ohm}}$$

Infine risulta che la resistenza è direttamente proporzionale alla tensione ed inversamente proporzionale alla intensità di corrente, ossia:

$$\text{Resistenza in ohm} = \frac{\text{Tensione in volt}}{\text{Intensità di corrente in ampere}}$$

Noti due dei valori, il terzo risulta dall'abaco. Se, ad es., ai capi di una resistenza di 100 ohm vi è una tensione di 25 volt e se si vuol conoscere quale sia l'intensità della corrente che la percorre, basta cercare il valore di 100 ohm sulla scala centrale, quella della resistenza, e il valore di 25 volt sulla scala a destra, quella della tensione; i due punti trovati vanno uniti con una retta, come indicato in fig. 3.1, la quale raggiunge la scala a sinistra, quella della corrente, nel punto corrispondente a 250 milliampere.

Procedendo allo stesso modo si può conoscere il valore della tensione o della resistenza, qualora siano noti gli altri due. L'abaco può venir usato per valori di

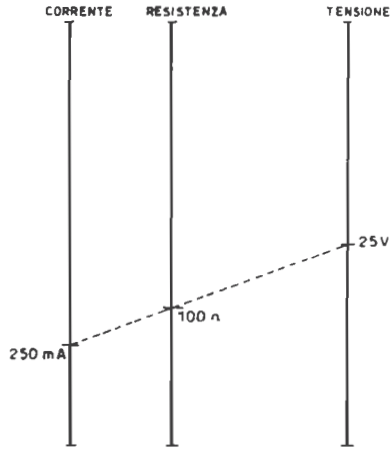


Fig. 3.1

corrente compresi tra 10 microampere e 10 ampere, valori di tensione da 1 a 2 000 volt e valori di resistenza da 0,1 ohm a 100 megaohm.

Abaco per la legge di Ohm

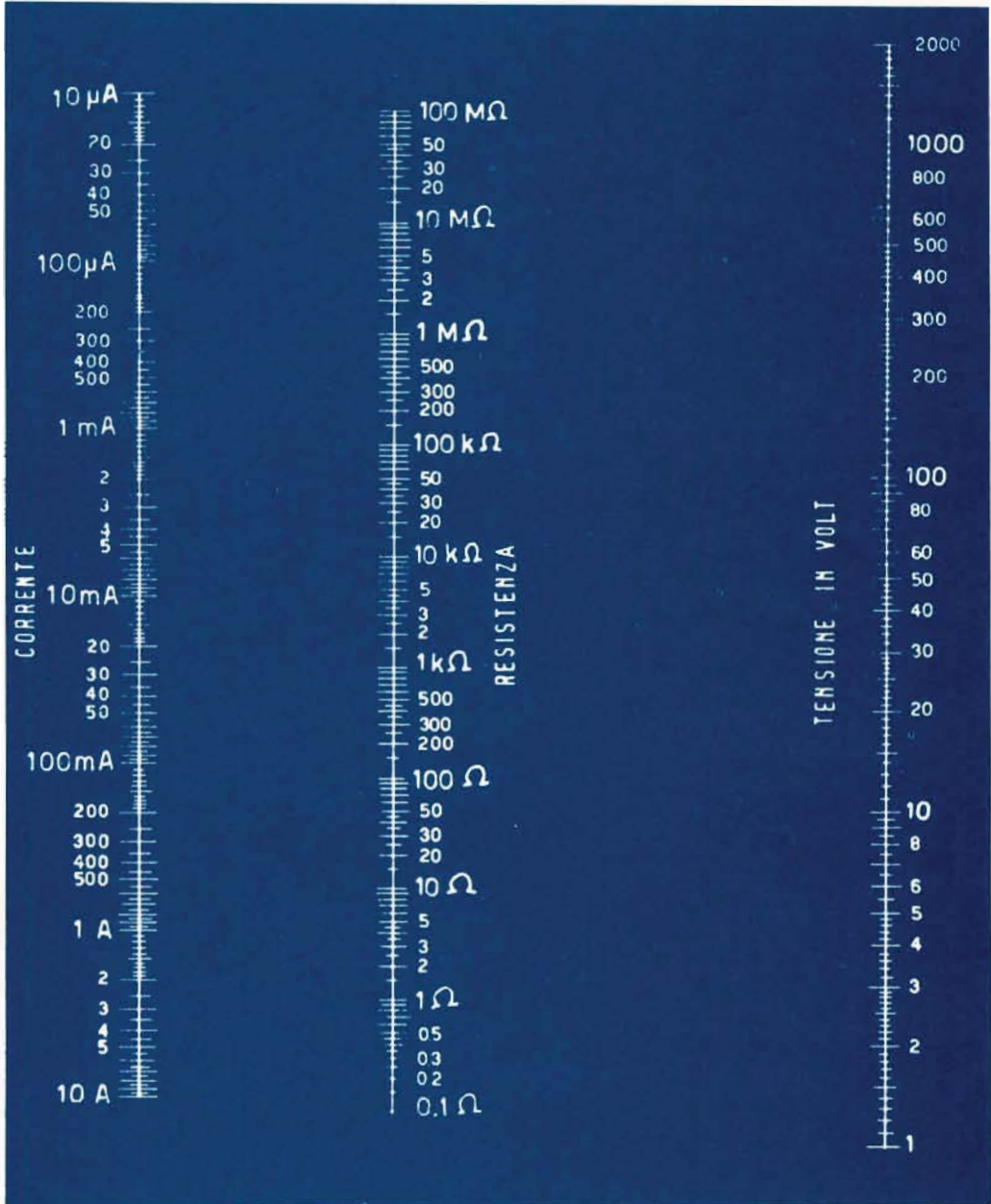


Fig. 3.2

Abaco per le resistenze in parallelo.

Se due scale graduate vengono poste ad angolo, una terza scala, al centro delle due può dare i valori di due resistenze in parallelo. È sufficiente che sulla terza scala i valori indicati siano quelli delle scale laterali divisi per 2. Le tre scale possono venir graduate come meglio riesce opportuno. Quelle dell'abaco sono state graduate: da 0 a 200 le laterali, e da 0 a 100 la centrale. Esempio: una resistenza di 100 ohm' è posta in parallelo con altra di 150 ohm. Si trova il valore corrispondente riunendo con un regolo questi due valori sulle scale laterali. Sulla scala centrale si legge il valore: 60 ohm. Esempio: occorre ridurre il valore di una resistenza di 11 000 ohm a 6 500 ohm; cercare sulla scala centrale il punto corrispondente a 65, unirlo con quello a 110 su una delle scale laterali. Sull'altra scala laterale si trova il valore di 160. È necessaria una resistenza in parallelo di 16 000 ohm. Esempio: le resistenze in parallelo sono tre: di 40, 100 e 150 ohm; quelle di 100 e 150 ohm equivalgono a 60 ohm; quelle di 40 e 60 ohm corrispondono, sulla scala centrale, a 24 ohm.

Le due scale minori, in basso a sinistra, vengono utilizzate quando le resistenze sono di valore molto diverso. Esempio: due resistenze, di 8 e di 120 ohm sono in parallelo; si riporta 8 sulla scala piccola a sinistra; 120 sulla scala grande a destra; sull'altra scala piccola risulta il valore di 7,5 ohm, che è quello cercato.

Qualora si tratti di resistenze di valore molto basso, sotto i 20 ohm, non è opportuno utilizzare il tratto inferiore dell'abaco, è invece opportuno usare l'intero abaco, trascurando uno zero per tutte le cifre indicate; in tal modo le scale laterali risulteranno graduate anzichè da 10 a 200, da 1 a 20, ciò che consentirà di ottenere risultati molto più precisi.

Quanto detto per le resistenze in parallelo vale anche per i condensatori in serie; è sufficiente porre anzichè il valore in ohm, la capacità in microfarad o picofarad.

$$R_x = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \quad ; \quad C_x = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$

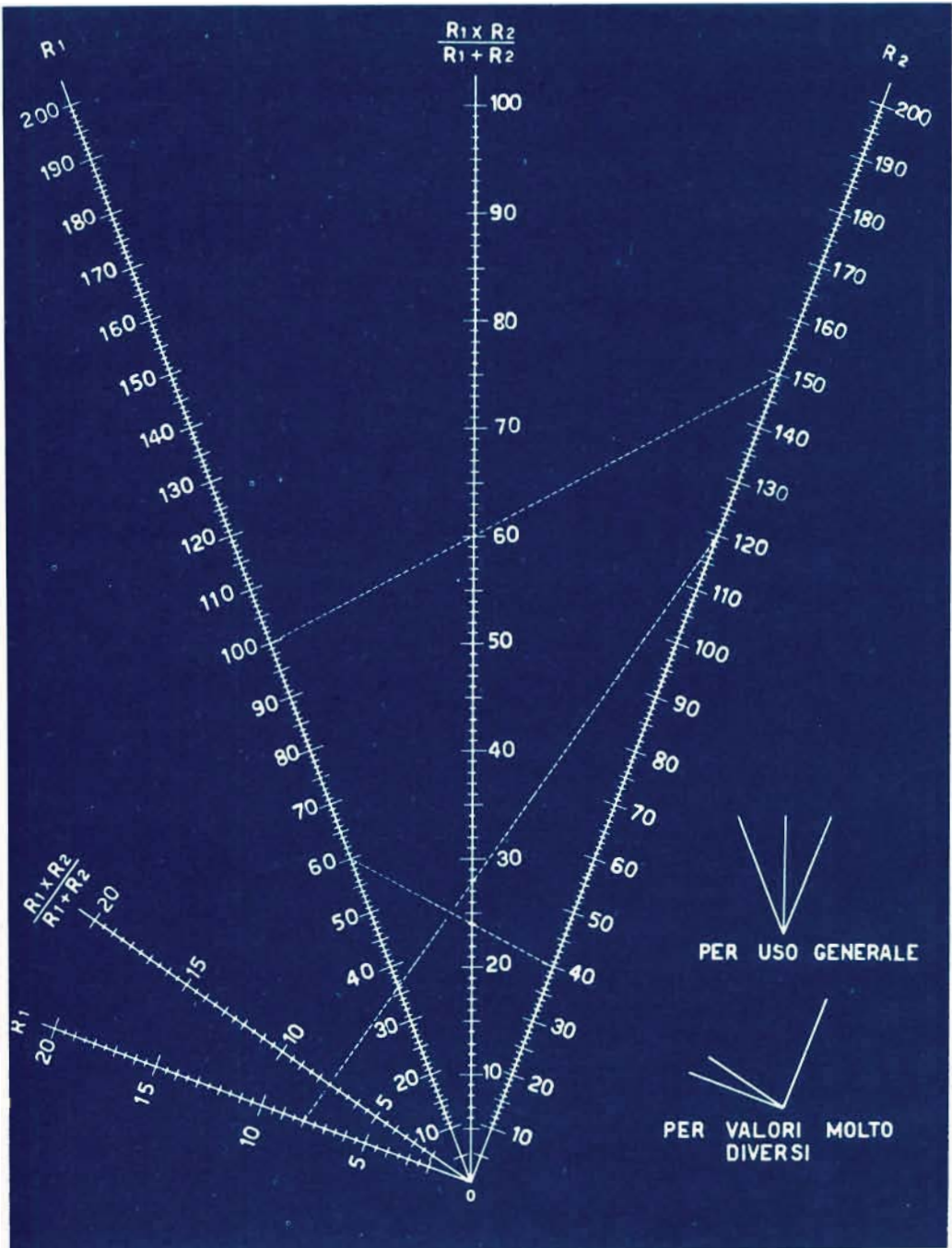


Fig. 3.3

Resistenze in parallelo e condensatori in serie.

La formula per calcolare il valore risultante di due resistenze in parallelo serve anche per calcolare il valore di due condensatori in serie. Tale formula è la seguente:

$$\text{Resistenza risultante dalla connessione in parallelo} = \frac{\text{Resistenza A} \times \text{Resistenza B}}{\text{Resistenza A} + \text{Resistenza B}}$$

oppure:

$$\text{Capacità risultante dal collegamento in serie} = \frac{\text{Capacità A} \times \text{Capacità B}}{\text{Capacità A} + \text{Capacità B}}$$

Se, ad es., vengono collegate in parallelo due resistenze, una di 500 e l'altra di 800 ohm, il valore che ne risulta è dato da:

$$\frac{500 \times 800}{500 + 800} = \frac{400\,000}{1\,300} = 307 \text{ ohm.}$$

Se vengono collegati in serie due condensatori fissi, uno di 500 ed uno di 800 picofarad, la capacità risultante è di 307 picofarad.

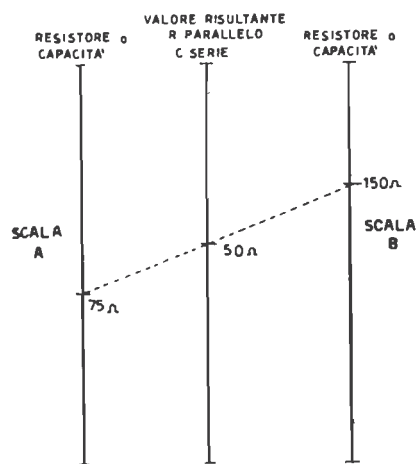


Fig. 3.4

L'abaco a lato consente di trovare rapidamente il valore di due resistenze in parallelo o di due condensatori in serie, da 2 000 a 15 ohm o picofarad. È pure possibile ottenere tutti gli altri valori moltiplicando le scale per 10, per 100 e per 1 000.

L'abaco è costituito da due scale laterali eguali e da una scala centrale. Le tre scale sono doppie; le due laterali vanno da 15 a 600 e da 47 a 2 000. Questi valori corrispondono a capacità in picofarad o a resistenze in ohm. La scala centrale riporta i corrispondenti valori delle resistenze in parallelo e delle capacità in serie.

Se, ad es., come in fig. 3.4, si tratta di determinare il valore di due resistenze, una di 75 e l'altra di 150 ohm, basta cercare sulla scala A, dal lato destro, il valore di 75 ohm e sulla scala B, sempre dal lato destro, il valore di 150 ohm. Basta unire con una retta questi due valori per trovare sulla scala centrale, sempre dal lato destro, il valore di 75 ohm. Con lo stesso procedimento si sarebbe potuto trovare il valore di due condensatori in serie, uno di 75 e l'altro di 150 picofarad.

L'abaco può venir esteso aggiungendo uno o più zeri ai valori di ciascuna delle tre scale. Ad es., il valore di due resistenze in parallelo di 7 500 ohm e 15 000 è di 5 000 ohm.

La scala può venire pure utilizzata, anziché per valori in ohm, per valori in chiloohm.

Resistenze in parallelo e condensatori in serie

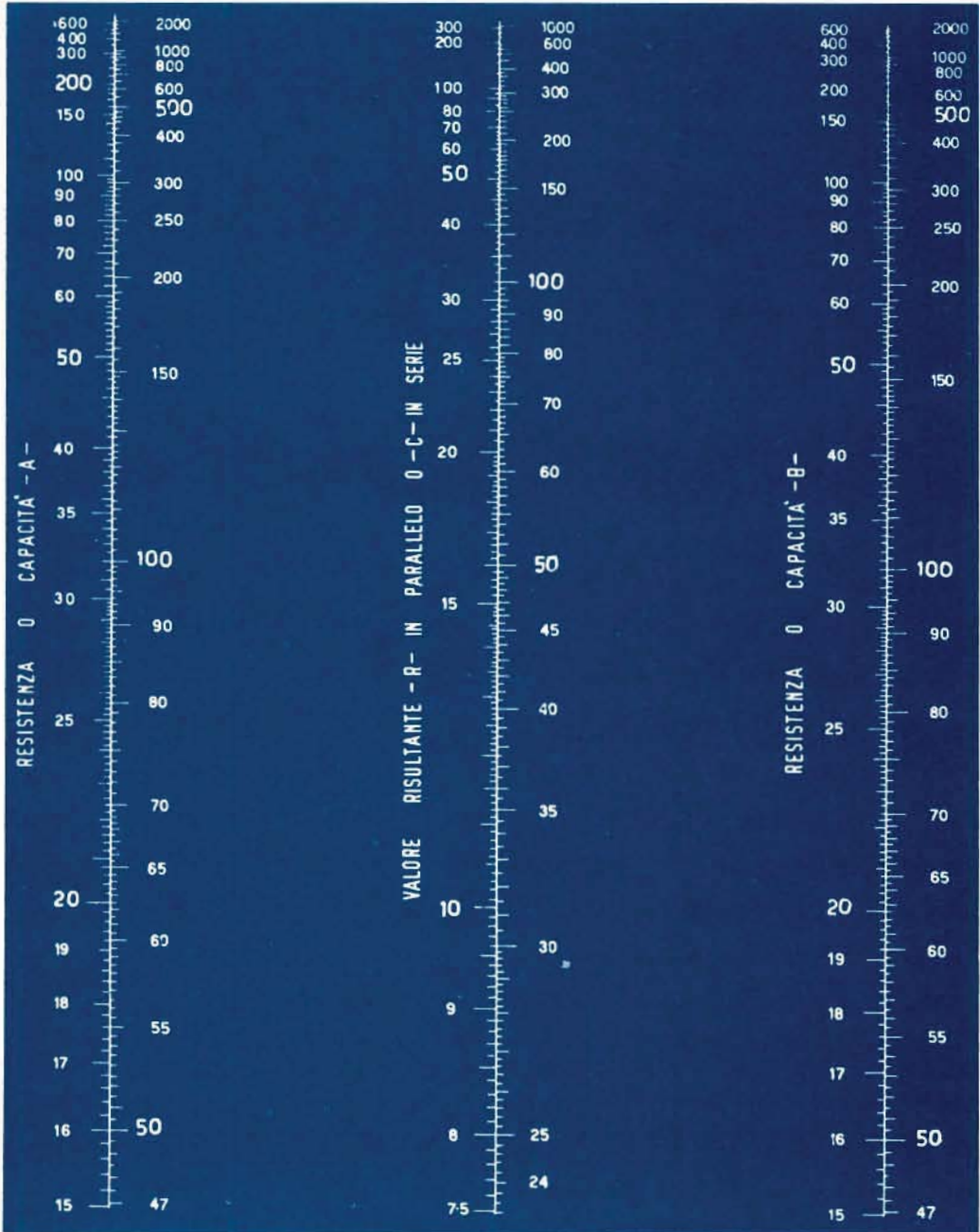


Fig. 3.5

Dissipazione ammissibile nelle resistenze.

Le resistenze convertono l'energia elettrica in calore; sono usate per produrre cadute di tensione allo scopo di suddividere la tensione di alimentazione ai diversi valori necessari per il funzionamento delle valvole. L'energia elettrica trasformata in calore viene detta energia dissipata; essa dipende dalle dimensioni fisiche della resistenza fissa. L'energia dissipata nell'unità di tempo, ossia la POTENZA è data da:

$$\text{Potenza dissipata in watt} = \frac{(\text{Tensione massima ammissibile in volt})^2}{\text{Resistenza in ohm}}$$

Ad es., se la tensione applicata ai capi di una resistenza è di 100 volt e se il valore della resistenza è di 5 000 ohm, la potenza dissipata nella resistenza è data da $\frac{100^2}{5\,000} = \frac{10\,000}{5\,000} = 2$ watt.

Se invece la tensione è di 200 volt, ed il valore della resistenza sempre di 5 000 ohm, la potenza dissipata è di $\frac{200^2}{5\,000} = \frac{40\,000}{5\,000} = 8$ watt.

Mentre la tensione è soltanto duplicata la potenza è invece quadruplicata, ciò per il fatto che la potenza aumenta con il quadrato della tensione applicata alla resistenza. Per dissipare 2 watt è sufficiente una resistenza chimica di piccole dimensioni, mentre per dissipare 8 watt è necessaria una resistenza a filo di dimensioni notevolmente più grandi.

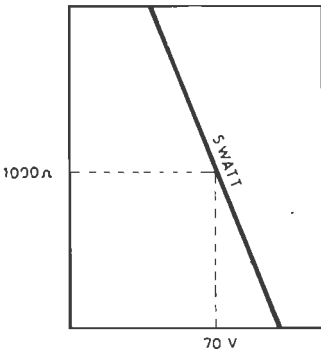


Fig. 3.6

La potenza dissipata viene convertita in calore il quale negli apparecchi radio non deve superare i 40°; qualora nell'apparecchio vi siano molte resistenze e l'apparecchio stesso sia di costruzione compatta è opportuno che la *dissipazione massima ammissibile* sia del 50 % superiore a quella teorica.

Il nomogramma consente di conoscere rapidamente quale sia la potenza dissipata quando sia noto il valore della resistenza e quello della tensione applicata ai suoi capi. I valori di resistenza sono compresi tra 0 e 100 000 ohm; quelli della tensione da 0 a 1 000 volt.

Qualora, come nell'esempio di fig. 3.6 la resistenza sia di 1 000 ohm e 5 watt, la tensione massima ammissibile ai suoi capi è di 70 volt. Sull'asse verticale del nomogramma sono indicati i valori di resistenza in ohm, mentre su quello orizzontale sono indicati i valori di tensione in volt. Sono tracciate dieci rette di riferimento corrispondenti ad altrettanti valori di dissipazione in watt, da un decimo di watt a cento watt.

Supponendo di conoscere il valore della tensione applicata ad una resistenza di un dato valore, per conoscere quale sia la dissipazione basta fare intersecare le due rette estese dai corrispondenti assi: la dissipazione è indicata dalla retta più prossima al punto di intersecazione.

Dissipazione ammissibile nelle resistenze

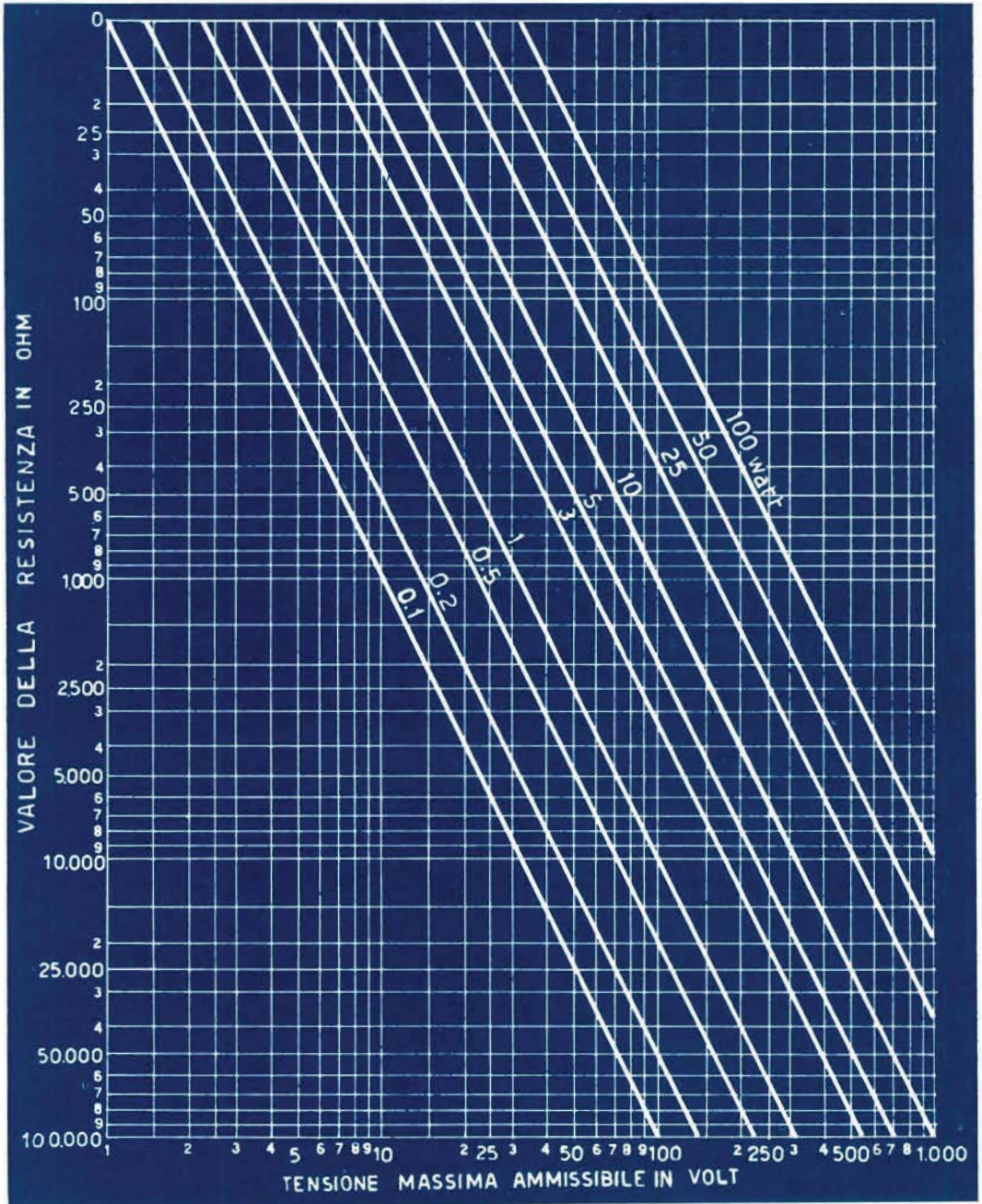


Fig. 3.7

Riduzione di capacità di un condensatore con altro in serie.

La capacità di un condensatore fisso può venir ridotta collegando in serie ad esso un altro condensatore di capacità adeguata. La capacità del condensatore riduttore risulta dalla formula:

$$\text{Capacità di riduzione in pF} = \frac{\text{Capacità del condens. in pF} \times \text{Capacità richiesta in pF}}{\text{Capacità del condens. in pF} - \text{Capacità richiesta in pF}}$$

Se, ad es., si tratta di ridurre la capacità di un condensatore fisso da 650 a 275 pF, occorre collegare in serie ad esso un condensatore di:

$$\frac{650 \times 275}{650 - 275} = 476 \text{ picofarad.}$$

È possibile evitare il calcolo usando il nomogramma a lato. Sulla scala a sinistra sono riportati i valori di capacità da ridurre, su quella al centro sono riportati i valori della capacità richiesta, ed infine sulla terza scala, quella a destra, sono segnati i valori di capacità del condensatore da collegare in serie.

Il nomogramma si riferisce a capacità da 50 picofarad a 1 000 picofarad.

Se, ad es., si vuole ridurre la capacità da 600 pF a 275, occorre cercare questi due valori sulla scala a sinistra e su quella al centro; la capacità da collegare in serie è di 505 pF, e va letta sulla scala a destra.

Per estendere la portata del nomogramma basta dividere per 10 i valori delle capacità segnate sulla scala a sinistra e su quella centrale, e moltiplicare per 10 i valori della scala a destra.

Inoltre, se si vuole ridurre la capacità da 1 000 pF a 600 pF occorre dividere questi valori per 10 e riferirli alle due scale piccole a sinistra; riportando i valori di 100 e di 60 su tali scale, si può leggere sulla scala a destra il valore di 1 500.

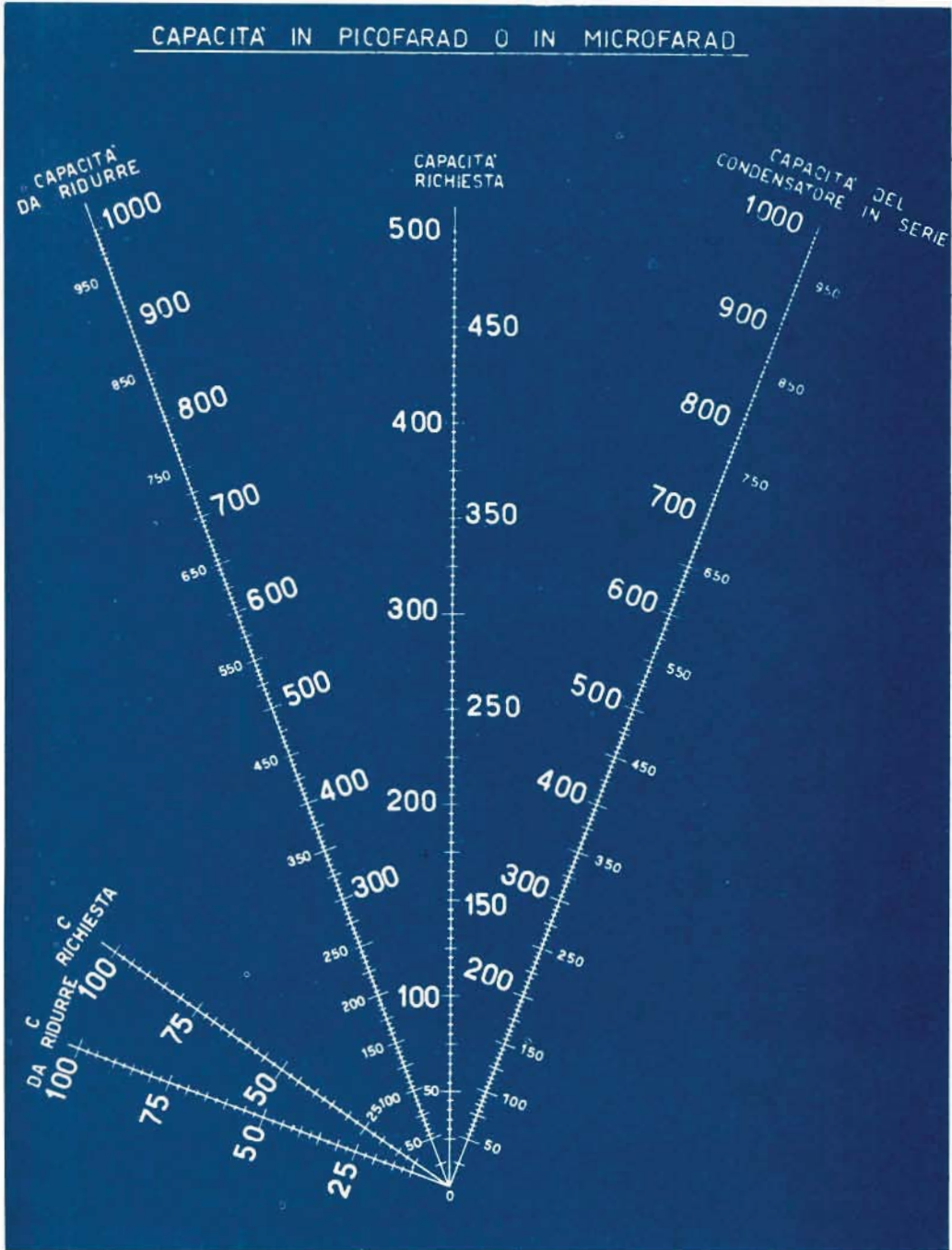


Fig. 3.8

Tre nomogrammi per la reattanza capacitativa o induttiva per frequenze da 1 hertz a 1000 megahertz.

PRIMO NOMOGRAMMA - CAPACITA', INDUTTANZA E REATTANZA PER FREQUENZE IN Hz.

Consente di trovare i valori di reattanza di condensatori da 20 pF a 20 F e delle bobine da 0,002 H a 2 000 H, nella gamma di frequenze da 1 Hz a 1000 Hz.

SECONDO NOMOGRAMMA - CAPACITA', INDUTTANZA E REATTANZA PER FREQUENZE IN kHz.

Consente di trovare i valori di reattanza di condensatori da 0,02 pF a 0,02 F e delle bobine da 0,002 mH a 2 000 mH, nella gamma di frequenze da 1 kHz a 1 000 kHz.

TERZO NOMOGRAMMA - CAPACITA', INDUTTANZA E REATTANZA PER FREQUENZE IN MHz.

Consente di trovare i valori di reattanza di condensatori da 0,00002 pF a 20 μ F e delle bobine da 0,002 μ H a 2 000 μ H nelle gamme di frequenze da 1 a 1 000 MHz.

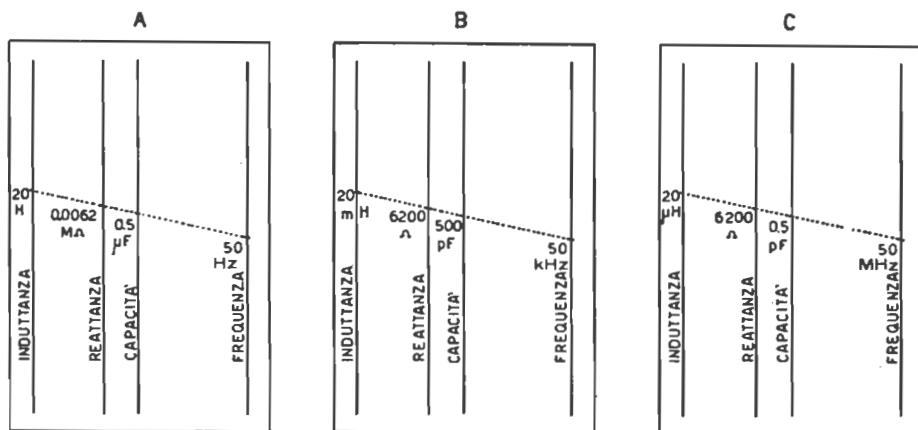


Fig. 3.9

Esempi: la fig. 3.9 riporta tre esempi di uso di tre nomogrammi. In A è illustrato come va cercata la reattanza di una bobina a nucleo di ferro di 20 henry, e quella di un condensatore di 0,5 μ F ambedue alla frequenza di 50 Hz.

La reattanza induttiva e capacità risulta eguale di 6 200 Ω ; ossia alla frequenza di 50 Hz la bobina ed il condensatore sono in risortanza. In B l'induttanza è di 20 millihenry ed il condensatore di 500 pF; la reattanza è sempre di 6 200 ohm, essendo la frequenza di 50 kilohertz. In C l'induttanza è di 20 microhenry, la capacità di 0,5 picofarad e la frequenza di risonanza di 50 megahertz.

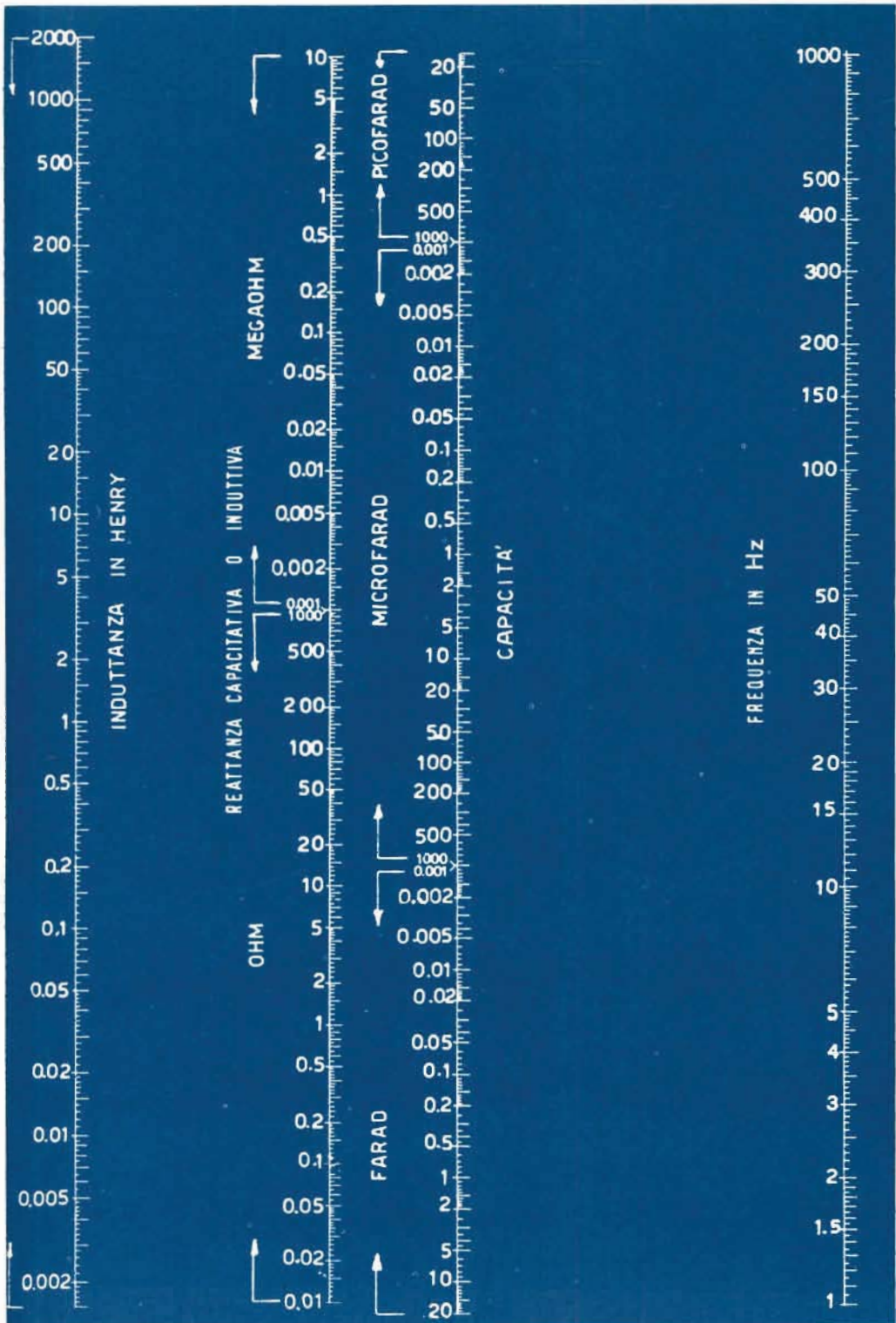


Fig. 3.10

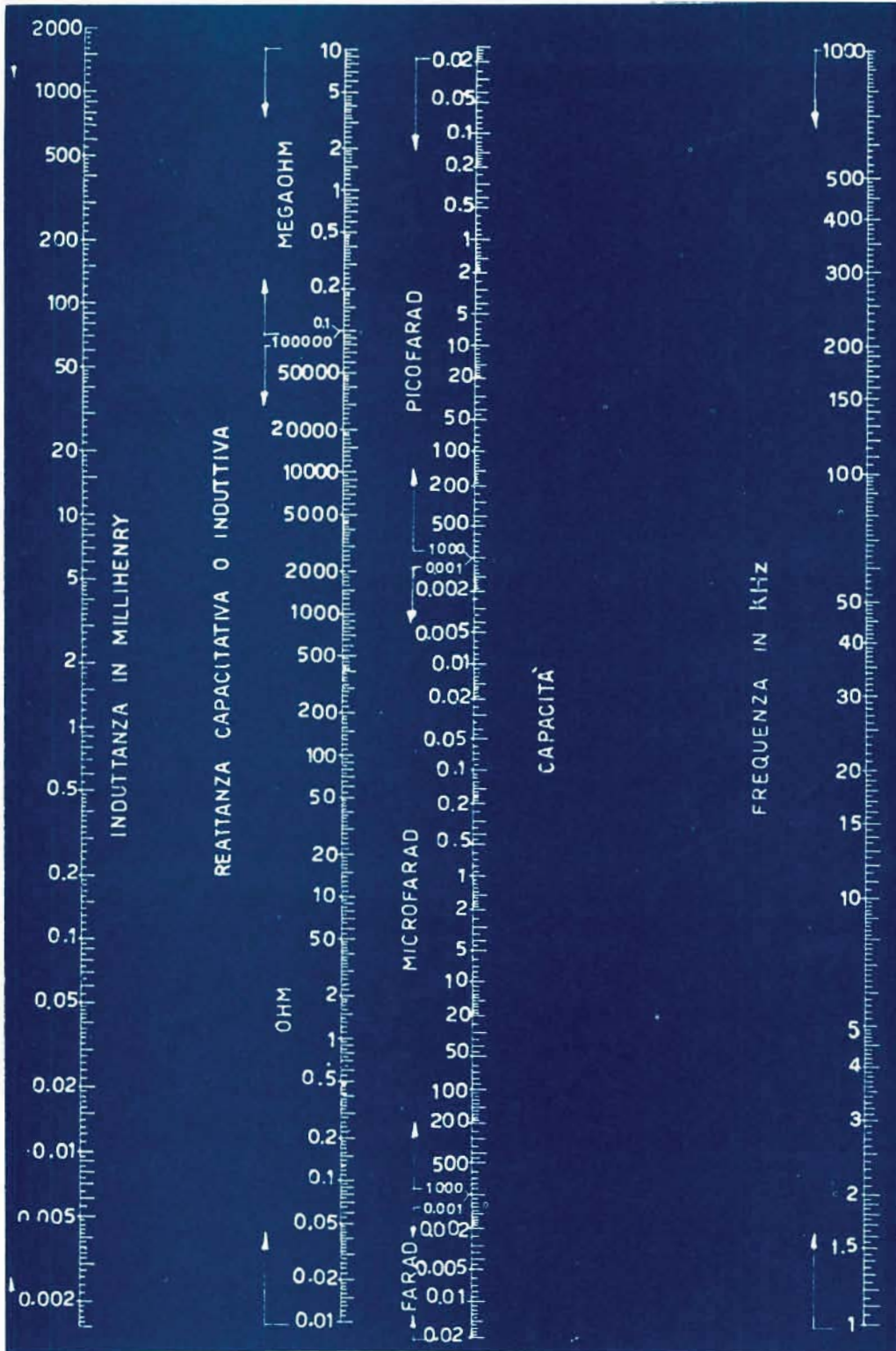


Fig. 3.11

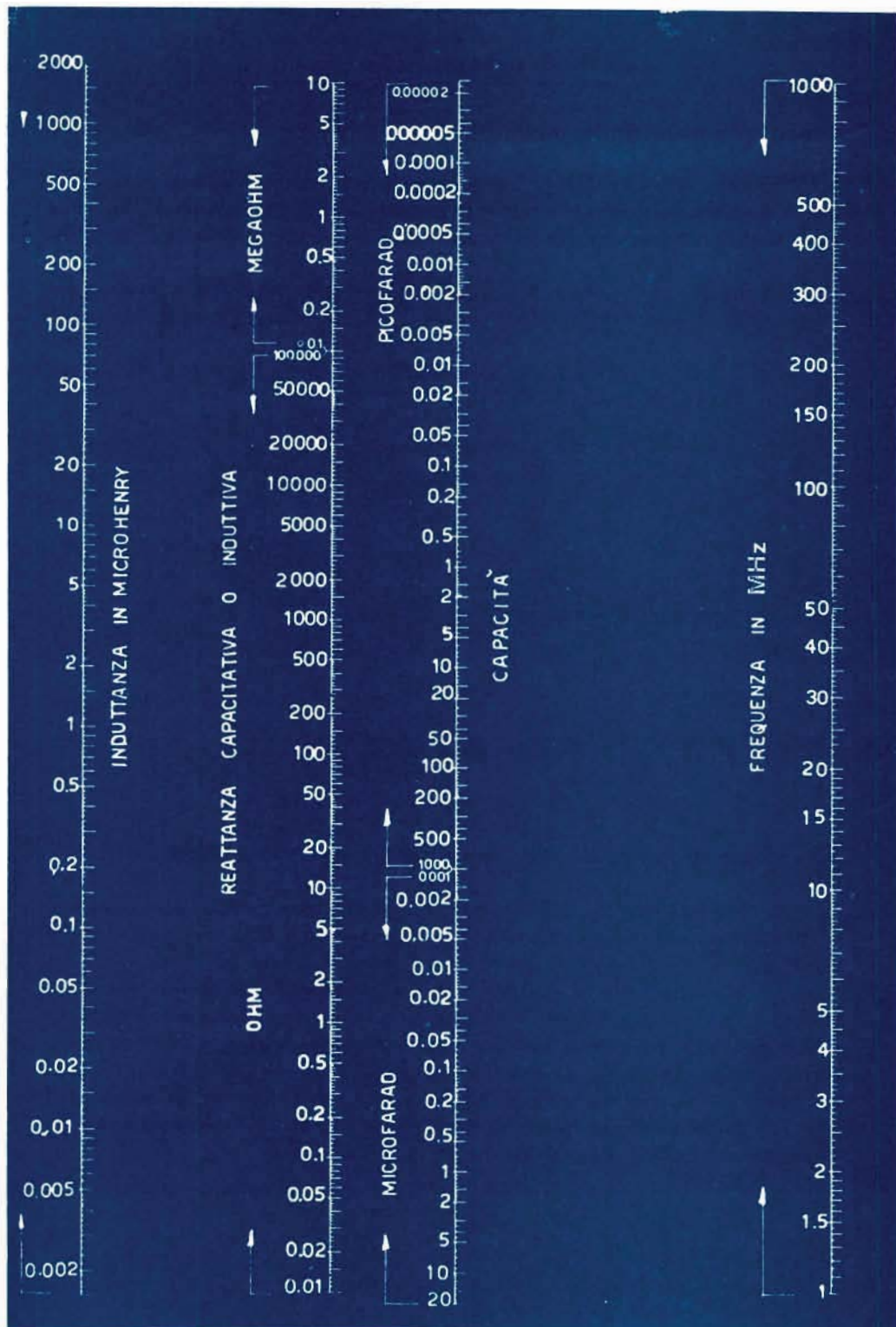


Fig. 3.12

Abaco generale della reattanza.

L'abaco a lato consente di conoscere in prima approssimazione, come assai spesso è sufficiente, i valori di reattanza per tutti i valori di capacità e per tutti i valori di induttanza, entro l'estesissima gamma di frequenze da 1 hertz a 10 megahertz.

I valori di capacità vanno da 0,1 picofarad a 1000 microfarad, e quelli di induttanza da 0,1 microhenry a 10 000 henry. I valori di capacità sono riportati sulle

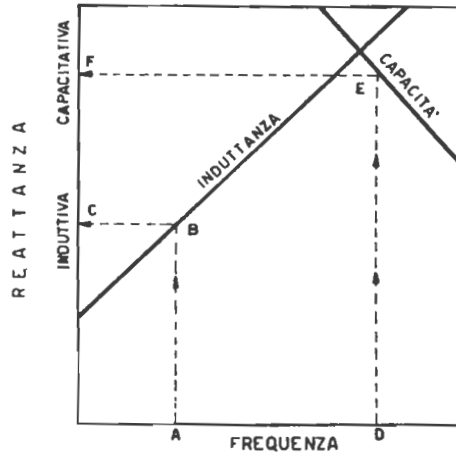


Fig. 3.13

rette oblique da sinistra a destra, quelli di induttanza su rette oblique da destra a sinistra.

Tra l'una e l'altra delle rette oblique vi è un'altra retta parallela corrispondente al valore intermedio. Tale retta non corre al centro per il fatto che la distanza tra ciascuna retta successiva ha andamento logaritmico.

Per determinare il valore di una reattanza induttiva di una bobina, va cercato anzitutto il valore della frequenza sull'asse orizzontale A, nell'esempio di fig. 3.13 e da questo punto va elevata una retta sino ad incontrare la retta inclinata da destra a sinistra nel punto B, corrispondente al valore dell'induttanza della bobina. Da questo punto va tracciata una retta orizzontale sino ad incontrare l'asse verticale nel punto C. Lo stesso procedimento va usato per la ricerca della reattanza capacitativa, riferendosi a retta inclinata da sinistra verso destra.

Abaco generale della reattanza

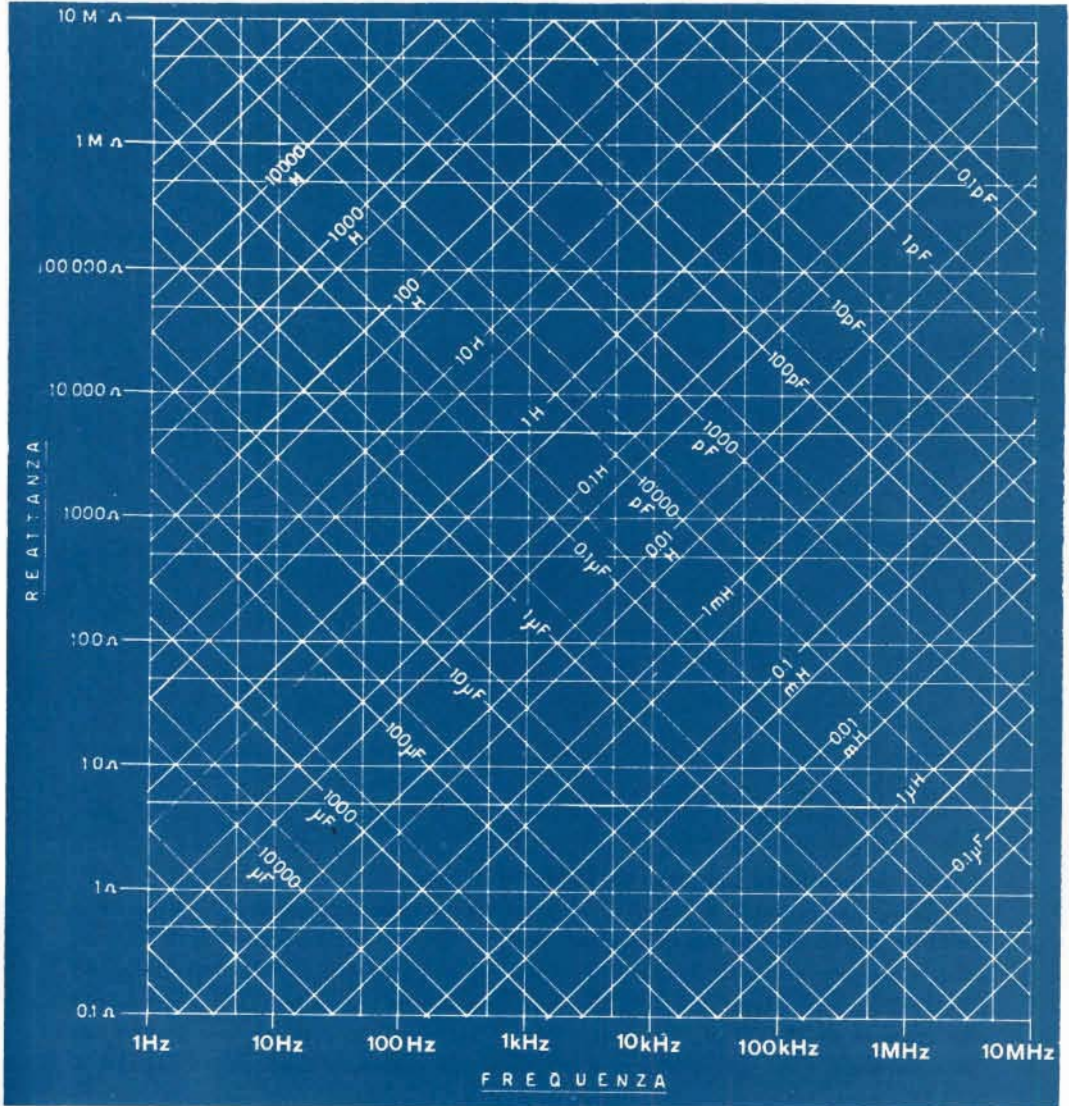


Fig. 3.14

Reattanza di condensatori e bobine a nucleo di ferro per frequenze comprese tra 1 kHz e 10 kHz.

L'abaco riportato a lato consente di conoscere con sufficiente precisione il valore delle reattanze capacitive di condensatori di accoppiamento, di disaccoppiamento e di fuga presenti nei circuiti a bassa frequenza degli apparecchi radio dei televisori e degli amplificatori BF.

Lo stesso abaco consente pure di conoscere la reattanza induttiva delle bobine di filtro e di carico presenti negli stadi ad audiofrequenza.

I valori di reattanza capacitativa ed induttiva sono segnati sull'asse verticale

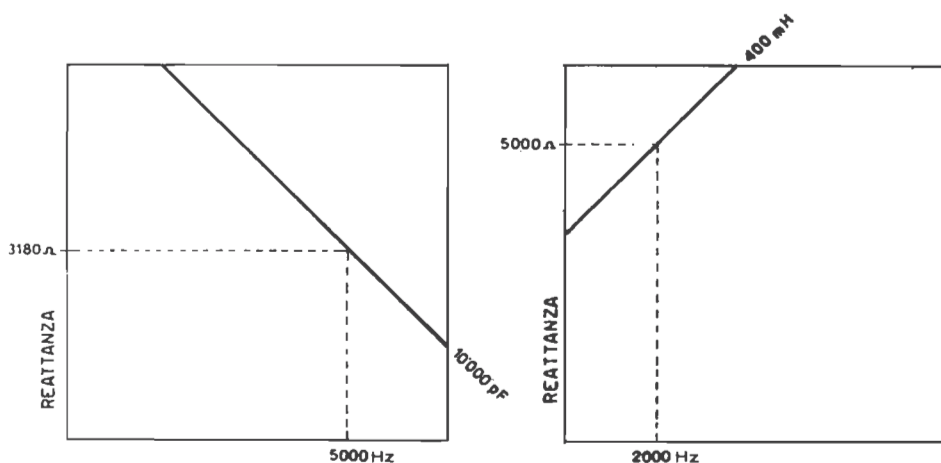


Fig. 3.15

dell'abaco. Sull'asse orizzontale, in basso, sono riportati i diversi valori di frequenza, da 1000 a 10 000 hertz.

Le rette trasversali inclinate da sinistra a destra nell'abaco si riferiscono a valori di capacità compresi tra 5 000 pF e 100 000 pF, quelle inclinate da destra a sinistra a valori di induttanza compresi tra 50 mH e 1 henry.

Come nell'esempio di fig. 3.15, qualora sia necessario conoscere il valore della reattanza capacitativa di un condensatore di 10 000 pF alla frequenza di 5 000 Hz, occorre cercare anzitutto il valore di 5 000 Hz sull'asse orizzontale dell'abaco, ed elevare da questo punto una retta sino ad incontrare la linea obliqua corrispondente alla capacità di 10 000 pF; da questo punto tracciare una retta perpendicolare all'asse verticale sino ad incontrare quest'ultimo. La reattanza capacitativa segnata è di 3 180 ohm.

Qualora invece sia necessario conoscere la reattanza induttiva di una bobina di 400 mH alla frequenza di 2 000 Hz occorre procedere nello stesso modo sino ad incontrare la linea obliqua corrispondente a 400 mH; il valore della reattanza va letto sull'asse verticale ed è di 5 000 ohm.

Reattanza di condensatori e bobina a nucleo di ferro per frequenze comprese tra 1 kHz e 10 kHz

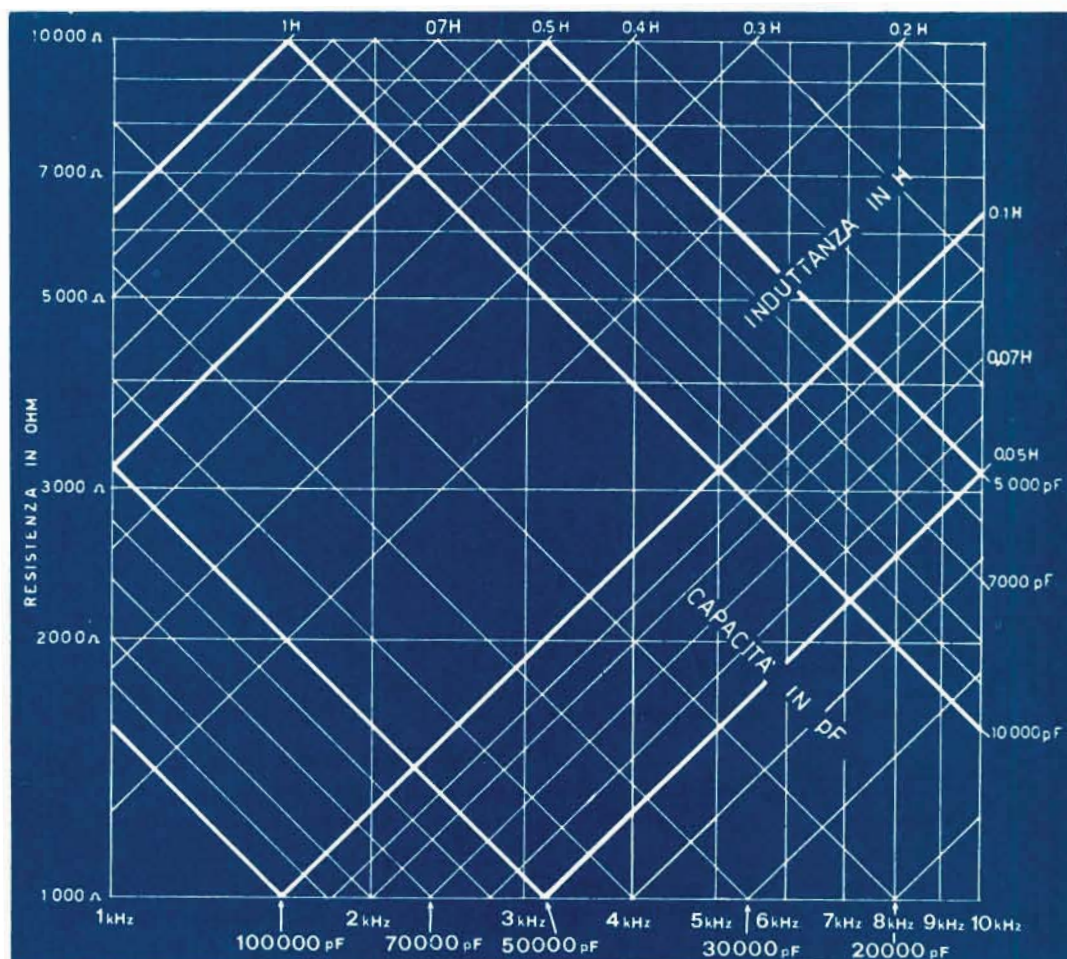


Fig. 3.16

Reattanza di condensatore e bobina per le altissime frequenze.

La reattanza capacitativa alle altissime frequenze dei condensatori è data da:

$$\text{Reattanza capacitativa in ohm} = \frac{10^6}{2\pi \times \text{Frequenza in MHz} \times \text{Capacità in pF}}$$

Se, ad esempio, il condensatore è di 50 pF e la frequenza è di 5 megahertz, la reattanza del condensatore è di:

$$\text{Reattanza del condensatore} = \frac{1\,000\,000}{6,28 \times 5 \times 50} = 637 \text{ ohm.}$$

La reattanza di una bobina, ossia la reattanza induttiva ad altissima frequenza è data da:

$$\text{Reattanza induttiva in ohm} = 2 \pi \times \text{Frequenza in MHz} \times \text{Induttanza in } \mu\text{H}.$$

Se, ad es., l'induttanza della bobina è di 20 μH e la frequenza è di 2 megahertz, la reattanza induttiva è di:

$$\text{Reattanza induttiva in ohm} = 6,28 \times 2 \times 20 = 251 \text{ ohm}.$$

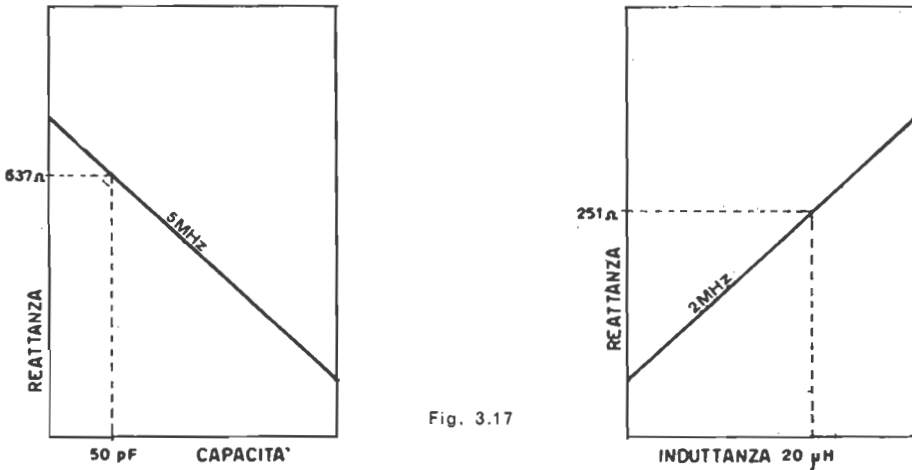


Fig. 3.17

L'abaco consente di conoscere con sufficiente approssimazione tutti i valori di reattanza capacitativa ed induttiva di condensatori da 10 a 10 000 pF e quelli delle bobine da 0,5 a 100 μH , per tutte le frequenze comprese nelle gamme da 2 a 20 megahertz.

Sull'asse verticale dell'abaco sono riportati i valori della reattanza capacitativa ed induttiva; sull'asse orizzontale sono segnati i valori di capacità e di induttanza. Sull'abaco sono tracciati diagonalmente due gruppi di diciannove rette ciascuno, per frequenze da 2 a 20 megahertz. Il gruppo di rette inclinate da sinistra verso destra si riferisce alle capacità, l'altro, inclinato in senso opposto, alle induttanze.

Qualora si voglia, ad es., conoscere la reattanza capacitativa di un condensatore di 50 pF alla frequenza di 5 MHz, come in A di fig. 3.17, occorre anzitutto cercare sull'asse orizzontale il valore della capacità del condensatore e da questo punto elevare una retta sino ad incontrare la linea obliqua da sinistra a destra, corrispondente a 5 MHz; da questo punto tracciare una retta orizzontale sino ad incontrare l'asse verticale sul quale va fatta la lettura; come indicato in fig. 3.17 a sinistra, il valore risultante è di 637 ohm.

Per trovare valori di reattanza induttiva, si procede nel modo indicato nell'esempio di figura a destra, in tal caso va incontrata la retta corrispondente a 2 MHz inclinata da destra a sinistra, all'induttanza di 20 μH ed alla frequenza di 2 MHz, corrispondente alla reattanza induttiva di 251 ohm.

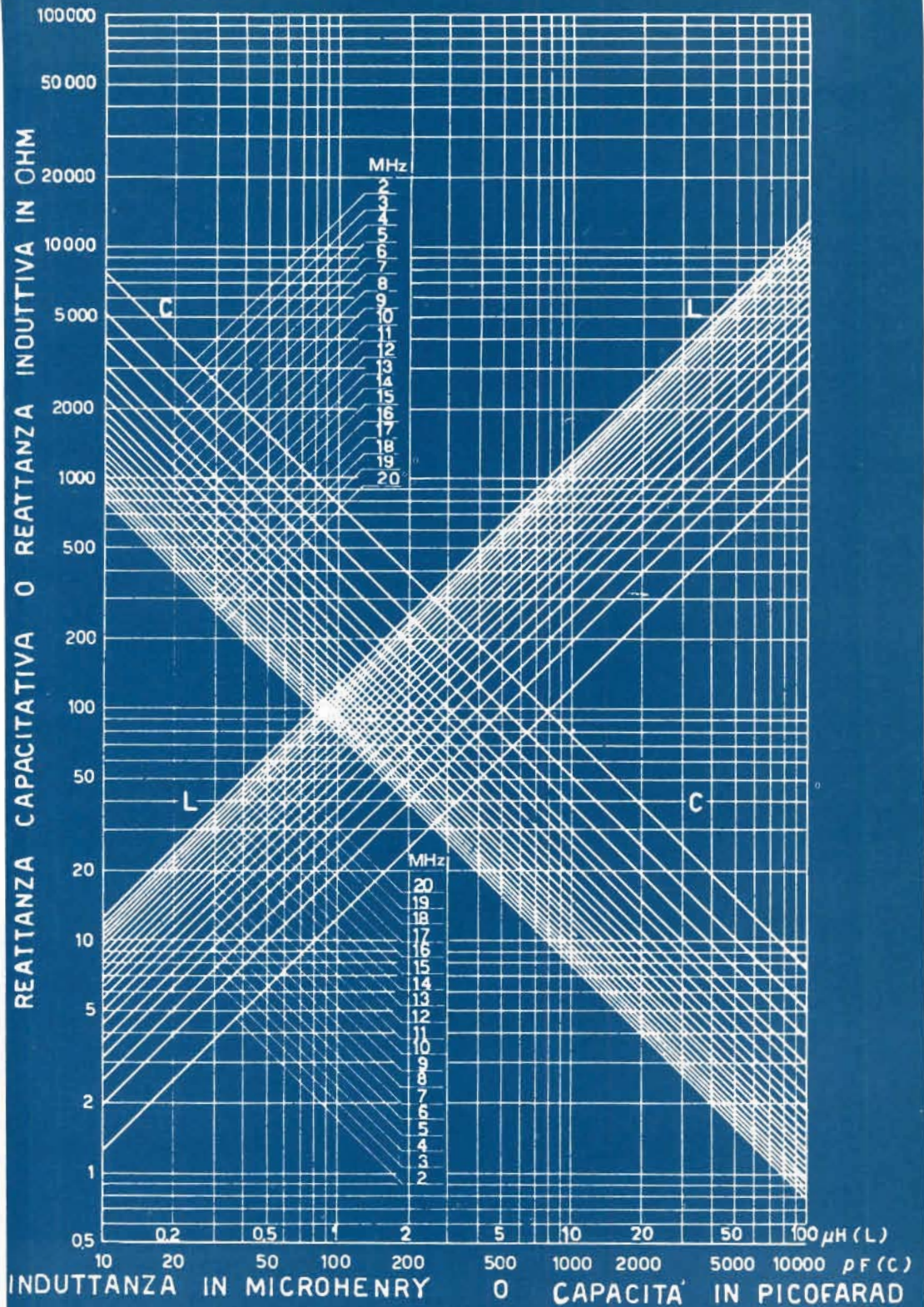


Fig. 3.18

Cinque nomogrammi per le costanti dei circuiti accordati.

Le costanti dei circuiti accordati sono: la capacità, l'induttanza e la frequenza di risonanza. Qualora siano note due di tali costanti, è possibile determinare la terza. Ad es., se sono note l'induttanza e la capacità di un circuito accordato, si può calcolare quale sia la frequenza di risonanza, oppure qualora si voglia conoscere l'induttanza ad una data frequenza, con una adatta capacità; oppure, qualora sia nota l'induttanza, è possibile calcolare la capacità.

La formula per determinare la frequenza di risonanza è la seguente:

$$\text{Frequenza in hertz} = \frac{159\ 000}{\sqrt{\text{Induttanza in microhenry} \times \text{Capacità in microfarad}}}$$

La formula per determinare la capacità è:

$$\text{Capacità in picofarad} = \frac{2\ 528 \times 10^{10}}{(\text{Frequenza in hertz})^2 \times \text{Induttanza in microhenry}}$$

La formula per determinare l'induttanza è:

$$\text{Induttanza in microhenry} = \frac{2\ 528 \times 10^{10}}{(\text{Frequenza in hertz})^2 \times \text{Capacità in microfarad}}$$

L'impiego di questa formula risulta piuttosto laborioso per la vastissima estensione delle frequenze usate in radiotecnica e audiotecnica, da pochi hertz a centinaia di megahertz, e conseguente presenza di numeri o molto grandi o molto piccoli. I cinque nomogrammi seguenti consentono di evitare il calcolo numerico e di trovare con sufficiente approssimazione il valore di capacità, di induttanza e di frequenza per tutte le gamme.

Il primo nomogramma si riferisce alle AUDIOFREQUENZE e va da 20 a 20 000 hertz al secondo nonché da 1000 pF a 10 µF di capacità e da 2 mH a 50 H di induttanza.

Il secondo nomogramma si riferisce alle frequenze della gamma ONDE LUNGHE e va da 50 a 700 chilohertz, nonché da 80 pF a 1 µF di capacità e da 800 a 1000 µH di induttanza.

Il terzo nomogramma si riferisce alle frequenze della gamma ONDE MEDIE e va da 400 kHz a 2 MHz, nonché da 60 a 600 pF di capacità e da 50 a 500 microhenry di induttanza.

Il quarto nomogramma si riferisce alle frequenze della gamma ONDE CORTE e ULTRACORTE e va da 1 MHz a 300 MHz e da 1 pF di capacità da 0,1 µH a 60 µH di induttanza.

Il quinto nomogramma si riferisce alle MEDIE FREQUENZE e va da 250 kHz a 650 kHz, nonché da 50 pF a 250 pF di capacità e da 500 µH a 2,5 mH di induttanza.

USO DEI NOMOGRAMMI.

Qualora si voglia conoscere la capacità da collegare in parallelo ad una bobina a nucleo di ferro di 0,2 henry, affinchè il circuito risuoni alla frequenza di 500 hertz, basta cercare il valore di 0,2 henry sulla scala sinistra e quello di 500 hertz sulla scala

AUDIOFREQUENZE

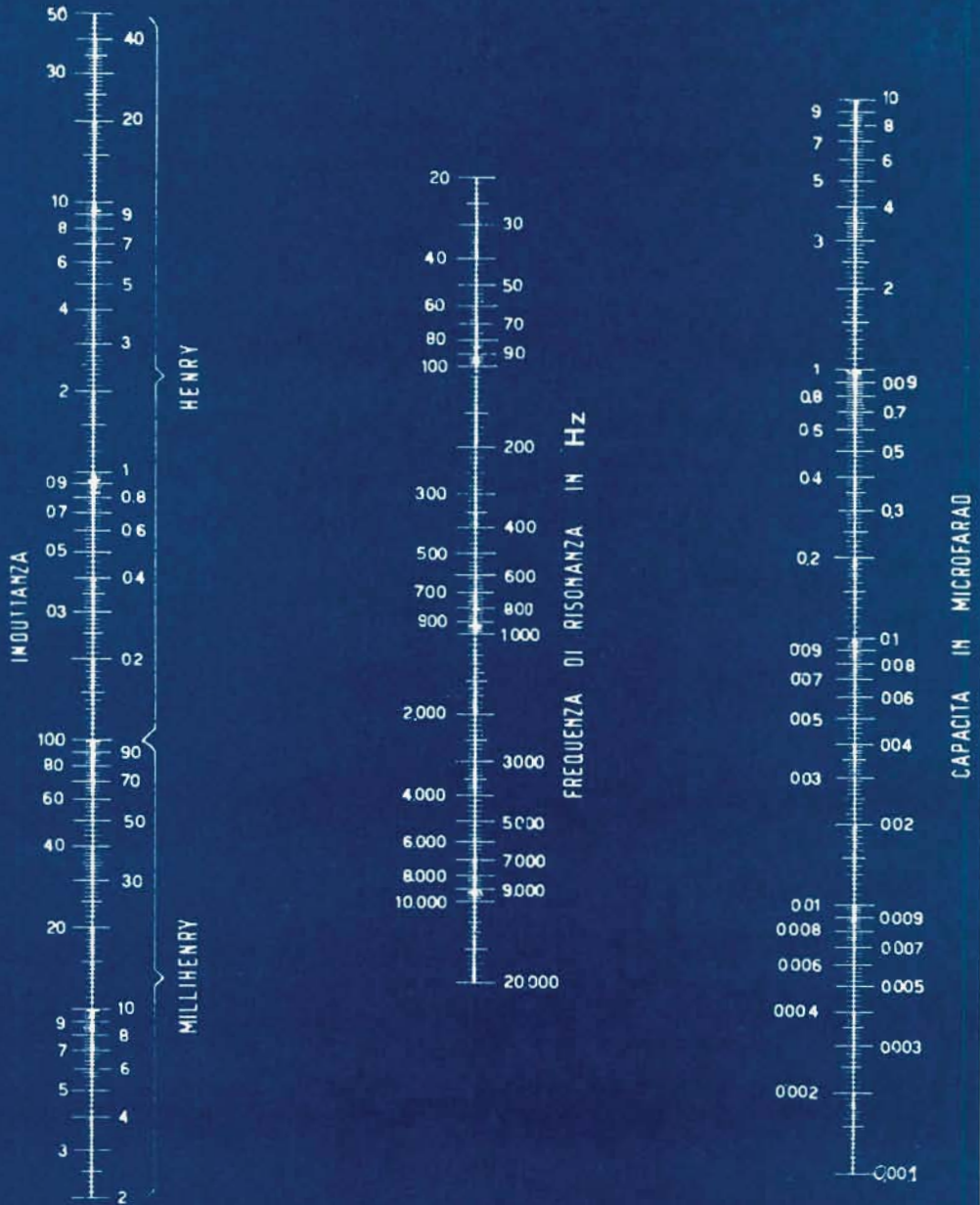


Fig. 3.19

al centro. Collegando questi due valori con una retta, il prolungamento di quest'ultima incontra la scala destra in un punto in cui può venir letto il valore della capacità necessaria, ossia 500 picofarad.

Con lo stesso procedimento si possono trovare le altre costanti nonchè utilizzare gli altri quattro nomogrammi.

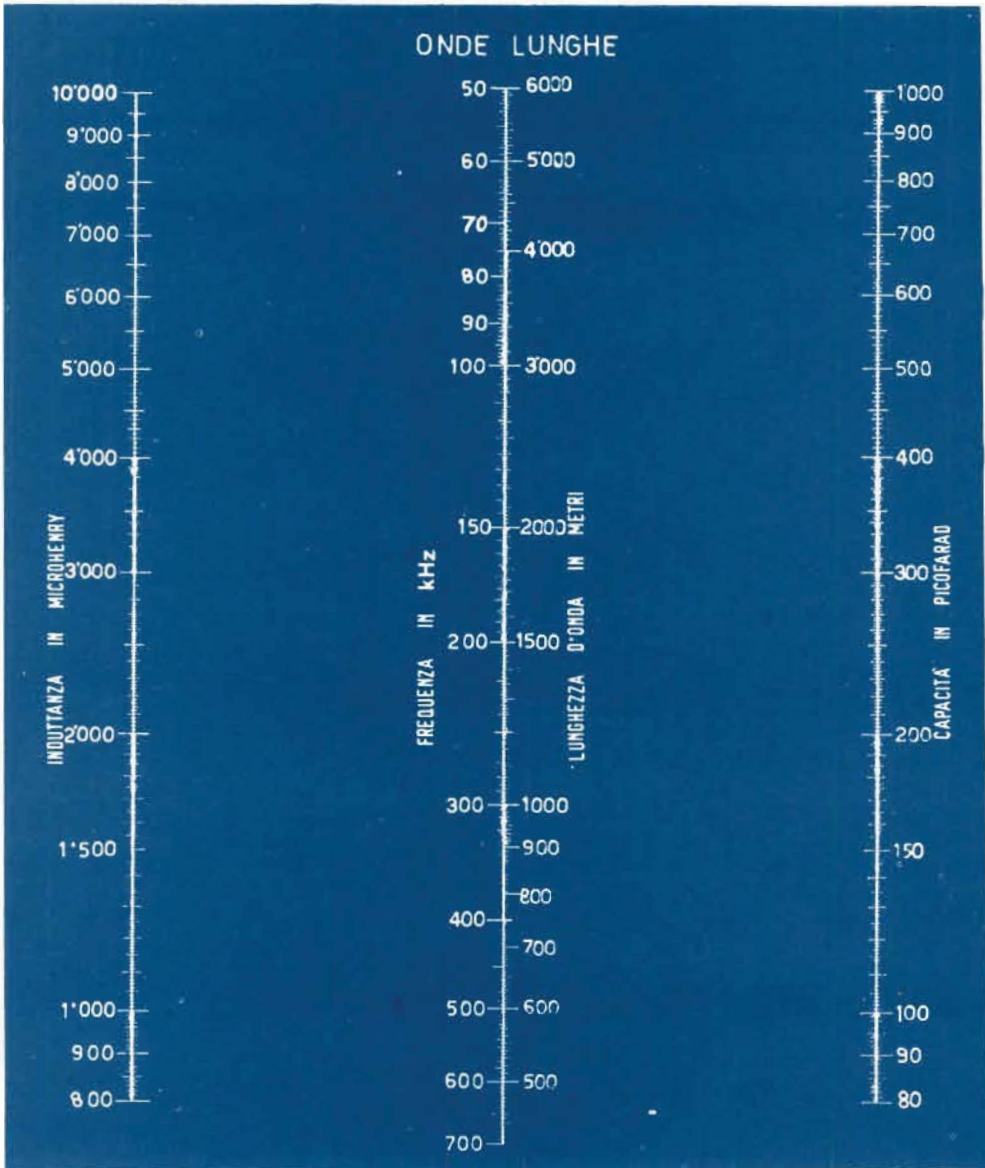


Fig. 3.20

ONDE MEDIE

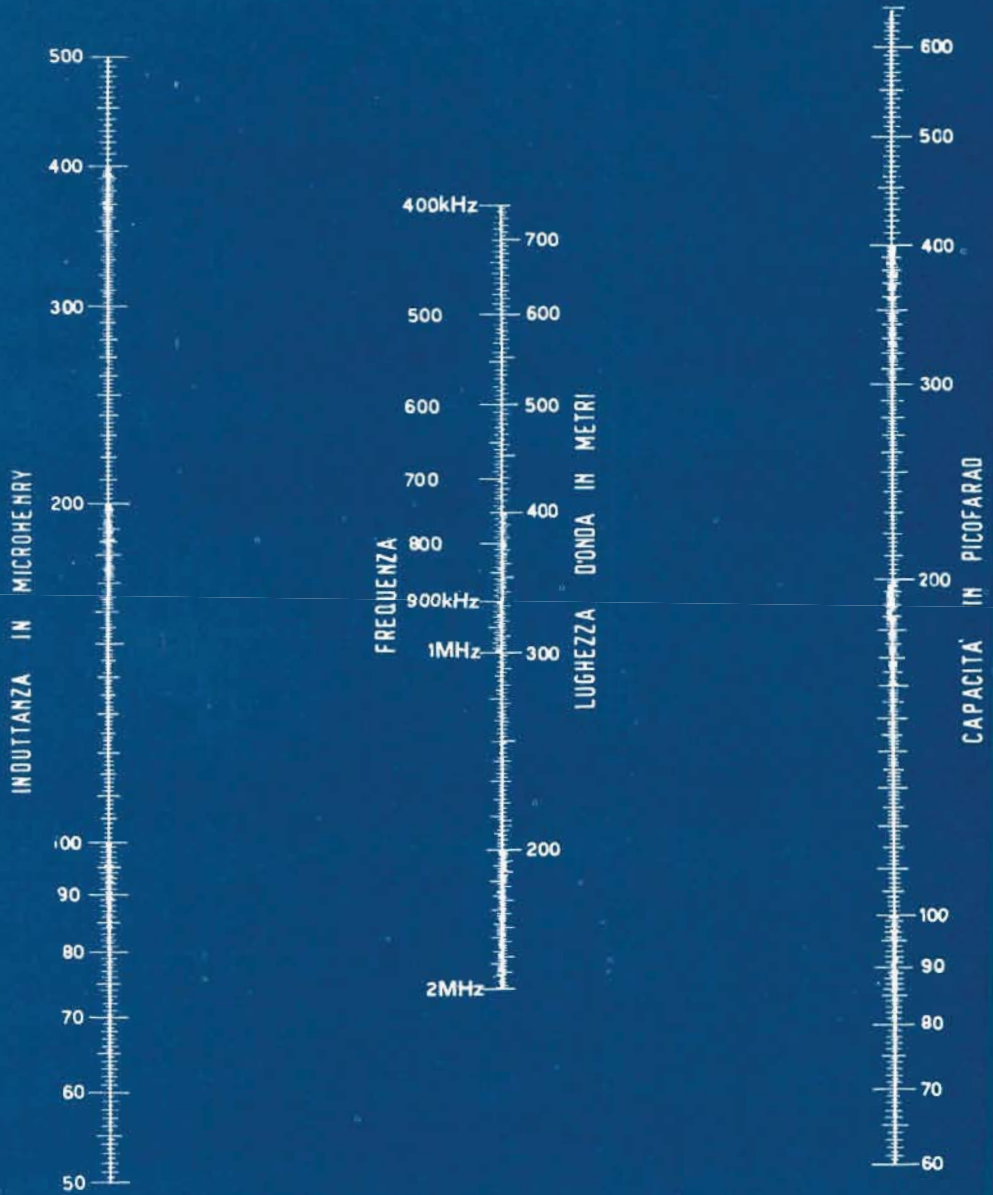


Fig. 3.21

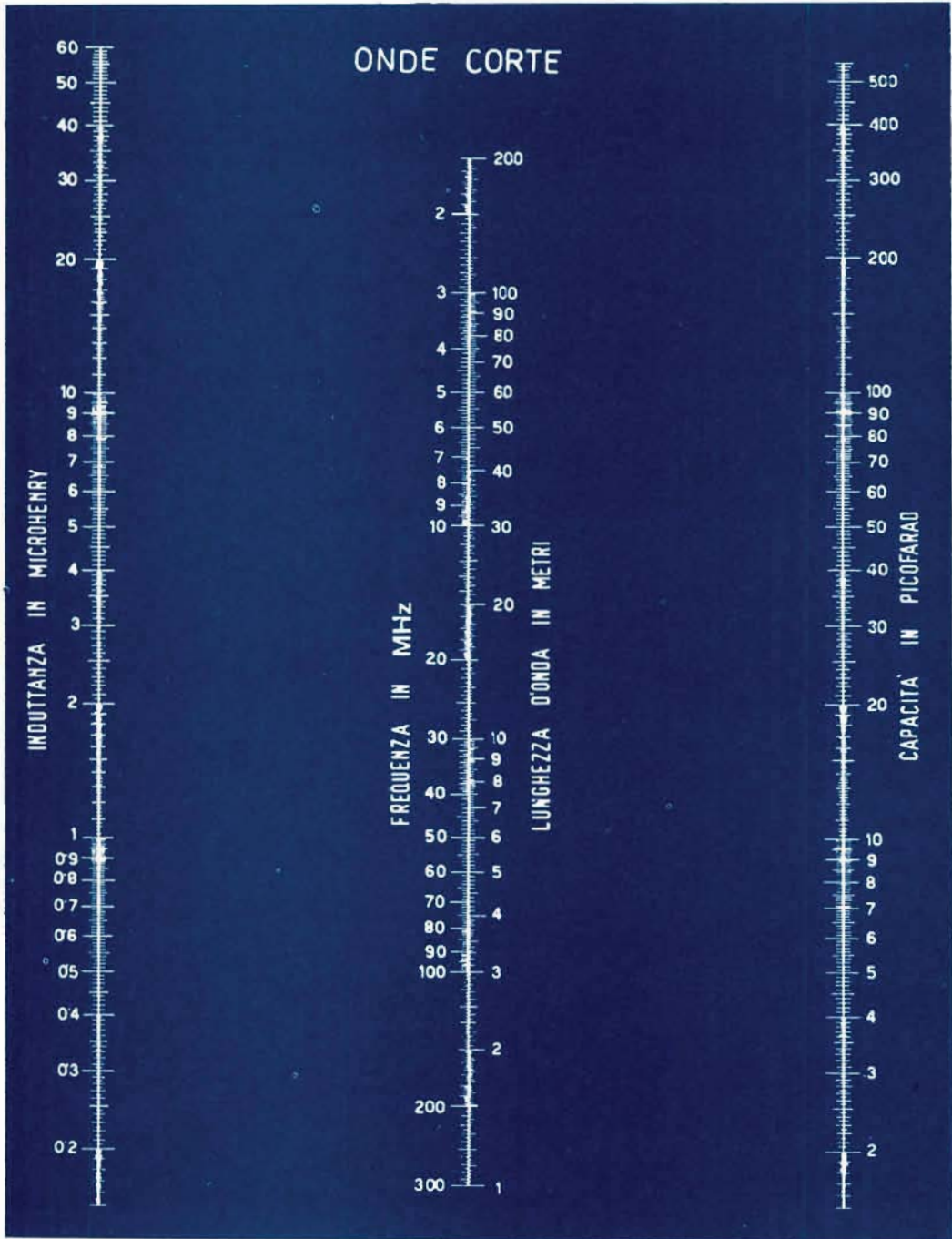


Fig. 3.22

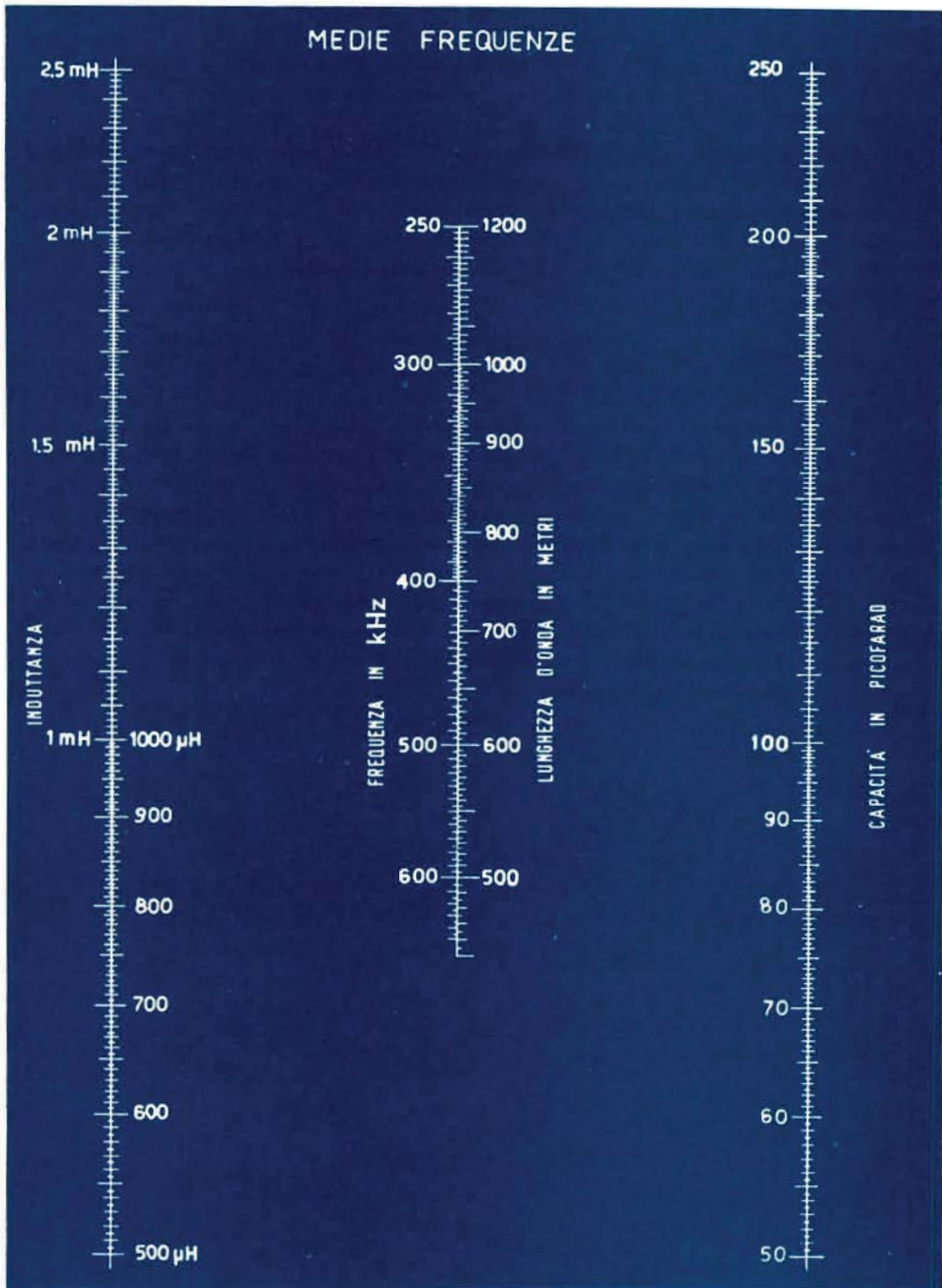


Fig. 3.23

Abaco per condensatori fissi e variabili ad aria a due o più lamine.

L'abaco a lato consente di conoscere quale debbono essere le dimensioni fisiche dei condensatori fissi o variabili, a dielettrico aria per le capacità comprese tra 0,1 e 7 000 picofarad.

Sull'asse verticale dell'abaco sono segnati i valori della superficie in centimetri quadrati delle lamine affacciate. Sull'asse orizzontale sono segnati i valori delle distanze tra le lamine affacciate, in millimetri. Nell'interno dell'abaco sono tracciate varie diagonali per i valori di capacità compresi tra 0,1 e 7 000 picofarad.

La formula per ottenere le capacità di un condensatore a due lamine affacciate è:

$$\text{Capacità in pF} = \frac{0,0885 \times \text{Superficie delle lamine affacciate in cm}}{\text{Distanza delle lamine in mm}}$$

Si può evitare di usare la formula ricorrendo all'abaco.

Se, ad es., è necessario un condensatore di 50 pF con due lamine affacciate alla distanza di 1 millimetro, occorre anzitutto trovare sull'asse orizzontale il valore corrispondente ad 1 millimetro e da questo scendere con una tratteggiata sulla diagonale corrispondente a 50 picofarad. Da questo punto raggiungere l'asse verticale sul quale può venir letto il valore di 58 centimetri quadrati. Il condensatore da 50 pF può venir realizzato con due lamine metalliche, di alluminio, ottone o rame, di 7,6 centimetri di lato, distanti 1 millimetro. Al posto di due sole lamine il condensatore può venir realizzato con tre lamine di 5,4 cm di lato, oppure con cinque lamine di 3,8 cm di lato ciascuna.

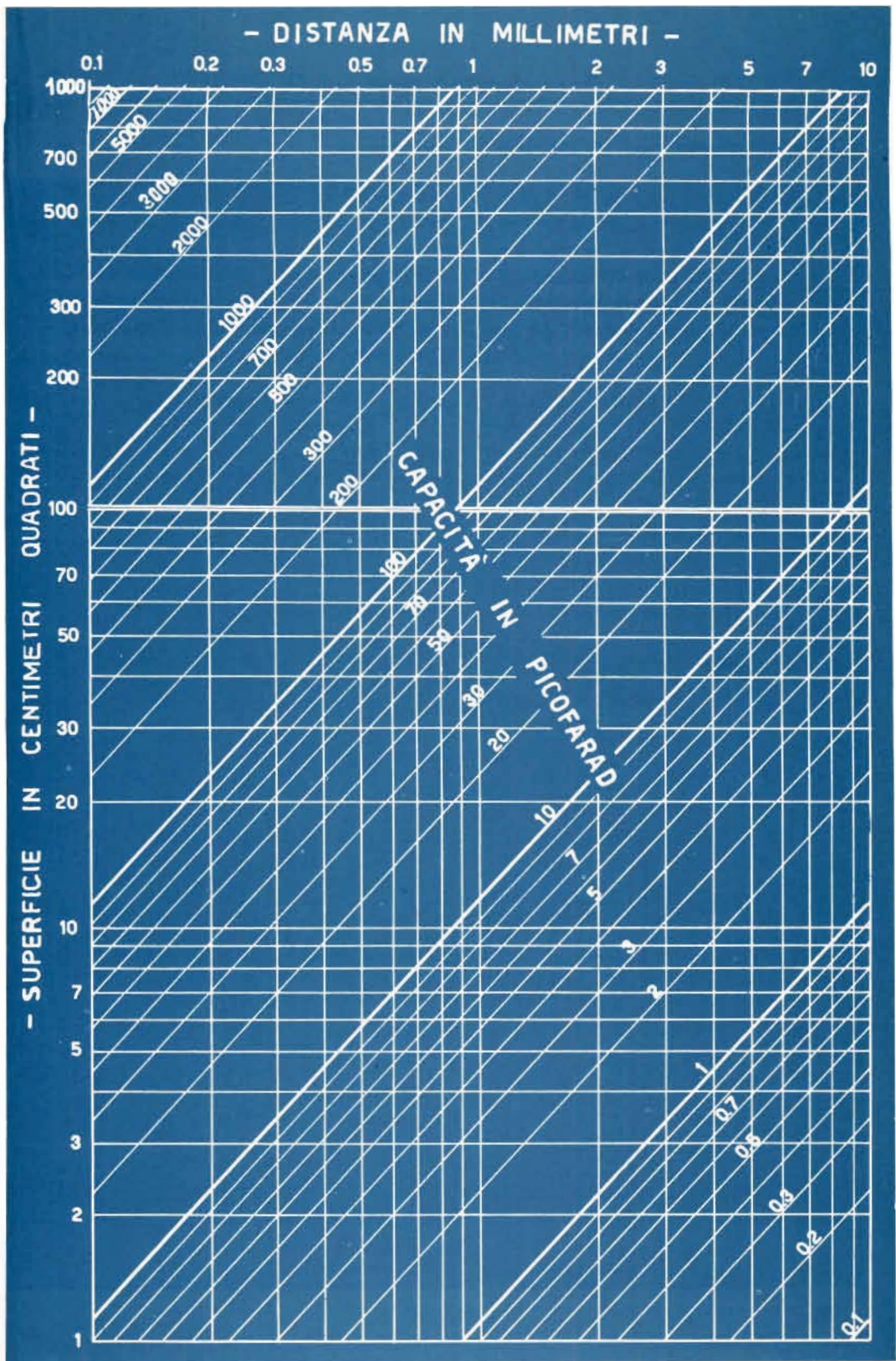


Fig. 3.24

Nomogramma per le bobine di induttanza.

L'induttanza della bobina risulta se si conosce il numero di spire, la lunghezza dell'avvolgimento e il diametro.

Dividere il diametro per la lunghezza dell'avvolgimento, in modo da ottenere il rapporto R . Collegare il numero di spire sulla prima scala a sinistra, con il valore del rapporto. La retta taglia la scala di riferimento in un punto; collegare questo punto con quello del diametro (scala a destra). La retta taglia la scala dell'induttanza (scala centrale) in un punto corrispondente al valore dell'induttanza.

Esempio: 100 spire, lunghezza avvolgimento 20 mm, diametro 50 mm, rapporto $50 : 20 = 2,5$. Collegando 100 con 2,5 si ottiene il punto di riferimento 3,8. Collegando 3,8 con 50 sulla scala dei diametri, si ottiene una retta che passa per 600 μH , valore della bobina. Si può stabilire anche quante spire occorrono per una data induttanza, procedendo in senso inverso: induttanza 600 μH , collegare 600 con il diametro, 50; la retta che è il punto di riferimento è 3,8. Collegando 3,8 con il rapporto $D : 1 = 2,5$ risulta che le spire devono essere 100. Riferendosi alla tabella spire per cm di avvolgimento; risulta che il filo dovrà essere di 0,18 smaltato.

Nomogramma per le bobine di induttanza

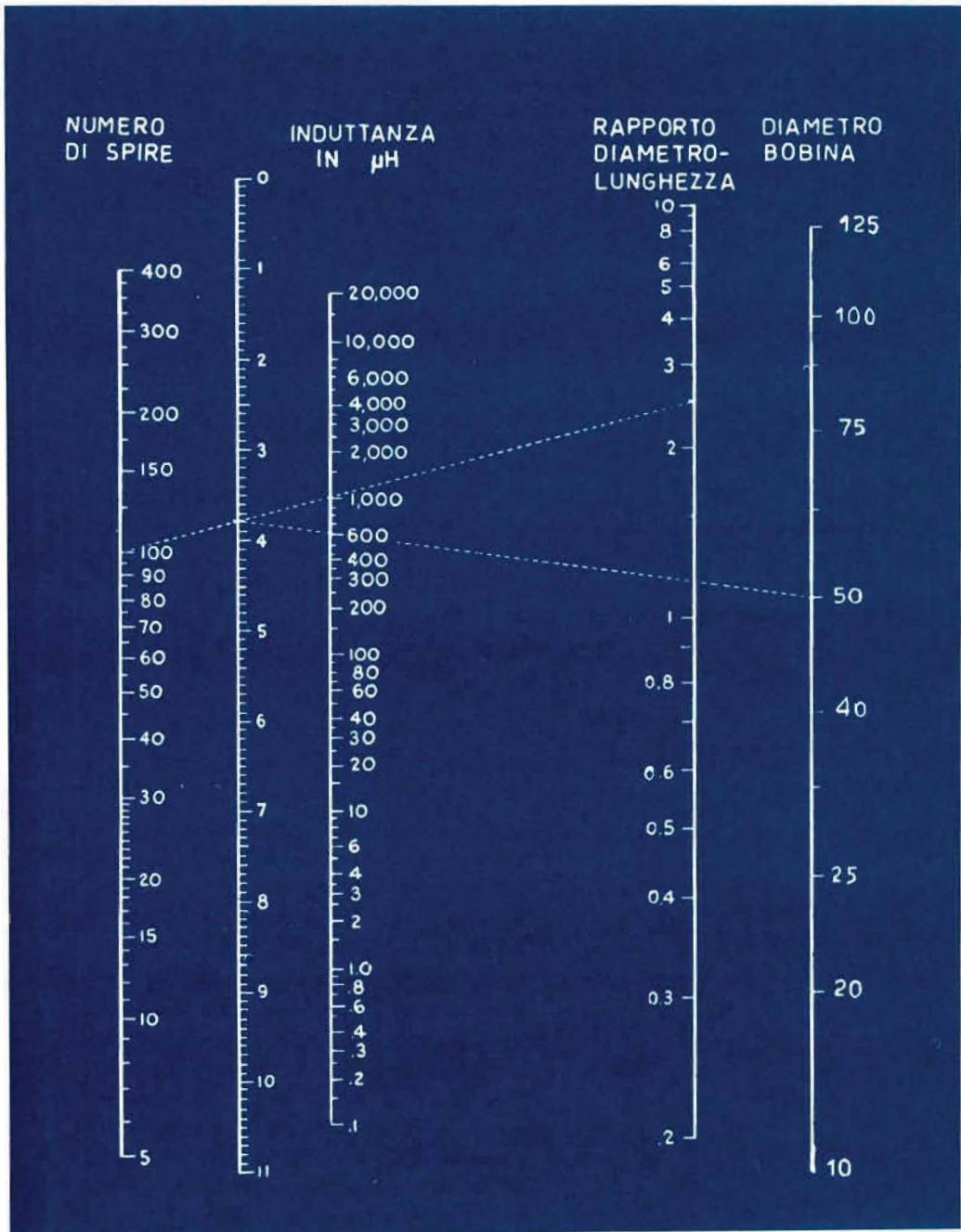
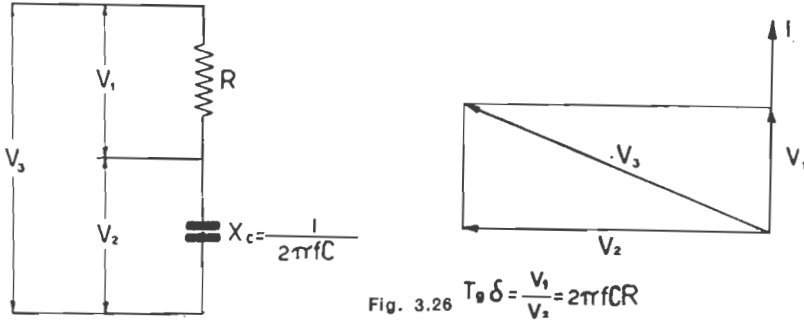


Fig. 3.25

Angolo di perdita dei condensatori alla frequenza di 50 hertz.

L'angolo di perdita definisce la qualità del condensatore, ossia l'entità delle perdite elettriche che vengono trasformate in calore. Tali perdite equivalgono ad una resistenza posta in serie al condensatore considerato in perfetto stato. Come indica la fig. 3.26 vi è una caduta di tensione ai capi della resistenza ed un'altra caduta di



tensione ai capi del condensatore per effetto della sua reattanza. Il rapporto fra le due cadute di tensione, quella ai capi della resistenza e quella ai capi del condensatore costituisce l'angolo di perdita.

Le cadute di tensione sono proporzionali alla resistenza e alla reattanza, l'angolo di perdita risulta perciò dal rapporto tra la resistenza e la reattanza, ossia:

$$\begin{aligned} \text{Tang. angolo di perdita} &= \frac{\text{Resistenza in ohm}}{\text{Reattanza in ohm}} \\ &= 2\pi \times \text{Frequenza in hertz} \times \text{Capacità in farad} \times \text{Resistenza in ohm.} \end{aligned}$$

Tale rapporto rappresenta la tangente dell'angolo di sfasamento tra la corrente della resistenza e quella del condensatore, e vien detto tangente delta ($tg \delta$).

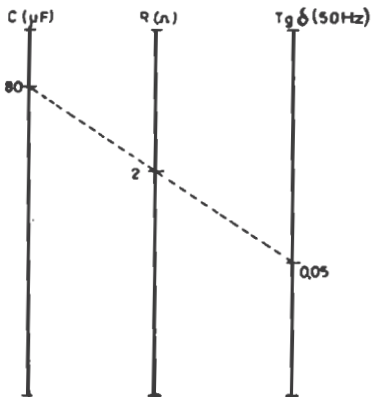


Fig. 3.27

Il nomogramma a lato consente di conoscere quale sia il valore dell'angolo di perdita per condensatori da 5 a 50 μF con resistenza di perdita equivalente da 0,1 a 200 ohm alla frequenza della rete-luce di 50 hertz.

Se, come nell'esempio di fig. 3.27, il condensatore è di 80 μF e la resistenza equivalente di 2 ohm, la tangente dell'angolo di sfasamento si trova collocando un regolo sul nomogramma in modo da far corrispondere il valore di 80 μF segnato sulla prima colonna a quello di 2 ohm segnato sulla seconda colonna; sulla terza colonna a destra si legge il valore di tangente delta di 0,05.

Angolo di perdita dei condensatori alla frequenza di 50 Hz

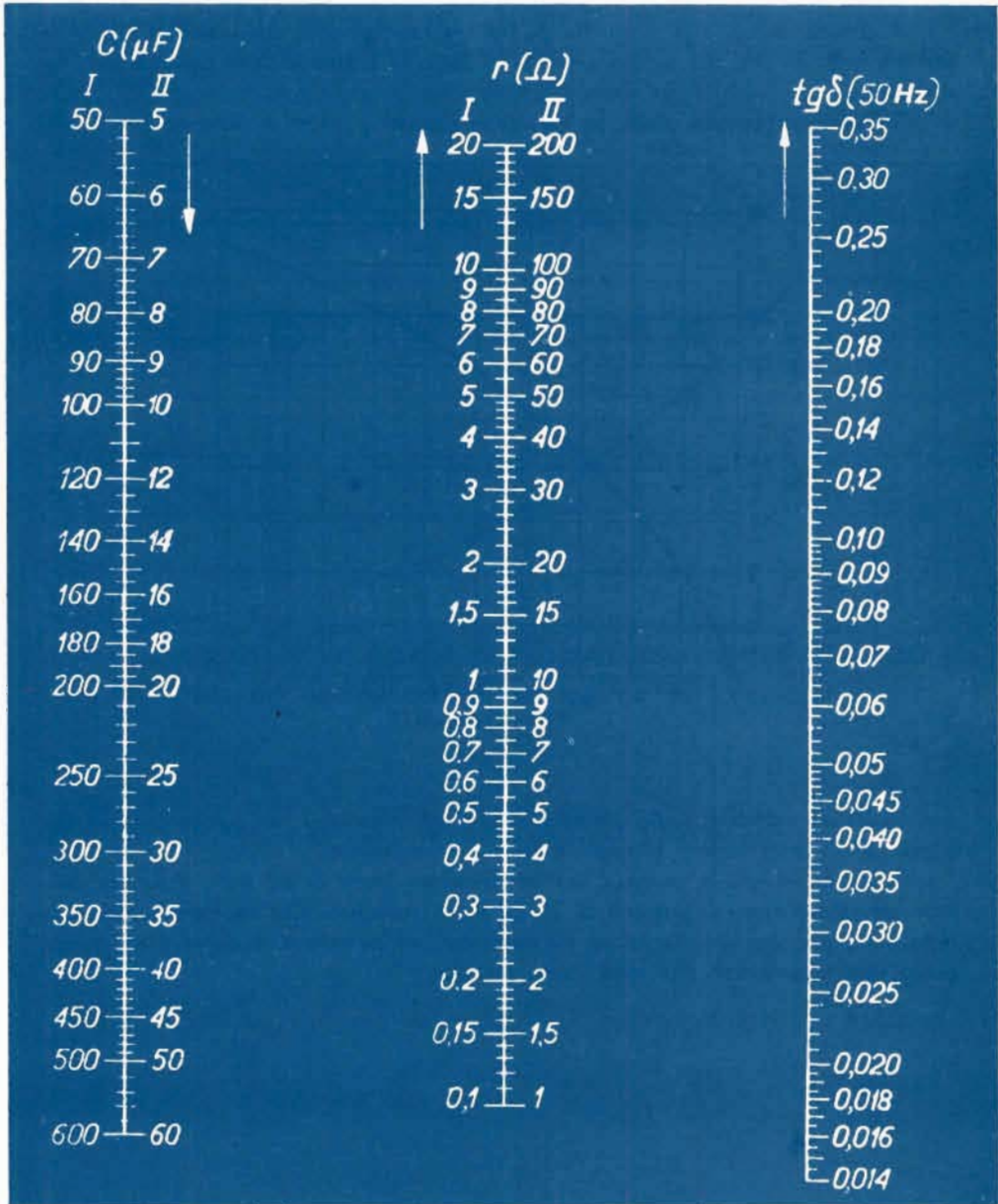


Fig. 3.28

Grafici per determinare le dimensioni del nucleo dei trasformatori di alimentazione.

Il grafico di fig. 3.29 consente di trovare rapidamente quale debba essere la sezione netta in cm^2 del nucleo centrale di ferro in funzione della potenza del trasformatore.

Sull'asse orizzontale, delle ascisse, sono segnati i valori di potenza fino a 200

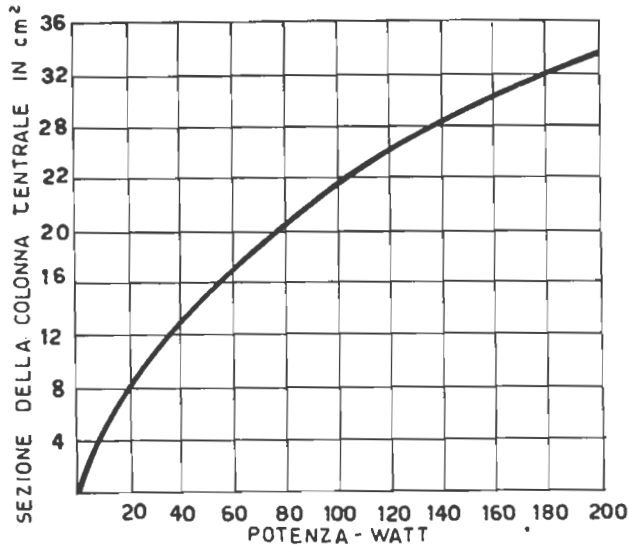


Fig. 3.29

watt. Sull'asse verticale, delle ordinate, è segnata la sezione del nucleo centrale del pacco di lamierini intorno al quale è fatto l'avvolgimento.

Qualora, ad es., la potenza del trasformatore fosse di 80 watt, il nucleo centrale dovrebbe avere la sezione di 20 centimetri quadrati. Ciò risulta elevando una retta dal punto corrispondente ad 80 watt, sino ad incontrare la curva e da questo punto raggiungere con una retta l'asse verticale.

Il grafico di fig. 3.30 consente di conoscere quali siano le perdite in watt per chilogrammo in funzione della densità di flusso magnetico.

Stabilite le perdite nel nucleo in watt per chilogrammo, va ricercato il valore corrispondente sull'asse verticale e da questo va raggiunta la curva in un punto, dal quale si scende sull'asse orizzontale, dove si legge il valore corrispondente alla densità di flusso.

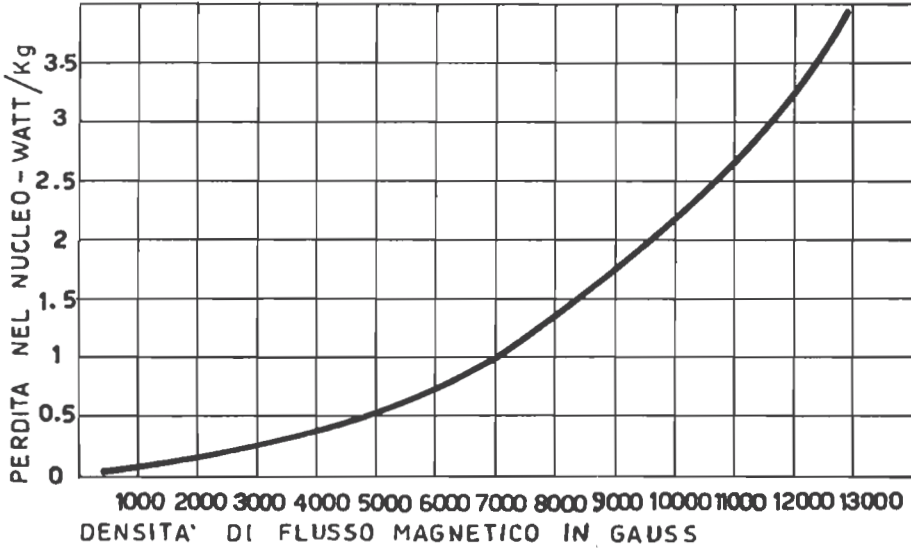


Fig. 3.30

Se, ad es., si ammette che la perdita nei lamierini possa essere di 2 watt per chilogrammo, la densità di flusso magnetico risulta di 9 700 gauss.

Nomogramma delle spire per volt, flusso magnetico e sezione del nucleo per trasformatori e autotrasformatori di alimentazione.

Il nomogramma a lato consente di conoscere con buona approssimazione i dati costruttivi principali per i trasformatori e gli autotrasformatori di alimentazione, in base a criteri economici, ossia con prevalenza del ferro sul rame.

La prima colonna a sinistra riassume i valori relativi alla densità di flusso magnetico, da 5 000 a 20 000 gauss. La colonna centrale riporta i valori della sezione netta del nucleo di ferro centrale, da 0,7 a 40 centimetri quadrati. La colonna a destra porta segnato il numero di spire per volt, alle due frequenze della rete-luce di 42 e 50 hertz.

Esempio di impiego del nomogramma: Qualora sia necessario conoscere il numero di spire per volt necessario per l'avvolgimento di un trasformatore di alimentazione con lamierini di ferro di tipo comune, con induzione magnetica di 10 000 gauss, cercare il valore 10 000 sulla colonna sinistra e riunire tale punto con quello segnato sulla colonna centrale corrispondente alla sezione netta del nucleo centrale del pacchetto di lamierini determinato in base alla potenza.

Se la sezione è di 10 centimetri quadrati, e se la frequenza della rete-luce è di 50 hertz, il numero di spire per volt risultante dalla terza colonna e letto sul prolungamento della retta è di circa 4,2.

Qualora la tensione della rete-luce fosse di 160 volt, l'avvolgimento primario sarebbe costituito da 640 spire.

Nomogramma per trovare il rapporto spire di trasformatore di uscita a più secondari.

Il trasformatore di uscita degli amplificatori è generalmente provvisto di un secondario a più prese per poter collegare ad esso altoparlanti di diversa potenza e con diversa resistenza di bobina mobile. Il trasformatore di uscita per un solo altoparlante consiste di un avvolgimento primario ed uno secondario il cui numero di spire sta nel rapporto risultante dalla formula:

$$\text{Rapporto di spire} = \sqrt{\frac{\text{Impedenza di carico del prim. in } \Omega \times \text{Potenza prim. in W}}{\text{Impedenza carico del second. in } \Omega \times \text{Potenza second. in W}}}$$

Nel caso in cui più altoparlanti di diverse caratteristiche vengano collegati all'uscita dello stesso amplificatore, il trasformatore di uscita può essere provvisto di più secondari. In tal caso la potenza primaria va ripartita fra i vari carichi e quindi il rapporto spire varia da un secondario all'altro.

La formula per il calcolo di tale rapporto è quella indicata; essa risulta però complicata per la suddivisione della potenza.

Il nomogramma a lato consente di conoscere rapidamente quale debba essere il rapporto spire di ciascun secondario rispetto al primario in base alla resistenza di carico primaria e le rispettive resistenze di carico dei secondari.

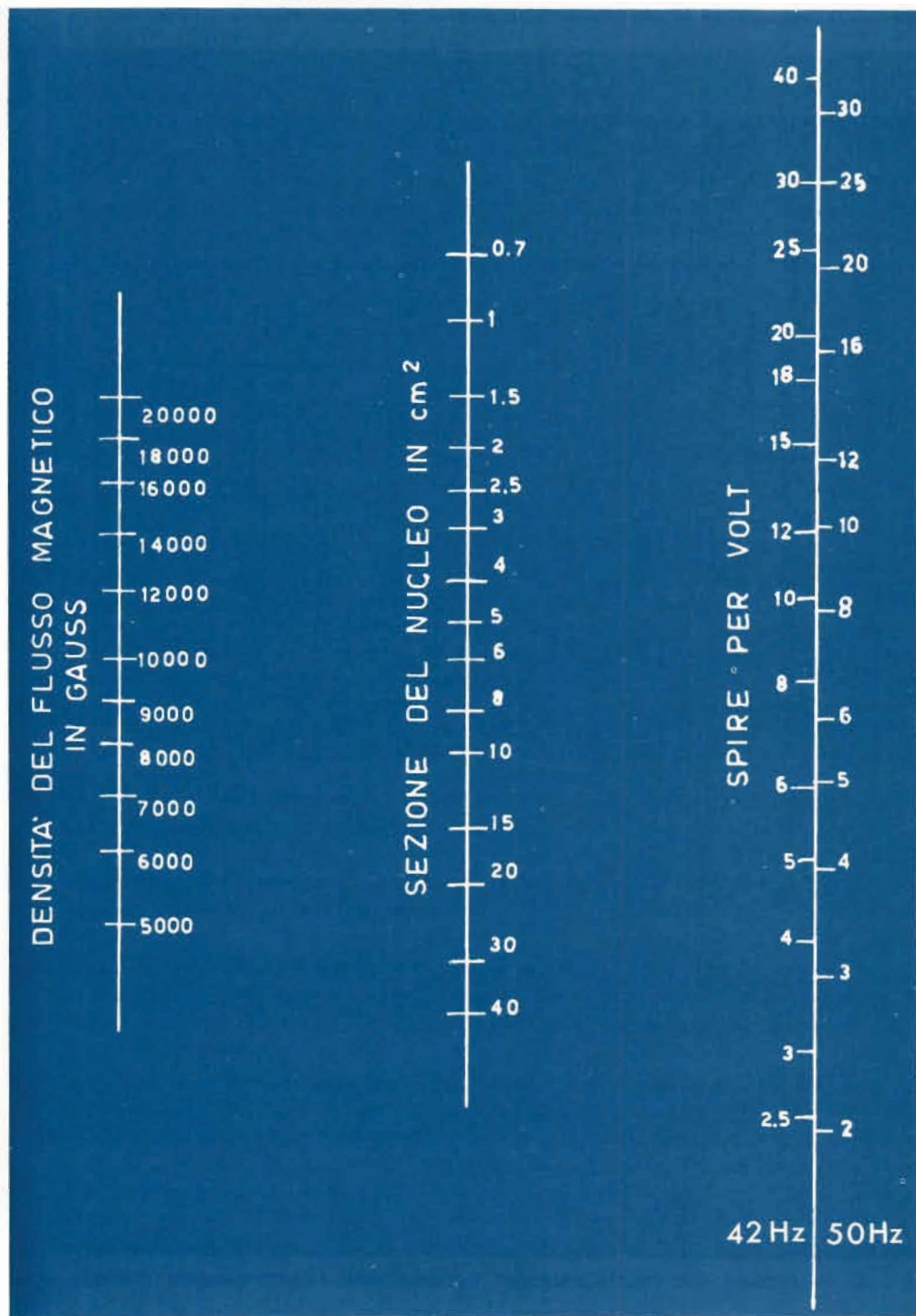


Fig. 3.31

Esempio: la determinazione dei due rapporti spire di un trasformatore di uscita con potenza primaria di 4 watt e impedenza di carico della valvola finale di 6 500 ohm da collegare alternativamente ad un altoparlante della potenza di 4 watt e 8 ohm di bobina mobile, o ad una linea di trasmissione di 500 ohm, alla quale sono collegati più altoparlanti di piccola potenza, è ottenuto ricercando anzitutto sulla prima colonna a sinistra il valore di 6 500 ohm. Come indicato in fig. 3.32, collegare questo punto con quello della quarta scala corrispondente ad 8 ohm e leggere sulla seconda scala il valore del rapporto di trasformazione che nell'esempio fatto è di

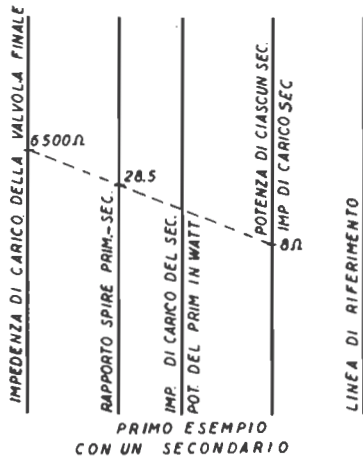


Fig. 3.32

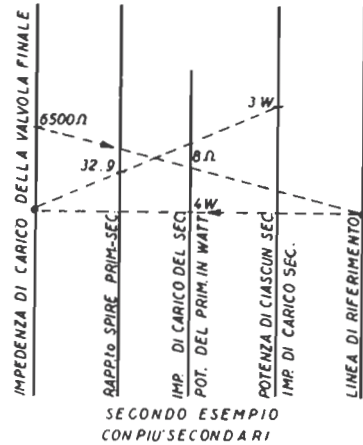


Fig. 3.33

28,5. Per l'altro secondario si procede allo stesso modo; ossia il punto sulla prima scala va collegato con quello sulla quarta scala corrispondente al valore di 5×100 , ossia di 500 ohm.

La retta attraversa la seconda scala nel punto corrispondente a 36,1. Poichè è stata usata la scala $\times 100$, tale valore va diviso per 10, si ottiene cioè il rapporto spire 3,61.

Nell'esempio fatto tutta la potenza è applicata ad uno solo dei due secondari; qualora essa debba venir ripartita ad ambedue, ad es. 1 watt per il secondario di 500 ohm e 3 watt per quello di 8 ohm, il rapporto di trasformazione non è più quello trovato. Esso va cercato come in fig. 3.33, collegando il punto della prima scala (6 500 Ω) con quello della terza scala corrispondente alla resistenza di 8 ohm, sino alla linea di riferimento, da essa passare alla terza scala, quella della potenza primaria in corrispondenza del punto 4 watt e raggiungere con il prolungamento la prima scala. Da questo punto, passare alla quarta scala, nel punto corrispondente a 3 watt. La scala dei rapporti viene tagliata a 32,9. Per il rapporto dell'altro secondario si procede nello stesso modo e si trova 72,1; ma poichè si era usata la scala $\times 100$ delle resistenze secondarie, il risultato va diviso per 10 e si ottiene 7,21.

In tal modo i due carichi secondari possono venir simultaneamente collegati.

Nomogramma per trovare il rapporto spire di trasformatore di uscita a più secondari

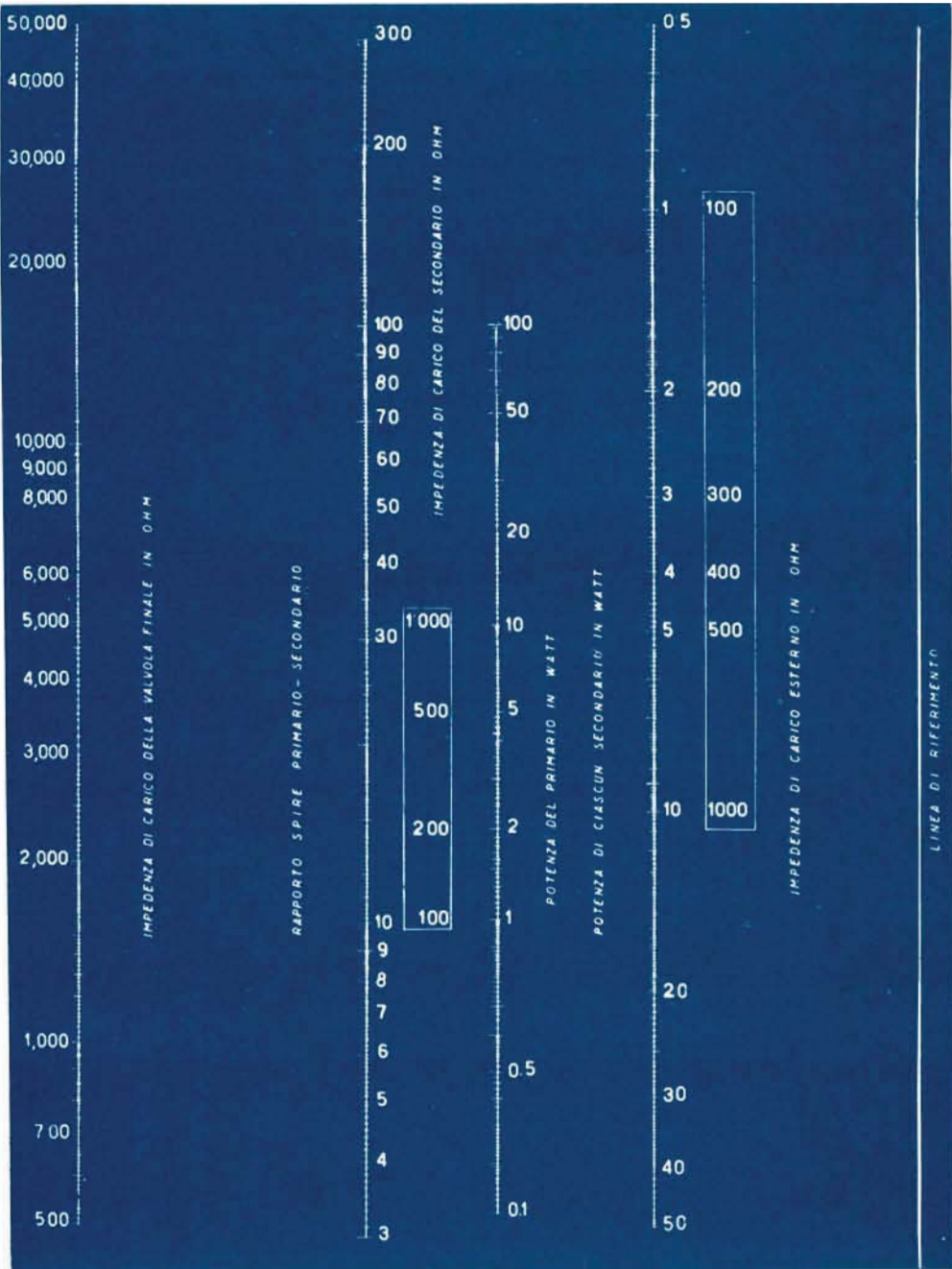


Fig. 3.34

Abaco del rapporto di potenza, tensione e corrente in decibel.

L'abaco consente di trovare il guadagno in decibel degli stadi di amplificazione o degli amplificatori, qualora siano note la loro potenza di entrata e quella di uscita, oppure la loro tensione o corrente di entrata e la tensione o la corrente di uscita.

Se, ad es., la potenza di entrata è di 0,05 watt e quella di uscita è di 5 watt, il rapporto di potenza è 100. Tale valore va cercato sull'asse verticale dell'abaco; da questo punto va tracciata una retta sino ad incontrare la diagonale tratteggiata, per scendere poi verticalmente sull'asse sottostante dove è possibile leggere il valore di 20 decibel.

Qualora invece sia nota la tensione di ingresso e quella d'uscita, su carico dello stesso valore, per conoscere il guadagno occorre riferirsi alla diagonale continua. Se, ad es., la tensione di ingresso è di 0,1 volt e quella di uscita è di 30 volt, il rapporto è di 300 ed il guadagno in decibel è 50. Qualora il rapporto di potenza fosse compreso tra 1 000 e 10 000, occorre dividere per 10 tale rapporto, trovare i decibel corrispondenti sull'asse orizzontale ed al valore trovato, aggiungere 10 decibel.

Qualora il rapporto di tensione o di corrente fosse compreso fra 1 000 e 10 000, dividerlo per 10, trovare il valore in decibel sull'asse orizzontale, e a tale valore aggiungere 20 decibel. Se, ad es., la tensione di entrata è di 0,01 e quella di uscita è di 30 volt, il rapporto è di 3 000; il valore in decibel è di circa 50 a cui vanno aggiunti 20, per cui risulta circa 70 decibel.

Per trovare la perdita, ossia l'attenuazione in decibel, come avviene quando la potenza, la tensione o la corrente di entrata sono maggiori di quelle di uscita, occorre dividere il valore di ingresso per quello di uscita, il valore di attenuazione o di perdita si intende in decibel negativi.

I valori di potenza, di tensione e di corrente sia d'entrata che di uscita, devono essere sempre della stessa unità (watt, milliwatt, microwatt, ecc.).

Abaco del rapporto di potenza, tensione e corrente in decibel

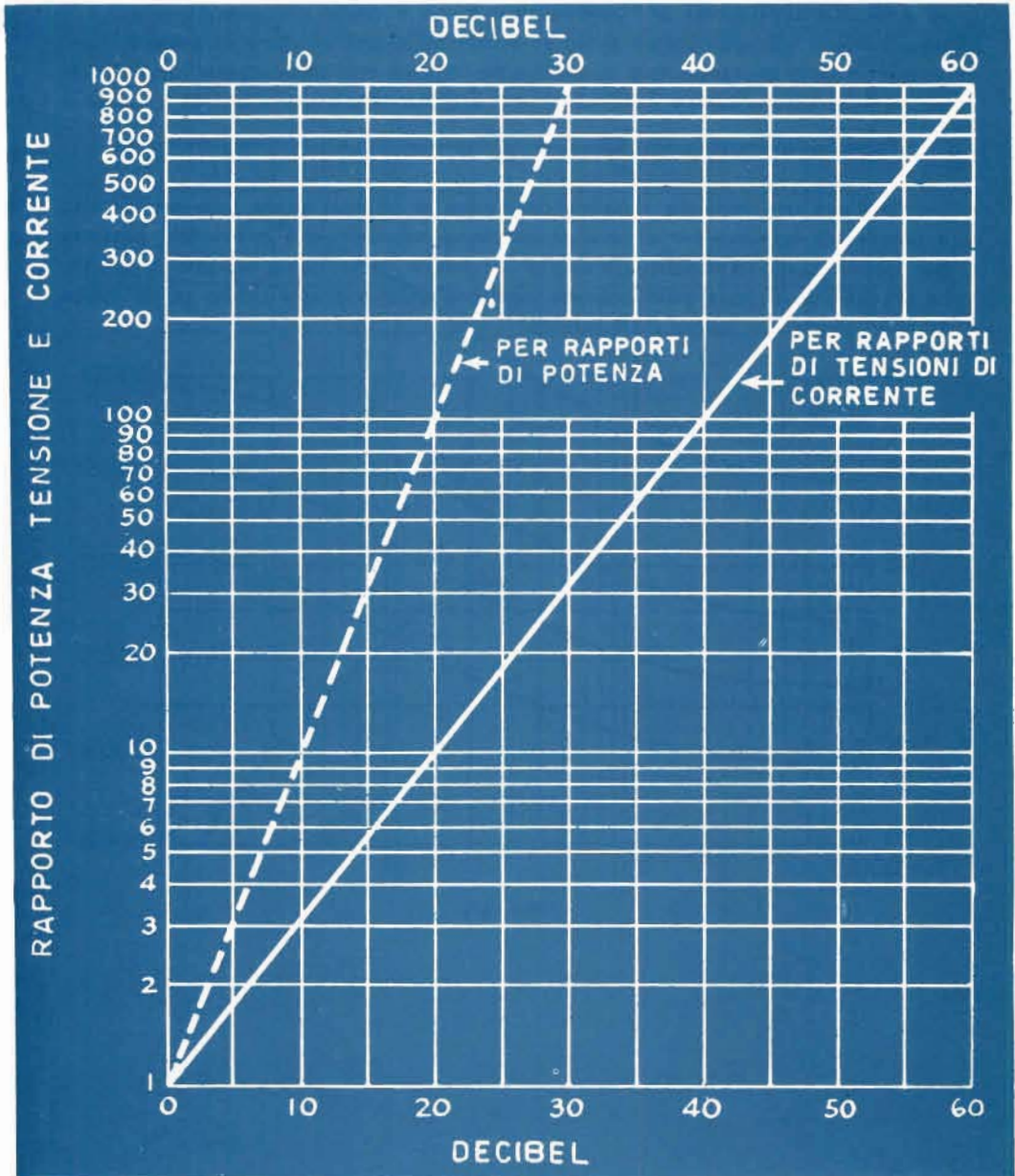


Fig. 3.35

Diagramma per ricavare il valore ottimo di induzione nel ferro (B) e il prodotto rendimento per il fattore di potenza (x) nel calcolo di trasformatori d'alimentazione.

Nota la frequenza di rete in hertz e la potenza secondaria in watt, è possibile con il diagramma ricavare il valore ottimo di induzione B.

Esempio: $W = 100$; $f = 50$.

Si eleva una verticale a partire dal valore di potenza posto sulle ascisse, sino a intersecare la curva $f = 50$ Hz. Si traccia quindi una retta orizzontale passante per questo punto d'intersezione fino a incontrare l'asse delle ordinate a sinistra. La gradazione di scala sulle ordinate corrispondente a questo ultimo punto indica 10 000; questo è il valore di B cercato.

Per ricavare il prodotto x (rendimento per il fattore di potenza), è sufficiente conoscere la potenza secondaria in watt.

Se la potenza secondaria è di 60 watt, si fissa tale valore sulle ascisse e da esso si eleva la verticale fino a incontrare la curva tratteggiata. Da questo punto, con una retta orizzontale si interseca sull'asse delle ordinate (sulla scala di destra) il valore 0,75 che è il prodotto cercato.

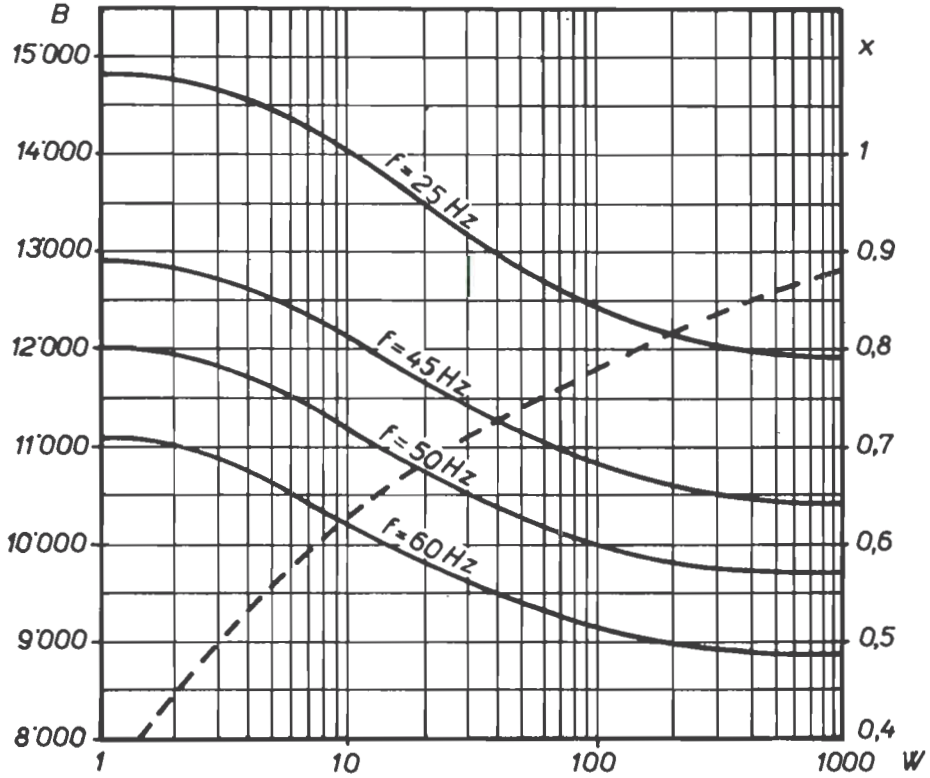


Fig. 3.36

Diagramma per il calcolo della sezione netta del nucleo di ferro di una impedenza di filtro BF.

Questo grafico permette di ricavare il valore della sezione netta del nucleo di ferro (S_n), qualora siano note l'induttanza in henry e l'intensità di corrente in ampere.

Esempio: $L = 25 \text{ H}$; $I = 0,06 \text{ A}$

si ha: $L \times I = 1,5$.

Si riporta tale valore sulle ascisse e si traccia da esso la verticale fino ad incontrare la diagonale a tratto marcato. Da questo punto, con una retta orizzontale si determina il valore di S_n sulle ordinate, che è 9 cm^2 .

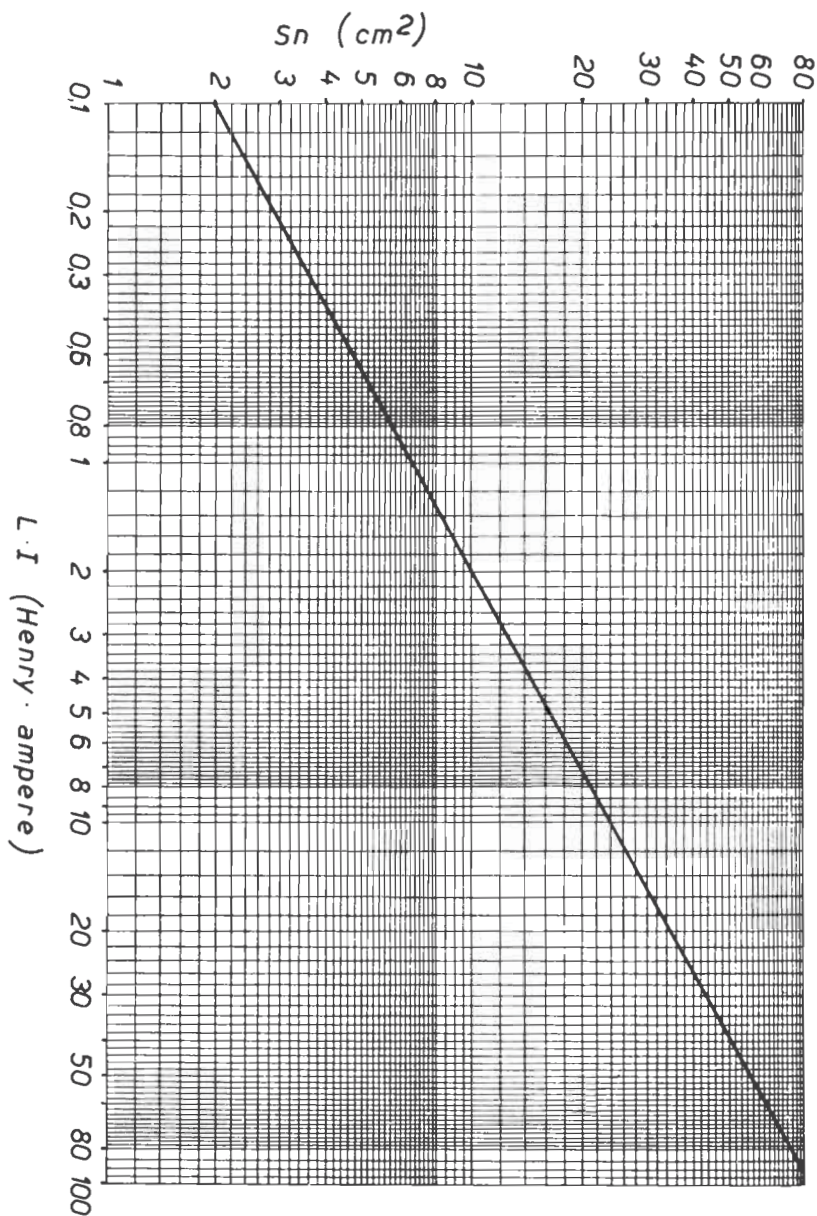


Fig. 3.37

Diagramma per la determinazione del numero di spire e del traferro di una impedenza di filtro BF.

Questo grafico serve per determinare il valore di α dal quale si può ricavare, mediante lo stesso grafico, quello delle amperspire (Asp/cm), e, per semplice calcolo, quello del traferro ($1a$), nota che sia l'espressione L^2/V_n .

Esempio:

$$\text{Induttanza (L)} = 25 \text{ H}$$

$$\text{Intensità (I)} = 60 \text{ mA}$$

$$\text{Lunghezza nucleo (l}_n) = 11,1 \text{ cm}$$

$$\text{Volume nucleo (V}_n) = 100 \text{ cm}^3$$

si ha:

$$L^2/V_n = 0,0009.$$

Tracciando da questo valore sulle ordinate una retta orizzontale, si interseca la curva $\alpha = la/l_n$ nel punto 0,0019; da questo punto si abbassa una verticale sulle ascisse e si incontra il valore $Asp/cm = 15$.

Indi dalla formula:

$$\alpha = la/l_n$$

si ricava:

$$la = \alpha \times l_n = 0,0019 \times 11,1 = 0,021$$

che è il valore ottimo di traferro occorrente.

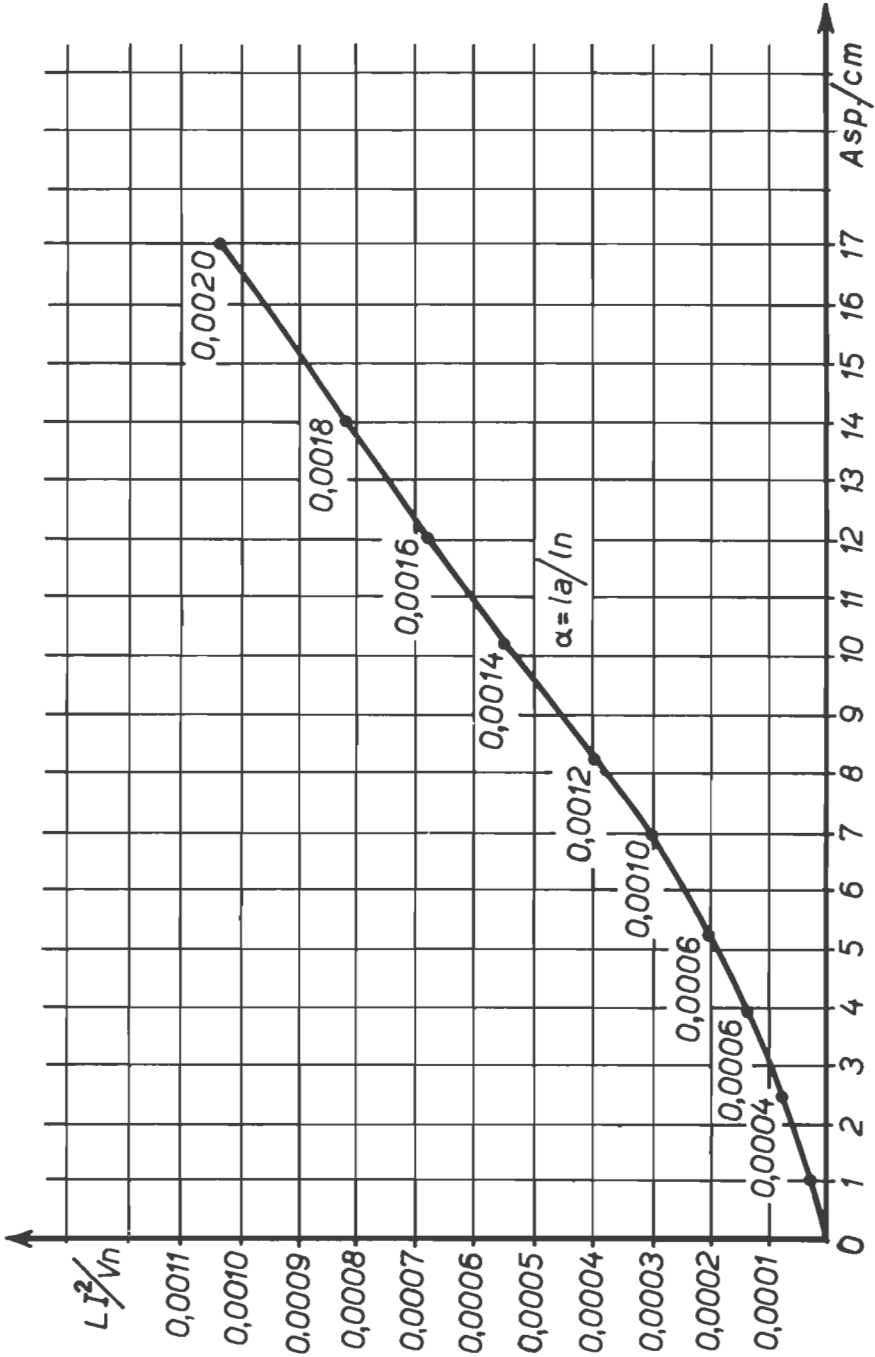


Fig. 3.38

Determinazione dell'impedenza caratteristica di una linea di adattamento.

L'abaco a lato consente di stabilire con buona approssimazione quale sia l'impedenza caratteristica di una linea di trasmissione oscillante in quarto d'onda, come può essere quella di adattamento per una antenna.

La relazione esistente tra le impedenze terminali da adattare e l'impedenza caratteristica della linea di adattamento risulta dalla formula:

$$\text{Impedenza caratteristica della linea di adattamento} = \sqrt{\text{Impedenza antenna} \times \text{Impedenza linea discesa}}$$

La fig. 3.36 illustra un esempio di utilizzazione dell'abaco; si tratta di adattare

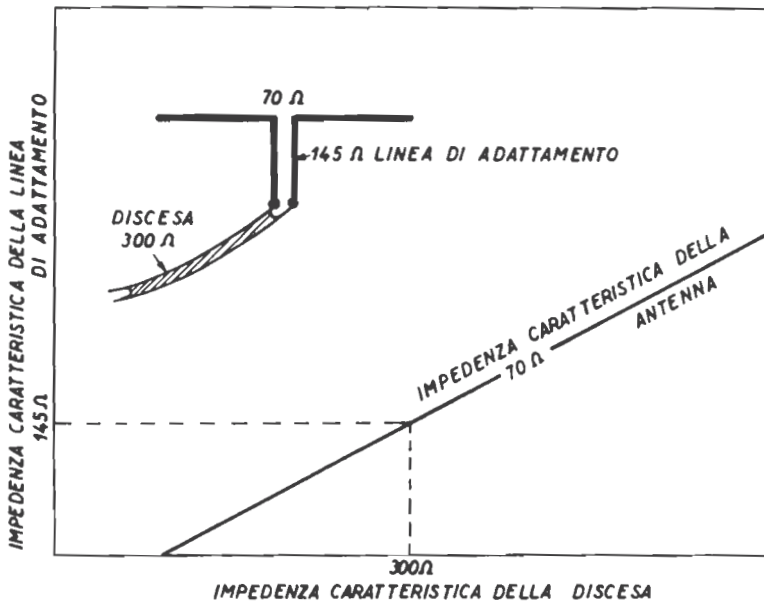


Fig. 3.39

una linea di discesa di 300 ohm con l'impedenza esistente al centro di un dipolo semplice, ossia con 70 ohm. Occorre cercare sull'asse orizzontale il valore di 300 ohm ed elevare quindi da tale punto una retta sino ad incontrare l'inclinata corrispondente a 70 ohm di impedenza caratteristica di antenna. Da questo punto tirare una retta orizzontalmente sino ad incontrare l'asse verticale sul quale va letto il valore di 145 ohm, corrispondente all'impedenza caratteristica della linea di adattamento.

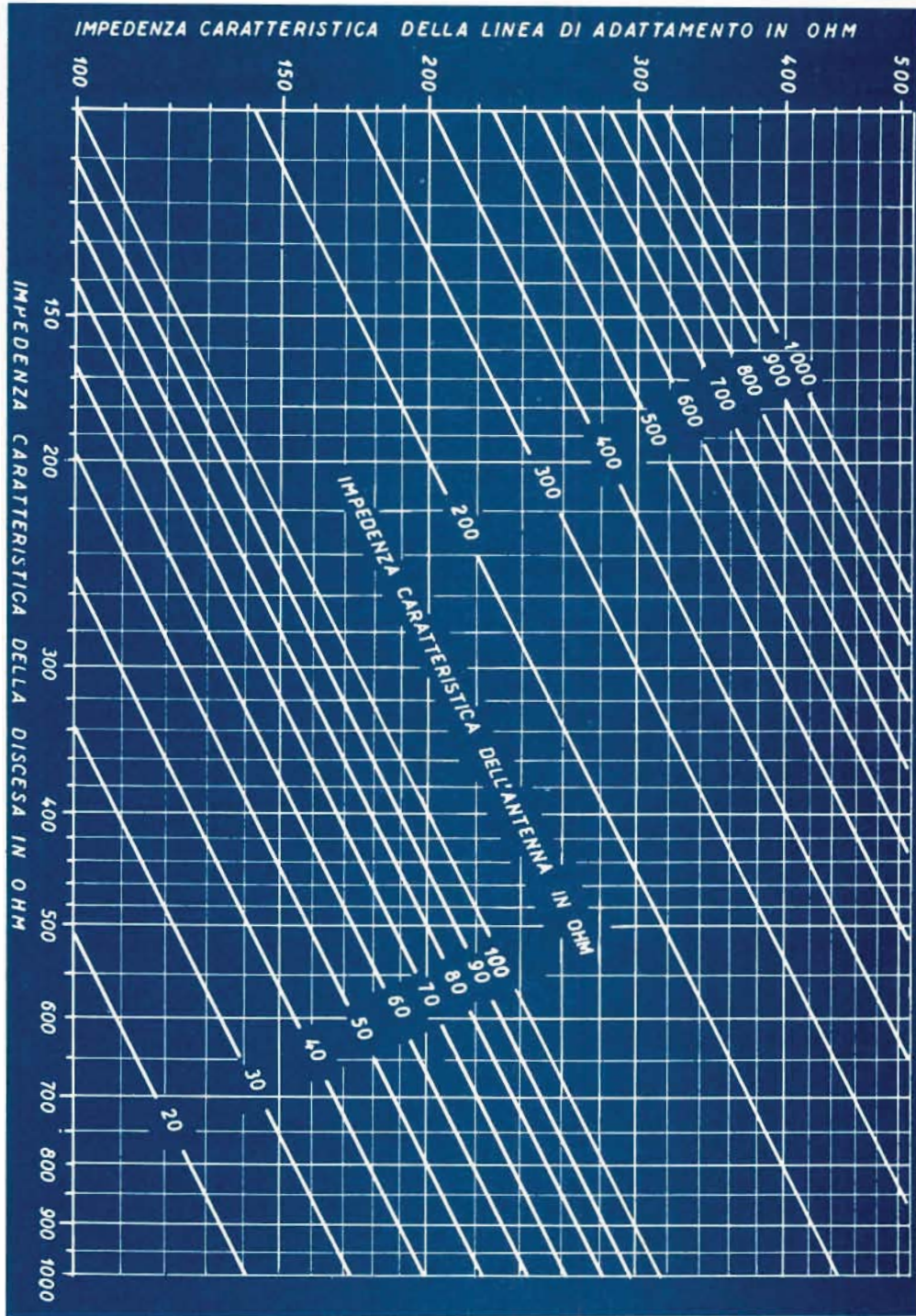


Fig. 3.40

