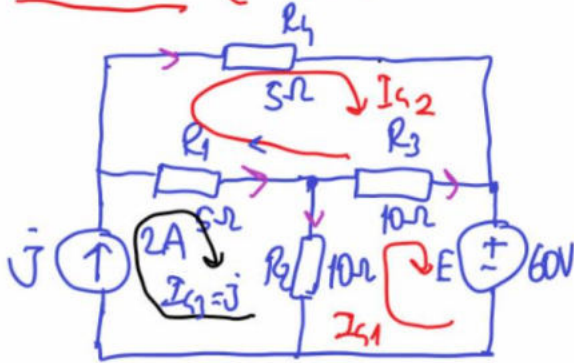


SORU1 (ÇAY)



a) Çare Akımları Yöntemi (ÇAY)
adım-adım dave denklemleri
elde edilir ve matris biçiminde
yazılır (Akımlar bilinmeyen bağımlı
çare akımları yönleri saat ibresi
yönünde seçilir.)

b) Denklemleri yazılır ve R_3 'ün
gücünü hesaplarız ($P_{R_3} = ?$)

Çözüm

a) $I_{s1} = ?$
 $I_{s2} = ?$
 $I_{s3} = J = 2A$

Rakamları çare akımları bağıli olarak yazılır

$$\begin{cases} I_{R1} = I_{s3} - I_{s2} = J - I_{s2} \\ I_{R2} = J - I_{s1} \\ I_{R3} = I_{s1} - I_{s2} \end{cases} \quad \begin{cases} I_{s1} = I_{s2} \end{cases}$$

Çare denklemleri

I_{s1} çaresi için

$$-V_{R2} + V_{R3} + E = 0$$

$$-R_2 I_{s2} + R_3 I_{s3} + E = 0$$

$$-R_2 (J - I_{s1}) + R_3 (I_{s1} - I_{s2}) + E = 0$$

$$(R_2 + R_3) I_{s1} - R_3 I_{s2} + E - R_2 J = 0 \quad 1. \text{denklem}$$

I_{s2} çaresi için

$$-V_{R3} - V_{R1} + V_{R4} = 0 \Rightarrow -R_3 I_{s3} - R_1 I_{s1} + R_4 I_{s2} = 0$$

$$-R_3 (I_{s1} - I_{s2}) - R_1 (J - I_{s2}) + R_4 I_{s2} = 0$$

$$-R_3 I_{s1} + (R_1 + R_3 + R_4) I_{s2} - R_1 J = 0 \quad 2. \text{denklem}$$

Sf2

$$\begin{bmatrix} (R_2+R_3) & -R_3 \\ -R_3 & (R_1+R_2+R_3) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{s1} \\ I_{s2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \cdot E + \begin{bmatrix} -R_2 \\ -R_1 \end{bmatrix} \cdot J = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

b) Symmetrisches

$$\begin{bmatrix} (10+10) & -10 \\ -10 & (5+10+5) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{s1} \\ I_{s2} \end{bmatrix} + \underbrace{\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} 60 + \begin{bmatrix} -10 \\ -5 \end{bmatrix} \cdot 2}_{\begin{bmatrix} 40 \\ -10 \end{bmatrix}} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 20 & -10 \\ -10 & 20 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{s1} \\ I_{s2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -40 \\ 10 \end{bmatrix}$$

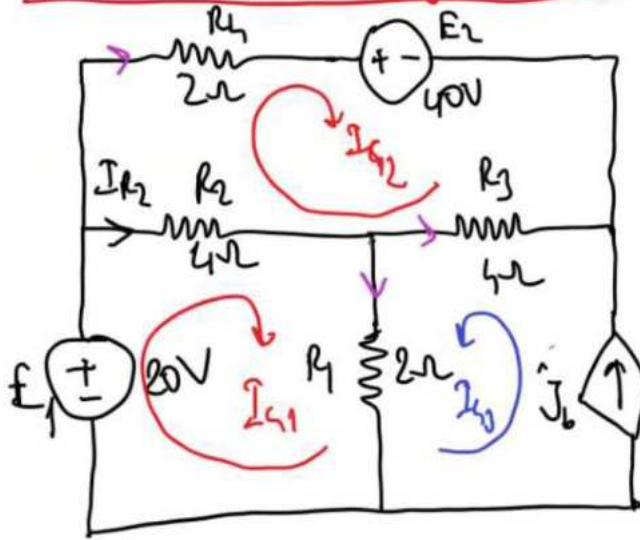
$$I_{s1} = \frac{\begin{vmatrix} -40 & -10 \\ 10 & 20 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 20 & -10 \\ -10 & 20 \end{vmatrix}} = \frac{-40 \cdot 20 - 10 \cdot (-10)}{20 \cdot 20 - (-10) \cdot (-10)} = \frac{-700}{300} \Rightarrow I_{s1} = -\frac{7}{3} = -2,333 A$$

$$I_{s2} = \frac{\begin{vmatrix} 20 & -40 \\ -10 & 10 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 20 & -10 \\ -10 & 20 \end{vmatrix}} = \dots = \frac{-200}{300} \Rightarrow I_{s2} = -\frac{2}{3} = -0,666 A$$

$$P_{R3} = R_3 \cdot I_{L3}^2 \Rightarrow I_{L3} = I_{s1} - I_{s2} = -\frac{2}{3} - (-\frac{7}{3}) = \frac{5}{3}$$

$$I_{R3} = 1,666 A$$

Soru 2 (Bağımlı Kaynaklı ÇAY) (2017 vize sınavı)



a) ÇAY ile devre denklemleri matris biçiminde ?

b) Denklemleri çözümler $P_{R2} = ?$
 $P_{E1} = ?$

çözüm

$I_{s1} = ?$
 $I_{s2} = ?$
 $I_{s3} = J_b$

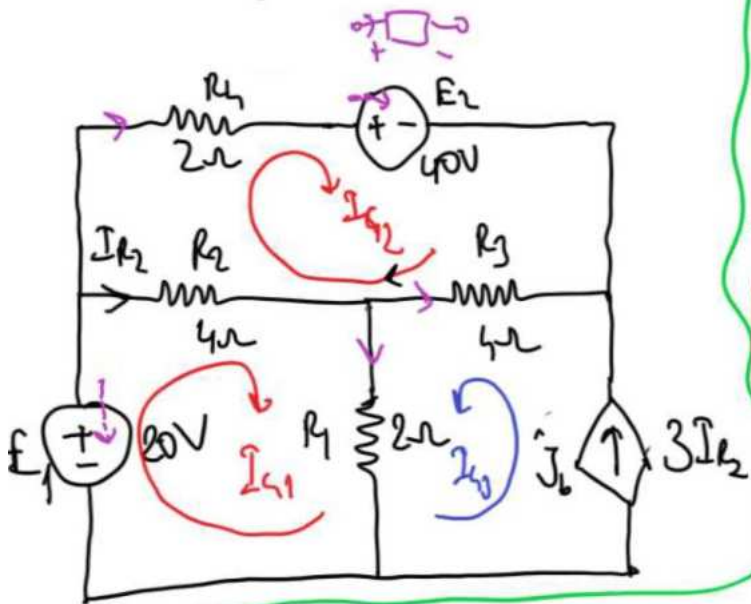
R'lerin akımları

$$I_{R1} = I_{s3} + I_{s1} = J_b + I_{s1}$$

$$I_{R2} = I_{s1} - I_{s2}$$

$$I_{s3} = -I_{s2} - J_b$$

$$I_{s4} = I_{s2}$$



Cayre Denklemleri

$$J_b = 3I_{s2} = 3(I_{s1} - I_{s2})$$

$$J_b = 3I_{s1} - 3I_{s2}$$

I_{s1} çevresi için

$$-E_1 + R_2 I_{s2} + R_1 I_{s1} = 0$$

$$-E_1 + R_2 (I_{s1} - I_{s2}) + R_1 (I_{s1} + J_b) = 0$$

$$(R_1 + R_2) I_{s1} - R_2 I_{s2} - E_1 + R_1 J_b = 0$$

I_{s2} çevresi için

1. denkleme

$$R_1 I_{s1} + E_2 - R_3 I_{s3} - R_2 I_{s2} = 0$$

$$R_4 I_{s2} + E_2 - R_3 (-I_{s2} - J_b) - R_2 (I_{s1} - I_{s2}) = 0$$

$$-R_2 I_{s1} + (R_2 + R_3 + R_4) I_{s2} + E_2 + R_3 J_b = 0$$

2. denkleme

$$\begin{bmatrix} (R_1+R_2) & -R_2 \\ -R_2 & (R_2+R_3+R_4) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{K1} \\ I_{K2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R_1 \\ R_3 \end{bmatrix} I_b = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$\downarrow$
 $3I_{K2}$
 $\downarrow$
 $(3I_{K1}-3I_{K2})$

Denklemin son hali

$$\begin{bmatrix} (4R_1+R_2) & -(R_2+3R_4) \\ (3R_3-R_2) & (R_2-2R_3+R_4) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{K1} \\ I_{K2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

b) Sayısal çözüm

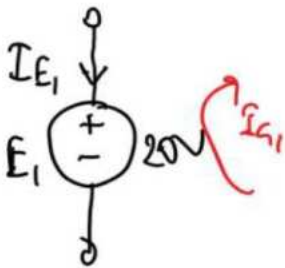
$$\begin{bmatrix} 12 & -10 \\ 8 & -2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{K1} \\ I_{K2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20 \\ -40 \end{bmatrix} \rightarrow \boxed{I_{K1} = -7,857A}$$

$$\boxed{I_{K2} = -11,429A}$$

$$P_{R2} = ?, \quad P_{E1} = ?$$

$$I_{R2} = I_{K1} - I_{K2} = -7,857 - (-11,429) = 3,572A$$

$$P_{R2} = R_2 \cdot I_{R2}^2 = 4 \cdot 3,572^2 \Rightarrow \boxed{P_{R2} = 51,03W}$$



$$P_{E1} = E_1 \cdot I_{E1} = E_1 \cdot (-I_{K1}) = 20 \cdot (-(-7,857))$$

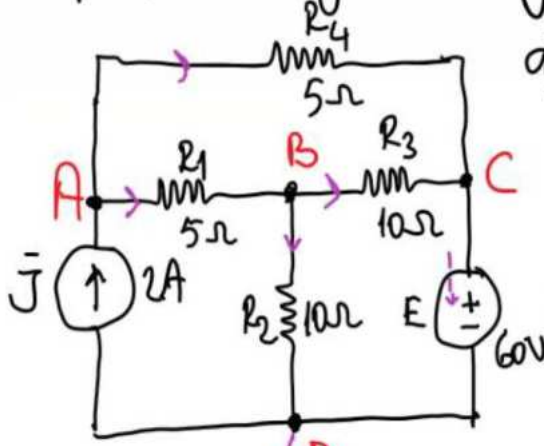
$$P_{E1} = 20 \cdot 7,857 \Rightarrow \boxed{P_{E1} = 157,14W}$$

$P_{E1} < 0$ ise (P_{E1} (-) işaretli ise) devreye enerji verilir (bataklık)

$P_{E1} > 0$ (+) işaretli ise devreden enerji alır (şarj olan pil veya akü gibi)

SORU 3 (DÜĞÜ)

ÇAY ile çözdiğimiz 1. soruyu DÜĞÜ ile çözelim.

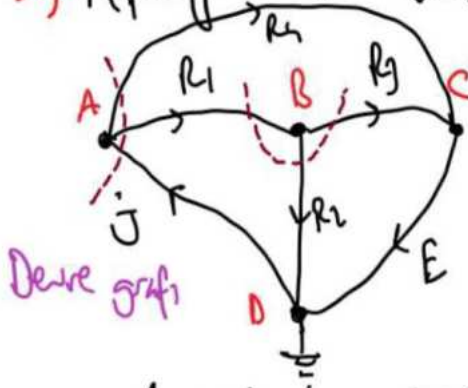


a) Düğüm Gerisimleri Yöntemi (DÜĞÜ) ile devre denklemlerini adım-adım elde ediniz. Matris biçiminde yazınız.

b) Denklemleri çözünüz ve P_1 'in gücünü hesaplayınız. P_1 'in akımını hesaplayınız.

ÇÖZÜM

a) Ref. düğüm seçilir. (D)



Düğüm gerisimleri

$$\left. \begin{aligned} V_D &= 0 \text{ (Referans düğüm)} \\ V_C &= E = 60V \\ V_A &=? \\ V_B &=? \end{aligned} \right\} \text{Bilinenler}$$

* Gerisimi bilinmeyen düğümler (A ve B) için düğüm denklemleri yazılır.

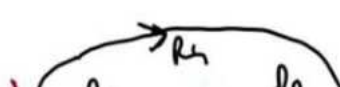
Yön kabulü : $\rightarrow$ (-) düğüme gelen akımın yönü (-)
 $\leftarrow$ (+) düğümde çıkan " " (+)

Direnç akımları düğüm gerisimine bağlı olarak yazılır

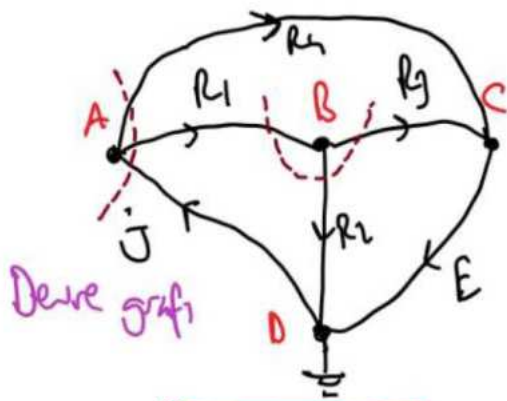
$$I_{R1} = G_1 \cdot V_{R1} = G_1 (V_A - V_D), \quad I_{R2} = G_2 (V_B - V_D) = G_2 \cdot V_B$$

$$I_{R3} = G_3 (V_B - V_C) \Rightarrow I_{R3} = G_3 (V_B - E), \quad I_{R4} = G_4 (V_A - V_C)$$

$$I_{R4} = G_4 (V_A - E)$$



A için düğüm denklemi



A için dögüm denklemi

$$I_{R1} + I_{R4} - \hat{J} = 0$$

$$G_1 V_A + G_4 V_A - \hat{J} = 0$$

$$G_1 (V_A - V_B) + G_4 (V_A - E) - \hat{J} = 0$$

$$(G_1 + G_4) V_A - G_1 V_B - G_4 E - \hat{J} = 0 \quad 1. \text{ denkle}$$

B için dögüm denklemi

$$-I_{R1} + I_{R2} + I_{R3} = 0 \Rightarrow -G_1 (V_A - V_B) + G_2 V_B + G_3 (V_B - E) = 0$$

$$-G_1 V_A + (G_1 + G_2 + G_3) V_B - G_3 E = 0 \quad 2. \text{ denkle}$$

$$\begin{bmatrix} (G_1 + G_4) & -G_1 \\ -G_1 & (G_1 + G_2 + G_3) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_A \\ V_B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -G_4 \\ -G_3 \end{bmatrix} E + \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \end{bmatrix} \hat{J} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

B) Sayısal çözüm ($G = \frac{1}{R}$)

$$G_1 = \frac{1}{R_1} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ mho} \quad G_2 = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ mho} \quad G_3 = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ mho}$$

$$G_4 = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ mho} \quad E = 60 \text{ V} \quad \text{ve} \quad \hat{J} = 2 \text{ A}$$

$$\begin{bmatrix} 0,4 & -0,2 \\ -0,2 & 0,4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_A \\ V_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 14 \\ 6 \end{bmatrix} \longrightarrow \begin{aligned} V_A &= 56,666 \text{ V} \\ V_B &= 43,333 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{bmatrix} 0,4 & -0,2 \\ -0,2 & 0,4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_A \\ V_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 14 \\ 6 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{matrix} V_A = 56,666V \\ V_B = 43,333V \end{matrix}$$

$$P_{R_3} = ?$$

$$V_{R_3} = V_B - V_C = V_B - E = 43,333 - 60 \Rightarrow P_{R_3} = \frac{V_{R_3}^2}{R_3} = \frac{(43,333 - 60)^2}{10}$$

$$P_{R_3} = 27,7W$$

$$I_{R_3} = \frac{V_{R_3}}{R_3} = G_3 V_{R_3} = G_3 (V_B - E) = 0,1 \cdot (43,333 - 60) = \underline{\underline{-1,666A}}$$

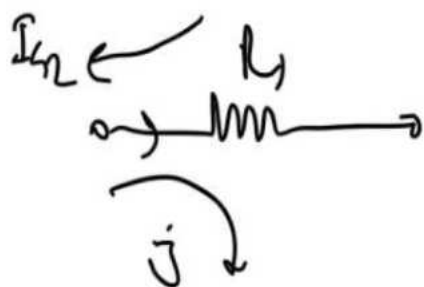
Elseu

SAY! le cyni sonuc!

$$I_{R_1} = ?$$

$$I_{R_1} = \frac{V_{R_1}}{R_1} = G_1 (V_A - V_B) = 0,2 (56,666 - 43,333) = \underline{\underline{2,666A}}$$

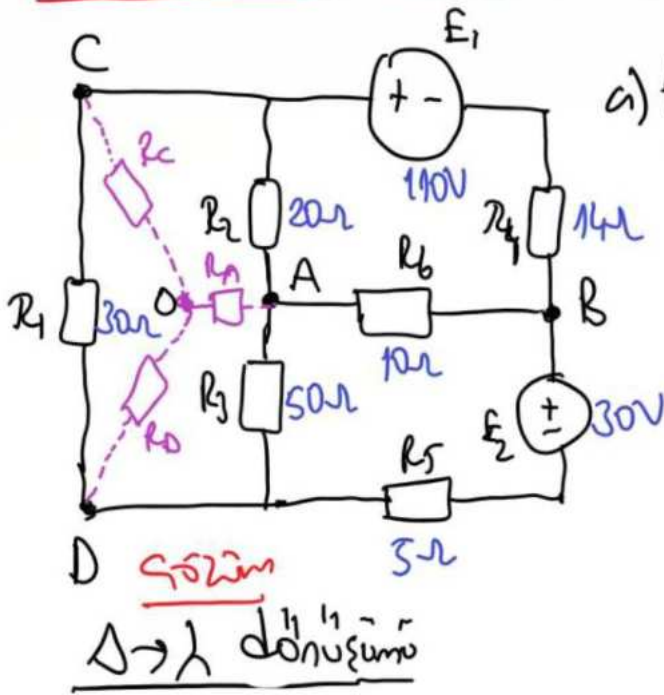
1. sonuc (SAY)



$$I_{R_1} = I - I_{R_2} = 2 - (-0,666) = \underline{\underline{2,666A}}$$

cyni sonuc!

SORU 4 (THEVENİN VE MAKSİMUM GÜÇ)

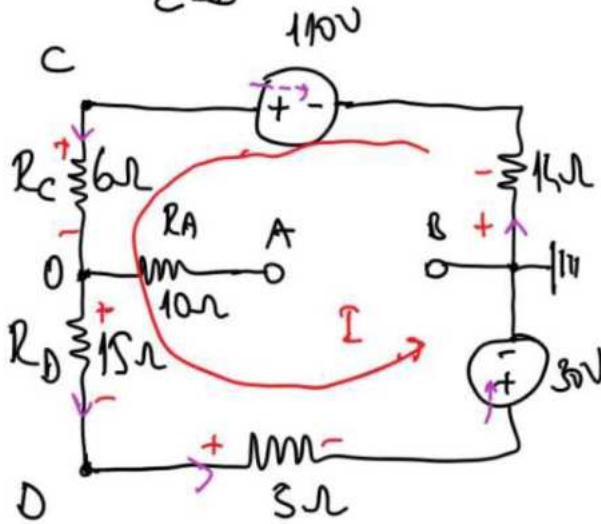


a) 10Ω'lık R_6 direncinin akmamı Thevenin Teoremi ile hesaplayın

b) R_6 direncinin maksimum güç çekmesi için değeri kaç Ω olmalı ve çekebileceği maksimum güç değeri hesaplayınız

$$\Sigma R_0 = R_1 + R_2 + R_3 = 30 + 20 + 50 = 100\Omega$$

$$R_c = \frac{R_1 \cdot R_2}{\Sigma R_0} = \frac{30 \cdot 20}{100} = 6\Omega, \quad R_D = \frac{30 \cdot 50}{100} = 15\Omega, \quad R_A = \frac{20 \cdot 50}{100} = 10\Omega$$



$$E_{th} = V_{AB} = ?$$

$$I = \frac{110 - 30}{6 + 15 + 5 + 14} = \frac{80}{40} = 2A$$

veya çevre denk

$$-110 + (6 + 15 + 5 + 14)I + 30 = 0 \Rightarrow 40 \cdot I = 80 \Rightarrow I = \frac{80}{40} = 2A$$

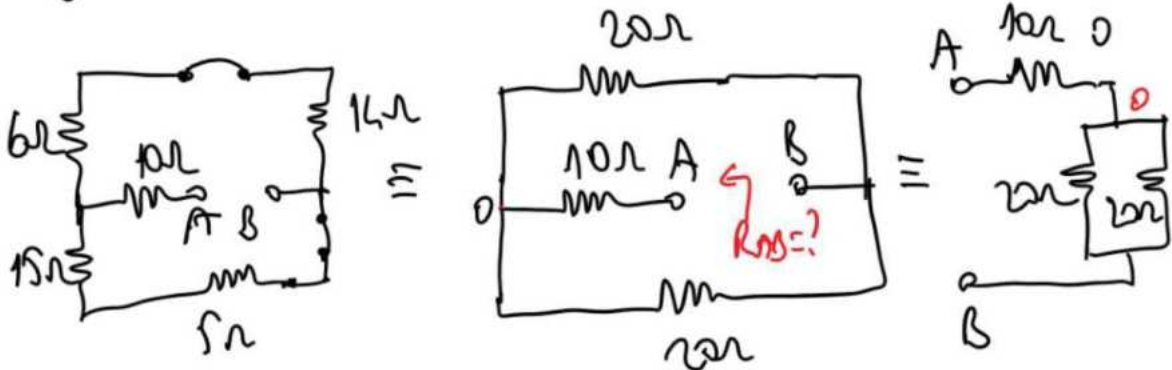
$$V_b = V_{OB} = V_O - V_B^0 = V_{AB} = 15 \cdot I + 5 \cdot I + 30 = 20 \cdot 2 + 30 = 20 \cdot 2 + 30 = 70V$$

$$E_{th} = 70V$$

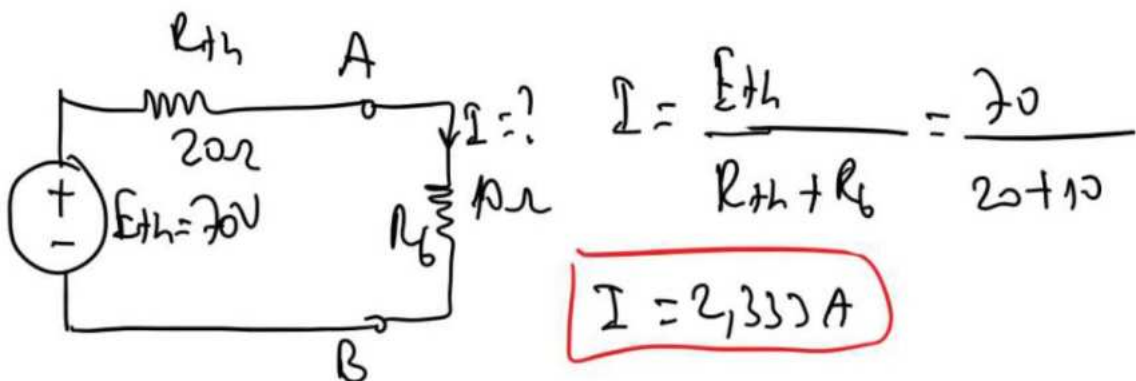
$$V_b = V_{OB} = V_O - V_B^0 = V_{AB} = 15 \cdot I + 5 \cdot I + 30 = 20I + 30 = 20 \cdot 2 + 30 = 70V$$

$$E_{th} = 70V$$

$R_{th} = ?$ (Gestirn'kayrakları kısa devre ve vosa alın
kayrakları açık devre iken $R_{AB} = R_{th}$ olur.)



$$R_{th} = R_{AB} = 10 + \left(\frac{20 \cdot 20}{20 + 20} \right) = 20\Omega \quad \boxed{R_{th} = 20\Omega}$$



$$\boxed{I = 2,333A}$$

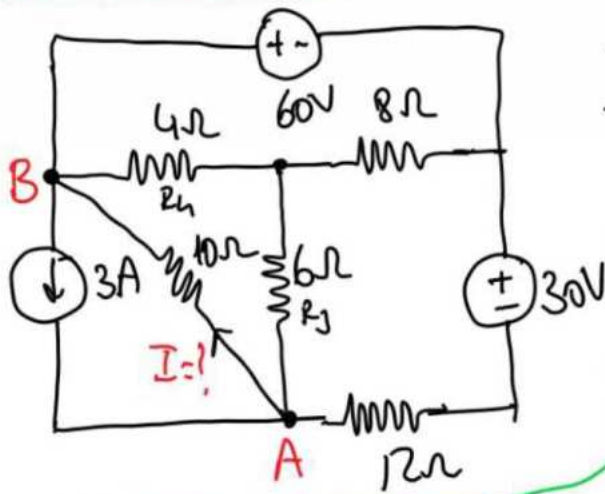
b) Maksimum güç için $R_L = R_{th} = 20\Omega$ olur.

$$I = \frac{E_{th}}{2R_{th}} = \frac{70}{2 \cdot 20} = \frac{70}{40} = 1,75A$$

$$P_{R_L \max} = R_L I^2 = 20 \cdot 1,75^2 = 61,25W$$

veya formülde $P_{R_{th} \max} = \frac{E_{th}^2}{4R_{th}} = \frac{70^2}{4 \cdot 20} = \underline{\underline{61,25W}}$

SOEUS (Thevenin, 2012 Final Sorusu)



10Ω'lık direncin akımını
Thevenin Teoremi ile
hesaplayınız Akım yönü?

Çözüm

$E_{th} = ?$

GAY ile devreyi çözerek

$V_{AB} = E_{th}$ bulalım.

I_1 çevresi için

$$(8+6+12) \cdot I_1 - 8I_2 + 6 \cdot 3 + 30 = 0$$

$$\boxed{26I_1 - 8I_2 = -48} \quad (1)$$

I_2 çevresi için

$$(8+4) \cdot I_2 - 8I_1 + 4 \cdot 3 + 60 = 0 \Rightarrow \boxed{-8I_1 + 12I_2 = -72}$$

$$\begin{bmatrix} 26 & -8 \\ -8 & 12 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -48 \\ -72 \end{bmatrix}$$

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} -48 & -8 \\ -72 & 12 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 26 & -8 \\ -8 & 12 \end{vmatrix}} \Rightarrow \boxed{I_1 = -4,64 \text{ A}}$$

$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 26 & -48 \\ -8 & -72 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 26 & -8 \\ -8 & 12 \end{vmatrix}} \Rightarrow \boxed{I_2 = -9,09 \text{ A}}$$

$$E_{th} = V_{AB} = V_{R_3} + V_{R_4} = R_3 \cdot I_{R_3} + R_4 \cdot I_{R_4}$$

$$I_{R_1} = I_1 + \hat{J} = -4,64 + 3 \Rightarrow I_{R_3} = -1,64 \text{ A}$$

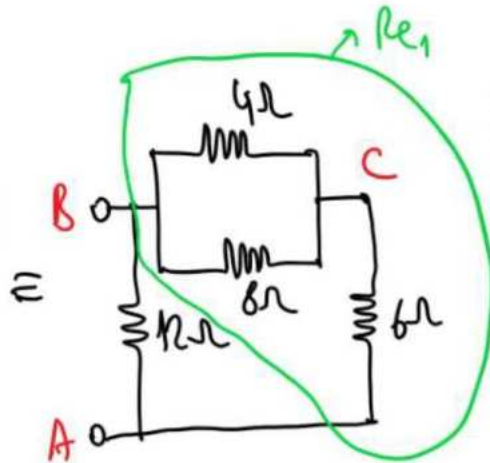
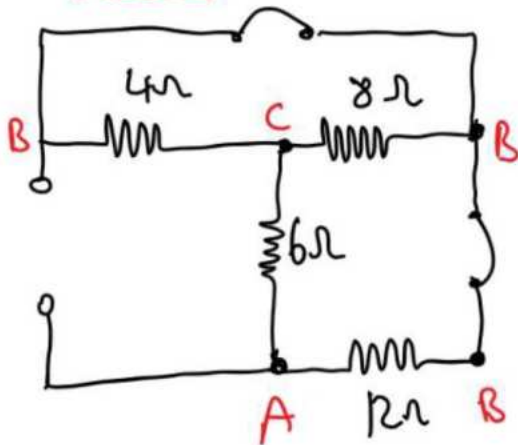
$$I_{R_3} = I_1 + \hat{J} = -1,645 + 3 \Rightarrow I_{R_3} = 1,355 \text{ A}$$

$$I_{R_4} = I_2 + \hat{J} = -9,097 + 3 \Rightarrow I_{R_4} = -6,097 \text{ A}$$

$$E_{th} = V_{AB} = R_3 I_{R_3} + R_4 I_{R_4} = 6 \cdot (-1,645) + 4 \cdot (-6,097)$$

$$E_{th} = -34,26 \text{ V}$$

$R_{th} = ?$



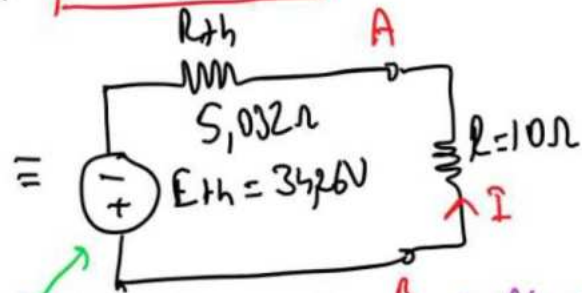
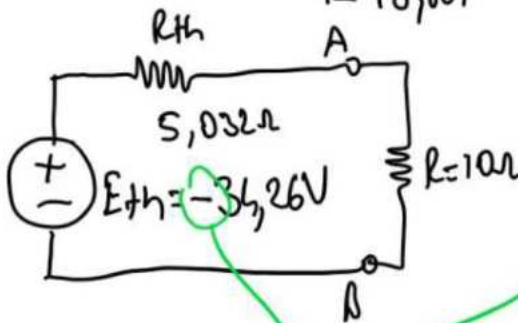
$$R_{e1} = \frac{4 \cdot 8}{4 + 8} + 6$$

$$R_{e1} = 8,667 \Omega$$

$$R_{th} = R_{AB} = 12 \Omega // R_{e1}$$

$$R_{th} = R_{AB} = \frac{12 \cdot 8,667}{12 + 8,667} \Rightarrow$$

$$R_{th} = 5,032 \Omega$$



E_{th} 'in kutupları ters B gerisi (işaret A sıktır)

$$I = \frac{E_{th}}{R_{th} + R} = \frac{-34,26}{5,032 + 10} \Rightarrow I = -2,28 \text{ A}$$

Yön: $B \rightarrow A$

* E_{th} 'in işareti (-) olduğu için R 'nin akım yönü $B \rightarrow A$ yönü.
Eğer E_{th} 'in işareti (+) olsaydı akım yönü $A \rightarrow B$ olurdu.