

20. Mario CHIOZZOTTO. — Un tipo di voltmetro a generazione per alte tensioni.

Riassunto. — Si descrive un tipo di voltmetro a generazione atto a misurare tensioni molto elevate, dell'ordine del migliaio di chilovolt. È studiato l'andamento della risposta dell'apparecchio in funzione della velocità di rotazione del rotore e dell'intensità di campo elettrico.

Résumé. — On décrit un type de voltmètre pouvant mesurer des tension très élevées, de l'ordre d'un millier de kilovolts. Cet appareil, basé sur le même principe que celui de Kirkpatrick et Miyake, est constitué par un rotor qui tournant dans le champ électrique généré par la tension à mesurer, produit une tension périodique, laquelle, amplifiée en puissance par un système électronique, fournit des indications sur un microampèremètre normal. On donne les graphiques qui représentent la réponse de l'appareil en fonction de la vitesse de rotation du rotor et de l'intensité du champ électrique. Cet appareil est monté actuellement de façon à pouvoir mesurer à distance et continûment la tension de travail de l'installation de 1100 kilovolts dont cet Institut est pourvu.

Summary. — A description is given of a type of voltmeter suited for measuring very high voltages, of the order of a thousand kilovolts. This apparatus, based on the same principle as that of Kirkpatrick and Miyake, is formed by a rotor, which by rotating in the electric field generated by the tension to be measured, produces a periodical tension, which, amplified in power by an electronic system, gives corresponding indications on a conventional microammeter. The graphs are reported showing the response of the apparatus as a function of the speed of the rotor and of the intensity of the electric field. This apparatus is at present so mounted that it can measure from a distance and continuously the working voltage of the 1100 kilovolt plant with which this Institute is provided.

Zusammenfassung. — Es wird ein Voltmeter beschrieben das zur Messung von sehr hohen Spannungen, und zwar im Bereich von 1000 Kilovolt, geeignet ist. Dieser Apparat, der auf dem Princip von Kirkpatrick und Miyake beruht, besteht aus einem Rotor welcher durch seine Rotation in dem, aus der zu messenden Spannung entstandenen elektrischen Feld, eine periodische Spannung erzeugt, die durch Verstärkung der Leistung mittels Amperometer anzeigt. Es werden die Darstellungen der Abhängigkeit der Empfindlichkeit des Apparates von der Drehungsgeschwindigkeit des Rotors und von der Intensität des elektri-

schen Feldes wiedergegeben. Dieser Apparat ist gegenwärtig so aufgestellt, dass man von weitem und fortlaufend die Arbeitsspannung der 1100 Kilovoltanlage dieses Institutes messen kann.

Il problema di misurare in maniera comoda e sufficientemente precisa delle tensioni molto elevate, dell'ordine di diverse centinaia di chilovolt, non è di facile soluzione. I tipi comuni di misuratori a caduta ohmica non hanno dato risultati soddisfacenti, sia perchè uno strumento del genere rappresenta un carico non sempre trascurabile per l'apparato generatore di tensione, sia per la difficoltà di evitare l'effetto corona, e soprattutto perchè catene di resistenze di elevato valore, quali sono necessarie per un tale scopo, non sono stabili ⁽¹⁾.

Lo spinterometro a sfere è una soluzione piuttosto primitiva che presenta evidenti svantaggi, e non sembra sia neppure molto corretta ⁽²⁾.

Più precisi, ma molto più complessi, sono i numerosi metodi che consentono di ricavare i valori della tensione dalla misura della deflessione di un fascetto di particelle cariche accelerato dalla tensione stessa e fatto passare in un campo elettrico o magnetico, oppure dalla misura della lunghezza d'onda di De Broglie con la diffrazione. Questi ultimi metodi, anche se atti a dare indicazione di precisione molto elevata, rappresentano soluzioni complesse. In pratica possono servire come metodi di taratura o controllo di qualche apparecchio speciale, destinato a dare indicazioni della tensione con continuità ed a distanza dal generatore. Anche tipi di misuratori di tensione basati su azioni di attrazione elettrostatica sono di difficile realizzazione e poco sicuri nel funzionamento.

Il tipo di misuratore di alte tensioni che sembra abbia dato soddisfacenti risultati è il voltmetro rotante ad induzione descritto per la prima volta da Kirkpatrick e Miyake ⁽³⁾ e Gunn ⁽⁴⁾ nel 1932, e diffuso in seguito in numerose varianti su molti impianti ad alta tensione.

Di questo tipo è anche il misuratore d'alta tensione realizzato nel nostro Laboratorio per la registrazione continua a distanza della tensione di lavoro dell'impianto da 1100 chilovolt ⁽⁵⁾. Esso è una variante

⁽¹⁾ Ved. p. es. JENNINGS, SWARTZ e ROSSI, R. S. L., 15, 64 (1944); HANNES HALFVÉN e SIGVARD EKLUND, R. S. I., 17, 353 (1946). Numerosi tentativi inoltre condotti presso questo Laboratorio nell'intento di sfruttare una catena di resistenze per misurare una tensione di 1100 chilovolt, hanno dimostrato che un sistema del genere non presenta le necessarie caratteristiche di costanza e stabilità.

⁽²⁾ HENDERSON, GOSS e ROSE, R. S. I., 6, 63 (1935); Meador. Elec. En., 53, 942 (1934).

⁽³⁾ KIRKPATRICK e MIYAKE, R. S. I., 3, 1 (1932).

⁽⁴⁾ ROSS, Gunn. Phys. Rev., 40, 307 (1932).

⁽⁵⁾ AMALDI, BOCCIARELLI, RASETTI e TRABACCHI, La Ric. Sc., 1 (1939).

del tipo a rotore cilindrico descritto da Henderson e coll. ⁽⁶⁾. La parte rotante è costituita da un cilindro di bachelite di 40 centimetri di lunghezza e 10 di diametro sul quale sono fissate due lamine di alluminio di 40 centimetri per 14, isolate tra loro ed in collegamento elettrico coi due semiassi del rotore. Questo collegamento è ottenuto tramite i due cuscinetti a sfere nei quali girano i semiassi e si è constatato sperimentalmente che questo tipo di collegamento è esente da difetti che possono alterare il funzionamento dell'apparecchio. E' stata preferita questa so-

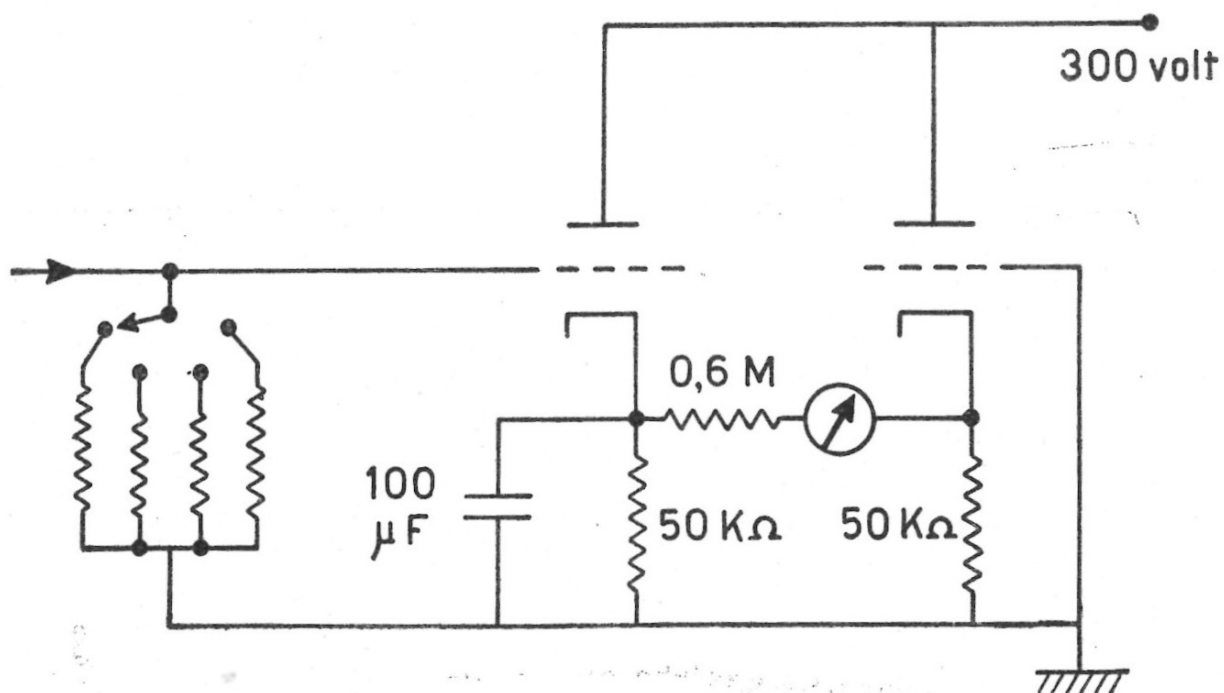


FIG. 1.

luzione piuttosto che introdurre l'uso di un collettore a spazzole già usato da Henderson e coll. per evitare gli inconvenienti già notati dagli Autori stessi. Un motore a corrente continua, calettato su un semiasse del rotore, provvede alla rotazione di questo. Una delle piastre d'alluminio è collegata direttamente al suolo, mentre l'altra va a terra con una grossa resistenza. Il principio sul quale lo strumento si basa è ben noto. La piastra isolata, in rotazione, si trova durante un semiperiodo esposta all'azione del campo elettrico che induce su di essa delle cariche, e durante il semiperiodo successivo viene invece ad essere schermata dall'azione della placca collegata direttamente a terra. Ciò provoca un fluire alternativo di cariche lungo la resistenza di fuga, e dà quindi a monte di questa un potenziale oscillante periodicamente.

Questa tensione viene applicata alla griglia di un triodo montato a «cathode follower» in modo da amplificare in potenza l'impulso di ingresso. Al livellamento delle oscillazioni di tensione sul catodo provvede

(6) HARNWELL e Van VOORHIS, R. S. I., 4, 540 (1933).

un condensatore di capacità opportunamente scelta in modo che la costante di tempo del condensatore e della resistenza catodica sia molto grande in confronto della frequenza dell'impulso d'ingresso. Ciò permette l'uso di un microamperometro, con opportuna resistenza in serie, come misuratore della tensione al catodo stesso. Per azzerare lo strumento di misura in assenza di campo elettrico, esso è stato bilanciato

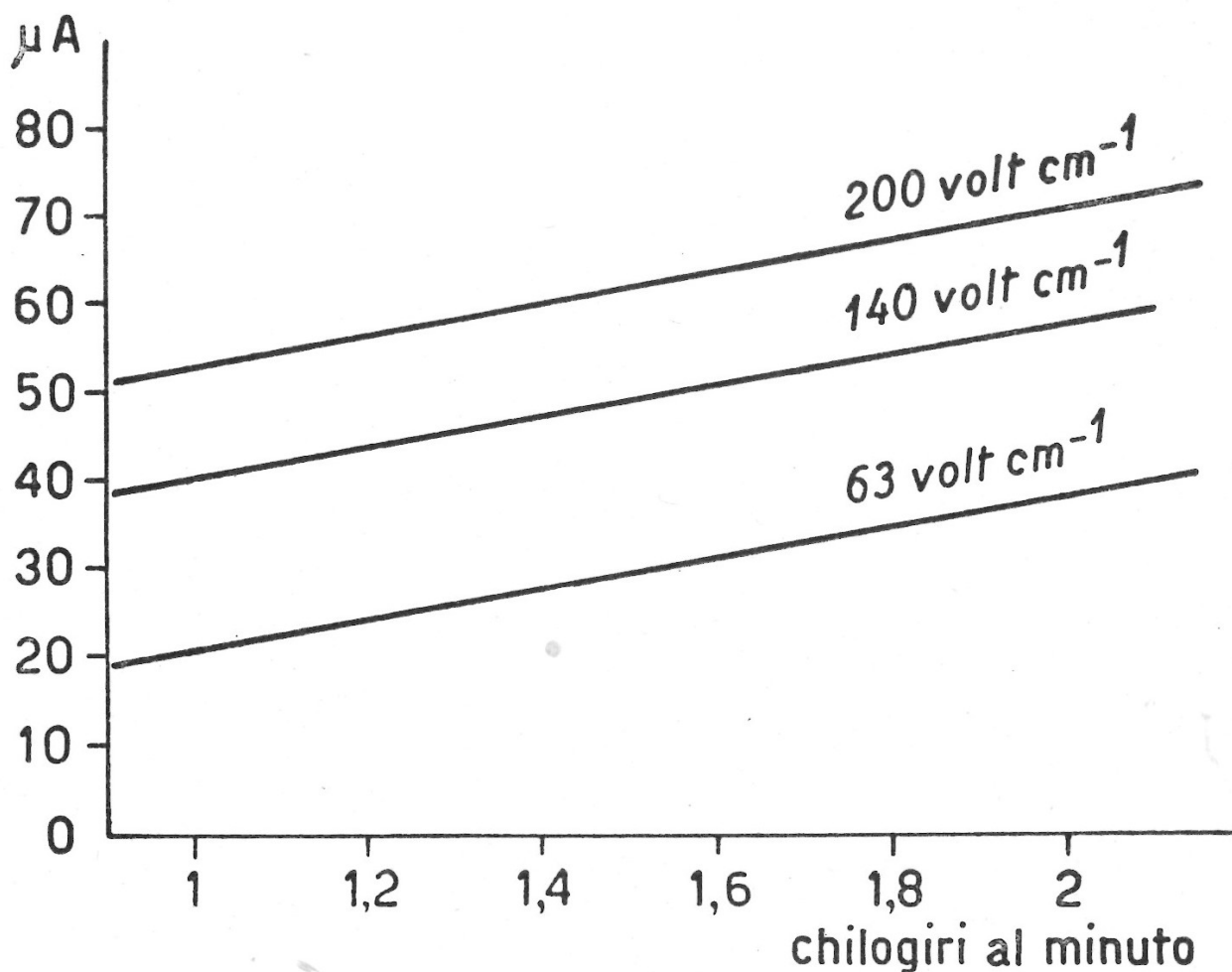


FIG. 2.

a ponte su un altro « cathode follower » eguale al primo, sfruttando così le due sezioni di un doppio triodo 6SL7-RCA. Con ciò si raggiunge inoltre lo scopo di sottrarre praticamente le indicazioni dello strumento dall'influenza di variazioni nella tensione di alimentazione delle valvole in modo da permettere l'uso di un piccolo alimentatore non stabilizzato.

In queste condizioni l'indicazione del microamperometro, quando il rotore giri in un campo elettrico, risulta funzione dell'intensità del campo e della frequenza di rotazione. Nonostante infatti che il circuito sia stato disegnato in modo da dare una risposta praticamente indipendente dalla frequenza, a causa delle capacità parassite del circuito d'ingresso e della capacità del rotore stesso, le indicazioni del microamperometro dipendono dalla frequenza. A titolo di esempio si riportano al-

cune curve che rappresentano l'andamento della corrente nel microamperometro in funzione della frequenza di rotazione del rotore, per alcuni valori del campo elettrico.

Dato lo scopo per il quale è stato studiato l'apparecchio, è stato sufficiente, per ovviare all'inconveniente della variazione della risposta con la frequenza di rotazione del rotore, far girare questo con un motore a corrente continua. L'osservazione stroboscopica del moto di esso ha dato

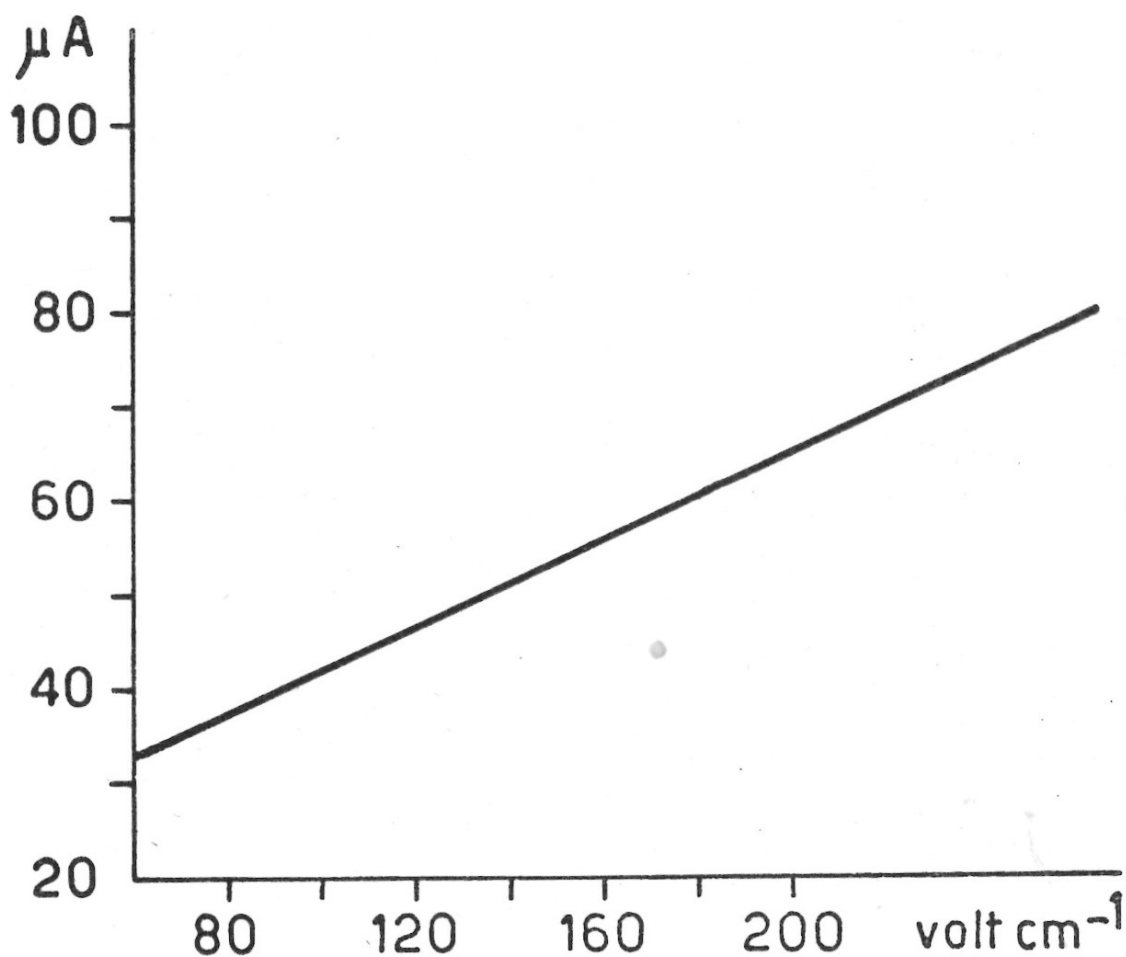


FIG. 3.

conferma che non avvengono variazioni di velocità, almeno entro l'1%.

L'intervallo di valori dell'intensità di campo in cui l'apparecchio è usabile arriva a valori molto elevati senza presentare inconvenienti. In questo caso l'apparecchio è stato usato fino a campi di circa 3000 volt per centimetro. Nel caso di campi molto intensi è necessario però ridurre opportunamente l'ampiezza del segnale che il rotore fornisce, per evitare che il « cathode follower » tagli l'onda in ingresso, uscendo quindi di caratteristica. Per far ciò basta ridurre opportunamente la resistenza di fuga, o schermare parzialmente il rotore con una rete metallica collegata al suolo (⁶). A titolo di esempio si riporta una curva di taratura dello strumento, a velocità di rotazione costante.

Per lo scopo specifico per il quale l'apparecchio è stato costruito, esso viene montato a terra, nella sala che contiene l'impianto da 1100

chilovolt a distanza di circa 4 metri dall'involucro anticorona che termina superiormente il tubo acceleratore e la trasmissione al microamperometro viene fatta a distanza nella cabina di manovra sottostante all'impianto stesso. Dato che l'andamento del campo elettrico nelle vicinanze del rotore è lungi dall'essere conosciuto, per avere una taratura dello strumento quanto più possibile precisa, è preferibile ricorrere allo sfruttamento di alcune reazioni nucleari che presentino delle risonanze note e ben definite.

Mi è grato in quest'occasione pubblicamente ringraziare il prof. G. C. Trabacchi che in ogni modo mi ha facilitato il lavoro, e con la consueta premura ha messo a mia disposizione materiali e strumenti.

Roma. — Istituto Superiore di Sanità - Laboratorio di Fisica. Aprile 1949.
