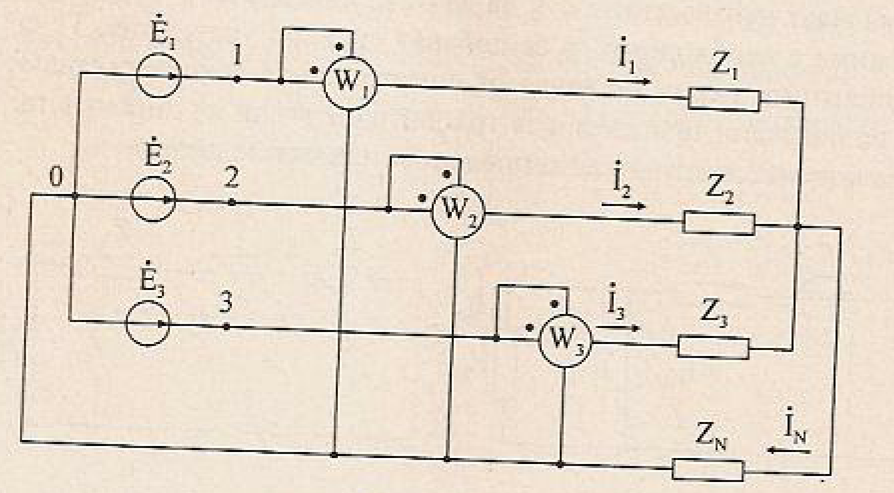
9.5. МОЩНОСТИ В ТРИФАЗНИ ВЕРИГИ

Всички видове мощности се изчисляват както при синусоидален режим. Активната (реактивната) мощност, постъпваща към трифазен консуматор, е сума от активните (реактивните) мощности на всяка от фазите плюс подаваната мощност към съпротивлението на неутралния проводник. Или

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_N \qquad \text{и съответно}$$
$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_N .$$

Ето защо, при несиметричен режим в *трифазна четирипроводна верига* активната мощност се измерва с три ватметъра (фиг. 9.32).



Фиг. 9.32

Тя се определя с израза:

$$P = \sum_{k=1}^{3} U_k I_k \cos\varphi_k \quad \text{или с комплекси} \quad P = \sum_{k=1}^{3} \mathrm{Re}\left[\dot{U}_k \overset{*}{I}_k\right], \qquad (9.45)$$

където U_k и I_k са съотвено ефективните стойности на фазното напрежение и фазния ток за фаза k, а φ_k – фазовата разлика между тях; $\dot{U}_k$ е комплексът на фазното напрежение, $\overset{*}{I}_k$ – спрегнатият комплекс на фазния ток. Следователно $P = P_{w1} + P_{w2} + P_{w3}$, където P_{w1}, P_{w2} и P_{w3} са съответните мощности, отчетени от трите ватметъра.

Реактивната мощност се представя с изрази, подобни на тези от (9.45)

$$Q = \sum_{k=1}^{3} U_k I_k \sin\varphi_k \quad \text{или с комплекси} \quad Q = \sum_{k=1}^{3} \mathrm{Im}\,ag\left[\dot{U}_k \overset{*}{I}_k\right]. \qquad (9.46)$$

Участващите в (9.46) величини имат същия физически смисъл, тъй като в (9.45) и (9.46) мощностите P и Q се дефинират чрез комплексната мощност $\dot{S}$ на трифазния консуматор

$$\dot{S} = \sum_{k=1}^{3} \dot{U}_k \overset{*}{I}_k . \qquad (9.47)$$

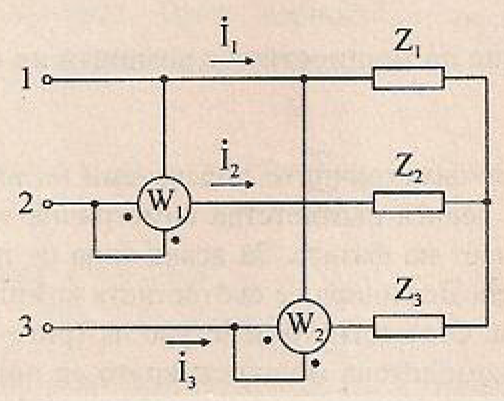
Пълната мощност се определя с познатия израз $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$.

Независимо как е съединен консуматорът, *в трифазна трипроводна верига* активната мощност може да се измери само с два ватметъра. Както при свързване на консуматора в звезда, така и при свързване в триъгълник линейните участъци са извън областта на преобразуване и токовете в тях $\dot{I}_1$, $\dot{I}_2$ и $\dot{I}_3$ остават без изменение. По първия закон на Кирхоф в изолираната неутрална точка винаги се изпълнява $\dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 = 0$. Тази зависимост се изпълнява и за комплексно спрегнатите стойности на токовете във възела: $\overset{*}{I}_1 + \overset{*}{I}_2 + \overset{*}{I}_3 = 0$. Един от тях се определя чрез другите два, например $\overset{*}{I}_1 = -\overset{*}{I}_2 - \overset{*}{I}_3$ и този резултат се замества в (9.47). Получава се:

$\dot{S} = \dot{U}_1(-\overset{*}{I}_2 - \overset{*}{I}_3) + \dot{U}_2 \overset{*}{I}_2 + \dot{U}_3 \overset{*}{I}_3 = \dot{U}_{21} \overset{*}{I}_2 + \dot{U}_{31} \overset{*}{I}_3$. Следователно консумираната от трифазния товар активна мощност ще се определи с израза

$$P = \mathrm{Re}(\dot{U}_{21} \overset{*}{I}_2 + \dot{U}_{31} \overset{*}{I}_3) = P_{w1} + P_{w2} \qquad (9.48)$$

и може да бъде измерена само с два ватметъра, както е показано на фиг. 9.33. В (9.48) с P_{w1} и P_{w2} са отбелязани мощностите, отчетени от двата ватметъра.



9.5.1. Мощности при симетричен работен режим

При симетричен работен режим токът в неутралния проводник и напрежението между двете неутрални точки са нула. Следователно $P_N = Q_N = 0$ и активната мощност към трифазния консуматор ще бъде

$$P = 3U_\phi I_\phi \cos\varphi . \qquad (9.49)$$

В (9.49) U_ϕ и I_ϕ са ефективните стойности на съответните фазни величини, а φ е фазовата разлика между тях. Чрез линейните напрежение и ток изразът за P добива вида:

$$P = \sqrt{3} U_л I_л \cos\varphi , \qquad (9.50)$$

тъй като при съединение на консуматора в звезда $U_л = \sqrt{3} U_\phi$, $I_л = I_\phi$, а при съединението му в триъгълник $U_л = U_\phi$ и $I_л = \sqrt{3} I_\phi$. Трябва да се отбележи, че в (9.49) и в (9.50) участва дефазирането φ между фазното напрежение и фазния ток. Аналогично се определят Q и S на симетричния трифазен консуматор

$$Q = 3U_\phi I_\phi \sin\varphi = \sqrt{3} U_л I_л \sin\varphi , \qquad (9.51)$$
$$S = 3U_\phi I_\phi = \sqrt{3} U_л I_л . \qquad (9.52)$$

Очевидно в съответствие с (9.49) мощността на трифазния консуматор може да се измери само с един ватметър, но тъй като в процеса на работа пълната симетрия не се гарантира, тази възможност има само теоретично значение.

9.5.2. Определяне на мощностите с помощта на симетричните съставки

На всяка една от симетричните подсистеми на входните напрежения в симетрична трифазна верига съответства симетрична токова подсистема със същата последователност на фазите. За всяка една от подсистемите режимът на работа е симетричен. Дефинира се съответната комплексна мощност, която постъпва към веригата. Съвместното действие на трите симетрични подсистеми определя общата комплексна мощност, която се подава към веригата при несиметричен работен режим

$$\dot{S} = 3(\dot{U}_d \overset{*}{I}_d + \dot{U}_i \overset{*}{I}_i + \dot{U}_0 \overset{*}{I}_0) . \qquad (9.53)$$