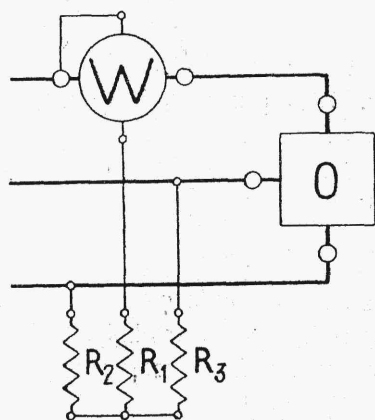


nieruchomą watomierz, a na końcówkach cewki ruchomej mamy napięcie, tak zwane, fazowe.

W tych warunkach watomierz wskazuje oczywiście moc w jednej tylko fazie; należy więc wskazania jego potroić, ażeby otrzymać moc całkowitą prądu trójfazowego.



Rys. 102. Pomiar mocy prądu trójfazowego jednym watomierzem przy pomocy sztucznej gwiazdy.

Jeżeli watomierz urządzony jest do mierzenia całej mocy prądu trójfazowego, to na jego skali podane są zazwyczaj cyfry potrojone, wyrażające od razu całkowitą moc prądu trójfazowego.

Jeżeli punkt zerowy jest niedostępny, albo też niema go wcale, bo odbiorniki połączone są w trójkąt, to za pomocą trzech oporników można wytworzyć punkt zerowy. Oporniki R_1 , R_2 , R_3 łączy się wtedy tak, jak wskazuje rys. 102.

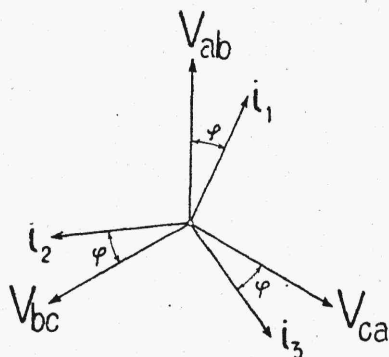
Jeżeli oporność cewki ruchomej jest r , to opory należy tak dobrać, aby

$$r + R_1 = R_2 = R_3.$$

Stała watomierza zależy oczywiście od wielkości $r + R_1$.

49. Wyznaczanie współczynnika mocy za pomocą watomierza.

Na podstawie powyższych wywodów łatwo wykazać, że przy równym obciążeniu trzech faz za pomocą wskazań dwóch watomierzy, włączonych według rys. 100, można obliczyć przesunięcie fazy prądu względem napięcia, a więc i współczynnik mocy prądu, wyrażający stosunek mocy rzeczywistej do pozornej.



Rys. 103. Układ wektorów napięć międzyprzewodowych i prądów fazowych.

Z układu wektorów wskazanego na rys. 103, widzimy, że każdy prąd przesunięty jest względem swego napięcia o kąt φ ; rzeczywista moc całkowita prądu będzie zatem:

$$P = V_{ab} i_1 \cos \varphi + V_{bc} i_2 \cos \varphi + \\ + V_{ca} i_3 \cos \varphi.$$

Gdy obciążenie wszystkich trzech faz jest jednakowe, możemy napisać krócej:

$$P = 3 \cdot V i \cos \varphi.$$

Moc pozorna będzie $3 V i$, a więc:

$$\frac{P}{3 V i} = \cos \varphi.$$

Kąt φ znajdziemy ze wskazań dwóch watomierzy w sposób następujący. Oznaczmy wskazania tych watomierzy (rys. 100) przez P_1 i P_2 ; w takim razie z poprzednio podanych wzorów mamy:

$$P_1 = V_{ac} J_1 \cos \varphi_1,$$

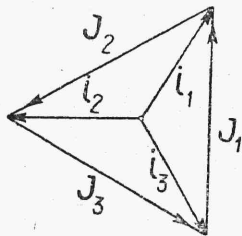
$$P_2 = V_{bc} J_2 \cos \varphi_2.$$

Kąty φ_1 i φ_2 można wyznaczyć w zależności od kąta φ .

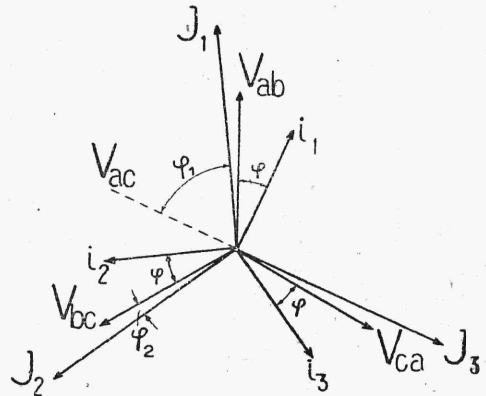
Jeżeli rozważymy układ odbiorników przy połączeniu w trójkąt, to według pierwszego prawa Kirchhoffa, mając wektory prądów fazowych, znajdziemy wektory prądów przewodowych

rys. 104.

Gdy wykreślimy razem wektory napięć międzyprzewodowych



Rys. 104. Trójkąt prądów w układzie trójfazowym.



Rys. 105. Wektory napięć i prądów przewodowych i fazowych w układzie trójfazowym.

i prądów przewodowych, oraz fazowych na rys. 105, to zestawiając ten rys. z poprzednimi widzimy, że:

$$\varphi_1 = 60^\circ - (30^\circ - \varphi) = 30^\circ + \varphi$$

$$\varphi_2 = 30^\circ - \varphi.$$

Więc

$$P_1 = V_{ac} J_1 \cos (30^\circ + \varphi).$$

$$P_2 = V_{bc} J_2 \cos (30^\circ - \varphi).$$

Stąd, uwzględniając, że mamy równe obciążenie faz, a więc $J_1 = J_2$, a $V_{ac} = V_{bc}$, wypada:

$$\frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2} = \frac{\cos(30^\circ + \varphi) - \cos(30^\circ - \varphi)}{\cos(30^\circ + \varphi) + \cos(30^\circ - \varphi)} = -\frac{\sin 30^\circ \cdot \sin \varphi}{\cos 30^\circ \cdot \cos \varphi}.$$

Uwzględniając, że $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$, a $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$, otrzymamy:

$$\frac{P_2 - P_1}{P_2 + P_1} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$

skąd:

$$\operatorname{tg} \varphi = \sqrt{3} \cdot \frac{P_2 - P_1}{P_2 + P_1}.$$

Mając $\operatorname{tg} \varphi$, obliczamy $\cos \varphi$ ze wzoru:

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi}}.$$

Jest to względnie dość dokładny sposób wyznaczania współczynnika mocy prądu trójfazowego, o ile prądy dość dokładnie podlegają prawu sinusoidalnej zmienności i obciążenia faz są równe. Zwracać tu jednak należy baczną uwagę na znak wskazań watomierzy i wprowadzać do wzoru wskazania ujemne z właściwym znakiem.

Poza tym sposobem, który ma zastosowanie tylko przy prądzie trójfazowym, mamy sposób zwykły, który można stosować przy prądzie trójfazowym i jednofazowym, przez wyznaczenie mocy pozornej z odczytów na amperomierzu i woltomierzu — P_p , a mocy rzeczywistej — P_r — za pomocą watomierza, wtedy:

$$\cos \varphi = \frac{P_r}{P_p}.$$

Wyniki otrzymane tym sposobem mogą być tylko wtedy dość dokładne, gdy wskazania watomierza są zgodne ze wskazaniami woltomierza i amperomierza. Sprawdzić to można, włączając te przyrządy w obwód bezindukcyjny, utworzony np. z lamp i porównywując moc otrzymaną z odczytów na watomierzu, z wynikiem mnożenia przez siebie wskazań amperomierza i woltomierza.

50. Wzorcowanie watomierzy.

Watomierze elektrodynamiczne wzorcujemy prądem stałym za pomocą dokładnych amperomierzy i woltomierzy.

Układ połączeń stosuje się zwykle taki, jak wskazano na rys. 106.