

Zwykle fabryki wyrabiają przyrządy dla różnych częstotliwości, najczęściej od 25 do 100. Na skali jest podana częstotliwość, przy której ta skala jest cechowana.

Dokładność wskazań np. w przyrządach Hartmana i Brauna jest wystarczająca nawet przy zmianach częstotliwości w granicach 5%.

Woltomierze cieplne mają zawsze włączone w szereg z drucikiem grzejnym opory bezindukcyjne. Obwód takiego woltomierza ma bardzo małą indukcyjność i z tego powodu woltomierze tego rodzaju, przy tej samej skali, z jednakową dokładnością mogą być stosowane na prąd stały i zmienny, przy wszystkich częstotliwościach prądu, używanego do przenoszenia siły i oświetlenia.

Woltomierze cieplne są bardzo mało przeciążalne, więc nieraz zaopatrzone są w bezpieczniki topliwe, które chronią drucik grzejny od spalenia w razie włączenia na zbyt wysoki woltaż.

35. Woltomierze elektrostatyczne.

Zasada ustroju woltomierzy elektrostatycznych polega na przyciąganiu się okładzin, naładowanego kondensatora.

Z teorii elektrostatyki wiemy, że siła przyciągania się okładzin kondensatora wyraża się wzorem:

$$F = \frac{V^2 \cdot S \cdot \epsilon}{8 \pi d^2}$$

F — siła przyciągania się dwóch równoległych płaskich okładzin, V — napięcie = różnicy potencjałów pomiędzy okładzinami, S — powierzchnia jednej z okładzin, zwrócona do drugiej, d — odległość pomiędzy wewnętrznymi powierzchniami okładzin, ϵ — stała dielektryczna ośrodka izolacyjnego.

Z tego wzoru widzimy, że siła jest proporcjonalna do drugiej potęgi napięcia, wobec tego woltomierze zbudowane na tej zasadzie służyć mogą dla prądu stałego i dla prądu zmiennego. Wartości podziałek wyznaczone przy napięciu stałym, będą wyrażały przy napięciu okresowo zmiennem pierwiastki kwadratowe z przeciętnych z kwadratów wartości chwilowych napięcia t. j. wartości skuteczne.

W celu zwiększenia siły działającej w takim woltomierzu, zwiększa się zwykle powierzchnię S . Firma Hartmann Braun (rys. 65) dla woltomierzy, mających różne skale, od 100 do 1000 woltów, stosuje kondensatory powietrzne z kilkunastu blaszkami, stanowiącemi dwa układy, jeden nieruchomy, a drugi ruchomy, zawieszony na wstążeczce metalowej.

Pod wpływem sił elektrostatycznych blaszki ruchome wchodzi pomiędzy nieruchome coraz głębiej, w miarę rozrostu napięcia, przytem metalowa wstążeczka skręca się i wytwarza moment obrotowy, zatrzymujący układ ruchomy w pewnym położeniu równowagi.

Dla wyższych napięć, od 1200 do 13000 woltów, są używane woltomierze z dwoma blaszkami nieruchomymi i jedną ruchomą, wchodzącą pomiędzy nieruchome.

Tłumienie wahań wskazówki, przymocowanej do układu ruchomego, odbywa się za pomocą tłumika elektromagnetycznego ze stałym magnesem.

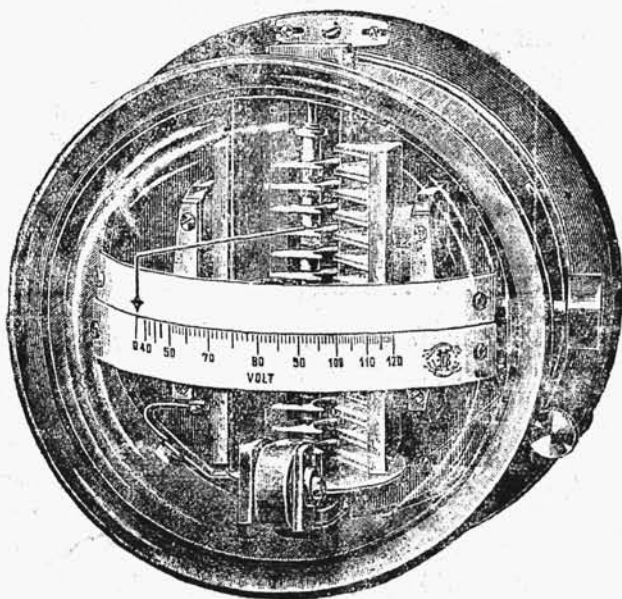
W celu zwiększenia wytrzymałości na przebiecie przy wyższym napięciu i otrzymania większego momentu obrotowego, czasem stosuje się w woltomierzach tego rodzaju izolacja olejowa, gdyż olej ma stałą dielektryczną od 2 do 3, pozątem można zbliżyć metalo we okładziny nie obawiając się przeskoku

iskry, co również znacznie potęguje siły elektrostatyczne. Jednak olej powoduje powstanie ładunków szczątkowych, przy zmianie napięcia i z tego powodu do pomiaru napięcia prądów stałych takie woltomierze nie nadają się, przy prądzie zmiennym wskazania przyrządu w pewnej mierze są zależne od częstotliwości. Tych braków nie mają woltomierze z izolacją gazową przy zwiększonej prężności gazu od 5, a nawet 10 kg./cm.^2 .

W praktyce jednak najczęściej znajdują zastosowanie woltomierze elektrostatyczne z izolacją powietrzną, przy normalnej prężności.

Główną zaletą woltomierzy elektrostatycznych jest to, że przy prądzie stałym zupełnie nie pobierają prądu, a przy prądzie zmiennym, wobec ich bardzo małej pojemności, prąd płynie bardzo słaby np. 10^{-5} ampera przy 50 okresach.

Woltomierze elektrostatyczne z izolacją powietrzną dają wskazania



Rys. 65. Wieloblaszkowy woltomierz elektrostatyczny Hartmann-Braun'a.

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 szybkość trzeba lekko zwolnić 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).

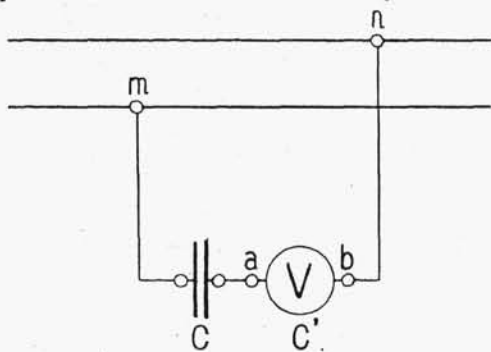
W zasadzie są dwa sposoby włączania kondensatorów.

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.