$$\begin{bmatrix} 0 & -j3 \\ -j3 & 3+j3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{c1} \\ i_{c2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} j10 \\ j12 \end{bmatrix}$$

$-j3 \rightarrow 3\angle -90^\circ$

$j3 = 3\angle 90^\circ$

$$i_{c1} = \frac{\begin{vmatrix} j10 & -j3 \\ j12 & 3+j3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 0 & -j3 \\ -j3 & 3+j3 \end{vmatrix}} = \frac{(10j)(3+3j)+36j^2}{0-9j^2} = \frac{30j-30-36}{9} = \frac{-66+30j}{9}$$

$$= -7,33 + j\cdot 3,33 = 8.05 \angle 155.5^\circ \text{ A}$$

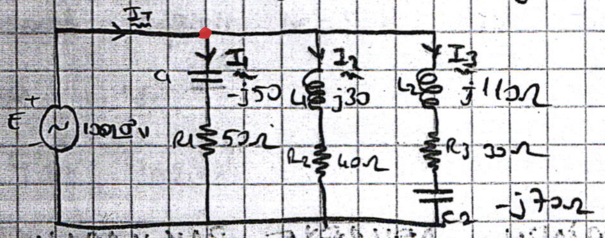
$$i_{c2} = \frac{\begin{vmatrix} 0 & j10 \\ -j3 & j12 \end{vmatrix}}{9} = \frac{0+30j^2}{9} = \frac{-30}{9} = 3.33 \angle 180^\circ \text{ A}$$

$$I_c = i_{c1} + i_{c2} = 8.05\angle 155.5^\circ + 3.33\angle 180^\circ = -7,33 + j\cdot 3,33 - 3,33$$

$$= -10,66 + j3,33$$

$$I_c = 11,7 \angle 162,6^\circ \text{ A}$$

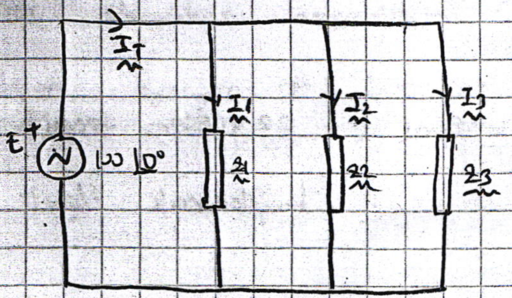
ÖRNEK: Aşağıda verilen şekildeki devrede SSH'de devreyi çözümleyerek I_1, I_2, I_T, V_C, V_{R1}, V_{L2} fazörel büyüklüklerini hesaplayınız. Ve bu akım ve gerilimlerin büyüklüklerini fazör diyagramında çiziniz.



$Z_1 = 50 - j50 = 70.71 \angle -45^\circ \ \Omega$

$Z_2 = 40 + j30 = 50 \angle 36.86^\circ \ \Omega$

$Z_3 = 30 + j(110 - 70) = 30 + j40 = 50 \angle 53.13^\circ \ \Omega$



$$I_1 = \frac{100\angle 0^\circ}{70,71\angle -45^\circ} = 1.41 \angle 45^\circ \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{100\angle 0^\circ}{50\angle 36,86^\circ} = 2 \angle -36.86^\circ \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{100\angle 0^\circ}{50\angle 53.13^\circ} = 2 \angle -53.13^\circ \text{ A}$$

$\underset{\sim}{I_T} = \underset{\sim}{I_1} + \underset{\sim}{I_2} + \underset{\sim}{I_3}$

$\underset{\sim}{I_1} = 1.41\angle 45° = 1 + j$

$\underset{\sim}{I_2} = 2\angle -36.86° = 1.6 - j1.2$

$\underset{\sim}{I_3} = 2\angle -53.13° = 1.2 - j1.6$

$\underset{\sim}{I_T} = 1 + j + 1.6 - j1.2 + 1.2 - j1.6$

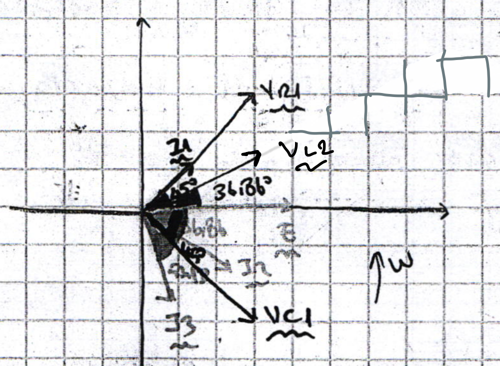
$\underset{\sim}{I_T} = (1 + 1.6 + 1.2) + j(1 - 1.2 - 1.6)$

$* \ \underset{\sim}{I_T} = 3.8 - j1.8 = 4.2\angle -25.3°\ A$ //

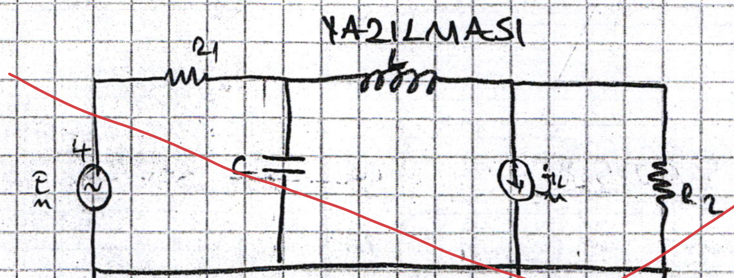
$* \ \underset{\sim}{V_{C1}} = \underbrace{\frac{1}{j\omega C_1}}_{-j50\Omega} \cdot \underbrace{\underset{\sim}{I_{C1}}}_{I_1} = -j50 \cdot 1.41\angle 45° = 50\angle -90° \cdot 1.41\angle 45° = 70.71\angle -45°\ V$ //

$* \ \underset{\sim}{V_{R1}} = \underbrace{R_1}_{50\Omega} \underbrace{\underset{\sim}{I_{R1}}}_{I_1} = 50 \cdot 1.41\angle 45° = 70.71\angle 45°\ V$ //

$* \ \underset{\sim}{V_{L2}} = \underbrace{j\omega L_2}_{j110\Omega} \underbrace{\underset{\sim}{I_{L2}}}_{I_3} = j110 \cdot 2\angle -53.13° = 110\angle 90° \cdot 2\angle -53.13° = 220\angle 36.87°\ V$ //

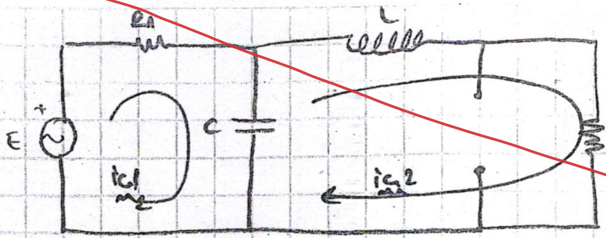


GAY İLE DEVRE DENKLEMLERİNİN DEVREYE BAKILARAK YAZILMASI



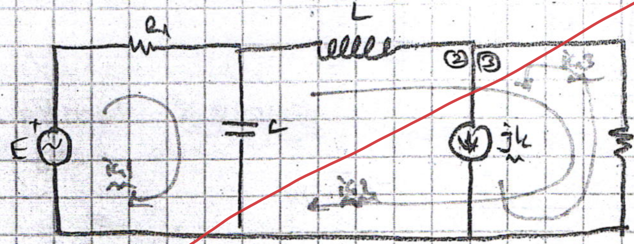
1.Adım!

Akım kaynakları açık devre edilip bağımsız çevreler tespit edilir. Daha sonra akım kaynağı devreye bağlanarak ilgili akım kaynağı için bir çevre belirlenir.



i_{c1} ve i_{c2} bilinmiyor.

$i_{a3} = j^k$ biliniyor.



*2 ve 3'den herhangi biri seçilebilir ancak az eleman taraf seçmek işlem kolaylığı sağlar.

2. Adım:

ÇAY yönteminde devre denkleminin genel biçimi yazılır.

$$\underset{\sim}{Z}\,\underset{\sim}{I_c} + F\,\underset{\sim}{E_k} + S\,\underset{\sim}{j^k} = 0$$

Z'nin yazılışı: $\begin{bmatrix} z_{ii} & z_{ij} \\ z_{ij} & z_{ii} \end{bmatrix}$

z_{ii} yazılışı: i. çevreye giren empedansların toplamıdır.

z_{ij} yazılışı: i. ve j. çevrelere ortak giren elemanların empedansları toplamı. Çevre yönünün aynı veya ters olmasına bağlı olarak önündeki işaret değişir. Her iki çevre yönü aynıysa öndeki işaret +, ters ise − 'dir.

F'nin yazılışı: $\begin{bmatrix} F_{ik} & F_{ik} \\ F_{ik} & F_{ik} \end{bmatrix}$

F_{ik} yazılışı: i. çevreye giren kaynak varsa ve yönü aynıysa +1, ters yönde ise −1, yoksa 0'dır.

S'nin yazılışı: $\begin{bmatrix} S_{ip} & S_{ip} \\ S_{ip} & S_{ip} \end{bmatrix}$

S_{ip} yazılışı: i. çevreye giren ve yine j^k'nın oluşturduğu çevreye giren elemanların empedansları toplamıdır. Empedansların işareti çevre yönleri aynıysa +, ters ise − işaretlidir.

$$\underbrace{\begin{bmatrix} R_1+\frac{1}{j\omega C} & -\frac{1}{j\omega C} \\ -\frac{1}{j\omega C} & j\omega L+R_2+\frac{1}{j\omega C} \end{bmatrix}}_{\tilde{Z}} \begin{bmatrix} \tilde{i}_{c1} \\ \tilde{i}_{c2} \end{bmatrix} + \underbrace{\begin{bmatrix} -1 \\ 0 \end{bmatrix}}_{\tilde{F}} \tilde{E} + \underbrace{\begin{bmatrix} 0 \\ -R_2 \end{bmatrix}}_{\tilde{S}} \tilde{j}^k = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Bağımlı Kaynaklar: Bu kaynakların gerilimi veya akımı devredeki başka bir elemanın gerilimine veya akımına bağlıdır.

Bağımlı Gerilim Kaynağı

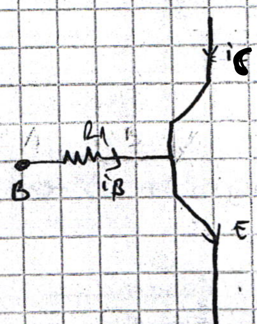
$v_b(t) = k_1 . i_\alpha$ ise akım kontrollü gerilim kaynağı

$v_b(t) = k_2 . V_\alpha$ ise gerilim " " "

Bağımlı Akım Kaynağı

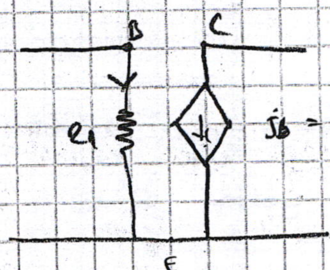
$j_b(t) = k_3 . i_\alpha$ ise akım kontrollü akım kaynağı

$j_b(t) = k_4 . V_\alpha$ " gerilim " " "



$i_c = h_{fe} . i_B$

$i_c = \beta_{dc} . i_B$



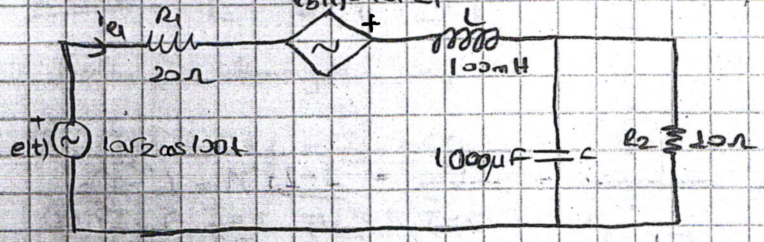
$j_b = h_{fe} . i_{e1}$

* Örneğin üç uçlu bir eleman olan transistör akım kontrollü akım kaynağı olarak modellenebilir.

Bağımlı Kaynakların Olduğu Devrelerde Çözüm

Devrede bağımlı kaynaklar varsa önce bu kaynaklar bağımsız kaynak gibi düşünülüp adım adım veya dereye bakarak devre denklemi yazılır. Sonra bağımlı kaynak akımı veya bağımlı kaynak gerilimi kullanılan yöntemi bilinmeyenler cinsinden ifade edilir ve denklem yeniden düzenlenerek çözülür. Bağımlı kaynakların bulunduğu devrelerde denklemin başındaki $\underset{\sim}{Z}$, $\underset{\sim}{Y}$ matrisinin simetrisi bozulur.

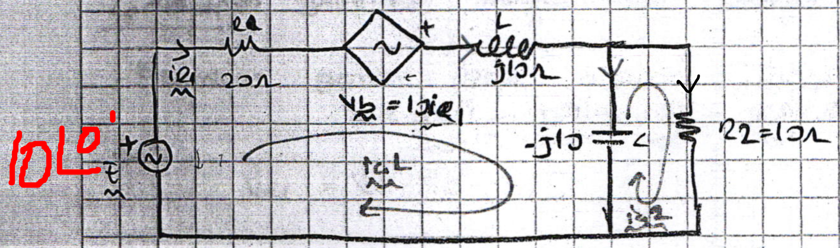
ÖRNEK: Şekilde verilen devreyi SSH'de çözerek R_2 direncinden geçen akımı bulunuz.



$$\underset{\sim}{E} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} \angle\varphi = \frac{10\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \angle 0^\circ = 10 \angle 0^\circ \ V \qquad w = 100 \ rad/s$$

$$X_L = jwL = j\,100 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = j10\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{jwC} = \frac{1}{j \cdot 100 \cdot 1000 \cdot 10^{-6}} = -j10\Omega$$



$\underset{\sim}{i_{\varsigma 1}}$ ve $\underset{\sim}{i_{\varsigma 2}}$ bilinmiyor.

V_B

1) $V_{R_1} - \underset{\sim}{e_2}(t) + \underset{\sim}{V_L} + \underset{\sim}{V_C} - e_1(t)$

2)

Çözüm adımları ek notlardadır.

$$\underset{\sim}{Z}\,\underset{\sim}{i_\varsigma} + F\,\underset{\sim}{E_k} + S\,\underset{\sim}{j_k} = 0$$

$$\begin{bmatrix} R_1 + jwL + \frac{1}{jwC} & \frac{-1}{jwC} \\ \frac{-1}{jwC} & R_2 + \frac{1}{jwC} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underset{\sim}{i_{\varsigma 1}} \\ \underset{\sim}{i_{\varsigma 2}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \end{bmatrix} \underset{\sim}{E} + \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \end{bmatrix} \underset{\sim}{V_b} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

-10

$$\underset{\sim}{V_b} \rightarrow 10\, i_{R_1} = 10\, \underset{\sim}{i_{\varsigma 1}}$$

$$\underset{\sim}{i_{R_1}} = \underset{\sim}{i_{\varsigma 1}}$$

$$\begin{bmatrix} 20+j10-j10+10 & j10 \\ j10 & 10-j10 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underset{\sim}{i_{a1}} \\ \underset{\sim}{i_{a2}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} 10\angle 0^\circ$$

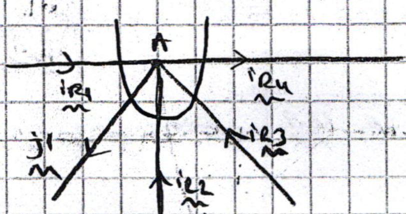
$$\begin{bmatrix} 10 & j10 \\ j10 & 10(1-j) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underset{\sim}{i_{a1}} \\ \underset{\sim}{i_{a2}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10\angle 0^\circ \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} 1 & j \\ j & 1-j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underset{\sim}{i_{a1}} \\ \underset{\sim}{i_{a2}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1\angle 0^\circ \\ 0 \end{bmatrix}$$

$\underset{\sim}{i_{a2}} = ?$

$$\underset{\sim}{i_{a2}} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 1 \\ j & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & j \\ j & (1-j) \end{vmatrix}} = \frac{0-j}{1-j-j^2} = \frac{-j}{\underset{(2+j)}{2-j}} = \frac{1-2j}{5} A = \frac{1}{5} - \frac{j2}{5}$$

$$\underset{\sim}{i_{a2}} = \underset{\sim}{i_{R2}} = 0{,}447 \angle -63.6^\circ A$$

DÜĞÜM GERİLİMLERİ YÖNTEMİ

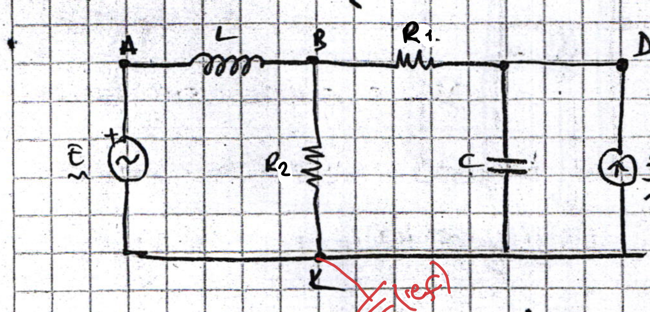


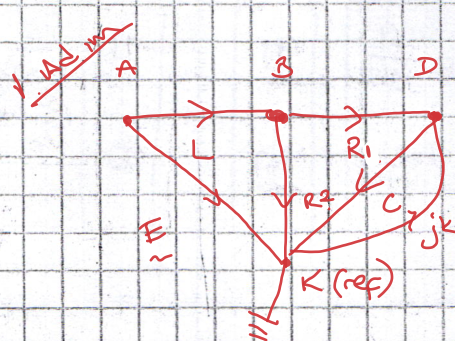
A düğümü için düğüm kesitleme denklemi

$$\underset{\sim}{j_1} + \underset{\sim}{i_{R4}} - \underset{\sim}{i_{R2}} - \underset{\sim}{i_{R3}} - \underset{\sim}{i_{R1}} = 0$$

→ Düğüme gelen akım (−)
→ Düğümden giden akım (+)
} Yön Kabulü

Adım Adım DÜGH Uygulaması





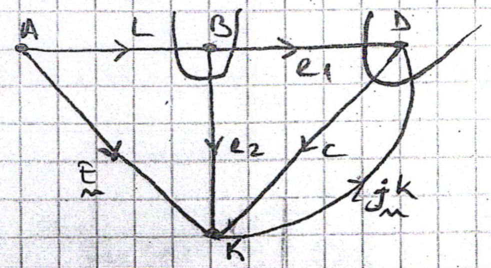
$\underset{\sim}{V_A} = \underset{\sim}{E}$

$V_K = 0$ (ref.)

$V_B, V_D = ?$

1. Adım!

Devrenin grafı çizilir referans düğümü tespit edilir. Yönsüz elemanlara yön verilir.



$V_K = 0$ (referans düğümü)

$V_A = E \quad V_B = ? \quad V_D = ?$

2. Adım!

Gerilimi bilinmeyen düğümler için düğüm kesitleme denklemleri yazılır.

Ⓑ $I_{e2} + I_{e1} - I_L = 0$

Ⓓ $I_C - I_{e1} - jk = 0$

3. Adım!

Denklemdeki akımlar $I = Y \cdot V$ biçiminde ifade edilir.

Ⓑ $G_2 \cdot V_{e2} + G_1 \cdot V_{e1} - \frac{1}{j\omega L} \cdot V_L = 0$

Ⓓ $j\omega C\, V_C - G_1 V_{e1} - jk = 0$

$I = Y \cdot V$

$I_R = G \cdot V_R$

$I_L = \frac{1}{j\omega L} V_L$

$I_C = j\omega C \cdot V_C$

4. Adım!

Elemanların gerilimi bağlı oldukları düğüm gerilimleri cinsinden ifade edilir.

$V_{e1} = V_B - V_D$

$V_{e2} = V_B - V_K = V_B$

$V_L = V_A - V_B = E - V_B$

$V_C = V_D - V_K = V_D$

5. Adım!

4. Adımda elde edilen gerilim ifadeleri düğüm kesitleme denklemlerine yerleştirerek nihai denklem oluşturulur. Bu nihai denklem çözülerek elemanların akım ve gerilimleri elde edilir.

(B) $G_2 V_B + G_1 (V_B - V_D) - \frac{1}{j\omega L}(E - V_B) = 0$

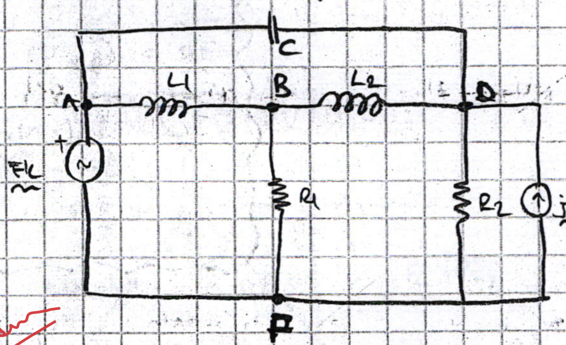
(D) $j\omega C V_D - G_1 (V_B - V_D) - J_k = 0$

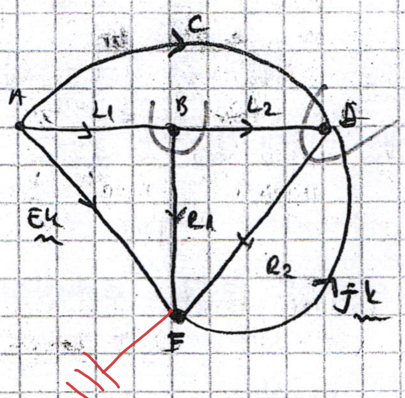
$$Y V_D + F \cdot E_k + S J_k = 0$$

$$\underbrace{\begin{bmatrix} G_2 + G_1 + \frac{1}{j\omega L} & -G_1 \\ -G_1 & j\omega C + G_1 \end{bmatrix}}_{Y} \begin{bmatrix} V_B \\ V_D \end{bmatrix} + \underbrace{\begin{bmatrix} \frac{-1}{j\omega L} \\ 0 \end{bmatrix}}_{F} E + \underbrace{\begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix}}_{S} J_k = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

ÖRNEK

Aşağıda verilen devrenin devre denklemini SSH'de DÜGY ile adım adım elde ediniz.





$V_F = 0$ (ref düğ.)

$V_A = E_k$

$V_B, V_D = ?$

2. Adım

(B) $I_{R1} + I_{L2} - I_{L1} = 0$

(D) $I_{R2} - I_C - I_{L2} - J_k = 0$

3. Adım

(B) $V_{R1} \cdot G_1 + \frac{1}{j\omega L_2} \cdot V_{L2} - \frac{1}{j\omega L_1} \cdot V_{L1} = 0$

(D) $G_2 \cdot V_{R2} - j\omega C V_C - \frac{1}{j\omega L_2} \cdot V_{L2} - J_k = 0$

4. Adım

$V_{R2} = V_D - V_F = V_D$

$V_{R1} = V_B - V_F = V_B$

$V_C = V_A - V_D = E_k - V_D$

$V_{L1} = V_A - V_B = E_k - V_B$

$V_{L2} = V_B - V_D$

(B) $G_1 V_B + \frac{1}{j\omega L_2}(V_B - V_D) - \frac{1}{j\omega L_1}(E_k - V_B) = 0$

$Y V_0 + F E_k + S J_k = 0$

(D) $G_2 V_D - \frac{1}{j\omega L_2}(V_B - V_D) - j\omega C(E_k - V_D) - J_k = 0$

$$\begin{bmatrix} G_1 + \frac{1}{j\omega L_2} + \frac{1}{j\omega L_1} & \frac{-1}{j\omega L_2} \\ \frac{-1}{j\omega L_2} & G_2 + \frac{1}{j\omega L_2} + j\omega C \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_B \\ V_D \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{-1}{j\omega L_1} \\ -j\omega C \end{bmatrix} E_k + \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix} J_k = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

DÜGY ile Doğrudan Devre Denklemlerinin Yazılışı

Y'nin Yazılışı

$\begin{bmatrix} Y_{ii} & Y_{ij} \\ Y_{ij} & Y_{ii} \end{bmatrix}$ Y_{ii}'nin yazılışı i. düğüm kesitlemesine giren elemanların admitansları toplamıdır.

Y_{ij}'nin yazılışı: i. düğüm ile j düğüm kesitlemesine ortak giren elemanların admitanslarının toplamının negatifidir.

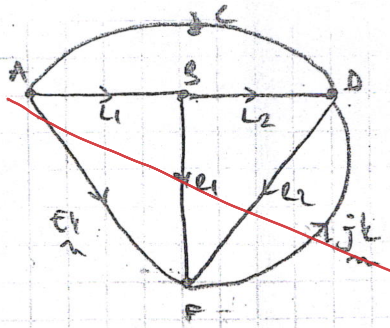
F'nin Yazılışı!

$\begin{bmatrix} F_{ik} & F_{ik} \\ F_{ik} & F_{ik} \end{bmatrix}$ F_{ik}'nın yazılışı k. gerilim kaynağının bağlı olduğu düğümle i. düğüme ortak olarak bağlı olan elemanların admitansları toplamının negatifidir.

S'nin Yazılışı

$\begin{bmatrix} S_{ip} & S_{ip} \\ S_{ip} & S_{ip} \end{bmatrix}$ S_{ip}'nin yazılışı P. akım kaynağı i. düğüme yaklaşıyorsa −1, düğümden uzaklaşıyorsa +1, hiç bağlı değilse 0 yazılır.

ÖRN Yukarıdaki örneğin doğrudan devreye bakarak devre denklemini yazmak istersek



$V_F = 0$

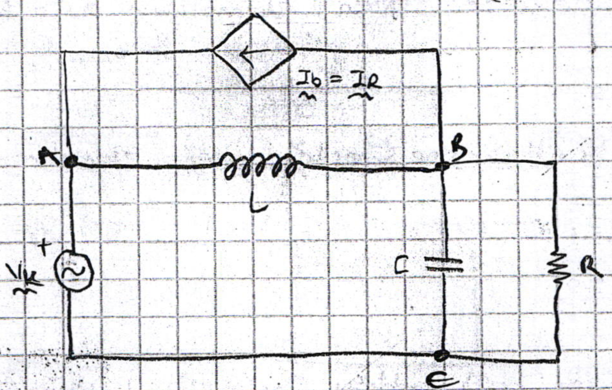
$V_A = E_k$

$V_B, V_D = ?$

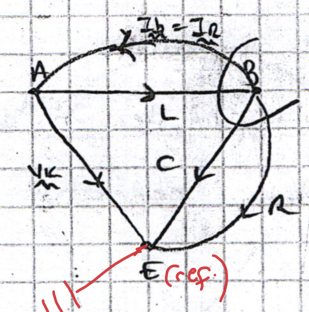
$$\begin{bmatrix} G_1 + \frac{1}{j\omega L_1} + \frac{1}{j\omega L_2} & \frac{-1}{j\omega L_1} \\ \frac{-1}{j\omega L_2} & G_2 + \frac{1}{j\omega L_2} + j\omega C \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_B \\ V_D \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{-1}{j\omega L_1} \\ -j\omega C \end{bmatrix} E_k + \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix} J_k = 0$$

ÖRNEK

Aşağıdaki şekilde verilen devreyi DÜGÜM ile adım adım devre denklemini yazınız ve V_B ifadesini elde ediniz?



1. Adım



$V_B = ?$

$V_E = 0$ (ref)

$V_A = V_k$

Çözüm adımları ek nottadır.

$$\left[\frac{1}{j\omega L} + j\omega C + G\right] V_B + \left[-\frac{1}{j\omega L}\right] V_k + \left[1\right] I_b = 0$$

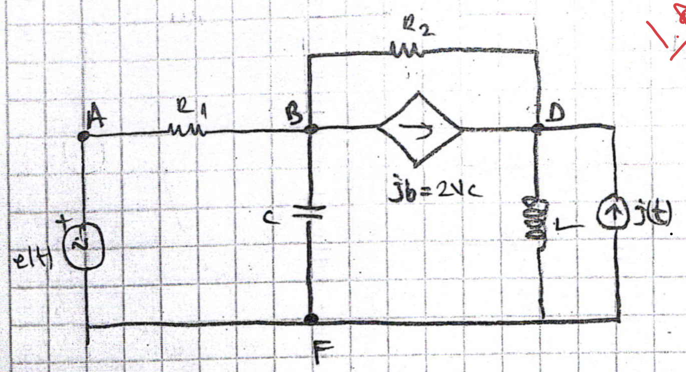
$I_b = I_R$

$V_B \left(\frac{1}{R}\right) \rightarrow G$

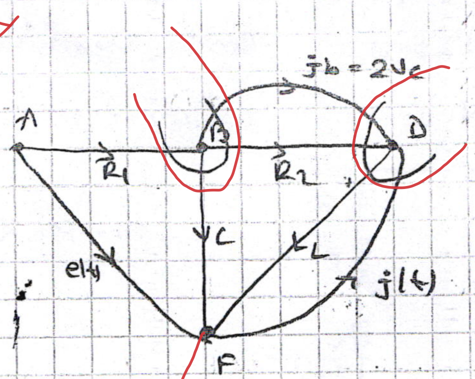
$$I_R = \frac{V_B - V_E}{R} = \frac{V_B}{R}$$

$$V_B = \frac{V_k \cdot \frac{1}{j\omega L}}{2G + j\omega C + \frac{1}{j\omega L}}$$

ÖRNEK Aşağıda verilen devreyi SSH'de DÜGY yöntemi ile adım adım devre denklemini yazınız.



1 Adım



$\underset{\sim}{V}_F = 0$ (ref.)

$\underset{\sim}{V}_A = e(t)$

$V_B, V_D = ?$

Çözüm adımları ek nottadır.

$$\begin{bmatrix} G_1 + j\omega C + G_2 \;(+2) & -G_2 \\ -G_2 \;(-2) & G_2 + \frac{1}{j\omega L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underset{\sim}{V}_B \\ \underset{\sim}{V}_D \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -G_1 \\ 0 \end{bmatrix} \underset{\sim}{e}(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix} \underset{\sim}{j}(t) + \begin{bmatrix} +1 \\ -1 \end{bmatrix} \underset{\sim}{j}(b) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

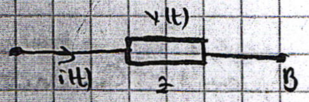
$j_b = 2V_C \quad V_C = V_B - V$

$\underline{\underline{= 2V_B}}$

$$\begin{bmatrix} +2 \\ -2 \end{bmatrix} V_B$$

$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 + j\omega C + 2 & -G_2 \\ -G_2 - 2 & G_2 + \frac{1}{j\omega L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underset{\sim}{V}_B \\ \underset{\sim}{V}_D \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -G_1 \\ 0 \end{bmatrix} \underset{\sim}{e}(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix} \underset{\sim}{j}(t) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

SSH'DE GÜÇ VE ENERJİ (AC devrelerinde Güç ve Enerji)

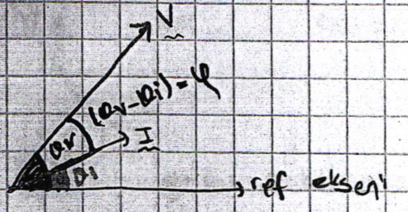


$V_{AB} = v(t)$

$v(t) = \sqrt{2}\, V \cos(\omega t + \theta_v) \Rightarrow V \angle \theta_v$

$i(t) = \sqrt{2}\, I \cos(\omega t + \theta_i) \Rightarrow I \angle \theta_i$

$\underset{\sim}{V} = \underset{\sim}{Z} \cdot \underset{\sim}{I} \qquad \underset{\sim}{Z} = \dfrac{\underset{\sim}{V}}{\underset{\sim}{I}} = \dfrac{V \angle \theta_v}{I \angle \theta_i} = \dfrac{V}{I} \angle \theta_v - \theta_i = \underline{\underline{Z \angle \varphi\ \Omega}}$



$p(t) = v(t) \cdot i(t)$

$p(t) = \underbrace{VI \cos\varphi}_{P} + \underbrace{VI\cos\varphi}_{P} \cdot \cos 2\omega t + \underbrace{VI \sin\varphi}_{Q} \cdot \sin 2\omega t$

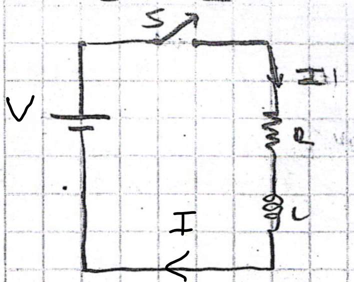
Aktif Güç

Reaktif Güç

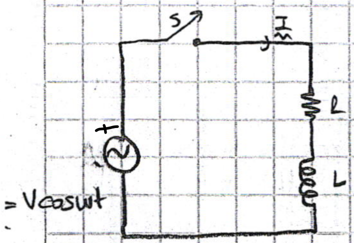
$P = VI\cos\varphi$ Aktif Güç [W]

$Q = VI\sin\varphi$ Reaktif Güç [VAR]

$S = V.I$ Görünür Güç [VA]



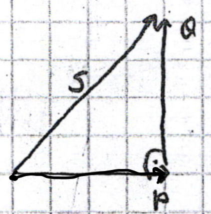
$P(t) = P = VI = \frac{V^2}{R} = I^2R$ [W]



$P = VI\cos\varphi$

$Q = VI\sin\varphi$

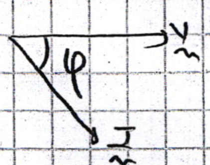
$S = VI$



Aktif Güç: Kaynaktan çekilen ve başka bir güce (mekanik, ısı, ışık vb) dönüşen bileşendir. Aktif güç tekrar kaynağa dönmez.

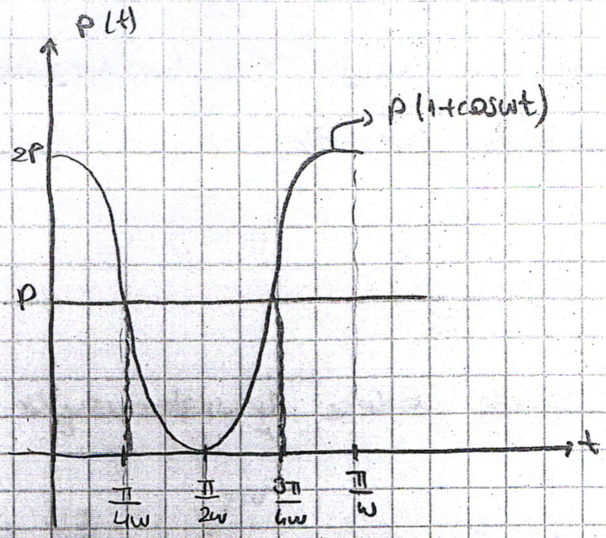
Reaktif Güç: AC akım kaynakları ile yük arasında salınan güçtür. İçerisinde L, C, barındıran yüklerin alternatif akım şebekesinden veya kaynaklarından bir yarım periyotta çektiği gücü tekrar diğer yarı periyotta kaynağa veya şebekeye vermesiyle oluşan güç bileşenidir.

Görünür Güç: Aktif ve reaktif güçlerin vektörel toplamıdır. Görünür güç akım ve gerilimin DC de olduğu gibi doğrudan çarpımına (skaler) eşittir.

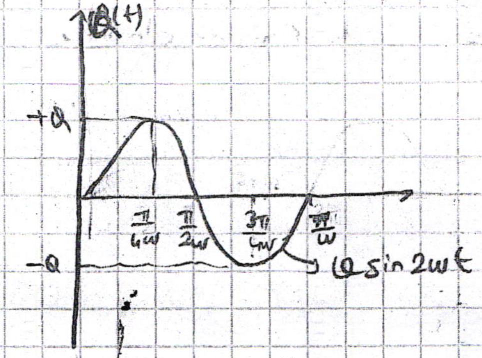


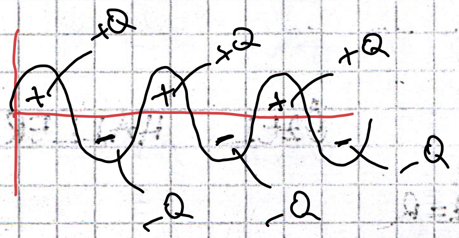
$\cos\varphi$ = Güç katsayısı

0-1 arasında değişir.



$$P(t) = P(1+\cos 2\omega t) + Q\sin 2\omega t$$





$t=0$ için $2\omega t = 0$

$t=\frac{\pi}{4\omega}$ için $2\omega t = \frac{\pi}{2}$

$t=\frac{\pi}{2\omega}$ için $2\omega t = \pi$

$t=\frac{3\pi}{4\omega}$ için $2\omega t = \frac{3\pi}{2}$

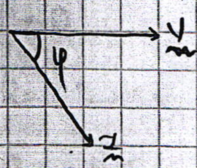
$t=\frac{\pi}{\omega}$ için $2\omega t = 2\pi$

Ortalama Güç: SSH'de ani gücün ortalaması aktif güce (P) eşittir

$$P_{ort} = \frac{1}{T}\int_0^T p(\tau)\,d(\tau)$$

$$P_{ort} = \frac{1}{T}\left[\int_0^T P\,dt + \underbrace{\int_0^T P\cos 2\omega t\,dt}_{0} + \underbrace{\int_0^T Q\sin 2\omega t\,dt}_{0}\right] \quad ?$$

$$P_{ort} = \frac{1}{T}\int_0^T P\,dt = V I \cos\varphi$$



$\cos\varphi$ = Güç katsayısı, (0,1) değeri

$\cos\varphi = 0$ ise $P = 0$ olur

$\sin\varphi = 1$ ise $Q = V I$

Aktif güç çekilmez. İdeal L veya ideal C elemanın bulunduğu devrelerde bu durum gerçekleşebilir.

* Kaynaktan veya şebekeden sadece reaktif güç çekilir. Yine bu durumda ideal L veya ideal C'nin olduğu devrelerde gerçekleşir.

* $\cos\varphi = 1$ ise $P = VI$

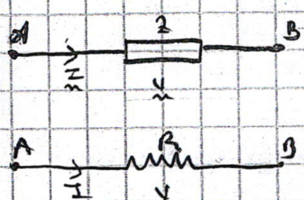
  $\sin\varphi = 0$ ise $Q = 0$

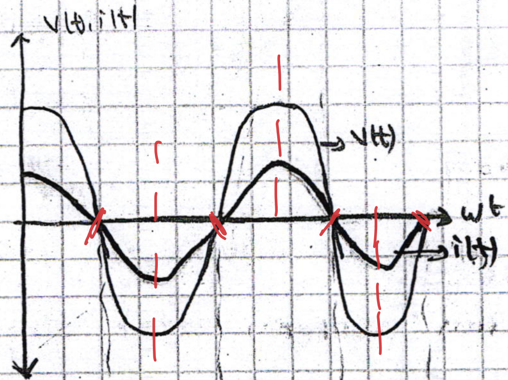
* Devrede sadece aktif güç çekilir. Devrede sadece R bulunursa ile böyle bir güç çekilebilir.

ÖZEL HALLER

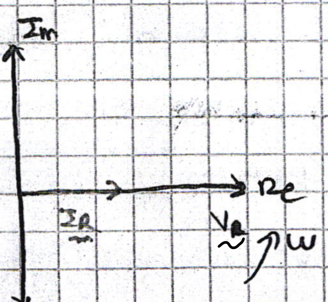
Z: Yük Empedansı

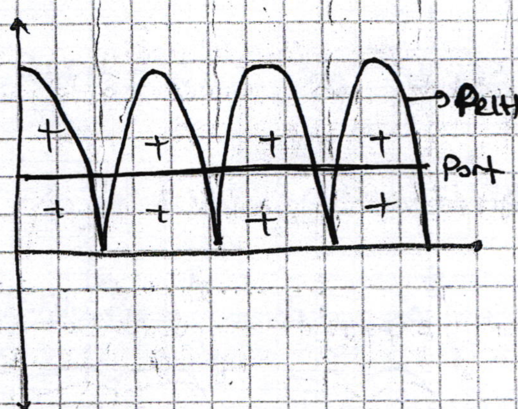
① $Z = R$





$p(t) = v(t) . i(t)$





(Sadece aktif güç var, çünkü kaynağa güç verilmiyor sadece kaynaktan güç çekiliyor)

* $P = VI\cos\varphi \quad (\varphi = 0)$

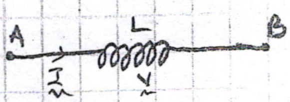
$P = VI$

$Q = VI\sin\varphi \quad (\varphi = 0)$

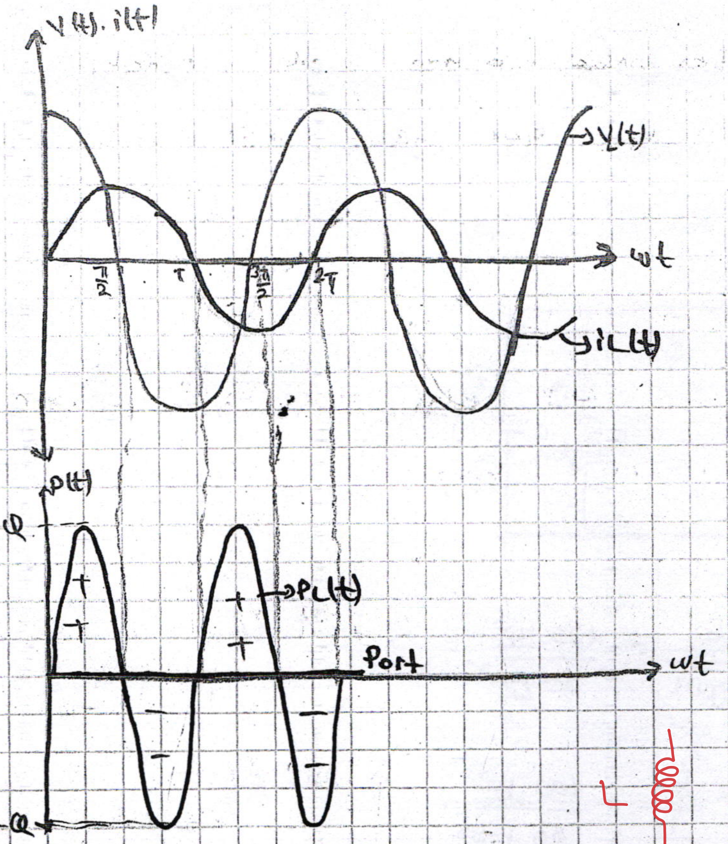
$Q = 0$

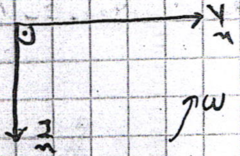
NOT: Direnç elemanı alternatif akım devrelerinde sadece aktif güç çeker, reaktif güç çekmez.

② $\frac{V}{I} = j\omega L$ (Endüktans)



$P(t) = V(t) \cdot i(t)$



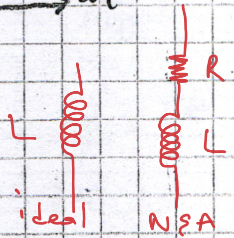


$P = VI\cos\varphi$ $(\varphi = \pi/2)$

$P = 0$

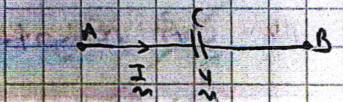
$Q = VI\sin\varphi$ $(\varphi = \pi/2)$

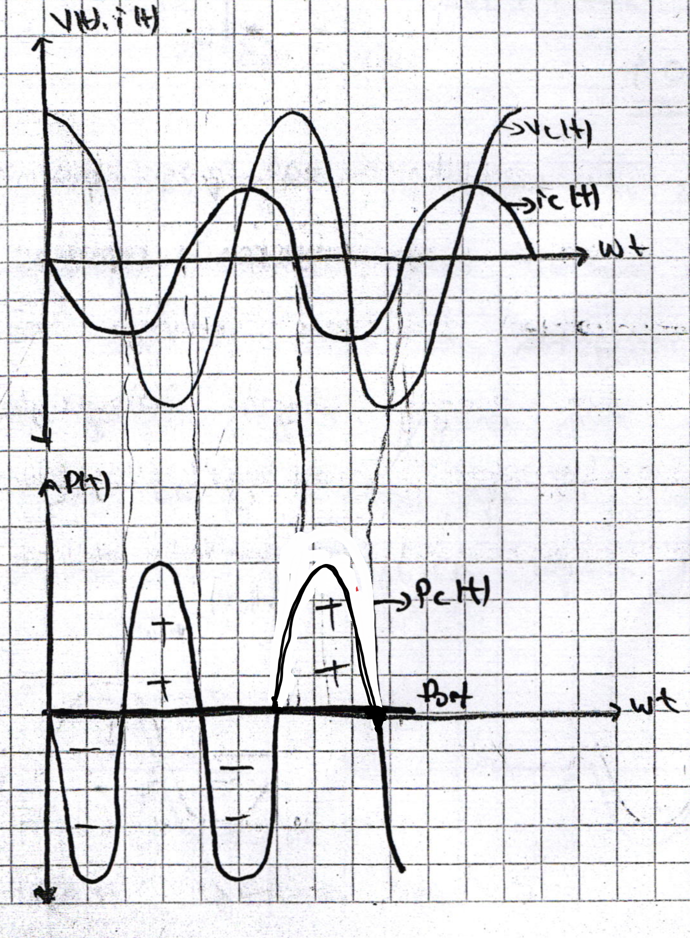
$Q = VI$

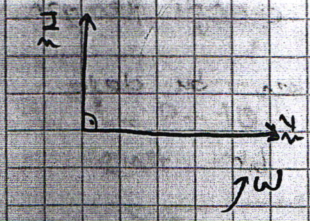


NOT: İdeal endüktans elemanı AC kaynaklarında aktif güç çekmezler. Sadece reaktif güç çekerler.

③ $\frac{V}{I} = \frac{1}{j\omega C}$ (Kondansatör)







$P = VI\cos\varphi$ $(\varphi = 3\pi/2)$

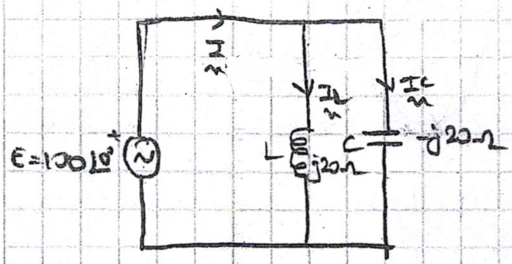
$P = 0$

$Q = VI\sin\varphi$ $(\varphi = 3\pi/2)$

$Q = -VI$

İdeal kondansatör elemanı AC kaynaklardan aktif güç çekmez. Sadece reaktif güç çeker

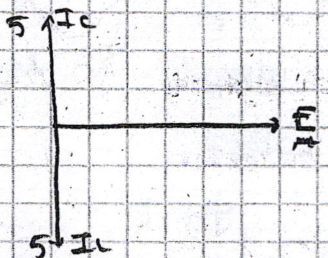
ÖRNEK Şekilde verilen devrede $\underline{I}_L$, $\underline{I}_C$ ve $\underline{I}$ ifadelerini bulunuz.



$$\underline{I} = \underline{I}_C + \underline{I}_L$$

$$\underline{I}_L = \frac{\underline{E}}{j\omega L} = \frac{100\angle 0°}{20\angle 90°} = 5\angle -90°\ A$$

$$\underline{I}_C = \frac{\underline{E}}{\frac{1}{j\omega C}} = \frac{100\angle 0°}{20\angle -90°} = 5\angle 90°\ A$$

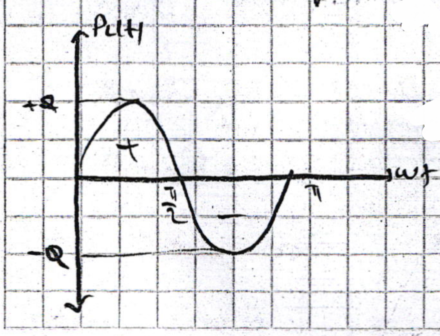


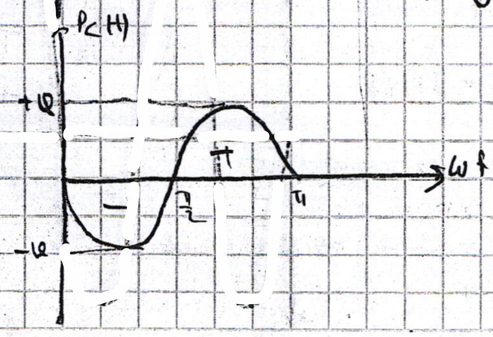
$$\underline{I} = \underline{I}_L + \underline{I}_C$$

$$\underline{I} = 5\angle -90° + 5\angle 90°$$

$$\underline{I} = \underline{\underline{0\ A}}$$

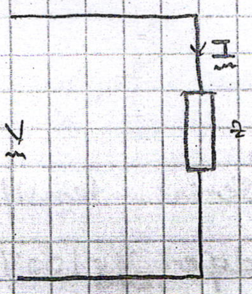
Endüktans ve kapasitenin ani güç değişimine göre ilk yarı periyotta endüktans devreden enerji çekiyorken kapasite devreye enerji veriyor. II. Yarı periyotta endüktans devreye enerji veriyorken bu defa kapasite tüm enerjiyi alıyor. Dolayısıyla enerji bir tenis topu gibi iki eleman arasında gidip geliyor. İlgili devrede elemanların ideal olduğu düşünüldüğünden devrede aktif güç çekilmemiştir.





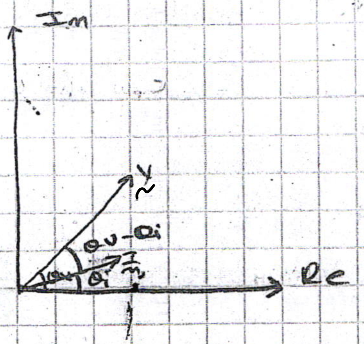
SSH'DE KOMPLEKS GÜÇ VE ENERJİ

Güç:



$\underset{\sim}{V} = V \angle\theta_v$

$\underset{\sim}{I} = I \angle\theta_i$



$$\underset{\sim}{Z} = \frac{\underset{\sim}{V}}{\underset{\sim}{I}} = \frac{V\angle\theta_v}{I\angle\theta_i} =$$

$$\underset{\sim}{Z} = \left|\frac{V}{I}\right| \angle\theta_v-\theta_i = Z\angle\varphi \ \Omega$$

$$\underset{\sim}{S} = \underset{\sim}{V}\,\underset{\sim}{I}^* \Rightarrow \text{Kompleks güç}$$

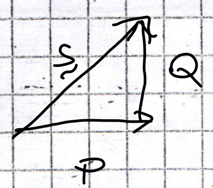
$S = VI$

$\underset{\sim}{S} = \underset{\sim}{V} \cdot \underset{\sim}{I}^*$

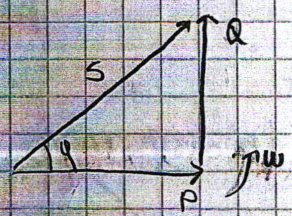
I^* = akımın fazörel olarak eşleniği

$$\underset{\sim}{S} = VIe^{j\varphi} = VI\,[\cos\varphi + j\sin\varphi]$$

$$\underset{\sim}{S} = \underbrace{VI\cos\varphi}_{P} + j\underbrace{VI\sin\varphi}_{Q}$$

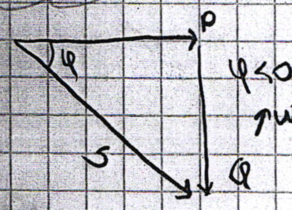


$$\underset{\sim}{S} = \underset{\downarrow}{P}_{\text{watt}} + j\underset{\downarrow}{Q}_{\text{VAr}}$$



$\varphi > 0 \Rightarrow$ Endüktif karakteristik yüklere ait güç üçgeni (motor, RL vb)

$$S = P - jQ$$



$\varphi < 0$ jw $\Rightarrow$ Kapasitif karakterli yüklere ait güç üçgeni (yer altı kablosu, RC devreleri vb)

$$\cos\varphi = \frac{P}{S}$$

$$\tan\varphi = \frac{Q}{P} \Rightarrow Q = P\tan\varphi$$

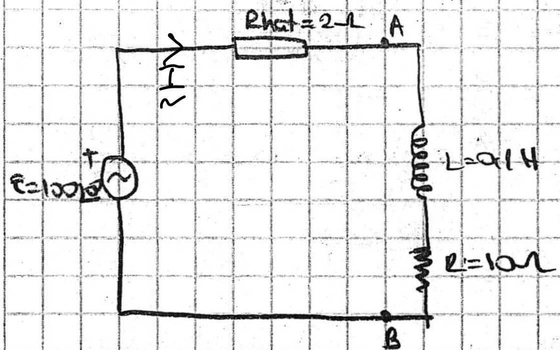
$$S^2 = P^2 + Q^2$$

$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ → Görünen güç (VA)

$$E(t) = \int_0^{t_1} p(\tau)\,d\tau \quad \Rightarrow \quad E_W = P \cdot t_1 \ [kWh]$$
$$E_{dW} = Q \cdot t_1 \ [kVAh]$$

ÖRNEK

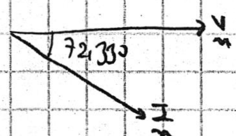
Şekilde verilen devre kabaca tek fazlı bir güç sistemini temsil etmektedir. A-B uçları arasındaki gerilimin efektif değeri $V_{AB} = 100V$ ise R,L elemanlarından oluşan yükün çektiği güçleri ve R hat direncinde harcanan gücü hesaplayınız. [$f = 50Hz$, $\omega = 314$ rad/s]



$$Z = R + j\omega L = 10 + j \cdot 314 \cdot 0{,}1 = 10 + j31{,}4$$
$$= 32{,}954 \angle 72{,}33° \ \Omega$$

$$I = \frac{V_{AB}}{Z} = \frac{100 \angle 0°}{32{,}954 \angle 72{,}33°} =$$

$$I = 3{,}035 \angle -72{,}33° \ A$$



(Akım geriden geliyor)

$$\varphi = \theta_v - \theta_i = 0 - (-72{,}33°) = 72{,}33°$$

$$P = VI\cos\varphi = 100 \cdot 3{,}035 \cdot \cos(72{,}33) = 92{,}123 \ W \quad \left((3{,}035)^2 \times 10\right)$$

$$Q = VI\sin\varphi = 100 \cdot 3{,}035 \cdot \sin(72{,}33) = 289{,}181 \ VAr$$

$$S = VI = 100 \cdot 3{,}035 = 303{,}5 \ VA$$

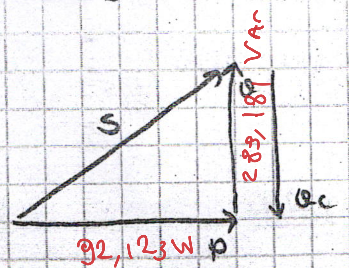
$$P_{hat} = I^2 R = (3{,}035)^2\, 2 = 18{,}422 \ W$$

$$S = P = 18{,}422 \ VA$$

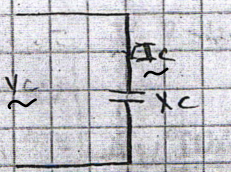
ÖRNEK

Yukarıda verilenlere göre A-B uçlarına bağlanacak bir kondansatör ile yükün güç katsayısının 1 olması sağlanıyor (tam kompanzasyon). Bu durumda C kapasitesinin değerini, yükün aktif gücünü ve hattaki kaybı bulunuz.

(NOT: V_{AB} arasındaki efektif değerin değişmediği kabul edilecektir)



$Q_c = Q = 283,181 \text{ VAr}$



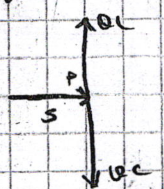
$Q_c = I_c^2 . X_c = \frac{V^2}{X_c} = \frac{V^2}{\frac{1}{wC}} = wCV^2$

$Q_c = wCV^2$

$C = \frac{Q_c}{wV^2} = \frac{283,181}{314.100^2} = 92,1.10^{-6} F \quad (92,1 \mu F)$

$P' = P = 561 = 92.123 W$ (aktif güçte değişim olmayacaktır)

$Q' = 0 \text{ VAr}$

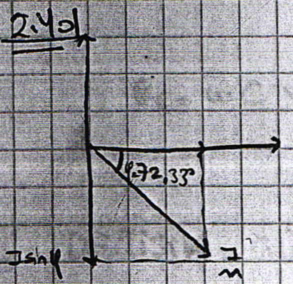


$S' = P = 92.123 \text{ VA}$

$I' = \frac{S'}{V} = \frac{92,123}{100} = 0,921 A$

$P_{hat}' = (I')^2 . R_{hat} = (0,921)^2 . 2 = 1,696 W$

2. Yol



$|I_c| = |I \sin \varphi|$

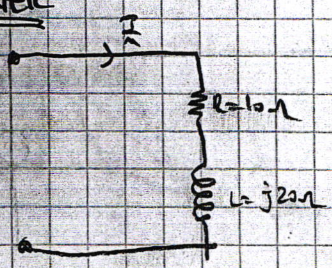
$I_c = I \sin \varphi$

$I_c = 3,035 . \sin(72,33°) = \frac{V}{X_c} = \frac{V}{\frac{1}{wC}} = wCV$

$I_c = 2,892 = wCV$

$C = \frac{I_c}{wV} = \frac{2,892}{314.100} = 92,1.15^{-6} F = 92,1 \mu F$ //

ÖRNEK



$I = 220 \angle 0° V$

Şekilde verilen devrede yükü

a) şebekeden çektiği I akımını,

b) şebekeden " aktif, reaktif, görünür güçleri ve güç faktörünü,

c) yükün güç faktörünü 0,95 yapabilmek için yüke paralel bağlanması gereken C değerini bulunuz. $(w = 314)$ rad/s

1.yol:

a) $\underset{\sim}{Z} = 10 + j20 = \sqrt{10^2+20^2}\ \tan^{-1}\left(\frac{20}{10}\right) = 22{,}36\ \angle 63{,}43^\circ$

$$\underset{\sim}{I} = \frac{\underset{\sim}{V}}{\underset{\sim}{Z}} = \frac{220\angle 0^\circ}{22{,}36\angle 63{,}43^\circ} = 9{,}84\ \angle -63{,}43^\circ\ A$$

b) $\underset{\sim}{S} = \underset{\sim}{V}\,\underset{\sim}{I}^{*} = 220\angle 0^\circ \cdot 9{,}84\angle 63{,}43 = 2165\ \angle 63{,}43^\circ\ VA$

$\underset{\sim}{S} = P + jQ \qquad P = S.\cos\varphi \qquad Q = S.\sin\varphi$

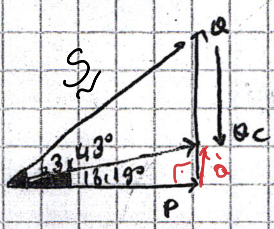
$P = 2165\cos(63{,}43) \qquad Q = 2165 . \sin(63{,}43)$

$P = 968{,}26\ W \qquad Q = 1936{,}5\ VAr$

$S = 2165\ VA$

$\cos\varphi = \cos(63{,}43^\circ) = 0{,}447$

c) $\arccos(0{,}95) = 18{,}19^\circ$



$Q = P \cdot \tan\varphi'$

$Q_c = P(\tan\varphi - \tan\varphi')$

$Q_c = P(\tan(63{,}43^\circ) - \tan(18{,}19^\circ))$

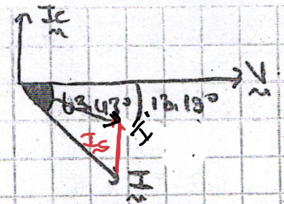
$Q_c = 968{,}26\ (1{,}67)$

$Q_c = 16{,}18\ VAr$

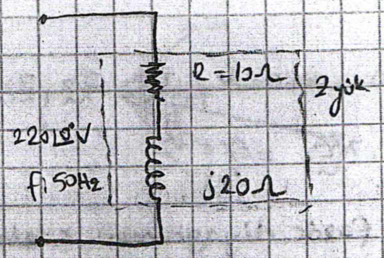
$$Q_c = I_c^2 X_c = \frac{V_c^2}{X_c} = \frac{V_c^2}{\frac{1}{wC}} = wC\,V_c^2$$

$$C = \frac{Q_c}{w V_c^2} = \frac{1618}{314 \cdot 220^2} = 106{,}46 \cdot 10^{-6}\ F$$

$= 106{,}46\ \mu F$



2. yol:



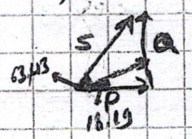
$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{10^2 + 20^2} = 22,36\,\Omega$

$\underset{\sim}{I} = \frac{V}{Z} = \frac{220}{22,36} = 9,84\,A$

$P = I^2 R = (9,84)^2 \cdot 10 = 968,26\,W$

$Q = I^2 X_L = (9,84)^2 \cdot 20 = 1936,5\,VAr$

$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{(968,26)^2 + (1936,5)^2} = 2165\,VA$



$\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{Q}{P}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{1936,5}{968,26}\right)$ $\cos\varphi_1 = 0,447$ $\varphi_1 = 63,43°$

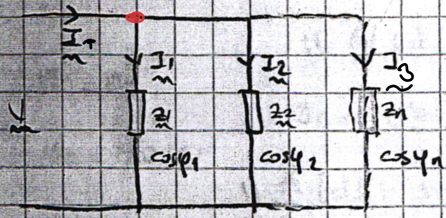
$\cos\varphi_2 = 0,95$ $\varphi_2 = 18,19$

$Q_C = (\tan\varphi_1 \cdot P) - (\tan\varphi_2 \cdot P) = P(\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2) = 968,26 \cdot (1,67)$

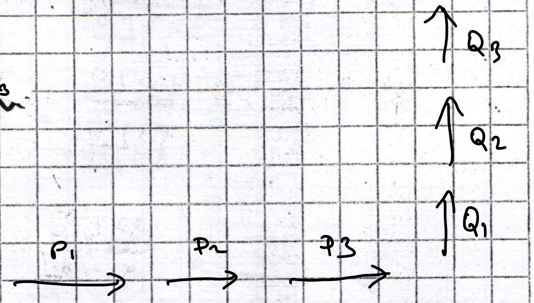
$Q_C = 1618\,VAr$

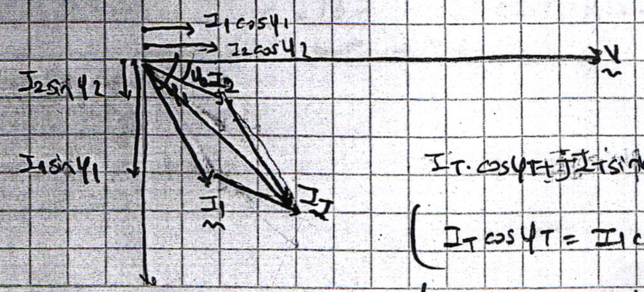
$Q_C = wCV^2 \Rightarrow C = \frac{Q_C}{wV^2} = \frac{1618}{2\pi 50 \cdot 220^2} = 106,46\,\mu F$

DEĞİŞİK GÜÇ FAKTÖRLÜ YÜKLERİN ŞEBEKEYE BAĞLANMASI



$\underset{\sim}{I_T} = \underset{\sim}{I_1} + \underset{\sim}{I_2} + \underset{\sim}{I_3}$





$I_T \cos\varphi_T + j I_T \sin\varphi_T = I_1\cos\varphi_1 + j I_1 \sin\varphi_1 + I_2\cos\varphi_2 + j I_2 \sin\varphi_2$

$I_T\cos\varphi_T = I_1\cos\varphi_1 + I_2\cos\varphi_2$

$I_T\sin\varphi_T = I_1\sin\varphi_1 + I_2\sin\varphi_2$

Sonuç olarak

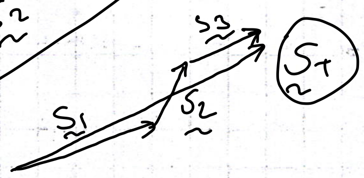
$P_T = P_1 + P_2 + \ldots + P_n$

$Q_T = Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_n$

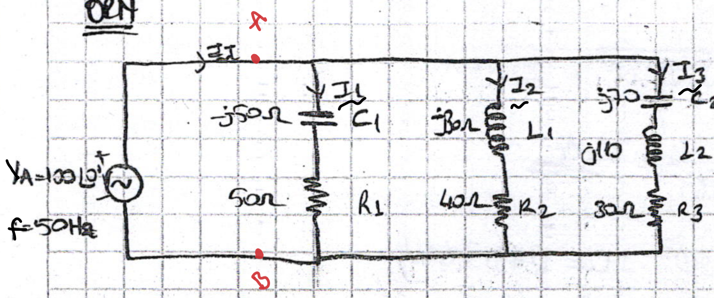
$S_T \neq S_1 + S_2 + \ldots + S_n$

OK!

$\underset{\sim}{S_T} = \underset{\sim}{S_1} + \underset{\sim}{S_2} + \underset{\sim}{S_3}$



ÖRN



a) Yanda verilen devrede $\underset{\sim}{I_1}, \underset{\sim}{I_2}, \underset{\sim}{I_3}, \underset{\sim}{I_T} = ?$

b) $\underset{\sim}{V_{C1}}, \underset{\sim}{V_{R1}}, \underset{\sim}{V_{L2}} = ?$

c) Devrenin fazör diyagramını çiziniz.

d) Kaynaktan çekilen gücü hesaplayınız (aktif, reaktif, görünür). Kaynak uçlarında görülen yükün endüktif mi kapasitif mi olduğunu belirleyiniz.

e) Kaynaktan çekilen gücün devredeki R, L, C elemanlarının güçleri toplamına eşit olduğunu gösteriniz.

f) Kaynaktan yalnız aktif güç çekilmesi isteniyorsa A-B uçlarındaki düğümler arasına bağlanması gereken C değeri nedir?

a) $\underset{\sim}{Z_1} = 50 - j50 = 70{,}7 \angle -45° \ \Omega$ //

$\underset{\sim}{Z_2} = 30j + 40 = 50 \angle 36{,}8° \ \Omega$ //

$\underset{\sim}{Z_3} = 30 + j(110 - 70) = 50 \angle 53{,}1° \ \Omega$ //

$\underset{\sim}{I_1} = \dfrac{\underset{\sim}{V_A}}{\underset{\sim}{Z_1}} = \dfrac{100 \angle 0°}{70{,}7 \angle -45°} = 1{,}414 \angle 45° \ A \quad (1 + j1)\ A$ //

$\underset{\sim}{I_2} = \dfrac{\underset{\sim}{V_A}}{\underset{\sim}{Z_2}} = \dfrac{100 \angle 0}{50 \angle 36{,}8} = 2 \angle -36{,}8 \ A$ // $(1{,}6 - j1{,}2)\ A$ //

$\underset{\sim}{I_3} = \dfrac{\underset{\sim}{V_A}}{\underset{\sim}{Z_3}} = \dfrac{100 \angle 0°}{50 \angle 53{,}1} = 2 \angle -53{,}1° \ A$ // $(1{,}2 - j1{,}6)\ A$ //

$\underset{\sim}{I_T} = \underset{\sim}{I_1} + \underset{\sim}{I_2} + \underset{\sim}{I_3}$

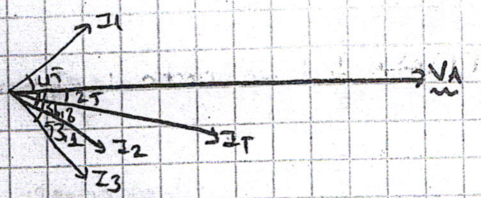
$\underset{\sim}{I_T} = 3{,}8 - j1{,}8 = 4{,}2 \angle -25{,}3° \ A$ //

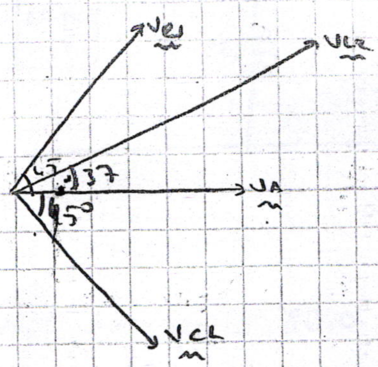
b) $V_{C1} = X_{C1} \cdot I_1 = 50\angle{-90^\circ} \cdot 1.414\angle{45^\circ} = 70.7\angle{-45^\circ}$ V

$V_{R1} = R \cdot I_1 = 50\angle{0^\circ} \cdot 1.414\angle{45^\circ} = 70.7\angle{45^\circ}$ V

$V_{L2} = X_{L2} \cdot I_3 = 110\angle{90^\circ} \cdot 2\angle{-53.1} = 220\angle{37^\circ}$ V

c)





d) $S_T = V_A \cdot I_T^* = 100\angle{0^\circ} \cdot 4.2\angle{25.3^\circ} = 420\angle{25.3^\circ}$ VA

$S_T = 420(\cos 25.3 + i\sin 25.3)$ $\quad P_T = 380$ W (Aktif güç)

$= 380 + j180 = P_T + jQ_T$ $\quad Q_T = 180$ VAr (Reaktif Güç İndüktif $(Q_T > 0)$

e) Devrede çekilen toplam aktif güç dirençlerin güçleri toplamına, kaynaktan çekilen toplam reaktif güç L ve C'nin güçleri toplamıdır.

$P_T = P_1 + P_2 + P_3$

$P_{R1} = I_1^2 \cdot R_1 = 50 \cdot (1.414)^2 = 100$ W

$P_{R2} = I_2^2 \cdot R_2 = 40 \cdot 2^2 = 160$ W

$P_{R3} = I_3^2 R_3 = 30 \cdot 2^2 = 120$ W

$P_T = 380$ W

$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$

$Q_{C1} = X_{C1} I_1^2 = -j50(1.414)^2 = -j100$

$Q_{L1} = X_{C2} I_2^2 = j30 \cdot 2^2 = j120$

$Q_{C2} = X_{L1} I_3^2 = -j70 \cdot 2^2 = -j280$

$Q_{L2} = X_{L2} I_3^2 = j110 \cdot 2^2 = j440$

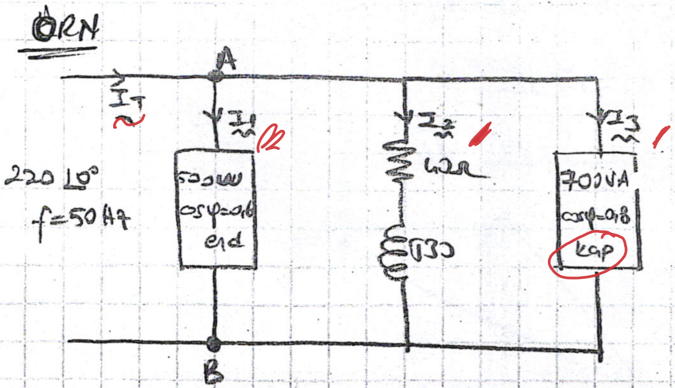
$Q_T = j180$ VAr

f) $Q_C = Q_T$

$Q_C = 180$ VAr $\quad Q_C = \omega C V^2 \quad C = \frac{Q_C}{\omega V^2}$

$C = \frac{180}{2\pi 50 \cdot 100^2} = 57.3\ \mu F$

ÖRN



a) Kaynaktan çekilen toplam güçleri ve güç faktörünü hesaplayınız.

b) I_T = ?

c) Z_T = ?

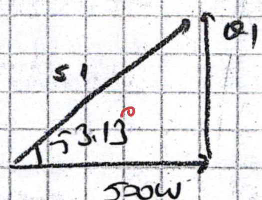
d) Kaynak uçlarından çekilen gücün güç faktörünü 0,98 yapmak için A–B uçlarına bağlanması gereken elemanı hesaplayınız.

a) 1. yük

$P_1 = 500W$

$\cos\varphi_1 = 0{,}6$

$\varphi_1 = \arccos(0{,}6) = 53{,}13°$



$\tan\varphi_1 = \dfrac{Q_1}{P_1} = \dfrac{Q_1}{500} = \tan\varphi_1$

$Q_1 = 500 \cdot \tan(53{,}13°)$

$Q_1 = j666{,}7$ VAr

2. yük

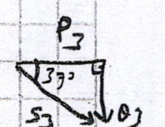
$Z_2 = 40 + j30 = 50 \angle 36{,}86°\ \Omega$

$I_2 = \dfrac{V}{Z_2} = \dfrac{220\angle 0°}{50\angle 36{,}86°} = 4{,}4 \angle -36{,}86°$ A

$P_2 = I_2^2 R = (4{,}4)^2 \cdot 40 = 774{,}4W$

$Q_2 = I_2^2 X_L = (4{,}4)^2 \cdot j30 = j580{,}8$ VAr

3. yük



$S_3 = 700VA$

$\cos\varphi_3 = 0{,}8 \qquad \varphi_3 = -36{,}86°$

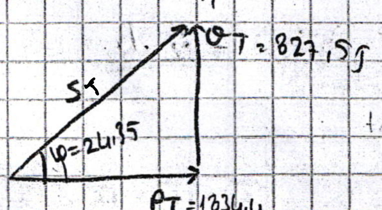
$P_3 = S_3 \cdot \cos\varphi_3 = 700 \cdot 0{,}8 = 560W$

$Q_3 = S_3 \cdot \sin\varphi_3 = 700 \cdot 0{,}6 = -j420$ VAr

$P_T = P_1 + P_2 + P_3 \qquad Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$

$P_T = 500 + 774{,}4 + 560 \qquad Q_T = j666{,}7 + j580{,}8 - j420$

$P_T = 1834{,}4W \qquad Q_T = j827{,}5$ VAr



$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2} = \sqrt{(1834{,}4)^2 + (827{,}5)^2} = 2012{,}4$ VA

$\cos\varphi_T = \left(\dfrac{P_T}{S_T}\right) = \dfrac{1834{,}4}{2012{,}4} = 0{,}91$

$\varphi_T = \arccos(0{,}91) = 24{,}135°$

b) $\underset{\sim}{S_T} = \underset{\sim}{V} \cdot \underset{\sim}{I_T^*} =$

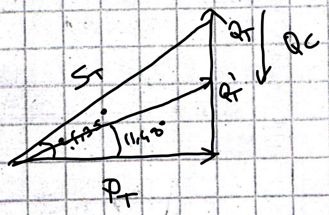
$$I_T^* = \frac{S_T}{V} = \frac{2012{,}4 \angle 24{,}35^\circ}{220 \angle 0} = 9{,}15 \angle 24{,}35^\circ \text{ A} //$$

$$I_T = 9{,}15 \angle -24{,}35^\circ \text{ A} //$$

c) $$\underset{\sim}{Z_T} = \frac{V}{I_T} = \frac{220 \angle 0^\circ}{9{,}15 \angle -24{,}35} = 24{,}04 \angle 24{,}35^\circ = (21{,}9\ \Omega + j\,9{,}9)\ \Omega$$

$21{,}9\ \Omega \quad j\,9{,}91\ \Omega$

d) $\cos\varphi_2 = 0{,}98$



$\arccos(0{,}98) = 11{,}48^\circ$

$Q_C = P(\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)$

$Q_C = 1834{,}4\ (\tan(24{,}35)^\circ - \tan(11{,}481)^\circ)$

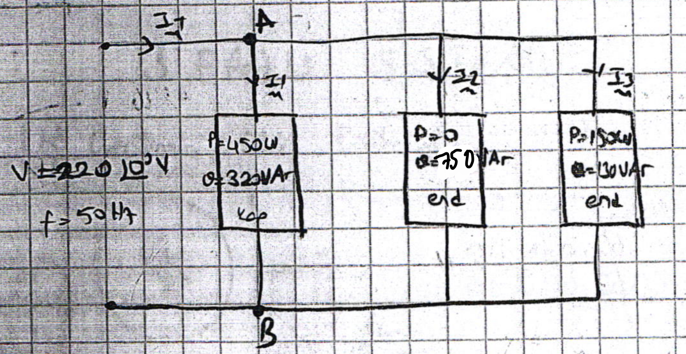
$Q_C = 457{,}6$ VAr

$Q_C = w \cdot C \cdot V^2$

$$C = \frac{Q_C}{wV^2} = \frac{457{,}6}{2\pi 50 \cdot 220^2}$$

$C = 3 \cdot 10^{-5}$ F $= 30\mu$F //

ÖRN



a) $\underset{\sim}{I_1}, \underset{\sim}{I_2}, \underset{\sim}{I_3}, \underset{\sim}{I_T} = ?$

b) $P_T, Q_T, S_T, \cos\varphi_T = ?$

c) Devrenin güç katsayısını 0,95 yapmak üzere A-B uçlarına bağlanması gereken elemanın gücünü ve sığasını bulunuz?

a) 1. yük

$\underset{\sim}{S_1} = 450 - j320 = 552{,}17 \angle -35{,}42^\circ$ VA

$$I_1^* = \frac{S_1}{V} = \frac{525{,}17 \angle -35{,}42}{220 \angle 0} = 2{,}5 \angle -35{,}42 \Rightarrow \underset{\sim}{I_1} = 2{,}5 \angle 35{,}42 //$$

2. yük

$\underset{\sim}{S_2} = 750j$ VA

$$\underset{\sim}{I_2^*} = \frac{S_2}{V} = \frac{750 \angle 90^\circ}{220 \angle 0} = 3{,}41 \angle 90 \text{ A} \rightarrow \underset{\sim}{I_2} = 3{,}41 \angle -90^\circ \text{ A} //$$

3. yük

$\tilde{S}_3 = 150 + j130 = 198,\ \angle 40{,}9$ VA

$I_3^* = \frac{S_3}{\tilde{V}} = \frac{198 \angle 40{,}9}{220 \angle 0°} = 0{,}902 \angle 40{,}9° \text{ A} \Rightarrow \tilde{I}_3 = 0{,}902 \angle -40{,}9° \text{ A}$

$\tilde{I}_T = \tilde{I}_1 + \tilde{I}_2 + \tilde{I}_3 = 2{,}5 \angle 35{,}42° + 3{,}41 \angle -90° + 0{,}902 \angle -40{,}9 = \underline{\underline{3{,}73 \angle -43{,}02 \text{ A}}}$

toplam yük endüktif

b) $P_T = P_1 + P_2 + P_3$

$P_T = 450 + 0 + 150$

$P_T = 600 \text{W}$

$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 \; j$

$Q_T = -j320 + j750 + j130$

$Q_T = j500 \text{ VAr}$

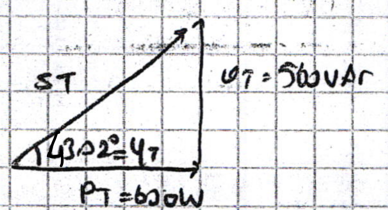
$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2}$

$\tilde{S}_T = \tilde{V} \cdot \tilde{I}^*$

$\tilde{S}_T = 220 \angle 0 \cdot 3{,}73 \angle 43{,}02°$

$\tilde{S}_T = 820{,}73 \angle 43{,}02°$

$S_T = P_T + jQ_T = 820{,}73 (\cos\varphi_T + j\sin\varphi_T)$



c) $\cos\varphi_2 = 0{,}95 \qquad \varphi_2 = 18{,}2°$

$Q_C = P_T (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)$

$Q_C = 600 (\tan(43{,}02°) - \tan(18{,}2°)) = 362{,}63 \text{ VAr}$ //

$Q_C = wCV^2$

$C = \frac{Q_C}{wV^2} = \frac{362{,}63}{2\pi 50 \cdot 220^2} = \underline{\underline{23{,}8 \mu F}}$

YILDIZ - ÜÇGEN DÖNÜŞÜMLERİ

△ ⇒ üçgen bağlantı

⅄ ⇒ Yıldız "

1. Adım

$\underset{\sim}{\dot{i}_{a1}} = ?$

$\underset{\sim}{\dot{i}_{a2}} = ?$

2. Adım

$\underset{\sim}{V_{R1}} - \underset{\sim}{V_b} + \underset{\sim}{V_L} + \underset{\sim}{V_C} - \underset{\sim}{E} = 0$

$\underset{\sim}{V_{R2}} - \underset{\sim}{V_C} = 0$

3. Adım

① $R_1 \underset{\sim}{I_{R1}} - \underset{\sim}{V_b} + j\omega L \underset{\sim}{I_L} + \frac{1}{j\omega C} \underset{\sim}{I_C} - \underset{\sim}{E} = 0$

② $R_2 \cdot \underset{\sim}{I_{R2}} - \frac{1}{j\omega C} \underset{\sim}{I_C} = 0$

4. Adım

$\underset{\sim}{I_{R1}} = \underset{\sim}{\dot{i}_{a1}}$ $\qquad \underset{\sim}{I_C} = \underset{\sim}{\dot{i}_{a1}} - \underset{\sim}{\dot{i}_{a2}}$

$\underset{\sim}{I_L} = \underset{\sim}{\dot{i}_{a1}}$ $\qquad \underset{\sim}{I_{R2}} = \underset{\sim}{\dot{i}_{a2}}$

5. Adım

1 $R_1 \cdot \underset{\sim}{\dot{i}_{q1}} - \underset{\sim}{V_b} - j\omega L \, \underset{\sim}{i_{q1}} + \frac{1}{j\omega C}\left(\underset{\sim}{i_{q1}} - \underset{\sim}{i_{q2}}\right) - \underset{\sim}{I} = 0$

2 $R_2 \cdot \underset{\sim}{\dot{i}_{q2}} - \frac{1}{j\omega C}\left(\underset{\sim}{\dot{i}_{q1}} - \underset{\sim}{\dot{i}_{q2}}\right) = 0$

2. Adım

$$I_C + I_R + J_b - I_L = 0$$

3. Adım

$$j\omega C\, V_C + G \cdot V_R + J_b - \frac{1}{j\omega L} V_L = 0$$

4. Adım

$$V_C = V_B - V_E = V_B$$

$$V_R = V_B - V_E = V_B$$

$$V_L = V_A - V_B = V_K - V_B$$

$$j\omega C\, V_B + G\, V_B + J_b - \frac{1}{j\omega L}\left(V_K - V_B\right) = 0$$

$$V_B\left(j\omega C + G + \frac{1}{j\omega L}\right) + J_b - \frac{1}{j\omega L} V_K = 0$$

$G \cdot V_R$

$G \cdot V_B$

$$V_B\left(j\omega C + 2G + \frac{1}{j\omega L}\right) - \frac{1}{j\omega L} V_K = 0$$

$$\frac{1}{j\omega L} V_K$$

$$\underset{\sim}{V_B} = \frac{\quad}{\left(j\omega C + 2G + \frac{1}{j\omega L}\right)}$$

2. Adım

B $\quad \tilde{I}_{R2} + \tilde{I}_C - \tilde{I}_{R1} + \tilde{J}_b = 0$

D $\quad \tilde{I}_L - \tilde{I}_{R2} - j(t) - \tilde{J}_b = 0$

3. Adım

B $\quad G_2 . \tilde{V}_{R2} + j\omega C \tilde{V}_C - G_1 . \tilde{V}_{R1} + \tilde{J}_b = 0$

D $\quad \dfrac{1}{j\omega L} \tilde{V}_L - G_2 . \tilde{V}_{R2} - j(t) - \tilde{J}_b = 0$

4. Adım

$$\tilde{V}_{R2} = \tilde{V}_B - \tilde{V}_D$$

$$\tilde{V}_C = \tilde{V}_B - \tilde{V}_F = \tilde{V}_B - 0 = \tilde{V}_B$$

$$\tilde{V}_{R1} = \tilde{V}_A - \tilde{V}_B = e(t) - \tilde{V}_B$$

$$\tilde{V}_L = \tilde{V}_D - \tilde{V}_F = \tilde{V}_D - 0 = \tilde{V}_D$$

B $\quad G_2 . (\tilde{V}_B - \tilde{V}_D) + j\omega C \tilde{V}_B - G_1 . (e(t) - \tilde{V}_B) + \tilde{J}_b = 0$

D $\quad \dfrac{1}{j\omega L} \tilde{V}_D - G_2 . (\tilde{V}_B - \tilde{V}_D) - j(t) - \tilde{J}_b = 0$

$$\tilde{Y} \tilde{V}_D + F \tilde{e}(t) + S . \tilde{J}(t) = 0$$

+2

$$\begin{bmatrix} G_2 + j\omega C + G_1 & -G_2 \\ -G_2 \; {-2} & \frac{1}{j\omega L} + G_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underset{\sim}{V_B} \\ \underset{\sim}{V_D} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -G_1 \\ 0 \end{bmatrix} e(t) + \cancel{\begin{bmatrix} \; \\ -1 \end{bmatrix} \underset{\sim}{V_b}} + \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix} J(t) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\underset{\sim}{V_b} = 2\underset{\sim}{V_C} = 2\underset{\sim}{V_B}$$

$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 + j\omega C + 2 & -G_2 \\ -G_2 - 2 & \frac{1}{j\omega L} + G_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underset{\sim}{V_B} \\ \underset{\sim}{V_D} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -G_1 \\ 0 \end{bmatrix} e(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix} J(t) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$