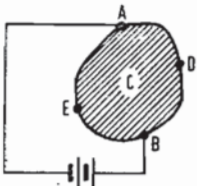


di idrogeno e da un atomo di ossigeno (fenomeno della ELETROLISI).

**VOLTAMPEROMETRO.** Strumento multiplo di misura, dotato di shunt e di resistenze addizionali che permette di eseguire misure di corrente e di tensione; v. STRUMENTO UNIVERSALE DI MISURA.

**VOLTELETRONE:** v. VOLT ELETRONE.

**VOLTERRA, PRINCIPIO DI** — È pure noto sotto la denominazione di *principio di reciprocità*. Si consideri un corpo conduttore *C* (v. figura), la cui conduttività può anche variare da punto a punto. Si considerino, sulla superficie di *C*, quattro punti qualsiasi *A, B, D, E*. Fra due qualsiasi di essi, per esempio *A* e *B*, si applichi una f.e.m. tale da determinare il passaggio per il circuito, di una corrente di intensità *I*. Fra i punti *D* ed *E*, esisterà allora una certa d.d.p. coincidente in valore, con quella che si avrebbe fra i punti *A* e *B*, se una f.e.m. tale da determinare una corrente di intensità *I*, venisse applicata fra i punti *D* ed *E*. In questa proposizione consiste il *principio di Volterra*.



Definizione del principio di Volterra.

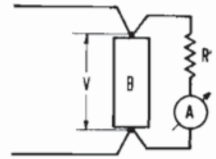
In questa proposizione consiste il *principio di Volterra*.

**VOLTMETRO (VOLTÒMETRO).** Chiamasi *voltmetro* l'apparecchio elettrico di misura (con scala tarata in volt) atto a misurare una tensione elettrica o una d.d.p. elettrico. Nel caso in cui la scala dello strumento, anziché in volt, sia tarata in *chilovolt*, in *millivolt*, ecc. lo strumento prende il nome di *chilovoltmetro*, *millivoltmetro*, ecc. In riferimento al principio fisico di funzionamento (v. STRUMENTI ELETTRICI DI MISURA E INDICAZIONE) si hanno voltmetri che assorbono corrente e voltmetri che non assorbono corrente. I primi possono essere così suddivisi:

- |                                     |   |                               |
|-------------------------------------|---|-------------------------------|
| sfruttanti effetti elettromagnetici | } | strumenti tipo Weston         |
|                                     |   | strumenti a ferro dolce       |
|                                     |   | strumenti elettrodinamici     |
|                                     |   | strumenti a induzione a disco |
| sfruttanti effetti elettrotermici   | } | strumenti a filo caldo        |
|                                     |   | strumenti a termocoppia.      |

I voltmetri che non assorbono corrente sono, invece, i voltmetri che sfruttano effetti elettrostatici e, in sostanza, sono elettrometri indicatori.

a) **VOLTMETRI CHE ASSORBONO CORRENTE.** I voltmetri di questa categoria sono detti *voltmetri reometrici* o *amperometrici* e sono costruttivamente degli amperometri a elevata resistenza interna, giacché si richiede che la loro derivazione sulla rete non modifichi sensibilmente l'andamento delle correnti nella stessa. Si esamini la figura nella quale *B* rappresenta un carico resistivo, inserito in un circuito percorso da una corrente stazionaria di intensità *I*. Detta *V* la d.d.p. esistente tra i morsetti dell'utilizzatore *B*, si inserisca tra essi uno strumento misuratore (voltmetro), con l'intendimento di misurare tale d.d.p. Allo scopo si utilizzi un amperometro *A*, con resistenza interna  $R_1$ , al quale sia disposto in serie un resistore di elevata resistenza *R*. Il tutto si inserisca tra i morsetti dell'utilizzatore. La corrente  $I_A$ , che scorre nel ramo portante l'amperometro, è data da:



Utilizzazione di un voltmetro amperometrico.

$$I_A = \frac{V}{R_1 + R}$$

cioè tanto più piccola, quanto maggiore è *R*. Con ciò si sarà raggiunto lo scopo di non alterare sensibilmente il valore della corrente *I*. Comunque, per un dato valore di *R*, risultando  $R_1 + R = \text{cost}$ , è anche:

$$I_A = k V$$

Ciò vuol dire che d.d.p. *V* e corrente  $I_A$  sono tra loro proporzionali, per cui dalla misura di questa si può risalire alla conoscenza di quella. Infatti, fissato il valore di *R*, e quindi di *k*, è senz'altro possibile tarare la scala dell'amperometro in unità di tensione elettrica (volt), ottenendo così un *voltmetro amperometrico*.

La portata di un simile strumento può essere aumentata, aumentando il valore della resistenza *R*; v. a proposito la voce **RESISTORE ADDIZIONALE**. Per quanto riguarda la descrizione di questi strumenti, in realtà misuratori di corrente, rimandiamo alla voce **AMPEROMETRO**.

1) *Voltmetri tipo Weston.* Hanno usualmente resistenza interna di 100 ohm per volt, cioè, vanno in fondo scala con 0,01 A. Ma si trovano in commercio anche strumenti con 200, 500 e anche 1000 ohm per volt.

2) *Voltmetri a ferro dolce.* Come voltmetri, gli strumenti a ferro dolce hanno l'avvolgimento costituito da un elevato numero di spire di conduttore a sezione piccola, con una adeguata resistenza addizionale di manganina, disposta in serie.

3) *Voltmetri elettrodinamici*. Sono basati sulle azioni elettrodinamiche che si esercitano fra due circuiti percorsi da corrente, uno fisso, l'altro mobile, disposti in serie tra loro e con una resistenza addizionale di manganina. La coppia deviatrice risulta proporzionale al quadrato della corrente derivata dal circuito e quindi, supposta costante l'impedenza dello strumento, al quadrato della tensione da misurare. In realtà, a causa di diversi fattori perturbatori, la scala non è quadratica, ma tende a essere tale. La resistenza addizionale, di valore ben più elevato della resistenza compressiva dei due avvolgimenti in serie, ha lo scopo, inoltre, di rendere trascurabile la variazione di resistenza del circuito al variare della temperatura. Nei voltmetri di precisione la resistenza interna è ordinariamente di 25 o 30 ohm per volt.

4) *Voltmetri a induzione a disco*. Sono analoghi per principio di funzionamento agli amperometri corrispondenti e possono essere, pure essi, del tipo a elettromagnete unico o del tipo a due elettromagneti induttori. Questi voltmetri sono usualmente impiegati come registratori.

5) *Voltmetri a campo Ferraris*. In questi strumenti, le due correnti induttrici sono ricavate previo opportuno sfasamento da una corrente derivata dal circuito. La coppia deviatrice risulta allora proporzionale al quadrato della tensione.

6) *Voltmetri a filo caldo e a termocoppia*. Sono costruttivamente del tutto simili agli amperometri corrispondenti. Ricordiamo che nei voltmetri a filo caldo la resistenza interna è dell'ordine di  $10 \div 12$  ohm per volt. Per portate superiori a 3 V essi hanno in serie una opportuna resistenza addizionale. Nei voltmetri a termocoppia, la corrente riscaldatrice è naturalmente derivata dal circuito oggetto di misura. Negli strumenti Weston per RF, la resistenza interna di questi voltmetri varia da 150 a 500 ohm per volt, secondo la portata dello strumento.

Per altri particolari v. TENSIONE ELETTRICA, MISURA DELLA — —.

b) *VOLTMETRI CHE NON ASSORBONO CORRENTE*. I voltmetri di questa categoria sono detti *voltmetri elettrostatici* o semplicemente *elettrometri*. Per essi rinviamo alla voce ELETTRIMETRO.

**V. A CRISTALLO.** È un voltmetro a rettificatore a cristallo. In fig. 1 è schematizzato, in linea di massima, il voltmetro a cristallo tipo 1802-A della General Radio Co. di cui, in fig. 2, è illustrato l'aspetto esteriore. Il cristallo utilizzato è un cristallo di silicio che trova posto nella «testa» dello strumento «probe»), unitamente al resistore  $R$  e ai due

condensatori  $C_1$  e  $C_2$ . La testa è collegata al corpo dello strumento ove si trova un triodo amplificatore, mediante un cavetto. Lo strumento ha una capacità di entrata di solo 5 pF. || **V. A DIODO.** È un VOLTMETRO ELETTRONICO (v.) utilizzando un diodo. || **V. A RADDRIZZATORE O A RETTIFICATORE.** I *voltmetri a rettificatore* sono strumenti utilizzati per la misura di tensioni alternative molto deboli, per le quali non possono servire i comuni strumenti. Essi impiegano rettificatori di diverso tipo, che possono essere del tipo a ossido, a cristallo (v. VOLTMETRO A CRISTALLO) o, anche, tubi termoelettronici (v. VOLTMETRO ELETTRONICO). L'indicazione fornita dagli strumenti con rettificatore dipende dal valor medio della tensione e non dal suo valore efficace, con conseguenti errori di lettura, in

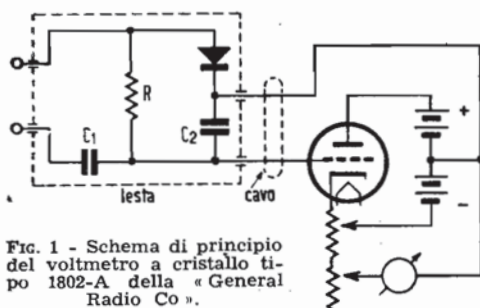


FIG. 1 - Schema di principio del voltmetro a cristallo tipo 1802-A della «General Radio Co.».

corrispondenza di tensioni complesse. || **V. A TRIODO.** È un VOLTMETRO ELETTRONICO (v.) utilizzando un triodo. I voltmetri a triodo sono solitamente impiegati per misure del valore di cresta e del valore efficace di deboli tensioni a RF. || **V. A TUBO TERMOELETTRONICO.** È un voltmetro a rettificatore utilizzando per la rettificazione un tubo termoelettronico: v. VOLTMETRO ELETTRONICO. || **V. AMPLIFICATORE.** Il *voltmetro amplificatore* è destinato alla misura di tensioni deboli, tanto continue, quanto a RF. Con tale nome si individua il complesso costituito dall'amplificatore a tubi termoelettronici, dal rettificatore e dallo strumento indicatore. Per tale motivo anche i voltmetri amplificatori si possono far rientrare nella categoria dei voltmetri elettronici. In sostanza, il voltmetro amplificatore è un voltmetro a rettificatore, dotato di un amplificatore destinato ad aumentarne la sensibilità. Il voltmetro a cristallo tipo 1802-A (General Radio Co.), cui è fatto cenno alla voce VOLTMETRO A CRISTALLO, è un voltmetro amplificatore poiché, a valle del rettificatore, trovasi un triodo amplificatore. Ricordiamo pure il voltmetro amplificatore di Abraham-Bloch, il cui uso fu assai diffuso in passato. Esso è costituito da un amplificatore a tre stadi accoppiati a resistenza e ca-

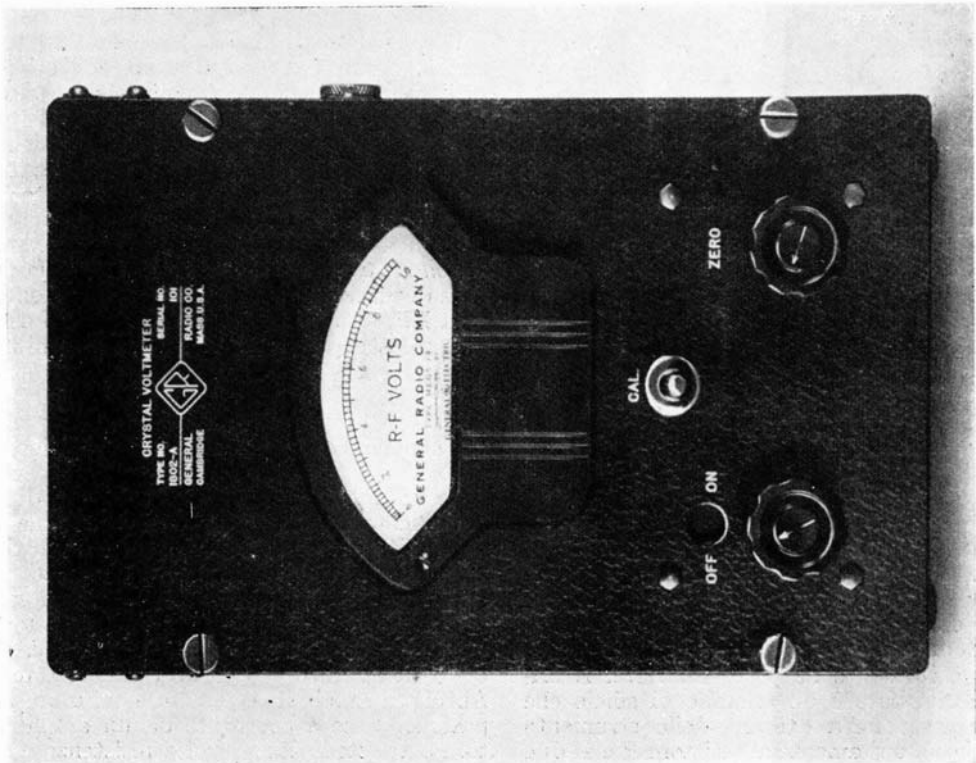
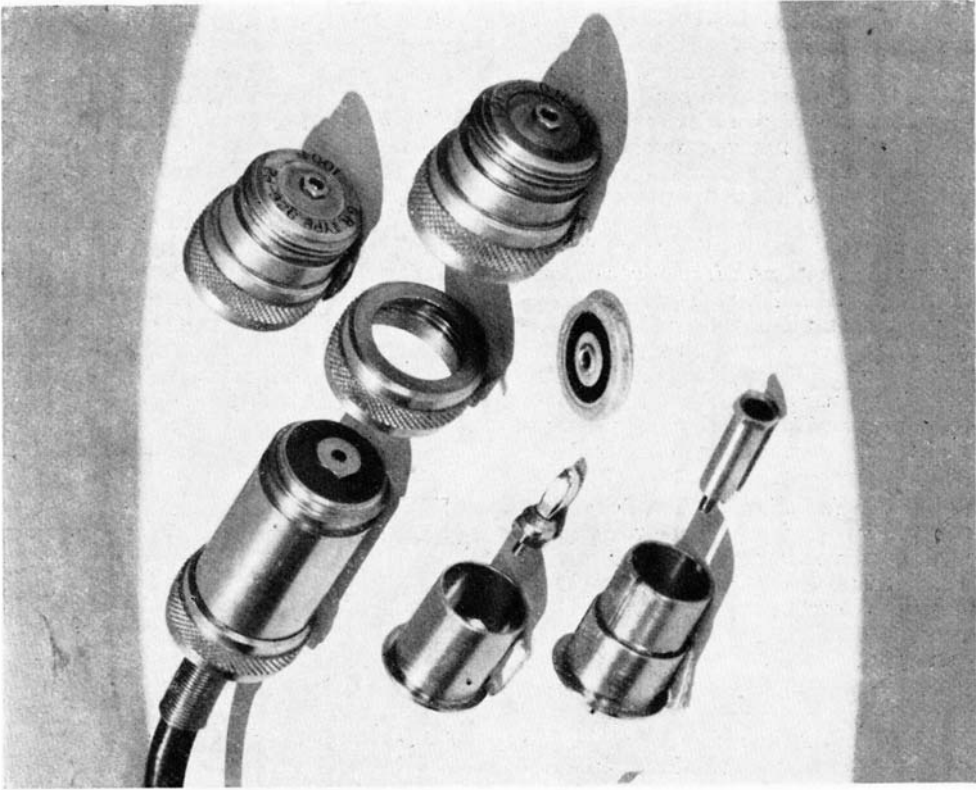


FIG. 2 - Voltmetro a cristallo tipo 1802-A con relativa testa « probe » (General Radio Co).

pacità, l'ultimo dei quali rettificatore. Lo strumento indicatore è inserito nel circuito anodico dell'ultimo tubo. Poichè, aumentando la frequenza, diminuisce il guadagno dell'amplificatore a causa delle capacità parassite di perdita, le cui reattanze cessano dall'essere trascurabili, è necessaria una curva di taratura, che consenta di correggere l'errore di lettura, in funzione della frequenza. Un dispositivo di compensazione mediante azzeramento, consente di mantenere a zero la posizione dell'indice dello strumento, nelle condizioni di riposo.

**V. ELETTRONICO.** Si chiama correntemente *voltmetro elettronico* un voltmetro comprendente uno o più tubi termoelettronici aventi

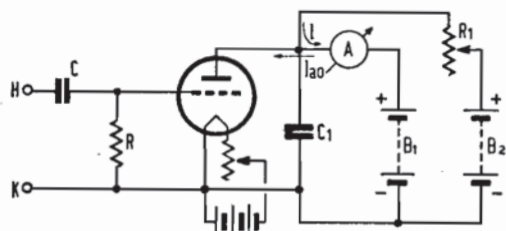


FIG. 1 - Voltmetro elettronico a triodo utilizzato come rivelatore a caratteristica di griglia.

il compito di rettificare e, eventualmente, anche di amplificare il segnale da misurare. Un voltmetro elettronico a triodo utilizzato come rivelatore a caratteristica di griglia, è schematizzato in fig. 1. Fra i terminali  $H$  e  $K$  deve essere applicata la tensione che si desidera misurare. In condizione di riposo, la polarizzazione di griglia è nulla e la corrente di riposo è  $I_{a0}$ . All'atto della misura, il diodo costituito dalla griglia e dal catodo determina la rivelazione, la griglia si polarizza negativamente e la corrente anodica media scende al valore:

$$I_{a1} < I_{a0}.$$

La diminuzione di corrente anodica:

$$\Delta I_a = I_{a0} - I_{a1},$$

relativa esclusivamente alla componente continua, in quanto le componenti alternate vengono fugate dal condensatore  $C_1$  di capacità relativamente alta, è funzione della tensione applicata. La capacità  $C$  è dell'ordine di  $0,1 \mu F$  e la resistenza  $R$  dell'ordine del  $[M\Omega]$ . Poichè la curva di rettificazione, per basse tensioni, è sensibilmente lineare, la deviazione dell'indice sarà proporzionale al valore efficace della tensione applicata. Inoltre, poichè il triodo, non funge solo da rivelatore, ma anche da amplificatore, il voltmetro schematizzato in fig. 1 è un *voltmetro amplificatore*. Per fare sì che lo zero dello strumento indicatore coincida con lo zero della misura,

si ricorre a diversi artifici, per esempio, a quello di fig. 1, in cui, mediante la batteria  $B_2$  e il reostato  $R_1$ , è possibile fare scorrere nello strumento, una corrente:

$$I = -I_{a0},$$

con conseguente annullamento della corrente anodica di riposo. Evidentemente, dovranno anche essere invertite le connessioni allo strumento indicatore, in modo che l'applicazione della tensione da misurare sposti l'indice dello strumento dalla posizione di zero in avanti, ossia, in senso orario. Naturalmente, prima di ogni misura, bisognerà procedere all'azzeramento dello strumento. In fig. 2, è schematizzato un circuito, utilizzando una sola sorgente, anzichè due. La batteria risulta collegata in diagonale su un circuito a quattro rami (v. PONTE, CIRCUITO A —), di cui lo strumento  $A$ , occupa l'altra diagonale. Regolando la resistenza variabile  $R_1$ , si ottiene l'azzeramento. Questo circuito è caratterizzato da stabilità assai maggiore, rispetto a quello schematizzato in fig. 1. Sfruttando il circuito unidina (v. UNIDINA, RADIORICEVITORE —) è possibile sfruttare la stessa batteria, anche per l'accensione. Talvolta, fra griglia e catodo, vi è un tasto di cortocircuito che, annullando la tensione di griglia, consente, in riferimento a una corrente anodica base, indicata sulla scala dello strumento con un segno rosso, di verificare l'efficienza della batteria di accensione, la quale è la più soggetta a un relativamente rapido esaurimento. Agendo allora sui comandi di regolazione, è possibile riportare lo strumento alle

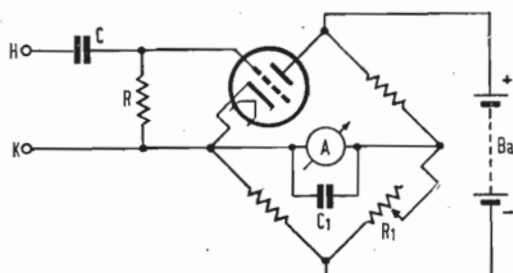


FIG. 2 - Utilizzazione di una sola batteria  $B_a$ , per la alimentazione anodica e la compensazione

giuste condizioni di funzionamento. Accanto ai voltmetri elettronici a triodo funzionante come rivelatore a caratteristica di griglia, esistono pure i voltmetri utilizzanti un triodo rivelatore a caratteristica anodica. In questo caso, la griglia viene polarizzata negativamente, con tensione regolabile mediante un potenziometro e la regolazione deve essere condotta in modo che il punto di funzionamento sulla curva caratteristica del tubo, venga portato all'inizio del ginocchio infe-

fiorire ove l'andamento della curva è sensibilmente quadratico. Per il rimanente il funzionamento del voltmetro a rivelazione per caratteristica anodica è identico a quello del voltmetro a rivelazione per caratteristica di griglia tenendo però presente che, essendo la legge che governa la rivelazione, ad anda-

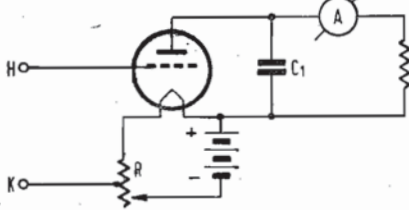


FIG. 3 - Voltmetro elettronico di Moullin.

mento quadratico, la deviazione dell'indice dello strumento sarà proporzionale al quadrato del valore efficace della tensione applicata. Siccome la ampiezza della tensione applicata non deve rendere positiva la griglia (ciò che determinerebbe formazione di corrente di griglia, errore di lettura e diminuzione di impedenza), i voltmetri elettronici di questo tipo non permettono misure di tensioni superiori ad alcuni volt. In fig. 3, è schematizzato il *voltmetro di Moullin*, appartenente a questa categoria e utilizzando una sola batteria e un solo comando di regolazione (*v. UNIDINA, RADIORICEVITORE* —). Come si vede, la polarizzazione di griglia viene prelevata a una presa intermedia del reostato di regolazione *R*. Data la facilità di regolazione, il voltmetro di Moullin viene anche chiamato *voltmetro elettronico a lettura diretta*. In fig. 4 è schematizzato un voltmetro elettronico utilizzando un diodo, di cui viene sfruttata la conduzione unilaterale. Se la costante di tempo  $RC$  è piccola, nei confronti del periodo della tensione da misurare (caso delle frequenze basse) e, più precisamente, se ci si trova nel caso limite in cui la costante di tempo è nulla, essendo nullo uno dei due fattori ( $R$  o  $C$ ) che la determinano, e

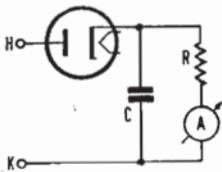


FIG. 4 - Voltmetro elettronico a diodo.

se l'ampiezza della tensione applicata è sufficientemente grande, da portare il funzionamento del tubo nel tratto rettilineo della sua curva caratteristica, la tensione alle armature di  $C$  seguirà perfettamente e istante per istante, durante le alternanze di un segno, l'andamento della tensione applicata (*v. fig. 5*). Infatti, il condensatore  $C$  ha tutto il tempo di

scaricarsi su  $R$ , senza lasciarsi sorprendere carico, dall'incalzante sopraggiungere della alternanza successiva. Conseguentemente, lo strumento  $A$  indicherà il valore medio di

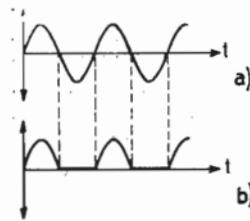


FIG. 5 - Diagrammi relativi al funzionamento del voltmetro di fig. 4, nel caso delle frequenze basse: a) tensione applicata; b) tensione ai terminali dello strumento

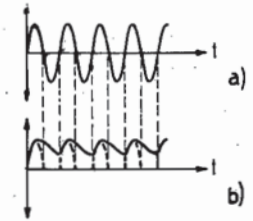


FIG. 6 - Diagrammi relativi al funzionamento del voltmetro di fig. 4, nel caso delle frequenze alte: a) tensione applicata; b) tensione di terminali dello strumento.

detta tensione. Nel caso particolare in cui la tensione da misurare sia sinusoidale e di valore massimo  $V_{max}$ , lo strumento darà un'indicazione proporzionale a  $V_{max}/\pi$  e potrà essere tarato in modo da indicare il valore efficace definito, come è noto, da:

$$V = V_{max}/\sqrt{2}$$

Se, invece, la costante di tempo  $RC$  è grande nei confronti del periodo della tensione in

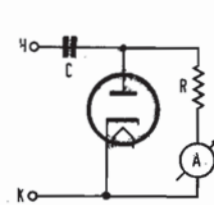


FIG. 7 - Altra disposizione analoga a quella schematizzata in fig. 4.

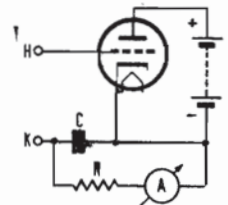


FIG. 8 - Voltmetro elettronico utilizzando un triodo, secondo la disposizione Sylvania.

gioco (caso delle frequenze alte), si ha che il condensatore, non solo non segue l'andamento della tensione applicata ma, se la costante  $RC$  è sufficientemente grande, non fa neppure a tempo a scaricarsi completamente prima dell'arrivo della alternanza successiva (*v. fig. 6*). In questo caso, l'indicazione dello strumento tende a essere proporzionale al valore massimo  $V_{max}$  della tensione

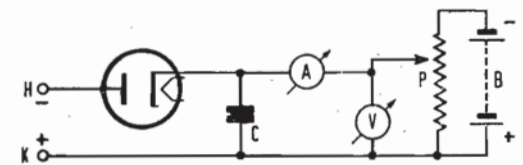


FIG. 9 - Voltmetro elettronico di minima tensione.

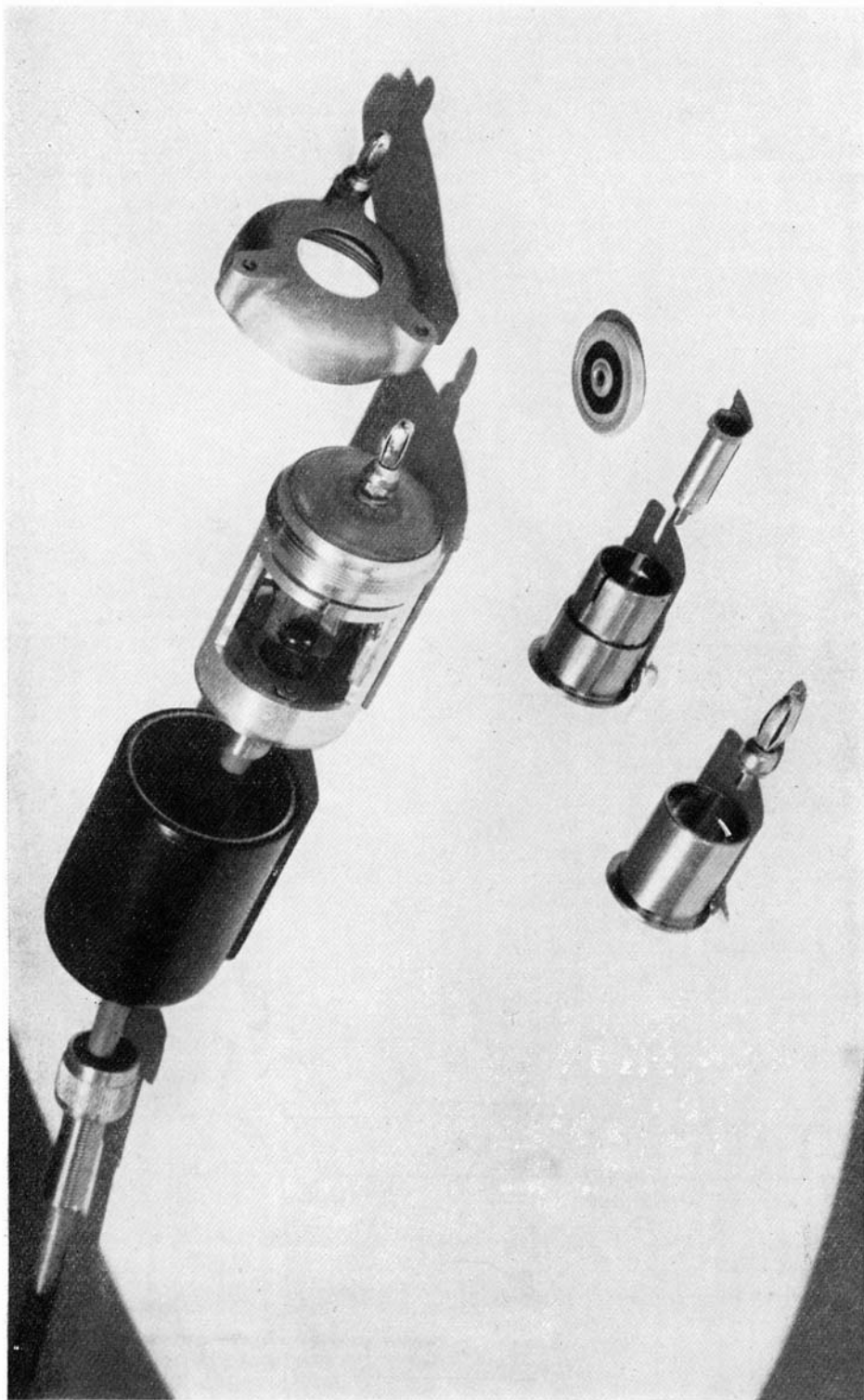


Fig. 10 - Testa di un voltmetro elettronico a diodo per frequenze assai elevate. Il diodo è del tipo a ghianda e è montato, in modo da garantire la massima riduzione dei collegamenti, nella testa stessa, in cui è compreso pure il condensatore.

applicata e, al limite in cui si può ammettere che il condensatore rimanga sempre carico, il voltmetro si comporta come un *voltmetro di cresta*, cui più avanti accenneremo. Accanto alla disposizione schematizzata in fig. 4, si realizzano pure voltmetri a diodo, secondo la disposizione analoga, schematizzata in fig. 7. In sostanza, si tratta semplicemente di scambio fra condensatore  $C$  e diodo.

Una disposizione schematizzata in fig. 4, costituisca un *voltmetro di cresta*, ossia un voltmetro indicatore di valor massimo, quando la costante di tempo  $RC$  è molto alta, nei confronti del periodo della tensione in gioco. Se, però, si desidera realizzare un voltmetro di cresta, adatto a funzionare pure in corrispondenza di frequenze basse, conviene ricorrere ad opportuna disposizione circuitale con un voltmetro elettrostatico (elettrometro). È evidente come questo funga pure da condensatore. Voltmetri di cresta balistici, possono essere realizzati, caricando, attraverso un diodo rettificatore, un condensatore e scaricando poi questo su un galvanometro balistico che consenta di eseguire la lettura (*v. GALVANO-*



FIG. 11 - Voltmetro elettronico 1803-A di produzione General Radio Co. Si osservi la testa adattata lateralmente alla cassetta dello strumento.

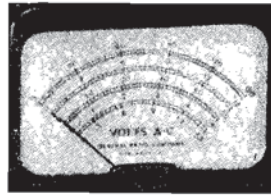


FIG. 12 - Scala del voltmetro elettronico di fig. 11.

variante, utilizzando un triodo anziché un diodo (*disposizione Sylvania*) è schematizzata in fig. 8. La rettificazione è dovuta al diodo costituito da catodo e griglia e l'impedenza di entrata è enormemente alta, essendo praticamente definita dalla sola componente reattiva capacitiva, dovuta alla lievissima capacità interelettrodica griglia-catodo. Abbiamo già visto in precedenza, come un voltmetro elettronico sul tipo di quello sche-

METRO BALISTICO). Un tipo di voltmetro elettrostatico assai interessante, è il *voltmetro di minima tensione*, di cui al circuito schematizzato in fig. 9. Supponiamo che si debba misurare il valore minimo d'una tensione ondulata qualsiasi (costante però in segno), applicata fra i serrafili  $H$  e  $K$ . Poiché la corrente in  $A$  può sussistere solamente se la tensione applicata è inferiore alla tensione base di polarizzazione fornita dalla batteria  $B$ , indicata dal voltmetro  $V$  e regolabile mediante il potenziometro  $P$ , è possibile misurare la tensione minima, regolando il potenziometro  $P$  al sorgere della corrente e leggendo il valore indicato da  $V$ . Naturalmente, applicando la tensione da misurare, deve essere rispettata la polarità indicata in figura. È bene tenere presente che, per ridurre al minimo gli errori di lettura in corrispondenza di

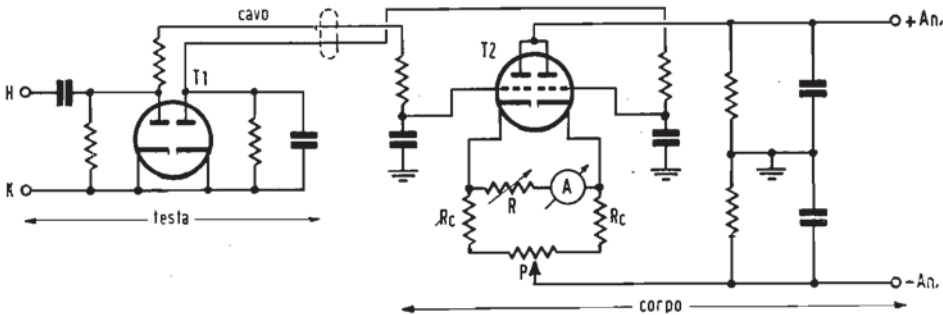


FIG. 13 - Circuito semplificato del voltmetro elettronico 1803-A (General Radio Co.), illustrato nel suo aspetto esteriore, in fig. 11.

frequenze assai elevate, è necessario utilizzare dei tubi a capacità interelettrodiche assai ridotte, rendendo nel contempo minimo il tempo di transito. I tubi devono quindi essere caratterizzati da elettrodi geometricamente assai ridotti e mutuamente assai vicini. I collegamenti devono poi essere assai brevi. Conviene quindi utilizzare dei tubi

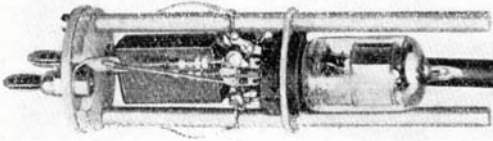


Fig. 14 - Interno della testa dello strumento di figura 11.

ghianda, montati direttamente in una « testa », chiamata in anglosassone « probe » (v. fig. 10). Ricorrendo a tutti gli espedienti possibili, si possono utilizzare voltmetri elettronici caratterizzati da errori di poche unità su  $10^{-2}$ , fino a 300 MHz (1 m di lunghezza

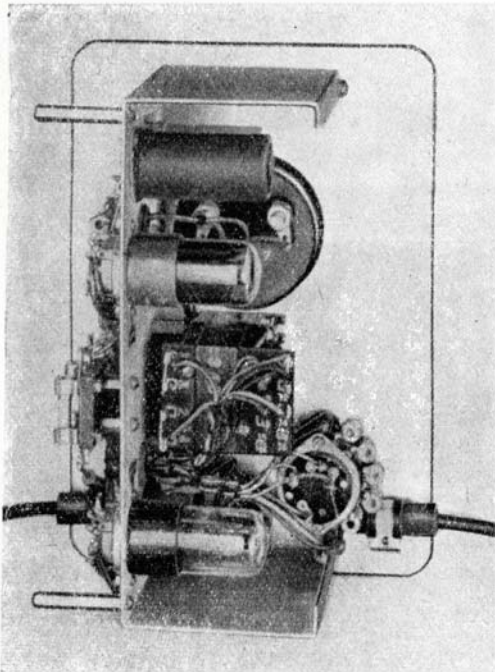


Fig. 15 - Interno dello strumento di fig. 11.

d'onda). Prima di chiudere l'argomento, riportiamo la descrizione sommaria del voltmetro elettronico tipo 1803-A, di produzione General Radio Co., il cui aspetto esteriore è illustrato in fig. 11, mentre, in fig. 12 è illustrata la scala dello stesso. Il circuito semplificato è rappresentato in fig. 13. Si tratta

di un amplificatore per c.c., utilizzando il doppio-triodo  $T_2$ , in un circuito bilanciato, che trova posto nel corpo dello strumento. Nella testa, invece, trovasi il doppio-diodo  $T_1$ , con una sezione inattiva e una sezione di misura. Le due sezioni, attraverso il cavo di collegamento, fanno capo, ciascuna, a una sezione del triodo. La resistenze  $R_c$  sui catodi di  $T_2$  hanno mansione controelettiva e, il potenziometro  $P$ , serve per l'azzeramento. Lo strumento  $A$  è uno strumento  $200 \mu A$  fondo scala, collegato fra i due catodi di  $T_2$ , con in serie il resistore regolabile  $R$ , caratterizzato da alta stabilità e precisione, avente il compito di commutare le portate. È evidente come la indicazione di  $A$  sia legata allo sbilanciamento conseguenza della disimmetria determinata dall'applicazione del segnale di cui deve essere misurata la tensione. In figura 14 è illustrato l'interno della testa dello strumento, in cui è particolarmente evidente il doppio diodo, mentre, in fig. 15, è illustrato l'interno del corpo dello strumento in oggetto. Il voltmetro elettronico cui abbiamo accennato consente misure da 0,1 a 150 V con suddivisione in cinque scale (1,5; 5; 15; 50 e 150 V). L'errore è, su tutte le scale,  $\pm 3\%$ , per tensioni sinodali, con necessità di correzione al di sopra dei 50 MHz. I tubi utilizzati, sono una 6AL5 e una 6SU7GT, più la rettificatrice 6X5-GT/G, non compresa nel circuito di fig. 14.

**V. JONA:** v. ELETTRIMETRO, b). || **V. MULTICELLULARE:** v. ELETTRIMETRO, b). || **V. TERMICO.** È un galvanometro termico tarato in volt; v. TERMOGALVANOMETRO. || **V. TERMO-ELETTRONICO.** Sinonimo di VOLTMETRO ELETTRONICO (v.).

**VOLUME.** || **REGOLATORE MANUALE DEL —:** v. REGOLATORE MANUALE DI INTENSITÀ SONORA. || **REGOLAZIONE AUTOMATICA DEL —:** v. REGOLAZIONE AUTOMATICA DELL'AMPLIFICAZIONE. || **V. DEL SUONO** [acustica]. Correntemente, con riferimento all'emissione sonora di una sorgente acustica (altoparlante o altro trasduttore elettroacustico), si parla di volume di un suono in riferimento alla INTENSITÀ ENERGETICA DEL SUONO. || **V. DI CORRENTE** [acustica]. Sinonimo di corrente acustica o flusso sonoro; v. ACUSTICA.

**VORTICALE** [an. matematica]. Sinonimo di rotazionale; v. VETTORIALE, CALCOLO —.

**VULCANITE** [chimica ind.]. Materiale isolante costituito di ebanite preparata aggiungendo ai solidi componenti, minio e solfuro di antimonio.

**VUOTO (VUOTATURA).** Vuoto significa: assenza completa di materia. Nella tecnica,



molte sono le apparecchiature e, in particolare modo i tubi, in cui si richiede il vuoto più spinto. In realtà, l'espressione *vuoto spinto* non è certo appropriata, in quanto il vuoto esiste o non esiste e non ammette gradazioni, quindi, nessun aggettivo può modificare il significato del vocabolo. A essa però si ricorre in pratica, in quanto il vuoto teorico non è raggiungibile con i mezzi oggi a nostra disposizione. Infatti, la pressione minima ottenibile è di  $10^{-6}$  mm di mercurio, ossia, approssimativamente,  $10^{-9}$  atmosfere, ciò che equivale all'esistenza nel volume di  $1 \text{ cm}^3$  di circa  $3 \cdot 10^{10}$  molecole. Se il vuoto in un tubo non è, per così dire, spinto, le tracce di gas, urtate dagli elettroni in moto, si ionizzano con conseguente formazione di ioni positivi che si dirigono verso gli elettrodi polarizzati negativamente e, precisamente, il catodo e la griglia di controllo, qualora questa esista e sia, come è spesso, negativa. La caduta di ioni positivi sul catodo, a meno che non si tratti di tubi speciali a gas, dotati di catodi adatti, ne determinerebbe la rapida disintegrazione, mentre, il cadere di ioni positivi sulla griglia, determina il formarsi di una corrente inversa di griglia. Per questo, la curva rappresentativa della corrente di griglia, anziché assumere l'andamento della curva punteggiata di figura 1, assume l'andamento rappresentato con tratto continuo. Per potenziali negativi di griglia elevati, la corrente inversa di griglia si annulla, poichè il potenziale globale, in corrispondenza di tali valori, scende tanto da diminuire la velocità degli elettroni al punto da rendere impossibile la ionizzazione. Quando questa è considerevole, essa si manifesta con una luminescenza azzurrigna. Indicando la *corrente di ionizzazione* o *corrente negativa di griglia* con  $I_{ig}$ , e con  $I_a$  la corrente anodica, il rapporto:

$$k_v = \frac{I_{ig}}{I_a},$$

si chiama *grado* (o *fattore* o *coefficiente*) di vuoto.

Nella fabbricazione dei tubi, la *vuotatura* dei bulbi è un'operazione che richiede cura particolare. Inizialmente, gli elettrodi vengono riscaldati alla temperatura di  $800 \div 1000 \text{ }^\circ\text{C}$  (v. fig. 2), mentre una corrente di idrogeno, con azione disossidante, li investe. Con questa operazione, i metalli emettono i residui gassosi occlusi che, se uscissero durante il funzionamento del tubo, determinerebbero senz'altro una diminuzione nel valore di  $k_v$ . La prima vuotatura si esegue mediante una pompa a vuoto, in modo di portare la pressione nell'interno del tubo a 10 mm di mercurio. In un secondo tempo, mediante una pompa rotativa a olio

(Gaede), la pressione scende ad alcuni micron di mercurio. La vuotatura finale, che consente di raggiungere  $10^{-5}$  mm di mercurio, viene effettuata mediante eiettori a vapori di mercurio, mentre gli elettrodi vengono ancora riscaldati, per mezzo di correnti indotte a RF. Infine, si fa esplodere nell'interno del bulbo una capsula (*getter*) di metalli facilmente volatilizzabili, come: magnesio, alluminio, bario, ecc. Le particelle volatilizzate assorbono, in gran parte, le tracce di gas presenti nell'interno del tubo. L'accensione e, quindi, l'esplosione del getter, viene ottenuta essa pure per mezzo di correnti a RF. Nei tubi metallici, in cui l'esplosione del getter non è ottenibile con questo procedimento, l'esplosione si ottiene mediante arroventamento dell'involucro esterno.

Nei tubi trasmittenti, la vuotatura deve essere maggiormente curata. Infatti, date le

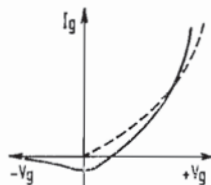


FIG. 1 - Andamento teorico (tratteggiato) e reale (continuo) della corrente di griglia, in funzione della tensione di griglia.

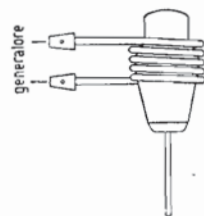


FIG. 2 - Riscaldamento delle parti interne di un tubo a mezzo di RF.

dimensioni degli elettrodi e le elevate temperature di funzionamento, l'eliminazione dei gas occlusi deve essere più spinta. Si esegue allora un processo di bombardamento elettronico. L'impiego dei getter a magnesio è soggetto a limitazioni, a causa dei difetti di isolamento che derivano dai depositi metallici sulle pareti dell'ampolla che determina pure una diminuzione nell'irraggiamento del calore. Per questo motivo, il getter va montato da un lato, in modo da evitare la sua accensione durante un primo riscaldamento degli elettrodi, facendolo poi esplodere in seguito, spostando il tubo. La pastiglia esplosiva deve inoltre essere dotata di un conveniente riflettore che concentri, per evitare gli inconvenienti menzionati, su una piccola superficie dell'ampolla, le particelle volatilizzate.

In fig. 4 è disegnata, nel suo schema di principio, una macchina (fig. 3) per la vuotatura dei tubi (F.I.V.R.E.), detta a *pompe fisse* (tipo americano), per distinguerla dal tipo europeo, detto a *pompe mobili*. Su un cerchio di lavorazione, esistono sedici posizioni e, a ogni posizione, un gommino forato riceve le codette di un tubo da vuotare, mettendo il

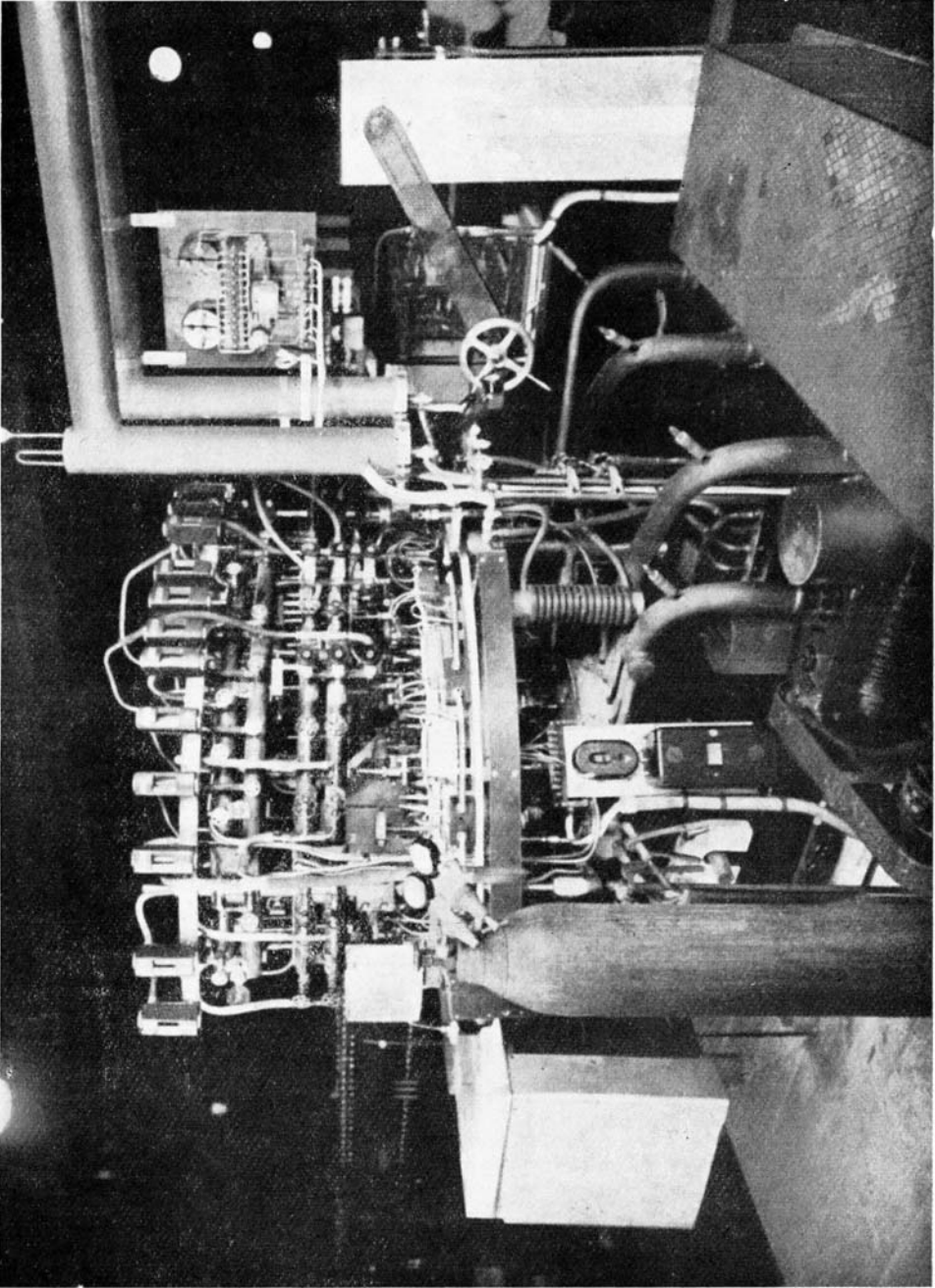


Fig. 4 - Macchina per la vuotatura di tubi elettronici (foto dovuta alla cortesia della F.I.V.R.E.).

tubo in collegamento, mediante una canalizzazione corta e larga il più possibile, con una piastra forata distributrice del vuoto. I fori di questa piastra, che ruota solidalmente con le posizioni di vuotatura, vengono successivamente a trovarsi affacciati ad altrettanti fori di una piastra analoga, fissa, solidale con il basamento della macchina. Queste due piastre, estremamente levigate, con lavorazione a rettifica, scorrono ruotando una sull'altra convenientemente lubrificate. I fori di queste seconde piastre sono in collegamento con le varie pompe di cui, quelle corrispon-

quando queste sono abbassate in corrispondenza delle armature.

Durante il riscaldamento delle armature, il catodo è portato a una alta temperatura, per operare la decomposizione dei carbonati, che sotto vuoto si trasformano nei rispettivi ossidi liberando anidride carbonica. La regolazione della temperatura del catodo, durante il ciclo di vuotatura, è estremamente delicata perchè da essa dipende il grado di attivazione del catodo e, quindi, la sua emissione elettronica. Alla fine del processo di vuotatura, la codetta è tagliata e chiusa e la valvola è pronta per essere inviata alle successive lavorazioni.

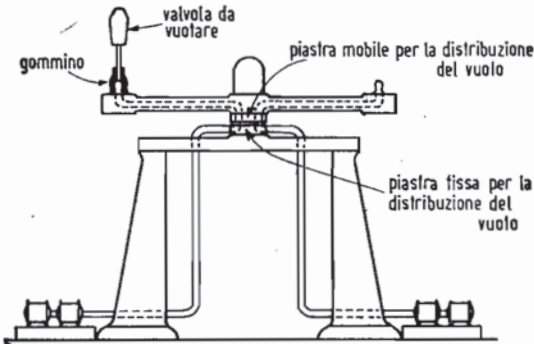


Fig. 4 - Disegno di principio della macchina per la vuotatura dei tubi.

denti alle prime posizioni, hanno una forte velocità di vuotatura ma non, necessariamente, un grado di vuoto estremamente spinto cosa, invece, necessaria per le pompe corrispondenti alle ultime posizioni. La cadenza di vuotatura di queste macchine automatiche varia da 400 a 1000 tubi/ora circa, per i tipi più moderni. Nelle posizioni di vuotatura, le parti metalliche del tubo vengono riscaldate mediante RF (v. fig. 2), fornita da un generatore di forte potenza. Una mensola sostiene le bobine riscaldatrici e le alza e le abbassa simultaneamente, liberando dalle bobine stesse i tubi, per il tempo necessario allo spostamento da una posizione a l'altra del ciclo di vuotatura. La corrente ad alta frequenza circola nelle bobine, solo

**COSTANTE (DI)ELETTRICA ASSOLUTA DEL —.** Nei vecchi sistemi assoluti di misura, si poneva per convenzione la costante dielettrica del vuoto (spazio libero, privo di materia) uguale all'unità e, partendo dalla legge di Coulomb, sulle azioni a distanza delle cariche elettriche, si definiva la quantità di elettricità unitaria nel sistema (C.G.S.)<sub>es</sub>. Nel sistema Giorgi, la costante dielettrica assoluta dello spazio libero assume il valore:

$$\epsilon_0 = 8,855\ 03\ \text{pF/m}.$$

Un valore così piccolo significa che lo spazio libero ha scarsissima attitudine a immagazzinare energia elettrostatica. Per tutti i dielettrici è  $\epsilon > \epsilon_0$ .

**COSTANTE MAGNETICA ASSOLUTA DEL —.** Nei vecchi sistemi assoluti di misura, si poneva per convenzione la costante magnetica (permeabilità) del vuoto (spazio libero), uguale all'unità e, partendo dalla legge di Coulomb, sulle azioni a distanza dei poli magnetici, si definiva la quantità di magnetismo unitaria (polo magnetico unitario) nel sistema (C.G.S.)<sub>em</sub>. Nel sistema Giorgi, la costante magnetica assoluta dello spazio libero assume il valore:

$$\mu_0 = 1,256\ 637\ 06\ 10^{-6}\ \text{H/m (spira}^2\text{)}.$$

Un valore così piccolo significa che lo spazio libero ha scarsissima attitudine a immagazzinare energia magnetica.

# W

**W.** Simbolo di *watt*, unità di misura della potenza.

## WADDEL-ENTZ, ACCUMULATORE —

[*elettrochimica*]. Accumulatore del tipo a elettrolita alcalino, costituito da una soluzione di ossido di zinco e di potassa caustica. Uno strato di olio pesante separa l'elettrolita dall'aria, mantenendolo riparato. L'elettrodo positivo è di rame più ossido di rame, mentre l'elettrodo negativo è di acciaio e questo è elettricamente collegato al recipiente, pure di acciaio, che completa l'elettrodo. Quando la corrente di formazione scorre, si ha trasformazione dell'ossido in rame poroso mentre, durante la carica, si deposita zinco sull'elettrodo negativo e ossido di rame si forma sull'elettrodo positivo. Durante la scarica, la soluzione alcalina scioglie lo zinco con sviluppo d'idrogeno. La f.e.m. di questo accumulatore è di 0,8 V e la capacità specifica è di 20 Ah/kg.

**WARD-LEONARD, SISTEMA** —: v. VELOCITÀ, REGOLAZIONE DELLA — DI UN ALTERNATORE AD ALTA FREQUENZA.

**WASTON, FORMULA DI** — [*elettroacustica*]. Formula empirica che consiste nell'espressione:

$$P = 6,1 \frac{A p^2}{\mu} \cdot 10^{-6},$$

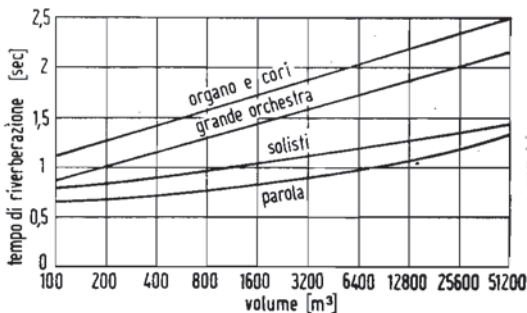
in cui  $P$  è la potenza in [W] dello stadio finale di un amplificatore AF,  $p$  la pressione acustica espressa in microbar e  $\mu$  il rendimento dell'altoparlante ( $4 \div 10\%$ ), mentre:

$$A = \alpha S$$

è l'assorbimento totale dell'ambiente in [ $m^2$ ], essendo  $S$  la superficie assorbente delle pareti e  $\alpha$  il coefficiente medio di assorbimento.

**WATSON, CURVE DI** — [*acustica*]. Sono curve riportate in un sistema cartesiano, con il volume dell'ambiente in [ $m^3$ ] sull'asse delle ascisse e il tempo di riverberazione in [sec] sull'asse delle ordinate, che permettono di de-

finire il valore ottimo della coda sonora, naturalmente, secondo questo Autore (v. figura).



Curve di Watson.

**WATT.** È l'unità di misura della potenza nei sistemi pratico e Giorgi (v. SISTEMI DI MISURA). Prende nome dal Fisico inglese James Watt. Suo simbolo è [W]. Fu introdotto dapprima quale unità elettrica (1889) in seguito alle definizioni delle unità elettriche volt e ampere, rispettivamente, da parte della « British Association for the Advancement of Science » (1867) e da parte del « Congrès International des Électriciens » (1881). Ne scese una duplice definizione del watt, per via meccanica e per via elettrica. Per via meccanica si definì il *watt assoluto* quale multiplo esatto ( $10^7$ ) della corrispondente unità del sistema (C.G.S.) o [erg/sec]; per via elettrica si definì il *watt elettromagnetico*, coincidente col *watt assoluto*, quale unità di potenza dissipata da un sistema elettrico nel quale una a.d.p. costante di un volt assoluto, determina il passaggio di una corrente avente l'intensità di un ampere assoluto. Ma l'impossibilità di campionatura delle unità elettriche suddette secondo le definizioni classiche, consigliò la diretta definizione di un *ampere internazionale* (v. AMPERE) e di un *volt internazionale* (v. VOLT), ai quali risultò legato, da evidente relazione, un *watt (elettromagnetico) internazionale* non più coincidente con il *watt assoluto* di origine meccanica. Seguendo le vicende metrologiche dell'ampere e del volt, si ebbero successivamente un *watt internazionale medio* e un *watt assoluto* (v. SISTEMI DI MISURA). Per il *watt*

*internazionale medio* si hanno i seguenti rapporti (« National Bureau of Standards » di Washington, 1945):

$$\frac{\text{watt internazionale medio}}{\text{watt assoluto}} = 1,00020;$$

$$\frac{\text{watt assoluto}}{\text{watt internazionale medio}} = 0,99980.$$

Con il ritorno, dal primo gennaio 1948, a un sistema assoluto di unità elettromagnetiche (decisione del « Comité International des Poids et Mesures », Parigi, 22-23 Ottobre 1946) l'unità pratica assoluta attuale di misura della potenza (elettrica e meccanica) è il *watt assoluto* (*definitivo*).

**W. ASSOLUTO, DEFINITIVO GIORGI, INTERNAZIONALE, INTERNAZIONALE MEDIO:** v. WATT. || **W. ORA.** Multiplo, secondo l'unità di tempo, del watt secondo. Suo simbolo è [Wh]. Corrisponde a 3600 Wsec. || **W. PER CENTIMETRO QUADRATO.** Unità di misura pratica della potenza dissipata all'anodo di un tubo termoelettronico per unità di superficie di quello. Suo simbolo è [W/cm<sup>2</sup>]. || **W. SECONDO.** È l'unità di misura del lavoro (e dell'energia) nel sistema pratico e nel sistema Giorgi. Suo simbolo è [Wsec]. La dizione *watt secondo* è sinonimo di JOULE.

**WATTATA, POTENZA** —. Espressione poco simpatica usata talora con il significato di *potenza attiva*; v. POTENZA ELETTRICA.

**WATTMETRO (WATTOMETRO).** Chiamasi *wattmetro* lo strumento di misura che, opportunamente inserito in un circuito elettrico, indica in watt il valore della potenza elettrica in gioco.

In base al principio fisico di funzionamento i wattmetri possono essere classificati nel seguente modo.

a) **WATTMETRI ELETTRODINAMICI.** In questi strumenti il circuito fisso (amperometrico) è costituito da un avvolgimento di filo robusto disposto in serie nel circuito; il circuito mobile (voltmetrico), invece, è costituito da un avvolgimento di filo sottile, è disposto in parallelo e porta in serie una elevata resistenza elettrica di manganina. Se lo strumento è impiegato in c.c., la coppia deviatrice  $C$  risulta proporzionale al prodotto delle correnti  $I_a$  e  $I_v$  (amperometrica e voltmetrica) nei due rami. Ma la corrente  $I_a$  è la corrente principale  $I$  nel circuito oggetto di misura e la  $I_v$  è proporzionale alla tensione  $V$ , esistente ai capi del circuito voltmetrico, il coefficiente di proporzionalità essendo rappresentato dalla resistenza  $R_v$  del circuito voltmetrico (legge di Ohm). Con ciò, la cop-

pia risulta proporzionale al prodotto della corrente  $I$  per la tensione  $V$ , cioè alla potenza  $P$ :

$$[1] C = k I_a I_v = k I \frac{V}{R_v} = k' I V = k' P.$$

Se lo strumento è impiegato in c.a., la coppia deviatrice  $C$  risulta proporzionale al prodotto delle due correnti efficaci  $I_a$  e  $I_v$  e al coseno del loro angolo di sfasamento  $\alpha$ . Se la corrente  $I_v$  è in fase con la tensione  $V$  (cioè se l'avvolgimento voltmetrico è puramente resistivo) lo sfasamento tra le due correnti coincide con lo sfasamento  $\varphi$  della corrente  $I$  rispetto alla tensione  $V$ . Con ciò, la coppia risulta proporzionale al prodotto della corrente  $I$ , per la tensione  $V$  e per il fattore di potenza  $\cos \varphi$ , cioè alla potenza  $P$ :

$$[2] C = k I_a I_v \cos \alpha = k I \frac{V}{R_v} \cos \varphi = k' I V \cos \varphi = k' P.$$

La proporzionalità tra coppia e potenza, non essendo rigorosa a causa del reciproco spostamento degli avvolgimenti, fa sì che la graduazione della scala non sia uniforme. Il coefficiente  $k'$  delle [1] e [2] è il medesimo sia in c.c. sia in c.a. Perciò la taratura si effettua di ordinario in c.c. con metodo potenziometrico (v. anche GALVANOMETRO ELETTRODINAMICO). L'impiego del wattmetro elettrodinamico è limitato al campo delle frequenze industriali, a causa del diverso sfasamento delle correnti (introdotto della induttanza delle due bobine al variare della frequenza) rispetto alle tensioni applicate. Ciò introduce una causa di errore che non può essere ridotta a un limite accettabile, senza ridurre la sensibilità dello strumento, cosicché il wattmetro elettrodinamico parrebbe escluso dalle misure nel campo delle AF e, ancor più, nel campo delle RF, anche perchè le potenze da misurare sono spesso esigue. Vecchiacchi ha suggerito di aggirare la difficoltà facendo uso di due amplificatori a tubi termoelettronici stabilizzati, i quali, introducendo sfasamenti trascurabili o uguali (pertanto non dannosi al fine della misura), ove siano applicate al loro ingresso tensioni rispettivamente proporzionali ai valori istantanei della tensione e della corrente nel circuito oggetto della misura, potrebbero fornire in uscita su bassa impedenza le correnti per alimentare le due bobine di uno strumento elettrodinamico.

b) **WATTMETRI A INDUZIONE A DISCO.** Il sistema induttore di questi strumenti è costituito da due elettromagneti. Uno è eccitato dalla corrente principale del circuito (elettromagnete amperometrico), l'altro (voltmetrico) è eccitato da una corrente derivata dalla linea.

La coppia deviatrice, per una data frequenza, si può ritenere proporzionale al prodotto delle due correnti  $I_a$  (coincidente con la  $I$  del circuito oggetto di misura) e  $I_v$  per il seno del loro angolo di sfasamento  $\beta$ . Cioè:

$$C = k I_a I_v \sin \beta.$$

Affinchè la coppia deviatrice sia proporzionale alla potenza, occorre che la grandezza,

$$k I_a I_v \sin \beta$$

sia proporzionale alla  $I V \cos \varphi$  o alla equivalente  $I I_v \cos \varphi$ , essendo la  $V$  proporzionale alla  $I_v$ . Deve cioè essere verificata la condizione:

$$\sin \beta = \cos \varphi.$$

Perchè questo si avveri, è necessario che la corrente ( $I_v$ ) nell'elettromagnete voltmetrico sia sfasata di  $90^\circ$  in ritardo rispetto alla tensione  $V$ . Il circuito voltmetrico deve quindi essere fortemente induttivo. Sarà allora:

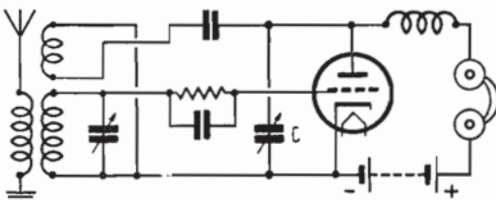
$$C = k' I V \cos \varphi = k' P.$$

Un altro tipo di wattmetro a induzione a disco, ha il sistema induttore costituito da tre elettromagneti distinti.

c) **WATTMETRI A CAMPO FERRARIS.** Delle due correnti induttrici, una è, al solito, la corrente principale del circuito oggetto di misura, l'altra (voltmetrica) è derivata. Anche nei wattmetri a campo Ferraris, come nei wattmetri a indotto a disco, perchè la coppia deviatrice sia proporzionale alla potenza, occorre che la corrente nell'avvolgimento voltmetrico sia sfasata di  $90^\circ$  in ritardo, rispetto alla tensione (v. STRUMENTI ELETTRICI DI MISURA E INDICAZIONE).

**W. D'USCITA.** È detto anche, meno propriamente, *misuratore di uscita*. Consiste in un dispositivo atto alla misura della potenza erogata sul carico di utilizzazione da un generatore o da un amplificatore ad AF; v. POTENZA ELETTRICA, MISURA DELLA —, b), 1). **W. ELETTRODINAMICO:** v. WATTMETRO, a). **W. ELETTROSTATICO:** v. POTENZA ELETTRICA, MISURA DELLA —, a), 2) e 3). **W. ELETTROSTATICO:** v. POTENZA ELETTRICA, MISURA DELLA —, a), 1). **W. TERMICO:** v. POTENZA ELETTRICA, MISURA DELLA —, a), 1).

**WEAGANT, CIRCUITO** — È il circuito di un radoricevitore a reazione, i cui compo-



Circuito del radoricevitore a reazione Weagant.

nenti sono disposti come in figura. La reazione viene regolata agendo sul condensatore variabile  $C$ .

**WEBER.** È l'unità di misura del flusso magnetico nel sistema Giorgi (v. SISTEMI DI MISURA). Prende nome dal fisico tedesco Wilhelm Weber. Suo simbolo è [Wb]. Equivale a  $10^8$  unità (C.G.S.)<sub>em</sub> o maxwell. **W. FER METRO QUADRATO.** È l'unità di misura dell'induzione magnetica nel sistema Giorgi (v. SISTEMI DI MISURA). Equivale a  $10^4$  unità (C.G.S.)<sub>em</sub> o gauss.

**WEBER-FECHNER, LEGGE PSICO-FISICA DI** — [acustica]. Si enuncia: *la sensazione che l'individuo prova è direttamente proporzionale al logaritmo dello stimolo*. Essa, pur essendo valida per qualunque genere di sensazioni, è particolarmente importante in riferimento alla sensazione uditiva e è in ossequio a questa legge che sono state introdotte e adottate le unità logaritmiche; v. le voci ACUSTICA FISIOLGICA, DECIBEL, NEPER e PHON.

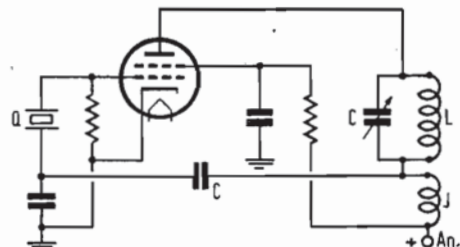
**WEHNELT.** **|| CATODO DI** —: v. CATODO, a), 1). **|| CILINDRO DI** —: v. TUBO A RAGGI CATODICI a, 1). **|| INTERRUPTORE DI** —: v. RUHM-KORFF, ROCCHETTO DI —.

**WEILLER, RUOTA DI** — [trasmissione delle immagini]. Tipo di sistema meccanico per l'analisi e la sintesi televisiva delle immagini, costituito da una ruota munita sulla sua circonferenza di specchietti la cui inclinazione varia di un certo angolo, passando da ciascuno di essi al successivo; v. TRASMISSIONE DELLE IMMAGINI, b), 1).

**WENTE-RIEGGER, MICROFONO** —. Sinonimo di *microfono a condensatore*; v. MICROFONO, e).

**WESTECTOR.** Rettificatore a strato di sbarramento del tipo a ossidulo di rame [v. STRATO, ELEMENTO A — DI SBARRAMENTO, a)], costruito seguendo particolari accorgimenti, onde rendere minima la capacità e quindi renderlo adatto a funzionare come rivelatore di segnali radioelettrici.

**WESTERN, GENERATORE — DI OSCILLAZIONI PERSISTENTI.** È un generatore



Circuito del generatore Western.

stabilizzato a quarzo, il cui circuito di principio è schematizzato in figura. Come si vede, la lamina piezoelettrica  $Q$  è sulla griglia e l'alimentazione è in serie, attraverso l'impedenza RF  $J$ . Il circuito RF si chiude sul condensatore  $C$ .

**WESTON. || PILA** —. Tipo di pila campione; v. PILA. || **STRUMENTO** —. Strumento elettrico di misura a circuito mobile; v. GALVANOMETRO A CIRCUITO MOBILE.

**WHEATSTONE, PONTE DI** —. Ponte per la misura della resistenza; v. RESISTENZA, MISURA DELLA —, c).

**WHITE, MICROFONO DI** —: v. MICROFONO, b).

**WIEDEMANN-FRANZ, LEGGE DI** —. Si enuncia: *nei metalli puri, la conduttività termica e la conduttività elettrica sono direttamente proporzionali*. Si tratta di una legge sperimentale.

**WIEN, PONTE DI** —. Ponte per la misura dell'induttanza; v. INDUTTANZA, MISURA DELLA —, a), 1).

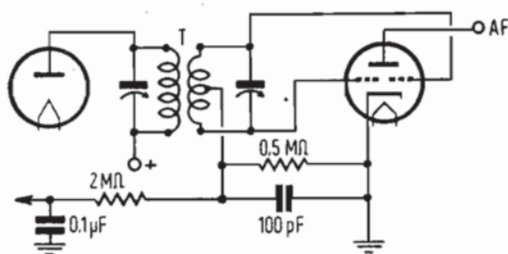
**WILKE, CARTA DI** —: v. CERCAPOLI.

**WOLFRAMIO** [chimica]. Sinonimo di TUNGSTENO; v. questa voce.

**WOLLASTON, FILO** —. Filo speciale costituito da un'anima sottilissima di platino (fino a  $1\mu$  di diametro) ricoperta da uno strato di altro metallo attaccabile per mezzo di un acido. Quando si desidera sperimentare con fili sottilissimi, si ricorre al filo Wollaston che può venire impiegato senza eccessive precauzioni. A installazione avvenuta il metallo esterno viene asportato mediante un acido e rimane la sola anima sottilissima, di platino.

**WULF, ELETTROMETRO DI** —: v. ELETTROMETRO, a).

**WUNDERLICH, TUBO** —. Speciale tetrodo a riscaldamento indiretto, destinato a essere utilizzato come rivelatore (con rettificazione di entrambe le semionde) e come amplificatore in mediafrequenza, fornendo, nel contempo, la tensione di regolazione automatica della sensibilità. Il circuito di impiego è schematizzato in figura. Le due griglie sono costituite da due spirali con le maglie alternate facenti funzione, nei riguardi della rivelazione, delle placche di un doppio diodo collegato nel circuito in modo da rettificare le due semionde. Per quanto riguarda l'amplificazione, invece, le due griglie costituiscono una sola griglia. Il secondario del tra-



Circuito di impiego del tubo Wunderlich.

sformatore  $T$  porta una presa centrale, che fa capo al resistore da  $0,5\text{ M}\Omega$  collegato, dall'altro estremo, al catodo e, ai suoi terminali si avrà, per c.d.p., la tensione rettificata che, filtrata, verrà utilizzata per la regolazione automatica della sensibilità. Nei riguardi dell'amplificazione il segnale rettificato è già automaticamente applicato all'elettrodo di controllo del tubo, costituito dalle due griglie. Il tubo Wunderlich è scomparso ormai dall'uso e venne montato nei primi ricevitori dotati di regolazione automatica della sensibilità.

# X

**X.** || **Raggi** — : v. RAGGI X.

**UNITÀ** —. Unità di misura della lunghezza, impiegata per esprimere la lunghezza d'onda dei raggi X. Si indica con [U X]. Si ha:

$$1 \text{ U X} = 10^{-13} \text{ m} = 10^{-11} \text{ cm.}$$

**XENO** [*chimica*]. Gas raro contenuto nell'aria in tracce. Il suo simbolo chimico è X, il numero atomico 54 e il peso atomico 131,30.

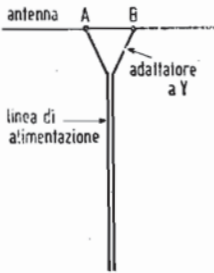
Usato nella fabbricazione di lampade a incandescenza, a causa della sua conduttività termica non elevata e del suo peso, superiore a quello dell'argo, ostacola la disgregazione del filamento e aumenta il rendimento della lampada.

**XILOFONO** [*acustica*]: v. ACUSTICA MUSICALE, b), 19).



# Y

**Y, ADATTATORE A** — È l'adattatore di impedenza fra un aereo a onde stazionarie e una linea di alimentazione bifilare aperiodica (a onde progressive), schematizzato in figura.



Adattatore a Y.

In sostanza si tratta di una divergenza nei due conduttori che costituiscono la linea, realizzata con lo scopo di adattare l'impedenza esistente fra i punti A e B, all'impedenza caratteristica della linea in modo che, risultando la linea chiusa sulla sua impedenza caratteristica, essa si comporti come una linea infinitamente lunga, e sia quindi sede di sole onde progressive; v. anche LINEA DI ALIMENTAZIONE DI UN AEREO RADIOTRASMETTENTE, c), I).

**YAGI, ANTENNA** — Antenna direttiva, costituita da un certo numero di dipoli orizzontali disposti in fila e collegati da un asse centrale, in modo da costituire un complesso simmetrico. Uno dei dipoli viene eccitato direttamente, e si chiama *radiatore*. Altri dipoli, situati anteriormente al radiatore, per quanto riguarda il senso di irradiazione, si comportano come *direttori*, mentre, un altro dipolo situato posteriormente, si comporta come *riflettore*. Il supporto centrale può anche essere metallico e non essere isolato dai dipoli in quanto, essendovi nei punti di mezzo

di ciascuno di questi un nodo di tensione, questi punti risultano a potenziale zero. Aumentando il numero degli elementi direttori, aumenta la direttività dell'antenna e il fascio irradiato si restringe. La distanza più adatta fra gli elementi si ricava per via sperimentale, misurando l'intensità del campo irradiato, lungo l'asse del fascio irradiato; v. anche le voci ANTENNA DIRETTIVA, a), I) e ROTATIVA, ANTENNA —.

**YARDA (YARD)**. Unità di misura di lunghezza, appartenente al sistema inglese non decimale. Suo simbolo è [yd]. Si hanno le relazioni:

$$1 \text{ yarda} = 3 \text{ piedi} = 0,914 \, 399 \, 2 \text{ metri,}$$

$$1 \text{ metro} = 1,093 \, 3 \text{ yarde.}$$

**yd.** Simbolo di yarda, unità di misura di lunghezza, appartenente al sistema inglese non decimale; v. YARDA.

**YRNEH.** Questa voce può essere ancora trovata in qualche vecchio testo americano di elettrotecnica. È utilizzata per indicare l'unità di misura della *riluttanza (magnetica)* nel sistema pratico. Come è noto, la riluttanza è espressa in questo sistema e nel sistema Giorgi da un *numero di spire al quadrato per henry* [sp<sup>2</sup>/H]. Dimensionalmente, si può non tener conto del numero di spire e dire semplicemente che la *riluttanza* di un circuito magnetico è espressa da un certo numero di [H<sup>-1</sup>]. Per similitudine con la voce *mho*, conosciuta per indicare l'inverso di *ohm*, gli Americani hanno coniato e utilizzato la voce *yrneh*, per indicare l'inverso dell'*henry*.

TABELLA I — CONVERSIONE DI YARDE (VARDS) IN METRI (1 yd = 0,914399 m).

Yarde	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		0,914	1,829	2,743	3,658	4,572	5,486	6,401	7,315	8,230
10	9,144	10,058	10,973	11,887	12,802	13,716	14,630	15,545	16,459	17,374
20	18,288	19,202	20,117	21,031	21,946	22,860	23,774	24,689	25,603	26,518
30	27,432	28,346	29,261	30,175	31,090	32,004	32,918	33,833	34,747	35,662
40	36,576	37,490	38,405	39,319	40,234	41,148	42,062	42,977	43,891	44,806
50	45,720	46,634	47,549	48,463	49,378	50,292	51,206	52,121	53,035	53,950
60	54,864	55,778	56,693	57,607	58,522	59,436	60,350	61,265	62,179	63,094
70	64,008	64,922	65,837	66,751	67,666	68,580	69,494	70,409	71,323	72,238
80	73,152	74,066	74,981	75,895	76,810	77,724	78,638	79,553	80,467	81,382
90	82,296	83,210	84,125	85,039	85,954	86,868	87,782	88,697	89,611	90,526

TABELLA II - CONVERSIONE DI YARDE QUADRATE (SQUARE YARDS) IN METRI QUADRATI  
(1 sq yd = 0,836126 m<sup>2</sup>).

Yarde quadrate	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		0,8361	1,6723	2,5084	3,3445	4,1806	5,0168	5,8529	6,6890	7,5251
10	8,3613	9,1974	10,0335	10,8696	11,7058	12,5419	13,3780	14,2141	15,0503	15,8864
20	16,7225	17,5586	18,3948	19,2309	20,0670	20,9032	21,7393	22,5754	23,4115	24,2477
30	25,0838	25,9199	26,7560	27,5922	28,4283	29,2644	30,1005	30,9367	31,7728	32,6089
40	33,4450	34,2812	35,1173	35,9534	36,7895	37,6257	38,4618	39,2979	40,1340	40,9702
50	41,8063	42,6424	43,4786	44,3147	45,1508	45,9869	46,8231	47,6592	48,4953	49,3314
60	50,1676	51,0037	51,8398	52,6759	53,5121	54,3482	55,1843	56,0204	56,8566	57,6927
70	58,5288	59,3649	60,2011	61,0372	61,8733	62,7095	63,5456	64,3817	65,2178	66,0540
80	66,8901	67,7262	68,5623	69,3985	70,2346	71,0707	71,9068	72,7430	73,5791	74,4152
90	75,2513	76,0875	76,9236	77,7597	78,5958	79,4320	80,2681	81,1042	81,9403	82,7765

TABELLA III - CONVERSIONE DI YARDE CUBICHE (CUBIC YARDS) IN METRI CUBI  
(1 cu yd = 0,764552 m<sup>3</sup>).

Yarde cubiche	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		0,7646	1,5291	2,2937	3,0582	3,8228	4,5873	5,3519	6,1164	6,8810
10	7,6455	8,4101	9,1746	9,9392	10,7037	11,4683	12,2328	12,9974	13,7619	14,5265
20	15,2910	16,0556	16,8201	17,5847	18,3492	19,1138	19,8784	20,6429	21,4075	22,1720
30	22,9366	23,7011	24,4657	25,2302	25,9948	26,7593	27,5239	28,2884	29,0530	29,8175
40	30,5821	31,3466	32,1112	32,8757	33,6403	34,4048	35,1694	35,9339	36,6985	37,4630
50	38,2276	38,9922	39,7567	40,5213	41,2858	42,0504	42,8149	43,5795	44,3440	45,1086
60	45,8731	46,6377	47,4022	48,1668	48,9313	49,6959	50,4604	51,2250	51,9895	52,7541
70	53,5186	54,2832	55,0477	55,8123	56,5768	57,3414	58,1060	58,8705	59,6351	60,3996
80	61,1642	61,9287	62,6933	63,4578	64,2224	64,9869	65,7515	66,5160	67,2806	68,0451
90	68,8097	69,5742	70,3388	71,1033	71,8679	72,6324	73,3970	74,1615	74,9261	75,6906

# Z

**ZAPON** [chimica ind.]: v. VERNICE ISOLANTE.

**ZAVORRA, CARICO** —. Sinonimo di *carico fittizio*. Consiste in un carico equivalente a un carico effettivo, che viene inserito in luogo di questo, per necessità di misura o per seguire il comportamento di una determinata apparecchiatura nelle condizioni esatte in cui essa deve funzionare o anche per sostituire, in determinate condizioni di funzionamento di una apparecchiatura, un carico che, per una ragione o per un'altra, deve rimanere escluso. I carichi zavorra vengono impiegati assai di frequente nelle operazioni di collaudo.

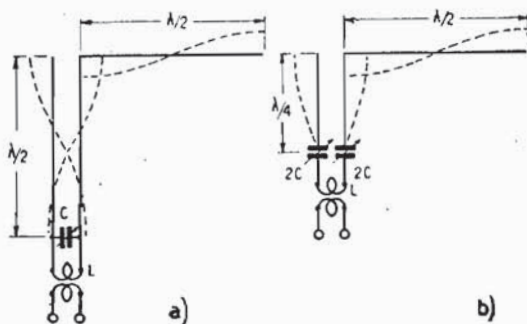
**ZENIT** [topografia]. Punto all'infinito della verticale, diretta verso l'esterno della Terra, passante per il luogo del quale si considera lo *zenit*. Dato un punto e un raggio (direzione) uscente da esso si dice *distanza zenitale* l'angolo  $\zeta$  che tale raggio forma con la direzione dello *zenit*. Si definisce, invece, *angolo di altezza* o *di elevazione* l'angolo  $\alpha$  che tale raggio forma con il piano dell'orizzonte. È verificata la relazione  $\zeta = 90^\circ - \alpha$ .

**ZENTALE, DIAGRAMMA POLARE DI IRRADIAZIONE** —. Sinonimo di *diagramma polare di irradiazione in un piano verticale*; v. ANTENNA DIRETTIVA, c).

**ZENNECK, TEORIA DI** —. È una teoria sulla propagazione delle onde hertziane dirette e considera la Terra piana, dotata di conduttività finita  $\sigma$ . Essa studia la propagazione di un sistema di onde e.m. piane, lungo la superficie di separazione dei due mezzi, Terra e aria. Conclusione di questa teoria, è l'esistenza di due componenti del campo elettrico, una verticale e una orizzontale, determinanti una risultante inclinata, rispetto alla normale alla superficie terrestre; v. anche INCLINAZIONE DELLA COMPONENTE ELETTRICA DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO IN PROSSIMITÀ DEL SUOLO. Il fronte d'onda è quindi inclinato nel verso della propagazione e la conduttività del suolo, non infinita, determina penetrazione di energia nel terreno, la cui quantità è legata alla conduttività  $\sigma$ ,

alla costante dielettrica  $\epsilon$ , essendo, inoltre, proporzionale a  $\lambda^{1/2}$ , dove  $\lambda$  è la lunghezza d'onda. È questo il motivo per cui la zona di servizio primario di un radiotrasmittitore aumenta all'aumentare della conduttività del suolo su cui la propagazione avviene e diminuisce all'aumentare della frequenza.

**ZEPELIN, ANTENNA** —. È un'antenna a onde stazionarie, alimentata a un estremo (alimentazione di tensione), per mezzo di una linea di alimentazione bifilare sintoniz-



Antenna zeppelin: a) con linea di alimentazione in semionda; b) con linea di alimentazione in quarto d'onda.

zata. In figura sono rappresentati due esempi di antenna Zeppelin. Il caso a) è relativo a una linea di alimentazione lunga un numero pari di quarti di lunghezza d'onda  $\lambda$ . Avendosi allora all'inizio della linea un ventre di tensione, sarà necessario usare un circuito  $LC$  a elementi in parallelo (alta impedenza) mentre, nel caso b), essendo la linea di alimentazione di lunghezza pari a un numero dispari  $\lambda/4$ , avremo un nodo di tensione, con conseguente necessità di utilizzare un circuito  $LC$  a elementi in serie (bassa impedenza). Per maggiori dettagli in merito, v. le voci ANTENNA, b) e LINEA DI ALIMENTAZIONE DI UN AEREO RADIOTRASMETTENTE, a), I).

**ZERO.** || **INDICATORE DI** —: v. AZZERAMENTO. || **METODO DI** —: v. AZZERAMENTO. || **Z. ASSOLUTO**: v. TEMPERATURA.

**ZEROVOLT, INTERRUPTORE** —. È uno speciale interruttore automatico, costituito da un sistema a lamina bimetallica, che chiude il circuito della tensione anodica di una apparecchiatura termoelettronica, a riscaldamento avvenuto dei catodi. La lamina bimetallica chiude il circuito a causa della deformazione che essa subisce all'aumentare della temperatura, per i differenti valori dei coefficienti di dilatazione termica dei due metalli componenti. L'impiego di un interruttore zerovolt permette di evitare punte di tensione troppo alte alle armature dei condensatori di filtro, durante il periodo di tempo che segue l'accensione della apparecchiatura e che precede il raggiungimento della giusta temperatura dei catodi.

**ZIG-ZAG, ANTENNA** —. Espressione usata da taluni AA. per indicare l'antenna Chireix-Mesny, da altri, per indicare l'antenna a greca; v. le voci CHIREIX-MESNY, ANTENNA DIRETTIVA — e GRECA, ANTENNA A —.

**ZINCATURA.** Operazione mediante la quale nell'industria si proteggono i metalli (generalmente ferro) da ossidazione. Consiste nel ricoprimento del metallo da proteggere per mezzo di uno strato metallico, ottenuto

mediante deposizione elettrolitica. Costituenti del bagno: solfato di zinco, cloruro d'ammonio, solfato di alluminio e succo di liquerizia; anodi di zinco puro; densità di corrente richiesta 2 A/dm<sup>2</sup>.

**ZINCITE** [*mineralogia, chimica*]: v. OSSIDO DI ZINCO.

**ZINCO** [*chimica*]. È un metallo bianco azzurro, avente peso specifico 7,14; è fragile a temperatura ordinaria, ma tra i 100 e i 150 °C può essere lavorato assai facilmente. All'aria, a freddo, lo zinco (Zn) si ricopre di uno strato di ossido aderente che lo protegge da una alterazione profonda. Principali minerali dello zinco sono il solfuro, *blenda* (ZnS), la *calamina*, idrosilicato [(ZnOH)<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>] e il carbonato o *smithsonite* (ZnCO<sub>3</sub>). Più rara è la *zincite* (ZnO), ossido di zinco, che può venire impiegata per la generazione di oscillazioni persistenti (v. le voci OSSIDO DI ZINCO e CRISTALLI A RESISTENZA DIFFERENZIALE NEGATIVA). La blenda, a contatto di una punta di acciaio, può servire come rivelatore, senza però raggiungere la sensibilità della galena. Nella preparazione di sostanze attive, per la fabbricazione di schermi eccitabili alla fluorescenza, vengono talvolta impiegati il *solfuro di zinco* (ZnS, con luminescenza azzurro-chiaro), l'*os-*

TABELLA I — PROPRIETÀ FISICHE DELLO ZINCO.

Peso atomico .....	65,38	
Peso specifico [g/cm <sup>3</sup> ] .....	7,14	
Calore specifico medio [Cal/kg °C] .....	{ tra 0 e 100 °C	0,094
	{ fuso a 419 °C	0,121
Calore di fusione [Cal/kg] .....	27	
Temperatura di fusione e solidificazione a pressione ordinaria [°C] .....	419,4	
Temperatura di ebollizione a temperatura ordinaria [°C] .....	912	
Coefficiente di dilatazione termica lineare, valore medio fra 0 e 100 °C .....	17 · 10 <sup>-6</sup>	
Conduttività termica a temperatura ordinaria [Cal/h m °C] .....	95	
Carico di rottura a trazione per metallo puro in barre [kg/mm <sup>2</sup> ] .....	13 ÷ 16	
Modulo di elasticità [kg/mm <sup>2</sup> ] .....	9500	
Conduttività elettrica a 20 °C [MS/m] o [m/Ωmm <sup>2</sup> ] .....	16,66	
Conduttività elettrica rispetto al rame campione internazionale % .....	28,7	
Resistività elettrica a 20 °C [μΩm] o [Ωmm <sup>2</sup> /m] .....	6 · 10 <sup>-2</sup>	
Coefficiente di temperatura della resistenza .....	3,7 · 10 <sup>-3</sup>	

*sido di zinco* ( $ZnO$ , con luminescenza violetta e ultravioletta), il *silicato di zinco* ( $ZnSiO_3$ , con luminescenza azzurra). Si usano inoltre l'*alluminato di zinco*, il *silicato di zinco e cadmio*, il *silicato di zinco e berillio* e altri composti chimici contenenti zinco. Lo zinco metallico viene utilizzato per la preparazione di elettrodi di alcune pile (p. es. la pila Leclanché e tipi da essa derivati). Le caratteristiche fisiche dello zinco metallico sono riportate in TABELLA I.

**ZIRCONIO** [chimica]. Elemento molto sparso in natura. Il minerale tecnicamente più importante è il *baddeleyite*. Più frequente è però lo *zirconone* ( $ZrSiO_4$ ). Lo *zirconio* ( $Zr$ ) è un metallo di aspetto simile all'acciaio. In polvere è di colore nero e brucia facilmente all'aria. Lo zirconio viene impiegato, nella tecnica elettronica, per l'annerimento degli anodi, mediante applicazione a caldo di uno strato del metallo. Questo possiede una elevata affinità chimica per i gas e funziona come ottimo assorbente, nei confronti dei gas residui, perfezionando il vuoto. Lo zirconio viene pure utilizzato per la costruzione di sostegni degli elettrodi e anche delle griglie. Il composto più interessante è il *biossido* ( $ZrO_2$ ) caratterizzato da punto di fusione altissimo ( $2700^\circ C$ ) impiegato quale isolante refrattario. Il *silicato di zinco, berillio e zirconio* viene utilizzato nella preparazione di un tipo di schermo eccitabile alla fluorescenza per tubi a raggi catodici, caratterizzato da luminescenza bianca, con massimi relativi di radiazione in corrispondenza di 4200, 5500 e  $6000 \text{ \AA}$ .

**ZOCOLO.** a) *ZOCOLO DI UN TUBO.* Si chiama *zoccolo* di un tubo, la base del medesimo, costituita per lo più da un cilindro di bachelite, di materia plastica o di ceramica, fissato opportunamente, mediante sostanza adesiva, al vetro che costituisce l'ampolla. Lo zoccolo porta piedini metallici saldati ai conduttori che, provenendo dall'interno dell'ampolla, fanno capo ai diversi elettrodi del tubo e permettono di collegare questi alle varie parti del circuito, inserendo lo zoccolo in un adeguato supporto. Oggi si fabbricano tubi privi di zoccolo vero e proprio e i piedini sono applicati direttamente all'ampolla di vetro che, in corrispondenza di questi, è caratterizzata da spessore notevole. Tali sono, per esempio, i tubi « tutto-vetro » e « glianda ». Pure i grandi tubi trasmittenti, non hanno zoccolo. L'anodo è sporgente e, come supporto, viene usato il sistema di refrigeramento convenientemente installato.

I tipi di zocchi esistenti sono assai diversi per forma e per dimensioni. In fig. 1 sono

riportati schematicamente diversi tipi di zocchi americani. Le varie dimensioni sono indicate in figura. Le lunghezze dei piedini (rigidi) sono: tipo a), mm 11,3; tipi da b) a f), mm 15; tipo g), mm 11,10; tipo h), mm 5,6; tipo i), mm 4,75. Tutti questi zocchi sono del tipo a innesto. I tipi j) e k) sono a raggiera. Gli zocchi b) e c) si chiamano pure, rispettivamente, zocchi UX e UY.

In fig. 2, sono, invece, riportati zocchi di tubi riceventi europei. I tipi da a) a k) sono a innesto e i piedini a espansione elastica, tutti di uguale diametro e lunghi 17 millimetri. I tipi l), m) e n), sono invece a contatti laterali a piastrine rigide disposte radialmente. Infine, in fig. 3 sono illustrati i tipi più diffusi di zocchi per tubi trasmettenti. Gli otto tipi riportati sono caratterizzati dalla lunghezza seguente dei piedini: 35; 28; 24,7; 15; 7; 17; 18,2 e 25 mm.

Esistono pure zocchi a *baionetta*, i cui piedini non servono come sostegno, ma vanno solamente a contatto di apposite molle del supporto che è appositamente conformato, per accogliere tutto lo zoccolo ed è dotato di una scanalatura in cui trova sede un apice dello zoccolo stesso. Per innestare o estrarre un tubo con innesto a baionetta, esso non deve essere spostato solo assialmente, ma deve essere anche ruotato convenientemente, in modo che l'apice si « agganci » o « sganci » dalla ripiegatura della scanalatura. Zocchi di questo tipo sono ormai in disuso ed esistono tubi adatti sia all'innesto normale sia all'innesto a baionetta.

b) *ZOCOLO-SUPPORTO PER TUBI ELETTRONICI.* Lo zoccolo di un tubo elettronico, cui abbiamo accennato al punto precedente, viene adattato a uno speciale supporto adeguato che immobilizza il tubo inserendolo convenientemente nel circuito di utilizzazione. Questo supporto, sia pure impropriamente, viene chiamato, nel linguaggio corrente, *zoccolo portavalvola*. Anche questi zocchi, vengono fabbricati in forme diverse onde venire convenientemente usati con i tipi precedentemente descritti. Essi devono garantire un perfetto contatto, specialmente per quanto riguarda le correnti di accensione, generalmente assai intense. Le sedi dei piedini di tipo rigido, dovranno essere elastiche onde abbinare a un ottimo contatto, facilità di inserzione e di estrazione del tubo. Quando invece si tratta di sedi destinate a ospitare tubi i cui piedini siano a espansione elastica, queste potranno essere rigide. Per quanto riguarda le necessità del montaggio, vi sono diversi tipi di zocchi portavalvola, classificabili però in due categorie principali e, precisamente, quelli per montaggio esterno e quelli per montaggio su

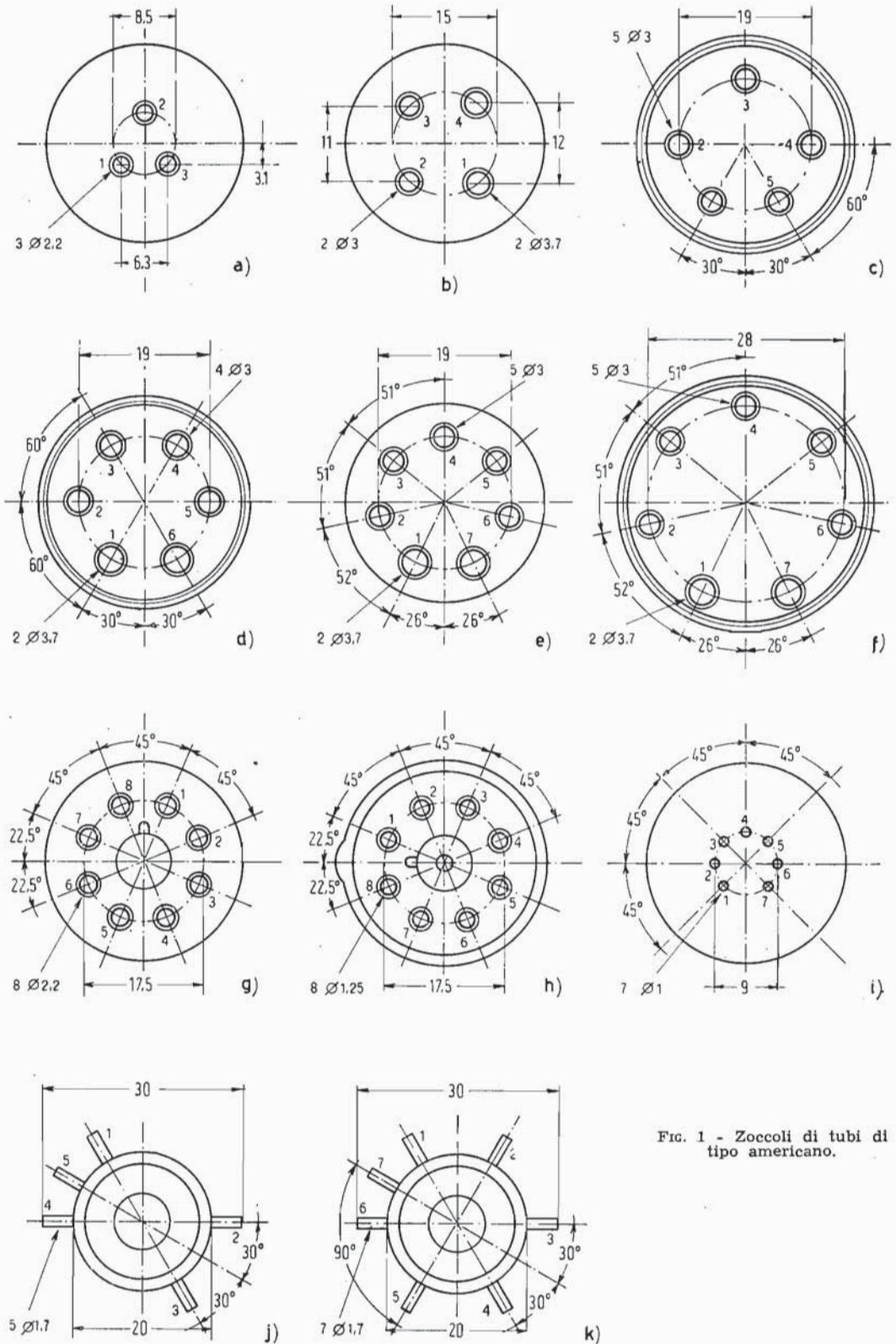


FIG. 1 - Zoccoli di tubi di tipo americano.

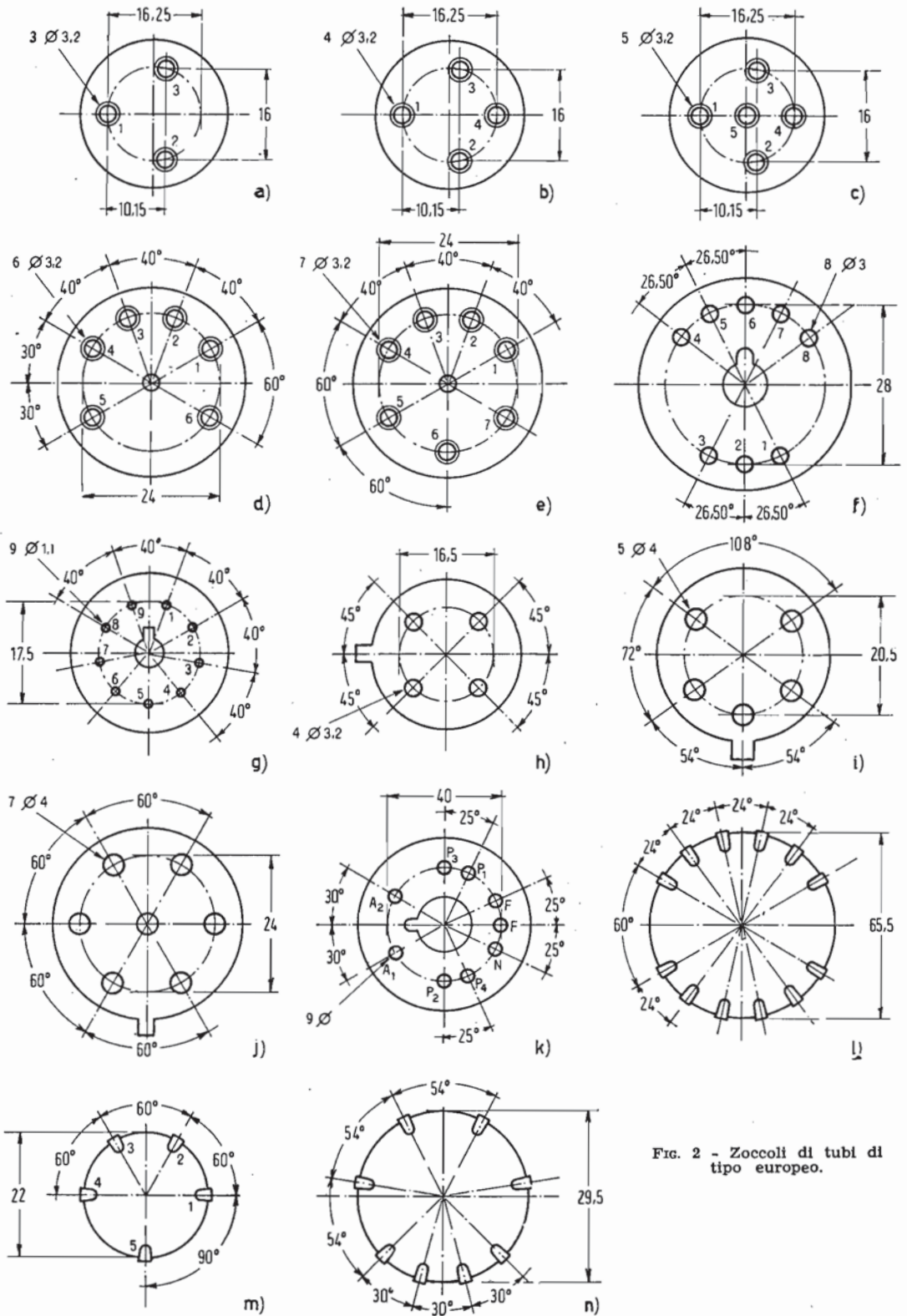


FIG. 2 - Zoccoli di tubi di tipo europeo.

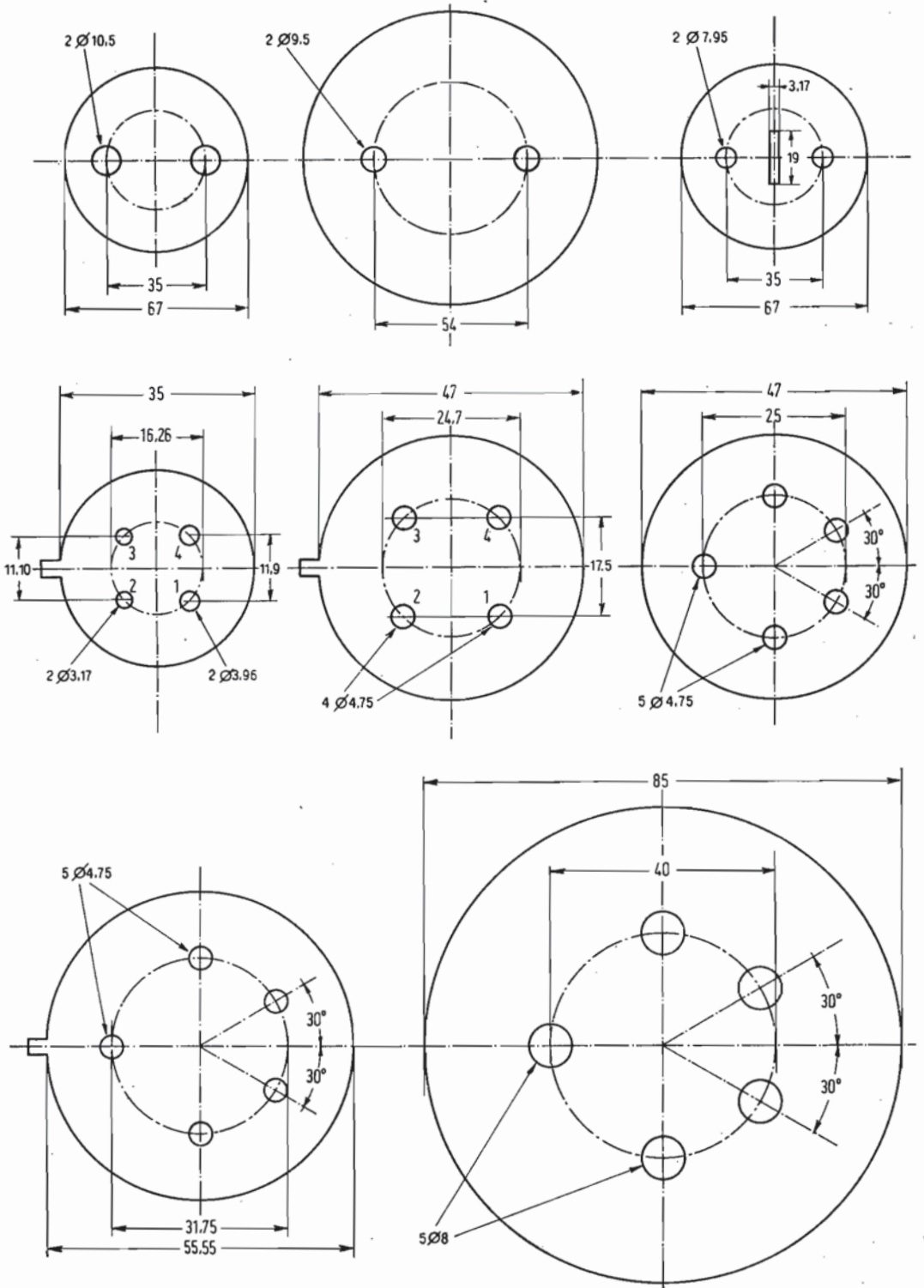


FIG. 3 - Zocchi di tubi trasmettenti.

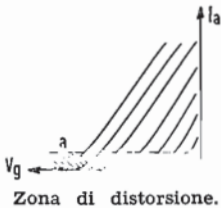


châssis, chiamati correntemente « zoccoli da incassare ».

Per quanto riguarda gli accorgimenti da seguire nella fabbricazione degli zoccoli-portavalvola ricordiamo che, accanto alle caratteristiche meccaniche, presupposto per ottimi e sicuri contatti, non devono essere trascurate le caratteristiche elettriche. Infatti, la capacità fra i diversi contatti deve essere la più bassa possibile, il limite di rigidità elettrostatica dovrà essere invece il più alto possibile così come la resistività del materiale isolante di sostegno. La bassa capacità è particolarmente necessaria quando sono in gioco frequenze elevate, mentre un alto valore del limite di rigidità dielettrica è indispensabile quando elevate sono le tensioni di polarizzazione in gioco. Si costruiscono pure zoccoli di tipo elastico per il montaggio antimicrofonico dei tubi elettronici.

**ZOLFO (SOLFO)** [chimica]. È un elemento abbastanza comune in natura, anche allo stato libero, specialmente in vicinanza di vulcani attivi o spenti. I giacimenti di zolfo più noti sono quelli di Sicilia. Tra le numerose applicazioni dello zolfo (S), ricordiamo il suo impiego nella vulcanizzazione della gomma e nella preparazione di un noto dielettrico: l'ebanite. Augusto Righi, utilizzando lenti e prismi di zolfo, riscontrò fenomeni di rifrazione delle onde elettromagnetiche analoghi ai fenomeni che si verificano con elementi di vetro, in corrispondenza di radiazioni luminose. Fra i composti chimici dello zolfo ricordiamo l'ACIDO SOLFORICO, la BLENDIA, la GALENA e la PIRITE; v. voci corrispondenti.

**ZONA.** || **Z. DI DISTORSIONE.** Data una famiglia di curve caratteristiche di un tubo termoelettronico (v. figura), chiamasi *zona di*



*distorsione* la zona tratteggiata in figura, corrispondente alla striscia definita dall'asse delle ascisse e dalla retta *a*, limitante i tratti rettilinei delle curve. Il motivo della denominazione è particolarmente

evidente. Con *zona di distorsione* si indica pure quella zona (geografica) in cui, arrivando i raggi diretti e i raggi indiretti di uno stesso radiotrasmettitore, con intensità dello stesso ordine di grandezza, la qualità di ricezione non è buona, a causa delle interferenze che si verificano fra onde dirette e onde indirette (v. anche EVANESCENZA). || **Z. DI SERVIZIO DI UN RADIOTRASMETTITORE.** Quando si parla di zona di ser-

vizio di un radiotrasmettitore, ci si riferisce, generalmente, alla *zona primaria*, ossia alla zona servita dai raggi diretti, tale che, in essa, la ricezione risulti ottima sia di giorno, sia di notte e, quindi, scevra da affievolimenti e ondulazioni, determinati dalla presenza di un campo indiretto di intensità non trascurabile o dalla presenza di segnali dovuti a radiotrasmettitori eventualmente funzionanti sullo stesso canale o interferenti. La *zona di servizio diurna*, più estesa di quella primaria, comprende la zona entro cui la intensità di campo del radiotrasmettitore considerato, non è inferiore a 0,5 mV/m. La *zona di servizio notturna*, invece, non è ben delimitata, essendo soggetta alle vicissitudini ionosferiche e può essere definita caso per caso, solamente con procedimento statistico. L'area della zona di servizio notturna, detratta dall'area della zona primaria, costituisce la *zona di servizio secondaria*. || **Z. DI SILENZIO:** v. ZONA D'OMBRA. || **Z. D'OMBRA.** Zona in cui i segnali emessi da un radiotrasmettitore non sono ricevibili (pur essendo essi ricevibili in punti situati a maggior distanza dal trasmettitore) a causa del meccanismo stesso di propagazione delle onde elettromagnetiche o a causa dell'azione schermante di qualche ostacolo. La formazione di zone di ombra (chiamate pure *zone di silenzio*) è particolarmente evidente in corrispondenza di frequenze elevate le cui caratteristiche di propagazione si avvicinano considerevolmente a quelle relative alle onde luminose. Ad esempio, l'onda di superficie emessa da un radiotrasmettitore funzionante sulla banda dei 14 MHz, raramente può essere ricevuta a distanze superiori ai 150 km, mentre la prima onda riflessa dagli strati della ionosfera, raramente tocca Terra a una distanza inferiore ai 500 km dal radiotrasmettitore. Esiste quindi una zona, compresa tra i limiti suaccennati, all'interno della quale i segnali emessi dal radiotrasmettitore in parola non sono normalmente ricevuti. È questa la *zona di silenzio*. Da notare ancora che, quanto più piccolo è l'angolo di radiazione dell'aereo, relativamente al suolo, tanto maggiore è la distanza tra l'aereo stesso e il punto cui giunge la prima onda riflessa e tanto più estesa è la *zona di silenzio*. || **Z. EUROPEA:** v. REGIONI MONDIALI PER LA RIPARTIZIONE DELLE GAMME DI FREQUENZA. || **Z. INDUSTRIALE.** Chiamasi *zona industriale* una zona ove, essendo in funzione complessi industriali, stabilimenti e fabbriche, è assai elevato il livello dei parassiti alle radioaudizioni. In tali zone un servizio regolare di radiodiffusione può essere ottenuto solamente con intensità di campo di almeno 15 mV/m. || **Z. NEUTRA.** È la zona di un magnete compresa fra i due poli, in corri-

spondenza della quale non si verificano azioni magnetiche, in quanto sono in essa distribuite polarizzazioni magnetiche uguali e contrarie. || **Z. OPACA.** In una rappresentazione grafica della caratteristica di attenuazione-frequenza di un filtro, chiamasi *zona opaca* la superficie corrispondente alla massima attenuazione. || **Z. PRIMARIA O PRINCIPALE:** v. ZONA DI SERVIZIO DI UN RADIOTRASMETTITORE. || **Z. RURALE.** Chiamasi *zona rurale* una zona di campagna o, per lo meno poco abitata (piccoli centri, frazioni e case isolate). In tali zone il servizio di radiodiffusione può essere sufficiente anche con campi di intensità di 0,5 mV/m solamente. Tale valore però è il minimo ammissibile per un servizio sufficiente e la curva luogo dei punti la cui intensità è di 0,5 mV/m viene assunta come contorno delle zone di servizio diurne dei trasmettitori di radiodiffusione. || **Z. TELEGRAFICA** [telegrafia]. È la striscia di carta su cui, negli apparecchi telegrafici, viene scritto o punzonato il messag-

gio trasmesso o da trasmettere. || **Z. TRASPARENTE.** In una rappresentazione grafica della caratteristica attenuazione-frequenza di un filtro, chiamasi *zona trasparente* la superficie corrispondente alla minima attenuazione. || **Z. TROPICALE:** v. REGIONI MONDIALI PER LA RIPARTIZIONE DELLE GAMME DI FREQUENZA. || **Z. URBANA.** Nelle zone urbane dei grandi abitati, un servizio di radiodiffusione sufficiente può essere ottenuto solamente con campi di intensità non inferiore a 3 mV/m e fino a 10 mV/m. In piccole città, invece, 2 ÷ 4 mV/m sono sufficienti. Nei grandi centri commerciali ove sono in funzione molte apparecchiature tipo ascensori, macchine calcolatrici, insegne luminose, ecc., talvolta 10 mV/m non sono sufficienti e, in tale caso, possono essere necessarie intensità di alcune decine di [mV/m].

**ZWORYKIN, TUBO DI** —. Sinonimo di ICONOSCOPIO; v. questa voce.

