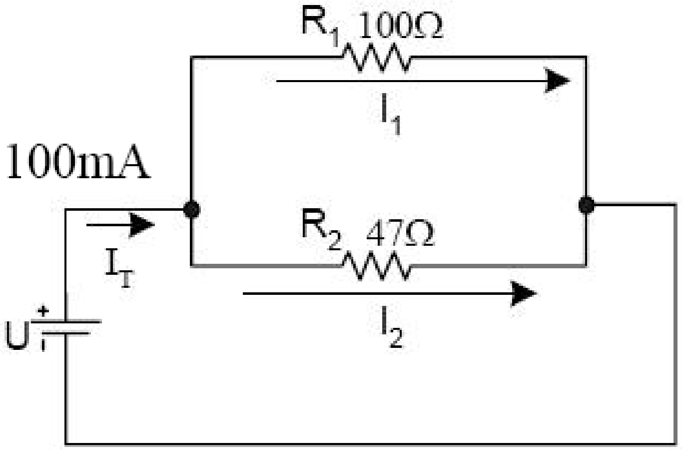
verilerden yaralanarak I_1 ve I_2 akımını bulunuz.



Çevre akımları yöntemi

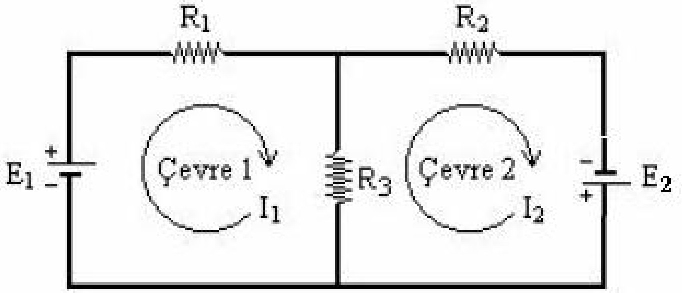
Çevre akımları yönteminde bazı kavramların bilinmesi gerekir.

Düğüm: Üç yada daha fazla elamanın birleştiği noktaya düğüm denir.

Çevre: Bir düğümden yalnız bir kere geçmek suretiyle tekrar başladığımız noktaya gelinceye kadar devre üzerinde takip edilen iki ucu kapalı yoldur. Bu çevrede dolaşan akıma de **çevre akımı** denir. Şekil 4.15' deki devrenin çevre akımları ve AB düğümleri gösterilmiştir.

1. 1. 1. çevre; E_1, R_1 ve R_3 elemanlarından,
2. 2. 2. çevre ise; R_3, R_2 ve E_3 elemanlarından oluşmaktadır.

Devrelerde, çevre akımları istenilen yönde seçilebilir. Şekil 4.15' de çevre akımları, (I_1 ve I_2) saat ibresi yönünde seçilmiştir. Seçilen çevrelerde çevre dönüş yönüne uyan gerilim düşümlerini (+), çevre dönüş yönüne ters olan gerilim düşümlerini (-) alarak her çevreye kirşof gerilimler kanununu uygularsak



Şekil 4. 1 Çevre akımları ve Düğümlerin gösterilmesi

1. 1. 1. çevre için:

$$I_1 \cdot R_1 + I_1 \cdot R_3 - I_2 \cdot R_3 = E_1$$

$$I_1 \cdot (R_1 + R_3) - I_2 \cdot R_3 = E_1 \qquad (4.4)$$

2. 2. 2. çevre için:

$$I_2 \cdot R_3 + I_2 \cdot R_2 - I_1 \cdot R_3 = E_2$$

$$I_2 \cdot (R_3 + R_2) - I_1 \cdot R_3 = E_2 \qquad (4.5)$$

$$I_1 \cdot (R_1 + R_3) - I_2 \cdot R_3 = E_1 \qquad (1.\ \text{çevreden})$$

$$-I_1 \cdot R_3 + I_2 \cdot (R_3 + R_2) = E_2 \qquad (2.\ \text{çevreden})$$

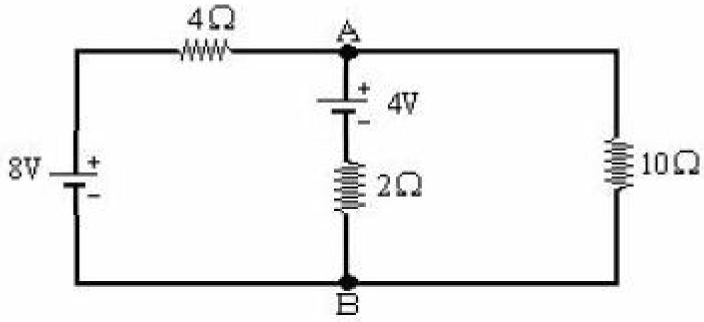
$$\begin{bmatrix} R_1 + R_3 & -R_3 \\ -R_3 & R_2 + R_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \end{bmatrix}$$

olarak iki bilinmeyenli iki denklem elde edilir. s yönlü olduğundan, 1. Çevrede I_1 çevre akımına, I_2 çevre akımı ters olduğundan 1. Çevreye göre denklem yazılırken I_2'nin işareti eksi alınır. Aynı şekilde 2. çevre için denklem yazılırken bu sefer I_2' ye ters yönlü olduğunda I_1'in işareti eksi olarak alınır.

Son olarak; bulunan bu iki bilinmeyenli iki denklem birlikte çözülerek çevre akımları bulunur.

Problem

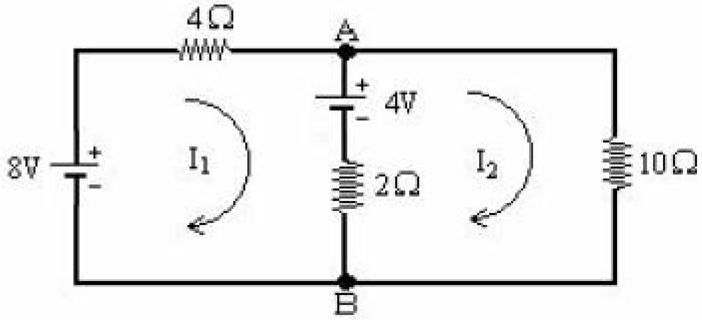
Şekil 4.16' daki devrede, 10 Ω'luk direncin çektiği gücü ve kaynaklardan çekilen akımları bulunuz.



Şekil 4. 2 İki çevreli devre

Çözüm:

Verile iki çevreli devrede çevre akımlarını Şekil 4.17' deki gibi saat ibresi yönünde alarak kirşof gerilimler kanununu uygulayalım.



Şekil 4. 3 Çevre akımları işaretlenmiş devre

$4I_1 + 2I_1 - 2I_2 = 8 - 4$ (1. çevreden)

$6I_1 - 2I_2 = 4$ ....(a)

İkinci göze Kirşof gerilimler kanununu uygulayalım.

$10I_2 + 2I_2 - 2I_1 = 4$ (2. çevreden)

$-2I_1 + 12I_2 = 4$ ....(b)

$6I_1 - 2I_2 = 4$ (1. çevreden)

$-2I_1 + 12I_2 = 4$ (2. çevreden)

(a) ve (b)' deki iki bilinmeyenli iki denklemi çözelim.

1. çevreden elde edilen denklemin her iki tarafını 6 ile çarpıp I_2 bilinmeyenini yok edelim.

$$36\,I_1 - 12\,I_2 = 24$$
$$-2\,I_1 + 12\,I_2 = 4$$

$$34 I_1 = 28 \qquad \Rightarrow \qquad I1 = \frac{34}{28} = 0{,}82A$$

Bulunan I_1 akımını denklemlerden herhangi birisinde yerine koyalım.

$$6 \cdot 0{,}82 - 2\,I_2 = 4$$

$$4{,}92 - 2\,I_2 = 4 \qquad \Rightarrow \qquad I_2 = \frac{4 - 4{,}92}{-2} = 0{,}46A$$

olarak bulunur.

8V' luk kaynağın verdiği akım $I_1 = 0{,}82A$

A ve B noktaları arasında geçen I_1 ve I_2 akımlarının yönleri birbirlerine ters olduğu için

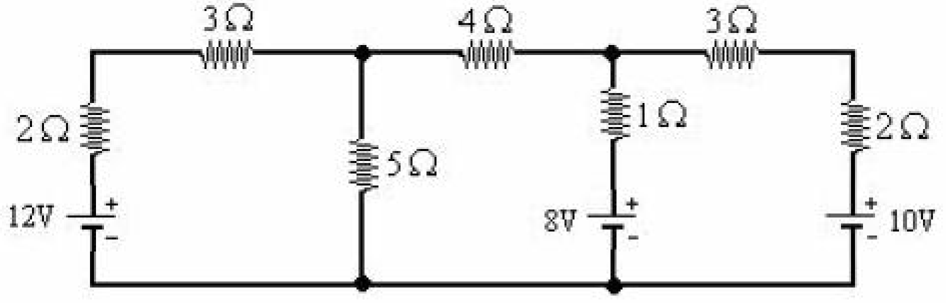
4V' luk kaynağın verdiği akım $I_1 - I_2 = 0{,}82 - 0{,}46 = 0{,}36A$

10 Ω' luk dirençten geçen akım I_2 olduğuna göre bu direncin çektiği güç;

$$P = RI^2 = 10 \cdot 0{,}46^2 = 2{,}116W$$ olarak bulunur.

Problem

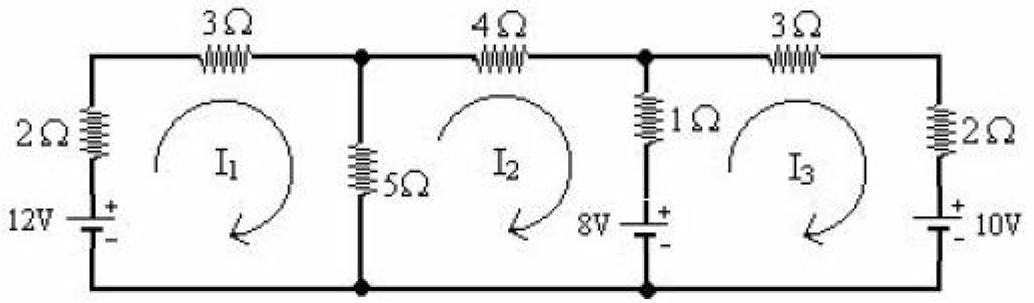
Şekil 4.18' de verilen üç gözlü devrede her bir dirençten geçen akımı hesaplayınız.



Şekil 4. 4 Üç gözlü devre

Çözüm:

Göz akımlarını saat ibresi yönünde Şekil 4.19' daki gibi işaretleyerek her bir göze kirşof gerilimler kanununu uygulayalım.



Şekil 4. 5 Çevre akımları işaretlenmiş üç gözlü devre.

Her göze kirşof gerilimler kanununu uygularken, göz akımlarının kabul edilen yönleri pozitif yön olarak alınır. Kaynak gerilimlerinin pozitif veya negatif olması o göz akımının yönüne göre bulunur. Bir kaynak o gözün akım yönüne ters yönde akım veriyorsa, bu kaynağın gerilimi negatif olarak alınır.

Birinci göz için;

$$2 I_1 + 3 I_1 + 5 I_1 - 5 I_2 = 12$$

$$10 I_1 - 5 I_2 = 12 \quad \text{.......................................} \quad (a)$$

İkinci göz için;

$$4 I_2 + 5 I_2 - 5 I_1 + 1 \cdot I_2 - 1 \cdot I_3 = -8$$

$$-5 I_1 + 10 I_2 - I_3 = -8 \quad \text{.......................................} \quad (b)$$

Üçüncü göz için;

$$1 \cdot I_3 - 1 \cdot I_2 + 3 I_3 + 2 I_3 = 8 - 10$$

$$-I_2 + 6 I_3 = -2 \quad \text{.......................................} \quad (c)$$

Elde edilen (a), (b) ve (c) denklemlerini çözelim;

$$10I_1 - 5I_2 = 12$$

$$-5I_1 + 10I_2 - I_3 = -8$$

$$-I_2 + 6I_3 = -2$$

Katsayılar determinantını yazalım;

$$D0=\begin{vmatrix}10 & -5 & 0\\ -5 & 10 & -1\\ 0 & -1 & 6\end{vmatrix} \quad\Rightarrow\quad D0=\left|\begin{matrix}10 & -5 & 0\\ -5 & 10 & -1\\ 0 & -1 & 6\end{matrix}\right|\begin{matrix}10 & -5\\ -5 & 10\\ 0 & -1\end{matrix}$$

$D_0 = [(10)(10)(6) + (-5)(-1)(0) + (0)(-5)(-1)] – [(0)(10)(0) + (10)(-1)(-1) + (-5)(-5)(6)]$

$D_0 = 600 – 160 = 440$

$$D1=\begin{vmatrix}12 & -5 & 0\\ -8 & 10 & -1\\ -2 & -1 & 6\end{vmatrix} \quad\Rightarrow\quad D1=\left|\begin{matrix}12 & -5 & 0\\ -8 & 10 & -1\\ -2 & -1 & 6\end{matrix}\right|\begin{matrix}12 & -5\\ -8 & 10\\ -2 & -1\end{matrix}$$

$D_1 = [(12)(10)(6) + (-5)(-1)(-2) + (0)(-8)(-1)] – [(0)(10)(-2) + (12)(-1)(-1) + (-5)(-8)(6)]$

$D_1 = 720 – 262 = 458$

$$D2=\begin{vmatrix}10 & 12 & 0\\ -5 & -8 & -1\\ 0 & -2 & 6\end{vmatrix} \quad\Rightarrow\quad D2=\left|\begin{matrix}10 & 12 & 0\\ -5 & -8 & -1\\ 0 & -2 & 6\end{matrix}\right|\begin{matrix}10 & 12\\ -5 & -8\\ 0 & -2\end{matrix}$$

$D_2 = [(10)(-8)(6) + (12)(-1)(0) + (0)(-5)(-2)] – [(0)(-8)(0) + (10)(-1)(-2) + (12)(-5)(6)]$

$D_2 = - 480 + 340 = - 140$

$$D3=\begin{vmatrix}10 & -5 & 12\\ -5 & 10 & -8\\ 0 & -1 & -2\end{vmatrix} \quad \Rightarrow \quad D3=\left|\begin{matrix}10 & -5 & 12\\ -5 & 10 & -8\\ 0 & -1 & -2\end{matrix}\right|\begin{matrix}10 & -5\\ -5 & 10\\ 0 & -1\end{matrix}$$

$$D_3 = [(10)(10)(-2) + (-5)(-8)(0) + (12)(-5)(-1)] - [(12)(10)(0) + (10)(-8)(-1) + (-5)(-5)(-2)]$$

$$D_3 = -280 + 110 = -170$$

$$I_1 = \frac{D_1}{D_0} = \frac{458}{440} = 1{,}04A \qquad I_2 = \frac{D_2}{D_0} = \frac{-140}{440} = -0{,}318A \qquad I_3 = \frac{D_3}{D_0} = \frac{-170}{440} = -0{,}386A$$

olarak bulunur. Dikkat edilirse I_2 ve I_3 çevre akımları negatif çıkmıştır. Bunun anlamı bu iki çevre için alınmış akım yönleri terstir. I_2 ve I_3 çevre akımlarının yönlerini değiştirerek devreyi yeniden çizelim ve her elemandan geçen akımları hesaplayalım.

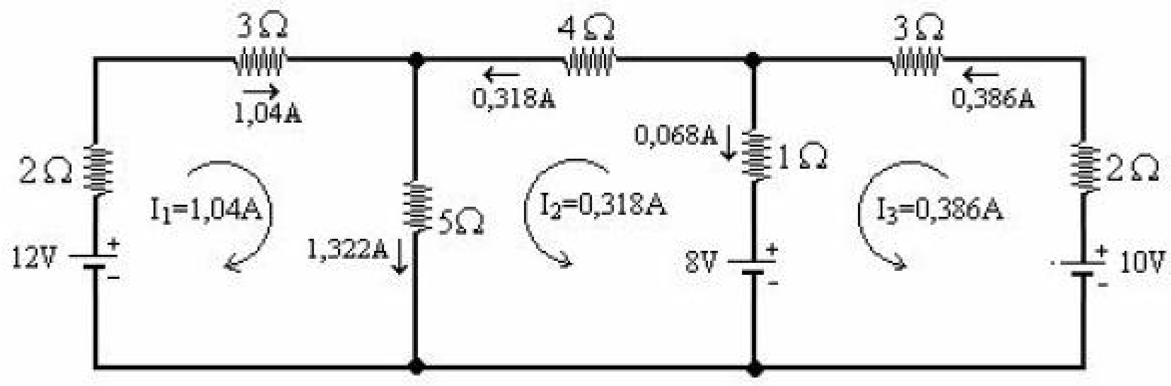
5 ohm' luk dirençten I_1 ve I_2 çevre akımları aynı yönde geçtiği için ;

$I_1 + I_2 = 1{,}04 + 0{,}318 = 1{,}322A$ geçer.

1 ohm' luk dirençten I_2 ve I_3 çevre akımları ters yönlü olduğu için ;

$I_3 - I_2 = 0{,}386 - 0{,}318 = 0{,}068A$ geçer.

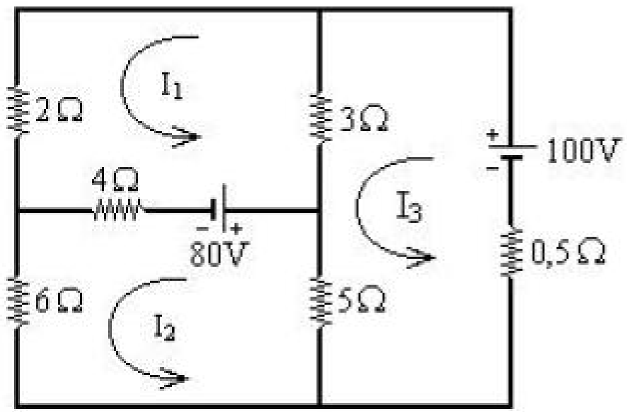
Buna göre devrenin çözülmüş hali şekil 4.20' de gösterilmiştir.



Şekil 4. 6 Devrenin çözülmüş hali

Problem

Şekil 4.21'de verilen devrenin çevre akımlarını bulunuz.



Şekil 4. 7 Üç çevreli devre

Çözüm:

Devrede, Kirşof gerilimler kanununu her göz için yazacak olursak;
Birinci göz için;

$$2I_1 + 4I_1 - 4I_2 + 3I_1 - 3I_3 = 80$$

$$9I_1 - 4I_2 - 3I_3 = 80 \quad \text{..........} \quad (a)$$

İkinci göz için;

$$4I_2 - 4I_1 + 6I_2 + 5I_2 - 5I_3 = -80$$

$$-4I_1 + 15I_2 - 5I_3 = -80 \quad \text{..........} \quad (b)$$

Üçüncü göz için;

$$3I_3 - 3I_1 + 5I_3 - 5I_2 + 0{,}5I_3 = 100$$

$$-3I_1 - 5I_2 + 8{,}5I_3 = 100 \quad \text{..........} \quad (c)$$

elde edilir. Bulunan Dk.(a), Dk.(b), Dk.(c)'yi alt alta yazarak katsayılar determinantını oluşturalım.

$$\begin{aligned} 9I_1 - 4I_2 - 3I_3 &= 80 \\ -4I_1 + 15I_2 - 5I_3 &= -80 \\ -3I_1 - 5I_2 + 8{,}5I_3 &= 100 \end{aligned}$$

$$D0 = \begin{vmatrix} 9 & -4 & -3 \\ -4 & 15 & -5 \\ -3 & -5 & 8{,}5 \end{vmatrix} \quad \Rightarrow \quad D0 = \left|\begin{array}{ccc|cc} 9 & -4 & -3 & 9 & -4 \\ -4 & 15 & -5 & -4 & 15 \\ -3 & -5 & 8{,}5 & -3 & -5 \end{array}\right.$$

$$D_0 = [1147{,}5 - 60 - 60\,] - [135 + 225 + 136] = 1027{,}5 - 496 = 531{,}5$$

$$D_0 = 1027{,}5 - 496 = 531{,}5$$

$$D1=\begin{vmatrix} 80 & -4 & -3 \\ -80 & 15 & -5 \\ 100 & -5 & 8{,}5 \end{vmatrix} \Rightarrow D1=\left|\begin{matrix} 80 & -4 & -3 \\ -80 & 15 & -5 \\ 100 & -5 & 8{,}5 \end{matrix}\right|\begin{matrix} 80 & -4 \\ -80 & 15 \\ 100 & -5 \end{matrix}$$

D_1 = [10200 + 2000 – 1200] – [- 4500 + 2000 + 2720]

D_1 = 11000 – 220 = 10780

$$D2=\begin{vmatrix} 9 & 80 & -3 \\ -4 & -80 & -5 \\ -3 & 100 & 8{,}5 \end{vmatrix} \Rightarrow D2=\left|\begin{matrix} 9 & 80 & -3 \\ -4 & -80 & -5 \\ -3 & 100 & 8{,}5 \end{matrix}\right|\begin{matrix} 9 & 80 \\ -4 & -80 \\ -3 & 100 \end{matrix}$$

D_2 = [-6120 + 1200 + 1200] – [-720 – 4500 – 2720]

D_2 = -3720 + 7940 = 4220

$$D3=\begin{vmatrix} 9 & -4 & 80 \\ -4 & 15 & -80 \\ -3 & -5 & 100 \end{vmatrix} \Rightarrow D3=\left|\begin{matrix} 9 & -4 & 80 \\ -4 & 15 & -80 \\ -3 & -5 & 100 \end{matrix}\right|\begin{matrix} 9 & -4 \\ -4 & 15 \\ -3 & -5 \end{matrix}$$

D_3 = [13500 – 960 + 1600] – [-3600 + 3600 + 1600]

D_3 = 14140 – 1600 = 12540

Bulunan determinant değerlerine göre çevre akımlarını hesaplayalım;

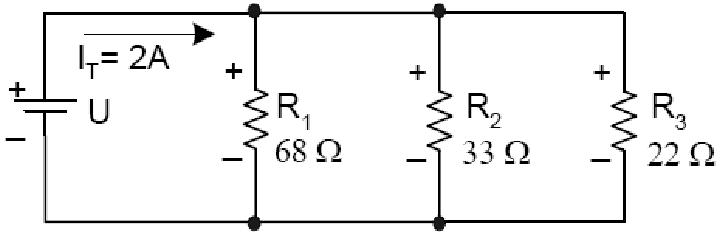
$$I_1 = \frac{D_1}{D_0} = \frac{10780}{531{,}5} = 20{,}28A$$

$$I_2 = \frac{D_2}{D_0} = \frac{4220}{531{,}5} = 7{,}93A$$

$$I_3 = \frac{D_3}{D_0} = \frac{12540}{531{,}5} = 23{,}6A$$ olarak bulunur.

Örnek3.12:

Şekil3.21deki devrede kaynaktan çekilen güç ve dirençler üzerindeki güçleri bulunuz.



Şekil3.21

$$R_{EŞ} = R_T = \frac{1}{(\frac{1}{68\Omega}) + (\frac{1}{33\Omega}) + (\frac{1}{22\Omega})} = 11{,}1\Omega$$

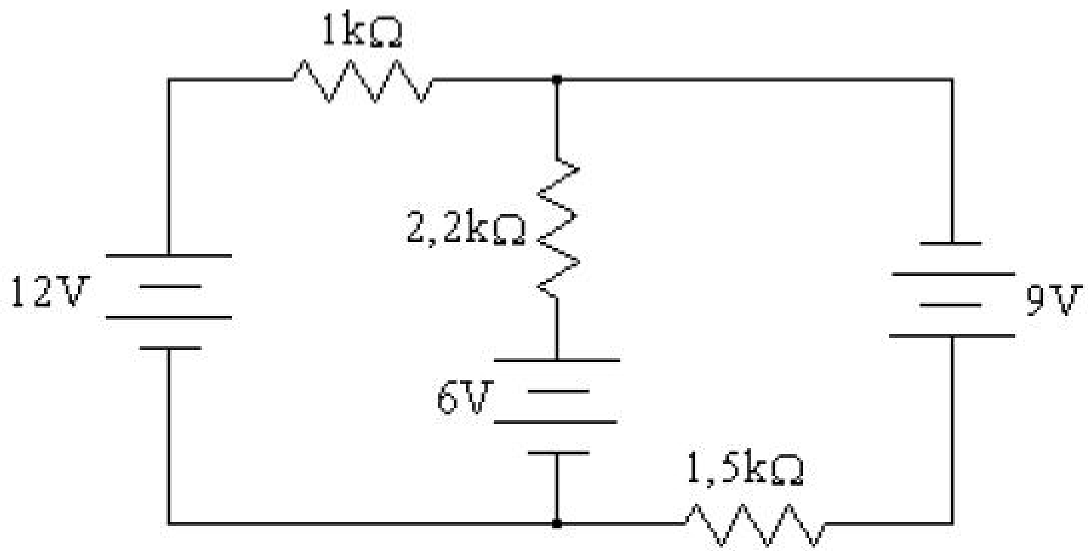
$$P_T = I_T^2 . R_T = (2A)^2 . (11{,}1\Omega) = 44{,}4Watt$$

$$U = I_T . R_{EŞ} = 2A . 11{,}1\Omega = 22{,}2V$$

$$P_1 = \frac{(22{,}2)^2}{68\Omega} = 7{,}25W \qquad P_2 = \frac{(22{,}2)^2}{33\Omega} = 14{,}9W \qquad P_3 = \frac{(22{,}2)^2}{22\Omega} = 22{,}4W$$

Örnek6.2:

Şekil6.3 deki verilen devrede eleman uçlarındaki gerilim düşümünü çevre akımlar yönteminden yararlanarak bulunuz.



Şekil6.3

İki gözlü, iki göz akımı olacaktır. Bu akımlara göre gözlerin gerilim denklemi;

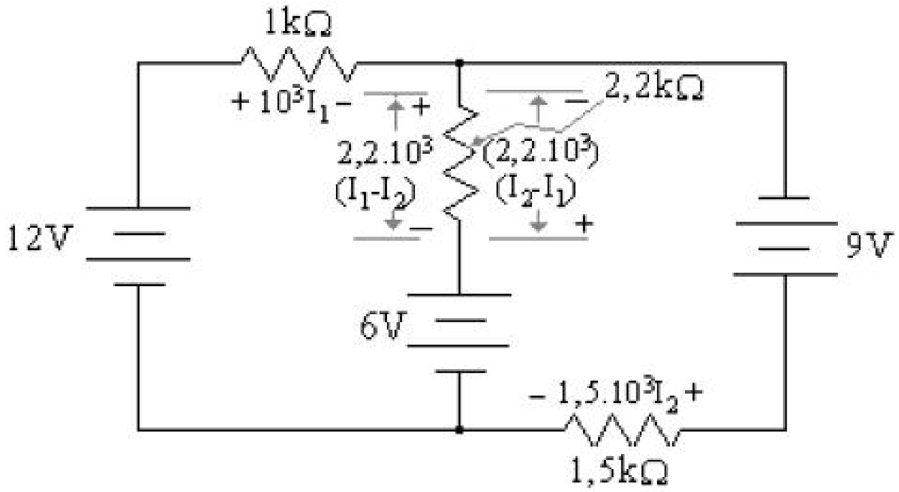
$$\text{1.göz} \qquad 10^3 I_1 + 2{,}2.10^3 (I_1 - I_2) + 6 = 12$$

$$\text{2.göz} \qquad 1{,}5.10^3 I_2 + 2{,}2.10^3 (I_2 - I_1) = 6 + 9$$

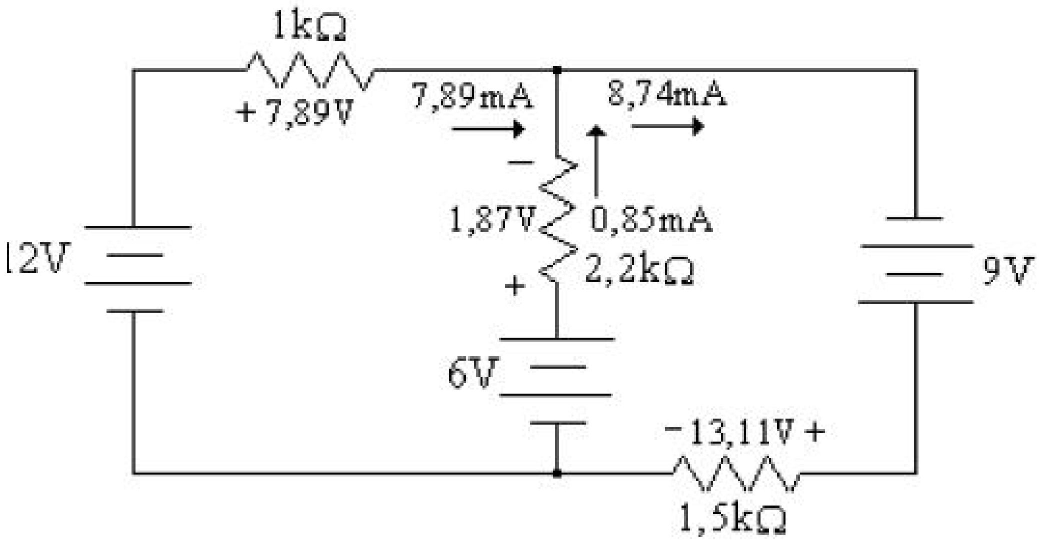
denklem düzenlenirse;

$$3{,}2.10^3 I_1 - 2{,}2.10^3 I_2 = 6$$

$$-2{,}2.10^3 I_1 + 3{,}7.10^3 I_2 = 15$$



(a)



(b)

Şekil üzerinde değerlerini ve kutupları gösterdiğimiz değerleri denklemi çözerek bulabiliriz.

$$\Delta = \det\begin{vmatrix} 3{,}2.10^3 & -2{,}2.10^3 \\ -2{,}2.10^3 & 3{,}7.10^3 \end{vmatrix} = (11{,}84 - 4{,}84).10^6 = 7.10^6$$

$$I_1 = \frac{\det\begin{vmatrix} 6 & -2{,}2.10^3 \\ 15 & 3{,}7.10^3 \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{(22{,}2 + 33).10^3}{7.10^6} = 7{,}89\text{mA}$$

$$I_2 = \frac{\det\begin{vmatrix} 3{,}2.10^3 & 6 \\ -2{,}2.10^3 & 15 \end{vmatrix}}{7.10^6} = \frac{(48 + 13{,}2).^3}{7.10^6} = 8{,}74\text{mA}$$

göz akımları bulunur.bu göz akımlarından faydalanılarak $I_{2,2k\Omega}$ değerini bulursak;

$$I_{2,2k\Omega} = I_1 - I_2 = 7{,}89\text{mA} - 8{,}74\text{mA} = -0{,}85\text{mA}$$

$$U_{2,2k\Omega} = (0{,}85\text{mA}).(2{,}2k\Omega) = 13{,}11\text{V}$$

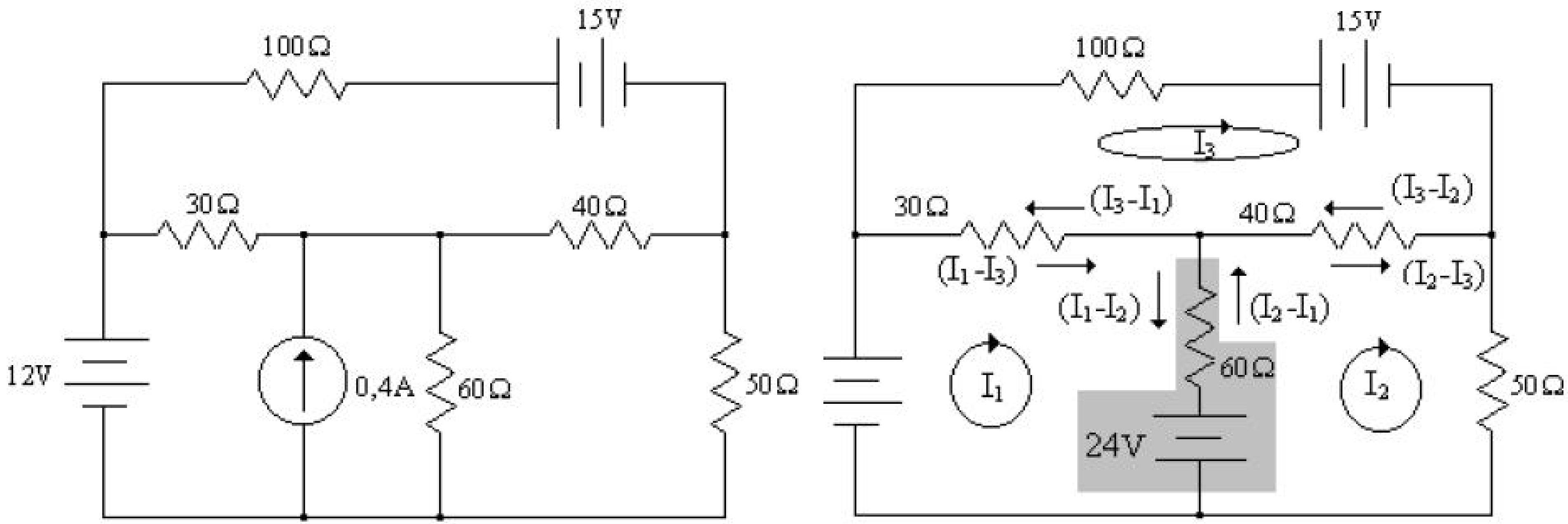
1kΩ üzerinden 1.göz 1,5kΩ üzerinden 2.göz akımı aktığından bu direnç uçlarındaki gerilim değerleri aşağıdaki şekilde bulunur.

$$U_{1k\Omega} = I_1.1k\Omega = (7{,}89mA).(1k\Omega) = 7{,}89V$$

$$U_{1,5k\Omega} = I_2.1{,}5k\Omega = (8{,}74mA).(1{,}5k\Omega) = 13{,}11V$$

Örnek6.3:

Şekil6.5(a)deki devrenin her göz için gerilimler denklemini oluşturarak matrisle çözülecek duruma getiriniz.



Akım kaynağı gerilim kaynağına dönüşüm yapılarak ohm kanunundan değeri bulunur.

$$U = (0{,}4A).(60\Omega) = 24V$$

Her gözün çevre denklemini kirşofun gerililer kanunundan oluşturulur.

$$\begin{array}{ll} \text{1.göz} & (I_1 - I_3)30 + (I_1 - I_2)60 + 24 = 12 \\ \text{2.göz} & (I_2 - I_1)60 + (I_2 - I_3)40 + 50I_2 = 24 \\ \text{3.göz} & 100I_3 + (I_3 - I_2)40 + (I_3 - I_2)30 + 15 = 0 \end{array}$$

bu denklem düzenlenirse;

$$\begin{aligned} 90I_1 - 60I_2 - 30I_3 &= -12 \\ -60I_1 + 150I_2 - 40I_3 &= 24 \\ -30I_1 - 40I_2 + 170I_3 &= -15 \end{aligned}$$

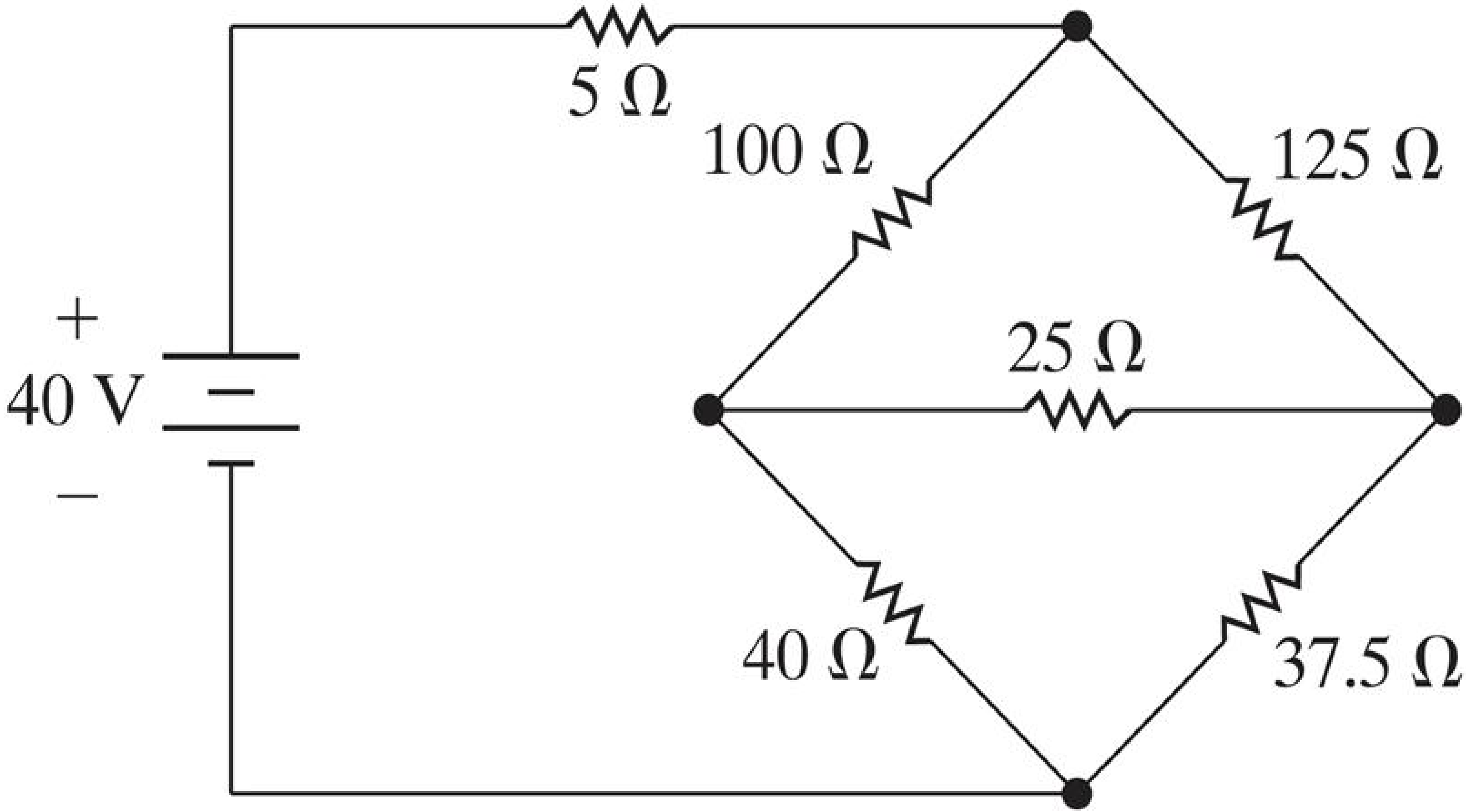
denklemi 3x1 matrisle değerlerini yazarak bulabiliriz veya yok etme metoduyla da çözülebilir. 3x1 matrisin değerleri denklemden yazalım;

$$\begin{bmatrix} 90 & -60 & -30 \\ -60 & 150 & -40 \\ -30 & -40 & 170 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -12 \\ 24 \\ -15 \end{bmatrix}$$

bu matris çözülürse göz akımları bulunur. Bu bulunan akımlarda yaralanarak kol akımlarının değeri de bulunmuş olur.

ÖRNEK

Kaynaktan çekilen akımı çevre akımları yöntemiyle bulunuz.



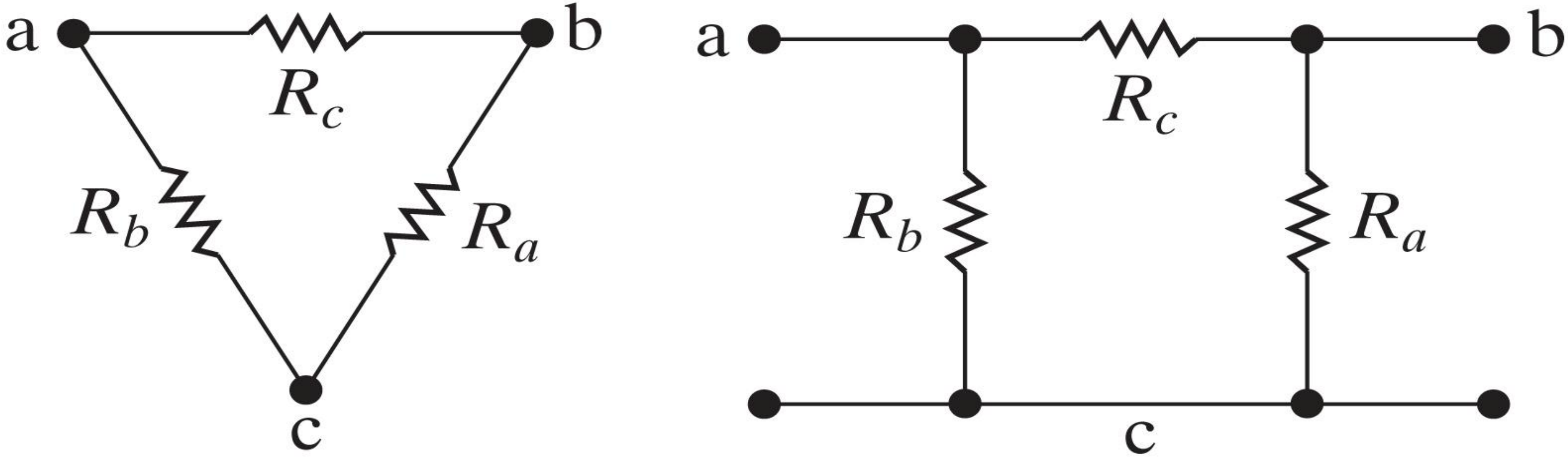


Figure: 03-291,2

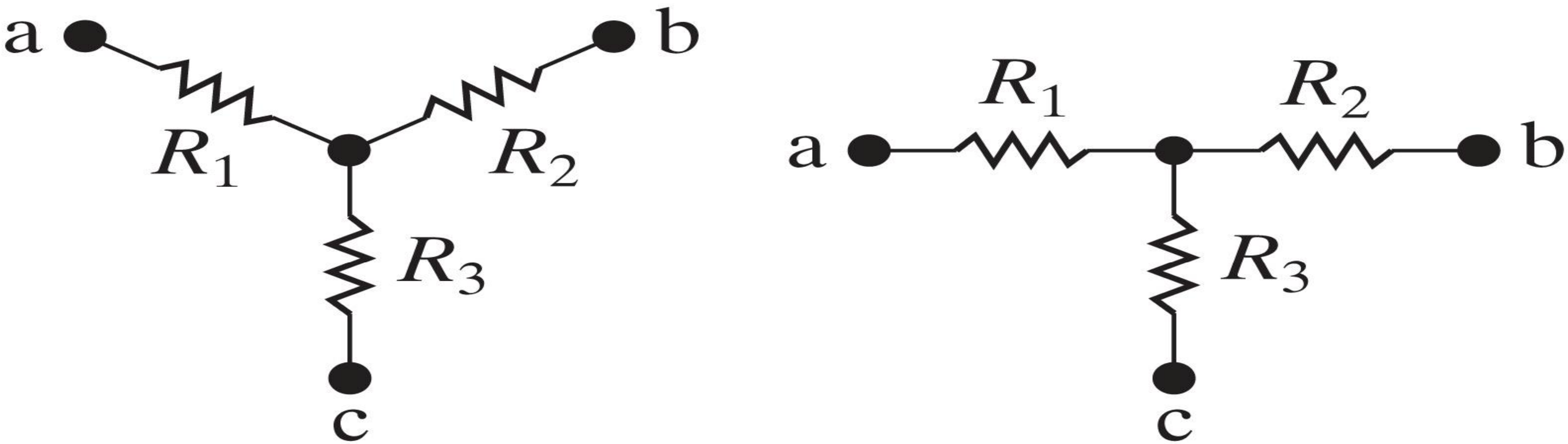


Figure: 03-301,2

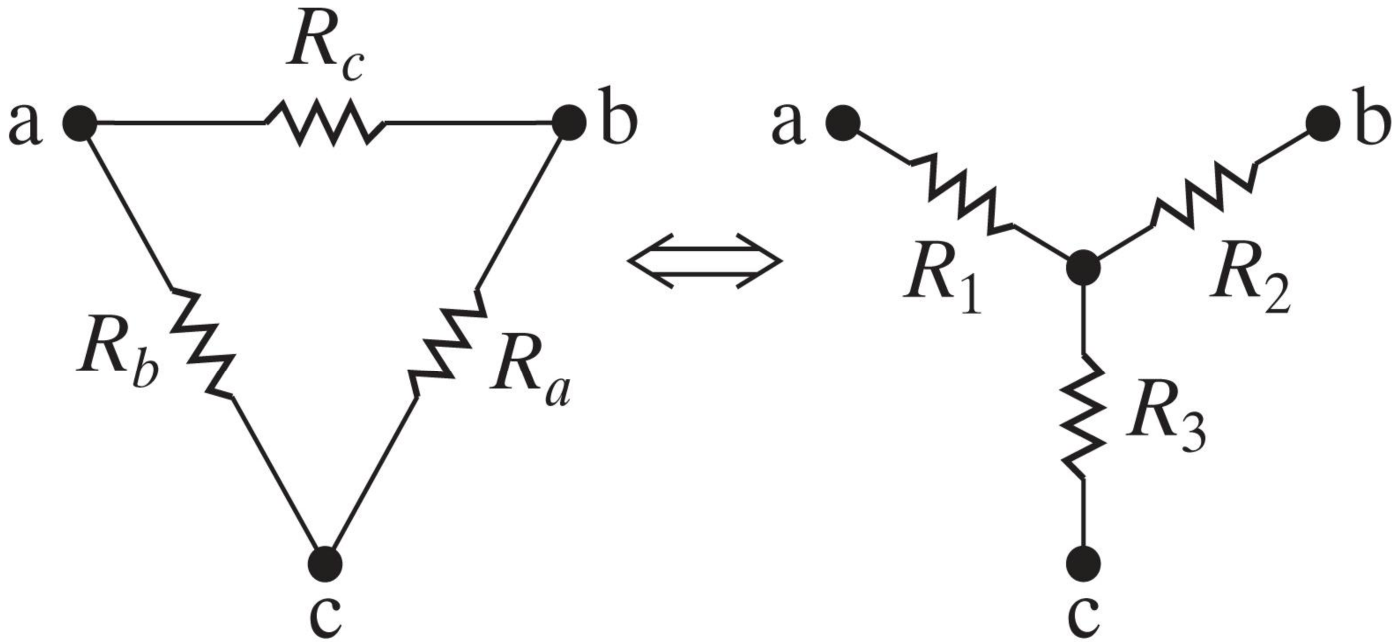
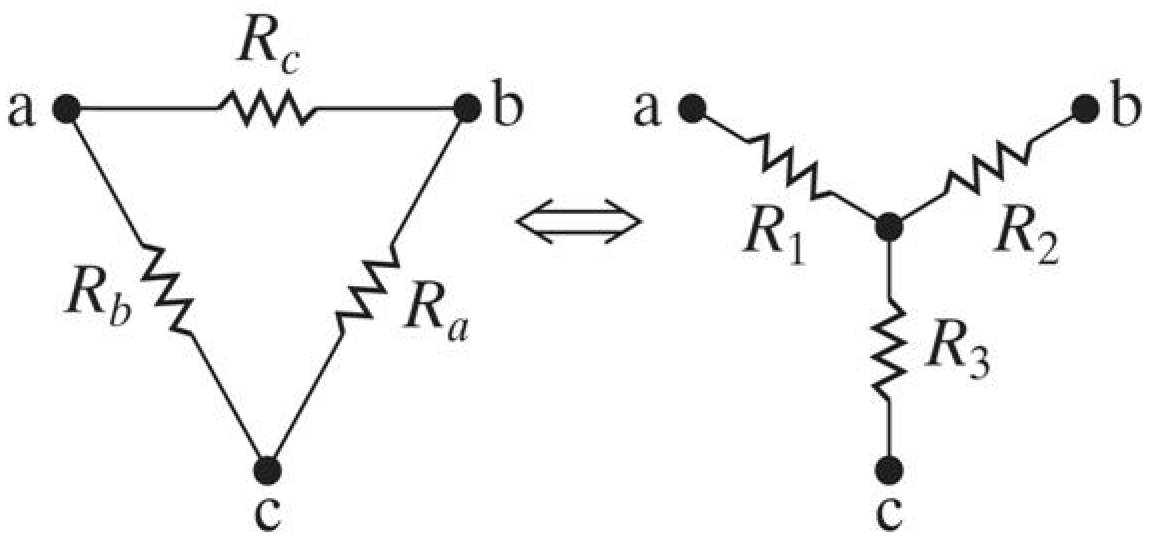


Figure: 03-31

$$R_{ab} = \frac{R_c\left(R_a + R_b\right)}{R_a + R_b + R_c} = R_1 + R_2$$

$$R_{bc} = \frac{R_a\left(R_b + R_c\right)}{R_a + R_b + R_c} = R_2 + R_3$$

$$R_{ca} = \frac{R_b R_c}{R_a + R_b + R_c} = R_1 + R_3$$



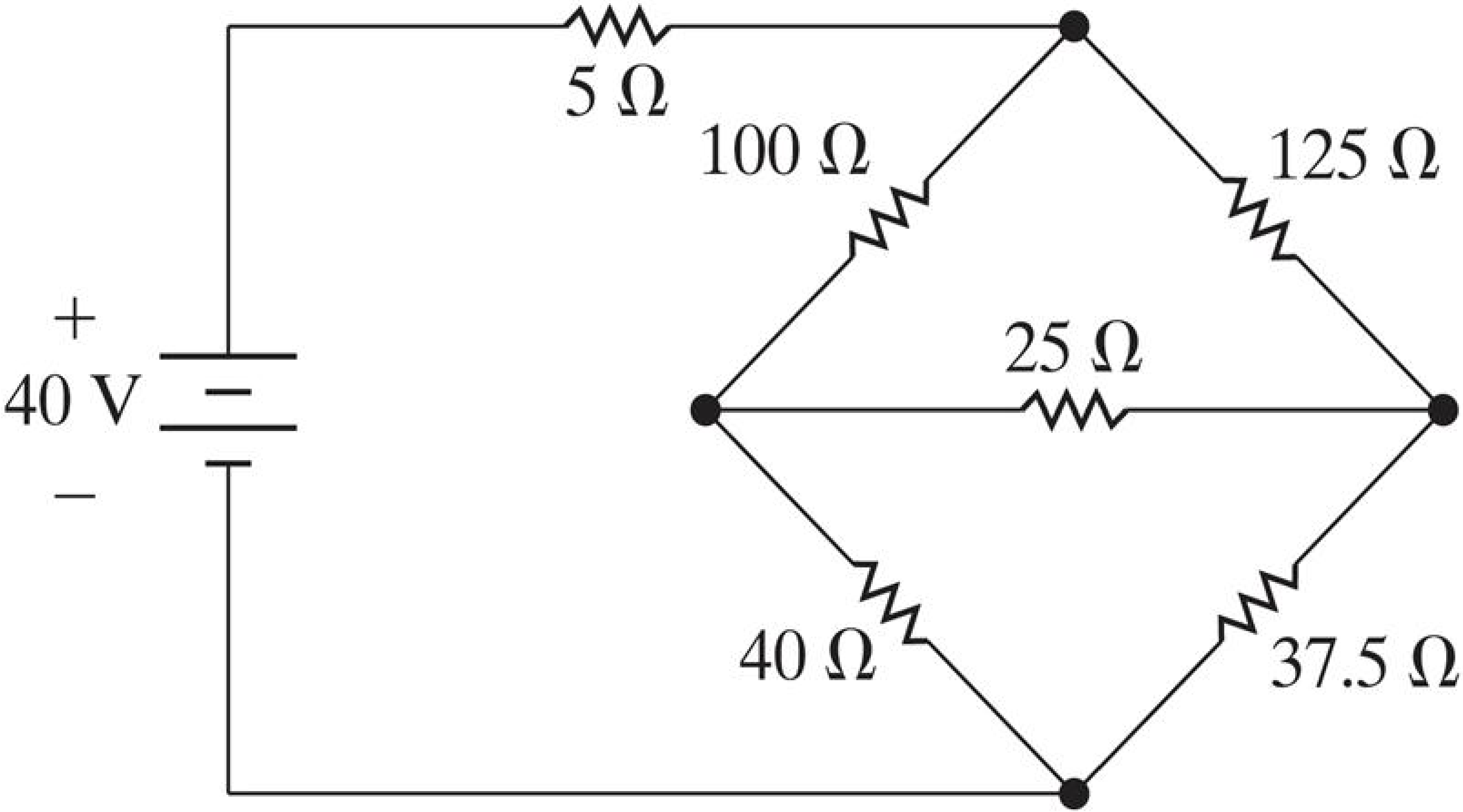
$$R_a = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_1} \qquad R_1 = \frac{R_bR_c}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_b = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_2} \qquad R_2 = \frac{R_cR_a}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_c = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_3} \qquad R_3 = \frac{R_aR_b}{R_a + R_b + R_c}$$

ÖRNEK

Kaynaktan çekilen akımı direnç dönüşümüyle bulunuz.



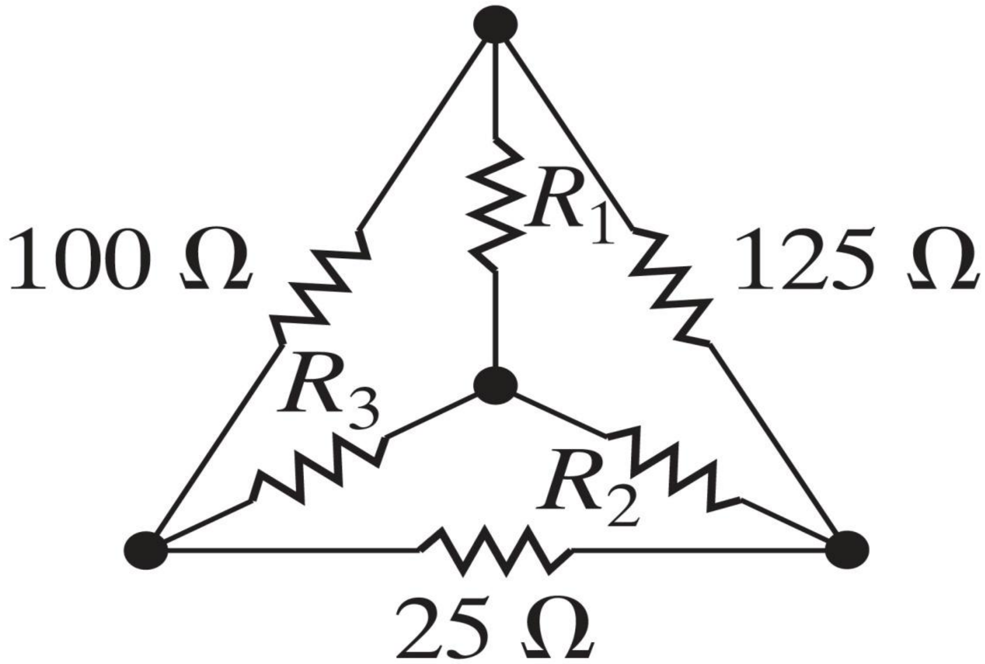
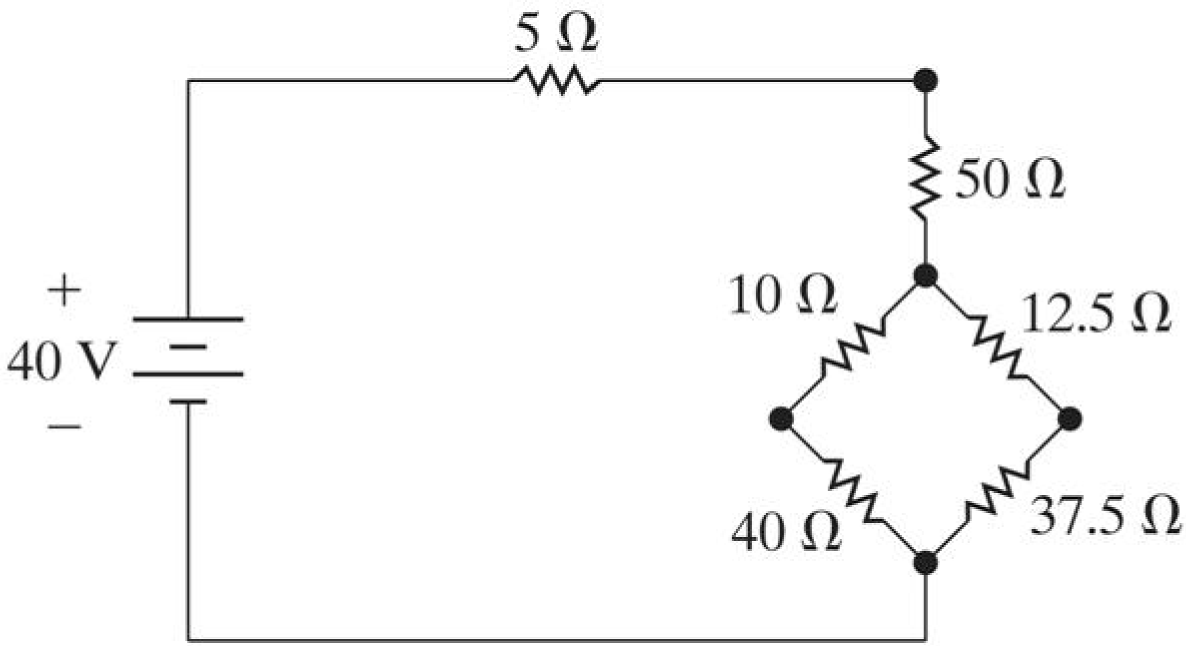


Figure: 03-33

$$R_1 = \frac{R_b R_c}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_2 = \frac{R_c R_a}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_3 = \frac{R_a R_b}{R_a + R_b + R_c}$$

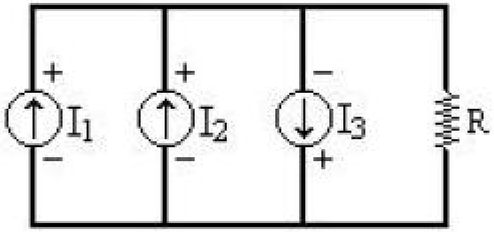

5 Ω
50 Ω
10 Ω
12.5 Ω
+
40 V
−
40 Ω
37.5 Ω

6.2 DÜĞÜM GERİLİMLERİ İLE DEVRE ANALİZİ

Düğüm gerilimleri ile devrelerin analizleri yapılabilir. Bu yöntemle devre analizi yapmak için analizi yapılacak devrede gerilim kaynakları bulunuyorsa bunun eşdeğeri olan akım kaynağına dönüşümü yapılıp devre tekrar düzenlenmesi gerekir. Yeni oluşacak devrede düğümler belirlenip, en kalabalık düğüm noktası referans düğüm tayin edilerek o düğüm topraklanması gerekir. Aktif düğümlere bir isim verilerek(U_1, U_2 veya U_A, U_B gibi) bu düğümlere kirşofun akımlar kanunu her düğüm için ayrı ayrı uygulanır. Düğüme giren akımları pozitif çıkan akımlara negatif mantığı düşünülürse; 1.düğümden çıkan akım diğer düğüme giren olduğunu unutmamak gerekir. 1.düğümde aynı akım negatif durumunda iken diğer düğüme girdiği için pozitif olacaktır. Düğümlere giren aktif elemanların yönleri giren, çıkan durumunda bağlı ise aynı yönü almak zorunluluğu vardır. Fakat bağımsız kol akımlarını istediğiniz yönde alabilirsiniz. O kollar için seçiminizi hangi yönlü kullanmış iseniz sürekli aynı yönü o devrede o kol için kullanmak zorundasınız. Kolların üzerinden geçen akımları düğüm gerilimleri eşitinden yazarak oluşturduğunuz denklemde yerine yazarak düğüm gerilimlerini matematik kuralları ile çözümü yaparsınız. Düğüm gerilimleri bulunduktan sonra kol akımları ve o kolun gerilimleri bu şekilde bulma imkanına sahip olursunuz. İki düğüm arasındaki bir direncin üzerinden geçen akım ile referans düğüm arasında kalan bir direncin üzerinden geçen akımı düğüm gerilimleri eşiti aşağıdaki şekilsel ve teorik olarak gösterilmiştir. ($U_1>U_2>........>0$)

3.7. Akım kaynaklarının paralel bağlanması

Bir devrede birden fazla akım kaynağı var ise bunlar birbirlerine paralel bağlanır. Şekil 3.9 de birbirlerine paralel bağlanmış üç adet akım kaynağı gösterilmiştir.



Şekil 3.9 Akım kaynaklarının paralel bağlanması

Bu devrede bileşke akım, devredeki tüm akım kaynaklarının, cebirsel toplanması ile bulunur. Bileşke akımı bulurken, $I_1 + I_2$ toplamı I_3' ten büyük ise bileşke akım I_1 ve I_2 yönünde, $I_1 + I_2$ toplamı I_3' ten küçük ise bileşke akım I_3 yönünde olur.

Problem 3.5

Şekil 3.9' deki devrede I_1 = 7A, I_2 = 5A ve I_3 = 6A dir. R= 3 Ω olduğuna göre yük akımın değerini, R direncinin uçlarındaki gerilimi bularak eşdeğer devreyi çiziniz.

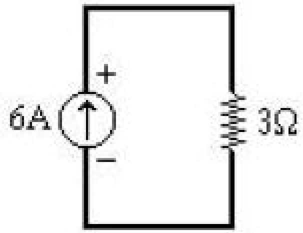
Çözüm:

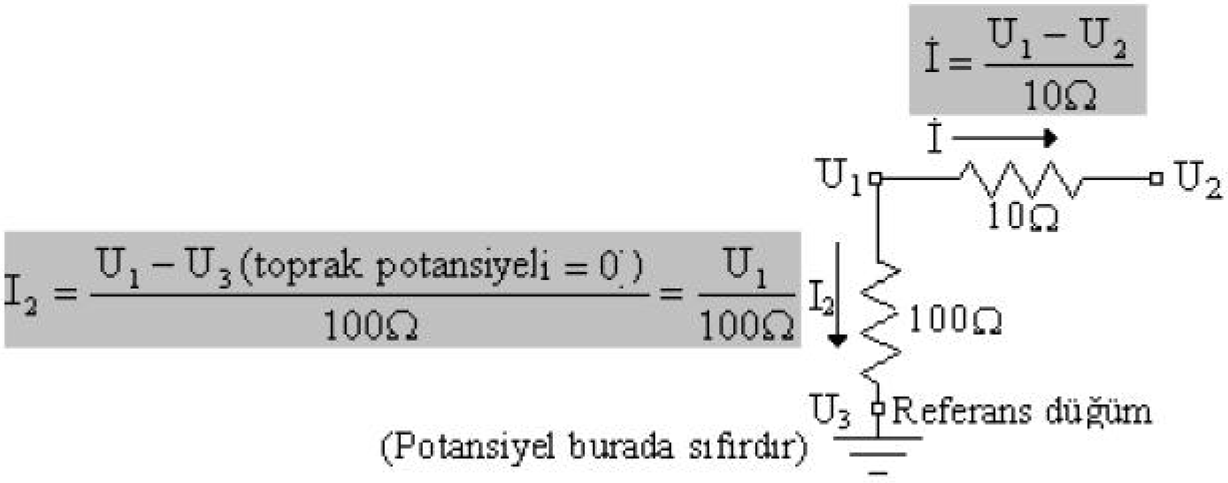
$I = I_1 + I_2 - I_3$ = 7 + 5 – 6 = 6A

R direncinin uçlarındaki gerilim;
U=R . I = 3 . 6 = 18 V

Olarak bulunur.

Devrenin eşdeğeri ise;



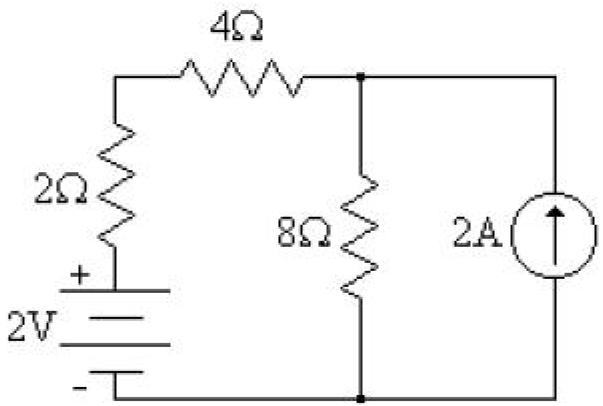


Şekil6.6

10Ω direncin bağlı olduğu düğümler U_1 ve U_2 düğümleri bu düğümlerin potansiyel farkı bu eleman üzerindeki gerilimi verir. Bu gerilimin direnç değerine bölümü(ohm kanunu) o kolun üzerinden geçen akımı verecektir. Burada dikkat edilirse 1.düğümün geriliminin yüksek potansiyelde olduğu kabul edilmiştir. Referans düğüm tayin ettiğiniz düğümü toprakladığınızdan o düğümün gerilimi sıfır olacaktır. Ondan dolayı 100Ω direncin uçlarındaki gerilim sadece 1.düğümün gerilimine eşittir.

Örnek6.4:

Şekil6.7(a)de verilen elektrik devresinde kol akımlarını düğüm gerilimleri yöntemi ile bulunuz.

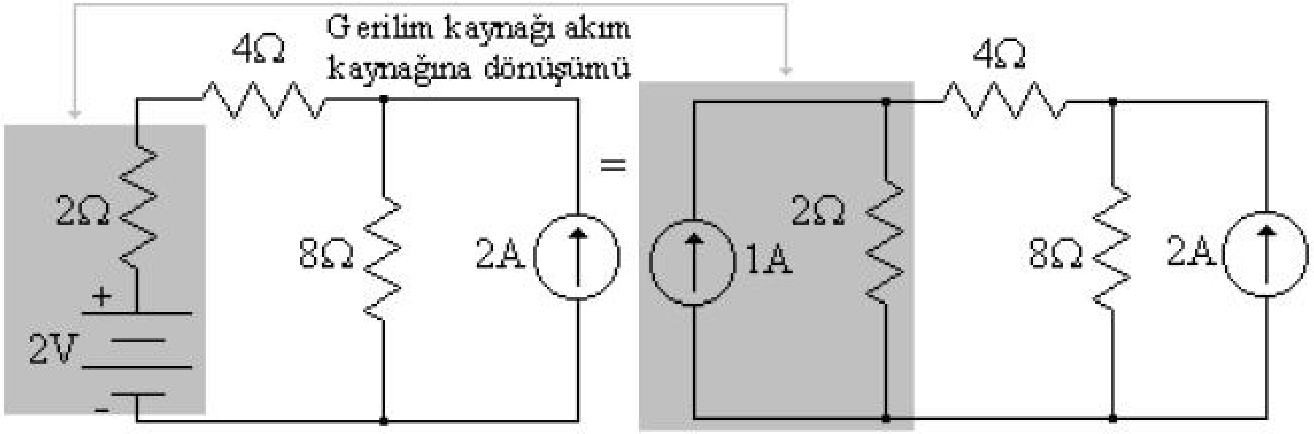


(a)

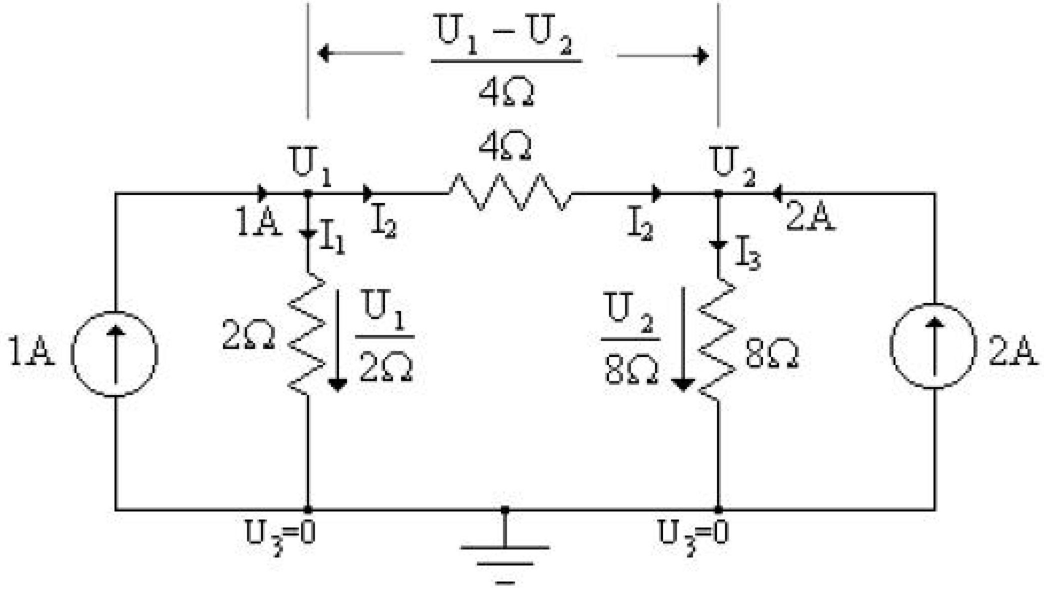
Şekil6.7

Çözüm6.4:

Şekil6.7(a)daki devreye baktığınızda devrede iki aktif kaynak mevcut. Bu kaynağın birisi gerilim kaynağı. Bu kaynağı, çözüm düğüm gerilimleri yöntemi ile yapılacağından akım kaynağı eşdeğerine dönüştürülmesi gerekecektir. Akım kaynağına dönüşüm yapıp şekli tekrar çizilirse şekil6.7(b)deki gibi olacaktır.


Gerilim kaynağı akım
kaynağına dönüşümü
4Ω
2Ω
2V
8Ω
2A
=
1A
2Ω
4Ω
8Ω
2A

(b)


$\frac{U_1 - U_2}{4\Omega}$
4Ω
U_1
U_2
1A
I_1
I_2
I_2
I_3
2A
1A
2Ω
$\frac{U_1}{2\Omega}$
$\frac{U_2}{8\Omega}$
8Ω
2A
U_3=0
U_3=0

(c)

Şekil6.7

Şekil6.7(c)deki devrede akım kaynağına dönüşüm yapıldıktan sonra devre üç düğümlü devre haline gelmiştir. En kalabalık düğüm noktası referans düğüm tayin edilmiş bu düğüm topraklanmıştır.(U_3 gerilimi sıfıra çekilmiştir.) referans düğümü seçimi çözümü yapan kişiye göre de değişebilir. Ancak kalabalık düğümü seçmede fayda vardır, bu düğüm topraklandığında bu noktanın potansiyelinin sıfır olacağı bilinmelidir. Bu açıklamalardan sonra dirençlerin üzerlerinden geçen akımları düğüm gerilimleri eşitinden yazalım.

$$I_1 = I_{2\Omega} = \frac{U_1}{2\Omega} \qquad I_2 = I_{4\Omega} = \frac{U_1 - U_2}{4\Omega} \qquad I_3 = I_{8\Omega} = \frac{U_2}{8\Omega}$$

bu eşitliği yazdıktan sonra aktif düğümlere kirşofun akımlar kanununu uygulamadan şekil6.7(c)deki devrede akım kaynaklarının yönleri hiç değiştirilmeden diğer kol akımları keyfi alınışı görülmektedir. Buradaki keyfilik ilk düğümde seçilen yön eğer çıkan alındı ise bu kol aktif ikinci düğümle ortaklaşa bağlı durumunda ise bu kolun üzerinden geçen akımı çıkan alınamaz bu düğüme giren olarak işaretlemek zorunluluğu vardır. (I_2 akımı 1.düğümden çıkarken 2.düğüme giren durumunda) Çünkü akım aynı elemanı terk ediyorsa diğer tarafa giriyor durumundadır. Akım yönleri belirlendikten sonra aktif düğümlere kirşofun akımlar kanunu uygulanır. Bu devrede giren akımlar pozitif çıkan akımlar negatif kabul edilmiştir.

$$1A - I_1 - I_2 = 0 \qquad \text{1.düğümün akımlar kanunu denklemi}$$

$$2A + I_2 - I_3 = 0 \qquad \text{2.düğümün akımlar kanunu denklemi}$$

denklem düzenlenirse;

$$I_1 + I_2 = \ 1A \quad \text{akımların düğüm ger.eşiti} \quad \frac{U_1}{2} + (\frac{U_1 - U_2}{4}) = 1A$$

$$I_2 - I_3 = -2A \qquad \text{"} \qquad \frac{U_1 - U_2}{4} - \frac{U_2}{8} = -2A$$

düğüm gerilimleri eşitini yazdığımız denklem düzenlenirse;

$$3U_1 - U_2 = \ 4A$$
$$2U_1 - 3_2 = -16A$$

aktif düğümlerin düğüm gerilimleri denklemi oluşturulmuş olur. Bu denklem matematiksel yöntemlerle çözülürse düğüm gerilimleri bulunur. Bu denklemi matris halinde göstererek, determinantla çözümü yapalım.(yok etme metodu ile de yapılabilir)

$$\begin{bmatrix} 3 & -1 \\ 2 & -3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 \\ -16 \end{bmatrix} \quad \Rightarrow \quad \det \Delta = \begin{vmatrix} 3 & -1 \\ 2 & -3 \end{vmatrix} = (3.-3) - (2.-1) = -7$$

$$U_1 = \frac{\begin{vmatrix} 4 & -1 \\ -16 & -3 \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{(-3.4) - (-16.-1)}{-7} = \frac{(-12) - 16}{-7} = \frac{-28}{-7} = 4V$$

$$U_2 = \frac{\begin{vmatrix} 3 & 4 \\ 2 & -16 \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{(3.-16) - (2.4)}{-7} = \frac{(-48) - 8}{-7} = \frac{-56}{-7} = 8V$$

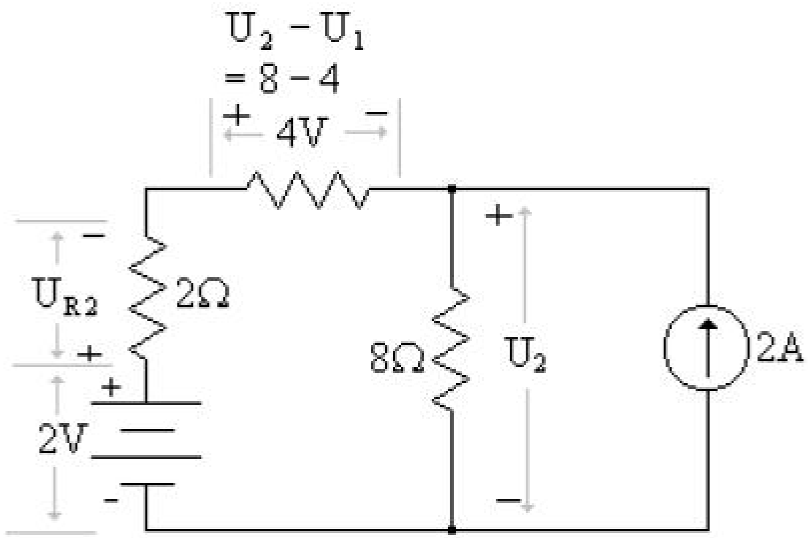
Düğüm gerilimleri bulunur. Bulunan gerilim değerleri $U_2>U_1$ olduğuna göre 4Ω üzerinde 2.düğümden 1.düğüme doğru akmaktadır. Bu bulunan düğüm gerilimlerine göre kol akımları aşağıdaki gibi önceden yazmış olduğumuz kol akımlarını düğüm gerilimleri eşitinde değerleri yerine yazarak bulabiliriz.

$$I_1 = \frac{U_1 - 2V}{2\Omega} = \frac{4V - 2V}{2\Omega} = \frac{2V}{2\Omega} = 1A \qquad I_2 = \frac{U_1 - U_2}{4\Omega} = \frac{4V - 8V}{4\Omega} = -1A$$

$$I_3 = \frac{U_2}{8\Omega} = \frac{8V}{8\Omega} = 1A$$

Bu değerler bulunur. Sonuçları irdelersek I_2 akımı (-1A) çıkmış olması neticeyi değiştirmez. Buradaki negatiflik akımın 1.düğümden 2.düğüme doğru değil tam tersi aktığını göstermektedir. Bunun olacağı $U_2>U_1$ den görülmektedir. Çünkü U_2 potansiyeli U_1'e göre daha yüksek çıkmıştı. Bilindiği üzere akım potansiyeli yüksekten alçağa doğru akım akıtmaktadır. Diğer bir durum ise I_1 akımı bulunurken 2V'luk

değerin gelmesi Örneğin şekli6.7(a)deki devrede gerilim kaynağının değeri 2V düğümün gerilimi ise 4V bulundu. Bunların farkı ise 2Ω direnç uçlarındaki gerilimi vereceğinden

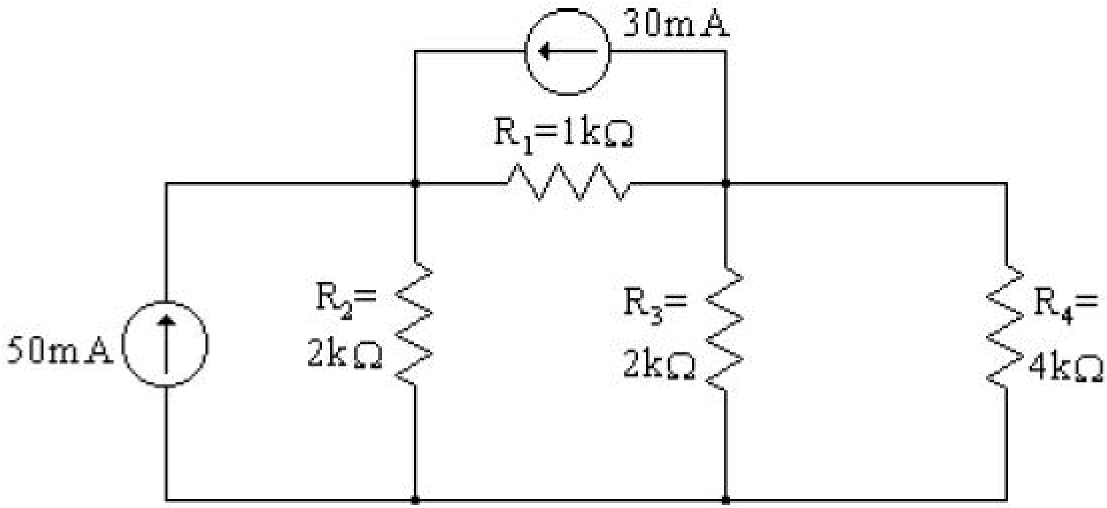


Şekil6.8

Şekil6.8de görüldüğü gibi $({}^{-}4V^{+} +^{-} U_{R2}V^{+} +^{+} 2V^{-})$ 2Ω direnç uçlarındaki gerilim ${}^{-}U_{R2}V^{+} =^{+} 2V^{-} +^{-} 4V^{+} =^{-} 2V^{+}$ değeridir. Bu direncin üzerinden geçen akım bulduğumuz şekildedir. 2V'luk gerilim kaynağının yönü tersi durumunda tabi ki çıkarılmayacak toplanacaktır. Düğüm yönteminde bu durumlarla sıkça karşılaşılacağı için detaylı şekilsel olarak gösterilmiştir.

Örnek6.5:

Şekil6.9(a)deki devrede $I_{4k\Omega}$ üzerinden geçen akımı düğüm gerilimleri yöntemi ile bulunuz.

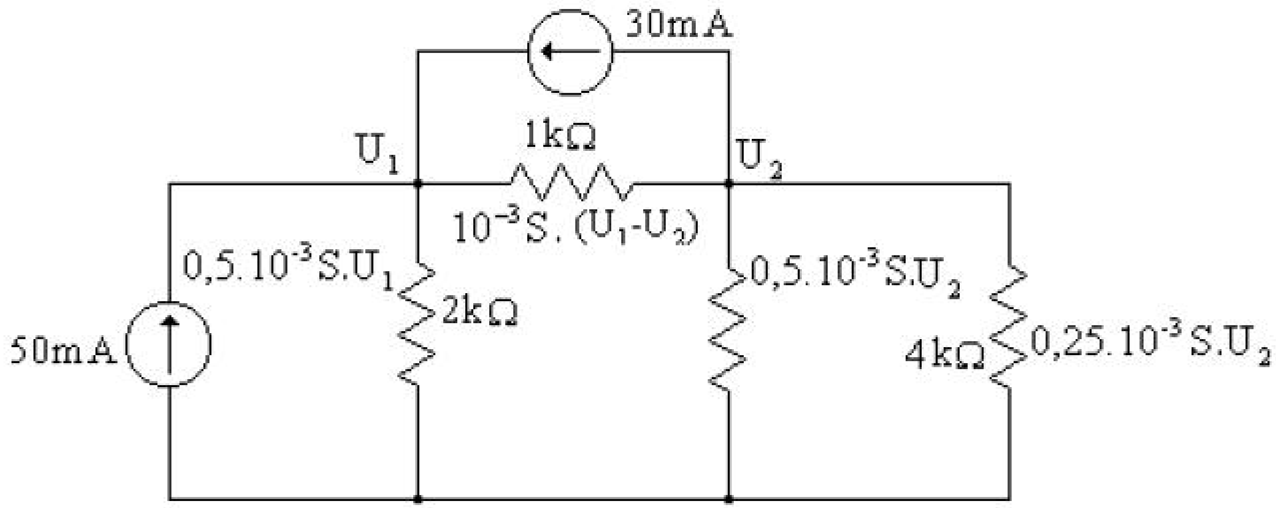


(a)
Şekil6.9

Bu örneğimizin çözümünü de direnç değerleri ile değil de iletkenlik değerleri cinsinden yazarak bulalım direnç değerlerinin iletkenlik eşitlerini bulalım.

$$G_1 = \frac{1}{R_1} = \frac{1}{1.10^3\Omega} = 10^{-3}\,S(\text{siemens}) \qquad G_2 = \frac{1}{R_2} = \frac{1}{2k\Omega} = 0{,}5.10^{-3}\,S$$

$$G_3 = \frac{1}{R_3} = \frac{1}{2k\Omega} = \frac{1}{2.10^3\Omega} = 0{,}5.10^{-3}\,S \qquad G_4 = \frac{1}{R_4} = \frac{1}{4k\Omega} = 0{,}25.10^{-3}\,S$$



(b)

Şekil6.9

Her düğüm için kirşofun akımlar kanunu uygularsak; şekil6.9(b)deki devrede elemanların üzerlerinden geçen akım, iletkenlik ve düğüm gerilimleri çarpı olarak gösterilmiştir. Giren akım çıkan akıma eşit olacağından;

$$50.10^{-3} + 30.10^{-3} = 0{,}5.10^{-3}.U_1 + 10^{-3}(U_1 - U_2) \qquad \text{1.düğüm denklemi}$$

$$10^{-3}(U_1 - U_2) = 30.10^{-3} + 0{,}5.10^{-3}U_2 \qquad \text{2.düğüm denklemi}$$

denklemleri düzenleyerek matrise değerleri yazıp determinantla düğüm gerilimlerini bulalım.

$$1{,}5U_1 - \ U_2 \qquad = 80$$

$$U_1 - 1{,}75U_2 \qquad = 30$$

$$\det\Delta = \det\begin{vmatrix} 1{,}5 & -1 \\ 1 & -1{,}75 \end{vmatrix} = -2{,}625 + 1 = -1{,}625$$

bu örnek için U_1 düğüm gerilimini bulmaya gerek yok çünkü R_4 direnci sadece U_2 düğümü ve referans düğüme bağlı durumda, bu elemanın üzerinden geçen akımı aşağıdaki şekilde bulunabilir.

$$U_2 = \det\begin{vmatrix} 1{,}5 & 80 \\ 1 & 30 \end{vmatrix} = \frac{45-80}{-1{,}625} = 21{,}54\text{V}$$

$$I_{4k\Omega} = 0{,}25.10^{-3}\,U_2 = (0{,}25.10^{-3}\,\text{S}).(21{,}54\text{V}) = 5{,}39\text{V}$$

AYARLI SİRENÇLER

Yapıları:

Ayarlı dirençler, direnç değerinde duruma göre değişiklik yapılması veya istenilen bir değere ayarlanması gereken devrelerde kullanılırlar.
Karbon, telli ve kalın film yapıda olanları vardır.
Aşağıda çeşitlerini anlatırken yapıları da daha geniş olarak anlatacağım.

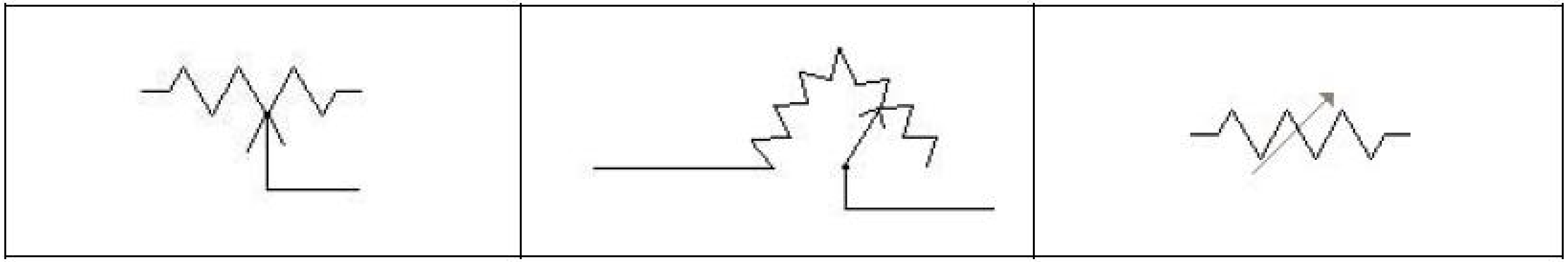
çeşitleri:

Ayarlı dirençler iki ana gruba ayrılır:

1) Reostalar
2) Potansiyometreler

REOSTALAR

Reostalar, Şekil 1.6 'da verilmiş olan sembollerinden de anlaşıldığı gibi iki uçlu ayarlanabilen dirençlerdir. Bu iki uçtan birine bağlı olan kayıcı uç, direnç üzerinde gezdirilerek, direnç değeri değiştirilir.



Şekil 1.6 - Reostanın değişik semboller ile gösteriliş

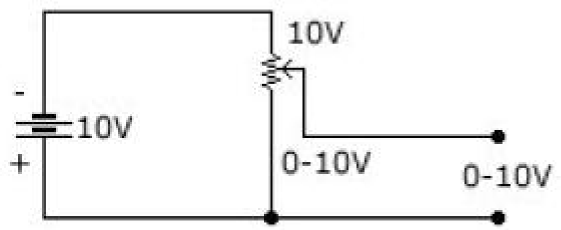
Reostaların da karbon tipi ve telli tipleri vardır. Sürekli direnç değişimi yapan reostalar olduğu gibi, kademeli değişim yapan reostalarda vardır.

Reostaların başlıca kullanım alanları:

Laboratuarlarda etalon direnç olarak, yani direnç değerlerinin ayarlanmasında ve köprü metodunda direnç ölçümlerinde, değişken direnç gerektiren devre deneylerinde, örneğin diyot ve transistor karakteristik eğrileri çıkarılırken giriş, çıkış gerilim ve akımlarının değiştirilmesinde ve benzeri değişken direnç gerektiren pek çok işlemde kullanılır.

POTANSİYOMETRELER

Potansiyometreler şekil 1.8 'de görüldüğü gibi üç uçlu ayarlı orta uç, direnç üzerinde gezinebilir.



Tablo 1.8 - Potansiyometrenin gerilim bölücü olarak kullanılması

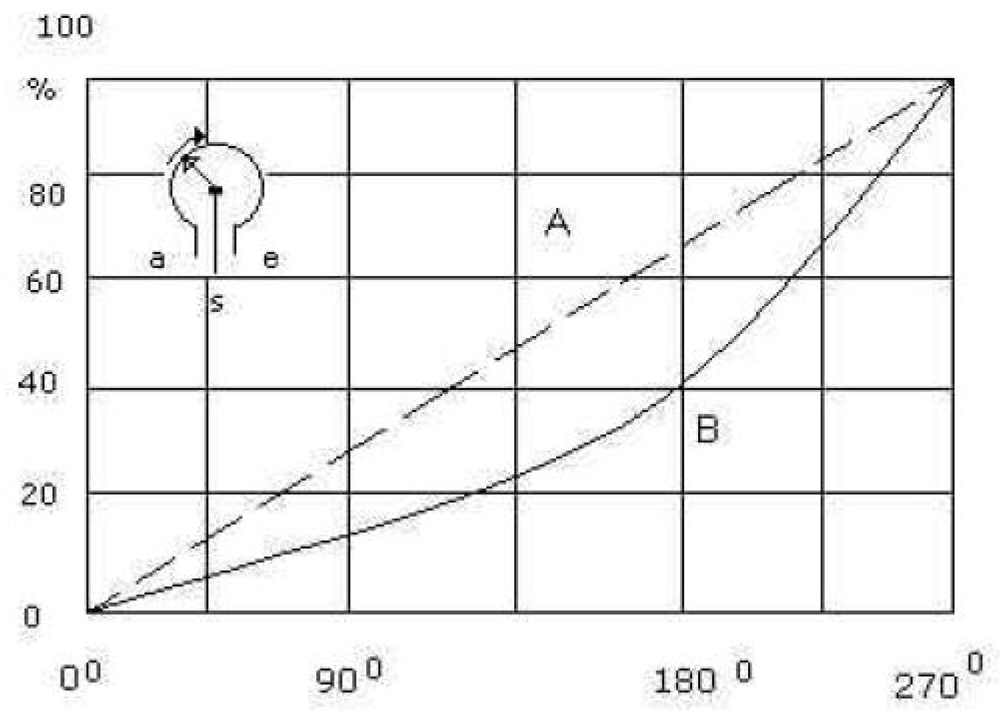
Potansiyometreler, yine Şekil 1.8 'de belirtilmiş olduğu gibi direnç değerinin değiştirilmesi yoluyla gerilim bölme, diğer bir deyimle çıkış gerilimini ayarlama işlemini yapar.

Potansiyometre Çeşitleri:

Potansiyometreler aşağıdaki üç grup altında toplanabilir.

1) Karbon Potansiyometreler
2) Telli Potansiyometreler
3) Vidalı Potansiyometreler

Karbon potansiyometreler, mil kumandalı veya bir kez ön ayar yapılıp, bırakılacak şekilde üretilmektedir. Ayar için tornavida kullanılır. Bu türdeki potansiyometreye **"Trimmer potansiyometre" (Trimpot)** denmektedir.



Şekil 1.10 - Lineer ve logaritmik potansiyometrelerin karakteristik eğrileri

A: Lineer potansiyometre çıkış gerilimindeki değişim
B: Logaritmik potansiyometre çıkış gerilimindeki

Şekil 1.10 'da gösterilmiş olduğu gibi karbon potansiyometreler. **Lineer** (doğrusal) veya **logaritmik** (eğrisel) gerilim ayarı yapacak şekilde üretilir.

Şekilde, noktalı olarak çizilmiş olan A doğrusu, lineer potansiyometreye, B eğrisi ise logaritmik potansiyometreye aittir.

2. TELLİ POTANSİYOMETRELER

Telli potansiyometreler, bir yalıtkan çember üzerine sarılan teller ile bağlantı kuran fırça düzeninden oluşmaktadır.bu tür potansiyometrelerin üzeri genellikle açıktır. Tel olarak Nikel-Krom veya başka rezistans telleri kullanılır.

3. VİDALI POTANSİYOMETRELER

Vidalı potansiyometrede, sonsuz vida ile oluşturulan direnci taramaktadır. Üzerinde hareket eden bir fırça, kalın film (Cermet) yöntemiyle oluşturulan direnci taramaktadır. Fırça potansiyometrenin orta ayağına bağlıdır. Böylece orta ayak üzerinden istenilen değerde ve çok hassas ayarlanabilen bir çıkış alınabilmektedir.

Potansiyometrelerin başlıca kullanım alanları:

Potansiyometreler elektronikte başlıca üç amaç için kullanılırlar;

1) Ön ayar için
2) Genel amaçlı kontrol için
3) İnce ayarlı kontrol için

1. PTC DİRENÇLER

Pozitif sıcaklık sabitine (PTC) sahip **dirençler ısındığı zaman, direnç değeri büyür**. Metaller, özellikle de baryum titamat ve fungsten bu özelliğe sahiptir. Çok değişik kullanım alanları vardır.

Örneğin: Röleye paralel bağlanan PTC direnç rölenin gecikmeli çekmesini sağlar. Florasan lambalarda da starter yerine PTC direnç kullanılabilmektedir.

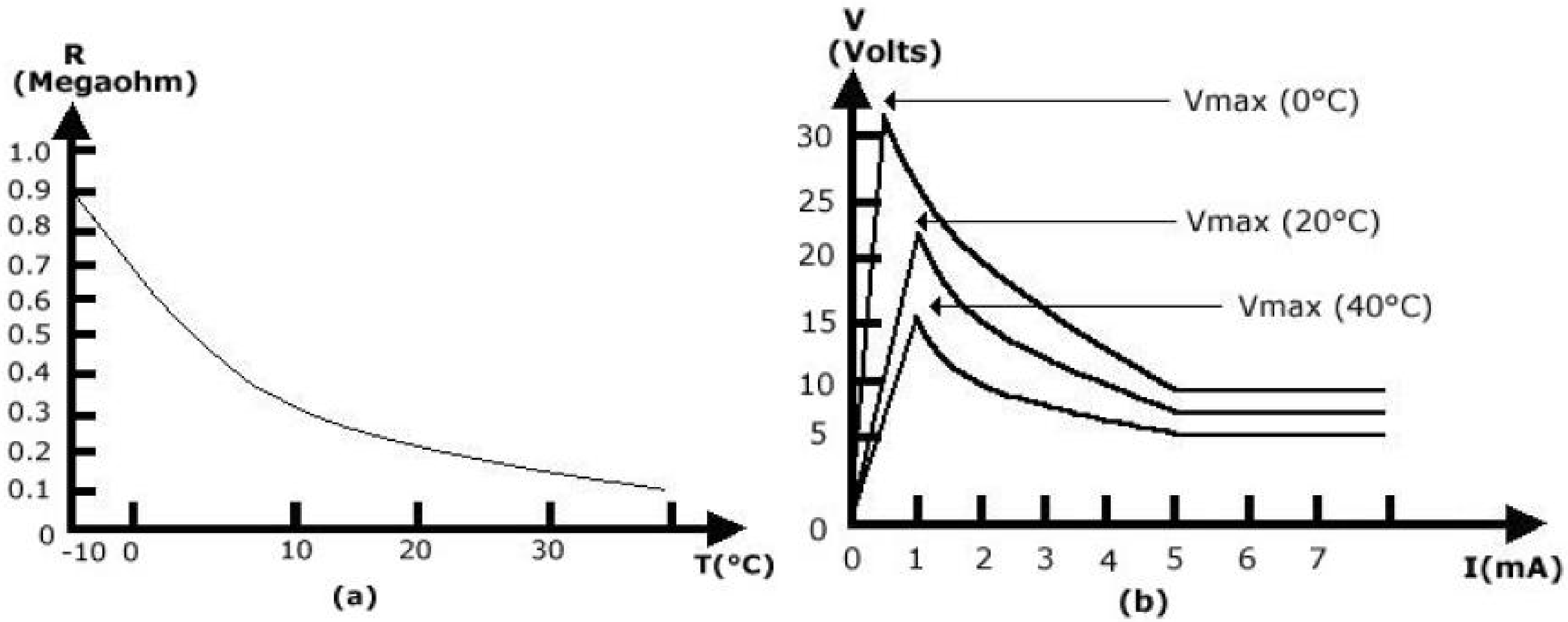
2. NTC DİRENÇLER

NTC dirençler, ısındığı zaman direnç değerleri düşer, Germanyum, Silikon, ve metal oksitler gibi maddelerden üretilir.

NTC Termistörünün kullanım alanları:

NTC termistörlerin çok değişik kullanım alanları vardır.

- Motor ve transformatör gibi aşırı ısınması istenmeyen sistemlere yerleştirilen NTC termistörün direnci fazla ısınmadan dolayı küçülen bir alarm ve koruma devresini harekete geçirir.
- Bir su deposunda seviye kontrolü için yerleştirilen NTC direnci su seviyesi düşünce, ısınarak pompa devresini çalıştırır.
- Bir motora seri bağlanan NTC direnç önce küçük akım çekerek güvenli yol almasını sağlar.
- Röleye seri bağlanan NTC direnç rölenin gecikmeli çalışmasını sağlar.



Şekil 1.13- NTC Termistör karakteristik eğrileri

a) 40°C' ye kadar ısıtılan bir ortamdaki termistör direncindeki değişim;
b) eğişik sıcaklıklardaki Akım-gerilim (I,V) bağıntısı

FOTOREZİSTANS

Fotorezistansın çalışma prensibi NTC direncin çalışma prensibine yakındır. Fotorezistanslar, ışık etkisi altında kalınca direnci küçülen elemanlardır. En çok kullanılan fotorezistans maddesi kadmiyum sülfürdür. Kadmiyum sülfürden yapılmış olan bir fotorezistansın karanlıktaki direnci 10 MOhm olduğu halde, gün ışığında 1 KOhm' a düşmektedir.

3. Elektrik Akiminin Etkileri

3.1. Isı Etkisi

Isı etkisi, elektrik akımının kullanım alanlarında en çok karşılaşılan etkisidir. Elektron akışı sürtünme meydana getirdiği için akımın geçtiği her yerde belli bir ısı meydana gelir.

.3.1.1. Akım Geçiren İletkenlerin Isınması

Elektrik akımı bir serbest elektron yük akışıdır. İletken bir maddeye elektrik gerilimi uygulanarak elektronların harekete geçmesi sağlanır. Bu hareket sonucu elektronlar sürtünme kuvveti ile karşılaşır. Nasıl ki iki avucunuzu birbirine sürttüğünüzde elleriniz ısınıyorsa, yüklerin sürtünmesi sonucunda da iletken madde ısınır ve etrafına sıcaklık verir.

3.1.2. İletkenlerin Kabul Edilebilir Isınma Düzeyleri (Sınır Sıcaklığı)

Yalıtılmış bir iletken veya kablonun sıcaklığı, belli bir değerin üzerine çıkıp iletkenin yalıtkanını eriterek çeşitli hasarlara yol açmaması için her iletken maddenin içerisinden geçecek akımın belirlenmesi yapılmıştır. Her iletken maddenin özelliğine, kesitine ve kullanıldığı yere göre değişen bu değerleri iletken kataloglarından alabilirsiniz.

3.1.3 Joule Kanunu

İçinden akım geçen iletkende oluşan ısı miktarı; iletkenden geçen akımın karesi, iletkenin direnci ve akımın geçtiği zamanla doğru orantılıdır. Bu ifadeye joule kanunu denir.

$$Q = 0{,}24 .\ I^2 .\ R .\ t$$

$$Q = 0{,}24 .\ U .\ I .t$$

3.1.4. Isı Etkisinin Endüstride Kullanım Yerleri

Isı etkisi bazen yararlı, bazen zararlı olabilmektedir. Elektrik motorlarının, transformatörlerin ve tüm elektrikli aygıtların aşırı ve istenmeyen şekilde ısınmaları, malzemelerin bozulmasına ve değişik kazaların çıkmasına sebep olmaktadır.

Evlerimizde elektrikli sobalar, ütüler, fırınlar, elektrikli battaniyeler, elektrikli şofbenler, fritözler elektriğin ısı etkisiyle çalışan malzemelerdir.

Elektrikli ısıtma cihazları, termik ölçü aletleri, elektrik lambaları, elektrikli ark kaynak makinaları, sigortalar, termikler gibi malzemeler endüstri alanında kullanılmaktadır.

Isı etkisiyle çalışan malzemeleri kullanırken şu hususlara dikkat etmek gerekir:

- Rezistanslı olan aygıtlar çalışırken hareket ettirilmemelidir.
- Fiş, priz ve ek bağlantılarının ark oluşturmaması için sağlam yapılması gerekir.
- Çalışma esnasında gövdeye kaçak yapmayacak şekilde yalıtılmış olması gerekir.
- Tamir ve bakımının kolay olması gerekir.
- Aşırı akıma karşı koruma tertibatının üzerinde olması gerekir.
- Aygıtların üzerinde bulunan fiş, anahtar, termostat ve iletken kabloların kısa sürede bozulup, yanmaması için ısıya, kopma, kırılma gibi etkilere karşı dayanıklı özellikte olması gerekir.

3.2. Elektrik Akımı Işık Etkisi

Elektrik akımı ısıya dayanıklı ve direnci yüksek bir metal üzerinden, havasız bir ortamdan geçerse ışık meydana gelir.Elektrik akımın ışık etkisini ampul üzerinde görebiliriz

Resim 2.1: Işık Yayan Bir Ampul

Thomas Edison ampulü yaklaşık 120 yıl önce, ince bir ipliği vakumda akkor haline getirerek elektrikten ışık üretmeyi öğrenmişti. Günümüzde, milyarlarca insan bu dahiyane buluşla evlerini aydınlatıyor. Ampul (Akkorflamanlı) elektriğin yalnızca yüzde 5'ini ışığa çevirir.

Resim 2.2: Floresan Lamba

Floresant ampul ise harcadığı güce göre akkorflamanlı ampullerin 10 katı ışık verir, daha uzun ömürlüdür.

Elektrik akımının ışık etkisiyle çeşitli aydınlatma elemanları üretilmektedir. Bunlara örnek olarak, neon, cıva buharlı, flamanlı ampul, projektör vb…

Tıp alanında röntgen çekiminde kullanılmaktadır.

Sanayide, metallerin kesilmesinde ve uzaktan kumanda sistemlerinde kullanılmaktadır.

3.3. Elektrik akımının manyetik etkisi

3.3.1. Manyetik Maddeler

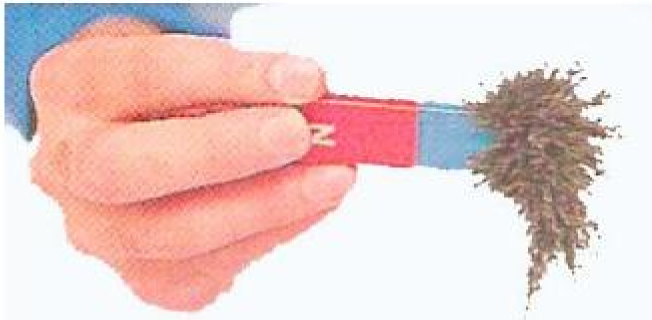
Demir, nikel ve kobalt gibi kendileri mıknatıs olmadığı halde, herhangi bir manyetik alan içinde kaldıklarında çekme özelliği gösteren maddelere **manyetik ya da ferro manyetik maddeler** denir.

3.3.2. Manyetik olmayan maddeler

Bakır, hava, alüminyum gibi manyetik alanın içerisinde oldukları zaman, çekme özelliği göstermeyen maddelere **manyetik olmayan maddeler** denir.

3.3.3. Mıknatıs Kutupları

Yakınında bulunan manyetik cisimleri kendisine doğru çekme özelliği gösteren cisimlere **mıknatıs** denir. Resim 2.3 de görüldüğü gibi bir çubuk mıknatıs üzerine demir tozları serpilirse, demir tozlarının daha çok uç kısımlarında toplandığı görülür. Mıknatıslık etkisinin en şiddetli görüldüğü bu uçlara **mıknatıs kutupları** denir.

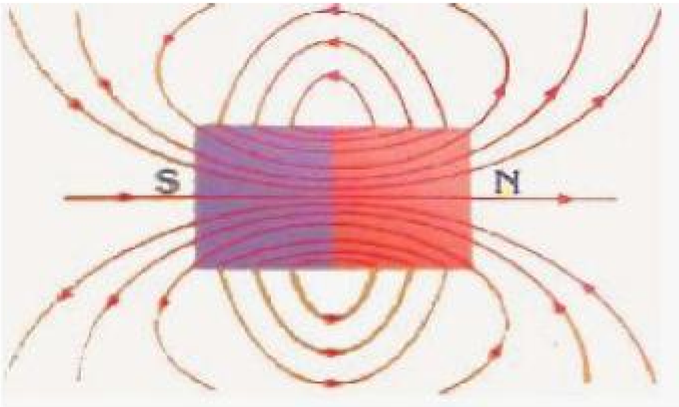


Bir mıknatıs çubuk ortasından bir ip ile asılırsa çubuk kuzey-güney doğrultusunda yönelerek durur. Şekil.2.9 da görüldüğü gibi kuzeye yönelen uca **kuzey kutbu(N)** , güneye yönelen uca **güney kutbu(S)** denir. Bu kutuplar iki çekim hareketine sahiptir.

- Aynı kutuplar birbirini iter.
- Zıt kutuplar birbirini çeker.

3.3.4. Manyetik Alan

Bir mıknatıs etrafında meydana gelen etkileşime manyetik alan denir. Mıknatısın çevresinde demir tozlarının üzerinde sıralandığı hayali çizgilere, mıknatısın o bölgede oluşturduğu **manyetik alan kuvvet çizgileri** denir. Şekil 2.12 de manyetik alan çizgileri görülmektedir.



Şekil 2.12: Mıknatısın Manyetik Alan Çizgileri

3.3.5. Manyetik Kuvvet Çizgilerinin Özellikleri

1. Manyetik kuvvet çizgilerinin yönü, mıknatısın kutupları arasında N' den S' ye doğru içerisinde ise S' den N' ye doğrudur.

2. Manyetik kuvvet çizgileri mıknatısın kutupları arasından ve içerisinden geçerek kapalı bir devre oluştururlar.

3. Manyetik kuvvet çizgileri birbirlerini kesmezler, birbirlerine paraleldirler.

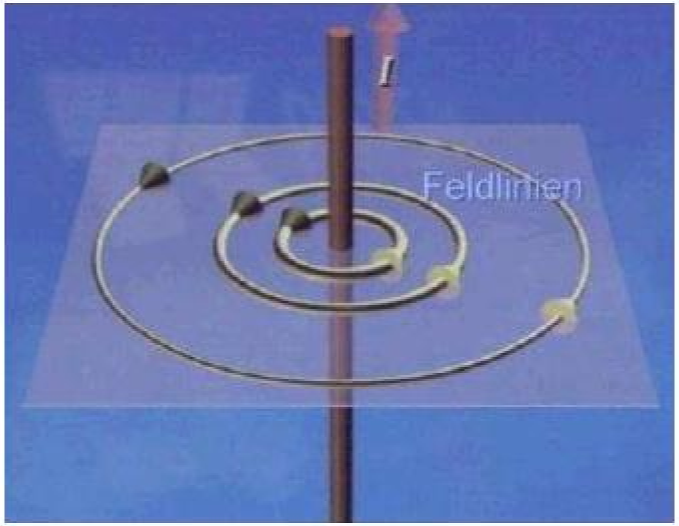
4. Manyetik kuvvet çizgileri bütün malzemelerden geçerler ve birbirlerini iterler.

3.3.6. İletken Etrafında Oluşan Manyetik Alan ve Bunun Zararlı Olduğu Ortamlar

Bir iletken telden akım geçtiğinde, telin çevresinde manyetik alan meydana gelir. Bir pusula, içinden akım geçen iletkene yaklaştırıldığında pusulanın ibresi yer değişimi yapar (pusula iğnesi mıknatıstır).

Ayrıca, iletkenin dikey durumda, etrafına demir tozları dökülürse dairesel dizildikleri ve mıknatıslandıkları görülür (Şekil: 2.14).

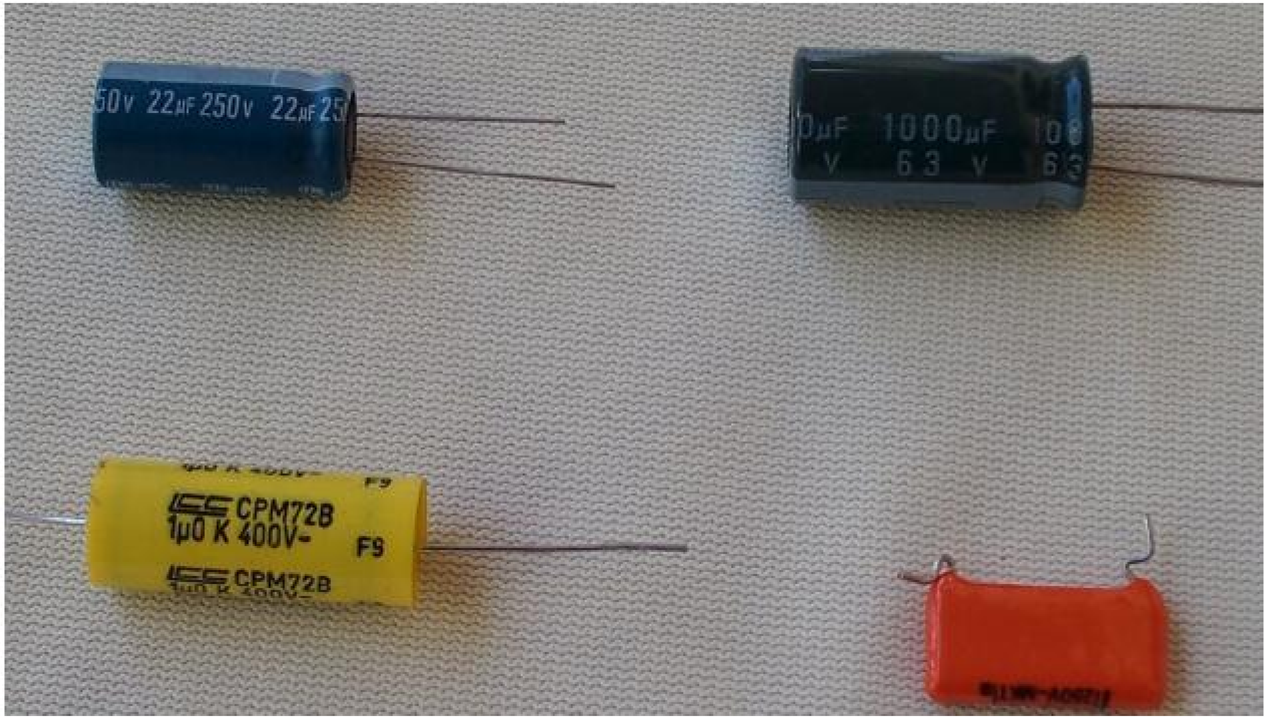
Mıknatıs belgeseli



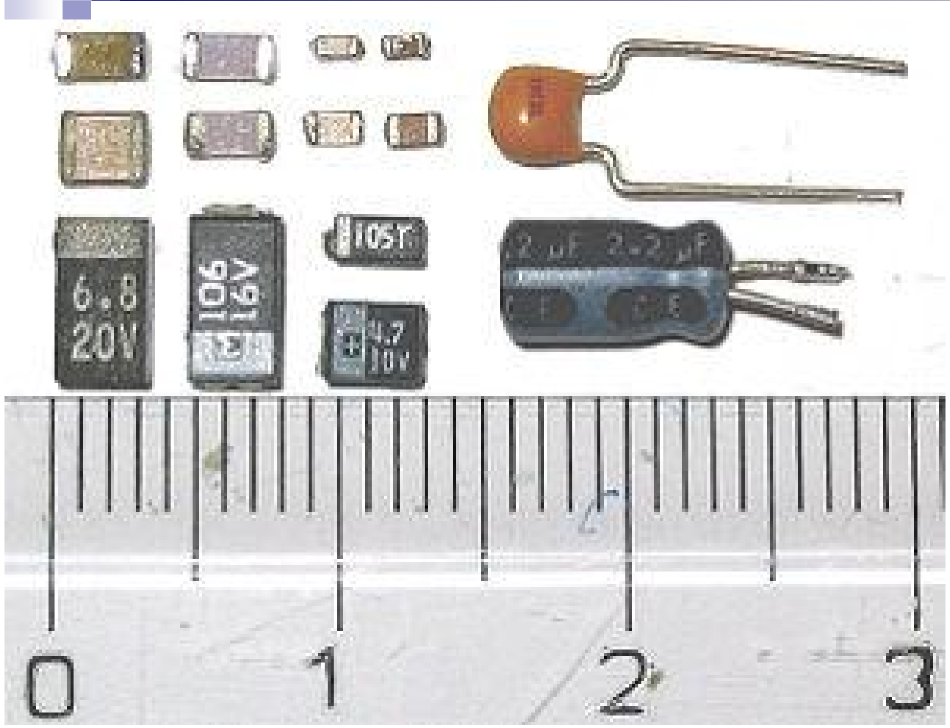
Şekil 2.14: İletkenden Akım Geçerse Dairesel Manyetik Alan Oluşur.

İletkende oluşan manyetik alan, elektronik cihazların verimsiz çalışmasını sağlar ve canlıların sağlıklarına olumsuz yönde etki eder. Buna örnek olarak radyo ile enerji nakil hattının altından geçince kısa süreli radyo yayınında bozulma ve cep telefonlarının elektronik cihazlara yakın tutulduğunda cihazlarda istenmeyen durumların oluşması gösterilebilir.

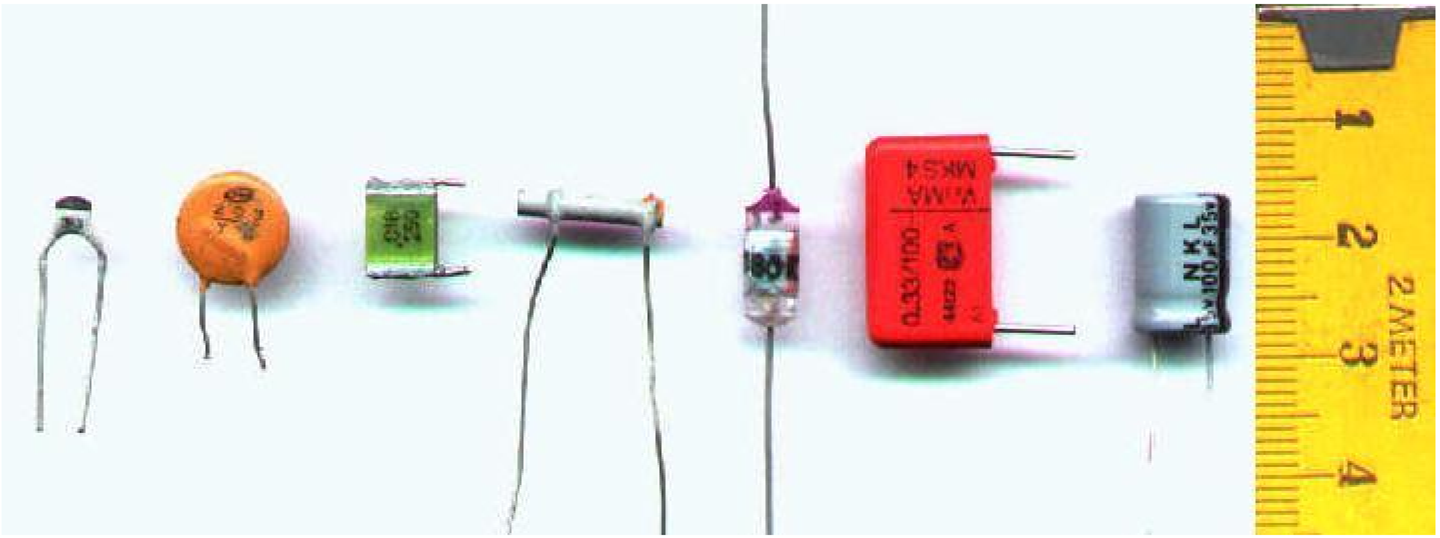
Kondansatör Sembolleri



Değişik Kondansatör Örnekleri


6.8
20V
106
16V
105
4.7
10V
0
1
2
3


JXY
400V
2.2µF
+105°C


WIMA
MKS4
0.33/100
1
2
3
4
2 METER

Doğru Akım Devresinde Kondansatör

Kondansatör doğru akımı geçirmeyip alternatif akımı geçiren bir elemandır. Yükselteçlerde DC yi geçirip AC geçirmeyerek filtre elemanı olarak kullanılır. AC/DC dönüştürülmesinde diyotlar düzgün bir DC elde edilemez burada da filtre elemanı olarak kullanılır. Enerji depolama özelliğinden faydalanılarak kontakların gecikmeli açılması istenilen yerlerde röleye paralel bağlanarak kullanılabilir.

Şarj işlemi sonunda kondansatör, Q elektrik yüküyle yüklenmiş olur ve bir E_C enerjisi kazanır.

Kondansatörün yüklenebilme özelliğine kapasitans (sığa) denir. Birimi Farad (F) sembolü C'dir.

Q, E_C, C ve uygulanan U gerilimi arsında şu bağlantı vardır.

$Q = C.U$ $\qquad$ $E_C = C.U^2/2$

Q: Elektrik yükü (Coulomb)

U: Gerilim (V)

C: Kapasitans (F)

E_C: Enerji (J)

Yukarıdaki bağlantıdan da anlaşıldığı gibi, C kapasitansı ve uygulanan U gerilimi ne kadar büyük ise Q elektrik yükü ve buna bağlı olarak devreden akan I_C akımı da o kadar büyük olur.

Bir cisimdeki yük miktarını belirlemek için cismin kaç tane fazlalık proton veya elektrona sahip olduğu söylenebilir. Fakat bu sayılar çok büyük sayılar olacağından, yük miktarını ölçmek için şöyle bir yöntem geliştirilmiştir.

$6{,}25.10^{18}$ tane proton = 1 Coulomb (*Kulon* diye okunur, C ile gösterilir.)

Bu sayede yük miktarını Coulmb birimi ile ölçebiliriz. Hatta bir protonun yük miktarını Coulomb birimi ile ifde edelim.

$6{,}25.10^{18}$ tane proton 1 C ise 1 tane proton ?

$1/(6{,}25.1018)=1{,}6.10^{-19}$ C

Benzer şekilde bir tane elektronun yükü = **$-1{,}6.10^{-19}$ C** dur.

Kondansatörün kapasite formülü:

$C = \varepsilon_0 . \varepsilon_r . (A/d)$

ε_0: (Epsilon 0): Boşluğun dielektrik katsayısı ($\varepsilon_0 = 8.854.10^{-12}$)

ε_r: (Epsilon r): Plakalar arsında kullanılan yalıtkan maddenin İZAFİ[1] dielektrik (yalıtkanlık) sabiti.(Tablo 1.6)

1. A: Plaka alanı
2. d: Plakalar arası uzaklık

A ve d değerleri METRİK sistemde (MKS) ifade edilirse, yani, "A" alanı (m) ve "d" uzaklığı, metre (m^2) cinsinden yazılırsa, C' nin değeri FARAD olarak çıkar.

Tablo 1.6. Bazı yalıtkan maddelerin r sabitleri

CİNSİ	İzafi Yalıtkanlık Katsayısı (ε_r)	CİNSİ	İzafi Yalıtkanlık Katsayısı (ε_r)
Hava	1	Mika	5-7
Lastik	2-3	Porselen	6-7
Kağıt	2-3	Bakalit	4-6
Seramik	3-7		
Cam	4-7		

AC Devrede Kondansatör:

Yukarıda DC devrede açıklanan akım olayı, AC devrede iki yönlü olarak tekrarlanır. Dolayısıyla da, AC devredeki kondansatör, akım akışına karşı bir engel teşkil etmemektedir. Ancak bir direnç gösterir.

Kondansatörün gösterdiği dirence kapasitif reaktans denir.

Kapasitif reaktans, X_C ile gösterilir. Birimi Ohm(Ω) dur.

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

$X_C = (1/\omega C) = (1/2\pi f C)$ 'Ohm olarak hesaplanır.

1. X_C = Kapasitif reaktans (Ω)
2. ω = Açısal hız (Omega)
3. f = Frekans (Hz)
4. C = Kapasite (Farad)

X_C	ω	f	C
Kapasitif Reaktans	Açısal Frekans	Frekans	Kapasite
Ω	Hz	Hz	$Farad$

Yukarıdaki bağlantıdan da anlaşıldığı gibi, kondansatörün X_C kapasitif reaktansı; C kapasitesi ve f frekansı ile ters orantılıdır. Yani kondansatörün kapasitesi ve çalışma frekansı arttıkça kapasitif reaktansı, diğer bir deyimle direnci azalır.

Örnek 1.11 : 48 V 1000μF lık bir kondansatör tam şarj durumunda depoladığı yükü ve enerjisini hesaplayınız.

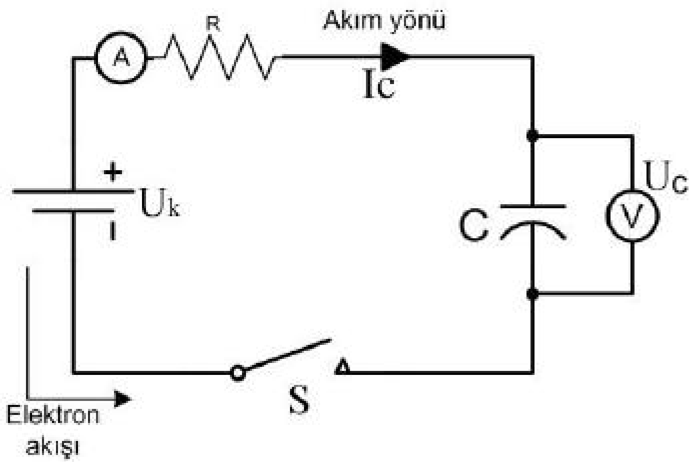
Çözüm : kondansatörün yükü ;

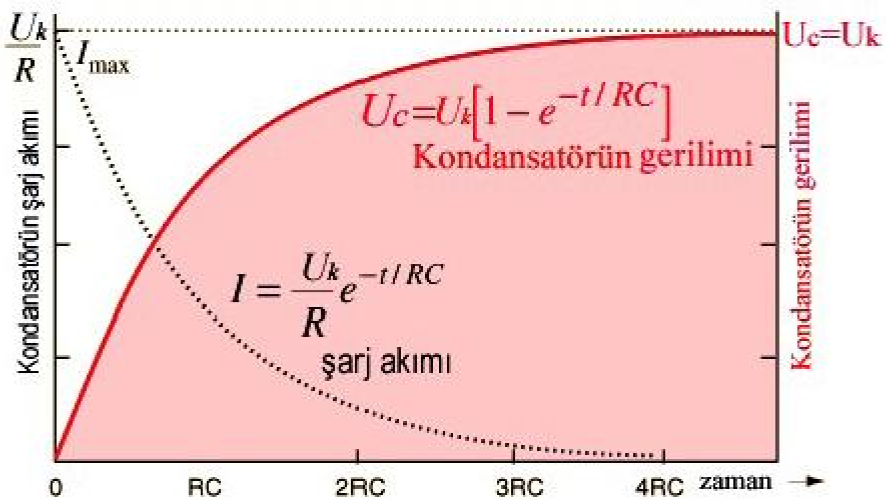
$$Q = C \cdot U = 1000 \cdot 10^{-6} \cdot 48 = 48 \cdot 10^{-3}\,\text{Coulomb}$$

kondansatörün enerjisi ;

$$E_C = \frac{C \cdot U^2}{2} = \frac{1000 \cdot 10^{-6} \cdot 48^2}{2} = \frac{2304 \cdot 10^{-3}}{2} = 1152 \cdot 10^{-3} = 1{,}15\,\text{Joule}$$

Kondansatörün Şarjı ve Deşarjı





Şekil 1.16 : a) Kondansatörün Doğru Akıma Bağlanması
b)Kondansatörün Şarjı (Zaman Diyagramı)

Kondansatörün bir R direnci üzerinden deşarj edilmesi;

Kondansatörde depo edilen enerji kondansatör uçlarına bağlanan bir dirençle harcanarak boşaltılır. Bu olaya kondansatörün boşalması (deşarjı) denir.

Zaman Sabitesi

Zaman sabitesi kondansatöre seri bağlanan R direnci ve kondansatörün kapasitesi ile doğru orantılıdır. τ ile gösterilir.

τ=R.C'dir.

R.C sürede kondansatör gerilimi, şarj geriliminin ancak 0,632'si kadardır. Kondansatör pratikte 4 R.C kadar sürede tam dolmuş kabul edilir.

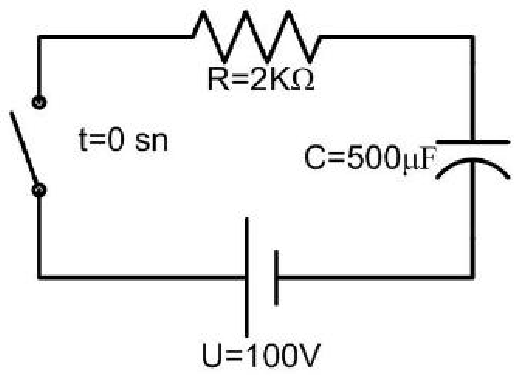
Zamana göre şarj esnasındaki bir anda şarj gerilimi ve şarj akımı bulunabilir. Buna göre;

Şarj gerilimi;

$$U_C = U_K \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{\tau}\right)}\right)$$

Şarj akımı;

$$I_C = I \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$



Şekil 1.17

Örnek 1.12: Şekil 1.17'deki kondansatörlü devrenin

a) zaman sabitesini,

b) t=0,1 sn kondansatör gerilimini,

c) t=0,1 sn deki akımın alacağı değeri hesaplayınız.

Çözüm :

a) $\tau = R \cdot C = 2000 \cdot 500 \cdot 10^{-6} = 1\,\text{sn}$

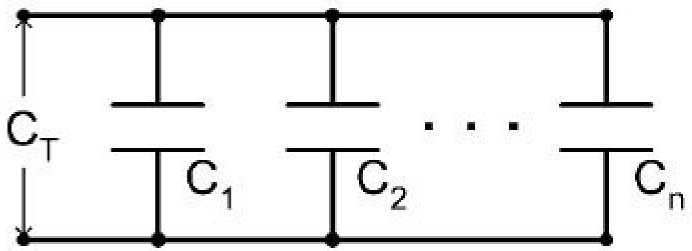
b) $U_C = U_K \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{\tau}\right)}\right) = 100 \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{0,1}{1}\right)}\right)$

$U_C = 100 \cdot (1 - 0,904) = 100 \cdot 0,095 = 9,5V$

c) $I_C = I \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{100}{2000} \cdot e^{-\frac{0,1}{1}} = 0,5 \cdot 0,904 = 0,452A$

1.3.4.1. Kondansatörlerin Paralel Bağlantısı

Paralel bağlantıda kondansatör kapasiteleri aritmetik olarak toplanır. Gerilimler ise aynı kalır. Paralel bağlantı yapılan kondansatörlere uygulanacak çalışma gerilimi en düşük gerilime sahip olan kondansatörün değeri kadar olabilir.



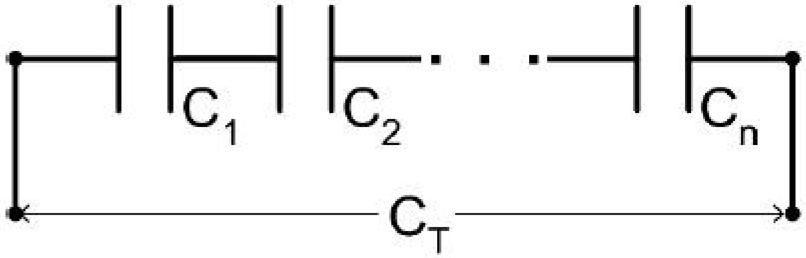
$C_T = C_1 + C_2 + \ldots + C_n \quad Q = Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_3$

$Q_1 = C_1 \cdot U \quad Q_2 = C_2 \cdot V \quad Q_n = C_n \cdot V$

$U = U_1 = U_2 = \ldots = U_n$

1.3.4.2. Kondansatörlerin Seri Bağlantısı

Seri bağlantıda toplam kapasitans azalır çalışma gerilimi artar.



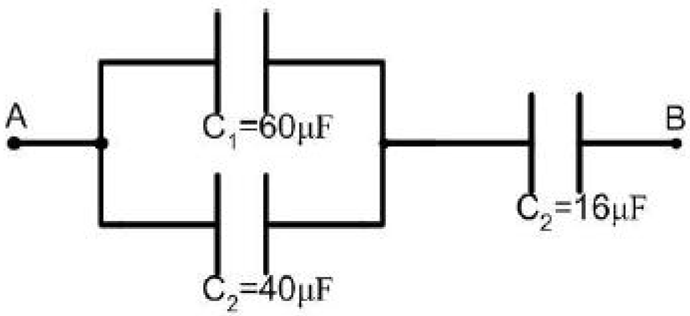
$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \ldots + \frac{1}{C_n}$$

$$Q = Q_1 = Q_2 = \ldots Q_n$$

$$Q = C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot U_2 = \ldots = C_n \cdot U_n$$

$$U = U_1 + U_2 + \ldots + U_n$$

Örnek 1.13: Şekil 1.20'deki devrede A-B noktaları arasındaki toplam kapasiteyi hesaplayınız.



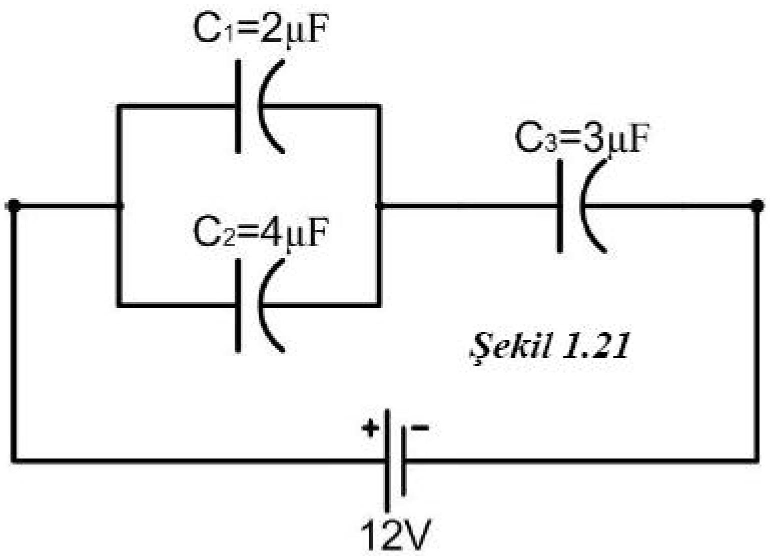
Şekil 1.20

Çözüm:

$$C_{es1} = C1 + C2 = 60 + 40 = 100\mu F$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_{es1}} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{100} + \frac{1}{16} \Rightarrow C_T = 13{,}8\mu F$$

Örnek 1.14: Şekil 1.21'deki devrede eşdeğer sığayı C_1, C_2, C_3 kondansatörlerinin, yüklerini, potansiyel farklarını bulunuz



Şekil 1.21

Çözüm:

$$C_{es1} = 2 + 4 = 6\mu F \quad C_T = \frac{C_{es1} \cdot C_3}{C_{es1} + C_3} = \frac{6 \cdot 3}{6+3} = 2\mu F$$

$$Q_T = C_T \cdot U = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 12 = 24\mu C$$

$$Q_T = Q_{e1} = Q_3 = 24\mu C$$

$$Q_3 = C_3 \cdot U_3 \Rightarrow U_3 = \frac{24 \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 10^{-6}} = 8V$$

$$U = U_{e1} + U_3 \Rightarrow U_{e1} = U_1 = U_2 = 12 - 8 = 4V$$

$$Q_1 = C_1 \cdot V_1 = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 4 = 8\mu C$$

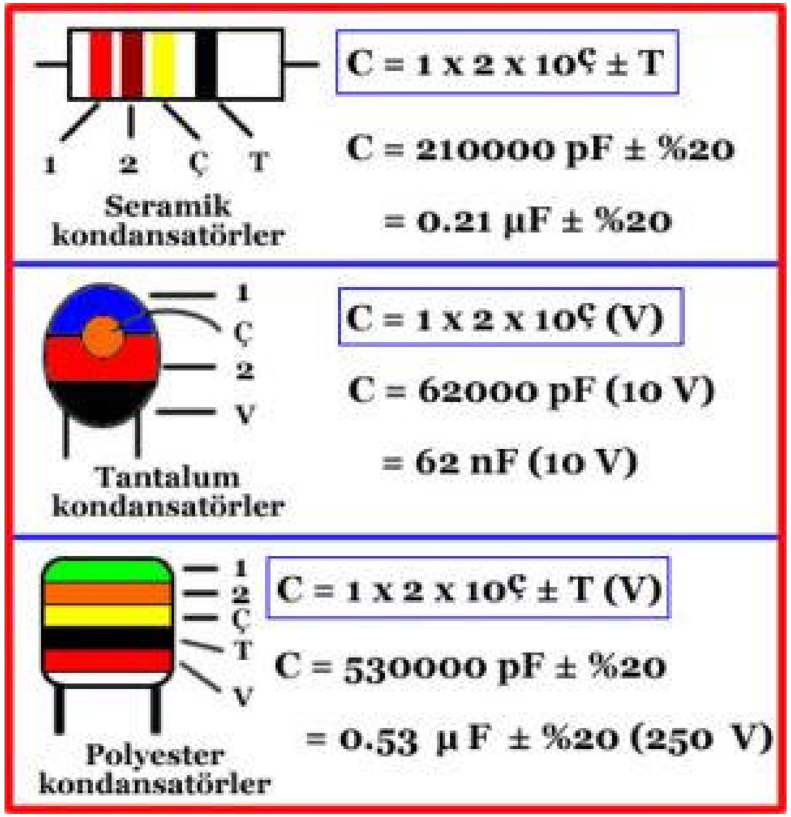
$$Q_2 = C_2 \cdot V_2 = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 4 = 16\mu C$$

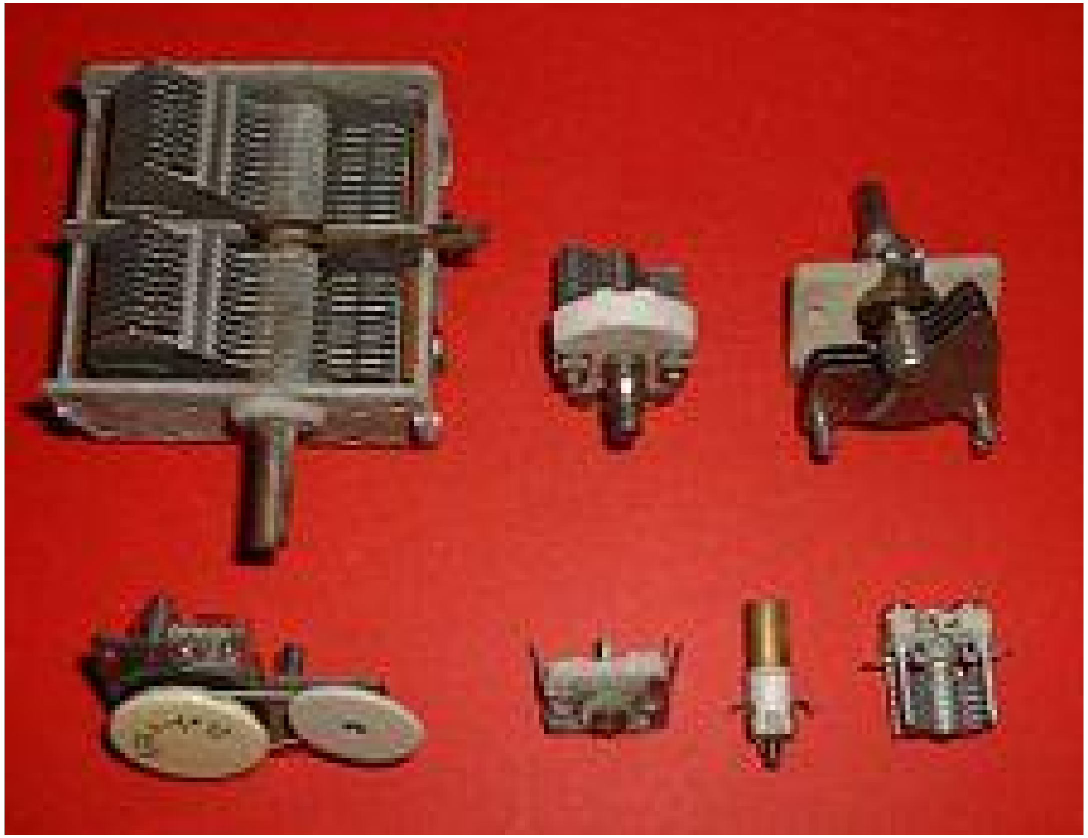
Renk Kodları

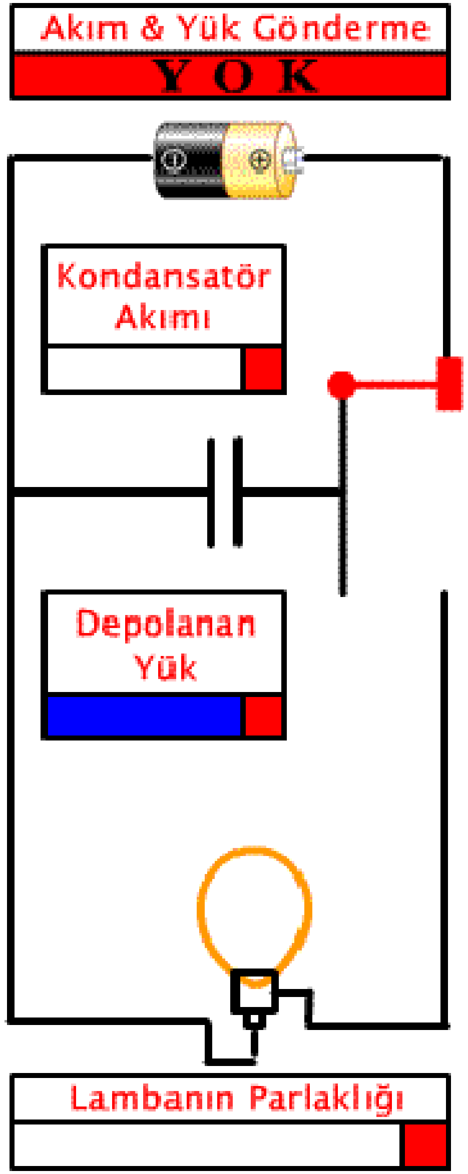
Rakam kodlarından başka, bazı kondansaör çeşitlerinde de renk kodları kullanılır. Özellikle seramik, tantalum ve polyester kondansatörlerde renk kodları yaygındır. Aşağıdaki liste renk kodlarının anlamlarını sıralarken, yandaki resimlerde de çeşitli örnekler görülebilir.

Renk kodları standardı

			Seramik		*Tantalum*		*Polyester*	
Renk	*Değer*	*Çarpan*	*T*	*V*	*T*	*V*	*T*	*V*
Siyah	0	10^0	2 pF	-	% 10	10 V	% 20	-
Kahve	1	10^1	% 1	-	% 1	-	-	100 V
Kırmızı	2	10^2	% 2	-	% 2	-	-	250 V
Turuncu	3	10^3	-	-	-	-	-	-
Sarı	4	10^4	-	-	-	6.3 V	-	400 V
Yeşil	5	10^5	% 5	-	% 5	16 V	% 5	-
Mavi	6	10^6	-	-	-	20 V	-	-
Mor	7	10^7	-	-	-	-	-	-
Gri	8	0.01	-	-	-	25 V	-	-
Beyaz	9	0.1	% 10	-	% 10	3 V	% 10	-


1 2 Ç T
Seramik kondansatörler
C = 1 x 2 x 10Ç ± T
C = 210000 pF ± %20
= 0.21 µF ± %20
1 Ç 2 V
Tantalum kondansatörler
C = 1 x 2 x 10Ç (V)
C = 62000 pF (10 V)
= 62 nF (10 V)
1 2 Ç T V
Polyester kondansatörler
C = 1 x 2 x 10Ç ± T (V)
C = 530000 pF ± %20
= 0.53 µ F ± %20 (250 V)



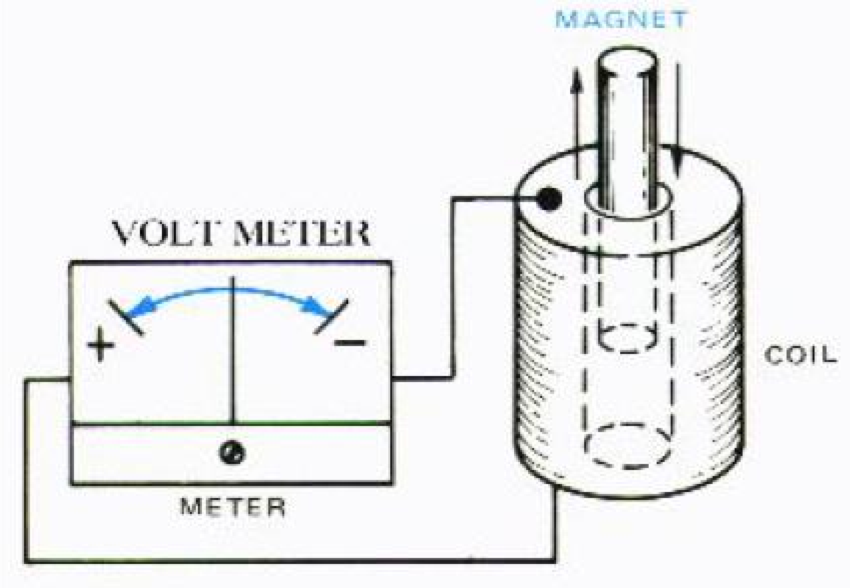

Akım & Yük Gönderme
YOK
Kondansatör Akımı
Depolanan Yük
Lambanın Parlaklığı

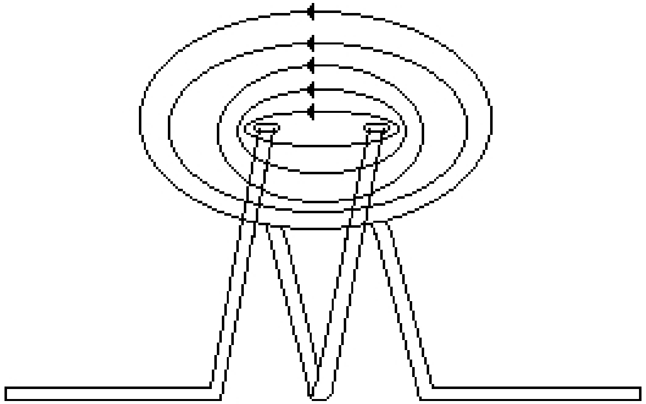
Bobinler

Bilindiği gibi bir iletkenden akım geçirildiğinde, iletken etrafında bir manyetik alan oluşur. Bu alan kağıt üzerinde daireler şeklindeki kuvvet çizgileri ile sembolize edilir.

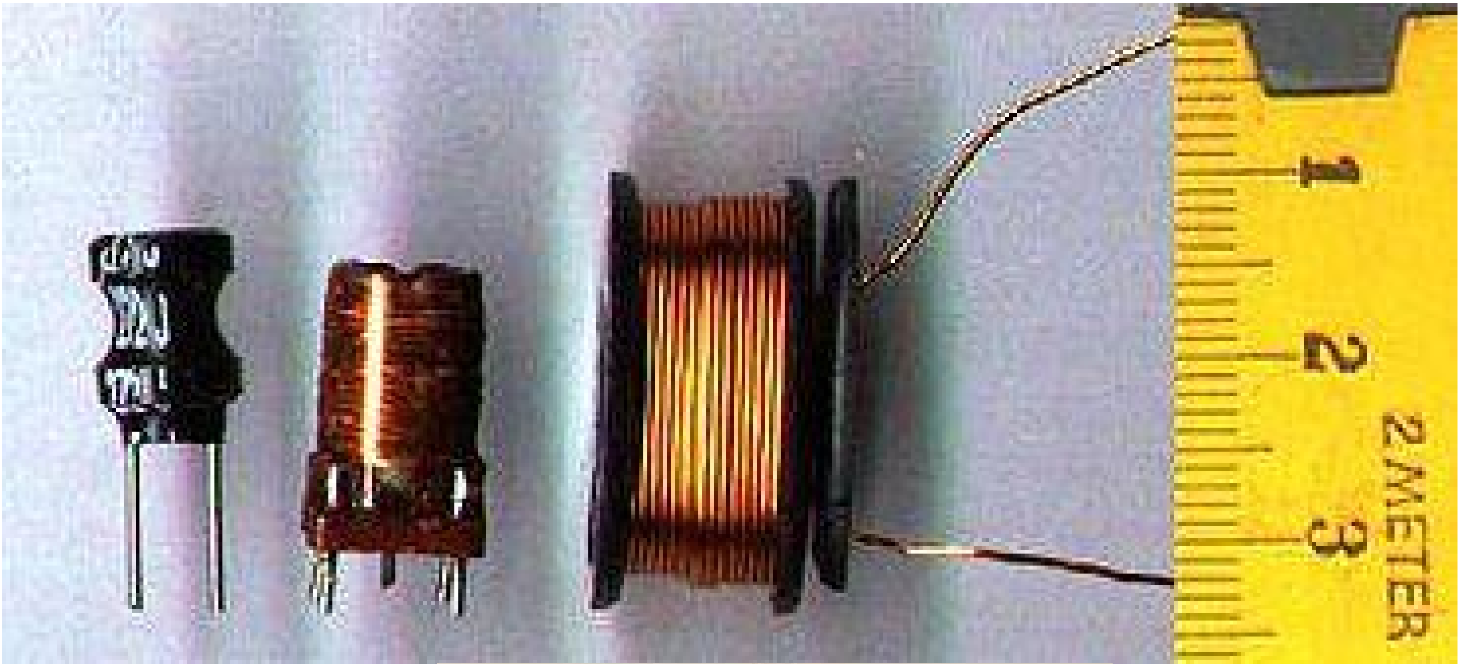
DC gerilim uygulanırsa, Bobin DC akıma ilk anda direnç gösterir. Bu nedenle bobine DC akım uygulandığında bobin ilk anda yalıtkan daha sonra iletkendir. Bobine AC akım uygulandığında ise akımın yönü devamlı değiştiği için bir direnç gösterir.

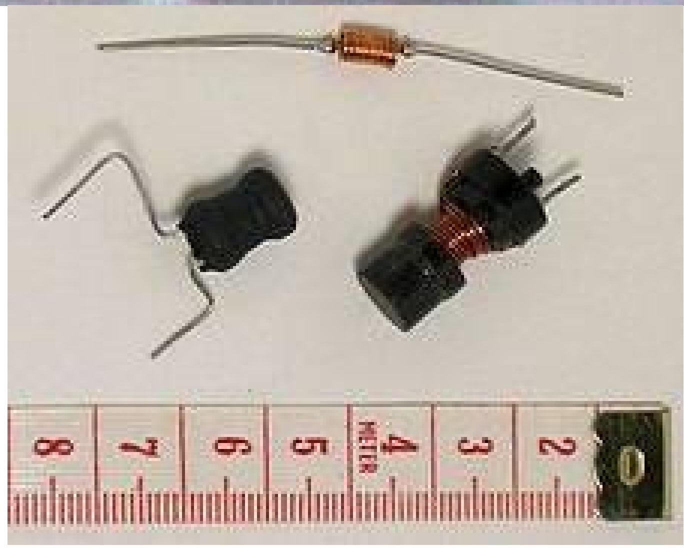
Bir bobinden AC akım geçirildiğinde, bobin sargılarını çevreleyen bir manyetik alan meydana gelir. Akım büyüyüp küçülüşüne ve yön değiştirmesine bağlı olarak bobinden geçen kuvvet çizgileri çoğalıp azalır ve yön değiştirir.

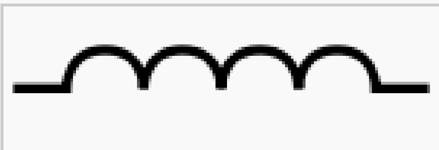




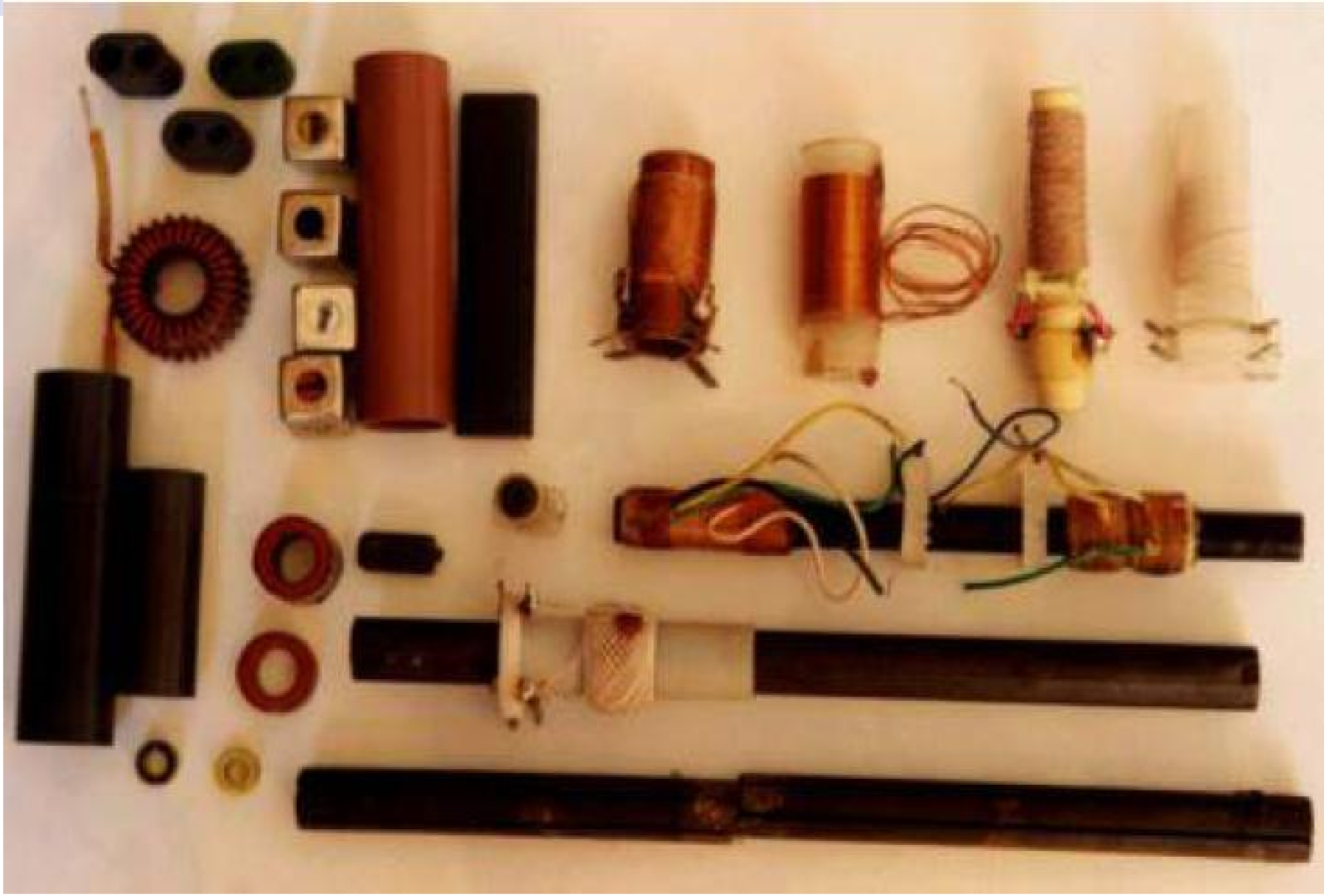
Bobinler

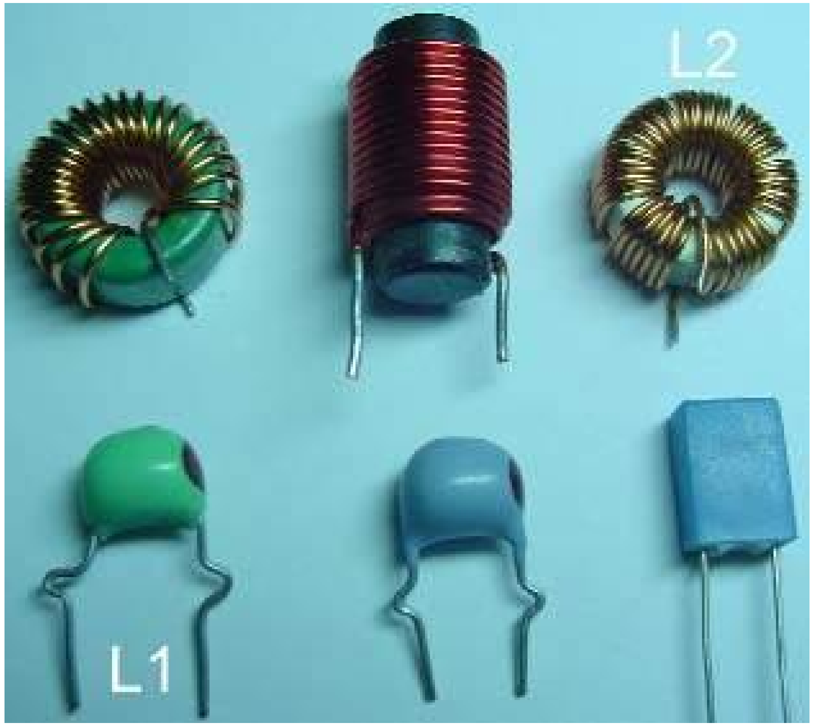






Bobinin elektriksel sembolü



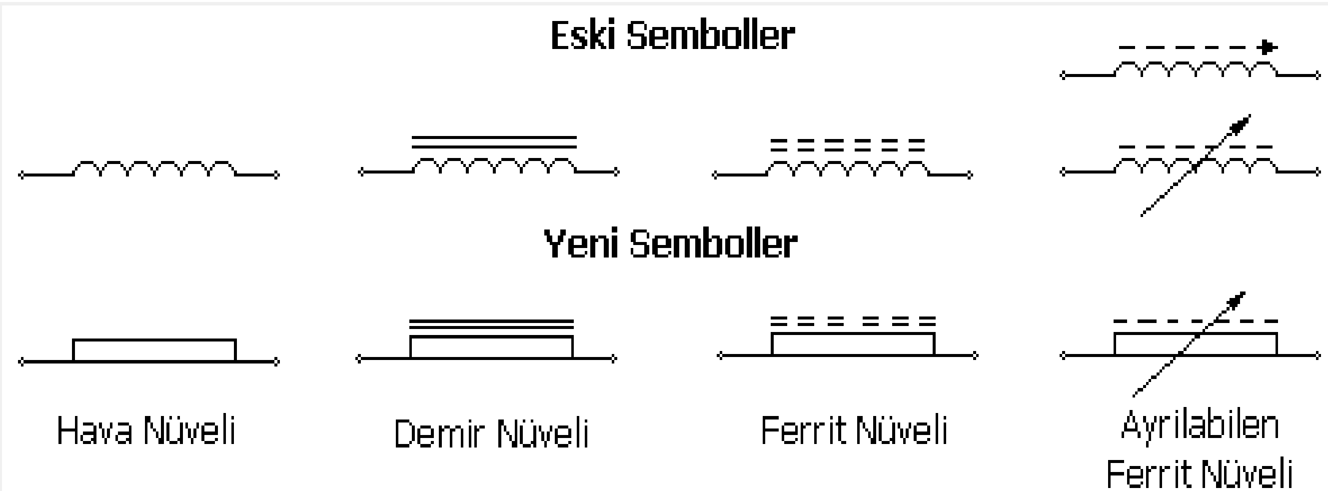

L2
L1

Sabit Bobinler ve Yapıları:

Bobin bir yalıtkan makara (mandren veya karkas) üzerine belirli sayıdaki sarılmış tel grubudur.

Kullanım yerine göre, makara içerisi boş kalırsa havalı bobin, demir bir göbek (nüve) geçirilirse nüveli bobin dı verilir. Bobinin her bir sarımına spir denir. Şekil 1.28 'de bobin sembolleri verilmiştir.

Aşağıdaki üst sırada bulunan semboller eski alt sırada bulunan semboller yeni gösterilim şeklidir.



B

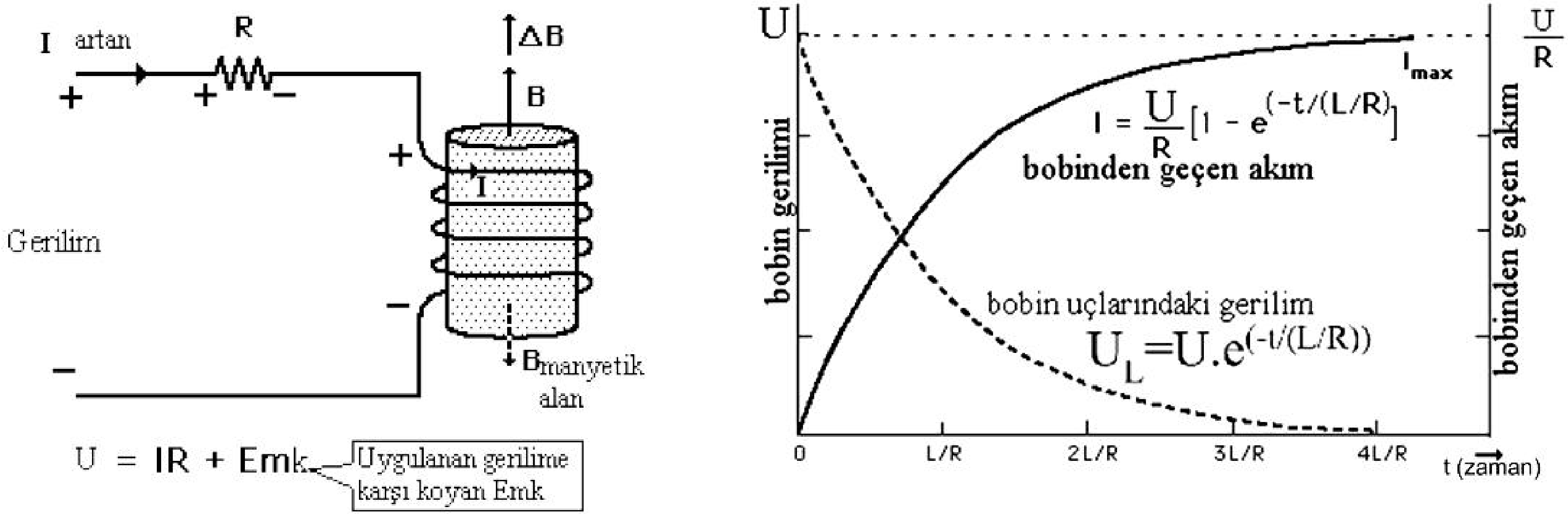
Endüktif Reaktans (XL)

Bobinin, içinden geçen AC akıma karşı gösterdiği dirence 'endüktif reaktans' denir. Endüktif reaktans XL ile gösterilir. Birimi "Ohm" dur. Şöyle ifade edilir:
XL = ω.L 'dir. **ω = 2.π.f** olup yerine konulursa, **XL = 2.π.f.L** ohm olur.
ω : Açısal frekans (Omega)
f: Uygulana AC gerilimin frekansı birimi, Herzt (Hz) 'dir.
L: Bobinin endüktansı olup birimi, Henry (H) 'dir.

a) AC kaynak geriliminin pozitif alternansındaki devre akımı.
b) **b)** Kaynak gerilimi (v), devre akımı (i) ve zıt EMK (Ez) arasındaki bağıntı "L" nin değeri bobinin yapısına bağlıdır.

Bobinin sarım sayısı ve kesit alanı ne kadar büyük olursa, "L" o kadar büyük olur. Dolayısıyla AC akıma gösterdiği dirençte o oranda büyür.
"L" nin birimi yukarıda da belirtildiği gibi Henry (H) 'dir. Ancak genellikle değerler çok küçük olduğundan "Henry" olarak yazımda çok küsürlü sayı çıkar.
Bunun için miliHenry (mH) ve mikrohenry (µH) değerleri kullanılır.
Henry, miliHenry ve mikroHenry arasında şu bağıntı vardır.
MiliHenry (mH) 1mH = 10^{-3} H veya 1H = 10^{3} mH MikroHenry (µH) 1µH = 10^{-6} H veya 1H = 10^{6} µH 'dir.

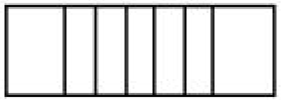
Doğru Akım Devresinde Bobin



Şekil 1.14: a) Bobinin DC Bağlanması b) Bobinden Geçen Akim ve Bobinin Gerilimi

Bobin Hesabı: Bir Bobinin değeri Henry ile ölçülür. Joseph Henry, 1797 - 1878 yılında yaşamış olan Amerikalı bir fizikçidir. Bir bobinin değeri; kullanılan tel kalınlığına, tur sayısına, sargı boyuna, mandren çapına bağlıdır.

D



S

Sarım sayısı N, Makara çapı D cm, bobinin sargısının boyu S cm kadar olan bir bobinde, bobinin değeri, mikrohenry olarak;

$L = K \times N \times N \times D \times 10^{-3}$ dir.

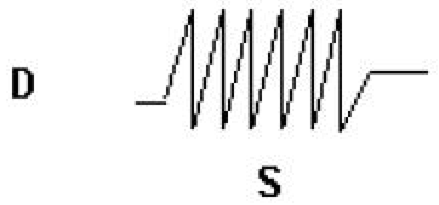
Burada K bir katsayıdır ve D / S oranına karşılık gelir. Bobinlerin pratik olarak yapımında, bu değeri bulmak için bir abak kullanılır. Yaklaşık bir değer olarak

$K = 100\,D / \; 4\,D + 11S$

olarak bulunabilir. Burada D ve S değerleri cm'dir.

Örnek: S sargı uzunluğu 3 cm, D çapı 1 cm olan, 30 turluk bir bobinin değeri nedir?
L = 2.7 x 30 x 30 x1 / 1000
L = 2.43 mikro Henry.

Yaklaşık değer 2.5 mikroH olarak kabul edilebilir. Bu bir mandren üzerine bitişik sarılan nüvesiz bir bobindir.



Eğer bobin yukarıdaki gibi havada sarılı bir bobin olsa bobinin indüktansını şu formülle hesaplanır:

L = 0.079 D x D x N x N/3D+9S+10C

L mikrohenry olarak bobinin değeri, D cm olarak bobin çapı, N sarım sayısı, S sarımın cm olarak uzunluğu, C merkezden çevreye doğru sarımın derinliğidir ve tek katlı bobinlerde ihmal edilebilir.

Önceki örnekteki bobini 5 cm boyunda havada sararsak değeri ne olur ?
L= 0.079 x 900 / 3 + 45 = 1.5 Mikro henry yaklaşık değerdir.

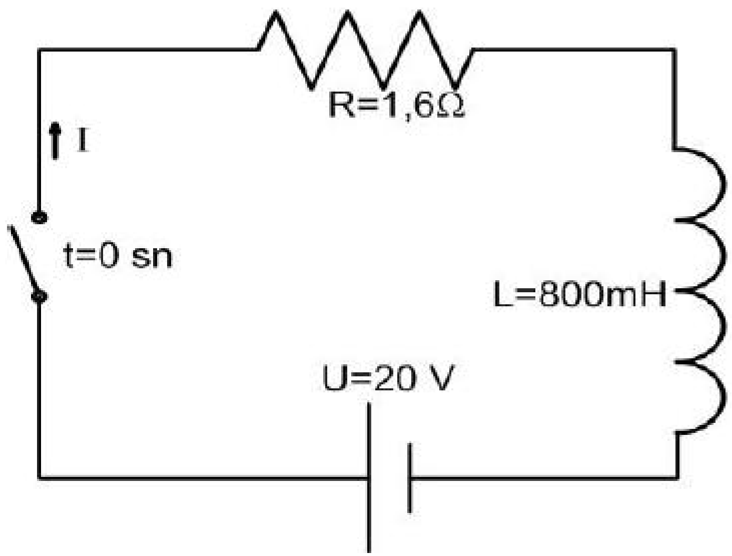
Bobinin zaman sabitesi τ denklemi $\tau = \dfrac{L}{R}$

Bobinden geçen akımın yükselme denklemi $I = \dfrac{U}{R} \cdot \left[1 - e^{(-t/(L/R))}\right]$

Bobin uçlarındaki gerilimin denklemi $U_L = U \cdot e^{(-t/(L/R))}$

Örnek Şekil'deki bobinli devrenin

a) Zaman sabitesini
b) t=0,1 sn deki akımın alacağı değeri
c) t=0,1 sn bobin gerilimini hesaplayınız.



Çözüm:

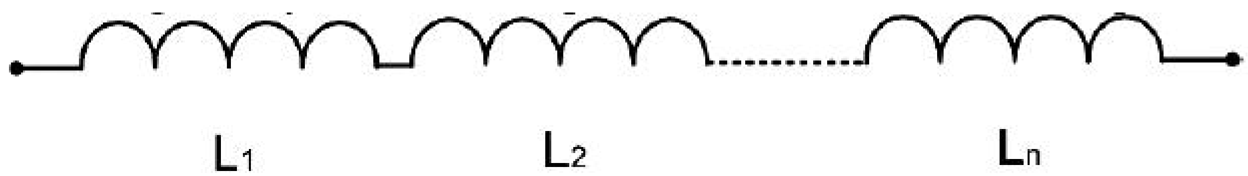
a) $$\tau = \frac{L}{R} = \frac{0,8}{1,6} = 0,5$$

b)
$$I = \frac{U}{R} \cdot \left[1 - e^{(-t/(L/R))}\right] = \frac{20}{1,6} \cdot \left[1 - e^{(-t/\tau)}\right]$$
$$I = 12,5 \cdot \left(1 - e^{-0,1/0,5}\right) = 12,5 \cdot \left(1 - e^{-0,2}\right)$$
$$I = 12,5 \cdot (1 - 0,818) = 12,5 \cdot 0,181 = 2,266A$$

c) $$U_L = V \cdot e^{(-t/\tau)} = 20 \cdot e^{(-0,1/0,5)}$$
$$U_L = 20 \cdot 0,818 = 16,36V$$

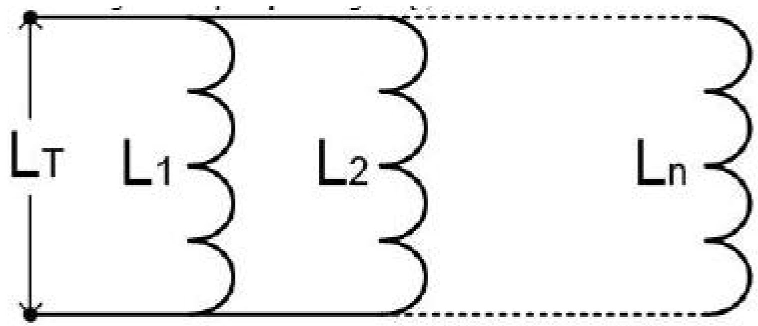
Bobinlerin Seri Bağlantısı

$$L_T = L_1 + L_2 + \ldots + L_n$$



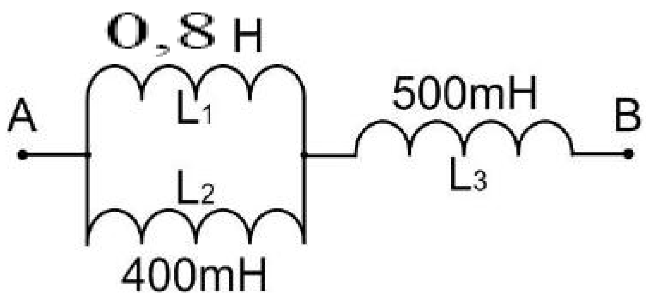
Bobinlerin Paralel Bağlantısı

$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \ldots + \frac{1}{L_n}$$



Örnek

Şekildeki devrede A-B noktaları arasındaki eşdeğer indüktansı hesaplayınız.



$$\frac{1}{L_{e1}} = \frac{1}{L1} + \frac{1}{L2}$$

$$\frac{1}{L_{e1}} = \frac{1}{0{,}8} + \frac{1}{0{,}4}$$

$$\frac{1}{L_{e1}} = \frac{3}{0{,}8} \Rightarrow L_{e1} = \frac{0{,}8}{3} = 0{,}266\text{H'dir}$$

$$L_T = L_{e1} + L_3$$

$$L_T = 0{,}266 + 0{,}5 = 0{,}766\text{H'dir}$$

Toplam indüktans bulunmuş olur.