3-Fazlı Devreler

Neden?

Yüksek Gerilim

$R + jX$ empedansına sahip bir hattaki kayıp:

$$W_L = (1/2)RI_m^2$$

iletilen ortalama güç:

$$W = (1/2)V_m I_m \cos(\theta_v - \theta_I)$$

hattaki kayıp tekrar ele alınırsa:

$$W_L = \frac{2RW^2}{V_m^2 \cos^2(\theta_v - \theta_I)}$$

Sabit R için kaybolan güç V_m büyük, güçfaktörü 1'e yakın tutularak küçültülebilinir.

Üç Faz

Dengeli yük altında titreşim yok.

Daha ucuza endüksiyon motoru üretilebilir.

Transmisyon hatları daha az masraflı kılınabilinir.

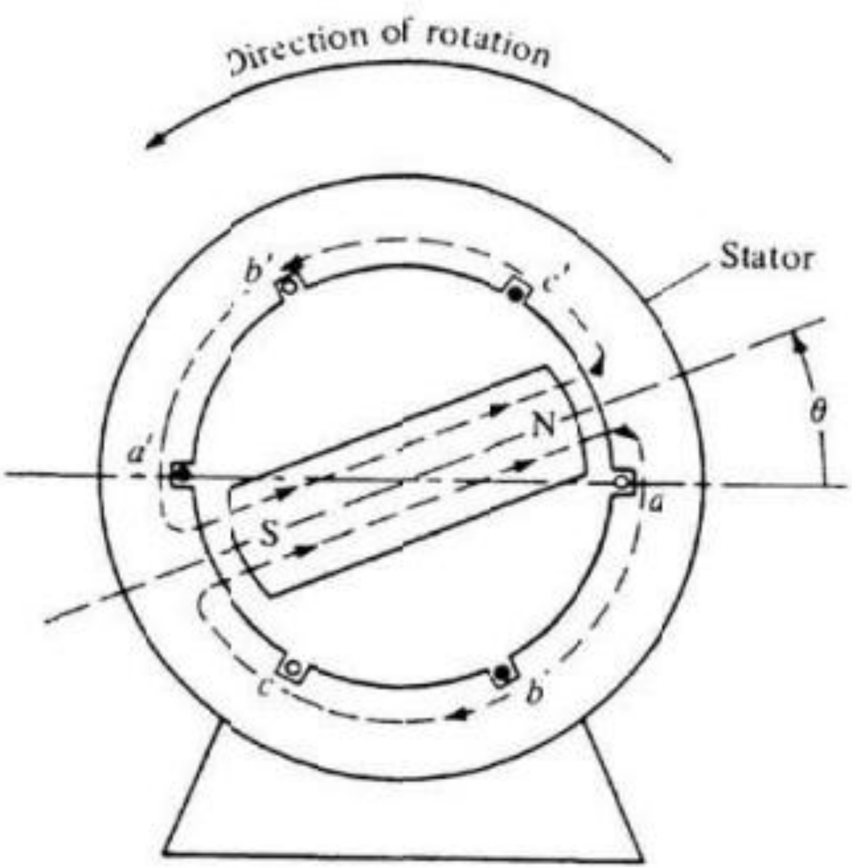
AC- Kaynak

DC-den daha uygun çünkü transformatörler aracılığı ile yükseltilip, azaltılabilir.

Transformatörler 50-60 Hz'de bakım gerektirmezler.

DC kaynaklardan daha kolay üretilir.

3-Fazlı Jeneratör



Rotor-iki kutuplu mıknatıs

Stator-üç sargı içeriyor: aa′, bb′, cc′

aa′, bb′ ile aynı sargı ancak rotorun hareket yönünde $120^\circ = 2\pi/3rad$ farklı konumda yerleştirilmiş. Benzer şekilde aa′ ile cc′ aynı sargı ancak aralarında $240^\circ = 4\pi/3rad$ fark var.

Akılar:

aa′: $\Phi_R = \Phi_m \sin\theta$

bb′: $\Phi_S = \Phi_m \sin(\theta - 2\pi/3)$

cc′: $\Phi_T = \Phi_m \sin(\theta - 4\pi/3)$

Φ_m sabit

L.O. Chua, C.A. Desoer, S.E. Kuh. “Linear and Nonlinear Circuits” Mc.Graw Hill, 1987, New York

Rotor sabit hızla dönsün: $\omega = 2\pi 50 \; rad/sn$

$$E_p \hat{=} \omega\Phi_m$$

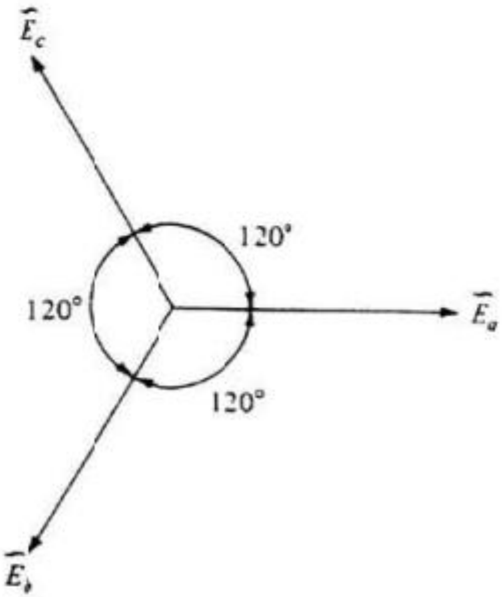
$$\underbrace{\begin{aligned} \Phi_R(t) &= \Phi_m \sin\omega t \\ \Phi_S &= \Phi_m \sin(\omega t - 2\pi/3) \\ \Phi_T &= \Phi_m \sin(\omega t - 4\pi/3) \end{aligned}}_{\text{akılar}} \Rightarrow \underbrace{\begin{aligned} v_R(t) &= E_p \cos\omega t \\ v_S(t) &= E_p \cos(\omega t - 2\pi/3) \\ v_T(t) &= E_p \cos(\omega t - 4\pi/3) \end{aligned}}_{\text{gerilimler}}$$

Gerilimlerin Fazörleri:

$$V_R = E_p$$

$$V_S = E_p e^{-j2\pi/3}$$

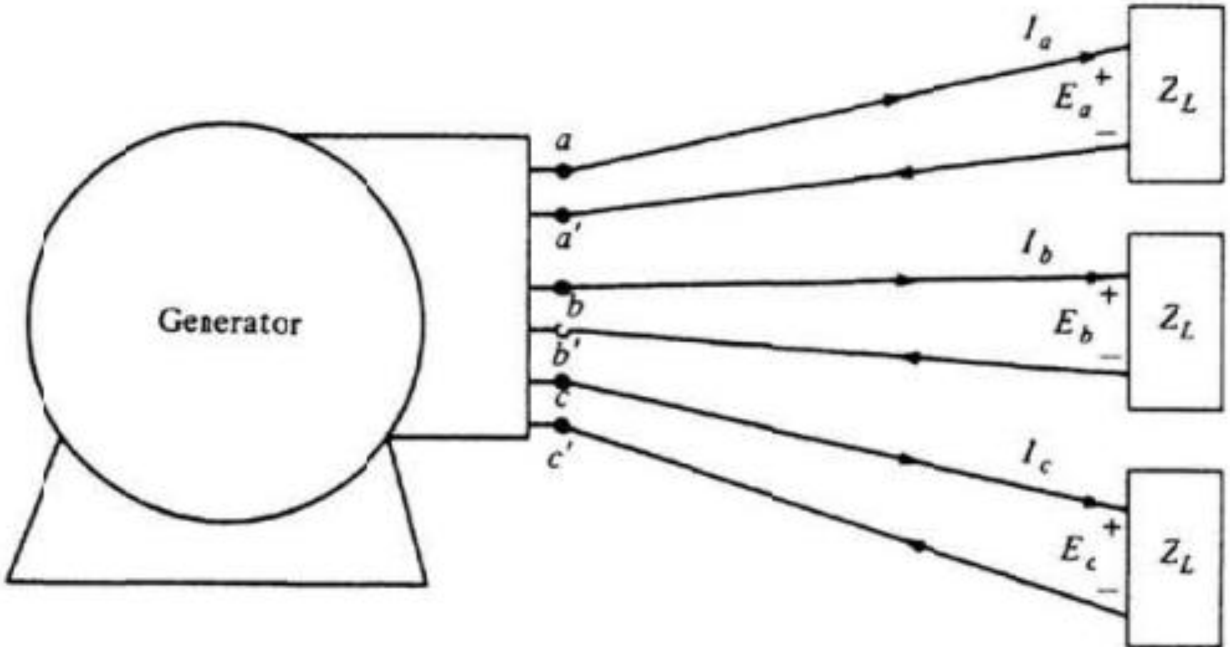
$$V_T = E_p e^{-j4\pi/3}$$



$$E_p + E_p e^{-j2\pi/3} + E_p e^{-j4\pi/3} = V_R + V_S + V_T = 0$$

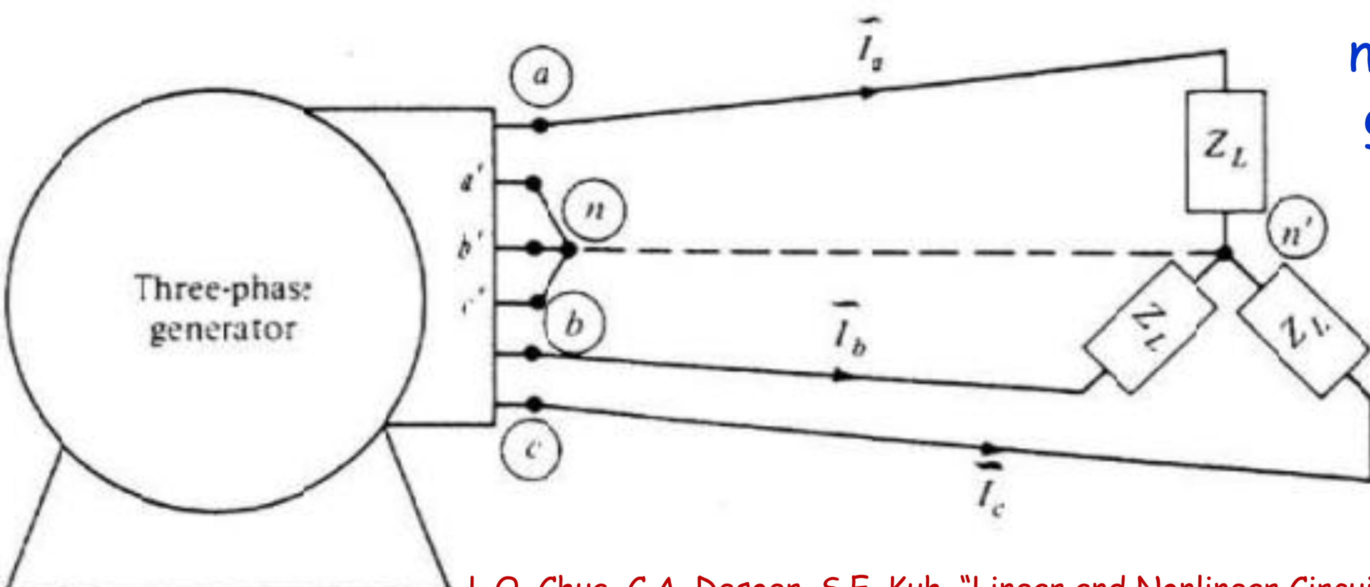
L.O. Chua, C.A. Desoer, S.E. Kuh. “Linear and Nonlinear Circuits” Mc.Graw Hill, 1987, New York

Dengeli yük altında 3-fazlı jeneratör



$$I_R = \frac{V_R}{Z_L}, \; I_S = \frac{V_S}{Z_L}, \; I_T = \frac{V_T}{Z_L}$$

$$I_R + I_S + I_T = 0$$



n-n′ bağlayan kabloya gerek yok. Neden?

L.O. Chua, C.A. Desoer, S.E. Kuh. "Linear and Nonlinear Circuits" Mc.Graw Hill, 1987, New York

Ani Güçler:

$$p_R(t) = v_R(t) i_R(t) = \frac{1}{2} \frac{E_p}{|Z_L|} [\cos\theta_{Z_L} + \cos(2\omega t - \theta_{Z_L})]$$

$$p_S(t) = v_S(t) i_S(t) = \frac{1}{2} \frac{E_p}{|Z_L|} [\cos\theta_{Z_L} + \cos(2\omega t - \theta_{Z_L} - \frac{4\pi}{3})]$$

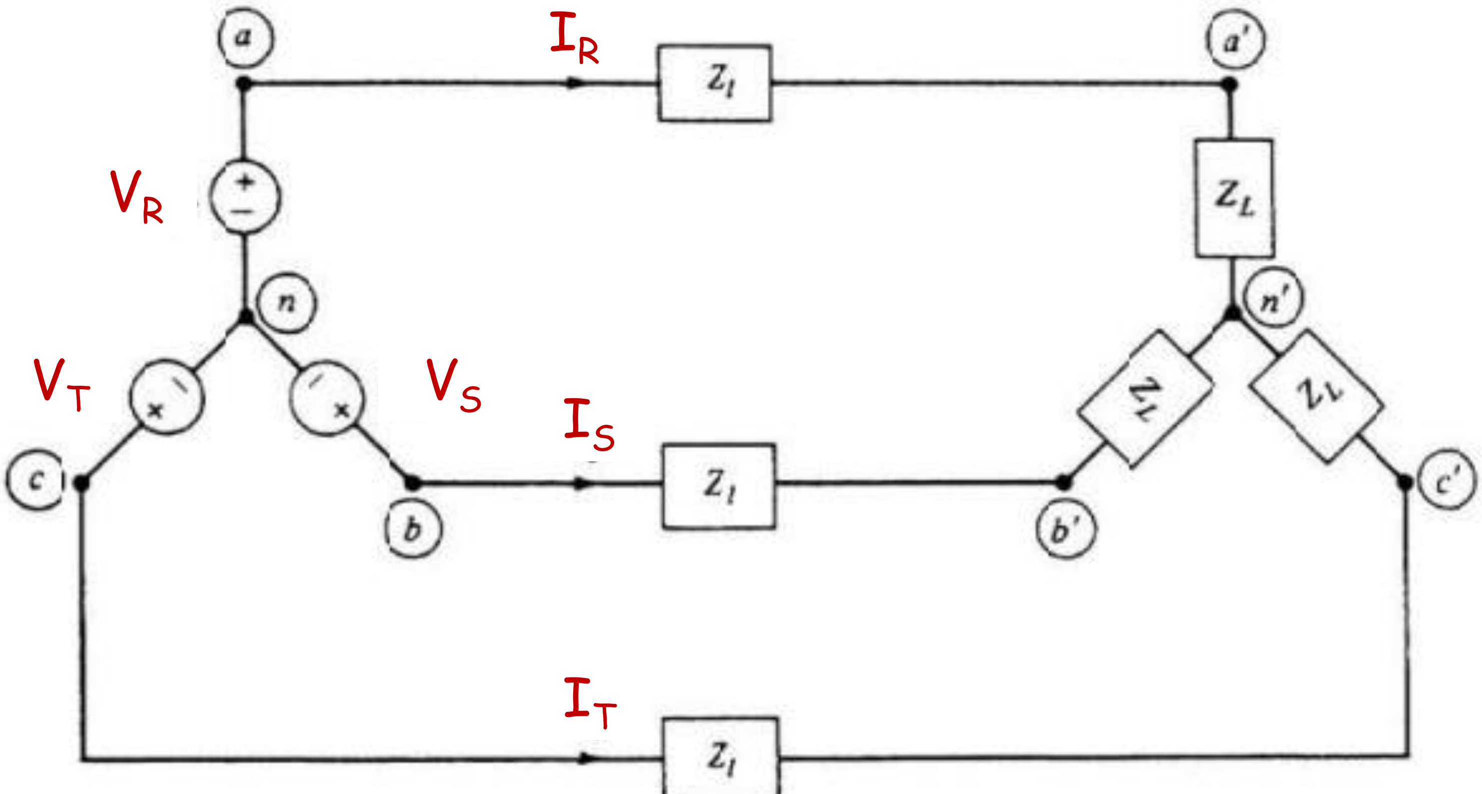
$$p_T(t) = v_T(t) i_T(t) = \frac{1}{2} \frac{E_p}{|Z_L|} [\cos\theta_{Z_L} + \cos(2\omega t - \theta_{Z_L} - \frac{8\pi}{3})]$$

$$p_R(t) + p_S(t) + p_T(t) = \frac{3}{2} \frac{E_p^2}{|Z_L|} \cos\theta_{Z_L}$$

Ani gücün özelliği ne?

Amaç: Dengeli yüklü 3-fazlı devrenin analizi bir fazlı devrenin analizine indirgenebilir mi?

n-referans düğümü olsun



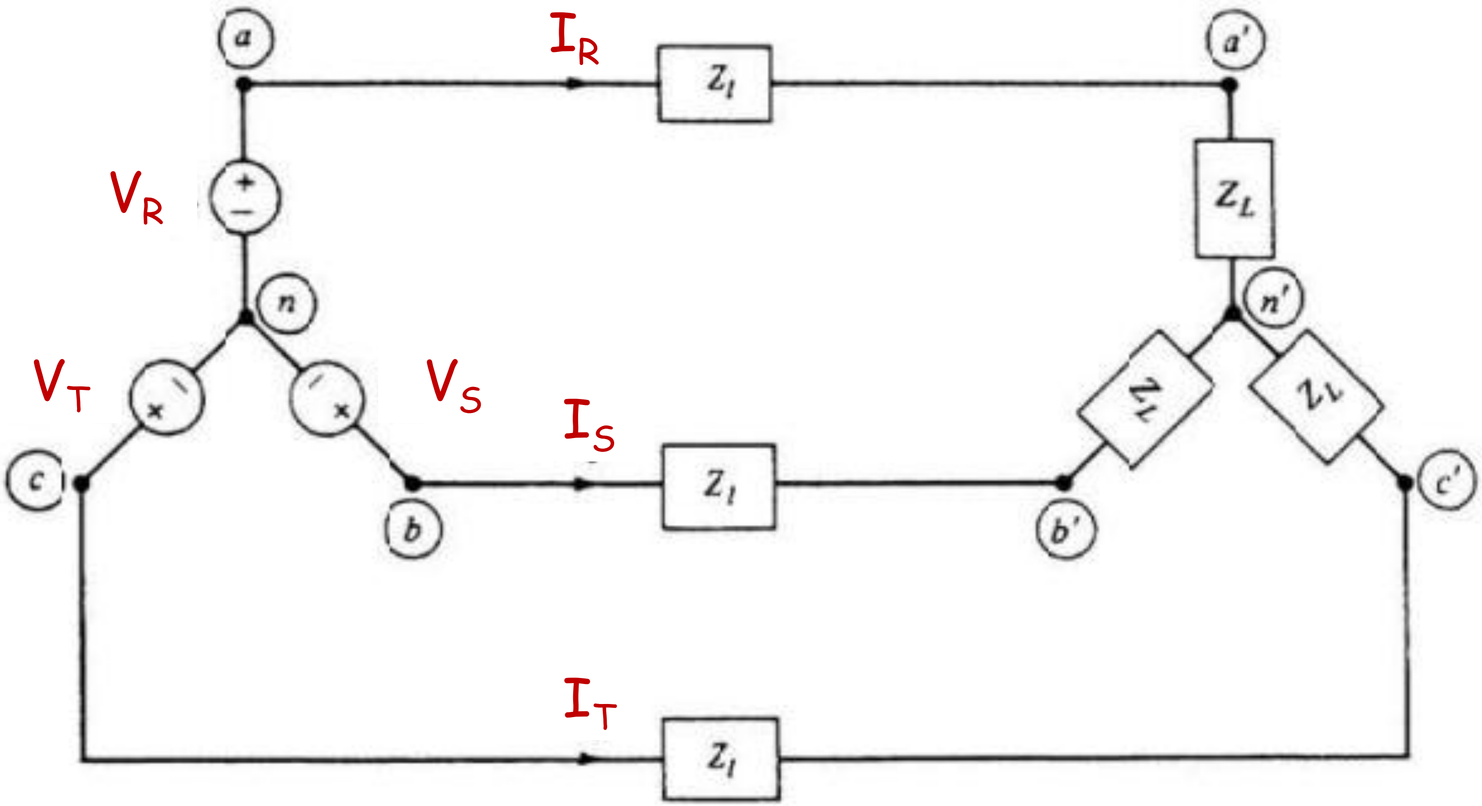
n- düğümüne ilişkin denklem

$$Y \triangleq \frac{1}{Z_l + Z_L}$$

$$Y(V_{n'} - V_R) + Y(V_{n'} - V_S) + Y(V_{n'} - V_T) = 0$$

$$-Y\underbrace{(V_R + V_S + V_T)}_{=0} + 3YV_{n'} = 0$$

$\longrightarrow$ $V_{n'} = 0$ $\longrightarrow$ n ile n′ aynı değerde



n-a-a'-n'-n düğüm dizisi için KGY $V_R = (Z_L + Z_l)I_R$

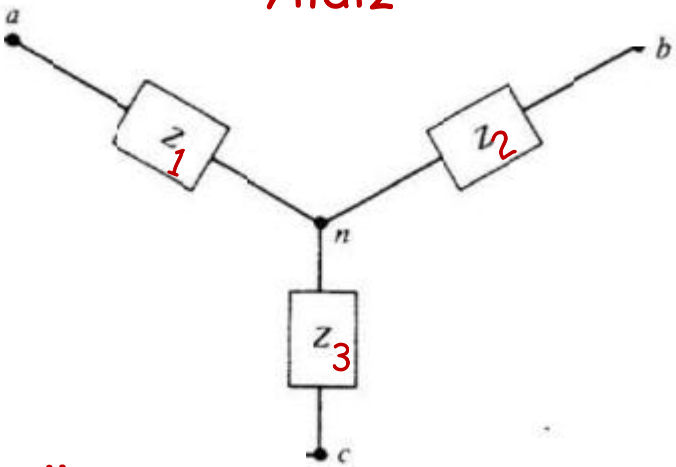
n-b-b'-n'-n düğüm dizisi için KGY $V_S = (Z_L + Z_l)I_S$

n-c-c'-n'-n düğüm dizisi için KGY $V_T = (Z_L + Z_l)I_T$

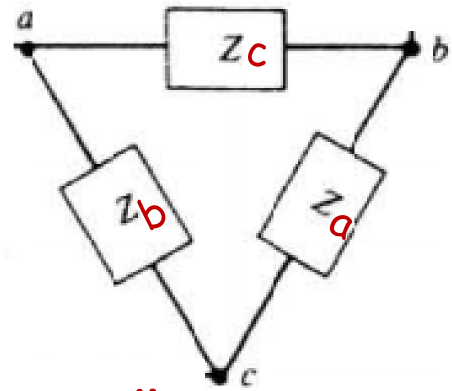
Üç faz tamamen simetrik, birini çözünce hepsini çözmüş oluyoruz.

Dengeli yüklenmiş 3-fazlı sistemlerin analizi

Yıldız



Üçgen

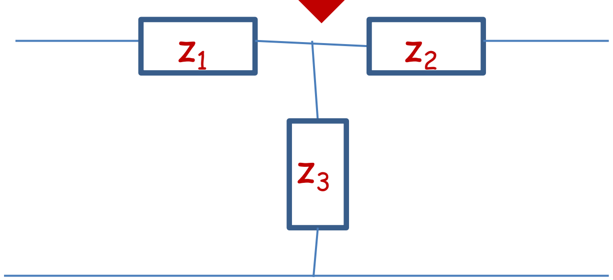


Üçgen-Yıldız Bağlantısı

$$Z_1 = \frac{Z_b Z_c}{Z_a + Z_b + Z_c}$$

$$Z_2 = \frac{Z_a Z_c}{Z_a + Z_b + Z_c}$$

$$Z_3 = \frac{Z_a Z_b}{Z_a + Z_b + Z_c}$$

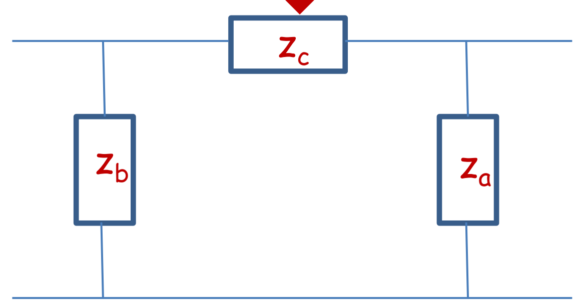


Yıldız-Üçgen Bağlantısı

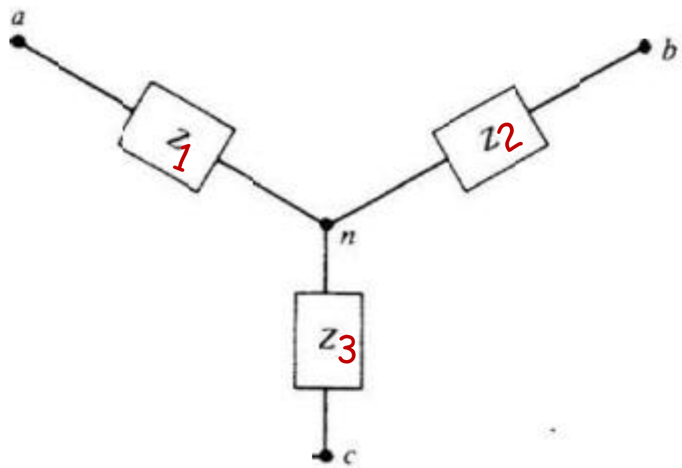
$$Z_a = \frac{Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3 + Z_1 Z_3}{Z_1}$$

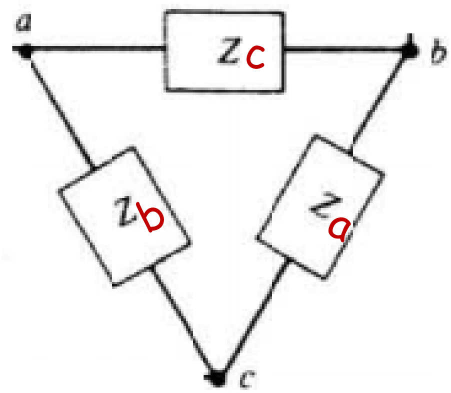
$$Z_b = \frac{Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3 + Z_1 Z_3}{Z_2}$$

$$Z_c = \frac{Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3 + Z_1 Z_3}{Z_3}$$



Üçgen-Yıldız , Yıldız-Üçgen arasındaki geçiş nasıl elde edildi?





$$Z_{ab} = Z_1 + Z_2 \qquad Z_{ab} = Z_c // (Z_a + Z_b) \Rightarrow Z_{ab} = \frac{Z_c(Z_a + Z_b)}{Z_a + Z_b + Z_c}$$

$$Z_{bc} = Z_2 + Z_3 \qquad Z_{bc} = Z_a // (Z_b + Z_c) \Rightarrow Z_{bc} = \frac{Z_a(Z_b + Z_c)}{Z_a + Z_b + Z_c}$$

$$Z_{ac} = Z_1 + Z_3 \qquad Z_{ac} = Z_b // (Z_a + Z_c) \Rightarrow Z_{ac} = \frac{Z_b(Z_a + Z_c)}{Z_a + Z_b + Z_c}$$

Yıldız bağlantıdaki Z_1 'i üçgen bağlantıdaki Z_a, Z_b, Z_c cinsinden yazmak için:

$$Z_{ab} = Z_1 + Z_2$$

$$Z_{bc} = Z_2 + Z_3$$

$$Z_{ac} = Z_1 + Z_3$$

$$Z_{ac} - Z_{bc} = Z_1 - Z_2$$

$$2Z_1 = Z_{ac} - Z_{bc} + Z_{ab}$$

$$2Z_1 = \frac{Z_b(Z_a + Z_c) - Z_a(Z_b + Z_c) + Z_c(Z_a + Z_b)}{Z_a + Z_b + Z_c}$$

$$2Z_1 = \frac{2Z_b Z_c}{Z_a + Z_b + Z_c}$$

$$Z_1 = \frac{Z_b Z_c}{Z_a + Z_b + Z_c}$$