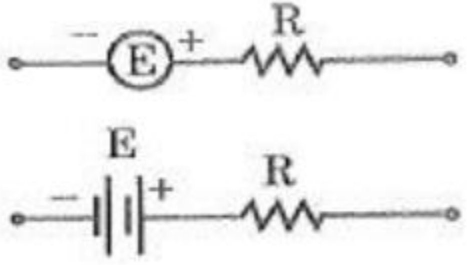
ELEKTRİK DEVRE TEMELLERİ DERS NOTLARI

5. HAFTA

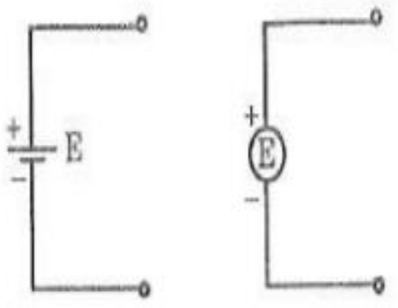
Kaynak Dönüşümleri

Kaynak Dönüşümü Çevre Analizi

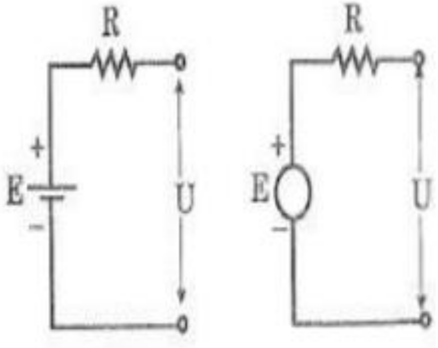
Gerilim Kaynakları



- Gerilim kaynakları; iç dirençleri sıfıra yaklaştığı zaman veya gerilim kaynaklarından az akım çekildiği zaman ideale yaklaşır.



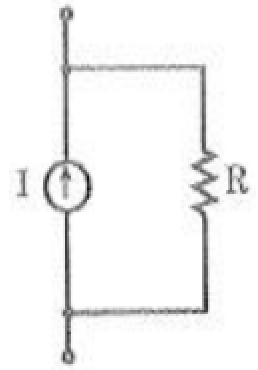
İdeal Gerilim Kaynağı



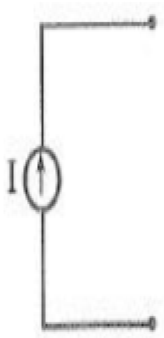
Gerçek Gerilim Kaynağı

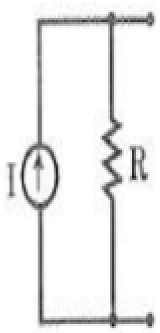
- İdeal gerilim kaynağının iç direnci sıfırdır.
- Çekilen akım ne olursa olsun ideal gerilim kaynağının gerilimi değişmez.
- İdeal bir gerilim kaynağı uygulamada yoktur.
- İdeal gerilim kaynağına seri R direnci (iç direnç) bağlanırsa gerçek gerilim kaynağı elde edilir.
- EMK (Elektro motor kuvvet) ile gerilim farklı ifadelerdir. Gerilim (U) EMK kaynağının iç direnç dahil iki uç arasındaki potansiyel farkıdır.

Akım Kaynakları



- İdeal devre modelinde akım kaynağının uçlarındaki gerilim ne olursa olsun verdiği akım sabittir. Böylece, ideal akım kaynağının açık devre halinde verdiği güç sonsuzdur.
- Devre modellerinde akım kaynağı, ideal akım kaynağıyla uçlarına paralel bağlı ideal bir dirençle gösterilir.

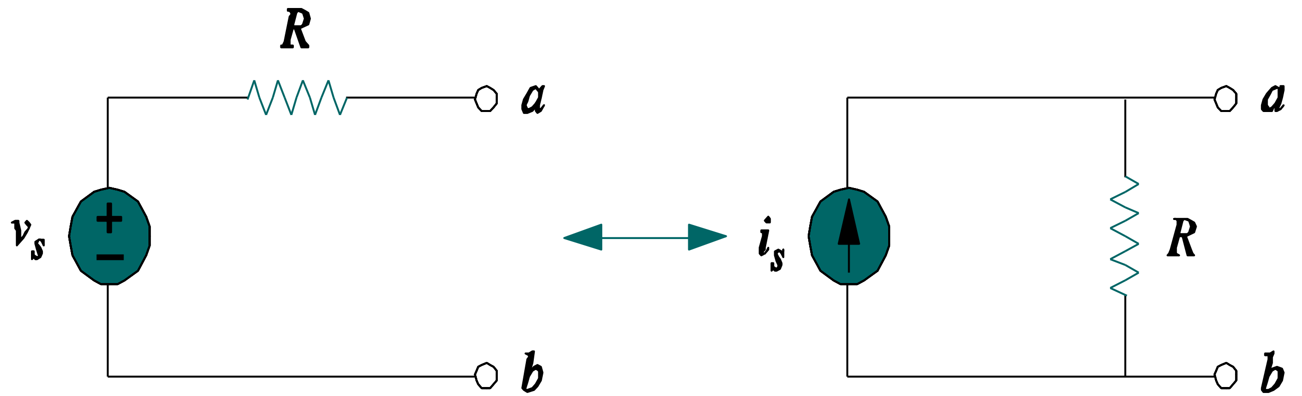




- İdeal akım kaynağının iç direnci sonsuzdur.
- Bu akım kaynağının uçlarına bağlanan direnç ne olursa olsun sabit akım verir.
- Uygulamada ideal akım kaynağı yoktur.
- İdeal akım kaynağına paralel bir R direnci (iç direnç) bağlanarak gerçek akım kaynağı elde edilir.

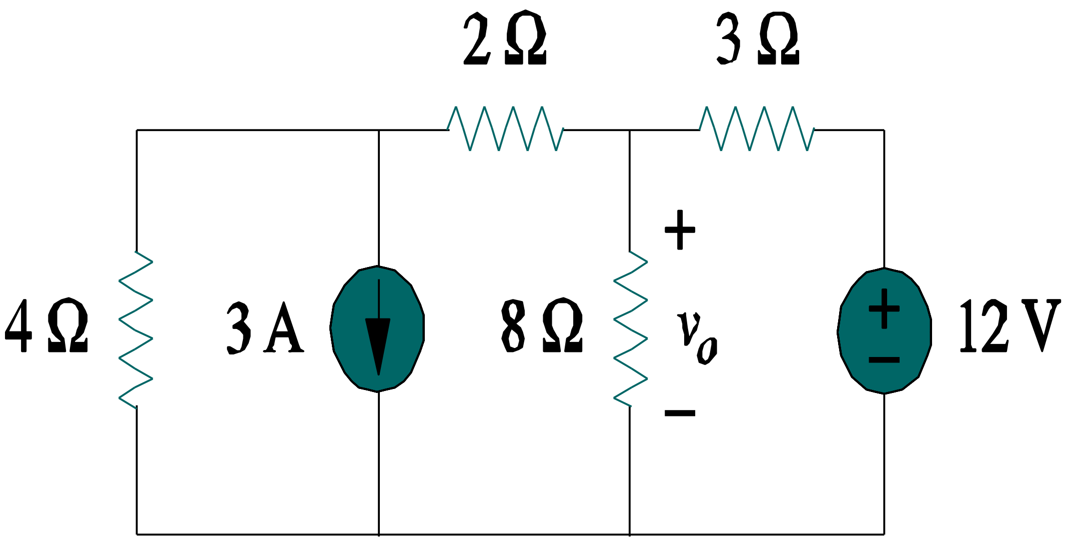
Kaynak Dönüşümü

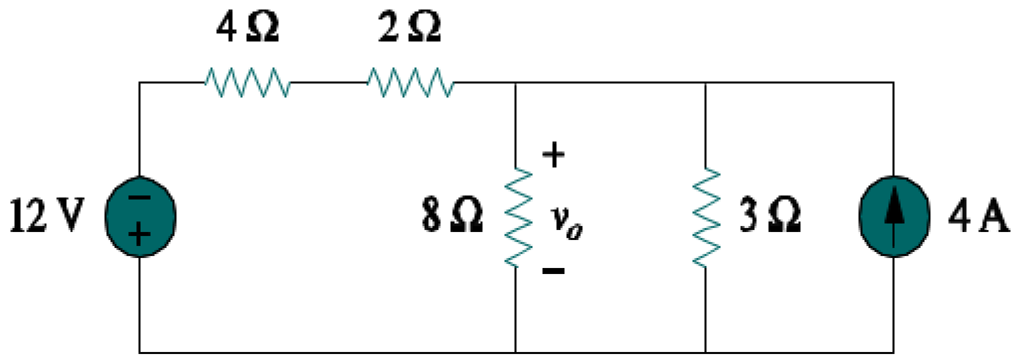
- Kaynak dönüşümü, bir gerilim kaynağına "V_s" seri bağlı bir dirençten "R" oluşan kaynağı, bir akım kaynağı "i_s" ve buna paralel bağlı bir direnç "R" formuna dönüştürme işlemidir. Bu işlem her iki yönlüdür.



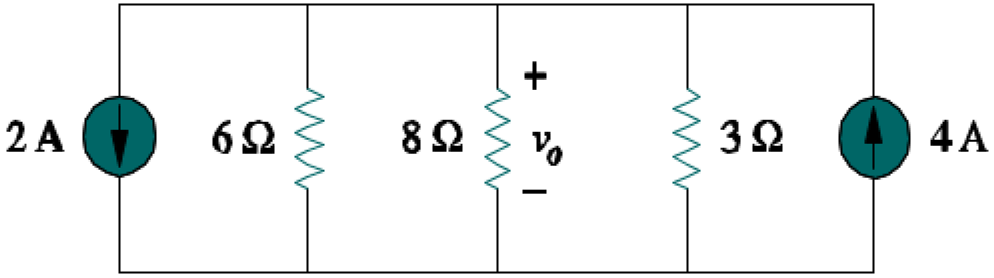
$V_s = i_s R$ veya $i_s = V_s/R$

Örnek, Vo=?

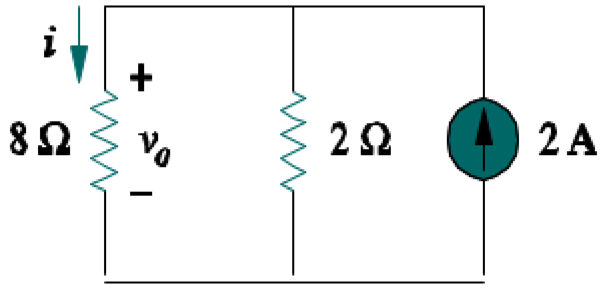


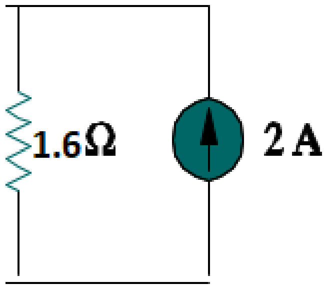


(a)



(b)





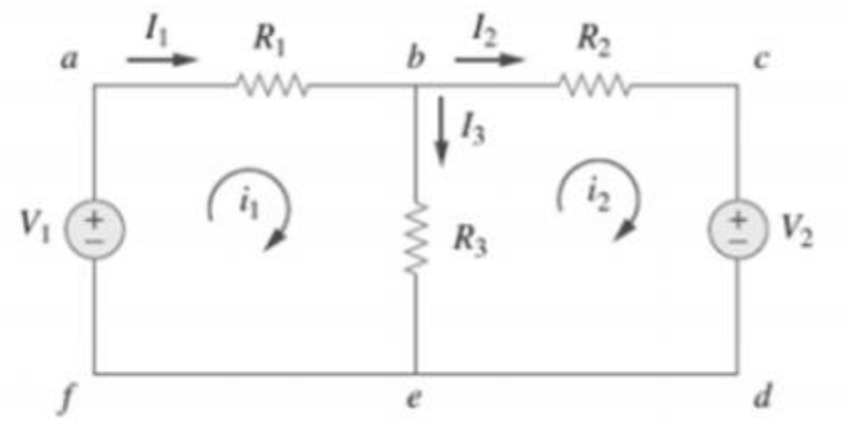
(c)

Böylece, v_o=1.6*2=3.2V olarak bulunur.

ÇEVRE ANALİZİ

- Bir devredeki tüm akım ve gerilimleri bulmak için kullanılan sistematik tekniklerden ikincisidir.
- Ayrıca elektrik devrelerinin çözümünde kullanılan en basit ve en kolay yöntemlerden biri çevre akımları yöntemidir. Bu yöntemde devrenin her bir gözü için bir çevre akımı seçilir.
- Gözlerden seçilen çevre akımlarına göre Kirşofun gerilimler denklemi, her bir göz için yazılır. Göz adedi kadar bilinmeyen çevre akımı ve denklemi bulunur.
- Denklem çözülerek her bir gözün çevre akımı hesaplanır.
- Çevre akımlarından da kol akımları kolaylıkla bulunabilir.
- Bu yöntemde düğümlerdeki akımlar yerine, çevredeki akımlar ele alınarak devrenin analizi yapılır. Yöntemin temel prensibi her bir bağımsız çevrede Kirchoff’un gerilim kanunun uygulanmasıdır

ÇEVRE ANALİZİ



çevreler;

abefa, bcdeb
abcdefa

ÇEVRE ANALİZİ

Çevre akımları yöntemi aşağıda verilen üç adım ile uygulanır:

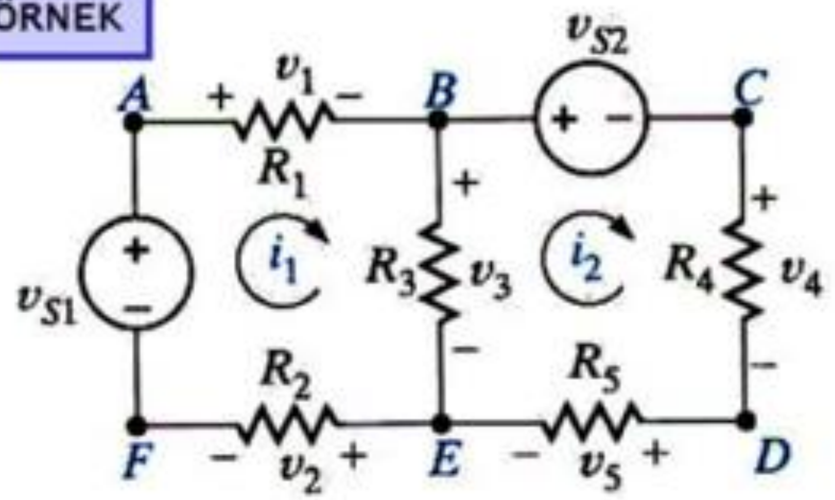
1) Her bir bağımsız çevre için bir çevre akımı yönü alınır. Bu akımların yönü keyfidir. (her ne kadar keyfi denilse de genel tercih saat yönüdür)

2) Her çevreye KGK uygulanır. Gerilimler, çevre akımları cinsinden tanımlanır.

3) Bağımsız çevre sayısı kadar elde edilen denklemler düzenlenir.

ÇEVRE ANALİZİ

ÖRNEK



ÇEVRE AKIMLARININ BELİRLENMESİ

SOLDAKİ GÖZE KGK UYGULANDIĞINDA

$$v_1 + v_3 + v_2 - v_{S1} = 0$$

SAĞDAKİ GÖZE KGK UYGULANDIĞINDA

$$v_{S2} + v_4 + v_5 - v_3 = 0$$

OHM KANUNUNU UYG.

$$v_1 = i_1 R_1, v_2 = i_1 R_2, v_3 = (i_1 - i_2) R_3$$
$$v_4 = i_2 R_4, v_5 = i_2 R_5$$

DENKLEMLER YENİDEN DÜZENLENDİĞİNDE

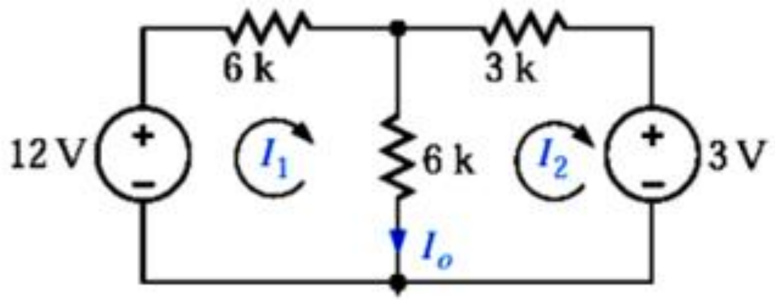
$$i_1(R_1 + R_2 + R_3) - i_2(R_3) = v_{S1}$$
$$-i_1(R_3) + i_2(R_3 + R_4 + R_5) = -v_{S2}$$

MATRIS FORMU

$$\begin{bmatrix} R_1 + R_2 + R_3 & -R_3 \\ -R_3 & R_3 + R_4 + R_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{S1} \\ -v_{S2} \end{bmatrix}$$

ÇEVRE ANALİZİ

ÖRNEK: ÇEVRE ANALİZİ İLE Io'ı BULUN



KGK Cevre I_1 $$-12 + 6kI_1 + 6k(I_1 - I_2) = 0$$

KGK Cevre I_2 $$6k(I_2 - I_1) + 3kI_2 + 3 = 0$$

$$12kI_1 - 6kI_2 = 12$$
$$-6kI_1 + 9kI_2 = -3 \qquad */2$$

$$12kI_2 = 6 \Rightarrow I_2 = 0.5mA$$

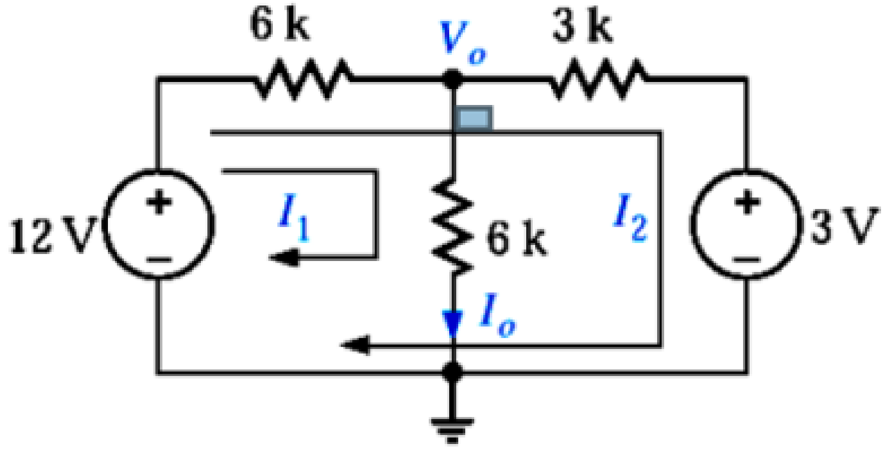
$$12kI_1 = 12 + 6kI_2 \Rightarrow I_1 = \frac{5}{4}mA$$

$$I_o = I_1 - I_2$$

$$I_0 = \frac{3}{4}\,mA$$

ÇEVRE ANALİZİ

ALTERNATİF CEVRE AKIMLARI SEÇİMİ



KGK Cevre I_1 $$-12 + 6k(I_1 + I_2) + 6kI_1 = 0$$

KGK Cevre I_2 $$-12 + 6k(I_1 + I_2) + 3kI_2 + 3 = 0$$

$$I_o = I_1$$

$$12kI_1 + 6kI_2 = 12 \quad */3$$

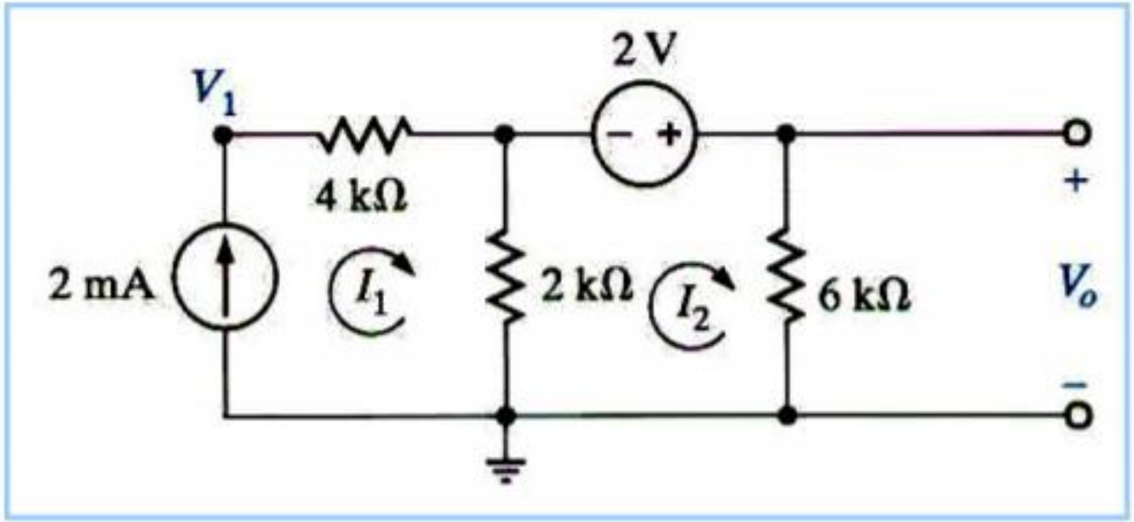
$$6kI_1 + 9kI_2 = 9 \quad */2$$

$$24kI_1 = 18 \Rightarrow I_1 = \frac{3}{4}mA$$

$I_0 = I_1$ olduğundan $I_0 = \dfrac{3}{4}$ mA

ÇEVRE ANALİZİ

BAĞIMSIZ AKIM KAYNAKLI DEVRELER



ÇEVRE1 $I_1 = 2mA$

ÇEVRE2 $2\text{k}(I_2 - I_1) - 2 + 6\text{k}I_2 = 0$

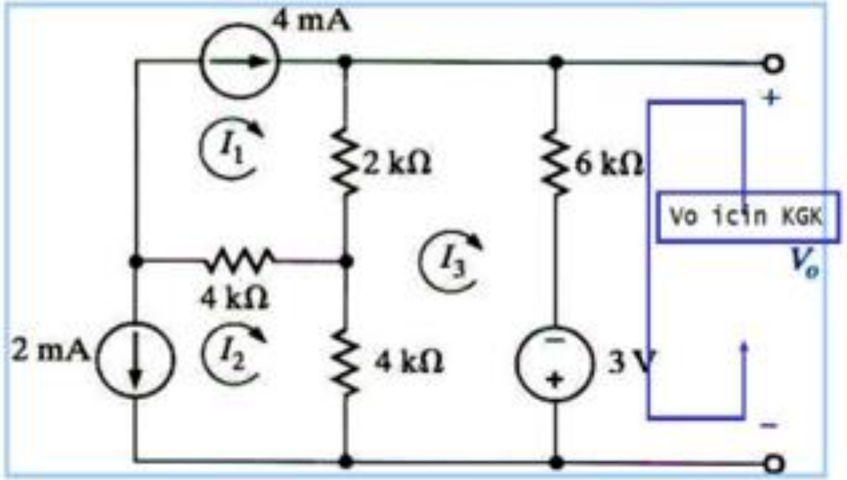
$-2kI_1 + 8kI_2 = 2V$

$$I_2 = \frac{2k \times (2mA) + 2V}{8k} = \frac{3}{4}mA \Rightarrow V_O = 6kI_2 = \frac{9}{2}[V]$$

ÇEVRE ANALİZİ

ÖRNEK

CEVRE ANALIZIILE V_o'I BULUN



$$I_1 = 4mA \qquad I_2 = -2mA$$

CEVRE 3

$$4k(I_3 - I_2) + 2k(I_3 - I_1) + 6kI_3 - 3 = 0$$

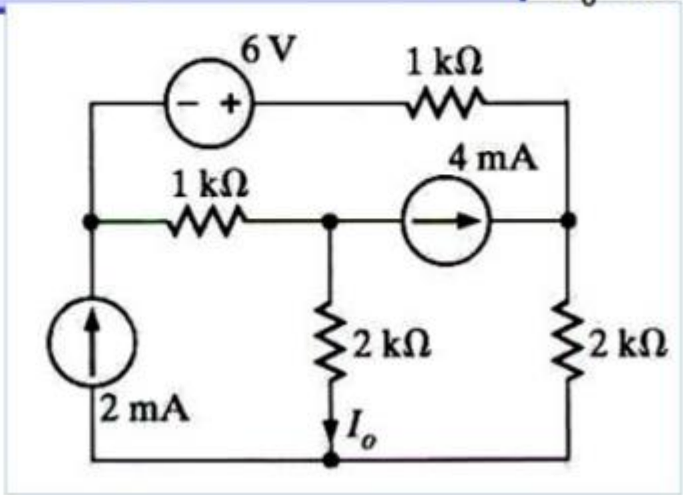
$$-2kI_1 - 4kI_2 + 12kI_3 = 3V$$

$$I_3 = \frac{3V + 2k(4mA) + 4k(-2mA)}{12k} = \frac{1}{4}mA$$

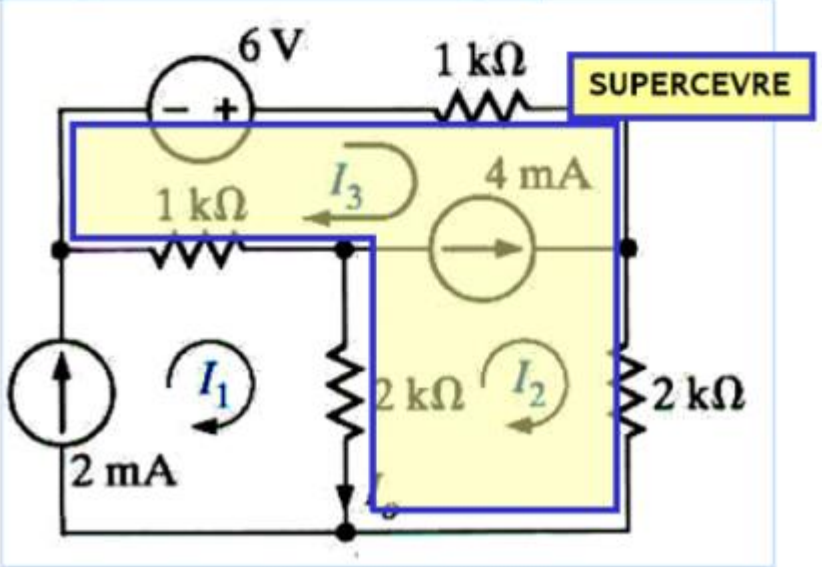
$$V_o = 6kI_3 - 3 = \frac{-3}{2}\text{V}$$

ÇEVRE ANALİZİ

SÜPER ÇEVRE YAKLAŞIMI I_0 akımını bulun



1. ÇEVRE AKIMLARINI SEÇİN



2. AKIM KAYNAKLARINI PAYLAŞAN CEVRE AKIMLARINI YAZIN

$$I_2 - I_3 = 4mA$$

3. DİĞER ÇEVRELER İÇİN DENKLEMLERİ YAZIN

$$I_1 = 2mA$$

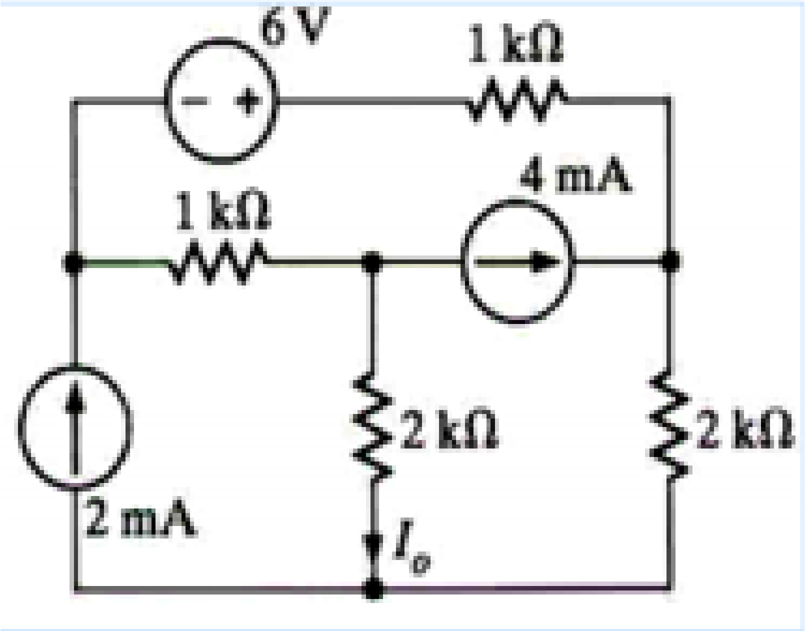
4. PAYLAŞILAN AKIM KAYNAĞINI KALDIRARAK SUPERCEVREYİ OLUŞTURUN

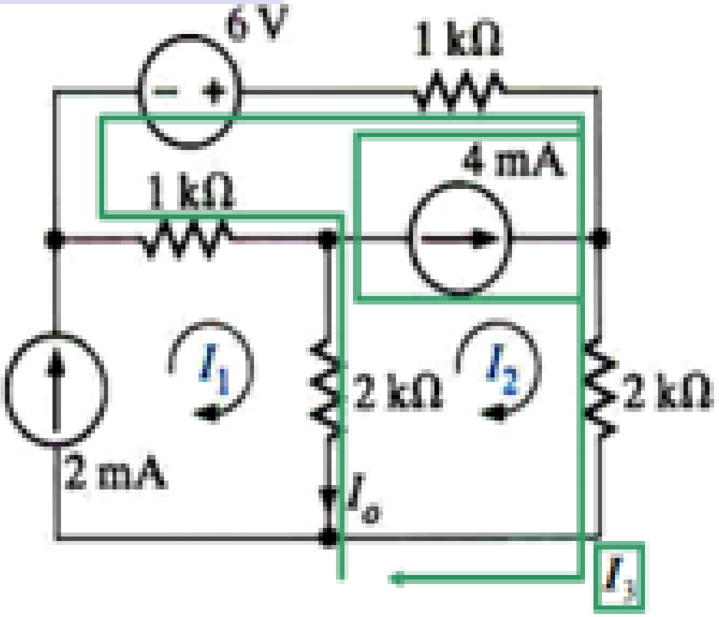
5. SÜPER CEVRE İÇİN KGK'YI YAZIN

$$-6 + 1kI_3 + 2kI_2 + 2k(I_2 - I_1) + 1k(I_3 - I_1) = 0$$

ÇEVRE ANALİZİ

GENEL ÇEVRE YAKLAŞIMI (Başka bir yaklaşım)



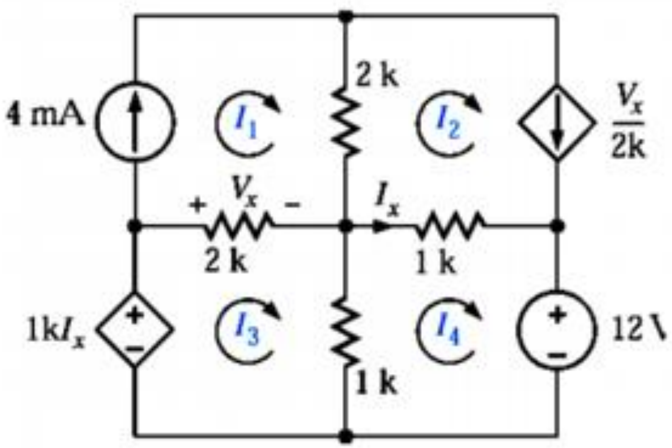


$$I_1 = 2mA$$
$$I_2 = 4mA$$

$$-6[V] + 1kI_3 + 2k(I_3 + I_2) + 2k(I_3 + I_2 - I_1) + 1k(I_3 - I_1) = 0$$

ÇEVRE ANALİZİ

BAĞIMLI KAYNAKLI DEVRELER Çevre Akımlarını bulun



$$I_1 = 4mA$$

$$I_2 = \frac{V_X}{2k}$$

CEVRE 3: $-1kI_x + 2k(I_3 - I_1) + 1k(I_3 - I_4) = 0$

CEVRE 4: $1k(I_4 - I_3) + 1k(I_4 - I_2) + 12V = 0$

KONTROL DEGISKENLERI

$I_x = I_4 - I_2$ $\qquad$ $V_x = 2k(I_3 - I_1)$

DENKLEMLERİ BİRLESTİRİN
1k'YA BÖLÜN

$$I_1 = 4$$

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

$$I_2 + 3I_3 - 2I_4 = 8$$

$$-I_2 - I_3 + 2I_4 = -12$$

ÇEVRE ANALİZİ

MATLAB İLE ÇÖZÜN

$$I_1 = 4$$
$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$
$$I_2 + 3I_3 - 2I_4 = 8$$
$$-I_2 - I_3 + 2I_4 = -12$$

MATRIS FORMUNDA YAZIN

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 3 & -2 \\ 0 & -1 & -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 \\ 0 \\ 8 \\ -12 \end{bmatrix}$$

- Lineer cebirden denklem çözümünü hatırlayalım!
- Ax=b
- A: Katsayılar matrisi
- b: Eşitliğin sağındaki değerler
- x: Bilinmeyenler

- Burada A.I=b olsun
- $I=A^{-1}*b$ olur

Matlab code:

```
A= [1 0 0 0;1 1 -1 0; 0 1 3 -2;0 -1 -1 2]
b=[4;0;8;-12]
I=inv(A)*b
```

Sonuç:

```
I =
    4
   -6
   -2
  -10
```

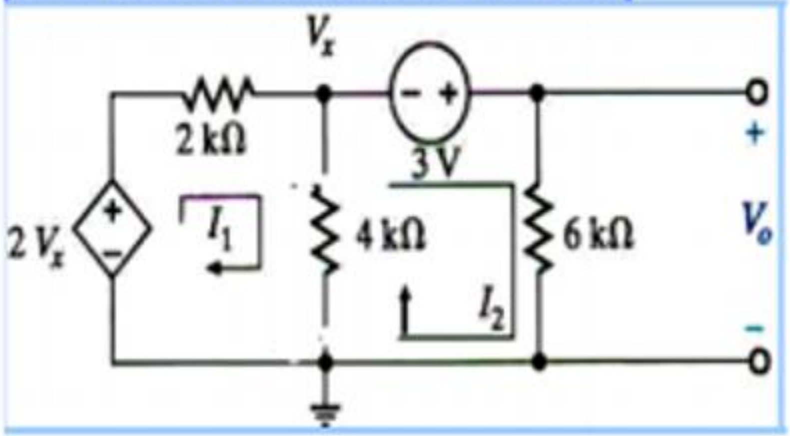
Olarak verilir.

Burada:

I_1=4mA, I_2=-6mA, I_3=-2mA, I_4=-10mA

ÇEVRE ANALİZİ

BAĞIMLI KAYNAKLI DEVRELER



Vo'ı Bulun

GÖZ 1 $-2V_x + 2kI_1 + 4k(I_1 - I_2) = 0$

GÖZ 2 $-3 + 6kI_2 + 4k(I_2 - I_1) = 0$

KONTROL DEĞİŞKENLERİNİ ÇEVRE AKIMLARI CİNSİSNDE YAZIN

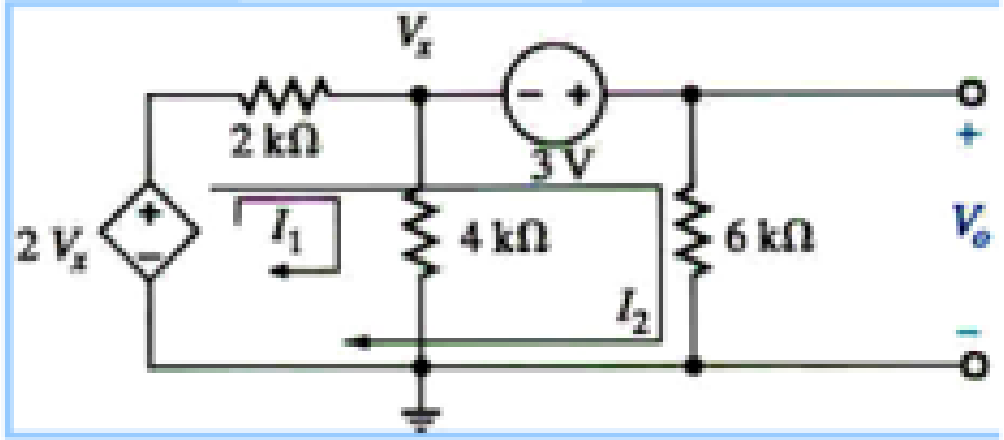
$V_x = 4k(I_1 - I_2)$

$-2kI_1 + 4kI_2 = 0$ YENİDEN DÜZENLE

$-4kI_1 + 10kI_2 = 3$

$I_1 = 3mA, \quad I_2 = 1.5mA$

Diğer Çevre:

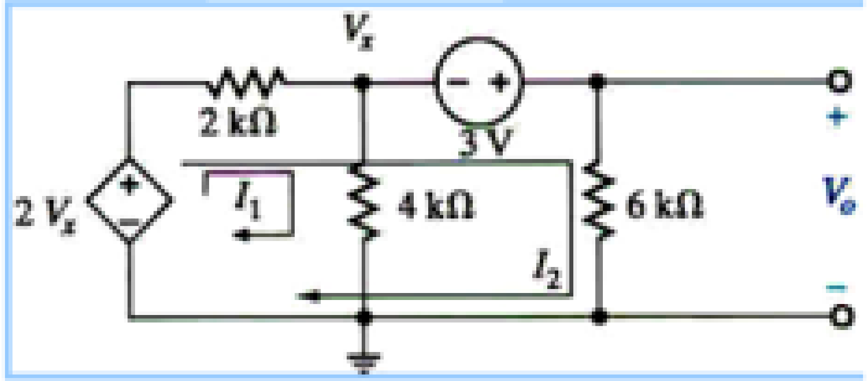


CEVRE1 $-2V_x + 2k(I_1 + I_2) + 4kI_1 = 0$

CEVRE2 $-2V_x + 2k(I_1 + I_2) - 3 + 6kI_2 = 0$

ÇEVRE ANALİZİ

Diğer Çevre:



CEVRE1 $-2V_x + 2k(I_1 + I_2) + 4kI_1 = 0$

CEVRE2 $-2V_x + 2k(I_1 + I_2) - 3 + 6kI_2 = 0$

KONTROL DEĞİŞKENLERİNİ ÇEVRE AKIMLARI CİNSİSNDE YAZIN

$V_x = 4kI_1$

YENİDEN DÜZENLE

$-6kI_1 + 6kI_2 = 0$

$-6kI_1 + 8kI_2 = 3$

$I_1 = 1.5mA, \; I_2 = 1.5mA$

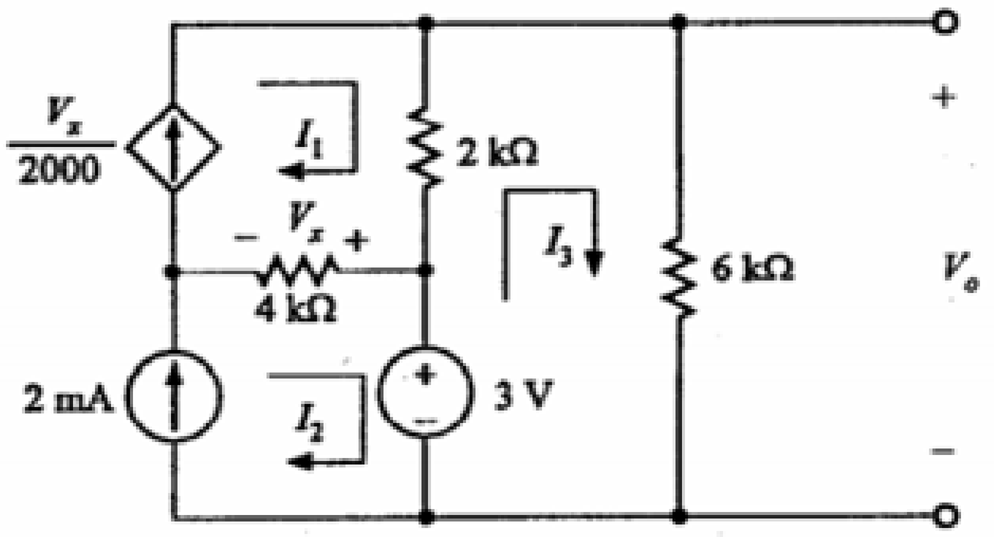
ÇÖZÜMLER

$V_O = 6kI_2 = 9[V]$

Çevre akımlarının uygun seçimi Vo'ın Vx'in hesaplanmasını basitleştirir

ÇEVRE ANALİZİ

BAĞIMLI AKIM KAYNAKLI DEVRELER



$$I_1 = \frac{V_x}{2000}$$

$$I_2 = 2 \times 10^{-3}$$

Diğer çevre için KGK uygula.

$$-3 + 2\text{k}(I_3 - I_1) + 6\text{k}I_3 = 0$$

Kontrol değişkenini (Vx), çevre akımları cinsinden yaz

$$V_x = 4\text{k}(I_1 - I_2)$$

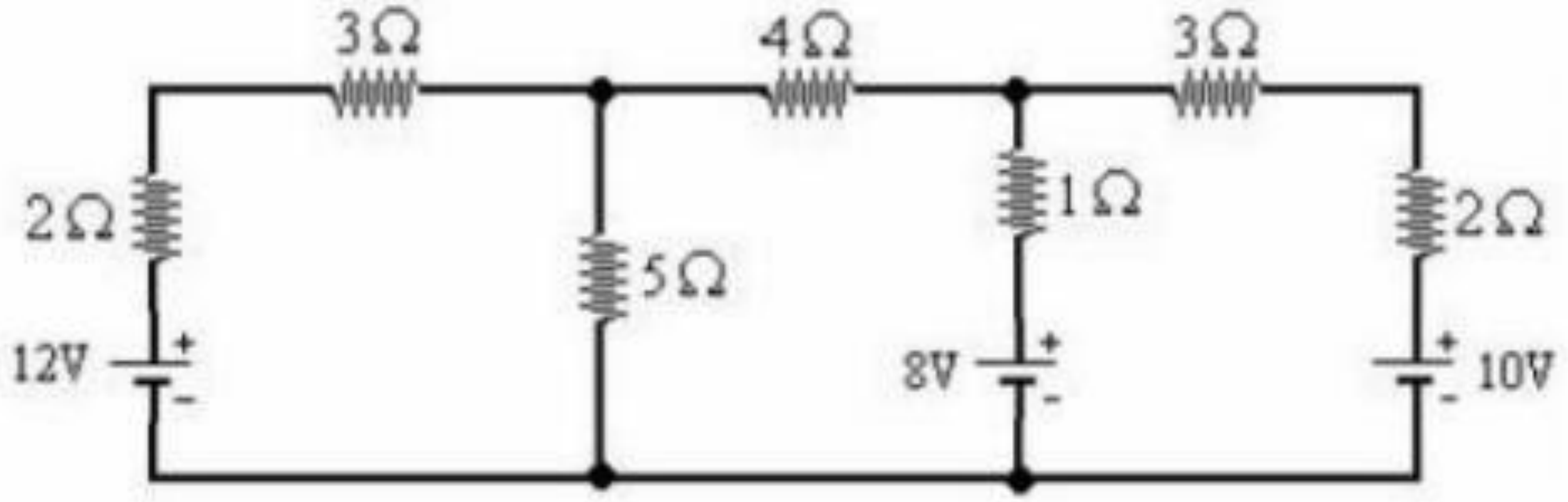
DENKLEM YENİDEN DÜZENLENDİĞİNDE

$$\left.\begin{array}{l} V_x = 2kI_1 \\ V_x = 4k(I_1 - I_2) \end{array}\right\} \Rightarrow I_1 = 2I_2 = 4mA$$

$$8kI_3 = 3 + 2kI_1 \Rightarrow I_3 = \frac{11}{8} mA$$

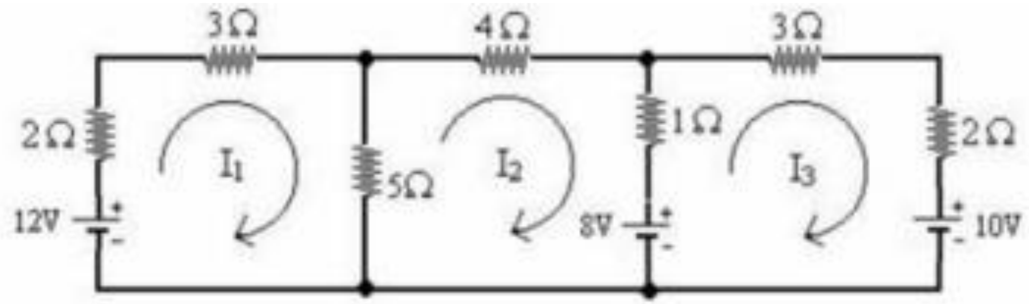
$$V_O = 6kI_3 = \frac{33}{4}[V]$$

Örnek Problem: Şekilde verilen üç gözlü devrede her bir dirençten geçen akımı hesaplayınız.



Üç gözlü devre

Çözüm: (Determinant Yöntemi ile çözülmüştür.)



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;

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

$10 I_1 - 5 I_2 = 12$ .... (a)

İkinci göz için;

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

$-5 I_1 + 10 I_2 - I_3 = -8$ .... (b)

Üçüncü göz için;

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

$-I_2 + 6 I_3 = -2$ .... (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;

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

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

$D_0 = 600 - 160 = 440$

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

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

$D_1 = 720 - 262 = 458$

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

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

$D_2 = - 480 + 340 = - 140$

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

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

$D_3 = - 280 + 110 = - 170$

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

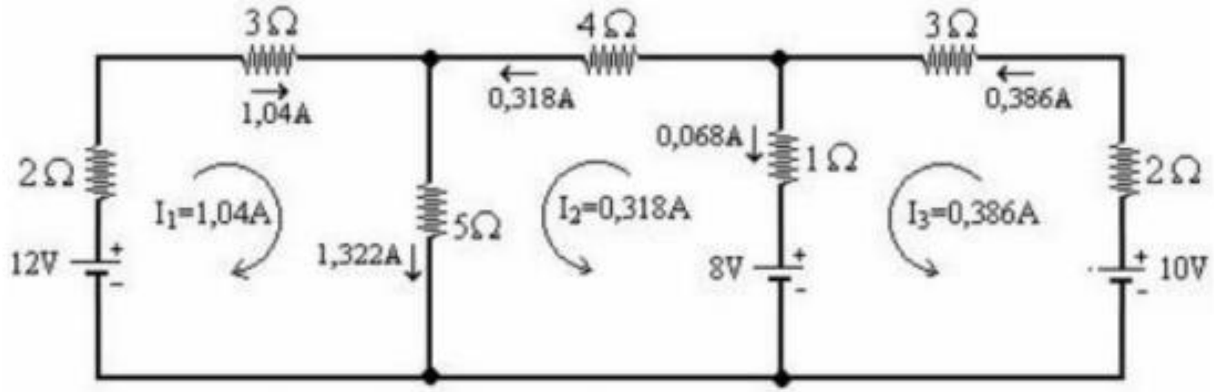
Çözüm: (Determinant Yöntemi ile çözülmüştür.)

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 şekilde gösterilmiştir.



Devrenin çözülmüş hali

Çevre ve Düğüm Yöntemlerinin Karşılaştırılması

- Tüm elektrik devreleri Çevre Akımlar ve Düğüm Gerilimleri yöntemleri ile çözülebilir.
- Çözümleme aşamasında bilinmeyen sayısı yani denklem sayısı değişiklik gösterir.
- Bu nedenle çözümleme yöntemi seçiminde devredeki bilinmeyen sayısının iyi belirlenmesi gerekmektedir.
- Ç.A.Y. ile herhangi bir devrenin çözümünde, bilinmeyen sayısı çevre sayısı ile orantılıdır.
- D.G.Y. ise devredeki düğüm sayısına bağlı olarak bilinmeyen sayısı değişir.

Çevre ve Düğüm Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Çevre Analizini Şu Durumlarda;

Devrede

- çok fazla seri eleman bulunuyorsa,
- Gerilim kaynakları varsa,
- Süper çevreler varsa,
- En önemlisi de **çevre sayısı düğüm sayısından az ise**

ÇAY çözümü daha kolay olandır.

- Ayrıca, Çevre analizi yöntemi transistör devreleri için tek uygun yöntemdir.
- İşlemsel yükselteç (Op-amp) devreleri için aynı şey söz konusu değildir.

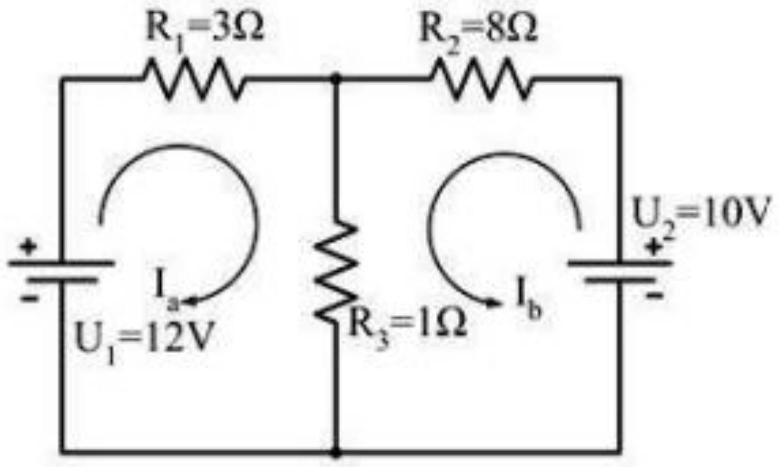
Düğüm Analizini Şu Durumlarda;

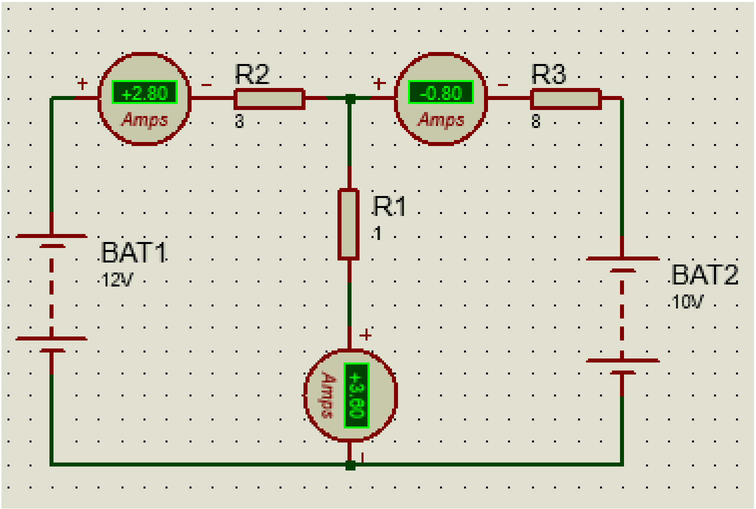
Devrede,

- Çok fazla paralel eleman varsa,
- Akım kaynakları bulunuyorsa,
- Süper düğümler varsa,
- En önemlisi de **düğüm sayısı çevre sayısından az ise**
- DGY çözümü daha kolay olan yöntemdir.
- Düzlemsel olmayan devreler için daha uygundur.

Ödev

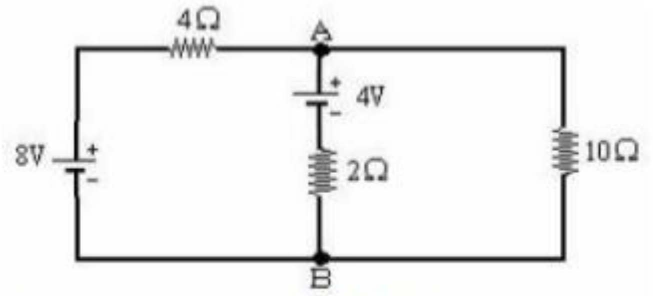
1. Aşağıdaki devrenin çözümünü çevre akımları yöntemi ile bulunuz. U1= numara son iki hane, U2=Numara ilk iki hane. Çözümünüzü aşağıdaki gibi proteusta doğrulayınız





2.a) Aşağıdaki devreyi çevre akımları yöntemi ile çözerek 10ohm’luk direncin çektiği gücü bulunuz.

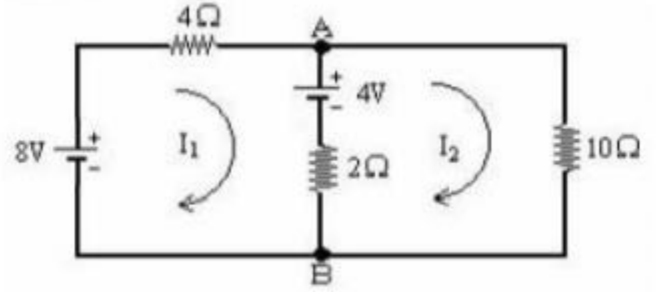
b) 4 ohmluk direnç numaranızın son iki hanesi 2 ohmluk direnç de onun iki katı olsun devreyi o şekilde çözüp proteusta aşağıdaki gibi



Not: Güç(P) formülü olarak $\mathbf{P = R.I^2}$

$\mathbf{P = V.I}$

$\mathbf{P = V^2 / R}$ formüllerinden birisini kullanabilirsiniz.



Çevre akımları işaretlenmiş devre