

jednakowo dokładne według tej skali przy prądzie stałym i przy prądzie zmiennym dowolnej częstotliwości, używanej w praktyce elektrotechnicznej.

Od temperatury i pól magnetycznych wskazania woltomierzy elektrostatycznych z izolacją powietrzną są niezależne.

Natomiast duży wpływ mają pola elektryczne. Szczególnie należy uważać na stan szybki przed skalą. Przy wycieraniu tu łatwo gromadzą się ładunki, wywołujące siły, odsuwające wskazówkę na kilka działek od właściwego położenia. W wypadkach wątpliwych szybko trzeba lekko zwilżyć przez chuchnięcie.

Cały mechanizm woltomierza musi być oczywiście zamknięty w metalowym pudełku, w razie potrzeby uziemionym.

Dokładność odczytów, wobec małych sił kierujących położeniem ruchomego układu, jest niewielka—około 1% bez dodatkowych kondensatorów i do 2% z temi kondensatorami.

### 36. Rozszerzenie skali woltomierzy elektrostatycznych.

Rozszerzenie skali woltomierzy elektrostatycznych uskutecznia się za pomocą kondensatorów z odpowiednią izolacją tylko na prąd zmienny dla ograniczonej liczby okresów (u Hartmanna - Brauna do 1000 okresów na sekundę).

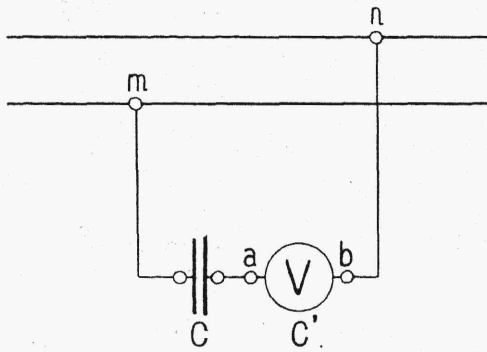
W zasadzie są dwa sposoby włączania kondensatorów.

Kondensator można włączyć w szereg z woltomierzem (rys. 66). Wtedy napięcie mierzone  $V_{mn}$  będzie w takim stosunku do napięcia na woltomierzu  $V_{ab}$ , w jakim stosunku są oporności urojone odpowiednich cząstek obwodu, a więc:

$$\frac{V_{mn}}{V_{ab}} = \frac{\frac{1}{c \omega} + \frac{1}{c' \omega}}{\frac{1}{c' \omega}}$$

$c$  stanowi pojemność dodatkowego kondensatora, a  $c'$  pojemność woltomierza w odpowiednim położeniu układu ruchomego. Stąd:

$$\frac{V_{mn}}{V_{ab}} = \frac{c + c'}{c},$$



Rys. 66. Rozszerzenie zakresu skali woltomierza elektrostatycznego.

przeto:

$$V_{mn} = V_{ab} \frac{c + c'}{c}.$$

Nprz. przy pojemności  $c' = 19$  cm. i  $c = 1$  cm.

$$\frac{c + c'}{c} = 20.$$

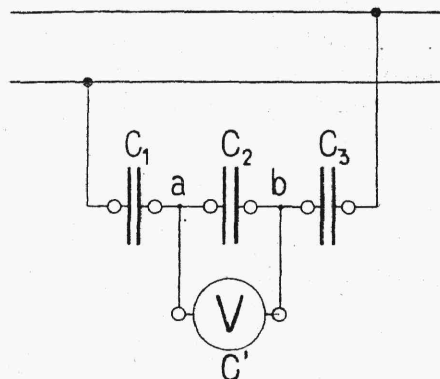
Wartość podziałki skali wzrasta dwudziestokrotnie.

Inny sposób polega na zastosowaniu podziału napięcia za pomocą kilku kondensatorów, połączonych szeregowo (rys. 67).

Do końcówek jednego z nich przyłączony jest woltomierz.

W tym razie również napięcia są proporcjonalne do oporności urojonych, więc:

$$\frac{V_{mn}}{V_{ab}} = \frac{\frac{1}{c_1 \omega} + \frac{1}{(c_2 + c') \omega} + \frac{1}{c_3 \omega}}{\frac{1}{(c_2 + c') \omega}}$$



Rys. 67. Rozszerzenie skali woltomierza elektrostatycznego.

stąd:

$$V_{mn} = V_{ab} \frac{\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2 + c'} + \frac{1}{c_3}}{\frac{1}{c_2 + c'}}$$

Jeżeli  $c_1 = c_2 = c_3$ , a pojemność woltomierza jest dość mała w porównaniu do pojemności kondensatorów, to:

$$V_{mn} = 3 \cdot V_{ab}.$$

Woltomierze z dodatkowymi kondensatorami zwykle wskazują dokładnie tylko przy tej częstotliwości, dla której były cechowane, a na prąd stały stosowane być nie mogą, wobec zmiennych własności izolacji, używanej powszechnie w dodatkowych kondensatorach.

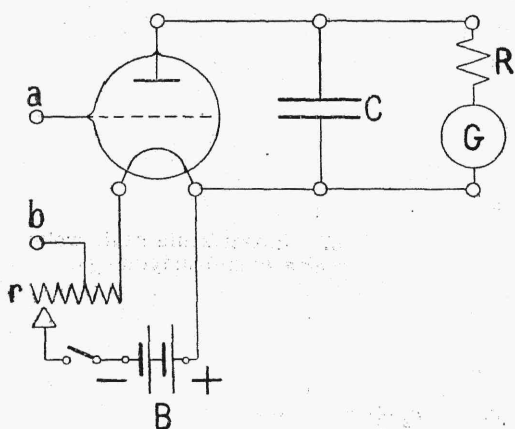
Jest jednak jeszcze inny sposób rozszerzenia skali woltomierzy elektrostatycznych, który nie ogranicza zakresu ich stosowania względem częstotliwości.

Polega on na zmianie momentu zatrzymującego ruchomy układ, gdy moment ten wytwarza siła ciężkości. Ciężarek w postaci haczyka u dołu może być zmieniany, a odpowiednio do jego wagi zmienia się skala. Tą drogą oczywiście można zmieniać skalę w niezbyt rozległych granicach, gdyż odległość pomiędzy okładkami dla znacznie wyższych napięć może wypaść zbyt mała i prąd zacznie przebijać izolację.

### 37. Woltomierz katodowy.

Według pomysłu E. B. Moullin \*) sporządzane są woltomierze, pobierające znikomo mały prąd, na bardzo małe napięcia. Stosuje się je do pomiaru napięcia okresowo zmiennego.

Są dwa układy połączeń, stanowiące zasadę ustroju tych przyrządów.



Rys. 68. Układ połączeń I woltomierza katodowego.

Według pierwszego układu (rys. 68) z lampką katodową, podobną do stosowanych w odbornikach radiofonicznych, połączony jest wskazówkowy galwanometr na prąd stały z opornikiem  $R$ , włączonym w szereg i kondensatorem, włączonym równolegle. Baterji anodowej niema, jest tylko baterja 6 woltowa żarzenia z opornikiem  $r$ , jak wskazano na rys. 68. Przez ustawienie kontaktu ruchomego opornika  $r$ , ustala się na druciku żarowym lampy napięcie 3,6 wolta, a gdy końcówki  $a$  i  $b$  będą połączone między sobą jakimkolwiek przewodem, na siatce lampy ustala się ujemny potencjał — 1,6 wolta.

Takim woltomierzem można mierzyć tylko napięcie w takich dwóch punktach pewnego obwodu elektrycznego, które mają pomiędzy sobą połączenie przewodowe.

Pomiar zaczynamy od przyłączenia zacisków  $a$  i  $b$  układu woltomierzowego do badanego obwodu, w którym jednak narazie niema jeszcze prądu.

Zamknąwszy obwód baterji żarzenia, opornikiem  $r$  nastawiamy wskazówkę galwanometru na zero skali, odpowiednio podzielonej.

\*) E. B. Moullin Wireless World and Radio Review 1922.