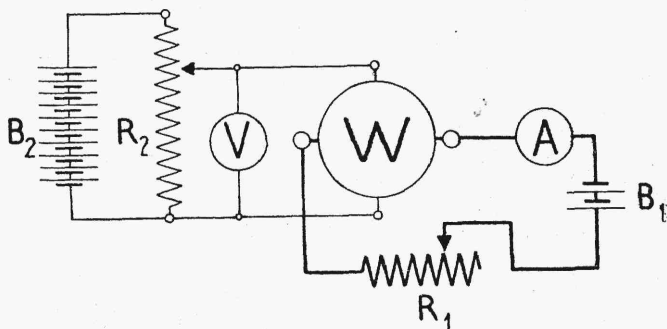


Przez cewkę nieruchomą watomierza przepuszczamy prąd ze źródła B_1 , utworzonego z kilku akumulatorów. Opornikiem R_1 nastawiamy natężenie prądu na odpowiednią wartość, wskazaną przez amperomierz A . Cewkę ruchomą watomierza zasilamy prądem z baterji B_2 , która może składać się z wielkiej liczby ogniów akumulatorowych, połączonych w szereg, o małej pojemności, gdyż prąd w obwodzie cewki ruchomej ma małe natężenie, napięcie natomiast musi być takie, na jakie jest zbudowany watomierz. Nastawianie napięcia na cewce ruchomej odbywa się za pomocą opornika R_2 w potencjometrycznym układzie połączeń. Do mierzenia tego napięcia służy woltomierz V .



Rys. 106. Układ połączeń do cechowania watomierzy.

Iloczyn wskazań woltomierza i amperomierza daje liczbę watów, odpowiadającą odchyleniu watomierza, współczesnego z powyższymi wskazaniami woltomierza i amperomierza.

W celu usunięcia wpływu pola ziemskiego na wyniki wzorcowania, należy przeprowadzić wzorcowanie przy dwóch kierunkach prądu w zwojniciach watomierza i obliczyć wskazania średnie.

Stosowanie dwóch źródeł prądu przy wzorcowaniu pozwala uniknąć znacznego zużycia energii i konieczności rozporządzania źródłami prądu nieraz wielkiej mocy — odpowiednio do zakresu skali watomierza. Tak np. watomierz na 100 kW. (200 A przy 500 V.) można przewzorcować, mając jedną baterję na 200 A. przy 6 V., t. j. na 1,2 kW i drugą na 500 V, przy 0,5 A, t. j. na 0,25 kW.

Watomierze indukcyjne i wszystkie watomierze w układzie łącznym z transformatorami miernikowymi wypada oczywiście wzorcować przez porównanie z watomierzami elektrodynamicznymi, używając prądu zmiennego.

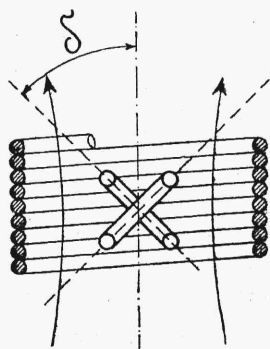
Tu również zwykle stosuje się dwa źródła prądu.

51. Wskaźniki współczynnika mocy.

W celu wyznaczenia współczynnika mocy prądu zmiennego przez bezpośredni odczyt, stosuje się przyrządy wskazówkowe, oparte na oddziaływaniu pola magnetycznego, wywołanego przez prąd roboczy na cewki z prądem, odgałęzionym od napięcia międzyprzewodowego. Zasada podana przez Brugera.

Przy prądzie jednofazowym układ cewek mamy następujący.

Na rys. 107 pokazane jest względne położenie zwojnicy z prądem roboczym i cewek ruchomych, a na rys. 108 układ połączenia z przewodami. Z rys. 108 widzimy, że w obwodzie jednej z cewek ruchomych mamy znaczny opór bezindukcyjny R , a w obwodzie drugiej cewki dławik L z wielką indukcyjnością.



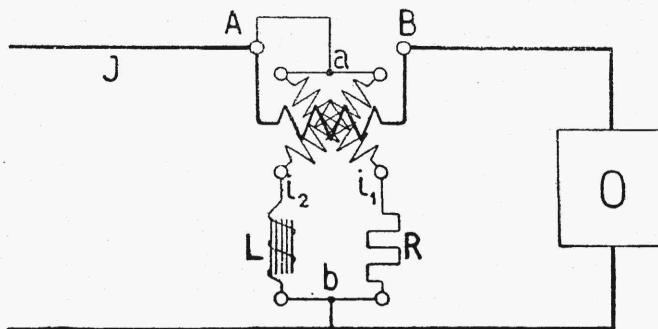
Rys. 107. Zwojnica główna i ruchome cewki miernika współczynnika mocy.

Skutkiem tego prąd i_1 jest prawie zgodny w fazie z napięciem, a prąd i_2 opóźnia się w fazie względem napięcia niemal o ćwierć okresu.

Cewki ruchome z prądami i_1 i i_2 są zmontowane ze sobą i zaopatrzone w czopy, oparte w odpowiednich łożyskach tak, że zespół tych cewek może obracać się swobodnie dokoła osi, prostopadłej do linii magnetycznych zwojnicy nieruchomej.

Doprowadzenie prądu do ruchomych cewek odbywa się za pomocą cienkich miękkich pasków metalowych, wywołujących znikomo mały moment obrotowy przy obracaniu cewek.

Mamy więc tu do czynienia tylko z dwoma momentami obrotowymi, działającymi na poszczególne cewki. Średnie wartości tych momentów są proporcjonalne do skutecznych wartości prądów w zwojnicy nieruchomej i odpowiedniej cewce ruchomej, oraz do cosinusa kąta, wyrażającego różnicę faz pomiędzy prądem zwojnicy nieruchomej i cewki ruchomej, a także do sinusa kąta pomiędzy osią zwojów cewki ruchomej a kierunkiem linii sił pola magnetycznego zwojnicy nieruchomej.



Rys. 108. Układ połączeń wskaźnika współczynnika mocy.

Kąt różnicy faz pomiędzy prądem przewodowym J , a napięciem V , oznaczmy przez φ . Kąt pomiędzy osią zwojów jednej z cewek a kierunkiem linii magnetycznych zwojnicy nieruchomej przez δ . Dla drugiej cewki kąt ten będzie $(90^\circ - \delta)$, gdyż z względem siebie cewki są ustawione nieruchomo pod kątem prostym. Stałe współ-

czynniki, zależne od kształtu cewek i liczby zwojów, oznaczmy przez c , wtedy momenty, działające na poszczególne cewki, będą:

$$M_1 = c_1 \cdot J \cdot i_1 \cdot \cos \varphi \cdot \sin \delta,$$

$$M_2 = c_2 \cdot J \cdot i_2 \cos (90^\circ - \varphi) \cdot \sin (90^\circ - \delta),$$

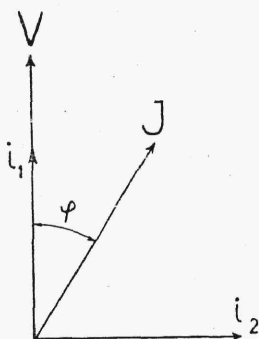
albo:

$$M_2 = c_2 \cdot J \cdot i_2 \sin \varphi \cdot \cos \delta.$$

Zespół ruchomych cewek ustawia się oczywiście względem pola magnetycznego zwojnicy nieruchomej w ten sposób, że w położeniu równowagi momenty M_1 i M_2 będą sobie równe i przeciwne.

Możemy więc napisać równanie:

$$c_1 \cdot J \cdot i_1 \cos \varphi \cdot \sin \delta = c_2 \cdot J \cdot i_2 \sin \varphi \cdot \cos \delta.$$



Rys. 109. Układ wektorów napięcia i prądów w mierniku współczynnika mocy.

Stosunek wielkości natężeń prądów i_1 do i_2 jest zawsze stały, gdyż zależy tylko od stosunku oporności pozornych obwodów cewek ruchomych. Wobec tego z powyższego równania wypada:

$$\operatorname{tg} \varphi = c_3 \cdot \operatorname{tg} \delta.$$

Równanie to wyraża, że kąt φ jest funkcją kąta δ , określającego położenie ruchomych cewek.

Przekształcając $\operatorname{tg} \varphi$ na odpowiedni wyraz, zawierający $\cos \varphi$ otrzymamy:

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + c_3^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \delta}}$$

Z tych rozumowań wynika, że, przymocowując do ruchomych cewek wskazówkę, możemy skalę przecechować na kąt φ lub też na $\cos \varphi$.

Do osiągnięcia pewnej stałej równowagi we właściwych położeniach cewek, niezbędne są dość znaczne momenty obrotowe, a więc odpowiednie natężenie pola magnetycznego. Osiągamy to przez otoczenie zwojnicy nieruchomą ramką z blaszek żelaznych, a wewnątrz cewek umieszcza się nieruchomy żelazny rdzeń.

Zmiana częstotliwości w granicach $\pm 5\%$ i napięcia $\pm 10\%$ jest dopuszczalna i nie wpływa znacznie na wskazania przyrządu.

Tego samego rodzaju przyrządy sporządza się na prąd trójfazowy. Cewkę nieruchomą włącza się w jeden z przewodów, a cewki napięciowe, zaopatrzone tylko w opory omowe, włączone są na napięcia z różnicą faz 120° .

Wobec bezindukcyjności oporów dodatkowych obwodów napięciowych, wahania częstotliwości do $\pm 20\%$ nie mają wyraźnego wpływu na wskazania przyrządu.