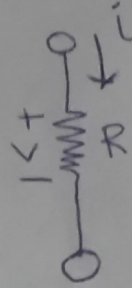
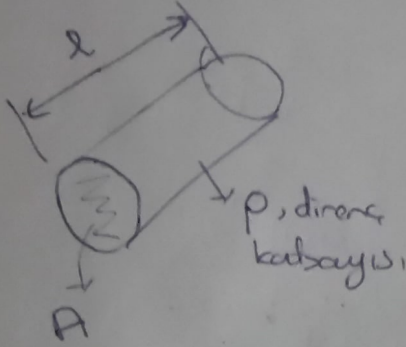


Temel KANUNLAR

Tanım: Herhangi bir maddenin elektrik akımına karşı koyması özelliğine bu maddenin direnci denir.



$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

Labels for the equation: ρ is labeled "direnç katsayısı", l is labeled "uzunluk", and A is labeled "yüzey alanı".

Madde	Direnç katsayısı	Kullanımı
Gümüş	$1,64 \cdot 10^{-8}$	⇒ İletken
Bakır	$1,72 \cdot 10^{-8}$	
Alüminyum	$2,8 \cdot 10^{-8}$	
Karbon	$4 \cdot 10^{-5}$	⇒ Yarı iletken
Silikon	$6,4 \cdot 10^2$	
Kağıt	10^{10}	⇒ Yalıtıcı
Milca	$5 \cdot 10^{11}$	

Ohm Kanunu: Bir elektrik devresinde iki nokta arasındaki iletken üzerinden geçen akım, potansiyel farkla doğru orantılı; iki nokta arasındaki dirençle ters orantılıdır. Yani, $V = i \cdot R$ veya $R = \frac{V}{i}$

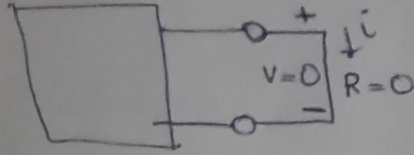
$V \rightarrow$ volt
 $i \rightarrow$ amper
 $R \rightarrow$ ohm

NOT: Ohm kanununu uygulamak için akımın yönüne ve voltajın kutuplarına dikkat etmeliyiz. Eğer, akım yüksek pot. \rightarrow düşük pot. doğru akıyorsa, $V = iR$ 'dir. Eğer, düşük potansiyelden yüksek

potansiyele doğru akıyorsa, $v = -iR$ 'dir.

$0 \leq R < \infty$ old 'dan, iki uç durumu inceleyebiliriz.

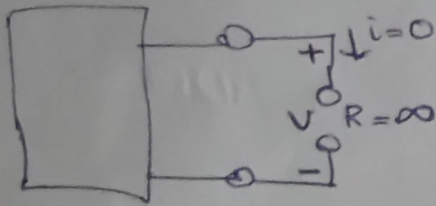
(1): $R = 0$ o.ş. bir elemana kısa devre denir. Bu durumda, $v = iR = 0$ olup; akım herhangi bir değer olabilirken voltaj 0 'dır.



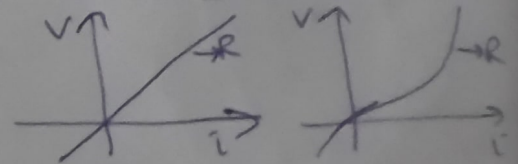
→ mükemmel iletkenliğe sahip bir bağlantı kabosu gibi düşünebiliriz.

(2): $R = \infty$ o.ş. bir elemana ise açık devre denir.

$i = \lim_{R \rightarrow \infty} \frac{v}{R} = 0$ olur. → voltaj herhangi bir değer olabilir fakat akım 0'dır.



NOT: Bütün dirençler Ohm kanununa uymak zorunda değildir. Ohm kanununa uyan dirençlere doğrusal dirençler denir. Dolayısıyla, lineer dirençler sabit bir dirence, yani, $i-v$ karakteristiğine sahiptir. Ohm kanununa uymayan dirençlere lineer olmayan (nonlinear) direnç denir. Bunlar, hem akıma göre hem de $i-v$ karakteristiğine göre değişir. → elektrik lambası ve diyotlar bu gruba örnek dabilir.



Tanım (iletkenlik):

Bir elemanın elektrik akımını iletme veya geçirme yeterliğine iletkenlik denir ve G ile gösterilir.

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{\frac{v}{i}} = \frac{i}{v}$$

→ ölçü birimi mhos (\mathcal{U}) veya siemens (S) 'tir.

(7)

$$P = \underbrace{V}_{\downarrow IR} \underbrace{i}_{\downarrow \frac{V}{R}} = i^2 R = \frac{V^2}{R} \quad \text{ve} \quad G = \frac{I}{V} \Rightarrow i = G V \text{ old. den,}$$

$$P = V I = G V^2 = \frac{i^2}{G} \text{ yazabiliriz.}$$

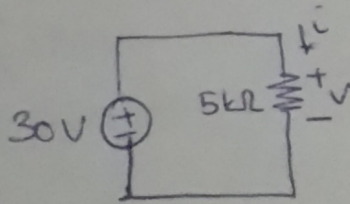


Bu formüllere göre, iki önemli sonuç elde edilir;

(1): Dirençteki güç akımın veya voltajın nonlineer bir fonksiyonudur.

(2): R ve G pozitif old. den, dirençteki güç daima pozitifdir. Dolayısıyla, direnç devreden güç tutar.

Örnek =



→ Yandaki devreye göre;
i, G ve P'yi hesaplayınız.

$$I = i = \frac{V}{R} = \frac{30}{5 \times 10^3} = 6 \cdot 10^{-3} = \boxed{6 \text{ mA}}$$

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{5 \cdot 10^3} = \boxed{0.2 \text{ mS}}$$

$$P = v i = 30 \cdot (6 \cdot 10^{-3}) = \boxed{180 \text{ mW}}$$

Devre Topolojisi :

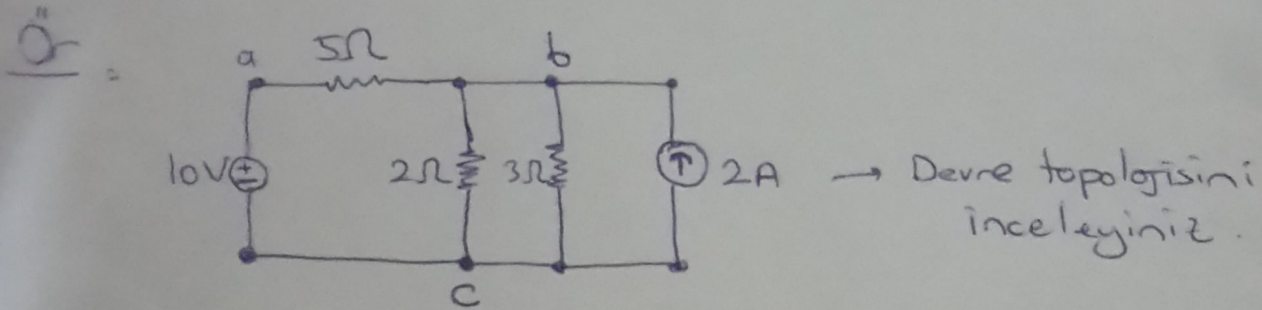
Devredeki elemanlar farklı şekillerde birbirleriyle bağlanabileceğinden, ağ topolojisiyle ilgili kavramları doğru anlamalıyız.

NOT: Ağ topolojisi; ağdaki elemanların yerleştirilmesiyle ilgili özellikleri inceler ve ağın geometrik yapılandırılmasını inceler.

Branch (Dal) : Voltaj kaynağı veya direnç gibi devrede bulunan tek bir devre elemanını temsil eder.

Node (Düğüm noktası) İki veya daha fazla dal arasındaki bağlantı noktasıdır.

Loop (Döngü) : Bir devredeki kapalı bir yola bir döngü denir.



Ç : 5 tane dal vardır : 5Ω , 2Ω ve 3Ω 'luk 3 tane direnç, $10V$ 'luk bağımsız voltaj kaynağı ve $2A$ 'lik akım kaynağı.

3 tane düğüm noktası vardır : a , b ve c 'dir.

Tanım : Eğer, iki eleman ortak bir düğüm noktasına sahipse ve diğer hiçbir eleman bu ortak noktaya bağlı değilse bu iki elemana seri bağlı denir.

Tanım : Eğer, herhangi iki eleman aynı terminal noktaları çiftine sahipse bu iki eleman paralel bağlıdır denir.

Örnek : Yukarıdaki devrede, 5Ω ile $10V$ → seri bağlıdır.

2Ω ile 3Ω → paralel bağlıdır.

Öte yandan, 5Ω ile 2Ω → ne seridir ne de paralel.

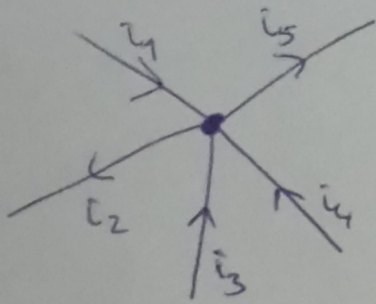
(8)

Kirchhoff Kanunları :

KCL (Kirchhoff Akım Kanunu):

Bir elektrik devresindeki herhangi bir düğüm noktasında, düğüme gelen akımların toplamı düğüm-
den çıkan akımların cebirsel toplamına eşittir.

Yani, $\sum_{n=1}^N i_n = 0$ 'dır. N : düğüme bağlı dal sayısı.
 i_n : düğüme gelen yada giden n -akım



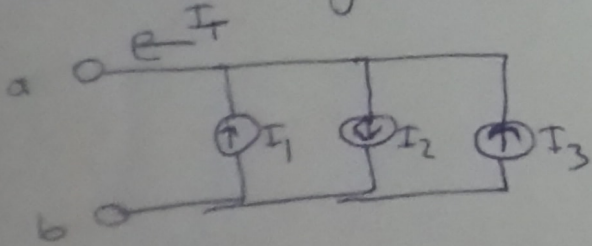
$$\rightarrow i_1 + i_3 + i_4 = i_2 + i_5$$

$$(i_1 + i_3 + i_4) - (i_2 + i_5) = 0$$

↓ gelen akımlar ↓ çıkan akımlar

$$\sum i_n = 0$$

NOT - Paralel bağlı akım kaynaklarına KCL'yi uygulayarak akım kaynaklarını birleştirebiliriz.

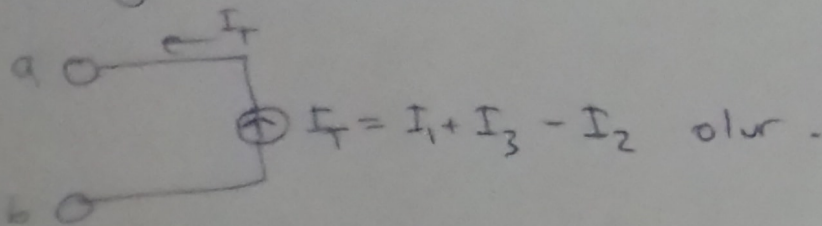


→ a'da KCL'yi uygularsak

$$I_T + I_2 = I_1 + I_3$$

$$\Rightarrow I_T = I_1 + I_3 - I_2 \text{ olur.}$$

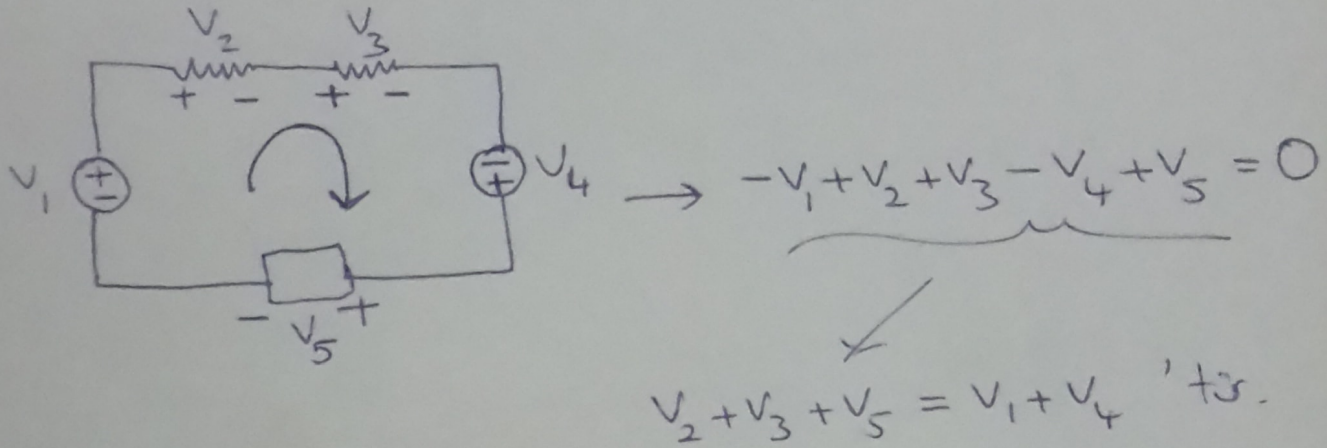
Yani, eşdeğer devremiz ;



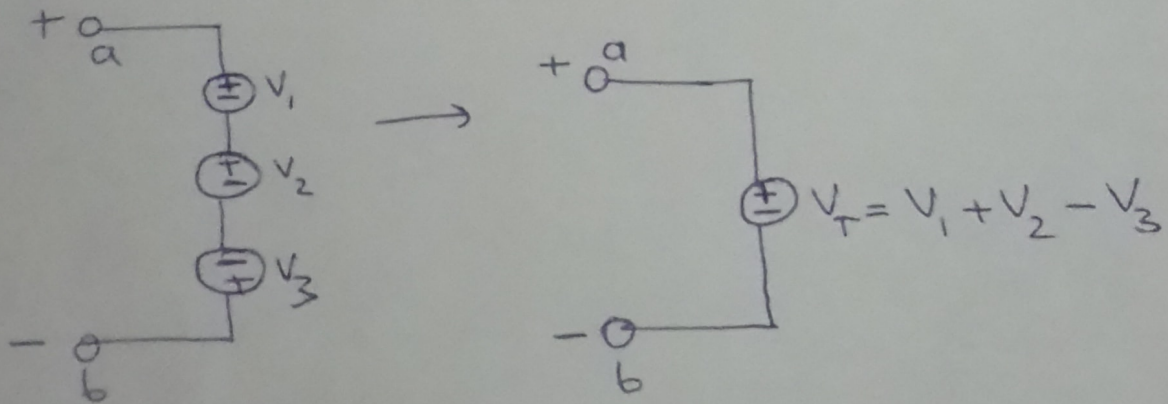
KVL (Kirchhoff Voltaj Kanunu):

Bir elektrik devresinde herhangi bir kapalı yoldaki voltajların cebirsel toplamı sıfırdır.

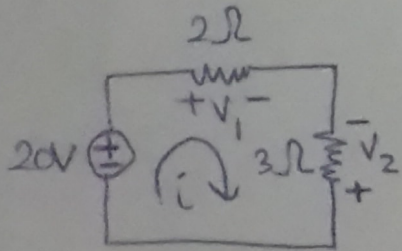
Yani, $\sum_{m=1}^M V_m = 0$ 'dır. M : döngüdeki voltajların sayısı
 V_m : m. voltaj değeri



NOT: Seri bağlı voltaj kaynaklarına KVL'yi uygulayarak voltaj kaynaklarını birleştirebiliriz.



Örnek:



→ Yandaki verilen devredeki V_1 ve V_2 gerilimlerini bulunuz.

S: Önce Ohm Kanununu uygularsak;

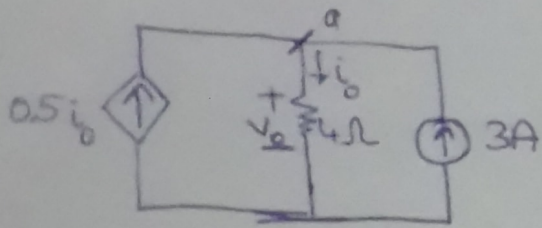
$$V_1 = i \cdot R_1 = 2i \quad \text{ve} \quad V_2 = -i \cdot R_2 = -3i \quad \text{olur.}$$

Kapalı yolda KVL'yi uygularsak;

(9)

$$\begin{aligned} -20 + v_1 - v_2 &= 0 \Rightarrow -20 + 2i + 3i = 0 \Rightarrow 5i = 20 \\ \Rightarrow i &= 4A \text{ 'dir. O halde, } v_1 = 2i = 2 \cdot 4 = 8V \text{ ve} \\ v_2 &= -3i = -3 \cdot 4 = -12V \end{aligned}$$

Ör.



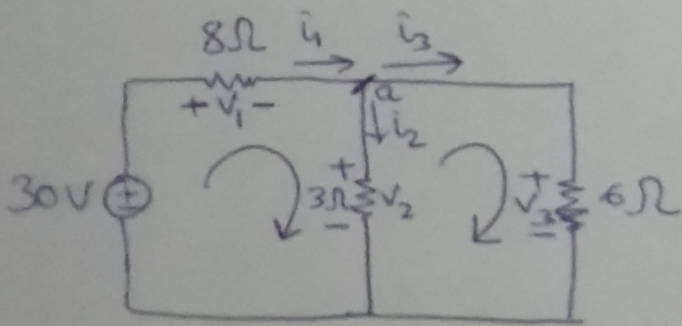
→ v_0 ve i_0 'i bulunuz.

Ç. a'da KCL'yi uygularsak;

$$\begin{aligned} 0.5i_0 \rightarrow a \leftarrow 3A \Rightarrow 3 + 0.5i_0 = i_0 \Rightarrow \frac{i_0}{2} = 3 \\ \Rightarrow i_0 = 6A \end{aligned}$$

$$\Rightarrow v_0 = 4i_0 = 4 \cdot 6 = 24V$$

Ör.



→ Bütün akım ve gerilimleri bulunuz.

Ç. Gerilimler üzerinde Ohm Kanununu uygularsak;

$$v_1 = 8i_1, v_2 = 3i_2 \text{ ve } v_3 = 6i_3 \text{ olur.}$$

a'da KCL uygulanırsa;

$$i_1 = i_2 + i_3 \text{ 'tür.}$$

1. dângüde KVL'yi uygularsak;

$$-30 + v_1 + v_2 = 0 \Rightarrow v_1 + v_2 = 30$$

$$\Rightarrow 8i_1 + 3i_2 = 30 \Rightarrow i_1 = \frac{30 - 3i_2}{8} \text{ olur.}$$

2. döngüde KVL'yi uygularsak;

$$-v_2 + v_3 = 0 \Rightarrow v_3 = v_2 \Rightarrow 6i_3 = 3i_2 \Rightarrow i_3 = \frac{i_2}{2}$$

0 halde; $\frac{30 - 3i_2}{8} - \frac{i_2}{1} - \frac{i_2}{2} = 0$

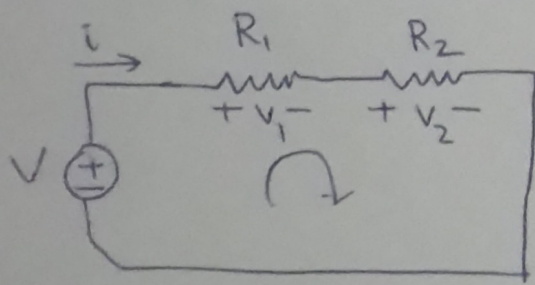
(1) (8) (4)

$$\Rightarrow 30 - 3i_2 - 8i_2 - 4i_2 = 0 \Rightarrow 30 = 15i_2 \Rightarrow i_2 = 2A$$

$$i_3 = \frac{i_2}{2} = \frac{2}{2} = 1A ; i_1 = \frac{30 - 3i_2}{8} = \frac{30 - 3 \cdot 2}{8} = 3A$$

$$\Rightarrow v_1 = 24V, v_2 = 6V, v_3 = 6V$$

Seri Bağlama ve Voltaj Bölünmesi ;



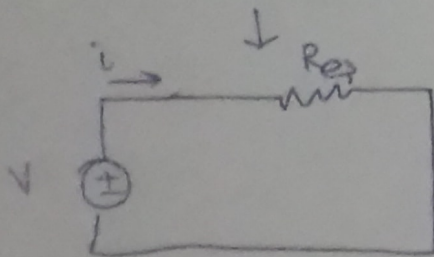
$$\rightarrow v_1 = iR_1 \text{ ve } v_2 = iR_2$$

Ohm kanununu uyguladık.

KVL'yi uygularsak; $-v + v_1 + v_2 = 0$

$$\Rightarrow v_1 + v_2 = v \Rightarrow v = iR_1 + iR_2 = i(R_1 + R_2)$$

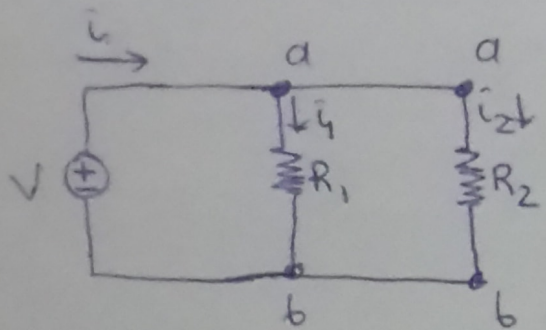
$$\Rightarrow i = \frac{v}{R_1 + R_2} \text{ olur. } \Rightarrow v = i \cdot R_{\text{es}}$$



\rightarrow 0 halde, seri bağlı dirençler için eşdeğer direnç;

$$R_{\text{es}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \sum_{n=1}^N R_n \text{ 'dir.}$$

$$\Rightarrow v_1 = iR_1 = \frac{v}{R_1 + R_2} \cdot R_1 \text{ ve } v_2 = iR_2 = \frac{v}{R_1 + R_2} \cdot R_2$$

Paralel Bağlama ve Akım Bölünmesi =

→ paralel bağlı dirençlerde gerilimler aynıdır.

$$V_1 = i_1 R_1 \text{ ve } V_2 = i_2 R_2 \Rightarrow V_1 = V_2 \Rightarrow i_1 R_1 = i_2 R_2 = V$$

$$\Rightarrow i_1 = \frac{V}{R_1} \text{ ve } i_2 = \frac{V}{R_2}$$

Öte yandan, a'da KCL uygularsak;

$$i = i_1 + i_2 \text{ olur } \Rightarrow i = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\Rightarrow \text{ } i = \frac{V}{R_{es}}$$

$$\frac{1}{R_{es}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2} \Rightarrow R_{es} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$



O halde, paralel bağlı dirençler için R_{es} ;

$$\frac{1}{R_{es}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \text{ 'dir.}$$

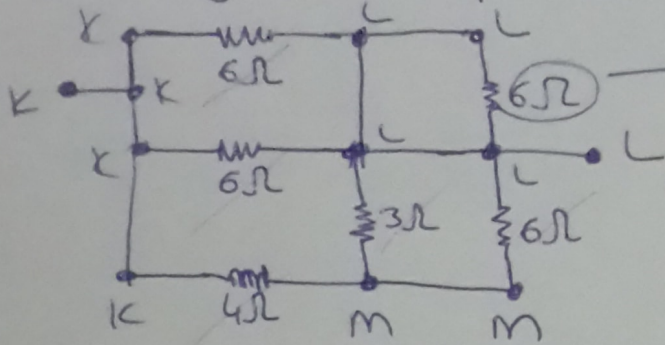
$$V = i \cdot R_{es} = i \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \text{ olur. } i_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{i R_1 R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{1}{R_1} = \frac{i R_2}{R_1 + R_2}$$

$$i_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{i R_1 R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{1}{R_2} = \frac{i R_1}{R_1 + R_2}$$

Eşdeğer Direnç Hesaplama :

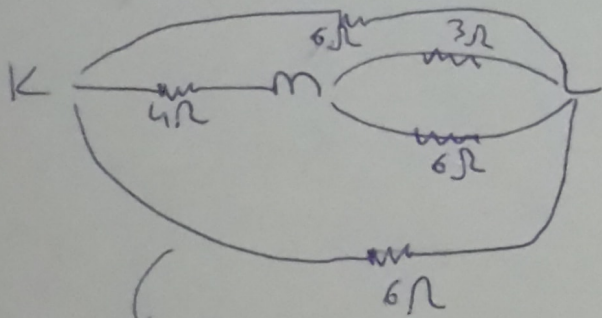
Harflendirme yöntemi kullanılarak seri ve paralel bağlı dirençler belirlenip eşdeğer devre çizilir. Böylelikle $R_{eş}$ kolaylıkla hesaplanabilir.

Ör =

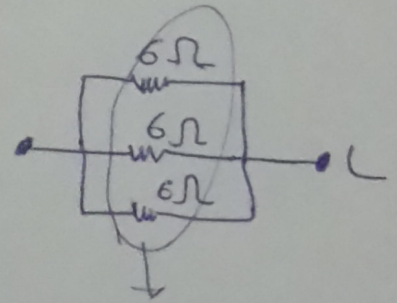
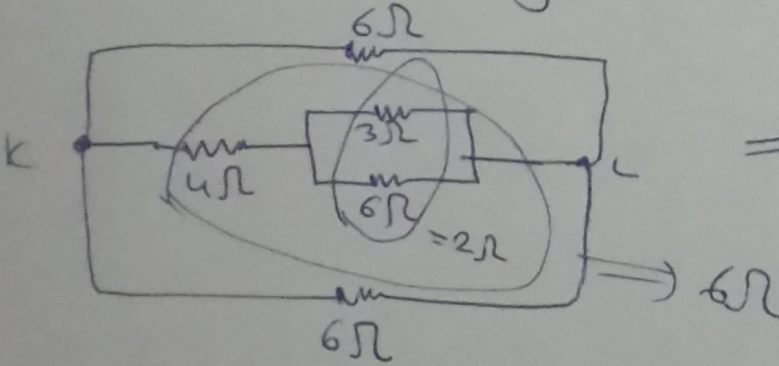


→ ihmal ederiz
→ K-L arasındaki eşdeğer direnci bulunuz

Ç =



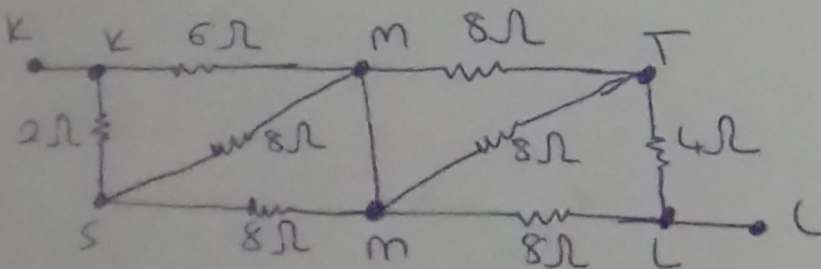
0 halde eşdeğer devremiz;



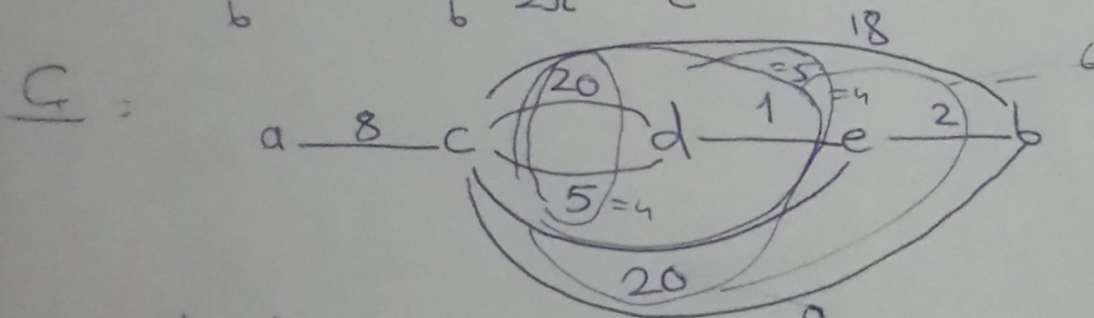
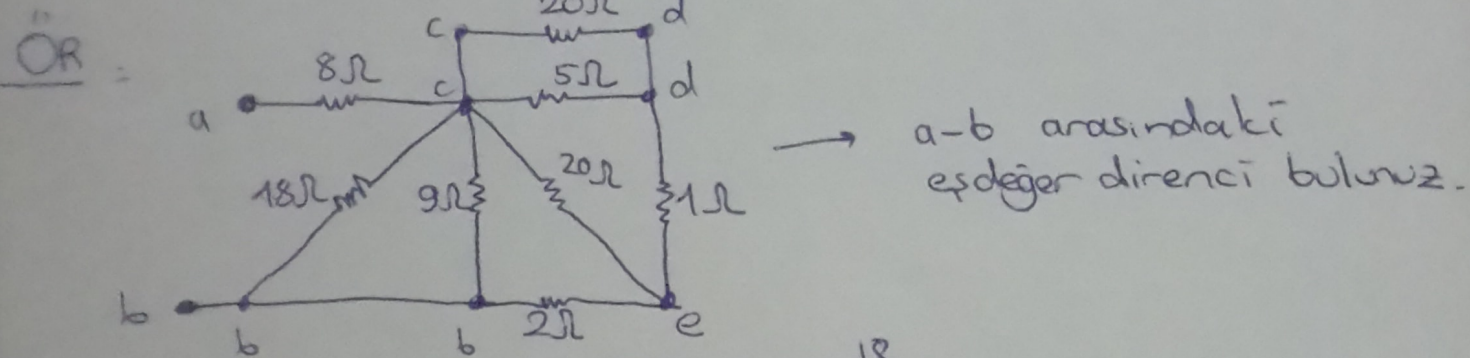
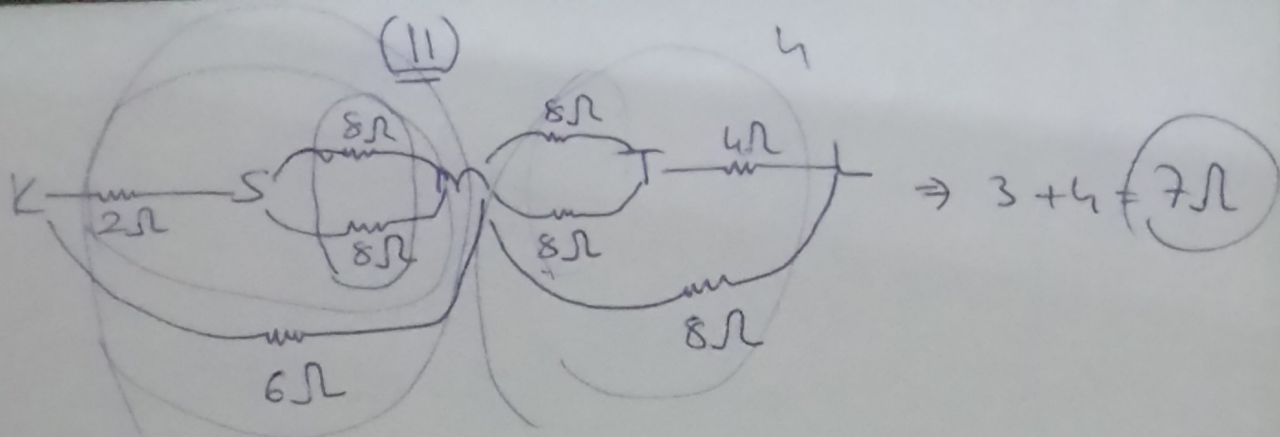
$$\frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{1}{R_{eş}}$$

⇒ $R_{eş} = 2\Omega$

Ör =

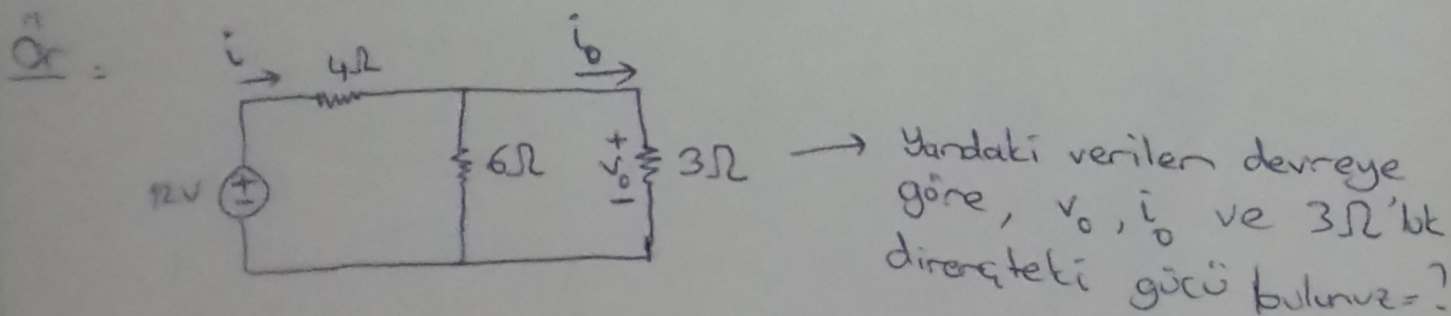


→ K-L arasındaki eşdeğer direnci bulunuz.

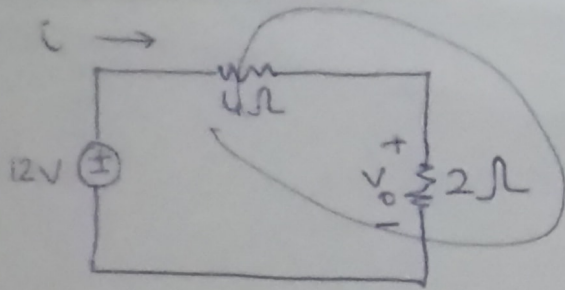


$$\frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18} = \frac{1}{R_{eq}} \Rightarrow R_{eq} = 3$$

$$3 + 8 = 11 \rightarrow R_{eq} \text{ olarak bulunur.}$$



C: v_0 'ı bulalım. ~~6Ω ve 3Ω'lu~~ 6Ω ve 3Ω 'lu dirençler paralel bağlıdır.
o halde;



$$\rightarrow R_{eq} = 4 + 2 = 6 \Omega$$

$$i = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12}{6} = 2 \text{ A}$$

$$\Rightarrow V_o = i \cdot R = 2 \cdot 2 = 4 \text{ V}$$

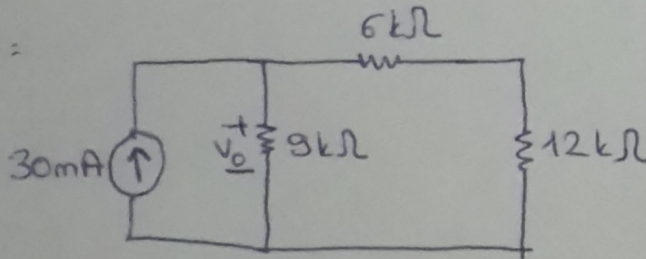
i_o 'i bulalım ;

$$V_o = 3i_o = \frac{12}{3} = 4 \Rightarrow i_o = \frac{4}{3} \text{ A}$$

veya akım bölmesi ile
 $i_o = \frac{6}{6+3} i = \frac{2}{3} (2\text{A}) = \frac{4}{3} \text{ A}$

$$P_o \text{ 'i bulalım ; } P_o = V_o \cdot i_o = 4 \cdot \left(\frac{4}{3}\right) = \frac{16}{3} = 5.333 \text{ W}$$

Ör :

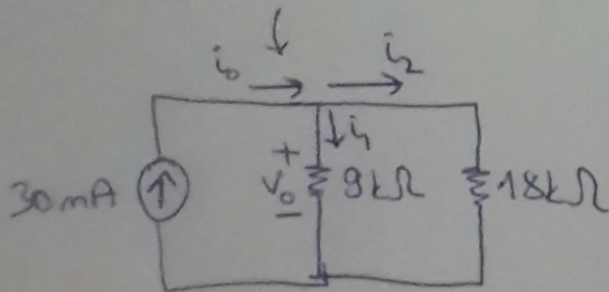


→ Yandaki verilen devreye göre ;

- (a) : V_o 'i bulunuz. (b) : Akım kaynağının gücünü bulunuz.
 (c) : Her direncin tuttuğu gücü bulunuz.

Ç : (a) 6 kΩ ve 12 kΩ 'luk dirençler seri bağlıdır.

$$6 + 12 = 18 \text{ k}\Omega \text{ olur.}$$



→ i_1 ve i_2 için akım bölmesi uygulanırsa ;

$$i_1 = \frac{18.000}{9.000 + 18.000} \cdot (30 \text{ mA}) = 20 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow V_o = (9000)i_1 = (9000)(20) = 180.000 \text{ mV} = 180 \text{ V}$$

$$i_2 = \frac{9000}{9000 + 18000} \cdot (30 \text{ mA}) = 10 \text{ mA}$$

(12)

$$(b): P_0 = V_0 \cdot i_0 = 180 (30) = 5400 \text{ mW} = 5.4 \text{ W}$$

(c): $12 \text{ k}\Omega$ 'luk için ;

$$P = iV = i_2 \cdot (i_2 R) = i_2^2 R = (10 \cdot 10^{-3})^2 \cdot (12000) = 1.2 \text{ W}$$

$6 \text{ k}\Omega$ 'luk için ;

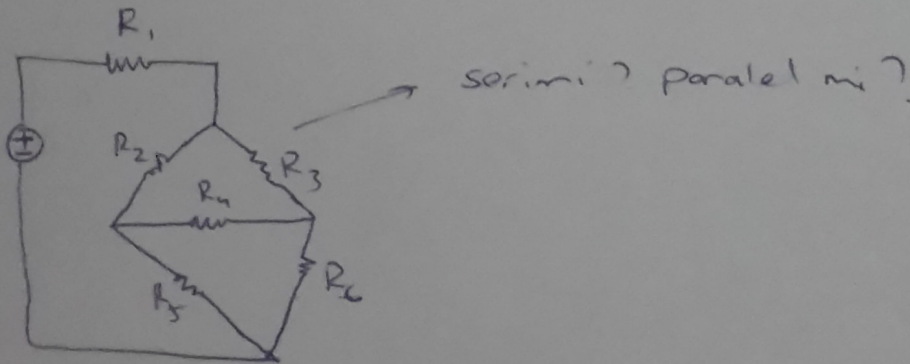
$$P = i_2^2 R = (10 \cdot 10^{-3})^2 \cdot (6000) = 0.6 \text{ W}$$

$9 \text{ k}\Omega$ 'luk için ;

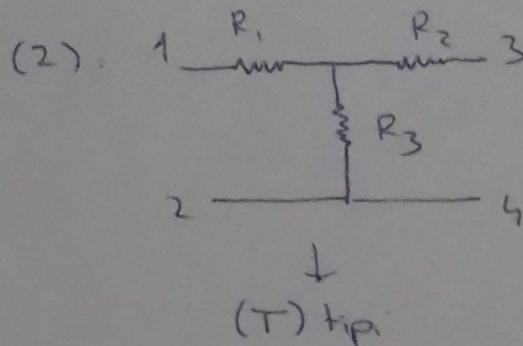
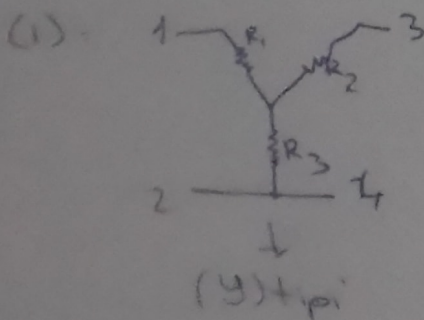
$$P = \frac{V_0^2}{R} = \frac{(180)^2}{9000} = 3.6 \text{ W}$$

Wye - Delta Dönüşümleri :

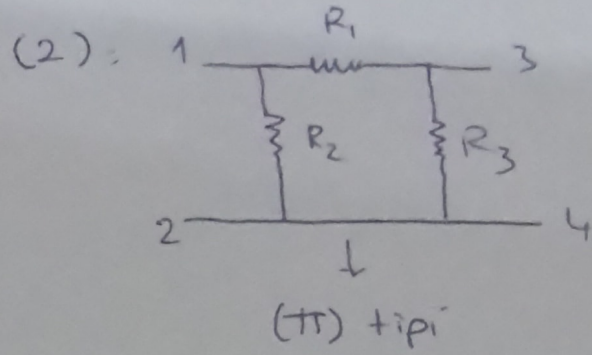
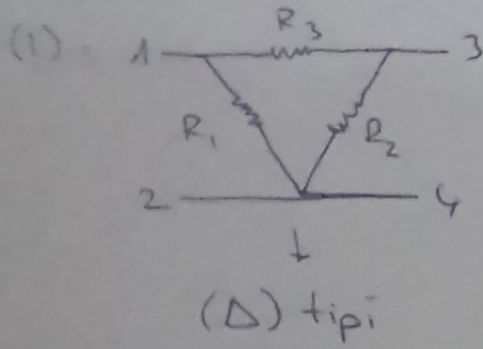
Amaç : Bazen elektrik devrelerindeki dirençlerin seri veya paralel olduğuna karar verilemeyebilir. Böyle durumlarda kullanılan bir dönüşümdür.



Wye iki türlü olabilir ;



Delta iki türlü olabilir ;



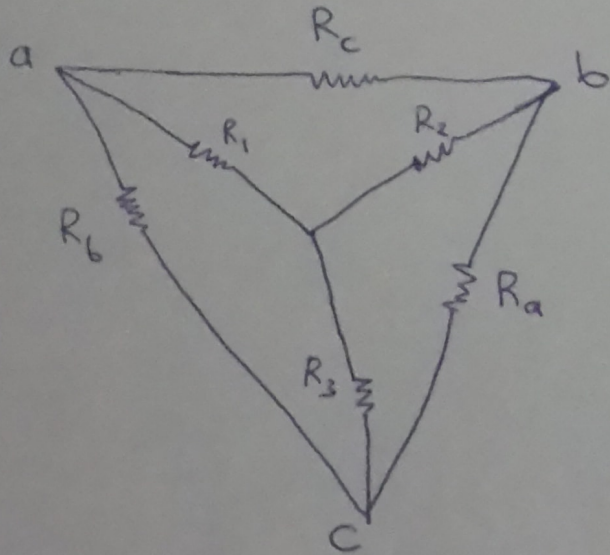
Δ -Y Dönüşümü :

$$R_1 = \frac{R_b R_c}{R_a + R_b + R_c} ; R_2 = \frac{R_c R_a}{R_a + R_b + R_c} ; R_3 = \frac{R_a R_b}{R_a + R_b + R_c}$$

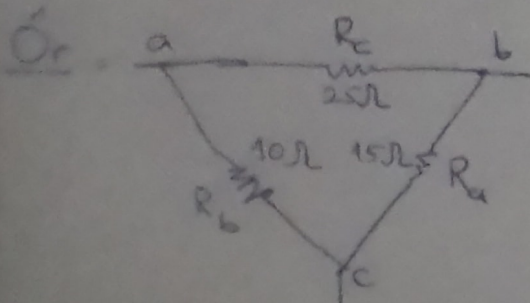
Y- Δ Dönüşümü :

$$R_a = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_1} ; R_b = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_2}$$

$$R_c = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_3}$$

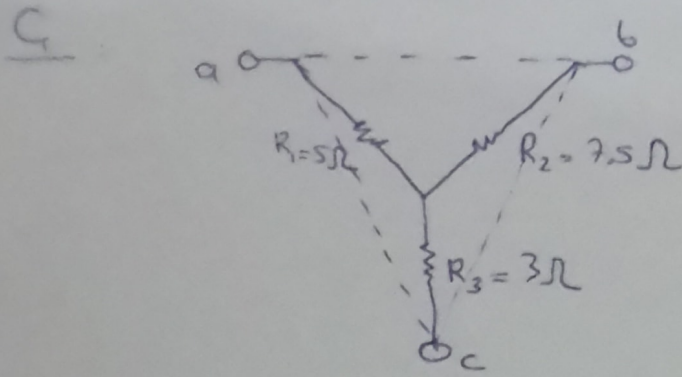


Y- Δ
dönüşüm
yapısı



Δ -Y dönüşümü
uygulayınız.

(13)

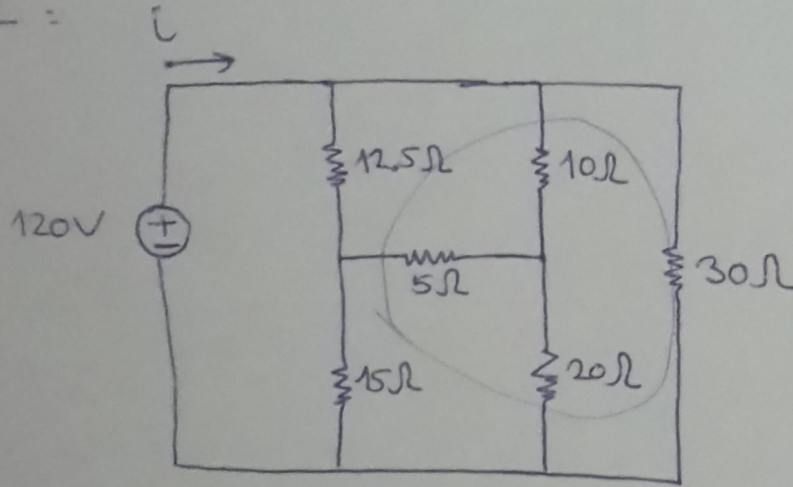


$$R_1 = \frac{R_b R_c}{R_a + R_b + R_c} = \frac{10 \cdot 25}{15 + 10 + 25} = 5 \Omega$$

$$R_2 = \frac{R_c R_a}{R_a + R_b + R_c} = \frac{25 \cdot 15}{50} = 7.5 \Omega$$

$$R_3 = \frac{R_a R_b}{R_a + R_b + R_c} = \frac{15 \cdot 10}{50} = 3 \Omega$$

Ör :



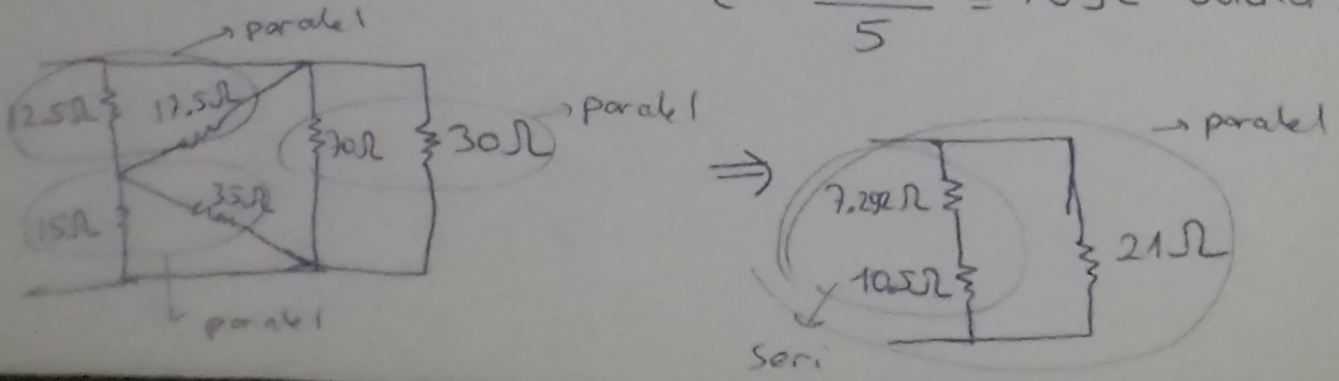
→ i akımını bulunuz.

C : 5Ω, 10Ω ve 20Ω 'luk 3 direnç, Y ağı oluşturmaktadır. Y-Δ dön. uygularsak ;

$R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 20\Omega$ ve $R_3 = 5\Omega$ o.b.;

$$R_a = \frac{10 \cdot 20 + 20 \cdot 5 + 5 \cdot 10}{10} = \frac{350}{10} = 35 \Omega$$

$$R_b = \frac{350}{20} = 17.5 \Omega \quad \text{ve} \quad R_c = \frac{350}{5} = 70 \Omega \quad \text{bulunur.}$$



$$\Rightarrow R_{ab} = 9.632 \Omega$$

$$\Rightarrow i = \frac{V_s}{R_{ab}} = \frac{120}{9.632} = 12.458 \text{ A}$$