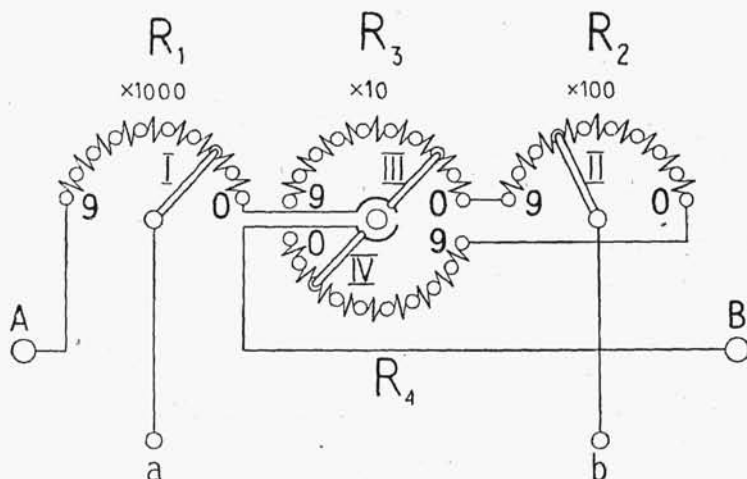


Zaciski A B łączą się z pomocniczym źródłem prądu, zaciski a b z obwodem galwanometru, gdzie znajduje się podlegająca kompensacji siła elektromotoryczna lub napięcie.

Przesuwając korbki I, II, III i IV, zmieniamy wielkość oporu, zawartego pomiędzy zaciskami a i b , nie zmieniając wartości oporu pomiędzy zaciskami A i B .



Rys. 57. Układ oporów przyrządu kompensacyjnego Feussner'a.

Z układu korbek I i II na rys. 57 widzimy wyraźnie, że ich położenie nie ma wpływu na opór pomiędzy zaciskami A i B .

Co do korbek III i IV, należy wyjaśnić, że one osadzone są na jednej osi i zmontowane ze sobą tak, że poruszają się zawsze razem. W ten sposób przy włączeniu pewnego oporu w oporniku R_3 , taki sam opór wyłącza się w oporniku R_4 .

Zwykle wprowadza się w obwód kilka podwójnych oporników z podwójnymi korbkami takich, jak $R_3 - R_4$, dla dokładniejszego wyregulowania oporów.

30. Zasada ustroju woltomierzy prądowych.

Jeżeli pomiędzy punktami a i b (rys. 58), gdzie chcemy zmierzyć napięcie, włączymy wskaźnik prądu to, według prawa Ohma, popłynie w nim prąd o natężeniu proporcjonalnym do napięcia.

Przy prądzie stałym napięcie w punktach a b wyrażać się będzie wzorem:

$$V_{ab} = J \cdot R,$$

a przy prądzie zmiennym wzorem:

$$V_{ab} = J \cdot Z,$$

gdzie R oporność rzeczywista, a Z — pozorna obwodu a b .

Chcąc uniknąć wykonywania takich obliczeń, damy na przyrządzie skalę, której liczby oznaczać będą powyższe iloczyny, a więc napięcie na końcówkach tego przyrządu w woltach, jak na rys. 58-a, wtedy nasz wskaźnik prądu będzie woltomierzem.

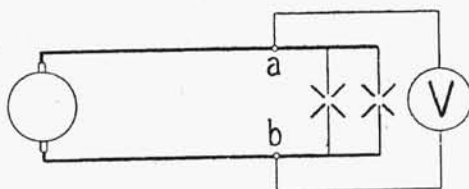
Tego rodzaju woltomierz przy prądzie zmiennym będzie miał skalę, zależną od częstotliwości prądu, gdyż

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2},$$

a $X = L \omega - \frac{1}{C \omega}$, tu $\omega = 2 \pi f$, gdzie f — częstotliwość prądu.

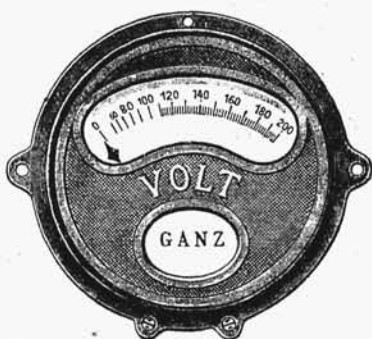
Chcąc by wskazania woltomierza były zupełnie niezależne od częstotliwości prądu zmiennego, należy oporność urojona X sprowadzić do zera.

Zmniejszenie wpływu oporności urojonej osiągamy, wprowadzając do obwodu woltomierza duże opory bezindukcyjne. O ile X stanowi drobna część procentu R , to możemy uważać wskazania woltomierza za niezależne od liczby okresów prądu na sekundę.



Rys. 58. Wskaźnik prądu jako woltomierz.

W tych przypadkach, gdy to jest niemożliwe do osiągnięcia, zaznacza się na skali przyrządu tę liczbę okresów zmienności prądu na sekundę, dla której przyrząd był cechowany.



Rys. 58-a. Woltomierz.

Na wielkość indukcyjności woltomierza mają wpływ rozmaite części metalowe, w których powstają indukowane prądy wirowe. Prądy te są tem większe, im większa jest częstotliwość prądu.

To też szczególnie przy średnich i wielkich częstotliwościach należy unikać w ustroju przyrządów mas metalowych, a te, które są nieuniknione — odpowiednio rozcinać dla uniknięcia, czy też chociaż zmniejszenia tych prądów.

Wszystkie woltomierze na prąd zmienny i stały mają skalę, zależną od temperatury, gdyż ze zmianą temperatury zmienia się oporność omowa obwodu woltomierza.

Jednak, stosując odpowiednie materiały do sporządzania oporników i cewek w woltomierzach, wpływ ten można zmniejszyć do tego stopnia, że praktycznie wskazania będą niezależne od temperatury.

Należy zwrócić jeszcze uwagę na spadek napięcia w przewodach łączących punkty sieci, pomiędzy którymi mamy mierzyć napięcie, z zaciskami woltomierza. Skutkiem tego spadku woltomierz wskazuje napięcie nieco za niskie.

Najczęściej jednak ten spadek napięcia jest bardzo mały, w porównaniu do mierzonego napięcia. Tak np. przewody miedziane o przekroju 1 mm^2 , przy długości 2 metrów, mają oporność $0,0351 \text{ oma}$, a oporność woltomierza wynosi 1000Ω , więc spadek napięcia w tych przewodach stanowi tu zaledwie $0,00351$ procentu od napięcia na woltomierzu.

Praca prądu, przepływającego przez woltomierz, wytwarza tam ciepło, rozpraszające się w otoczeniu.

Jeżeli natężenie prądu w obwodzie woltomierza oznaczmy przez J , a oporność tego obwodu przez R , to moc rzeczywista tego prądu będzie:

$$J^2 \cdot R.$$

Przy prądzie stałym, według prawa Ohma:

$$J = \frac{V_{ab}}{R}.$$

Więc:

$$J^2 \cdot R = \frac{V_{ab}^2}{R}.$$

Z tego wzoru wypada, że chcąc uniknąć znacznych strat energii w woltomierzu, należy brać oporność tego obwodu jak największą.

Przy prądzie zmiennym wypadnie uwzględnić jeszcze oporność urojoną, ale wynik rozumowania wypadnie podobny: należy wziąć oporność możliwie większą.

Przykł. Ścisły woltomierz do 3 woltów ma oporność 1000Ω , więc prąd, płynący przez niego, wynosi $0,003$ ampera i moc prądu, wytwarzająca ciepło— $0,009$ wata.

31. Zastosowanie woltomierzy prądowych do mierzenia sił elektromotorycznych.

Przy mierzeniu siły elektromotorycznej woltomierzem należy pamiętać, że woltomierz, połączony ze źródłem prądu (rys. 59), wskazuje tylko napięcie na końcówkach a, b .

Oznaczmy oporność wewnętrzną źródła prądu przez r , natężenie prądu przez J , siłę elektromotoryczną przez E , a napięcie na końcówkach a, b przez V_{ab} , to wtedy według prawa Ohma:

$$E = V_{ab} + J \cdot r$$