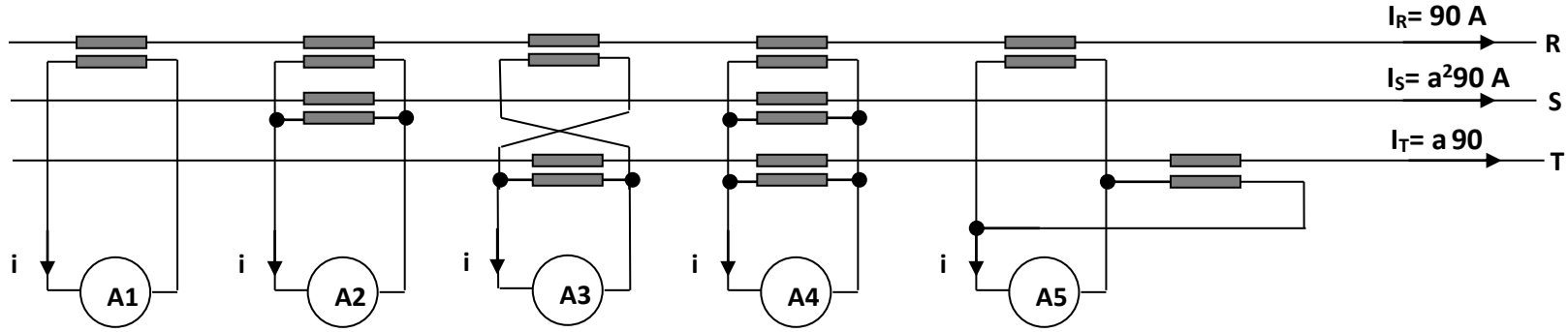


ELEKTRİK TESİSLERİNDE KORUMA 2.YIL İÇİ ÖDEVİ

ÖDEV_2-a



- Sistem dengeli 3 Fazlı olup, Ampermetrelerin anma akımları 5 A dir. Uygun **Akım Trafolarını** seçerek **her bir ampermetrenin göstereceği değeri hesaplayınız.**

- ÇÖZÜM :** Akım Trafolarının (AT) primer akımları, hat akımının % 20 fazlasına kadar seçilmesi durumunda hata sınıfları aynı kalacağından hat akımları genlik olarak $|I_R| = |I_S| = |I_T| = 90 \text{ A}$ seçilirse, tüm AT ları da $k_A = \frac{100}{5} : 20$ olarak seçilir. Buna göre ;

a) A1 ampermetresinde $i_R = \frac{I_R}{k_A} = \frac{90}{20} = 4.5 \text{ A}$ ölçülür.

b) A2 ampermetresinde $|i_R + i_S| = |i_R (1 + a^2)| = |4.5(1 + a^2)| = |4.5(-a)| = |4.5(0.5 - j0.866)| = |4.5 \angle -60^\circ| = 4.5 \text{ A}$ ölçülür.

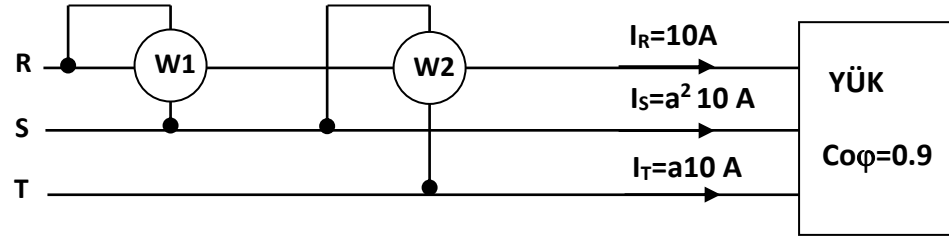
c) A3 ampermetresinde $|i_T - i_R| = |i_R (a - 1)| = |4.5(a - 1)| = |4.5(-1.5 + j0.866)| = |4.5 \sqrt{3} \angle 150^\circ| = \sqrt{3} \times 4.5 = 7.794 \text{ A}$ ölçülür.

d) A4 ampermetresinde $|i_R + i_S + i_T| = |i_R (1 + a^2 + a)| = |4.5 \times 0| = 0 \text{ A}$ ölçülür.

e) A5 ampermetresinde $|i_R - i_T| = |i_R (1 - a)| = |4.5(1 - a)| = |4.5(1.5 - j0.866)| = |4.5 \sqrt{3} \angle -30^\circ| = \sqrt{3} \times 4.5 = 7.794 \text{ A}$ ölçülür.

Önemli Not : Ampermetrelerden, akan akımların genliği (etkin değeri) ölçülür. Ampermetre, akımları kompleks sayı olarak veya faz açılarıyla göstermez.

ÖDEV_2-b



- Sistem dengeli 3 Fazlı ve Faz arası Gerilim değeri 380 Volttur, **hat akımlarının** değerlerini seçerek **Her bir Wattmetrenin göstereceği güç değerini değeri hesaplayınız, yorumlayınız.**

$$|I_R| = |I_S| = |I_T| = 10 \text{ A} \text{ seçilirse } \dot{V}_R = 220 \text{ V} , \dot{V}_S = a^2 \cdot 220 \text{ V} , \dot{V}_T = a \cdot 220 \text{ V} , \cos \phi = 0,9 \rightarrow \phi = 25^\circ.84 , \dot{I}_R = |I_R| \angle \phi = 10 \angle (25^\circ.84) \text{ A}$$

Birinci Wattmetrenin göstereceği güç, “görünür güç ifadesi” yardımıyla hesaplanabilir ;

$$P_{W1} = \text{Re} \{ \dot{V}_{RS} \cdot \dot{I}_R^* \} = \text{Re} \{ (\dot{V}_R - \dot{V}_S) \cdot \dot{I}_R^* \} = \text{Re} \left\{ \left(|\dot{V}_R| (1 - a^2) \right) \cdot \left(|\dot{I}_R| \angle -\phi \right)^* \right\} = \text{Re} \left\{ \left(\sqrt{3} |\dot{V}_R| \angle 30^\circ \right) \cdot \left(|\dot{I}_R| \angle \phi \right) \right\} \text{Re} \left\{ \sqrt{3} |\dot{V}_R| \cdot |\dot{I}_R| \angle (30^\circ + \phi) \right\}$$

$$P_{W1} = \text{Re} \left\{ \left(\sqrt{3} \cdot 220 \angle 30^\circ \right) \cdot \left(10 \angle 25^\circ.84 \right) \right\} = \text{Re} \left\{ 380 \cdot 10 \angle (30^\circ + 25^\circ.84) \right\} = \text{Re} \left\{ 3800 \angle (55^\circ.84) \right\} = \text{Re} \{ 2139.6 + j 3153.2 \}$$

Birinci Wattmetre $P_{W1} = 2139.6 \text{ W}$ gösterir.

Yorum : Wattmetre, gerilim bobine gelen gerilim ile akım bobine gelen akım ve ikisi arasındaki faz farkına bağlı olarak aktif gücü ölçer. Buna göre;

$$\text{Gerilim } |V_{RS}| = \sqrt{2} \cdot 220 = 380 \text{ V} , \text{ Akım } |I_R| = 10 \text{ A} \text{ ve ikisi arasındaki açı } \phi = (30^\circ + \phi) = (30^\circ + 25^\circ.84) = 55^\circ.84$$

$$P_{W1} = 380 \cdot 10 \cdot \cos(55^\circ.84) = 380 \cdot 10 \cdot \cos(\phi) = 2139.6 \text{ W}$$

İkinci Wattmetrenin göstereceği güç benzer şekilde hesaplanabilir ;

$$P_{W2} = \text{Re} \{ \dot{V}_{ST} \cdot \dot{I}_R^* \} = \text{Re} \{ (\dot{V}_S - \dot{V}_T) \cdot \dot{I}_R^* \} = \text{Re} \{ (|\dot{V}_R| (a^2 - a)) \cdot (|\dot{I}_R| \angle -\varphi)^* \} = \text{Re} \{ (\sqrt{3} |\dot{V}_R| \angle 270^\circ) \cdot (|\dot{I}_R| \angle \varphi) \} \text{Re} \{ \sqrt{3} |\dot{V}_R| \cdot |\dot{I}_R| \angle (270^\circ + \varphi) \}$$

$$P_{W2} = \text{Re} \{ (\sqrt{3} \cdot 220 \angle 270^\circ) \cdot (10 \angle 25^\circ.84) \} = \text{Re} \{ 380 \cdot 10 \angle (270^\circ + 25^\circ.84) \} = \text{Re} \{ 3800 \angle (295^\circ.84) \} = \text{Re} \{ 1661 + j 3429.5 \}$$

İkinci Wattmetre $P_{W2} = 1661 \text{ W}$ gösterir.

Yorum 2 :

ÜÇ FAZ GÖRÜNÜR GÜÇ :

$$\dot{S}_{RST} = \dot{V}_R \cdot \dot{I}_R^* + \dot{V}_S \cdot \dot{I}_S^* + \dot{V}_T \cdot \dot{I}_T^* = 220 \cdot (10 \angle -25^\circ.84)^* + a^2 220 \cdot (a^2 10 \angle -25^\circ.84)^* + a 220 \cdot (a 10 \angle -25^\circ.84)^*$$

$$\dot{S}_{RST} = 220 \cdot (10 \angle 25^\circ.84) + a^2 220 \cdot (a 10 \angle 25^\circ.84) + a 220 \cdot (a^2 10 \angle 25^\circ.84) = (220 \cdot 10 \angle 25^\circ.84) \cdot (1 + a^3 + a^3) = 3 \cdot 220 \cdot 10 \angle 25^\circ.84 = 6600 \angle 25^\circ.84$$

$$\dot{S}_{RST} = 6600 \angle 25^\circ.84 = 5940 + j 2876.9 \text{ VA} . \text{ Buna göre, üç faz reaktif güç } P_{RST}=5940 \text{ W} \text{ ve üç faz reaktif güç } Q_{RST}=2876.9 \text{ Var} \text{ olmaktadır.}$$

ÖZEL NOT

2. Wattmetre bağlantı şekli özel bir şekil olup, bu wattmetreden aslında dolaylı olarak 3 fazlı reaktif güç ölçülmektedir (Devre simetrik olmalıdır!).

$$Q_{RST} = \sqrt{3} \cdot P_{W1}$$

İspat :

$$Q_{RST} = \sqrt{3} \cdot P_{W2} = \sqrt{3} \cdot 1661 = 2876.9 \text{ VAr}$$

Referans

<https://electric-in-home.com/tr/how-to-measure-reactive-power-in-a-threephase-network-measuring-the-power-of-a-threephase-system/>

<https://circuitglobe.com/reactive-power-measurement.html>

Teorik İspat :

Simetrik devrede 3 Faz Reaktif Güç : $Q_{RST} = 3 \cdot V_R \cdot I_R \cdot \sin(\varphi)$

$$P_{W2} = \operatorname{Re}\{\dot{V}_{ST} \cdot \dot{I}_R^*\} = \left\{ \sqrt{3}V_R \cdot I_R \angle (270^\circ + \varphi) \right\} = \sqrt{3}V_R \cdot I_R \cdot \cos(270^\circ + \varphi) = \sqrt{3}V_R \cdot I_R \cdot \cos(-90^\circ + \varphi) = \sqrt{3}V_R \cdot I_R \cdot \sin(\varphi) = Q_{RST} / \sqrt{3}$$

$$Q_{RST} = \sqrt{3} \cdot P_{W2}$$