

IL POTENZIOMETRO

2433/14

Ing. M. Della Rocca

Il potenziometro è uno strumento che serve alla misura di forze elettromotrici, di intensità di correnti e di differenze di potenziale e quindi alla taratura degli amperometri e dei voltmetri con metodo di riduzione a zero per confronto diretto con elementi campione e resistenze campione; serve per il confronto di piccole resistenze in modo rapido e preciso forse più di quanto sia possibile ottenere con gli stessi ponti; viene usato anche per misure di ampiezza e fase di correnti e tensioni alternate. Un potenziometro di questo tipo fu realizzato da C. V. Drysdale (Phil. Mag. 17 - 402; 1909) e da quell'epoca ha subito poi importanti modifiche e perfezionamenti. Il potenziometro viene anche impiegato nelle misure di telefonia, telegrafia e su cavi; per misure di angoli di fase nelle impedenze, analisi di proprietà magnetiche, correnti nei trasformatori ed amplificatori. Tali utilizzazioni rientrano sempre nel campo delle frequenze telefoniche e delle audio frequenze, oltre quelle in c.c. su accennate.

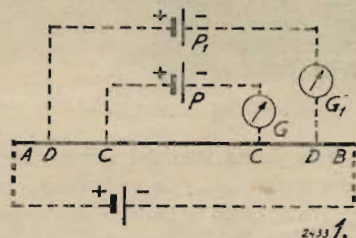
Però il potenziometro è stato impiegato anche in radio frequenza, con una realizzazione di W. W. Malcapine (P.I. R.E. 18, 1144, 1930) molto geniale e che ha dato i suoi buoni frutti, per quanto poco nota e diffusa. Su questa realizzazione ci intratterremo nel seguito.

L'impiego corrente del potenziometro però si limita alla c.c. per le misure su citate e per le quali sono state effettuate molteplici realizzazioni, che esamineremo brevemente, prima di passare al potenziometro per usi radio, che tutti conoscono e che è così largamente diffuso.

IL POTENZIOMETRO PORTATILE DI MISURA.

Il principio sul quale si basa è il seguente: sia AB (fig. 1) una resistenza che una corrente costante attraversa e sui punti CC sia derivato un circuito

comprendente un elemento di pila campione P ed un galvanometro G . Variando la resistenza interposta fra i punti CC , allorchè il galvanometro G non accenna alcun passaggio di corrente, la differenza di potenziale fra CC è uguale alla f.e.m. dell'elemento P .



Se per ottenere l'equilibrio con un altro elemento P_1 , il circuito deve essere derivato nei punti DD , la f.e.m. di questo elemento è uguale alla caduta di potenziale fra i due punti DD .

Se noi chiameremo E la f.e.m. del primo elemento, E_1 quella del secondo, r la resistenza del tratto CC ed r_1 quella del DD , essendo la corrente costante, si avrà:

$$\frac{E_1}{E} = \frac{r_1}{r}$$

Se l'elemento campione P è un normale elemento Weston al cadmio, la cui f.e.m. è di 1,0191 Volta:

$$E_1 = \frac{r_1}{r} 1,0191 \text{ volta}$$

Così la f.e.m. dell'elemento P è ottenuta dal rapporto di due resistenze e dal valore della f.e.m. dell'elemento campione. Si può anche ridurre il metodo a lettura diretta. Si dà al tratto CC una resistenza espressa da 1,0191, assumendo per unità una resistenza arbitraria qualsiasi, e mediante un reostato si regola l'intensità di corrente nel circuito principale fino a portare a zero il galvanometro G . Allora se r

esprime la resistenza fra DD nelle stesse unità, la f.e.m. dell'elemento P sarà dato da:

$$E_1 = \frac{r_1}{1,0191} 1,0191 = r_1 \text{ volta}$$

in altri termini la f.e.m. dell'elemento campione P , sarà espressa dallo stesso numero che esprime la resistenza compresa fra i punti DD . Nell'istesso modo per confronto con l'elemento campione si potrà misurare una qualunque caduta di potenziale.

I potenziometri si costruiscono normalmente per misure fino a 1,5 ÷ 2 volta e con sensibilità molto elevata (10^{-4} V.). Tutti quelli che si trovano in commercio differiscono solo per il modo come viene costruita la resistenza. Questa differenza è funzione della f.e.m. del campione utilizzato, giacchè i vari campioni hanno f.e.m. comprese fra 1 e 1,5 V. (la *Latimer Clark* volta 1,4328 a 15° C.; la *Weston* = V. 1,0191 a 15° C.) e per realizzare un potenziometro a lettura diretta da potersi usare con qualsiasi elemento, occorrerebbe una resistenza divisibile in un numero enorme di parti, mantenendo una caduta di potenziale ai capi di ciascuna di esse capace di essere apprezzata dal galvanometro.

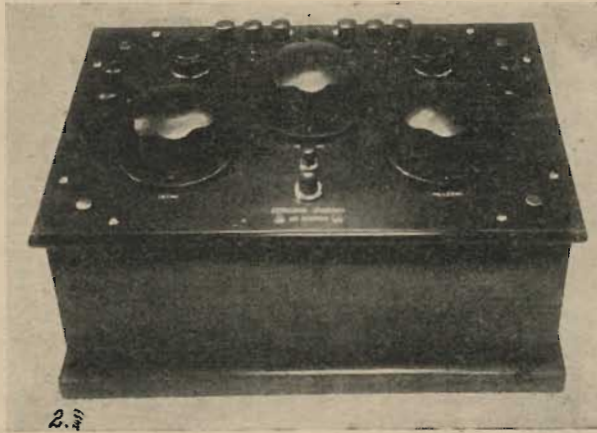
Il tipo *Crompton* (costruzione Hartmann & Braunn - Chauvin & Arnoux) divide la resistenza in 15 parti uguali di cui 14 fisse ed una costituita da un filo calibrato — con d.d.p. $\varphi_i = 0,1$ V. graduato in 100 parti in modo da poter apprezzare d.d.p. = 0,001 V.

Il tipo *Elliot* (costruito da Carpentier) divide la resistenza in 150 parti di cui 149 fisse ed una a filo frazionabile in 100 parti, che permette l'apprezzamento di una d.d.p. di 0,001 V.

Il potenziometro *Pasqualini* (fig. 2) costruito dalle Officine Galileo di Firenze, sul quale ci fermeremo più a

lungo, è realizzato sul principio già usato da *Warley e Thomson* nel ponte per resistenze di valore elevato.

Sedici resistenze r (fig. 3) eguali fra di loro e ciascuna eguale ad un valore ρ corrispondente ad una d.d.p. = 0,1 V., disposte in serie con un filo teso su



di un settore graduato di resistenza uguale ad $\frac{1}{100}$ di ρ , un reostato a scatti R ed uno continuo R_2 non calibrati, sono percorsi da una corrente costante data da un elemento campione. Una seconda serie di resistenze r_1 , uguali ciascuna a $\frac{2}{100}$ di ρ può essere messa in derivazione su due qualunque delle prime resistenze r . Il valore complessivo delle 10 resistenze r_1 è $\frac{2}{10} \rho$, cioè uguale a quello di due resistenze r , per cui se i è l'intensità di corrente nelle resistenze r e nel filo teso, essa

mutatore bipolare permette di inserire nel circuito derivato gli elementi da confrontare. Dallo schema di fig. 3 la disposizione degli elementi risulta molto chiaramente.

Supponiamo che quando si ottiene l'equilibrio con l'elemento P , fra lo

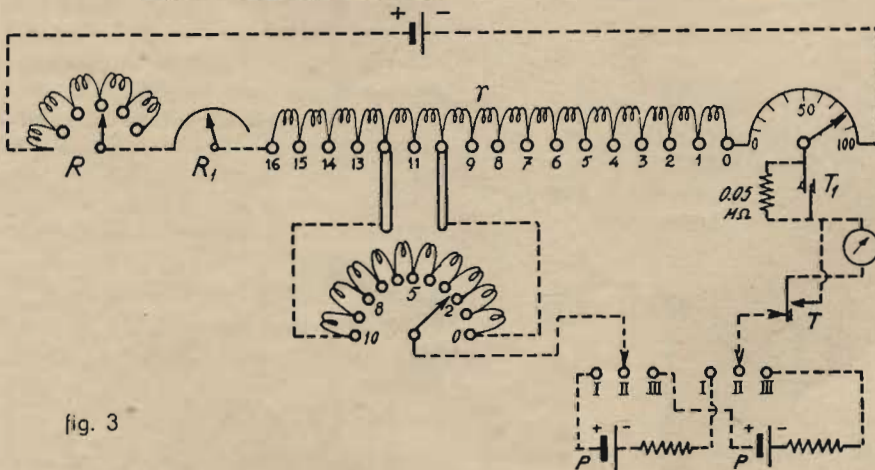


fig. 3

diventa $\frac{i}{2}$ nelle r_1 e nelle $2r$ sulle quali le r_1 sono derivate.

La derivazione del circuito del galvanometro può essere fatta dopo una qualunque delle resistenze r_1 ed in un punto qualunque del filo teso; un com-

mutatore bipolare permette di inserire nel circuito derivato gli elementi da confrontare. Dallo schema di fig. 3 la disposizione degli elementi risulta molto chiaramente. Supponiamo che quando si ottiene l'equilibrio con l'elemento P , fra lo

$$E = n \frac{\rho}{10} i + n_1 \frac{2\rho}{100} \cdot \frac{i}{2} + n_2 \frac{\rho}{1000} i = \rho i \left(n \frac{1}{10} + n_1 \frac{1}{100} + n_2 \frac{1}{1000} \right)$$

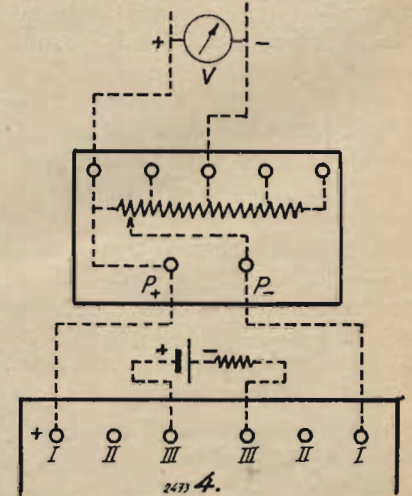
Con l'elemento P , invece:

$$E_1 = \rho i \left(n' \frac{1}{10} + n'_1 \frac{1}{100} + n'_2 \frac{1}{1000} \right)$$

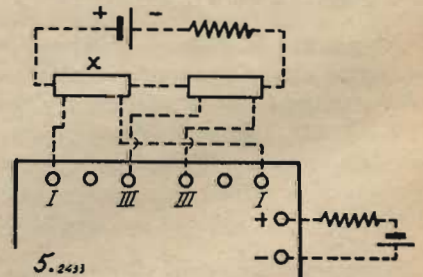
Il rapporto delle due f.e.m. sarà:

$$\frac{E_1}{E} = \frac{n' \frac{1}{10} + n'_1 \frac{1}{100} + n'_2 \frac{1}{1000}}{n \frac{1}{10} + n_1 \frac{1}{100} + n_2 \frac{1}{1000}}$$

Il potenziometro può essere impiegato nella misura di tensioni elevate, come, per esempio, nella verifica delle indicazioni di un voltmetro, mediante



l'impiego di una resistenza addizionale, così come indica la fig. 4; ovvero nella misura di intensità, facendo attraversare dalla corrente una piccola resistenza di valore noto, munita di prese di derivazione in modo da poterla connettere al potenziometro nel punto migliore ed in quello voluto.



Per la misura delle resistenze si procede col metodo del paragone con una resistenza campione, creando un vero e proprio ponte (fig. 5) in cui il braccio mobile è formato dal potenziometro.

IL POTENZIOMETRO PER ALTA FREQUENZA.

Le varie realizzazioni ed applicazioni del potenziometro per c.a. non sono molto diffuse. Il lettore che avesse interesse ad esse potrà agevolmente trovare più ampia documentazione nella bibliografia che segue.

Troviamo interessante dilungarci invece sul potenziometro per alta frequenza, perchè esso può rendere infiniti servigi sia come è stato realizzato sia con le modifiche che ne possono scaturire.

L'istrumento realizzato dal MALCAPINE fu utilizzato per tensioni e correnti non superiori ai 10-20 mV e per frequenze superiori a 10⁶ Hz., si compone di due fili tesi circolari indicati con RD e CD, che sono attraversati da cor-

renze utilizzate. Le due resistenze R_1 hanno un valore critico. Ciascun filo potenziometrico è tenuto fortemente in tensione alla periferia di un disco di bachelite di $\varnothing = a$ 100 mm. circa. Un secondo filo è collocato in un canale del disco al disopra del filo teso e la presa mediana viene realizzata su questo secondo filo. La connessione fra i due fili è fatta in maniera anti-induttiva per evitare gli accoppiamenti esterni; essi sono in Nichelcromo ed il valore

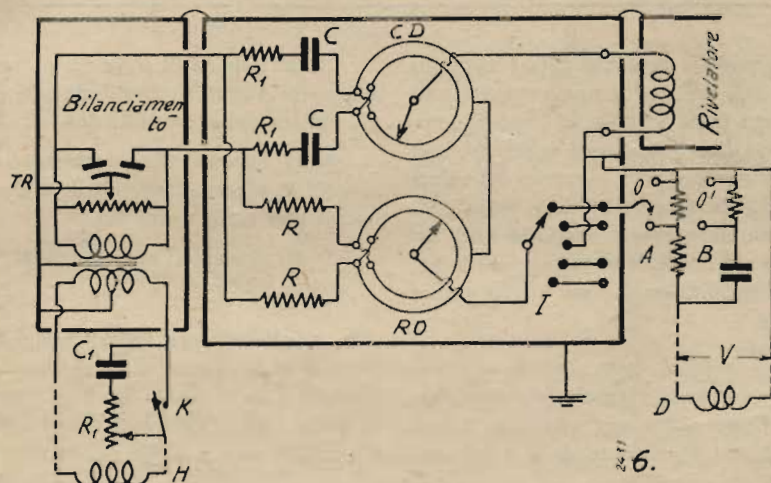
variabile di 0,0015 pF massimo ed R_1 ha un valore di 100 ohm. Il bilanciamento si ottiene con un potenziometro da 0,5 M Ω montato in derivazione sui capi del secondario del trasformatore con il cursore connesso allo schermo e con un piccolo condensatore doppio (compensatore) che ha una sola placca sul rotore e due sullo statore, che vanno anch'esse ai capi del secondario del trasformatore; girando il rotore la capacità di uno statore aumenta mentre l'altra diminuisce. La rivelazione si ottiene con un solenoide che ha approssimativamente la stessa impedenza del circuito potenziometrico.

Quando l'interruttore I è aperto si ha un circuito a ponte, di cui due bracci sono rappresentati dalla capacità ripartita dello schermo, dai 2 terminali del secondario del trasformatore e dai relativi fili di connessione; gli altri due bracci dalla associazione delle resistenze e capacità nei bracci dei potenziometri e dei cursori.

Generalmente il ponte è nel punto di equilibrio con il potenziometro RD a zero, cioè nel punto mediano. Naturalmente allorchè il potenziometro è fuori dal punto zero il ponte risulta sbilanciato ma l'equilibrio può essere ristabilito agendo sul condensatorino doppio (compensatore) che non influenza la corrente circolante nei bracci del potenziometro, ma bilancia solo quella proveniente dal detector sul cursore del potenziometro CD che è a zero.

Nella taratura dello strumento occorre determinare con precisione il rapporto di ampiezza delle correnti circolanti nei due fili tesi e la fase relativa, nonchè le costanti dei due quadranti in mV per divisione. Per effettuare tale taratura si ricorre ad un circuito di prova, indicato in fig. 6, ove D rappresenta un solenoide in serie con due partitori di tensione che determinano la caduta di potenziale necessario su OA .

(Continua)



reni di ampiezza pressochè uguale, ma sfasate fra di loro di circa 90°. Questi due fili sono connessi fra di loro nel punto mediano ed i due cursori in serie al potenziale ignoto a mezzo di un deviatore ed un sistema di rivelazione, in modo che il punto zero di bilanciamento si ottiene quando il potenziale ignoto è uguale od opposto alla somma dei potenziali che attraversano i fili tesi nel punto medio della rispettiva corsa. L'istrumento e le sue parti accessorie sono visibili nello schema di fig. 6.

I due fili sono alimentati dal secondario di un trasformatore di entrata Tr ; in serie con RD vi sono due resistenze R di circa 250 ohm ciascuna ed in serie con CD due capacità C la cui reattanza è di circa 250 ohm alle fre-

quenze utilizzate. Le due resistenze R_1 hanno un valore critico. Ciascun filo potenziometrico è tenuto fortemente in tensione alla periferia di un disco di bachelite di $\varnothing = a$ 100 mm. circa. Un secondo filo è collocato in un canale del disco al disopra del filo teso e la presa mediana viene realizzata su questo secondo filo. La connessione fra i due fili è fatta in maniera anti-induttiva per evitare gli accoppiamenti esterni; essi sono in Nichelcromo ed il valore

variabile è di 12 ohm. Il quadrante dei due potenziometri è diviso in 200 parti sulla intiera circonferenza, partendo da -100 a 0 e da 0 a +100. Le resistenze R sono anch'esse in Nichelcromo, anti-induttive ed a minima perdita. Tutte le parti metalliche dell'apparecchio, compresi i quadranti dei potenziometri sono schermate e messe alla massa.

TERZAGO · MILANO

Lamelle di ferro magnetico tranciate per la costruzione dei trasformatori radio - Motori elettrici trifasi - monofasi - Indotti per motorini auto - Lamelle per nuclei - Comandi a distanza - Calotte - Serrapacchi in lamiera stampata - Chassis radio - Chiedere listino

VIA MELCHIORRE GIOIA N. 67 · TELEFONO N. 690.094