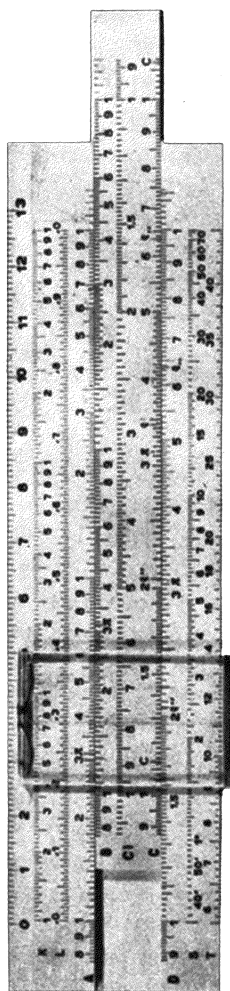


IL REGOLO CALCOLATORE



**CORSO
PER
CORRISPONDENZA**
A
PROGRAMMAZIONE
INDIVIDUALE®



Scuola Radio Elettra
Torino

IL REGOLO ELEKTRON 25

- funziona come il Rietz 12,5
- è più preciso, essendo raddoppiata la lunghezza delle scale
- è professionale, avendo marche e scale particolari per calcoli di elettronica, radio, TV ed elettrotecnica
- come il Rietz 12,5 richiede soprattutto *un'accurata lettura delle scale.*

Questa quarta parte del Corso è tutta dedicata all'uso del nuovo regolo *Elektron*.

Il metodo di studio è ancora quello della *programmazione individuale*, già adottato nelle parti precedenti, ma il testo è abbreviato, si potrebbe dire quasi sommario, come conviene a chi sa adoperare un regolo e desidera conoscerne un altro simile.

La materia è suddivisa in 16 *Sezioni*, che vanno dalla 31a alla 46a; alcune, molto brevi, contengono soprattutto richiami a regole esposte precedentemente; altre, più lunghe, trattano degli aspetti particolari del nuovo regolo. Non si troveranno più esercizi di lettura, né esercizi di puro calcolo numerico; ci saranno invece esempi di applicazioni nel campo della geometria, della fisica, dell'elettrotecnica e dell'elettronica, tutti basati sulle formule raccolte in fondo al presente libretto. Mancheranno anche i *con-*

trolli finali, che finora chiudevano le sezioni di studio, ma ci sarà un unico *esame*, con il quale sarà possibile ottenere l' *ATTESTATO* di profitto nello studio e nell'uso dei regoli *Rietz* ed *Elektron*.

Per consultare le sezioni di studio seguenti si veda l'*indice generale*, che si trova tra la descrizione del regolo *Elektron* e la *Sezione 31a*.

DESCRIZIONE DEL REGOLO ELEKTRON:

CORSOIO, SCALE, TABELLINE, SIMBOLI E MARCHE PARTICOLARI

I - CORSOIO (fig. 1)

Sul corsoio si trovano quattro indici: il principale e tre ausiliari.

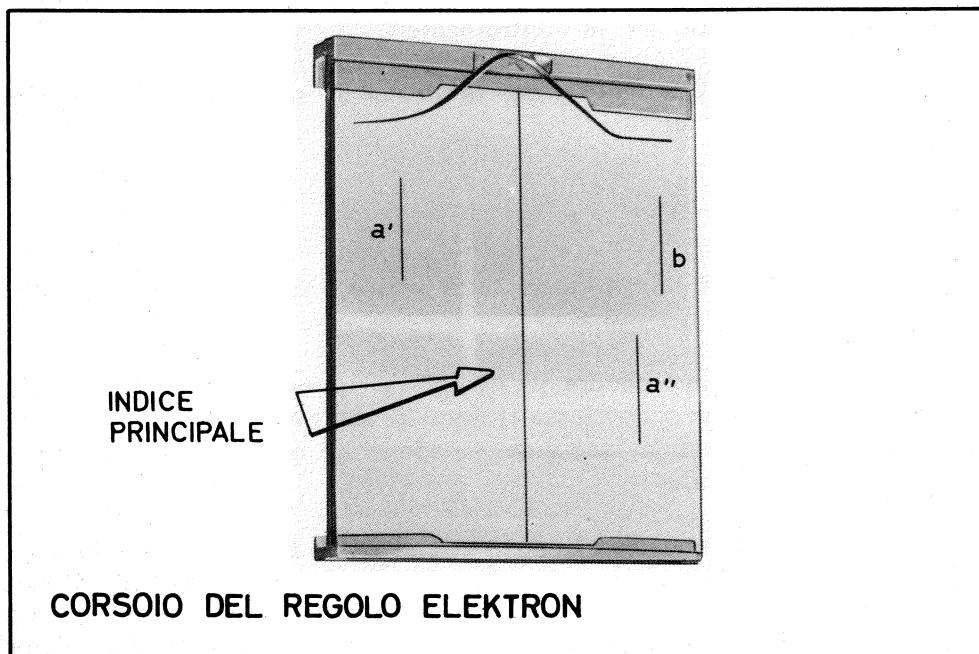


Fig. 1

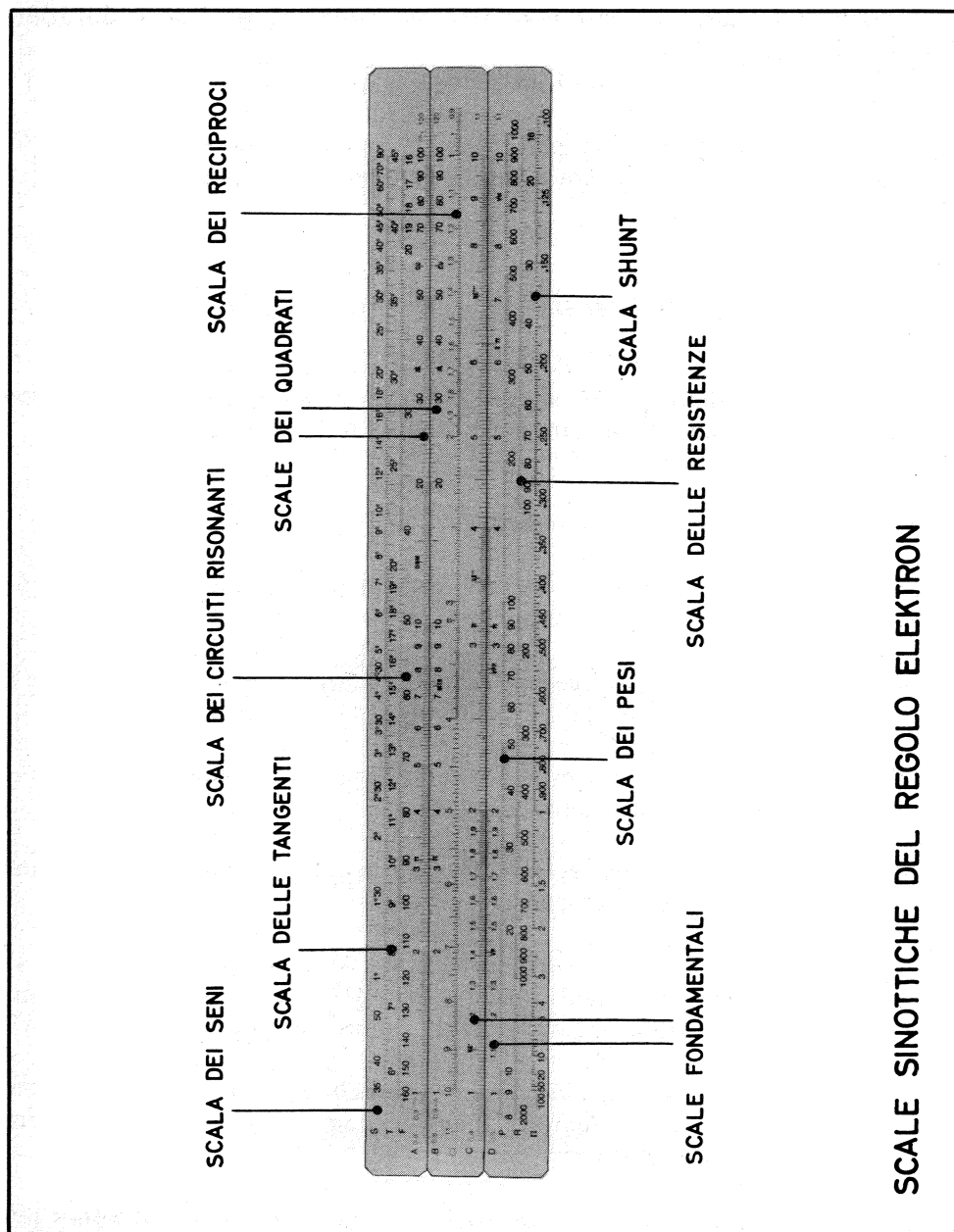
L'indice ausiliario a' serve per calcolare rapidamente l'area del cerchio, conoscendo il diametro; viceversa l'indice ausiliario a'' serve per calcolare il diametro, conoscendo l'area.

L'indice ausiliario b serve per calcolare le equivalenze fra *chilowatt* e *cavallo-vapore elettrico continentale* (unità europea di potenza).

II - SCALE SINOTTICHE (fig. 2)

Sono *sinottiche* quelle scale che si trovano dalla stessa parte del regolo, e perciò si possono vedere insieme, con un solo colpo d'occhio.

- 1) - *SCALA D* - E' la *scala fondamentale*.
- 2) - *SCALA C* - E' *uguale alla D* e con essa serve per calcolare le moltiplicazioni e le divisioni.
- 3) - *SCALA A* - E' la *scala dei quadrati*; con la scala D serve per calcolare i quadrati e le radici quadrate.
- 4) - *SCALA B* - E' *uguale alla A* e con essa serve per calcolare le moltiplicazioni e le divisioni.
- 5) - *SCALA CI* - E' la *scala dei reciproci*; con la scala D serve per calcolare il reciproco dei numeri.
- 6) - *SCALA S* - E' la *scala dei seni*; con la scala A serve per determinare il seno degli angoli compresi fra $34'$ e 90° , ed anche le tangenti trigonometriche degli angoli compresi fra $34'$ e $5^\circ 43'$.
- 7) - *SCALA T* - E' la *scala delle tangenti trigonometriche*; con la scala D serve per determinare la tangente degli angoli compresi fra $5^\circ 43'$ e 45° .
- 8) - *SCALA F* - E' la *scala dei circuiti risonanti*; con le scale A e B serve per calcolare la frequenza, la capacità e l'induttanza dei circuiti risonanti.
- 9) - *SCALA P* - E' la *scala del peso dei fili di rame*; con le scale A, B, (D),



SCALE SINOTTICHE DEL REGOLO ELEKTRON

Fig. 2

serve per calcolare il peso, la lunghezza e la sezione (o il diametro) dei fili di rame.

10)-SCALA R - E' la *scala della resistenza elettrica dei fili di rame*; con le scale A, B, (D), serve per calcolare la resistenza, la lunghezza e la sezione (o il diametro) dei fili di rame.

11)-SCALA II - E' la *scala shunt*; con le scale D, C e CI serve per calcolare la resistenza equivalente di due resistori in parallelo ed anche la capacità equivalente di due condensatori in serie.

III - ROVESCIO DEL REGOLO (fig. 3)

Sul rovescio del regolo si trovano altre scale (sinottiche fra loro, ma non con le precedenti) e tre tabelline.

1) SCALA dB - E' la *scala dei decibel*.

2) SCALA P/P_0 - E' la *scala dei rapporti di potenza*; con la scala dB serve per calcolare i decibel conoscendo il rapporto di potenza, o viceversa, il rapporto di potenza, conoscendo i decibel.

3) SCALA I/I_0 e V/V_0 - E' la *scala dei rapporti di corrente (I/I_0) e di tensione (V/V_0)*; con la scala dB serve per calcolare i decibel conoscendo il rapporto di corrente e di tensione, o per calcolare il rapporto di corrente e di tensione, conoscendo i decibel.

4) TABELLINA «PER L'USO DELLA SCALA F» - Serve per determinare in combinazione con la scala F le corrispondenti unità di misura della frequenza (Hz; kHz; MHz), della capacità (μF ; nF; pF) e dell'induttanza (H; mH; μH).

5) TABELLINA «PER L'USO DELLA SCALA P» - Serve per determinare in combinazione con la scala P le corrispondenti unità di misura del peso (g; hg; kg; mag; q), della lunghezza (cm; m; km) e della sezione (mm^2 , cm^2 , dm^2).

6) TABELLINA «PER L'USO DELLA SCALA R» - Serve per determinare in combinazione con la scala R le corrispondenti unità di misura della

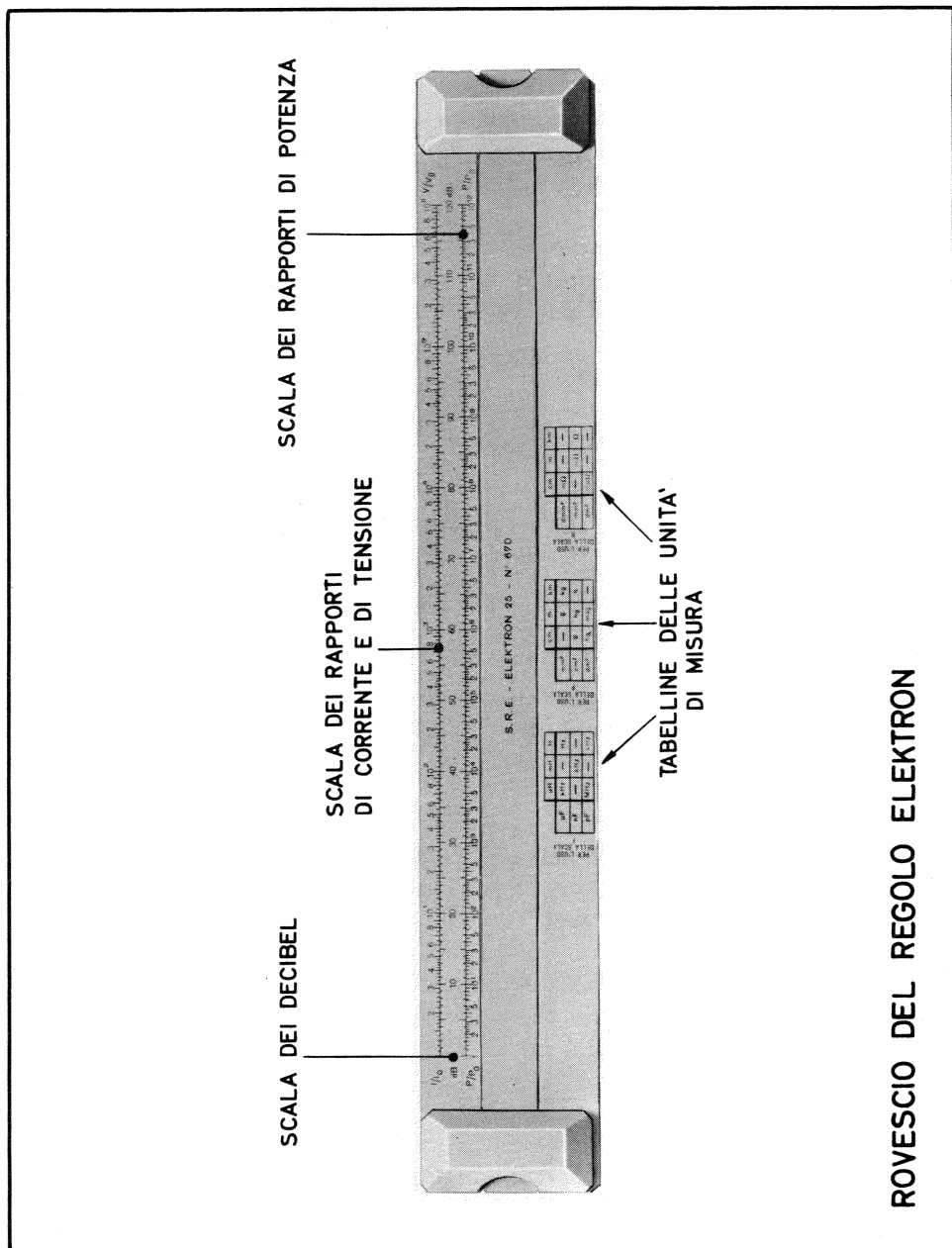


Fig. 3

resistenza ($m\mu\Omega$; $m\Omega$; Ω), della lunghezza (cm; m; km) e della sezione (dmm^2 ; mm^2 ; dm^2).

IV - SIMBOLI E MARCHE PARTICOLARI

Nelle scale A, B, C e D si trovano alcuni simboli e parecchie marche destinate a semplificare particolari tipi di calcoli.

Il simbolo del *cavallo-vapore elettrico continentale*, ch_e , che si trova all'inizio ed al fondo della scala A, sta a ricordare che in certi calcoli sulla scala A si dovranno leggere i valori di potenza in ch_e ; analogamente il simbolo del *chilowatt*, kW, che si trova all'inizio ed al fondo della scala B, sta a ricordare che negli stessi calcoli sulla scala B si dovranno leggere i valori di potenza in kW.

Le marche particolari delle scale A, B, C, D, hanno i seguenti valori:

$\pi = 3,14\dots$: serve per i calcoli relativi ai cerchi ed alle formule di elettrotecnica derivate da funzioni circolari.

$2\pi = 6,28\dots$: serve per calcoli analoghi a quelli di π .

DNM $\approx 13,59\dots$: serve per la conversione delle unità di potenza da *chilowatt* (kW) a *cavallo-vapore elettrico continentale* (ch_e). La sigla DNM è formata con le consonanti della parola DINAMO, in quanto la potenza elettrica di una dinamo è espressa usualmente in kW.

MTR = 7,36: serve per la conversione delle unità di potenza da *cavallo-vapore elettrico continentale* (ch_e) a *chilowatt* (kW). La sigla MTR è formata con le consonanti della parola MOTORE, in quanto la potenza meccanica dei motori elettrici è espressa usualmente in ch_e .

AL $\approx 35,014$: serve per calcolare la conduttanza elettrica dell'alluminio. La sigla AL deriva dal simbolo chimico dell'alluminio, cioè Al.

CU ≈ 58 : serve per calcolare la conduttanza elettrica del rame. La sigla CU deriva dal simbolo chimico del rame, cioè Cu.

VE' $\approx 1,1107$: serve per calcolare il valore efficace di un'onda sinusoidale, conoscendo il valore medio.

$VE'' \approx 3,535$: serve per calcolare il valore efficace di un'onda sinusoidale, conoscendo il valore da picco a picco.

$VE''' \approx 7,071$: serve per calcolare il valore efficace di un'onda sinusoidale, conoscendo il valore massimo (o valore di picco).

$VP \approx 1,4142$: serve per calcolare il valore massimo (o valore di picco) di un'onda sinusoidale, conoscendo il valore efficace.

$VPP \approx 2,8284$: serve per calcolare il valore da picco a picco di un'onda sinusoidale, conoscendo il valore efficace.

$VM \approx 0,9$: serve per calcolare il valore medio di un'onda sinusoidale, conoscendo il valore efficace.

* * *

INDICE GENERALE DELLE SEZIONI DI STUDIO DEL REGOLO PROFESSIONALE

- Sezione 31a:** moltiplicazione e divisione, con le scale D e C; *Parte 4^a, pagina 305.*
- Sezione 32a:** reciproco di un numero, con le scale C e CI; *Parte 4^a, pag. 315.*
- Sezione 33a:** quadrato e radice quadrata di un numero, con le scale D e A; *Parte 4^a, pag. 317.*
- Sezione 34a:** seno e coseno di un angolo, con le scale A e S; *Parte 4^a, pagina 319.*
- Sezione 35a:** tangente e cotangente di un angolo, con le scale A e S, D e T; *Parte 4^a, pag. 321.*
- Sezione 36a:** diametro e sezione dei fili, con le scale D, A e con gli appositi indici ausiliari del corsoio; *Parte 4^a, pag. 323.*
- Sezione 37a:** uso delle marche VP, VPP, VM, VE', VE" e VE"', rispettivamente delle scale D e C; *Parte 4^a, pag. 325.*
- Sezione 38a:** uso delle marche DNM e MTR, rispettivamente delle scale A e B; *Parte 4^a, pag. 329.*
- Sezione 39a:** uso dell'indice ausiliario, destro, superiore del corsoio, con la scala A; *Parte 4^a, pag. 333.*
- Sezione 40a:** uso delle marche AL e CU delle scale A e B; *Parte 4^a, pag. 337.*
- Sezione 41a:** uso delle marche π delle scale A, B, CI, C, D, ed uso della marca 2π della scala D; *Parte 4^a, pag. 341.*
- Sezione 42a:** lunghezza, sezione o diametro, e peso dei fili di rame, con le scale A, B, D e P; *Parte 4^a, pag. 343.*
- Sezione 43a:** lunghezza, sezione o diametro, e resistenza dei fili di rame, con le scale A, B, D e R; *Parte 4^a, pag. 349.*

Sezione 44a: resistenze in parallelo e capacità in serie, con le scale D, C, CI, II, *Parte 4^a, pag. 353.*

Sezione 45a: frequenza, capacità e induttanza dei circuiti risonanti, con le scale A, B e F; *Parte 4^a, pag. 361.*

Sezione 46a: decibel, rapporti di potenza, rapporti di corrente, rapporti di tensione, con le scale dB, P/P_0 , I/I_0 , V/V_0 ; *Parte 4^a, pagina 371.*

Formulario: di geometria, fisica, elettrologia, elettrotecnica, tecnica strumentale, tecnica elettronica, radiotecnica; *Parte 4^a, pag. 373.*

* * *

SEZIONE 31a: moltiplicazione e divisione, con le scale D e C.

Per eseguire moltiplicazioni e divisioni in genere conviene servirsi delle scale D e C, benché si possano usare anche le scale D e C1, A e B, ed in calcoli di tipo particolare si ricorra proprio a queste ultime, come vedremo nelle istruzioni successive. Le regole sono le stesse date nella *Sezione 10a*, per la moltiplicazione, e nella *Sezione 14a*, per la divisione; perciò ora non ci occuperemo del procedimento di calcolo generale, che resta invariato per tutti i regoli logaritmici, ma ci limiteremo ad esaminare due accorgimenti destinati a facilitare il compito dell'operatore.

1. - POSIZIONE DELLA VIRGOLA

Con il regolo si determinano le cifre significative del risultato, ma non si stabilisce la posizione della virgola. La determinazione della posizione della virgola - e quindi anche del numero degli zeri che precedono o seguono le cifre significative - è un compito un po' fastidioso, che i regoli, come anche le macchine calcolatrici d'ufficio ed in generale tutti gli strumenti di calcolo, lasciano all'operatore. Per rendere più facile questo compito sono stati cercati e trovati vari accorgimenti, tra i quali il più semplice e pratico è forse quello del *calcolo arrotondato*.

Il metodo del calcolo arrotondato si trova esposto in un'osservazione della *Sezione 10a*, dopo la regola per il *calcolo del prodotto di due o più numeri con le scale D e C*, ed in un'altra osservazione della *Sezione 14a*, dopo la regola per il *calcolo del quoziente di due numeri con le scale D e C1*; ora ci limitiamo a ricordarlo con due esempi di calcolo elettrotecnico.

Esempi

1) Si calcoli la potenza elettrica P assorbita da un fornello, essendo la tensione $V = 220$ volt e la corrente $I = 4,45$ ampere.

Per il calcolo della potenza si usa la formula $P = VI$, cioè si moltiplica il valore della tensione per quello della corrente e si ottiene il valore della potenza. La potenza risulterà espressa in watt, se la tensione e la corrente sono espresse rispettivamente in volt ed in ampere.

Il calcolo va impostato come nella *fig. 4-a*, cercando sulla scala D il valore 2,2 in sostituzione di 220.

Il risultato letto sul regolo è 9,79, ma resta ancora da verificare la posizione della virgola. Allo scopo si arrotondano i valori 220 e 4,45 rispettivamente a 200 e 5, *uno per difetto e l'altro per eccesso*; quindi si fa mentalmente la moltiplicazione dei valori arrotondati, $200 \times 5 = 1.000$.

Con il prodotto ottenuto, 1.000, si stabilisce l'ordine di grandezza del prodotto della moltiplicazione originaria $220 \times 4,45$; quindi ora sappiamo che quest'ultimo prodotto dovrà avere le cifre 9 - 7 - 9, lette sul regolo, e che il suo valore dovrà essere prossimo a 1.000. Il numero con le cifre 9 - 7 - 9 e prossimo a 1.000 è 979: pertanto si avrà $220 \times 4,45 = 979$, e la potenza assorbita dal fornello dovrà essere di 979 *watt*.

2) Si calcoli la corrente assorbita da un fornello di 1.200 *watt*, con tensione di 220 *volt*.

Per il calcolo della corrente si deve usare la formula:

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

cioè si dividerà il valore della potenza P, espressa in *watt*, per quello della tensione V, espressa in *volt*, e si otterrà il valore della corrente I, espressa in *ampere* (*fig. 4-b*).

Il quoziente fornito dal regolo è circa 5,455, ma resta ancora da verificare la posizione della virgola con il metodo del calcolo arrotondato.

I valori 1.200 e 220 si possono arrotondare rispettivamente a 1.000 e 200, *entrambi per difetto*; quindi si fa mentalmente la divisione dei valori arrotondati, $1.000 : 200 = 5$.

Con il quoziente ottenuto, 5, si stabilisce l'ordine di grandezza del quoziente della divisione originaria, $1.200 : 220$; quindi ora sappiamo che quest'ultimo quoziente dovrà avere le cifre 5 - 4 - 5 - 5, lette sul regolo, e che il suo valore dovrà essere prossimo a 5. Il numero con le cifre 5 - 4 - 5 - 5 e prossimo a 5 è 5,455: pertanto si avrà $1.200 : 220 = 5,455$ e la corrente assorbita dal fornello dovrà essere uguale a 5,455 *ampere*.

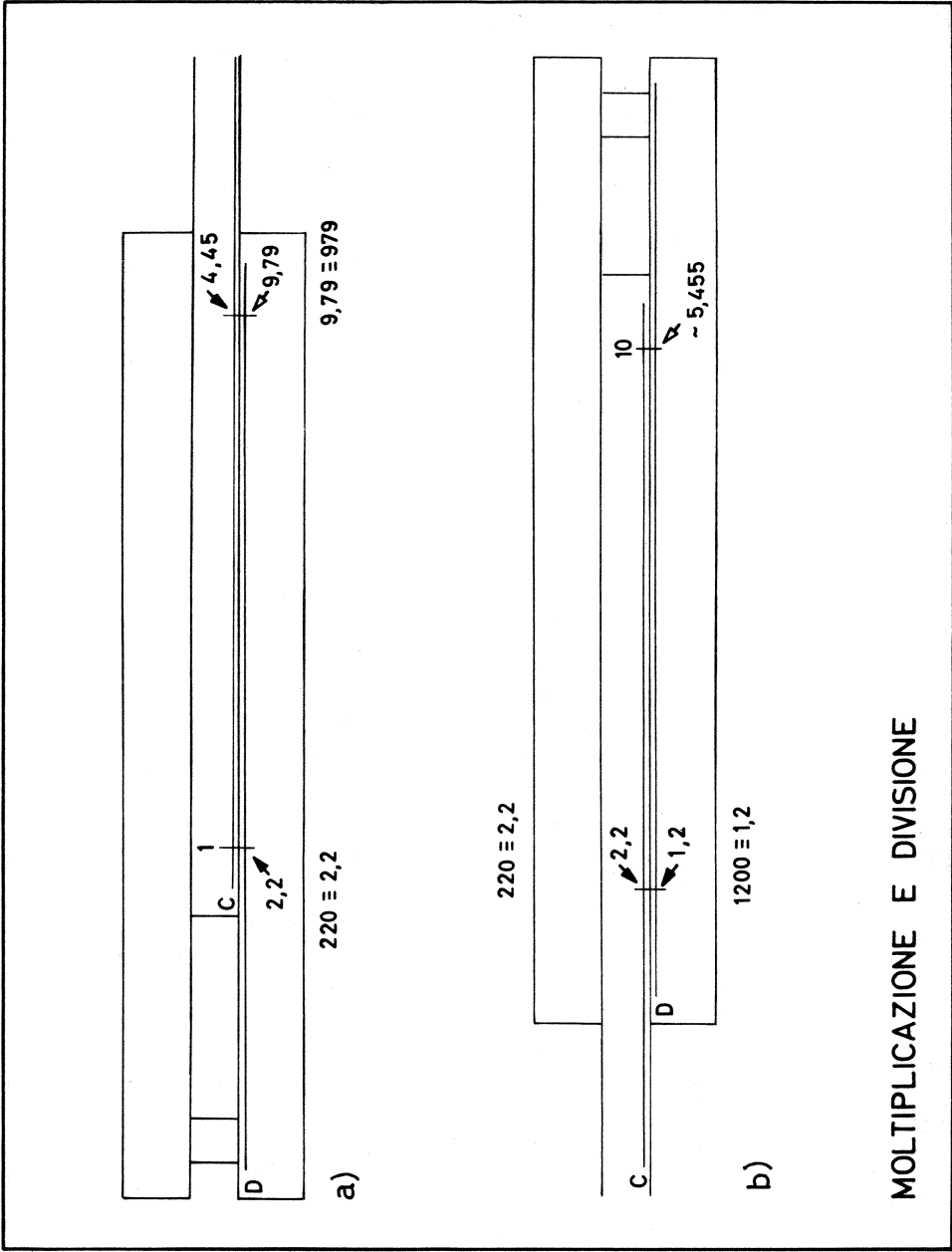


Fig. 4

2. - MOLTIPLICAZIONI E DIVISIONI DI NUMERI

MOLTO GRANDI O MOLTO PICCOLI

Il calcolo con numeri molto grandi o molto piccoli di solito mette a disagio l'operatore anche non del tutto inesperto, essendo più probabili errori di conteggio nel determinare il numero delle cifre significative, cioè lo ammontare delle cifre lette sul regolo e degli zeri che debbono seguire o precedere quelle stesse cifre. Però un semplice accorgimento consente di ridurre molto le probabilità d'errore: esso consiste nello *scomporre il numero molto grande o molto piccolo nel prodotto di un fattore compreso fra 1 e 10 per una potenza del 10*.

Vediamo con alcuni esempi come si ottengano tali scomposizioni.

Esempi

1) Si abbia il numero 437.000.000.

Il fattore compreso fra 1 e 10 dovrà essere costituito dalla prima cifra (4) quale parte intera, e dalle successive (3 e 7), quale parte decimale: esso risulterà quindi uguale a 4,37.

La potenza del 10 si forma mettendo alla base 10 un esponente uguale alla quantità delle cifre del numero dato, diminuita di una unità. Il numero 437.000.000 ha nove cifre, quindi l'esponente dovrà essere 8 ($9 - 1 = 8$) e la potenza sarà 10^8 .

Nei calcoli al posto di 437.000.000 si potrà usare l'espressione:

$$4,37 \times 10^8.$$

2) Sulla traccia dell'esempio precedente possiamo scomporre i seguenti grandi-numeri nei rispettivi prodotti:

$$2.175.000.000 = 2,175 \times 10^9;$$

$$707.000 = 7,07 \times 10^5; \quad 1.250.000 = 1,25 \times 10^6;$$

$$493.000.000.000.000 = 4,93 \times 10^{14};$$

$$1.001.500.000.000.000 = 1,0015 \times 10^{15}.$$

3) Si abbia il numero 0,00000908.

Il fattore compreso fra 1 e 10 dovrà avere quale parte intera la prima cifra diversa da zero a destra della virgola (9), e quale parte decimale le cifre rimanenti (0 e 8): esso risulterà uguale a 9,08.

La potenza del 10 si forma mettendo alla base 10 un esponente uguale alla quantità delle cifre che si contano dalla virgola al primo numero diverso da zero, e l'esponente sarà fatto precedere dal segno meno (-).

Nel numero 0,00000908 le cifre contate dalla virgola al 9 sono sei, quindi la potenza sarà 10^{-6} .

Nei calcoli al posto di 0,00000908 si potrà usare l'espressione:

$$9,08 \times 10^{-6}.$$

4) Sulla traccia dell'esempio precedente possiamo scomporre i seguenti piccoli-numeri nei rispettivi prodotti:

$$0,0000002175 = 2,175 \times 10^{-7};$$

$$0,000525 = 5,25 \times 10^{-4}; \quad 0,0003 = 3 \times 10^{-4};$$

$$0,00000000000707 = 7,07 \times 10^{-12};$$

$$0,00000001005 = 1,005 \times 10^{-8}.$$

Ora vediamo come si utilizzi l'accorgimento della scomposizione per fare moltiplicazioni e divisioni di grandi-numeri o di piccoli-numeri.

Moltiplicazioni di grandi e piccoli numeri

La moltiplicazione di due (o più) grandi e piccoli numeri si esegue moltiplicando fra loro i fattori compresi fra 1 e 10, che si ottengono con la scomposizione, e sostituendo le varie potenze del 10 con una sola potenza del 10, avente per esponente la somma algebrica degli esponenti.

Esempi

1) Si calcoli il prodotto della moltiplicazione $795.000 \times 3.150.000$.

Con la scomposizione si ottengono le espressioni $795.000 = 7,95 \times 10^5$ e $3.150.000 = 3,15 \times 10^6$.

In base alla regola precedente si esegue la moltiplicazione $7,95 \times 3,15$, e si ottiene quale risultato 25,05 (circa); inoltre si forma la nuova potenza del 10 con esponente uguale alla somma degli esponenti: $10^{5+6} = 10^{11}$.

Il prodotto $25,05 \times 10^{11}$ esprime il risultato della moltiplicazione; volendo, però, si potrà trasformare l'espressione $25,05 \times 10^{11}$ nel suo valore numerico, spostando semplicemente la virgola del fattore 25,05 *verso destra* e contando tante cifre o zeri quanti ne indica l'esponente della potenza 10^{11} , cioè undici: il risultato finale della moltiplicazione sarà 2.505.000.000.000 (valore approssimato).

2) Si calcoli il prodotto della moltiplicazione $0,00000046 \times 0,00000175$.

Con la scomposizione si ottengono le espressioni $0,00000046 = 4,6 \times 10^{-7}$ e $0,00000175 = 1,75 \times 10^{-6}$.

In base alla regola si esegue la moltiplicazione $4,6 \times 1,75$ e si ottiene quale risultato 8,05; inoltre si forma la nuova potenza del 10 con esponente uguale alla somma degli esponenti: $10^{-(7+6)} = 10^{-13}$.

Il prodotto $8,05 \times 10^{-13}$ esprime il risultato della moltiplicazione; volendo, però, si potrà trasformare l'espressione $8,05 \times 10^{-13}$ nel suo valore numerico spostando semplicemente la virgola del fattore 8,05 *verso sinistra* e contando tante cifre o zeri quanti ne indica l'esponente della potenza 10^{-13} , cioè tredici: il risultato finale di questa moltiplicazione sarà perciò: 0,0000000000000805.

3) Si calcoli il prodotto della moltiplicazione $109.000.000 \times 0,00025$.

Con la scomposizione si ottengono le espressioni:

$$109.000.000 = 1,09 \times 10^8$$

e

$$0,00025 = 2,5 \times 10^{-4}$$

In base alla regola si esegue la moltiplicazione $1,09 \times 2,5$ e si ottiene quale risultato 2,725 (circa); inoltre si forma la nuova potenza del 10 con

esponente uguale alla somma degli esponenti: nel caso presente la somma degli esponenti 8 e -4, essendo una somma di numeri relativi, equivale in pratica alla differenza $8 - 4 = 4$; perciò si avrà $10^{8-4} = 10^4$.

Il prodotto $2,725 \times 10^4$ esprime il risultato della moltiplicazione; volendo, però, si potrà trasformare l'espressione $2,725 \times 10^4$ nel suo valore numerico spostando la virgola del fattore 2,725 *verso destra* e contando tante cifre quante ne indica l'esponente della potenza 10^4 , cioè quattro: il risultato finale della moltiplicazione sarà 27.250 (valore approssimato).

4) Si calcoli il prodotto della moltiplicazione $0,000000021 \times 2.800.000$.

Con la scomposizione si ottengono le espressioni:

$$0,000000021 = 2,1 \times 10^{-8}$$

e

$$2.800.000 = 2,8 \times 10^6.$$

In base alla regola si esegue la moltiplicazione $2,1 \times 2,8$ e si ottiene quale risultato 5,88; inoltre si forma la nuova potenza del 10 con esponente uguale alla somma degli esponenti: nel caso presente la somma degli esponenti -8 e 6, essendo una somma di numeri relativi, equivale in pratica alla differenza $-(8 - 6)$; perciò si avrà $10^{-(8-6)} = 10^{-2}$.

Il prodotto $5,88 \times 10^{-2}$ esprime il risultato della moltiplicazione; volendo, però, si potrà trasformare l'espressione $5,88 \times 10^{-2}$ nel suo valore numerico spostando semplicemente la virgola del fattore 5,88 *verso sinistra* e contando tante cifre o zeri quanti ne indica l'esponente della potenza 10^{-2} , cioè due: il risultato finale della moltiplicazione sarà 0,0588.

Divisioni di grandi e piccoli numeri

La divisione di grandi e piccoli numeri si esegue dividendo il fattore compreso fra 1 e 10, che si ottiene con la scomposizione del dividendo, per il fattore che si ottiene analogamente con la scomposizione del divisore; il quoziente si dovrà poi moltiplicare per una potenza del 10 avente per esponente la differenza algebrica degli esponenti che si trovano nelle potenze ottenute con la scomposizione del dividendo e del divisore.

Esempi

1) Si calcoli il quoziente della divisione $198.000.000.000 : 52.000$.

Con la scomposizione si ottengono le espressioni:

$$198.000.000.000 = 1,98 \times 10^{11}$$

e

$$52.000 = 5,2 \times 10^4.$$

In base alla regola precedente si esegue la divisione $1,98 : 5,2$ e si ottiene quale risultato $0,3808$ (circa); inoltre si forma la nuova potenza del 10 con esponente uguale alla differenza degli esponenti: $10^{11-4} = 10^7$.

Il prodotto $0,3808 \times 10^7$ esprime il risultato della divisione; volendo, però, si potrà trasformare l'espressione $0,3808 \times 10^7$ nel suo valore numerico spostando semplicemente la virgola del fattore $0,3808$ verso destra e contando tante cifre, aggiungendo eventualmente degli zeri, quante ne indica l'esponente della potenza 10^7 : il risultato finale della divisione sarà $3.808.000$ (valore approssimato).

2) Si calcoli il quoziente della divisione $0,00000000207 : 0,000083$.

Con la scomposizione si ottengono le espressioni:

$$0,00000000207 = 2,07 \times 10^{-9}$$

e

$$0,000083 = 8,3 \times 10^{-5}.$$

In base alla regola si esegue la divisione $2,07 : 8,3$ e si ottiene quale risultato $0,2495$ (circa); inoltre si forma la nuova potenza del 10 con esponente uguale alla differenza degli esponenti: $10^{-(9-5)} = 10^{-4}$.

Il prodotto $0,2495 \times 10^{-4}$ esprime il risultato della divisione; volendo, però, si potrà trasformare l'espressione $0,2495 \times 10^{-4}$ nel suo valore numerico spostando semplicemente la virgola del fattore $0,2495$ verso sinistra e contando tanti zeri quanti ne indica l'esponente della potenza 10^{-4} , cioè quattro; il risultato finale della divisione sarà $0,00002495$ (valore approssimato).

3) Si calcoli il quoziente della divisione $625.000.000 : 0,00315$.

Con la scomposizione si ottengono le espressioni:

$$625.000.000 = 6,25 \times 10^8$$

e

$$0,00315 = 3,15 \times 10^{-3}.$$

In base alla regola si esegue la divisione $6,25 : 3,15$ e si ottiene quale risultato $1,985$ (circa); inoltre si forma la nuova potenza del 10 con esponente uguale alla differenza degli esponenti: nel caso presente la differenza degli esponenti 8 e -3, essendo una differenza di numeri relativi, equivale in pratica alla somma $8 + 3$; perciò si avrà $10^{8+3} = 10^{11}$.

Il prodotto $1,985 \times 10^{11}$ esprime il risultato della divisione; volendo, però, si potrà trasformare l'espressione $1,985 \times 10^{11}$ nel suo valore numerico spostando la virgola del fattore $1,985$ verso destra e contando tante cifre o zeri quanti ne indica l'esponente della potenza 10^{11} , cioè undici: il risultato finale della divisione sarà $198.500.000.000$ (valore approssimato).

4) Si calcoli il quoziente della divisione $0,000039 : 12.350$.

Con la scomposizione si ottengono le espressioni:

$$0,000039 = 3,9 \times 10^{-5}$$

e

$$12.350 = 1,235 \times 10^4$$

In base alla regola si esegue la divisione $3,9 : 1,235$, e si ottiene quale risultato $3,16$ (circa); inoltre si forma la nuova potenza del 10 con esponente uguale alla differenza degli esponenti: nel caso presente la differenza degli esponenti -5 e 4, essendo una differenza di numeri relativi, equivale in pratica alla somma $-(5 + 4)$; perciò si avrà $10^{-(5+4)} = 10^{-9}$.

Il prodotto $3,16 \times 10^{-9}$ esprime il risultato della divisione; volendo, però, si potrà trasformare l'espressione $3,16 \times 10^{-9}$ nel suo valore numerico spostando semplicemente la virgola del fattore $3,16$ verso sinistra e contando tante cifre o zeri quanti ne indica la potenza 10^{-9} , cioè nove: il risultato finale della divisione sarà $0,00000000316$ (valore approssimato).

OSSERVAZIONI

1) A differenza del metodo seguito nelle precedenti sezioni di studio, dedicate al regolo didattico, in questa sezione non sono state presentate le numerazioni delle scale. L'omissione è giustificata dal fatto che le scale D e C, come anche le scale A e B, CI, S, T, sono simili alle scale omonime del regolo Rietz; quindi non dovrebbero sorgere difficoltà di lettura.

2) L'accorgimento della scomposizione nelle moltiplicazioni e nelle divisioni di grandi e piccoli numeri può essere adottato agevolmente da chi conosce il *calcolo dei numeri relativi*, presentato nelle lezioni di matematica dei corsi Radio Stereo - TV ed Elettrotecnica.

Il metodo della scomposizione può rivelarsi vantaggioso quando si fanno mentalmente i vari calcoli marginali; le moltiplicazioni e le divisioni dei fattori compresi fra 1 e 10 dovranno essere fatte con il regolo.

* * *

SEZIONE 32a: reciproco di un numero, con le scale C e CI.

Per determinare il reciproco di un numero con il regolo *Elektron* vale la stessa regola data per il calcolo con il regolo *Rietz*, nella *Sezione 12a*.

Esempi

1) Si determini la frequenza F di un'onda, conoscendo della stessa il periodo $T = 2,5$ *microsecondi*.

Per il calcolo si usa la formula:

$$F = \frac{1}{T},$$

e si otterrà la frequenza espressa in *megahertz*, se il periodo è espresso in *microsecondi*.

Il presente calcolo consiste nel determinare il reciproco di 2,5 (*fig. 5-a*).

La frequenza che si ottiene è di 0,4 *megahertz*.

2) Si determini il periodo T di un'onda, conoscendo della stessa la frequenza $F = 360$ *chilohertz*.

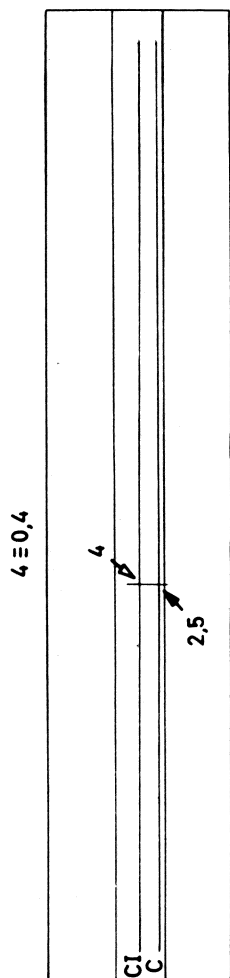
Per il calcolo si usa la formula:

$$T = \frac{1}{F},$$

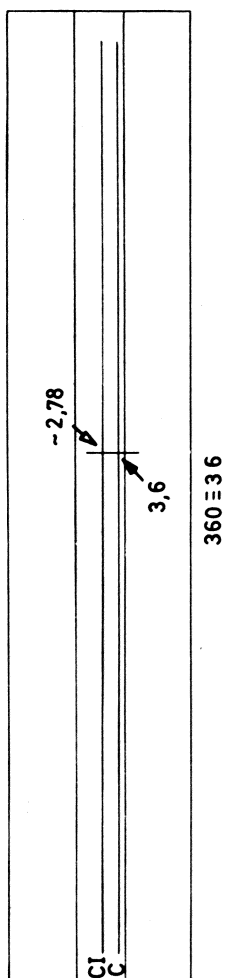
e si otterrà il periodo espresso in *millisecondi*, se la frequenza è espressa in *chilohertz*.

Il presente calcolo consiste nel determinare il reciproco di 360 (*fig. 5-b*).

Il periodo che si ottiene è di 0,00278 *millisecondi* (valore approssimato).



a)

 $2,78 \cong 0,00278$ 

b)

RECIPROCI

Fig. 5

SEZIONE 33a: quadrato e radice quadrata di un numero, con le scale D e A.

Il calcolo dei quadrati e delle radici quadrate con il regolo *Elektron* va fatto seguendo le stesse regole date per il calcolo con il regolo *Rietz* nella *Sezione 1a*, per i quadrati, e nella *Sezione 2a*, per le radici quadrate.

Esempi

1) Si calcoli l'area A di un quadrato con lato $l = 3,75$ metri.

Il calcolo si basa sulla formula $A = l^2$, e si otterrà l'area espressa in *metri quadrati*, se il lato viene espresso in *metri* (fig. 6-a).

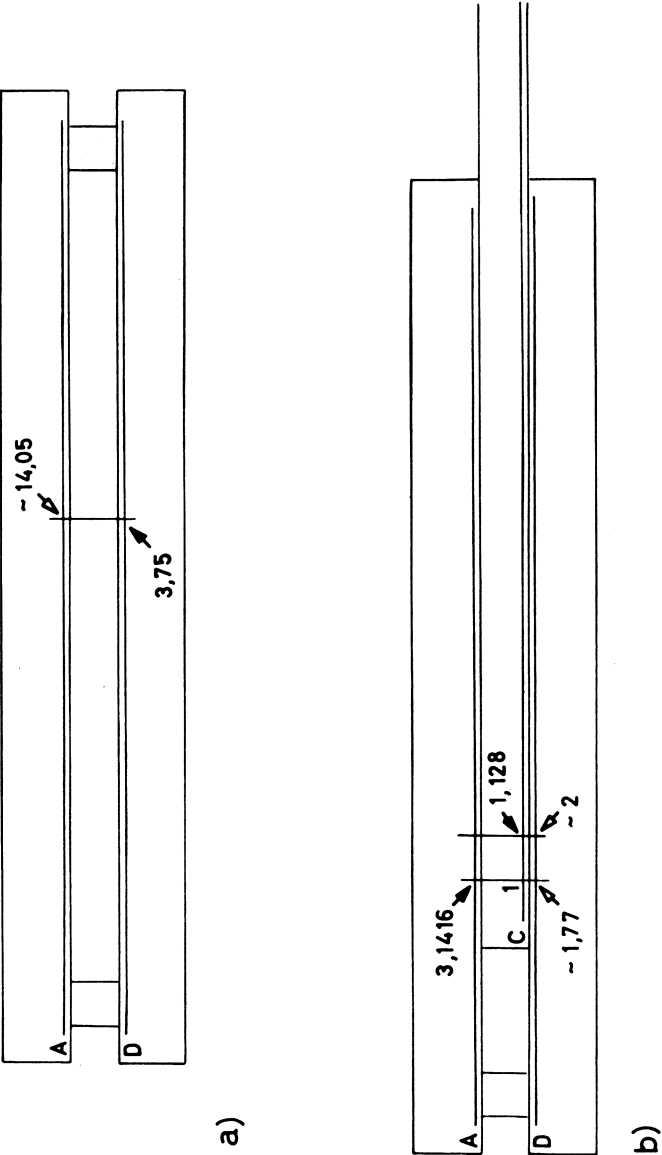
L'area che si ottiene è di $14,05 \text{ m}^2$ (valore approssimato).

2) Si calcoli il diametro d di un filo, conoscendo la sezione $S = 3,1416$ *millimetri quadrati*.

La formula del calcolo è $d \approx 1,128 \sqrt{S}$, cioè consiste in una estrazione di radice quadrata e nel prodotto della radice per il numero fisso 1,128. Se la sezione viene espressa in *millimetri quadrati*, il diametro risulterà espresso in *millimetri* (fig. 6-b).

Il diametro che si ottiene è di 2 mm (valore approssimato).

* * *



QUADRATO E RADICE QUADRATA

Fig. 6

SEZIONE 34a: seno e coseno di un angolo, con le scale A e S.

Per i calcoli dei seni, dei coseni e degli angoli corrispondenti, col regolo *Elektron*, si seguono gli stessi procedimenti dati per i calcoli col regolo *Rietz* nella *Sezione 18a* e nella *Sezione 19a*, per i seni, e nella *Sezione 20a* e nella *Sezione 21a*, per i coseni.

Esempi

1) Si calcoli il cateto b di un triangolo rettangolo, conoscendo l'angolo opposto, $\varphi = 30^\circ$, e l'ipotenusa, $c = 4$ decimetri (fig. 7-a).

Il calcolo del cateto richiede che prima si determini il valore del seno di 30° (sen 30°); quindi, moltiplicando sen 30° per l'ipotenusa c , si otterrà la misura del cateto b .

Il seno di 30° risulta uguale a 0,5; il cateto sarà perciò:

$$b = 4 \times 0,5 = 2 \text{ decimetri.}$$

2) Si calcoli il cateto a di un triangolo rettangolo, conoscendo l'angolo adiacente, $\varphi = 30^\circ$, e l'ipotenusa $c = 4$ decimetri (fig. 7-b).

Il calcolo del cateto richiede che prima si determini il valore del coseno di 30° [cos $30^\circ = \text{sen } (90^\circ - 30^\circ) = \text{sen } 60^\circ$]; quindi, moltiplicando cos 30° per l'ipotenusa c , si otterrà la misura del cateto a .

Il coseno di 30° risulta uguale a 0,866; il cateto sarà perciò:

$$a = 4 \times 0,866 \approx 3,46 \text{ decimetri (valore approssimato).}$$

OSSERVAZIONE

Nella fig. 7 è stato illustrato anche il calcolo delle due moltiplicazioni, $0,5 \times 4 = 2$ e $0,866 \times 4 \approx 3,46$. Per eseguire questo calcolo si sono utilizzate le scale A e B al posto delle scale D e C: la posizione della virgola è stata determinata con il metodo del calcolo arrotondato (*Sezione 10a* e *Sezione 31a*).

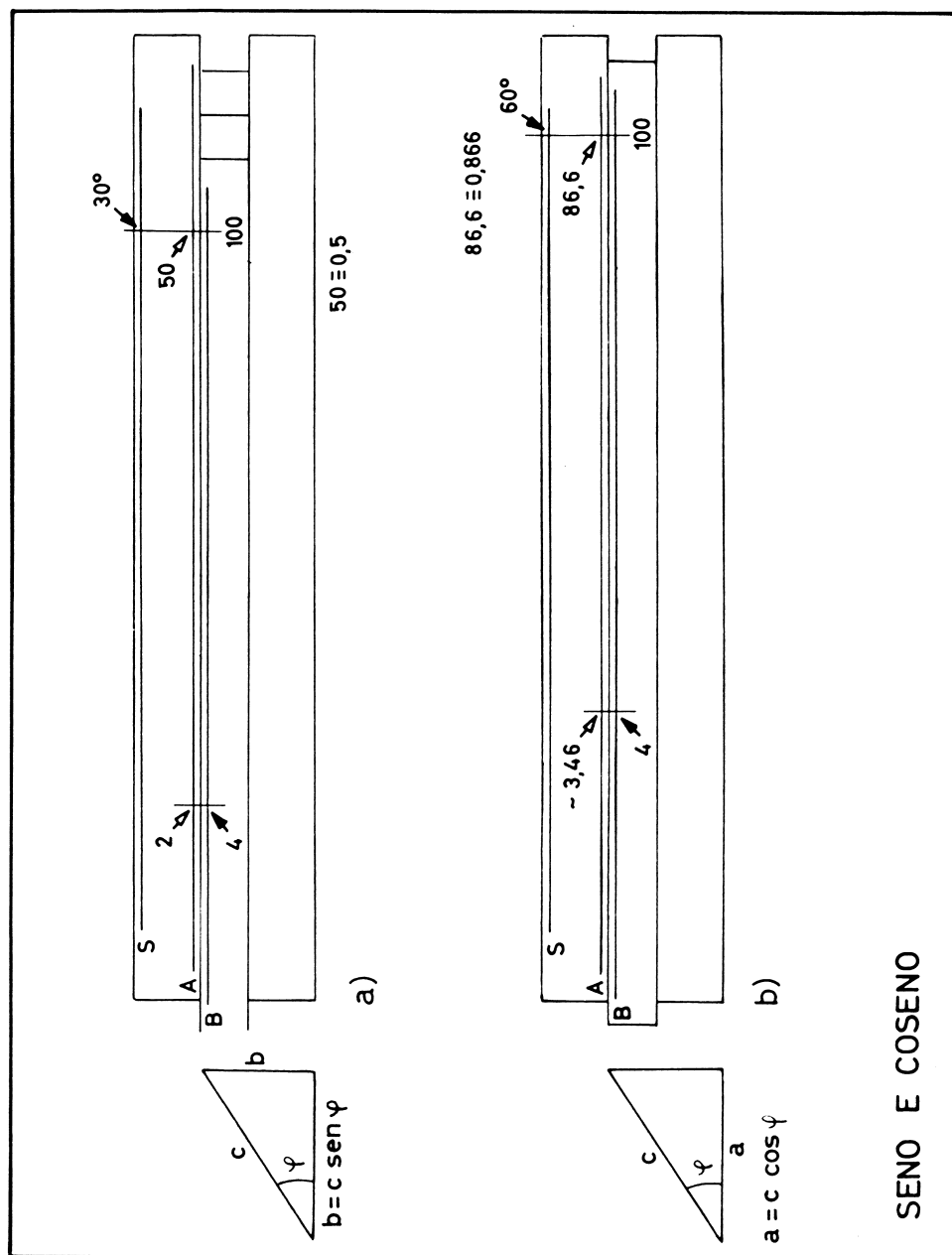


Fig. 7

SEZIONE 35a: tangente e cotangente di un angolo, con le scale A e S, D e T.

Per i calcoli delle tangenti, delle cotangenti e degli angoli corrispondenti, col regolo *Elektron*, si seguono gli stessi procedimenti dati per i calcoli col regolo *Rietz* nella *Sezione 22a* e nella *Sezione 23a*, per le tangenti, e nella *Sezione 24a* e nella *Sezione 25a*, per le cotangenti.

Esempi

1) Si calcoli il cateto b di un triangolo rettangolo, conoscendo l'angolo opposto, $\varphi = 35^\circ$, e l'altro cateto, $a = 9,3$ centimetri (fig. 8-a).

Il calcolo del cateto richiede che prima si determini il valore della tangente di 35° ($\text{tang } 35^\circ$); quindi, moltiplicando $\text{tang } 35^\circ$ per il cateto a , si otterrà la misura del cateto b .

La tangente di 35° risulta circa uguale a 0,7; il cateto sarà perciò:

$$b \approx 0,7 \times 9,3 = 6,51 \text{ centimetri (valore approssimato).}$$

2) Si calcoli il cateto a di un triangolo rettangolo, conoscendo l'angolo adiacente, $\varphi = 35^\circ$, e l'altro cateto $b = 8$ centimetri (fig. 8-b).

Il calcolo del cateto richiede che prima si determini il valore della cotangente di 35° ($\text{cotang } 35^\circ = 1/\text{tang } 35^\circ$); quindi, moltiplicando $\text{cotang } 35^\circ$ per il cateto b , si otterrà la misura del cateto a .

La cotangente di 35° risulta circa uguale a 1,428; il cateto sarà perciò:

$$a \approx 8 \times 1,428 \approx 11,42 \text{ centimetri (valore approssimato).}$$

* * *

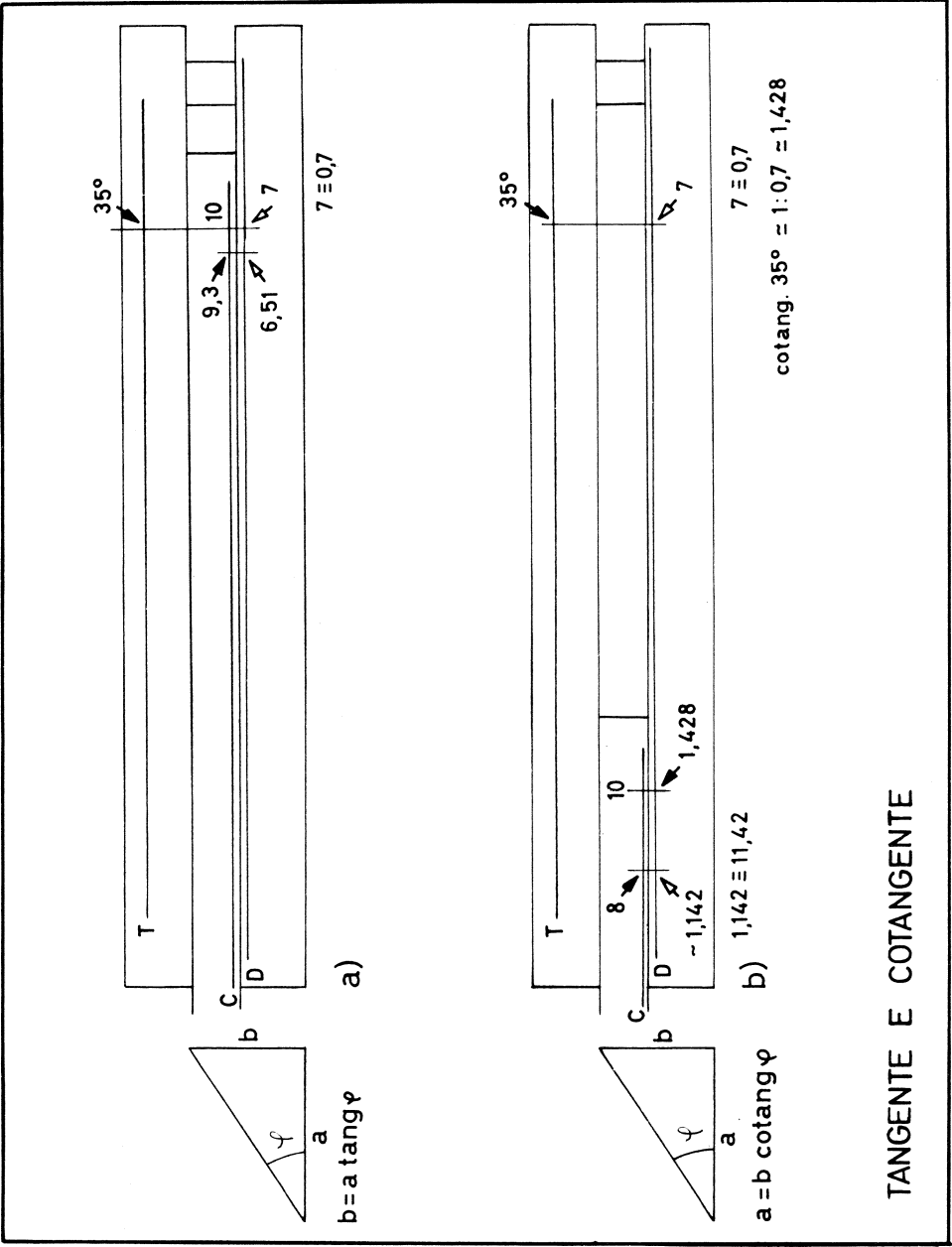


Fig. 8

SEZIONE 36a: diametro e sezione dei fili, con le scale D, A e con gli appositi indici ausiliari del corsoio.

Il calcolo della sezione trasversale dei fili tondi, conoscendone il diametro, oppure del diametro, conoscendone la sezione, si fa seguendo il procedimento descritto nella *Sezione 3a*, poiché la sezione trasversale di un filo tondo ha forma circolare.

Questo tipo di calcolo sarà illustrato con esempi nella *Sezione 42a* e nella *Sezione 43a*.

* * *

ANNOTAZIONI

SEZIONE 37a: uso delle marche VP, VPP, VM, VE', VE" e VE"', rispettivamente delle scale D e C.

1) *La marca VP, corrispondente al valore $\sqrt{2} \approx 1,4142$ della scala D, segna il fattore fisso che moltiplicato per il valore efficace di un'onda sinusoidale consente di determinare il valore massimo.*

Il calcolo consiste in una moltiplicazione da eseguirsi con le scale D e C (Sezione 31a).

Esempio

La tensione alternata del secondario di un trasformatore ha il valore efficace di 6,36 volt: si determini il valore massimo.

Moltiplicando il fattore fisso VP per 6,36 si ottiene il prodotto 9 (circa).

Il valore massimo è di 9 volt (valore approssimato).

2) *La marca VPP, corrispondente al valore $\sqrt{8} \approx 2,8284 = 2 VP$ della scala D, segna il fattore fisso che moltiplicato per il valore efficace di un'onda sinusoidale consente di determinare il valore da picco a picco.*

Esempio

La tensione alternata fornita da un trasformatore ha il valore efficace di 90 volt: si determini il valore da picco a picco.

Moltiplicando il fattore fisso VPP per 90 si ottiene il prodotto 254,5 (circa).

Il valore da picco a picco è di 254,5 volt (valore approssimato).

3) *La marca VM, corrispondente in modo approssimato al valore 9 della scala D, segna il fattore fisso che, moltiplicato per il valore efficace di un'onda sinusoidale e dividendo mentalmente il prodotto per 10, consente di determinare il valore medio.*

Esempio

La tensione alternata fornita da un trasformatore ha il valore efficace di 4,5 *volt*: si determini il valore medio.

Moltiplicando il fattore fisso VM per 4,5 e dividendo il prodotto per 10 si ottiene 4,05 (circa).

Il valore medio è di 4,05 *volt* (valore approssimato).

4) La marca VE', corrispondente in modo approssimato al valore 1,1107 della scala C, segna il fattore fisso che moltiplicato per il valore medio di un'onda sinusoidale consente di determinare il valore efficace.

Come nei tre casi precedenti il calcolo consiste in una moltiplicazione da eseguirsi con le scale D e C: il primo fattore è costituito dal valore di tensione dato, e va letto sulla scala D; il secondo fattore è costituito da VE', che si trova sulla scala C.

Esempio

Una corrente alternata ha il valore medio di 40,5 ampere: si determini il valore efficace.

Moltiplicando 40,5 per il fattore fisso VE' si ottiene 45 (circa).

Il valore efficace è di 45 *ampere* (valore approssimato).

5) La marca VE", corrispondente in modo approssimato al valore 3,535 della scala C, segna il fattore fisso che, moltiplicato per il valore da picco a picco di un'onda sinusoidale e dividendo il prodotto per 10, consente di determinare il valore efficace.

Esempio

Una tensione alternata ha il valore da picco a picco di 36 *volt*: si determini il valore efficace.

Moltiplicando 36 per il fattore fisso VE" e dividendo per 10 il prodotto si ottiene 12,72 (circa).

Il valore efficace è di 12,72 *volt* (valore approssimato).

6) La marca VE^m , corrispondente in modo approssimato al valore 7,071 della scala C, segna il fattore fisso che, moltiplicato per il valore massimo di una onda sinusoidale e dividendolo il prodotto per 10, consente di ottenere il valore efficace.

Esempio

Una corrente alternata ha il valore massimo di 3 *ampere*: si determini il valore efficace.

Moltiplicando 3 per il fattore fisso VE^m e dividendolo per 10 il prodotto si ottiene 2,12 (circa).

Il valore efficace è di 2,12 *ampere* (valore approssimato).

* * *

ANNOTAZIONI

SEZIONE 38a: uso delle marche DNM e MTR, rispettivamente delle scale A e B.

1) La marca DNM, corrispondente al valore 13,59 della scala A, segna il fattore fisso che, moltiplicato per una misura di potenza espressa in *chilowatt* (letta sulla scala B: kW) consente di determinare l'equivalente numero dei *cavalli-vapore elettrici continentali* (letti sulla scala A: ch_e).

Il calcolo della moltiplicazione va fatto con la seguente regola.

Regola: (a) si porta il 100 - finale della scala B sotto la marca DNM; (b) si cerca il punto che nel secondo modulo della scala B (cioè nel campo dei valori che vanno da 10 a 100) rappresenta il numero dei *chilowatt* e si porta su di esso l'indice principale del corsoio; (c) si leggono le cifre dei *cavalli-vapore elettrici continentali* segnate dall'indice sulla scala A, quindi si determina la posizione della virgola con il metodo del calcolo arrotondato, assegnando al fattore DNM il valore arrotondato per difetto uguale a 1. (Il valore reale di DNM è 1,359 e non 13,59).

Sul calcolo arrotondato si veda quanto è scritto nella Sezione 31a.

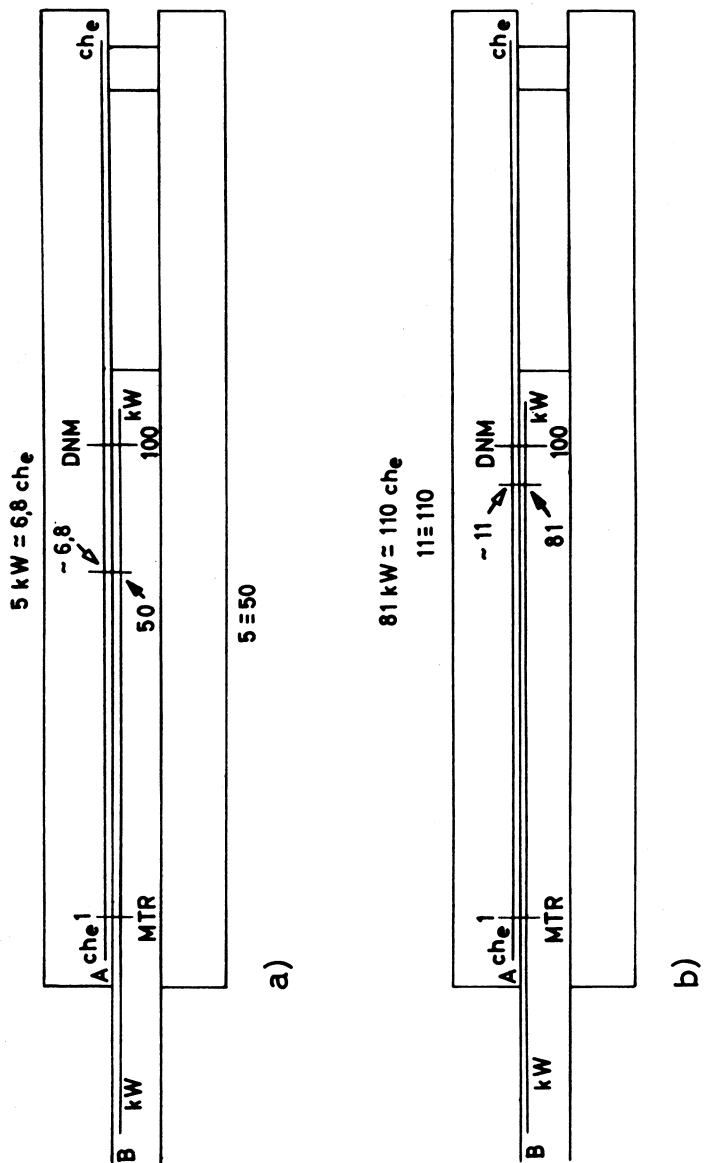
Esempi

Nella fig. 9-a e nella fig. 9-b sono presentati due esempi di calcoli per la conversione dei *chilowatt* in *cavalli-vapore elettrici continentali*.

2) La marca MTR, corrispondente al valore 7,36 della scala B, segna il fattore fisso che, moltiplicato per una misura di potenza espressa in *cavalli-vapore elettrici continentali* (letti sulla scala A: ch_e) consente di determinare l'equivalente numero dei *chilowatt* (letti sulla scala B: kW).

Il calcolo della moltiplicazione va fatto con la seguente regola.

Regola: (a) si porta la marca MTR sotto l'1 - iniziale della scala A; (b) si cerca il punto che nel primo modulo della scala A (cioè nel campo dei valori che va da 1 a 10) rappresenta il numero dei *cavalli-vapore elettrici continentali* e si porta su di esso l'indice principale del corsoio; (c) si leggono le cifre dei *chilowatt* segnate dall'indice sulla scala B, quindi si determina la posizione della virgola con il metodo del calcolo arrotondato, assegnando al fattore MTR il valore arrotondato per eccesso uguale a 1. (Il valore reale di MTR è 0,736 e non 7,36).



CONVERSIONE DEI kW IN che

Fig. 9

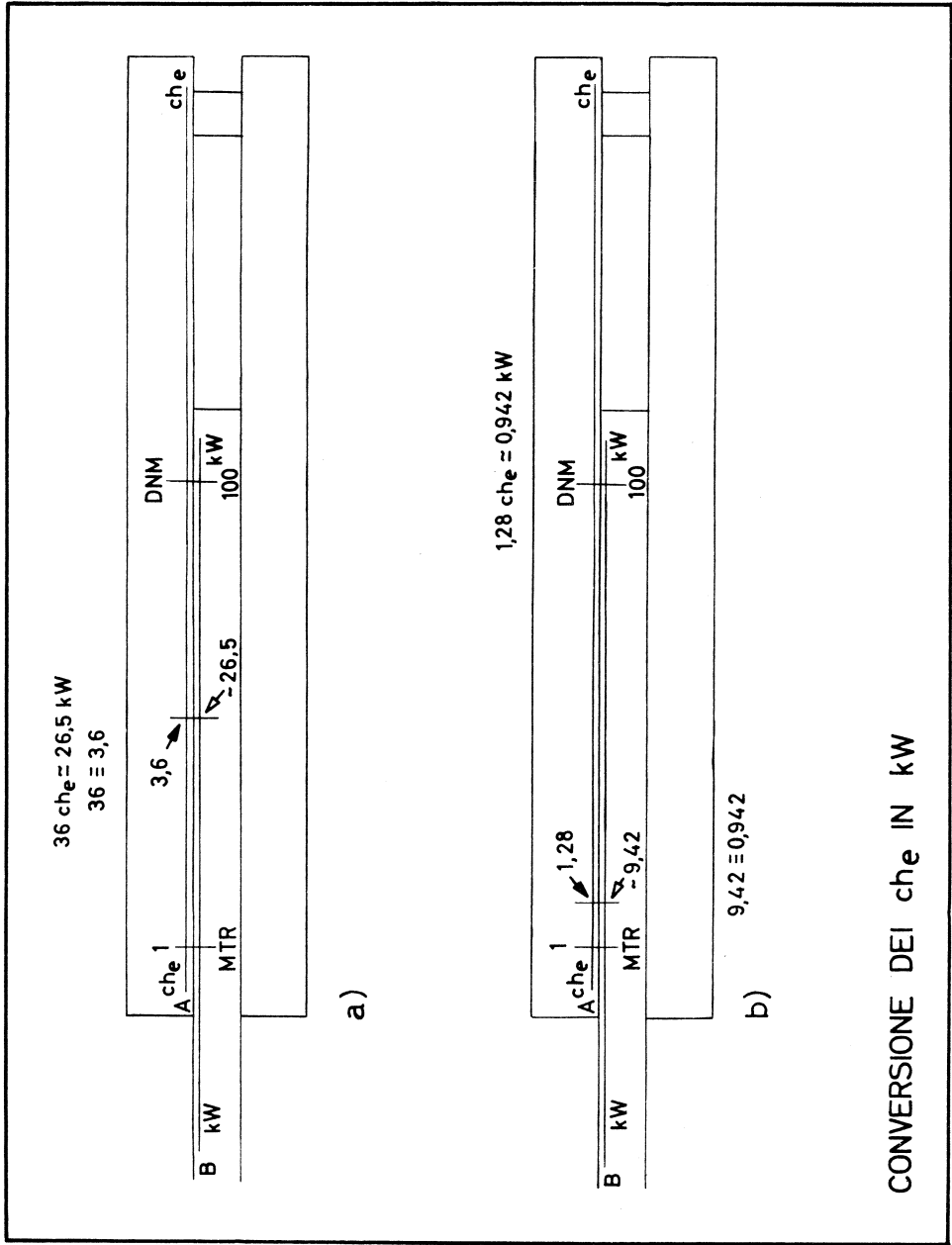


Fig. 10

Esempi

Nella *fig. 10-a* e nella *fig. 10-b* sono presentati due esempi di calcoli per la conversione dei *cavalli-vapore elettrici continentali* in *chilowatt*.

* * *

SEZIONE 39a: uso dell'indice ausiliario, destro, superiore, del corsoio, con la scala A.

Con l'indice ausiliario, destro, superiore, del corsoio si possono calcolare le equivalenze tra *chilowatt* (kW) e *cavallo-vapore elettrico continentale* (ch_e).

Trattandosi di potenze espresse in *chilowatt*, per determinare il corrispondente valore in *cavallo-vapore elettrico continentale* si procede nel seguente modo.

Regola: (a) si porta l'indice principale del corsoio sul punto che nella scala A rappresenta il numero dei chilowatt; (b) si legge quale numero dei cavalli-vapore quello segnato dall'indice ausiliario, destro, superiore, sulla scala A medesima.

Esempio

Nella *fig. 11-a* viene presentato il calcolo della seguente equivalenza:
 $37 \text{ kW} \approx 50 \text{ } ch_e$.

Trattandosi invece di potenze espresse in *cavallo-vapore elettrico continentale*, per determinare il corrispondente valore in *chilowatt* si procede nel seguente modo.

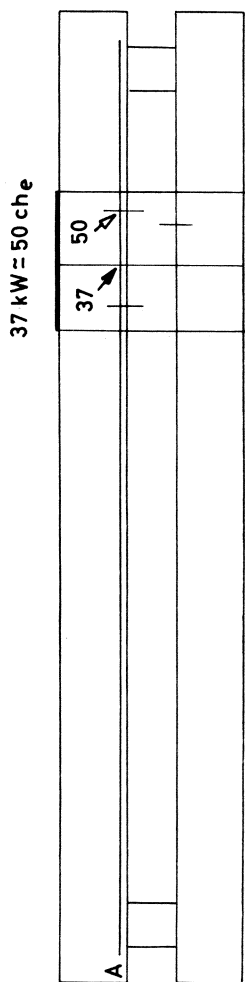
Regola: (a) si porta l'indice ausiliario, destro, superiore, del corsoio sul punto che nella scala A rappresenta il numero dei cavalli-vapore; (b) si legge quale numero dei chilowatt quello segnato dall'indice principale sulla scala A medesima.

Esempio

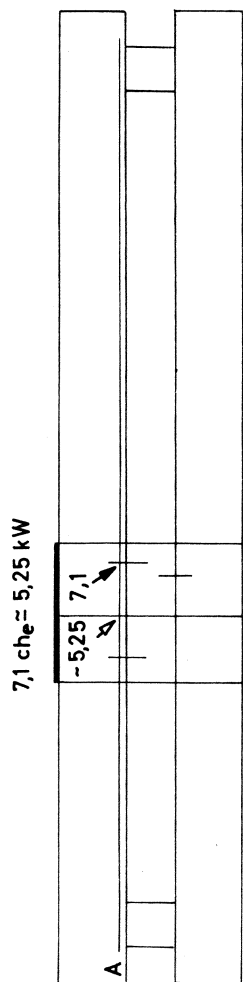
Nella *fig. 11-b* viene presentato il calcolo della seguente equivalenza:
 $7,1 \text{ } ch_e \approx 5,25 \text{ kW}$.

OSSERVAZIONE

I calcoli descritti in questa sezione possono sostituire quelli della



a)



b)

EQUIVALENZE FRA kW E che

Fig. 11

Sezione 38a, ogniqualvolta si debba calcolare un'equivalenza singola; quando invece si dovessero calcolare numerose equivalenze, converrebbe senza dubbio il procedimento descritto nella *Sezione 38a*.

* * *

ANNOTAZIONI

SEZIONE 40a: uso delle marche AL e CU delle scale A e B.

Le due marche, AL e CU, rappresentano i valori di *conduttività*, rispettivamente dell'alluminio e del rame.

La conduttività dell'*alluminio crudo per condutture elettriche* è di 35,014 *megasiemens al metro* (circa); quella del *rame industriale per condutture elettriche* è di 58 *megasiemens al metro* (circa).

La conoscenza della conduttività permette di calcolare la conduttanza di un dato conduttore di alluminio o di rame, mediante la formula:

$$G = \frac{\gamma S}{l},$$

dove G è la conduttanza, γ è la conduttività (AL o CU), S è la sezione trasversale del conduttore, e l è la lunghezza dello stesso conduttore.

Se esprimiamo la sezione in *millimetri quadrati* e la lunghezza in *metri*, usando le marche AL = 35,014 e CU = 58 la conduttanza che si determina con la formula risulta espressa in *siemens*.

Il calcolo consiste in una divisione (*sezione S: lunghezza l*) ed in una moltiplicazione (*quoto precedente $\times$ conduttività γ*).

I dati delle operazioni si possono leggere sul secondo o sul primo modulo delle scale A e B; i risultati si potranno leggere invece sul secondo o sul primo modulo della scala A; la posizione della virgola sarà determinata con il metodo del *calcolo arrotondato* (Sezione 31a).

Nei calcoli mentali arrotondati si potrà sostituire 50 al posto di 35,014 (AL) e 50 al posto di 58 (CU).

Esempi

1) La conduttanza di un filo di alluminio con sezione $S = 3,1416$ *millimetri quadrati* e lunghezza $l = 50$ *metri* è $G_{AL} \approx 2,2$ *siemens*.

Il calcolo è illustrato nella *fig. 12-a*.

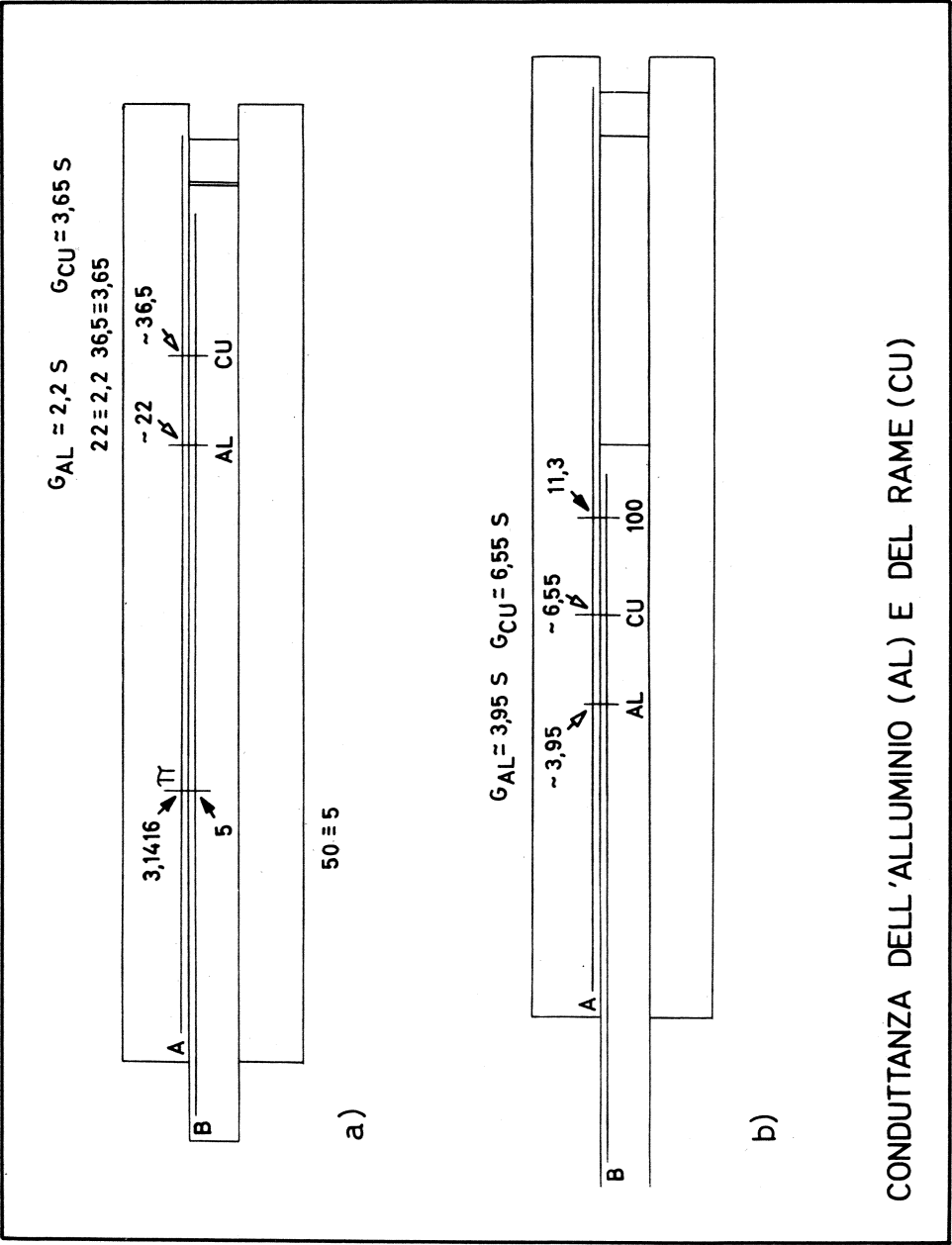


Fig. 12

Per determinare la posizione della virgola conviene arrotondare il valore 3,14 a 5 e 50 a 100. Il quoziente 0,05, che si ottiene dividendo mentalmente 5 per 100, va moltiplicato per 50, e si otterrà il prodotto 2,5, che indica l'ordine di grandezza della conduttanza.

2) La conduttanza di un filo di rame con sezione e lunghezza uguali a sezione e lunghezza del precedente filo di alluminio è $G_{CU} \approx 3,65$ siemens.

Il calcolo è illustrato nella *fig. 12-a* medesima.

3) La conduttanza di un filo d'alluminio con sezione $S \approx 11,3$ millimetri quadrati e lunghezza $l \approx 100$ metri è $G_{AL} \approx 3,95$ siemens (*fig. 12-b*).

4) La conduttanza di un filo di rame con sezione e lunghezza uguali a sezione e lunghezza del precedente filo di alluminio è $G_{CU} \approx 6,55$ siemens (*fig. 12-b*).

OSSERVAZIONE

Il procedimento di calcolo consigliato in questa sezione non prevede l'uso delle marche AL e CU incise sulla scala A.

Per utilizzare queste marche bisogna dividere la *conduttività* per la *lunghezza l* e moltiplicare il *quoziente* per la *sezione*. Si tratta di un procedimento simile al precedente, che in genere si può adottare, ma è preferibile quello da noi indicato ogniqualvolta, conoscendo il diametro del filo, si è calcolata in precedenza la sezione con il metodo degli indici ausiliari (*Sezione 3a*).

* * *

ANNOTAZIONI

SEZIONE 41a: uso delle marche π delle scale A, B, C, D, ed uso della marca 2π della scala D.

Le marche π e 2π servono nei calcoli derivati da funzioni circolari, quali, ad esempio, quelli delle formule di geometria N° 2 - 3 - 9 - 13 - 15 - 18 - 19 - 20 - 21 e delle formule di elettrotecnica N° 68 - 69 - 70 - 71 - 87 - 89 raccolte nel *formulario* che si trova in fondo al presente libretto.

Esempi

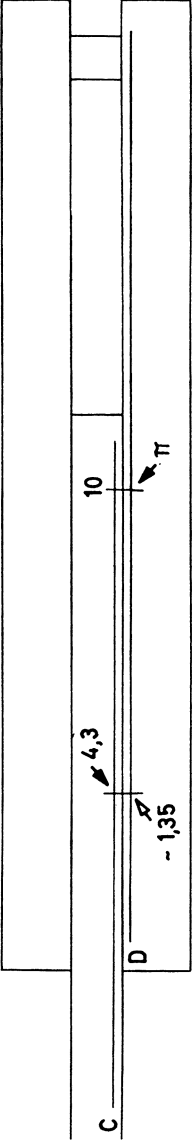
1) Si calcoli la circonferenza c di un cerchio con diametro $d = 4,3$ centimetri.

Usando la *formula 2*, $c = \pi d$, e impostando il calcolo come nella *figura 13-a* si ottiene il risultato $c \approx 13,5$ centimetri.

2) Si calcoli la pulsazione ω di un'onda con frequenza $f = 12.000$ hertz.

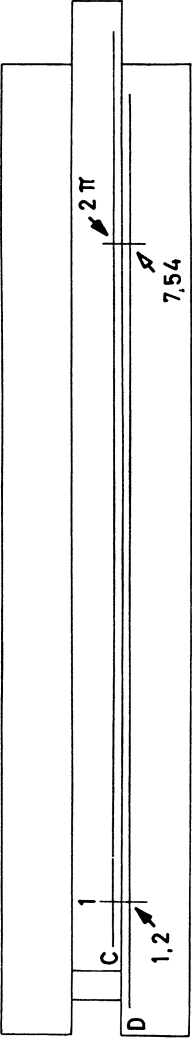
Usando la *formula 68*, $\omega = 2\pi f$, ed impostando il calcolo come nella *figura 13-b* si ottiene il risultato $\omega \approx 75.400$ radianti al secondo.

* * *



$1,35 \approx 13,5$
 $C \approx 13,5 \text{ cm}$

a)



$7,54 \approx 75400$
 $\omega \approx 75400 \text{ rd/sec}$

$12000 \approx 1,2$

b)

CIRCONFERENZA - PULSAZIONE

Fig. 13

SEZIONE 42a: lunghezza, sezione o diametro, e peso dei fili di rame, con le scale A, B, D e P.

La scala P è uno degli elementi che distinguono il regolo *Elektron* dagli altri consimili e gli conferiscono precise caratteristiche professionali.

Questa scala è del tipo logaritmico a due moduli, come la scala A; però, a differenza della scala A, i suoi valori sono definiti nel campo che va da 9 a 900, con un prolungamento a sinistra da 9 a 8 ed un prolungamento a destra da 900 a 1.000.

Lo spostamento dell'inizio-scala al valore 9 è stato fissato arrotondando per eccesso la densità (peso specifico) del *rame ricotto - campione internazionale - alla temperatura di 20°C*, il cui valore è di 8,89 *chilogrammi al decimetro cubo*.

Con la scala P si può calcolare agevolmente la *lunghezza* di un filo di rame, del quale si conoscano il *peso* e la *sezione* o il *diametro*; oppure si può calcolare il *peso* di un filo di rame, del quale si conoscano la *lunghezza* e la *sezione* o il *diametro*.

Con l'arrotondamento della densità del rame da 8,89 kg/dm^3 a 9 kg/dm^3 e con lo spostamento dell'inizio della scala P al valore 9 si è ottenuto di rendere accettabili i calcoli per ogni tipo di filo di rame, nudo e smaltato, sia pure con larga tolleranza.

La sezione dei fili normalmente viene espressa in *millimetri quadrati* e la lunghezza in *metri*; sotto tali condizioni il peso che si determinerà usando il regolo risulterà espresso in *grammi*.

Volendo cambiare le unità di misura, converrà consultare l'apposita tabellina PER L'USO DELLA SCALA P, incisa sul retro del regolo (ad esempio, con la sezione in mm^2 e la lunghezza in *km*, il peso risulterà in *kg*; con la sezione in cm^2 e la lunghezza in *m*, il peso risulterà in *hg*; ecc.).

La scala P può rivelarsi molto utile in negozio, per stabilire la lunghezza del filo di un rocchetto conoscendone il peso netto, o viceversa, il peso del filo, quando un cliente ne precisa la lunghezza.

1. - CALCOLO DEL PESO DEL FILO DI RAME, CONOSCENDONE LA LUNGHEZZA E LA SEZIONE O IL DIAMETRO

Regola: (a) *conoscendo il diametro del filo, si calcola la sezione con il metodo degli indici ausiliari, descritto nella Sezione 36a e nella Sezione 3a;* (b) *si porta l'1 - iniziale od il 100 - finale della scala B sotto il punto che nella scala A rappresenta il valore della sezione del filo;* (c) *si porta l'indice principale del corsoio sul punto che nella scala B rappresenta la lunghezza del filo e si legge il peso segnato dallo stesso indice sulla scala P.*

Per determinare la posizione della virgola in genere conviene adottare il metodo del calcolo arrotondato (Sezione 31a), moltiplicando mentalmente il valore arrotondato della sezione per il valore arrotondato della lunghezza ed il prodotto per 10.

Esempi

1) Si determini il peso p di un filo di rame con diametro $d = 4$ millimetri e lunghezza $l = 2$ metri.

Il peso è $p = 226$ grammi circa (fig. 14-a).

2) Si determini il peso p di un filo di rame con diametro $d = 0,4$ millimetri e lunghezza $l = 300$ metri.

Il peso è $p = 340$ grammi circa (fig. 14-b).

3) Si determini il peso p di un filo di rame con diametro $d = 1,2$ millimetri e lunghezza $l = 80$ metri.

Il peso è $p = 815$ grammi circa (fig. 14-c).

OSSERVAZIONE

Il peso che si calcola con il regolo è abbondante, specialmente per i fili smaltati aventi diametro minore di 1 millimetro.

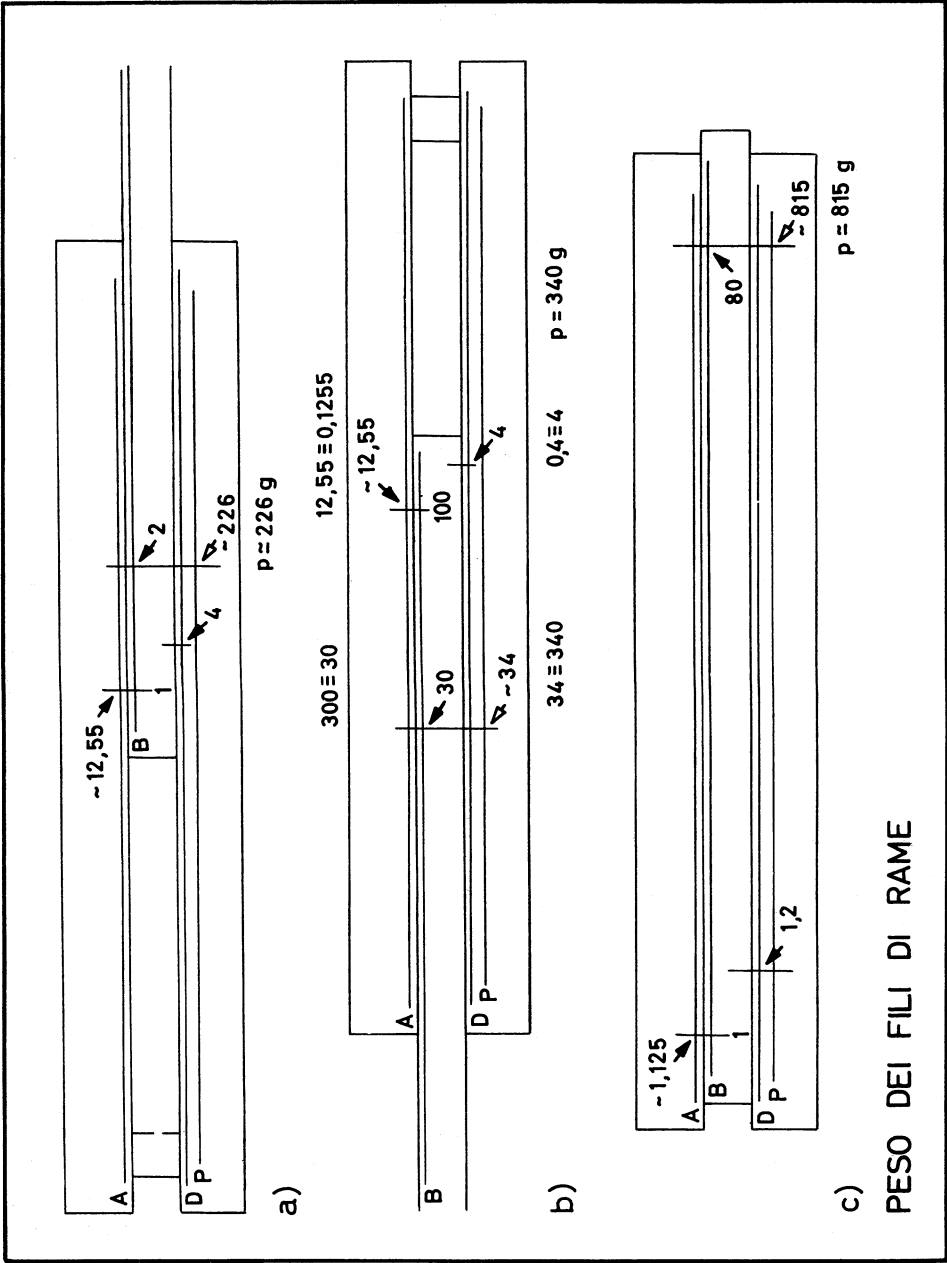


Fig. 14

2. - CALCOLO DELLA LUNGHEZZA DEL FILO DI RAME, CONOSCENDONE IL PESO E LA SEZIONE O IL DIAMETRO

Regola: (a) conoscendo il diametro del filo, si calcola la sezione con il metodo degli indici ausiliari, descritti nella Sezione 36a e nella Sezione 3a; (b) si porta l'1 - iniziale o il 100 - finale della scala B sotto il punto che nella scala A rappresenta il valore della sezione del filo; (c) si porta l'indice principale del corsoio sul punto che nella scala P rappresenta il peso e si legge la lunghezza del filo, segnata dallo stesso indice sulla scala B.

Per determinare la posizione della virgola in genere conviene adottare il metodo del calcolo arrotondato (Sezione 31a), dividendo mentalmente il valore arrotondato del peso per il valore arrotondato della sezione, e dividendo ulteriormente il quoziente per 10.

Esempi

1) Si determini la lunghezza l di un filo di rame con diametro $d = 1,5$ millimetri e peso $p = 200$ grammi.

La lunghezza è $l = 12,6$ metri circa (fig. 15-a).

2) Si determini la lunghezza l di un filo di rame con diametro $d = 0,65$ millimetri e peso $p = 100$ grammi.

La lunghezza è $l = 3,35$ metri circa (fig. 15-b).

3) Si determini la lunghezza l di un filo di rame con diametro $d = 0,5$ millimetri e peso $p = 1,5$ chilogrammi.

La lunghezza è $l = 0,085$ chilometri circa (fig. 15-c).

L'unità di misura dei chilometri è stata desunta dalla tabellina PER L'USO DELLA SCALA P; dove però al posto dei mm, che esprimono la misura del diametro, si trovano i mm^2 che esprimono la corrispondente misura della sezione; la virgola è stata definita con il metodo del calcolo arrotondato.

OSSERVAZIONE

La lunghezza che si calcola con il regolo è scarsa, cioè inferiore al

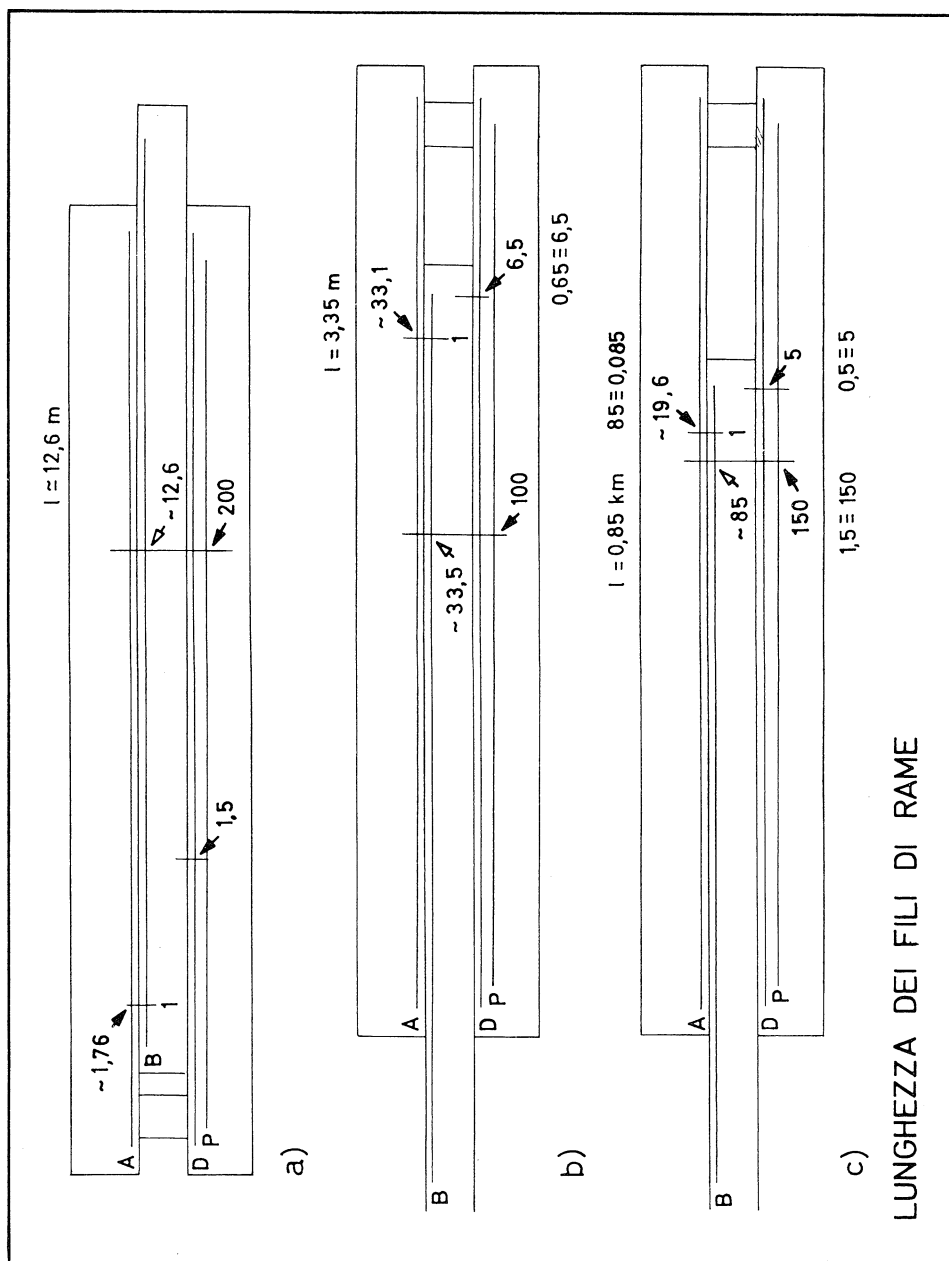


Fig. 15

reale, specialmente per i fili smaltati aventi diametro minore di 1 *millimetro*.

* * *

SEZIONE 43a: lunghezza, sezione o diametro, e resistenza dei fili di rame, con le scale A, B, D e R.

La scala R è uno degli elementi che distinguono il regolo *Elektron* dagli altri consimili e gli conferiscono precise caratteristiche professionali.

Questa scala è del tipo logaritmico, a due moduli, come la scala A; però è inversa rispetto alla scala A, ed inoltre i suoi valori sono definiti nel campo che va da 1.760 a 17,6, con un prolungamento a sinistra da 1.760 a 2.000 ed un prolungamento a destra da 17,6 a 16.

Essa serve per calcolare la *resistenza elettrica* dei fili di rame, conoscendone la *sezione* o il *diametro* e la *lunghezza*.

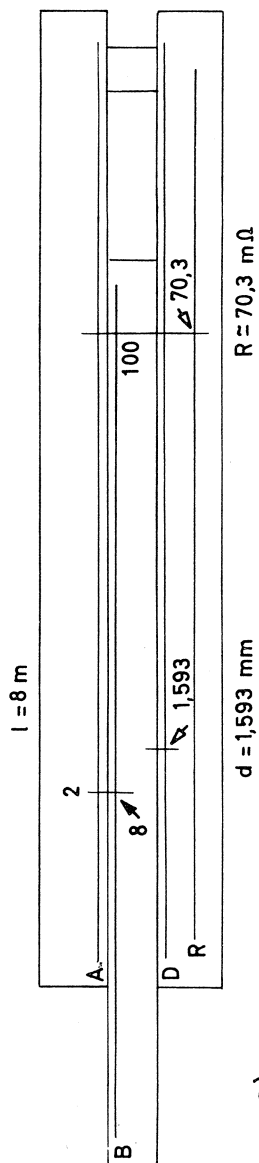
La sezione dei fili normalmente viene espressa in *millimetri quadrati* e la lunghezza in *metri*; sotto tali condizioni la resistenza che si determina usando il regolo risulterà espressa in *milliohm*. Volendo cambiare le unità di misura, converrà consultare l'apposita tabellina PER L'USO DELLA SCALA R, incisa sul retro del regolo (ad esempio, con sezione in mm^2 e lunghezza in *km*, la resistenza risulterà in Ω ; con sezione in dm^2 e lunghezza in *cm*, la resistenza risulterà in $m\mu\Omega$; ecc.).

La scala R può servire per calcolare le perdite nel rame dei trasformatori e delle linee elettriche.

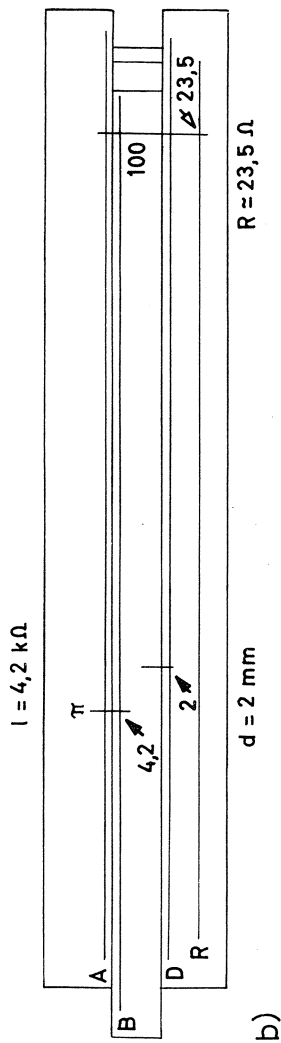
Lo spostamento della scala R rispetto alla scala A è stato definito assumendo quale resistività del rame il valore di 0,0176 *microohm per metro*.

CALCOLO DELLA RESISTENZA DEL FILO DI RAME, CONOSCENDONE LA LUNGHEZZA E LA SEZIONE O IL DIAMETRO

Regola: (a) *conoscendo il diametro del filo, si calcola la sezione con il metodo degli indici ausiliari, descritto nella Sezione 36a e nella Sezione 3a;* (b) *si porta il punto che nella scala B rappresenta la lunghezza del filo sotto il punto che nella scala A rappresenta la sezione;* (c) *si porta l'indice principale del corsoio sull'1-iniziale oppure sul 100-finale della scala B, quindi si legge la resistenza segnata dallo stesso indice sulla scala R.*



a)



b)

RESISTENZA DEI FILI DI RAME

Fig. 16

Per determinare la posizione della virgola in genere conviene adottare il metodo del calcolo arrotondato (Sezione 31a), moltiplicando mentalmente per 10 il valore arrotondato della lunghezza, e dividendo il prodotto per la metà del valore arrotondato della sezione.

Esempi

1) Si determini la resistenza di un filo di rame con diametro $d = 1,593$ millimetri e lunghezza $l = 8$ metri.

La resistenza è $R \approx 70,3$ milliohm (fig. 16-a).

2) Si determini la resistenza di un filo di rame con diametro $d = 2$ millimetri e lunghezza $l = 4,2$ km.

La resistenza è $R \approx 23,5$ ohm (fig. 16-b).

Per determinare l'unità di misura del risultato (ohm) si ricorre alla tabellina PER L'USO DELLA SCALA R; per determinare la posizione della virgola si segue il metodo del calcolo arrotondato.

* * *

ANNOTAZIONI

SEZIONE 44a: resistenze in parallelo e capacità in serie, con le scale D, C, CI, Π .

La scala Π è uno degli elementi che distinguono il regolo *Elektron* dagli altri consimili e gli conferiscono precise caratteristiche professionali.

Questa non è una semplice scala logaritmica; infatti le sue suddivisioni sono state calcolate con la seguente formula:

$$D = 250 \times \log \frac{\Pi + 1}{\Pi},$$

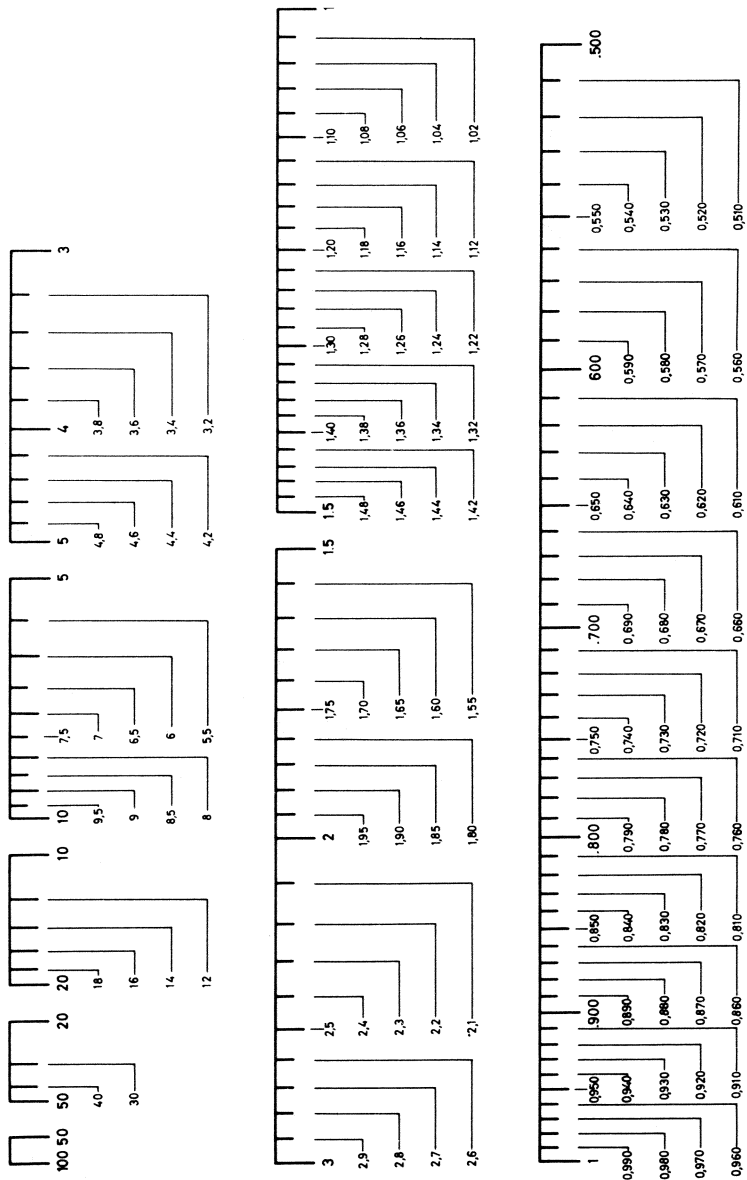
dove D è, in *millimetri*, la distanza della lineetta di suddivisione dall'origine, e Π è il rispettivo valore.

Trattandosi di un nuovo sistema di suddivisione, diverso da quelli delle altre scale del regolo *Elektron* e del regolo *Rietz*, nella *fig. 17* viene presentata la numerazione completa dei valori corrispondenti alle lineette; ad essa converrà riferirsi per fare un po' di esercizio di lettura.

Con la scala Π si possono calcolare i resistori da collegare *in parallelo* ad un dato resistore per ottenere resistenze equivalenti prefissate ed i condensatori da collegare *in serie* ad un dato condensatore per ottenere capacità equivalenti prefissate; inoltre si possono calcolare la resistenza equivalente di due resistori in parallelo e la capacità equivalente di due condensatori in serie.

1. - CALCOLO DEL RESISTORE DA COLLEGARE IN PARALLELO AD UN DATO RESISTORE E DEL CONDENSATORE DA COLLEGARE IN SERIE AD UN DATO CONDENSATORE

Regola: (a) si porta il 10 - finale della scala C sul punto che nella scala D rappresenta il valore del resistore dato; (b) si porta l'indice principale del corsoio sul punto che nella scala CI rappresenta la resistenza equivalente, che si vuole ottenere con il collegamento in parallelo dei resistori, e si legge il valore segnato dallo stesso indice sulla scala Π ; (c) si moltiplica il valore del resistore dato per il valore letto sulla scala Π , ed il prodotto indicherà il valore del resistore cercato.



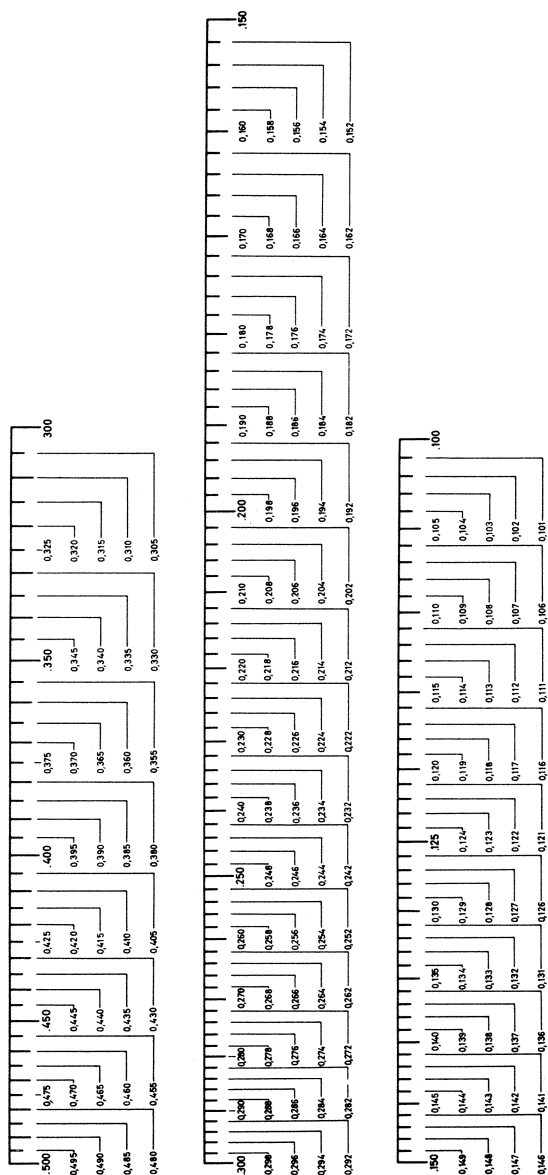


Fig. 17-b

NUMERAZIONE COMPLETA DELLA SCALA TT DA .500 A .100

La stessa regola è valida anche quando invece di resistori in parallelo si tratti di condensatori in serie. Tutti i valori di resistenza o capacità vanno espressi rispettivamente nella medesima unità di misura, ed inoltre debbono essere dello stesso ordine di grandezza. In pratica non si verifica che il valore di resistenza equivalente, o di capacità equivalente, debba essere inferiore ad un decimo del valore del resistore o del condensatore dato.

Esempi

1) Si determini il valore del resistore R_2 che in parallelo al resistore $R_1 = 6,8 \text{ chiloohm}$ consenta di ottenere la resistenza equivalente $R_e = 2,78 \text{ chiloohm}$.

Il resistore cercato deve avere il valore di $4,7 \text{ chiloohm}$ (fig. 18-a).

2) Si determini il valore del condensatore C_2 che in serie al condensatore $C_1 = 500 \text{ nanofarad}$ consenta di ottenere la capacità equivalente $C_e = 300 \text{ nanofarad}$.

Il condensatore cercato dovrebbe avere il valore di 750 nanofarad (figura 18-b).

2. - CALCOLO DELLA RESISTENZA EQUIVALENTE DI DUE RESISTORI IN PARALLELO E DELLA CAPACITA' EQUIVALENTE DI DUE CONDENSATORI IN SERIE

Regola: (a) si cercano nella scala D i due punti che rappresentano i valori dei due resistori e si porta il 10-finale della scala C sul punto di destra; (b) si legge il valore segnato dal punto di sinistra sulla scala C; (c) se il punto di destra corrisponde al resistore maggiore, si porta l'indice principale del corsoio sulla scala II, tra 1 e 0,100, nel punto il cui valore ha le stesse cifre del valore letto precedentemente sulla scala C; se invece il punto di destra corrisponde al resistore minore, si porta l'indice principale sulla scala II, tra 10 e 1, nel punto in cui si leggono le stesse cifre lette precedentemente sulla scala C; (d) se l'indice principale del corsoio passa sulla scala CI, su quella stessa scala si leggerà senza altre manovre preliminari la resistenza equivalente segnata dall'indice; nel

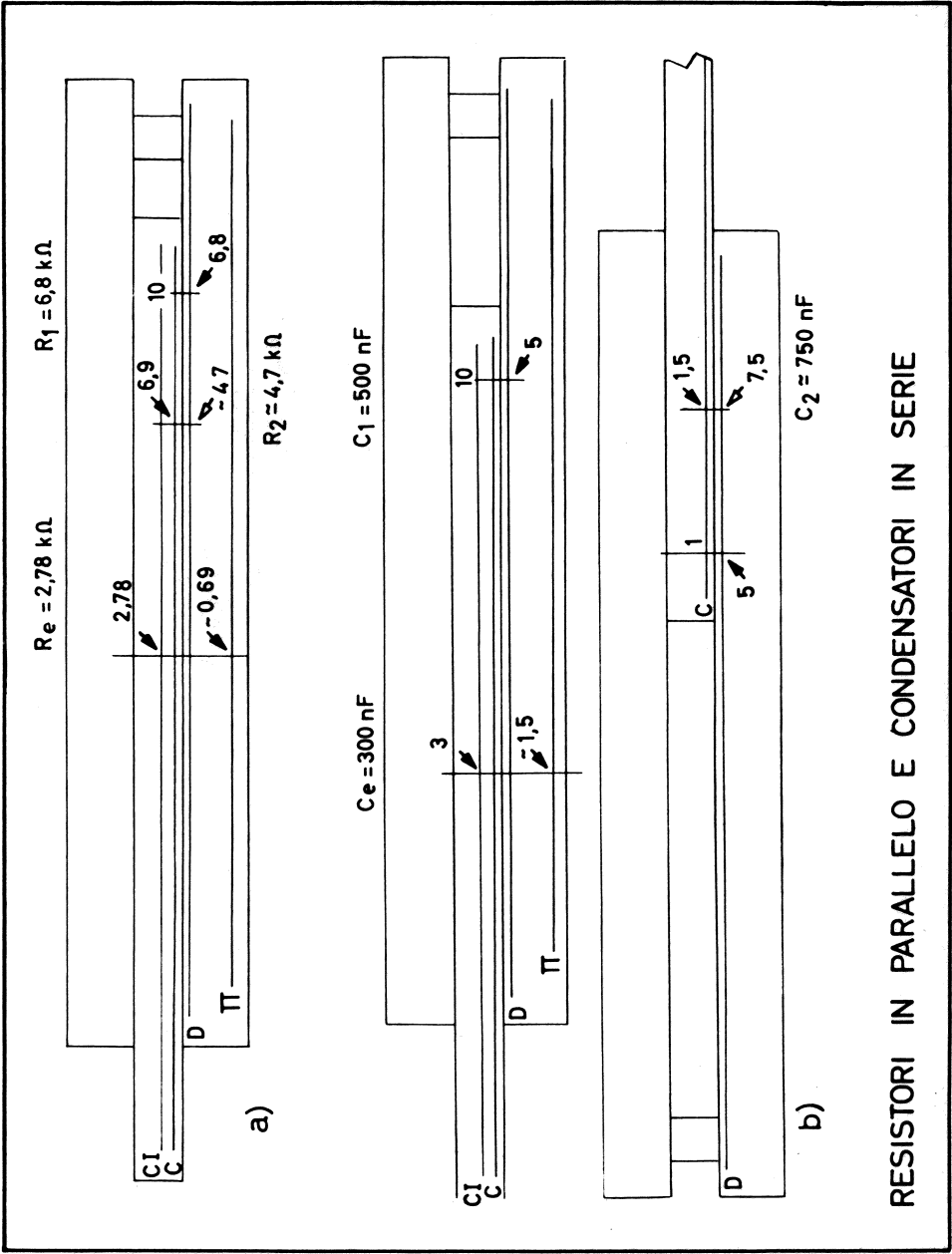


Fig. 18

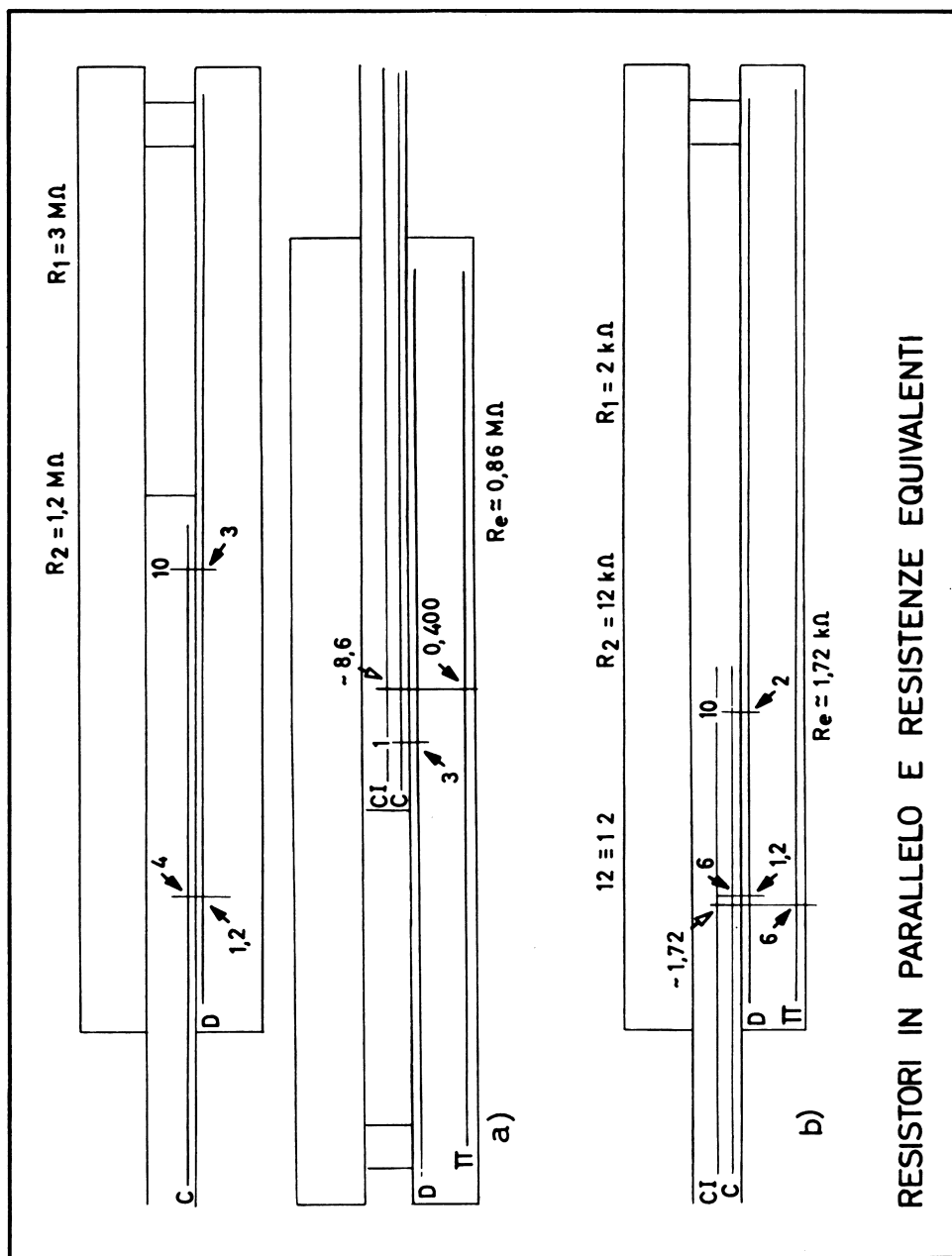


Fig. 20

caso contrario prima della lettura bisognerà spostare lo scorrevole in modo che l'1 - iniziale della scala C venga ad occupare la posizione del 10 - finale; per determinare la posizione della virgola nel risultato basterà tener presente che la resistenza equivalente è sempre compresa fra la resistenza del resistore minore e la sua metà.

La stessa regola è valida anche quando invece di resistori in parallelo si tratti di condensatori in serie.

Tutti i valori di resistenza o capacità vanno espressi rispettivamente nella medesima unità di misura, ed inoltre debbono essere dello stesso ordine di grandezza.

In pratica il valore di un resistore o di un condensatore non sarà mai inferiore alla decima parte dell'altro.

Esempi

1) Si calcoli la capacità equivalente C_e dei condensatori collegati in serie $C_1 = 5 \text{ microfarad}$ e $C_2 = 4 \text{ microfarad}$.

La capacità equivalente è di $2,22 \text{ microfarad}$ (fig. 19-a).

2) Si calcoli la capacità equivalente C_e dei condensatori collegati in serie $C_1 = 0,5 \text{ nanofarad}$ e $C_2 = 4 \text{ nanofarad}$.

La capacità equivalente è di $0,444 \text{ nanofarad}$ (fig. 19-b).

3) Si calcoli la resistenza equivalente R_e dei resistori in parallelo $R_1 = 3 \text{ megaohm}$ e $R_2 \approx 1,2 \text{ megaohm}$.

La resistenza equivalente è di $0,86 \text{ megaohm}$ (fig. 20-a).

4) Si calcoli la resistenza equivalente R_e dei due resistori in parallelo $R_1 = 2 \text{ chiloohm}$ e $R_2 = 12 \text{ chiloohm}$.

La resistenza equivalente è di $1,72 \text{ chiloohm}$ (fig. 20-b).

SEZIONE 45a: frequenza, capacità e induttanza dei circuiti risonanti, con le scale A, B e F.

La scala F è uno degli elementi che distinguono il regolo *Elektron* dagli altri consimili e gli conferiscono precise caratteristiche professionali.

Questa scala è del tipo logaritmico inverso, come la CI, ma la sua numerazione va da 159 a 15,9, con un prolungamento a sinistra da 159 a 160.

Essa serve per calcolare la frequenza di risonanza propria dei circuiti elettrici, conoscendone la capacità e l'induttanza, oppure la capacità, conoscendo la frequenza e l'induttanza, oppure l'induttanza conoscendo la frequenza e la capacità.

La frequenza può essere espressa in *megahertz*, la capacità in *picofarad* e l'induttanza in *microhenry*, ma si possono anche cambiare queste unità di misura ricorrendo alla tabellina PER L'USO DELLA SCALA F (ad esempio, con la capacità in nF, e l'induttanza in mH si avrà la frequenza in kHz; con la capacità in μF e la frequenza in Hz, si avrà l'induttanza in H; con la frequenza in kHz e l'induttanza in μH , si avrà la capacità in μF ; ecc.).

1. - CALCOLO DELLA FREQUENZA PROPRIA DI UN CIRCUITO RISONANTE, CONOSCENDONE LA CAPACITA' E L'INDUTTANZA

Regola: (a) si cerca il punto che nel primo modulo della scala A, cioè tra 1 e 10, rappresenta il valore della capacità e si porta sotto di esso l'1 - iniziale della scala B; (b) si cerca sulla scala B, tra 1 e 100, il punto che rappresenta il valore dell'induttanza e si porta su di esso l'indice principale del corsoio; (c) se l'indice principale passa sulla scala F, si trova il valore della frequenza leggendo quello segnato su quella scala dallo stesso indice; in caso contrario bisognerà spostare lo scorrevole in modo che il 100 - finale della scala B venga a trovarsi nella posizione prima occupata dall'1 - iniziale, quindi si porta l'indice sul punto che nella scala B rappresenta l'induttanza e si fa la lettura della frequenza sulla scala F.

Per determinare la posizione della virgola nel risultato conviene adottare il metodo del *calcolo arrotondato* (Sezione 31a): si arrotondano per difetto i valori della capacità e dell'induttanza, si fa il prodotto dei valori arrotondati e si

estrae mentalmente la radice quadrata del prodotto, approssimandola per difetto; infine si divide il numero 100 per la radice ottenuta ed il quoziente indicherà l'ordine di grandezza della frequenza.

Esempi

1) Si calcoli la frequenza di risonanza f_0 di un circuito con capacità $C = 40$ *picofarad* e induttanza $L = 90$ *microhenry*.

La frequenza che si ottiene è di 2,65 *megahertz* (fig. 21-a).

La posizione della virgola si determina con il calcolo arrotondato: $40 \times 90 = 3.600$; la radice di 3.600 è 60; arrotondando 60 a 50 e dividendo 100 per 50 si ottiene 2; quest'ultimo valore indica l'ordine di grandezza della frequenza.

2) Si calcoli la frequenza di risonanza f_0 di un circuito con capacità $C = 4$ *picofarad* e induttanza $L = 90$ *microhenry*.

La frequenza che si ottiene è di 8,4 *megahertz* (fig. 21-b).

3) Si calcoli la frequenza di risonanza f_0 di un circuito con capacità $C = 500$ *nanofarad* e induttanza $L = 8$ *millihenry*.

La frequenza che si ottiene è di 2,52 *chilohertz* (fig. 21-c).

OSSERVAZIONE

Se i valori della capacità e dell'induttanza hanno la stessa quantità di cifre intere o se la differenza delle due quantità è pari, l'induttanza va letta nel primo modulo della scala B, cioè tra 1 e 10; se invece tra le due quantità di cifre c'è una differenza dispari, l'induttanza va letta nel secondo modulo della scala B, cioè tra 10 e 100.

Analogamente, se i valori della capacità e dell'induttanza sono decimali ed hanno la stessa quantità di zeri subito dopo la virgola, o se la differenza delle due quantità è pari, l'induttanza va letta nel primo modulo della scala B, cioè tra 1 e 10; se invece tra le due quantità di zeri c'è una differenza dispari, l'induttanza va letta nel secondo modulo della scala B, cioè tra 10 e 100.

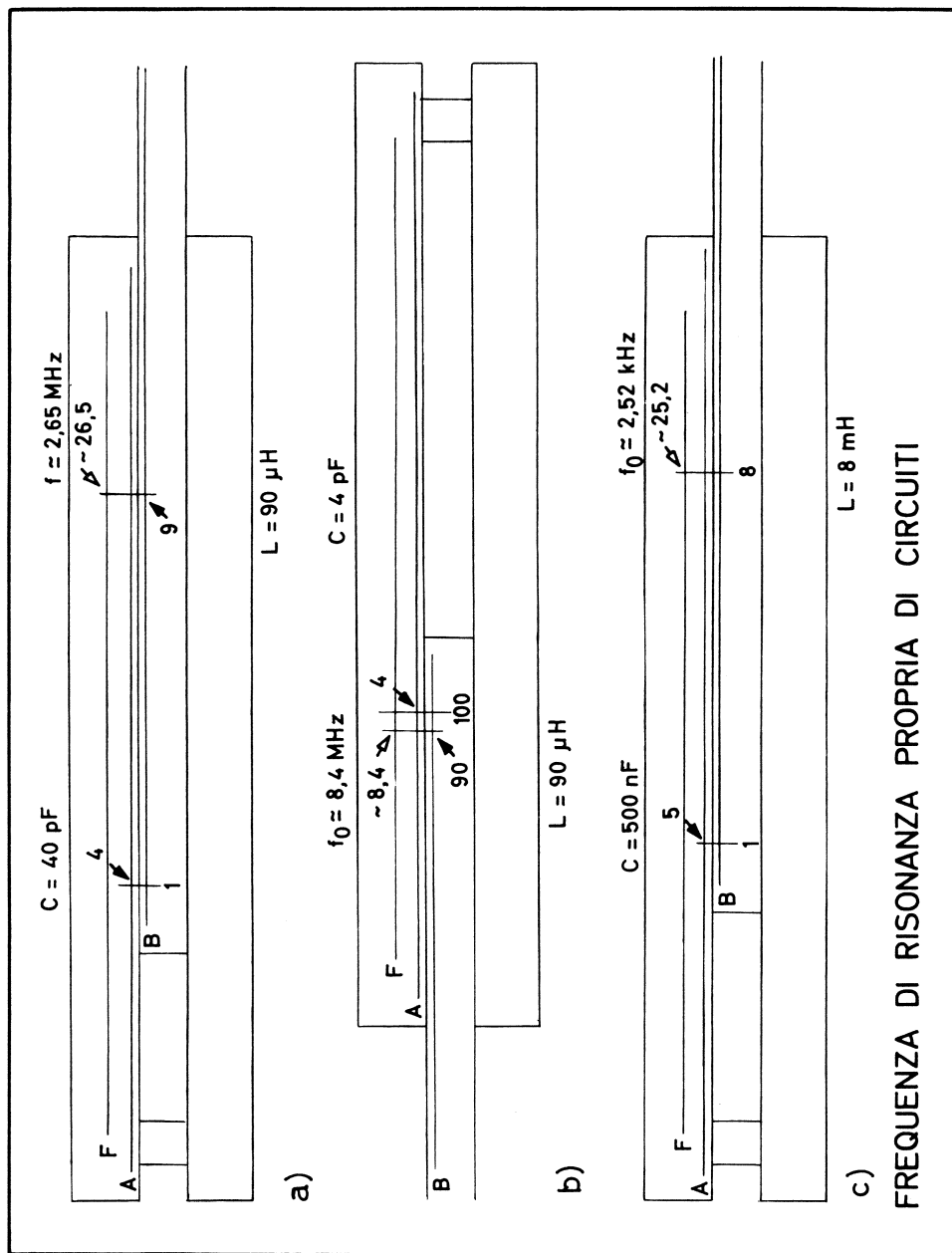


Fig. 21

Esempi

Con la coppia $C = 100 \text{ picofarad}$ e $L = 200 \text{ microhenry}$, l'induttanza L andrà letta nel primo modulo, cioè sarà rappresentata dal valore 2 della scala B.

Con la coppia $C = 100 \text{ picofarad}$ e $L = 20 \text{ microhenry}$, l'induttanza L andrà letta nel secondo modulo, cioè sarà rappresentata dal valore 20 della scala B.

Con la coppia $C = 0,0002 \text{ microfarad}$ e $L = 0,03 \text{ henry}$, l'induttanza L andrà letta nel primo modulo della scala B.

Con la coppia $C = 0,002 \text{ microfarad}$ e $L = 0,03 \text{ henry}$, l'induttanza L andrà letta nel secondo modulo della scala B.

Il precedente criterio per la lettura dell'induttanza nella scala B è sempre valido, anche se un valore è costituito da un numero intero e l'altro è costituito da un numero decimale.

Esempi

Con la coppia $C = 0,000005 \text{ microfarad}$ e $L = 785 \text{ microhenry}$, l'induttanza L andrà letta nel primo modulo; infatti la differenza tra la quantità degli zeri di 0,000005 (dopo la virgola) e la quantità delle cifre intere di 785 è pari.

Con la coppia $C = 0,0005 \text{ microfarad}$ e $L = 78,5 \text{ microhenry}$, l'induttanza L andrà letta nel secondo modulo; infatti la differenza tra la quantità degli zeri di 0,0005 (dopo la virgola) e la quantità delle cifre intere di 78,5 è dispari.

2. - CALCOLO DELLA CAPACITA' O DELL'INDUTTANZA DI UN CIRCUITO CHE DEBBA AVERE UNA DATA FREQUENZA DI RISONANZA

Regola: (a) si porta l'indice principale del corsoio nel punto che sulla scala F rappresenta il valore della frequenza; (b) si legge nel primo modulo della scala A il valore dell'induttanza e si porta l'1 - iniziale oppure il 100 - finale della sca-

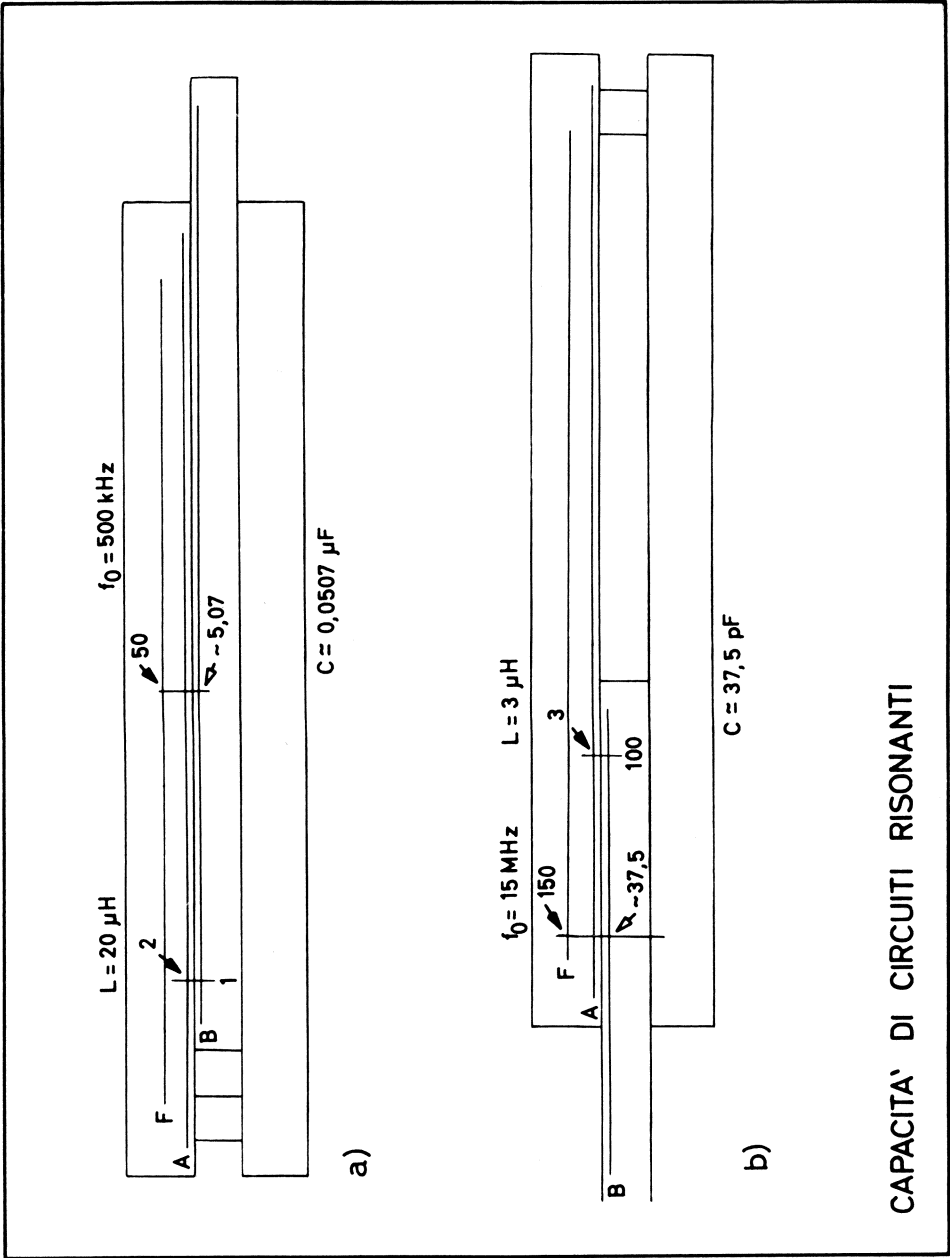
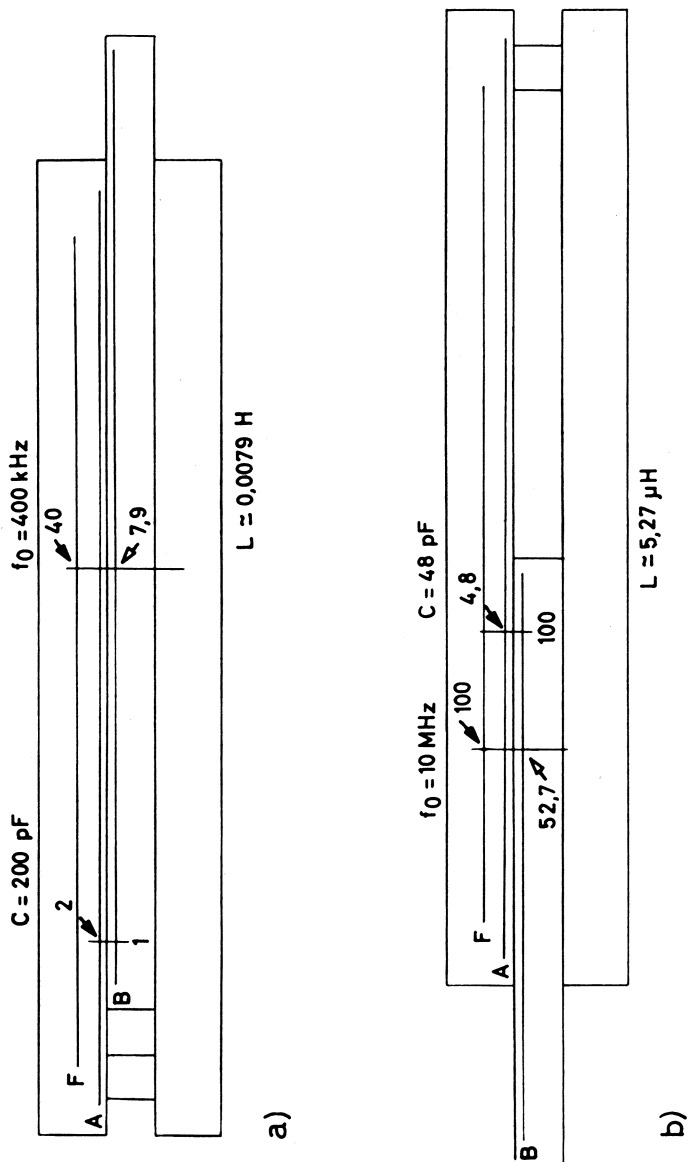


Fig. 22

CAPACITA' DI CIRCUITI RISONANTI



INDUTTANZA DI CIRCUITI RISONANTI

Fig. 23

la B sotto il punto che rappresenta tale valore; (c) si legge il valore della capacità segnato dall'indice principale sulla scala B.

Questa stessa regola vale anche per il calcolo dell'induttanza, conoscendo la frequenza e la capacità; però bisognerà leggere la capacità nel primo modulo della scala A e l'induttanza nella scala B.

Per determinare la posizione della virgola nel risultato conviene adottare il metodo del *calcolo arrotondato* (Sezione 31a): si arrotonda per difetto la frequenza e si fa il quadrato del valore arrotondato; si moltiplica il quadrato per il valore arrotondato dell'induttanza (o della capacità) e si divide 20.000 per il prodotto ottenuto; il quoziente indica l'ordine di grandezza della capacità (o dell'induttanza).

Esempi

1) Si calcoli la capacità C di un circuito risonante, conoscendo la frequenza $f_0 = 500$ *chilohertz* e l'induttanza $L = 20$ *microhenry*.

La capacità è di 0,0507 *microfarad* (fig. 22-a).

2) Si calcoli la capacità C di un circuito risonante, conoscendo la frequenza $f_0 = 15$ *megahertz* e l'induttanza $L = 3$ *microhenry*.

La capacità è di 37,5 *picofarad* (fig. 22-b).

3) Si calcoli l'induttanza L di un circuito risonante, conoscendo la frequenza $f_0 = 400$ *chilohertz* e la capacità $C = 200$ *picofarad*.

L'induttanza è di 0,0079 *henry* (fig. 23-a).

4) Si calcoli l'induttanza L di un circuito risonante, conoscendo la frequenza $f_0 = 10$ *megahertz* e la capacità $C = 48$ *picofarad*.

L'induttanza è di 5,27 *microhenry* (fig. 23-b).

ANNOTAZIONI

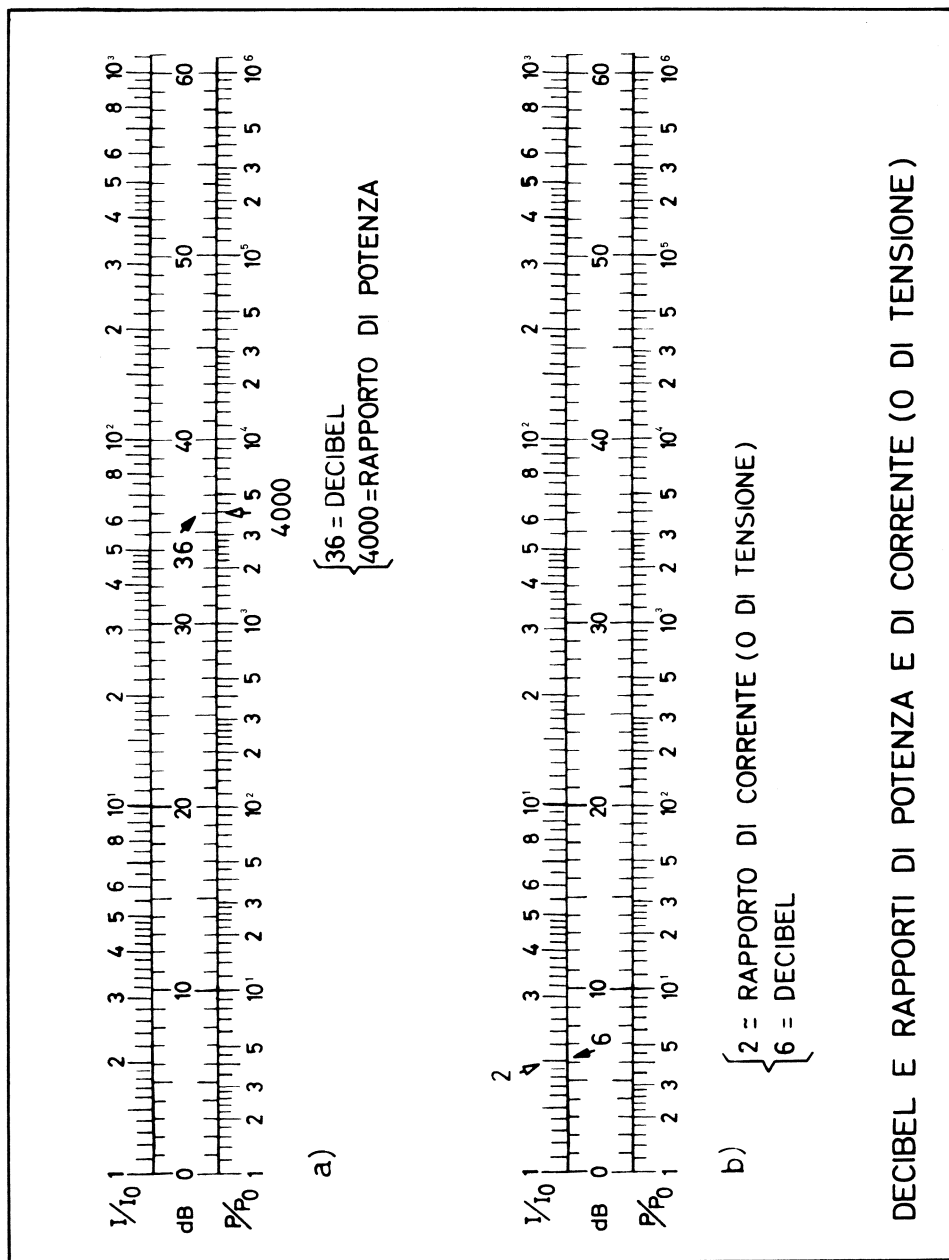


Fig. 24



a)

$$\left\{ \begin{array}{l} 30 = \text{DECIBEL} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (10^3) = 1000 = \text{RAPPORTO DI POTENZA} \end{array} \right.$$


b)

$$\left\{ \begin{array}{l} (10^4) = 10000 = \text{RAPPORTO DI TENSIONE (O DI CORRENTE)} \\ 80 = \text{DECIBEL} \end{array} \right.$$

RAPPORTI DI POTENZA E DI TENSIONE (O DI CORRENTE) E DECIBEL

Fig. 25

SEZIONE 46a: decibel, rapporti di potenza, rapporti di corrente, rapporti di tensione, con le scale dB, P/P_0 , I/I_0 e V/V_0 .

Le scale incise sul rovescio del regolo *Elektron* servono per la conversione dei *decibel* (dB) in rapporti di potenza (P/P_0), in rapporti di corrente (I/I_0) o di tensione (V/V_0), e viceversa.

La numerazione dei *decibel* va da zero a 120; quella dei *rapporti di potenza* corrispondenti va da 1 a 10^{12} (cioè 1.000.000.000.000) e quella dei *rapporti di corrente o di tensione* va da 1 a 10^6 (cioè 1.000.000).

Nella *fig. 24* e nella *fig. 25* sono presentati alcuni esempi d'impiego delle tre scale.

ANNOTAZIONI

