

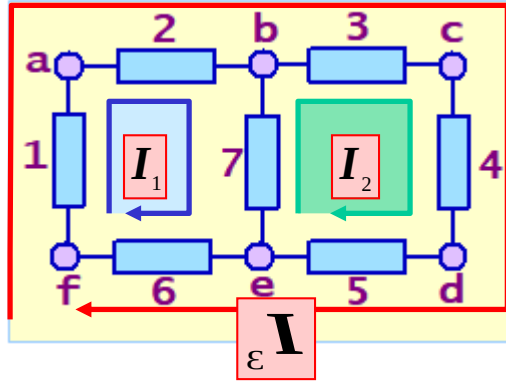
ÇEVRE ANALİZİ

Bir devredeki her akım ve gerilimi bulmak için sistematik tekniklerden ikincisi

Önce devredeki tüm akımlar belirlenir ve ardından gerekli gerilimleri hesaplamak için ohm kanununu kullanılır.

Düğüm analizinin verimli bir teknik olmadığı ve bu yeni yöntemin gerektirdiği denklem sayısının önemli ölçüde daha az olduğu durumlar vardır.

ÇEVRE, GÖZ VE ÇEVRE AKIMLARI



HERBİR ELEMAN UÇLARINDAKİ GERİLİM VE İÇİNDEN GEÇEN AKIMLA TANIMLANIR

ÇEVRE: HERBİR DÜĞÜMDEN SADECE BİR DEFA GEÇİLEN KAPALI BİR YOLDUR.

fabef

ebcde

fabcdef

GÖZ: BAŞKA BİR ÇEVREYİ KAPSAMAYAN ÇEVREDİR.
fabef, ve ebcde gözdür.

ÇEVRE AKIMI, ÇEVRE ETRAFINDA AKTIĞI KABUL EDİLEN HAYALİ AKIMDIR.

I_1, I_2, I_3 ÇEVRE AKIMLARIDIR

BİR GÖZ AKIMI, GÖZLE İLİŞKİLENDİRİLMİŞ ÇEVRE AKIMIDIR.
 I_1, I_2 GÖZ AKIMLARIDIR.

ÇEVRE, GÖZ VE ÇEVRE AKIMLARI

BİR DEVREDE, HERHANGİ BİR ELEMANDAN GEÇEN AKIM ÇEVRE AKIMLARI CİNSİNDEN İFADE EDİLEBİLİR

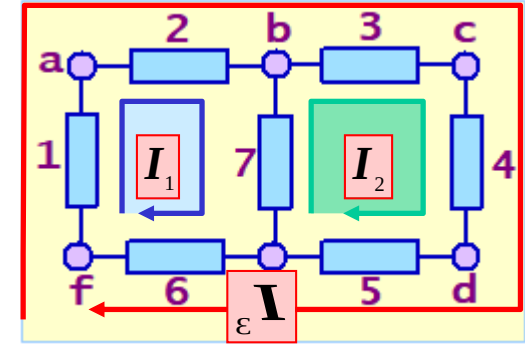
ÖRNEKLER

$$I_{af} = -I_1 - I_3$$

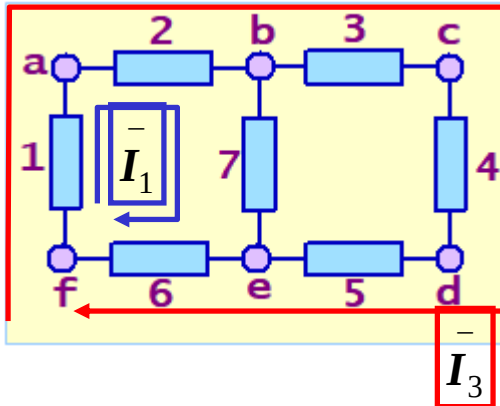
$$I_{be} = I_1 - I_2$$

$$I_{bc} = I_2 + I_3$$

ÇEVRE AKIMLARININ YÖNÜ ÖNEMLİDİR.



ELEMANLARDAN GEÇEN AKIMLARI HESAPLAMAK İÇİN BÜTÜN ÇEVRE AKIMLARI GEREKLİ DEĞİLDİR



İKİ ÇEVRE AKIMI KULLANARAK

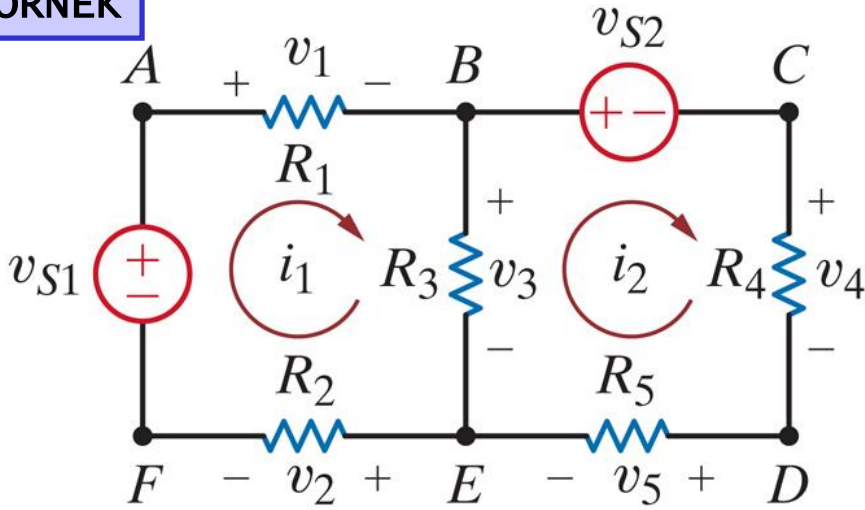
$$I_{af} = -I_1 - I_3$$

$$I_{be} = I_1$$

$$I_{bc} = I_3$$

Devredeki her akımı hesaplamak için gereken minimum sayıda çevre akımı bulunur.

ÖRNEK



GÖZ AKIMLARI HER ZAMAN BAĞIMSIZDIRLAR

$$B = 7$$

$$N = 6$$

$$L = 7 - (6 - 1) = 2$$

İKİ ÇEVRE AKIMI GEREKLİDİR.
GÖSTERİLEN AKIMLAR GÖZ AKIMLARIDIR.
BÖYLECE ELDE EDİLEN DENKLEMLER
BAĞIMSIZ DENKLEMLERDİR.

ÇEVRE AKIMLARININ BULUNMASI İÇİN;

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

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

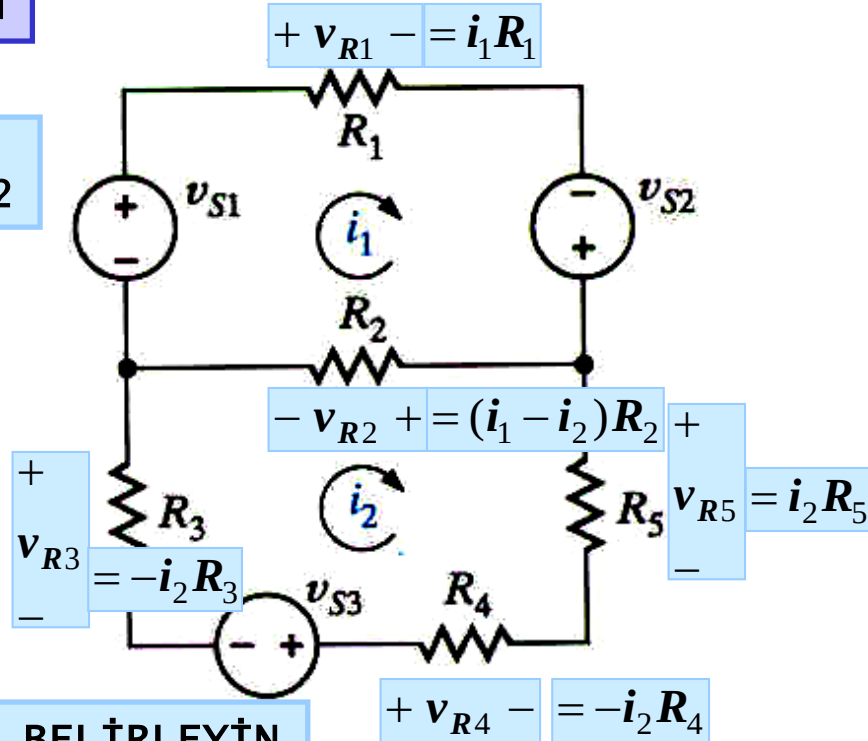
MATRIS FORMU

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

GÖZ DENKLEMLERİNİ YAZIN

İKİ GÖZ VARDIR.

GEREKLİ ÇEVRE AKIMI SAYISI = 2



BÜTÜN GERİLİM DÜŞÜMLERİNİ BELİRLEYİN

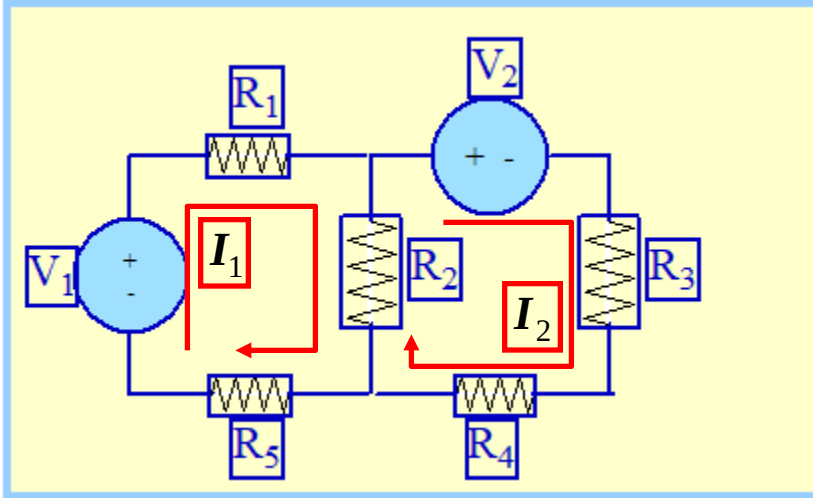
HER GÖZE KGK UYGULAYIN

$$\text{ÜST GÖZ : } -v_{S1} + v_{R1} - v_{S2} + v_{R2} = 0$$

$$\text{ALT GÖZ : } -v_{R2} + v_{R5} - v_{R4} + v_{S3} - v_{R3} = 0$$

OHM KANUNUNU KULLANIN

$$\begin{aligned} -v_{S1} + i_1 R_1 - v_{S2} + (i_1 - i_2) R_2 &= 0 \\ i_2 R_3 + (i_2 - i_1) R_2 + i_2 R_5 + i_2 R_4 + v_{S3} &= 0 \end{aligned}$$



Bir elemanın içinden birden fazla çevre akımı geçiyorsa, hangi çevre için denklem yazıyorsak o çevre akımının yönünü referans olarak net akımı yazarız.

Göz akımlarını çizin. Yönlendirme keyfi olabilir, ancak kural olarak saat yönünde tanımlanır.

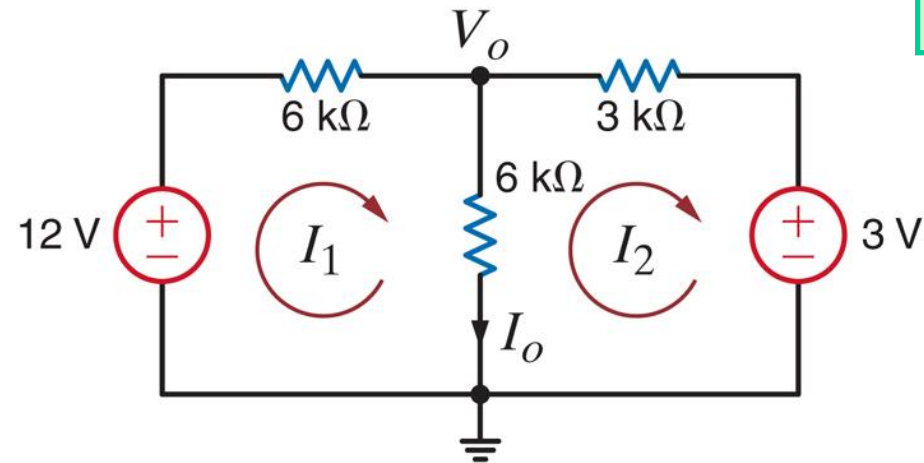
Şimdi her göz için KGK yazın ve ohm kanununu her direnç için uygulayın.

Her bir çevrede, çevre akımının referans yönünü kullanarak pasif işaret kuralına uyun.

$$-V_1 + I_1 R_1 + (I_1 - I_2) R_2 + I_1 R_5 = 0$$

$$V_2 + I_2 R_3 + I_2 R_4 + (I_2 - I_1) R_2 = 0$$

ÖRNEK: ÇEVRE ANALİZİ İLE I_o 'ı BULUN



KGK Çevre I_1

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

KGK Çevre I_2

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

$$12kI_1 - 6kI_2 = 12$$

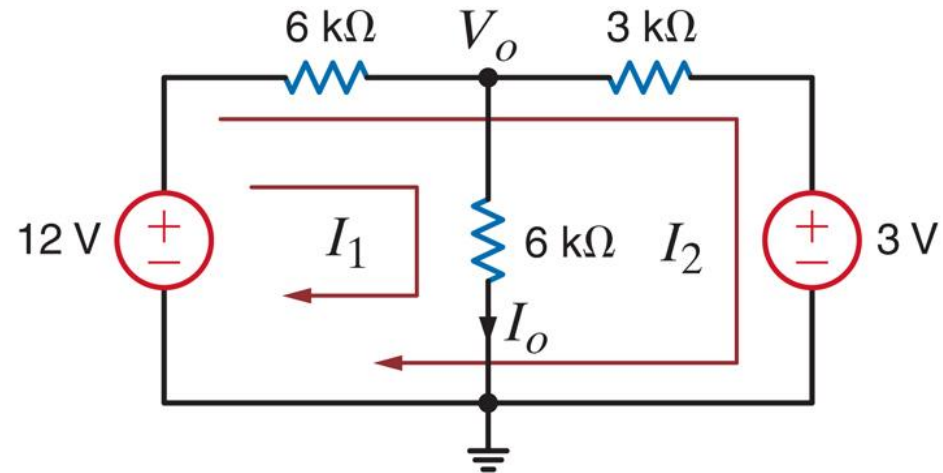
$$-6kI_1 + 9kI_2 = -3 \quad */2$$

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

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

$$I_o = I_1 - I_2$$

ALTERNATİF ÇEVRE AKIMLARI SEÇİMİ



KGK Çevre I_1

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

KGK Çevre I_2

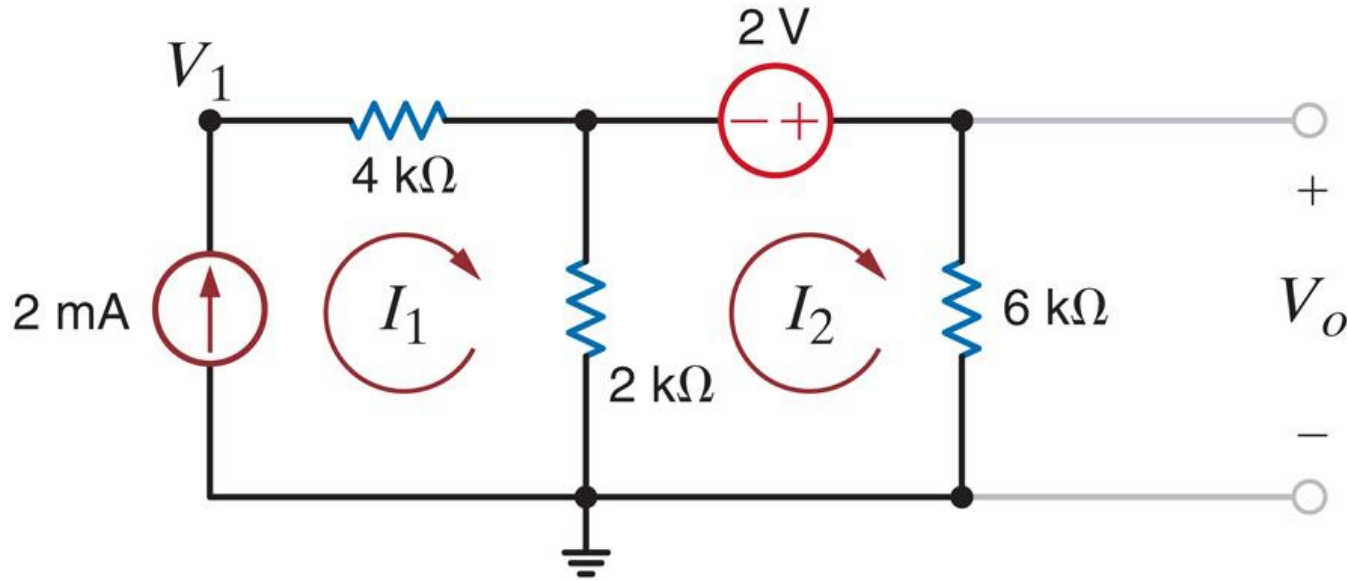
$$-I_2 + 6k(I_1 + I_2) + 3kI_2 + 3 = 0$$

$$I_o = I_1$$

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

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

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



ÇEVRE1 $I_1 = 2\text{mA}$

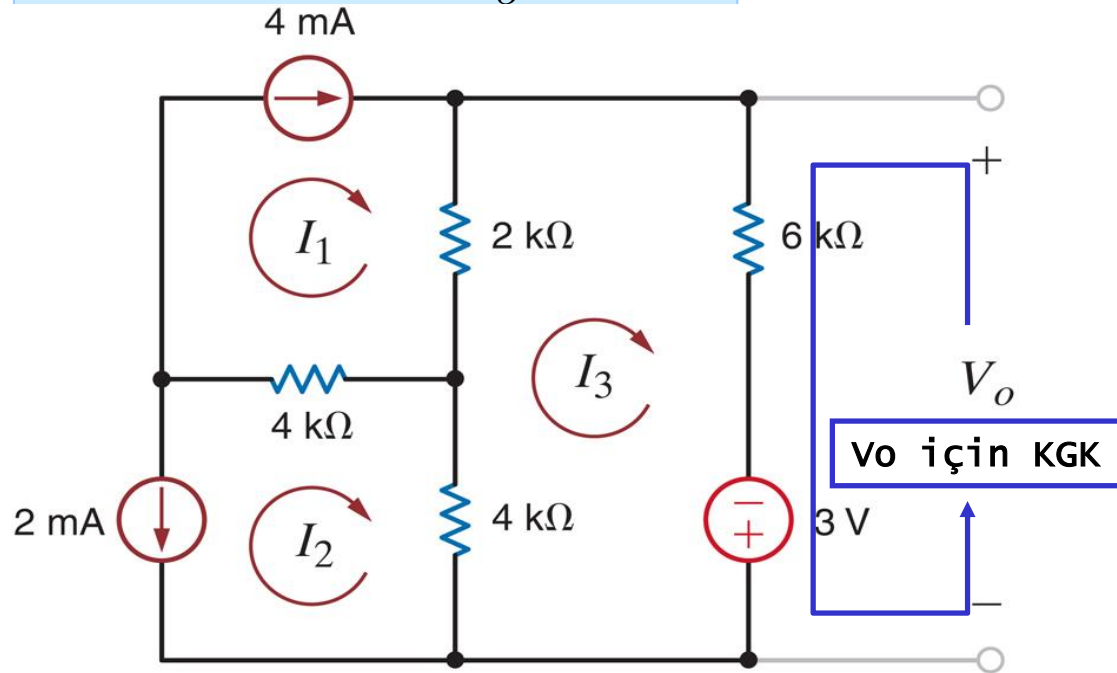
ÇEVRE2 $2k(I_2 - I_1) - 2 + 6kI_2 = 0$

$$-2kI_1 + 8kI_2 = 2V$$

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

ÖRNEK

CEVRE ANALİZİ İLE V_o 'I BULUN



İKİ ÇEVRE AKIMI AKIM KAYNAKLARI
TARAFINDAN BELİRLENMEKTEDİR

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

CEVRE 3

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

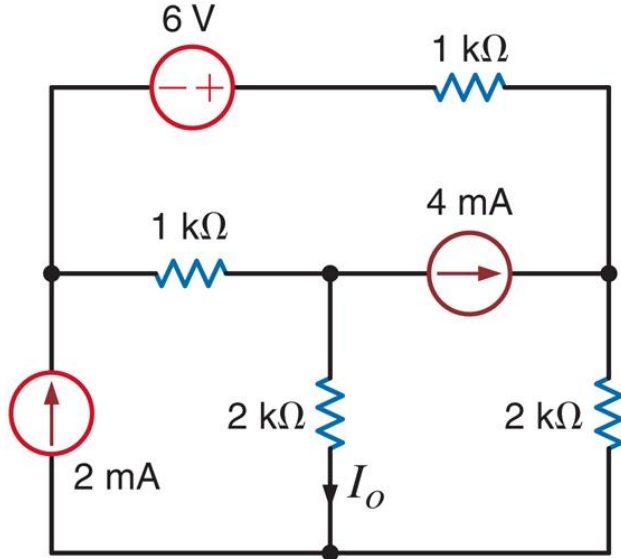
$$-2kI_1 - 4kI_2 + 12kI_3 = 3V$$

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

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

SÜPER ÇEVRE YAKLAŞIMI

I_o akımını bulun



1. ÇEVRE AKIMLARINI SEÇİN

2. AKIM KAYNAKLARINI PAYLAŞAN ÇEVRE AKIMLARINI YAZIN

$$I_2 - I_3 = 4mA$$

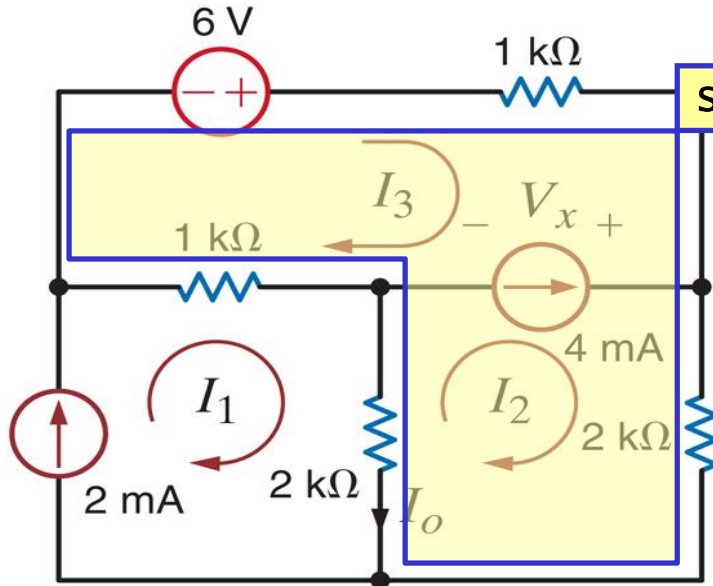
3. DİĞER ÇEVRELER İÇİN DENKLEMLERİ YAZIN

$$I_1 = 2mA$$

4. PAYLAŞILAN AKIM KAYNAĞINI KALDIRARAK SUPERCEVREYİ OLUŞTURUN

5. SÜPER ÇEVRE İÇİN KGK'YI YAZIN

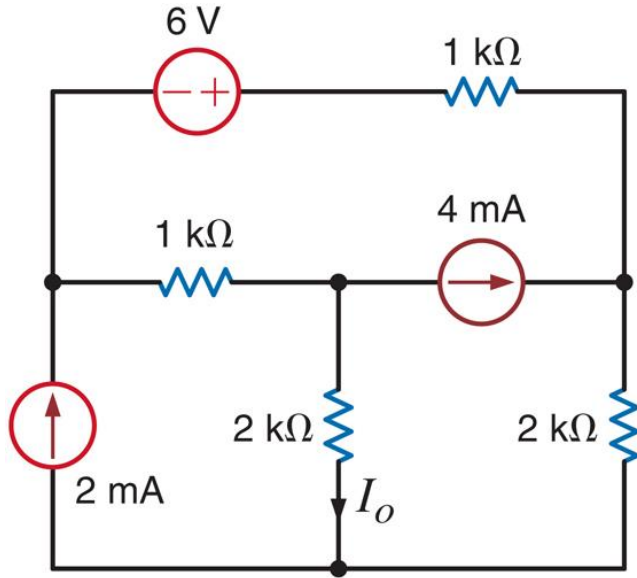
$$-6 + 1kI_3 + 2kI_2 + 2k(I_2 - I_1) + 1k(I_3 - I_1) = 0$$



SÜPER ÇEVRE

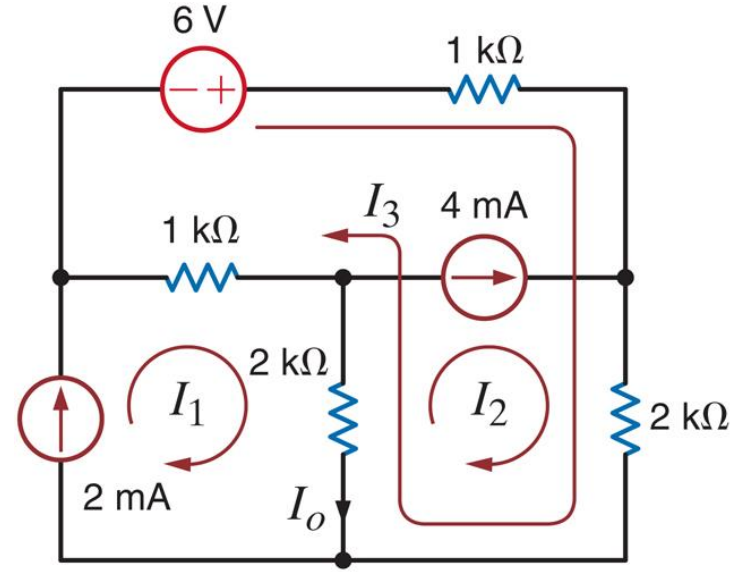
ŞİMDİ ÜÇ BİLİNMEYENLİ ÜÇ DENKLEME SAHİBİZ
MODEL TAMAMLANMIŞTIR.

GENEL ÇEVRE YAKLAŞIMI (Başka bir yaklaşım)



Strateji, akım kaynaklarını paylaşmayan çevre akımlarını tanımlamaktır.

Kolaylık sağlamak için, paylaşılan bir kaynağa ulaşana kadar göz akımları kullanmaya başlayın. Bu noktada, yeni bir çevre tanımlayın.



AKIM KAYNAKLARI OLAN ÇEVRELER İÇİN ÇEVRE DENKLEMLERİ

$$I_1 = 2mA$$

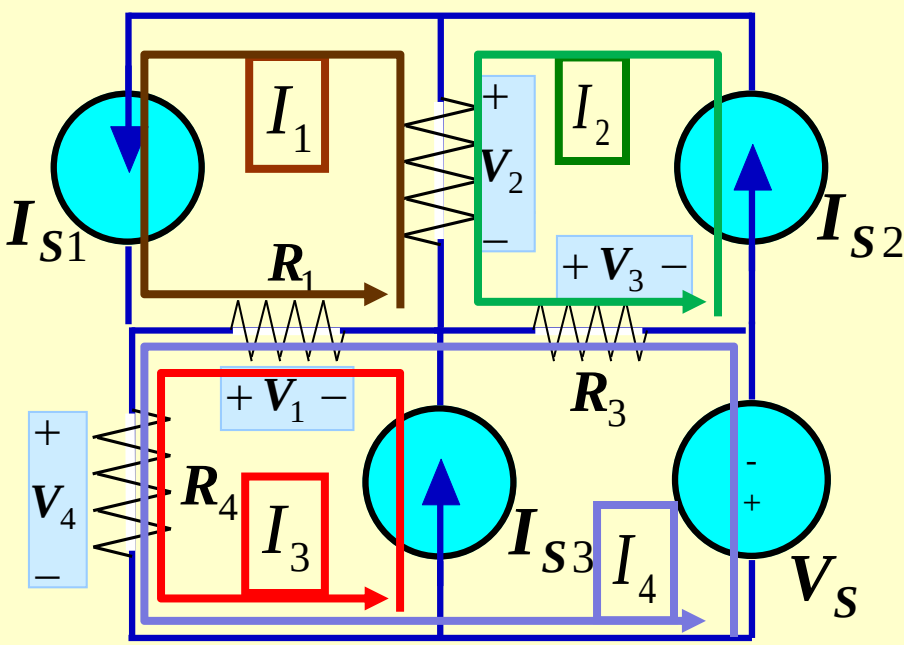
$$I_2 = 4mA$$

ÜÇÜNCÜ ÇEVRE İÇİN ÇEVRE DENKLEMİ

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

Bu yöntem ile elde edilen çevre akımları, superçevre ile elde edilenlerden farklıdır

DİRENÇ UÇLARINDAKİ GERİLİMLERİ BULUN



Üç tane bağımsız akım kaynağı vardır.
Dört tane göz vardır.
Bir akım kaynağı iki göz tarafından paylaşılmaktadır.

Çevre akımlarının dikkatli seçimi, yalnızca bir çevre denklemini gerekli kılmalıdır. Gözler kullanılarak ve herhangi bir akım kaynağını paylaşmayan üç çevre akımı seçilebilir

Şimdi herhangi bir akım kaynağından geçmeyen ve kullanılmayan tüm elemanlardan geçen bir çevre akımına ihtiyacımız var.

AKIM KAYNAKLI ÇEVRELER İÇİN GÖZ DENKLEMLERİ

$$I_1 = I_{S1}$$

$$I_2 = I_{S2}$$

$$I_3 = I_{S3}$$

GERİYE KALAN ÇEVRE İÇİN KGK

$$V_S + R_3(I_4 - I_2) + R_1(I_4 + I_3 - I_1) + R_4(I_4 + I_3) = 0$$

I4 İÇİN ÇÖZÜN.

OHM KANUNU KULLANARAK GERİLİMLERİ BULUN

$$V_1 = R_1(I_1 - I_3 - I_4)$$

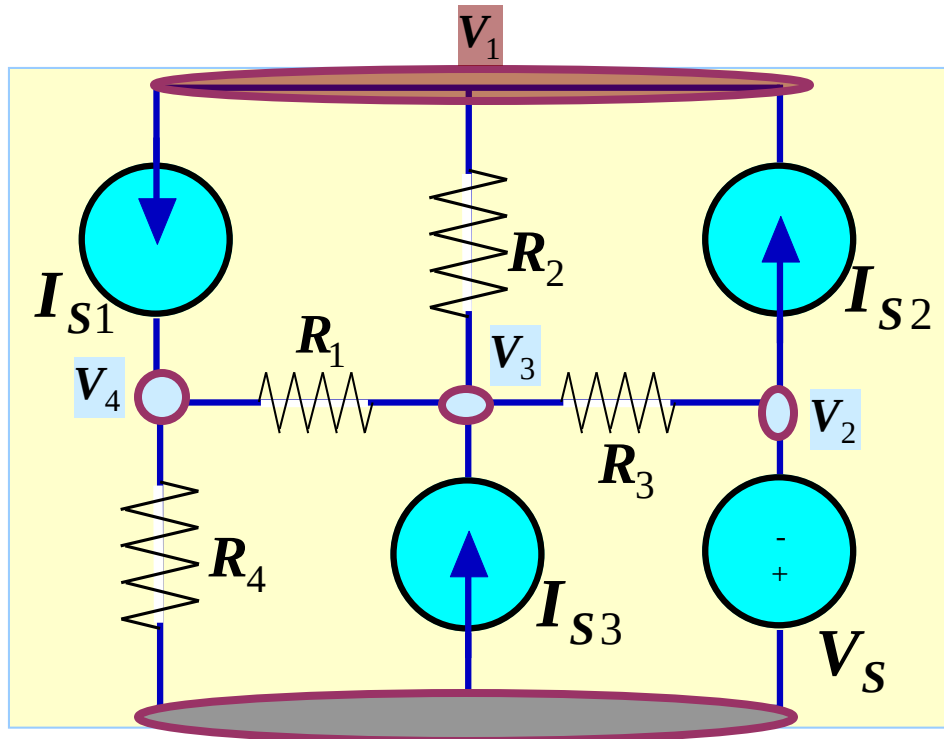
$$V_2 = R_2(I_2 - I_1)$$

$$V_3 = R_3(I_2 - I_4)$$

$$V_4 = R_4(I_3 + I_4)$$

YÖNTEM SEÇİMİ ÜZERİNE BİR YORUM

Aynı problem düğüm analizi ile çözülebilir, ancak üç denklem gerektirir.

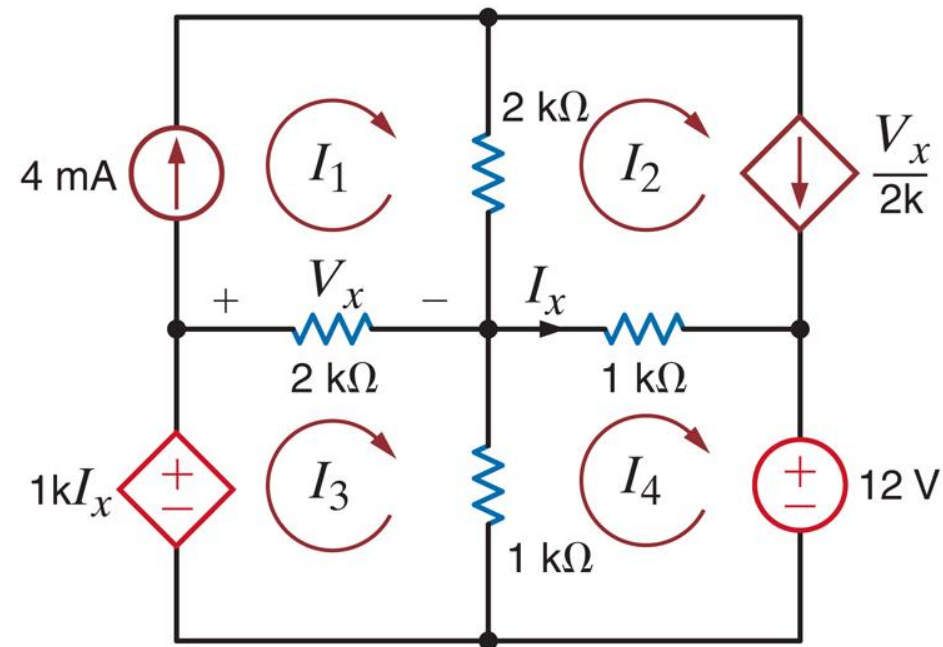


$$V_2 = -V_S$$

$$\frac{V_1 - V_3}{R_2} + I_{S1} - I_{S2} = 0$$

$$-I_{S3} + \frac{V_3 - V_2}{R_3} + \frac{V_3 - V_1}{R_2} + \frac{V_3 - V_4}{R_1} = 0$$

$$-I_{S1} + \frac{V_4}{R_4} + \frac{V_4 - V_3}{R_1} = 0$$



DENKLEMLERİ BİRLEŞTİRİN
1k'YA BÖLÜN

$$I_1 = 4$$

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

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

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

$$I_1 = 4mA$$

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

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

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

KONTROL DEĞİSKENLERİ

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

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

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

» V=[4;0;8;12]

V =

4
0
8
-12

CEVAP

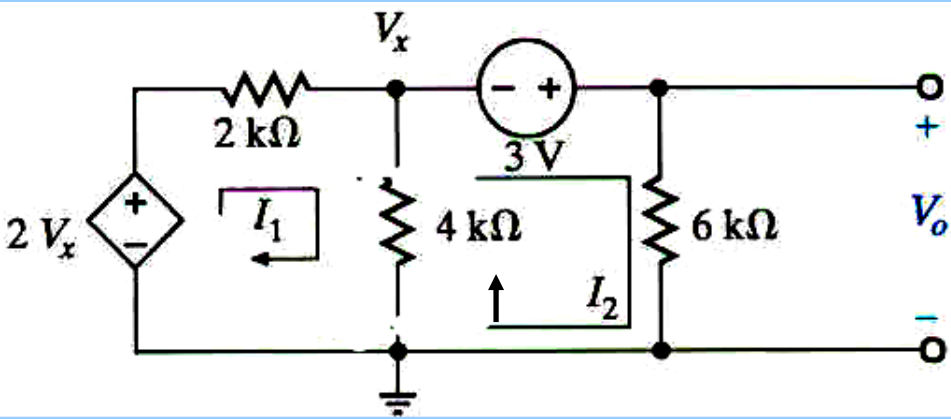
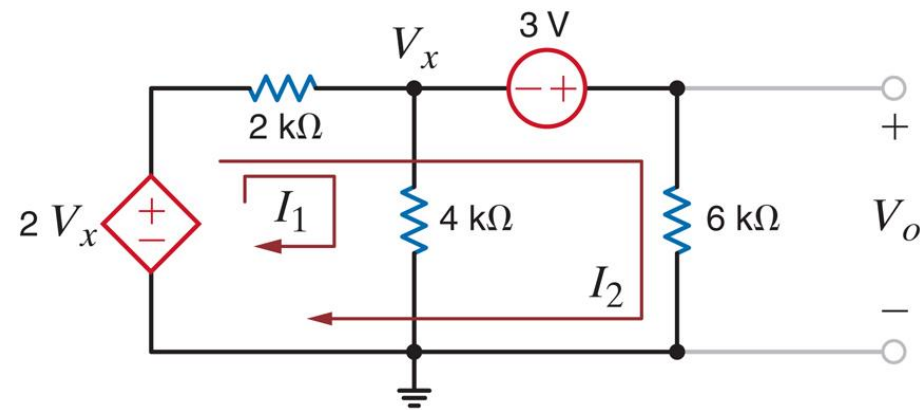
Cevaplar mA dir

» I=V/R

I =

4
-6
-2
-10

BAĞIMLI KAYNAKLI DEVRELER V_o 'ı Bulun



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

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

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 CİNSİNDE YAZIN

$V_x = 4k(I_1 - I_2)$

ve çözüm...

$V_x = 4kI_1$

$-2kI_1 + 4kI_2 = 0$

YENİDEN DÜZENLE

$-6kI_1 + 6kI_2 = 0$

$-4kI_1 + 10kI_2 = 3$

$-6kI_1 + 8kI_2 = 3$

$I_1 = 3mA, I_2 = 1.5mA$

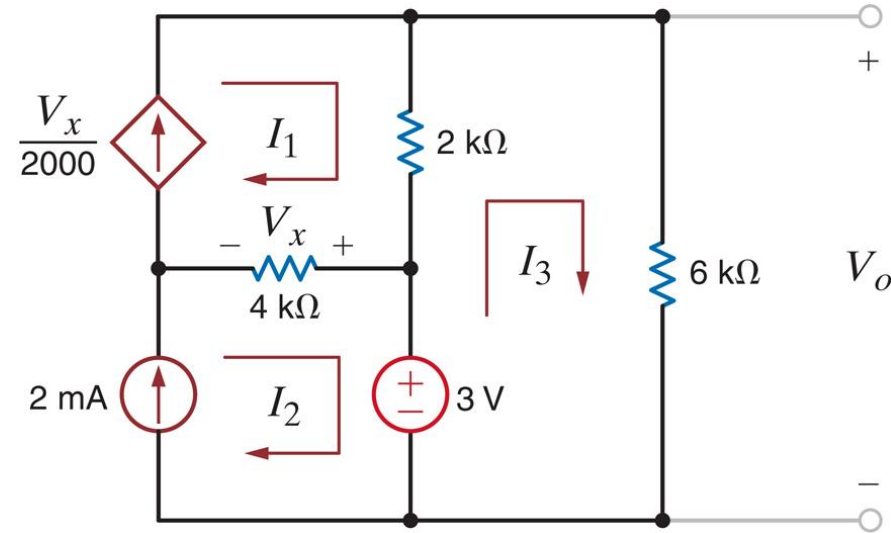
ÇÖZÜMLER

$I_1 = 1.5mA, I_2 = 1.5mA$

$V_o = 6kI_2 = 9[V]$

Çevre akımlarının uygun seçimi V_o 'ın ve V_x 'in hesaplanmasını basitleştirir

BAĞIMLI AKIM KAYNAKLI DEVRELER



Akım kaynaklı gözlerin denklemleri

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

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

Diğer çevre için KKG uygula.

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

Kontrol değişkenini (V_x),
çevre akımları cinsinden yaz

$$V_x = 4k(I_1 - I_2)$$

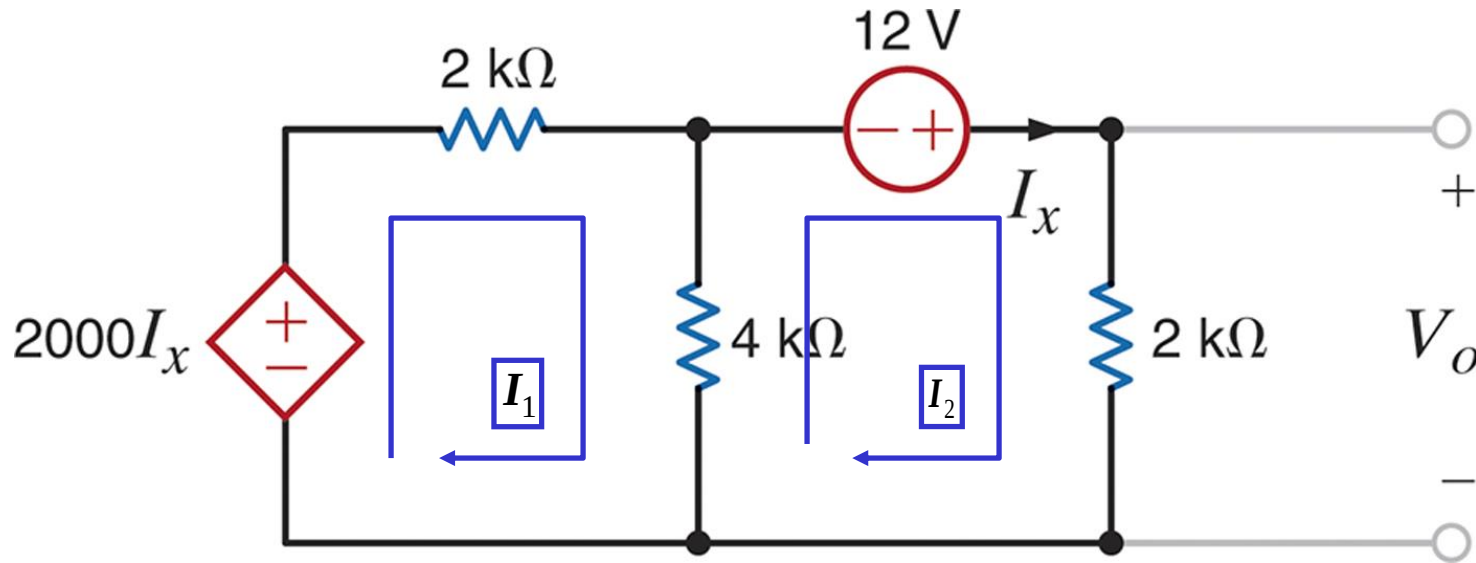
DENKLEM YENİDEN DÜZENLENDİĞİNDE

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

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

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

ÇEVRE ANALİZİ İLE V_o 'I BULUN



GÖZ AKIMLARINI ÇİZİN.

GÖZ DENKLEMLERİNİ YAZIN.

$$\text{GÖZ 1: } -2kI_x + 2kI_1 + 4k(I_1 - I_2) = 0$$

$$\text{GÖZ 2: } -12 + 2kI_2 + 4k(I_2 - I_1) = 0$$

ÇEVRE AKIMLARI CİNSİNDEN
KONTROL DEĞİŞKENİ

$$I_x = I_2$$

YERİNE YAZIP YENİDEN DÜZENLEYİN

$$6kI_1 - 6kI_2 = 0$$

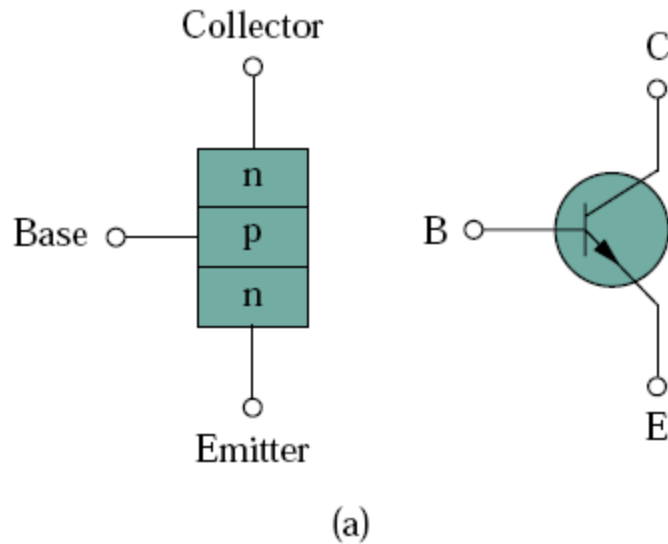
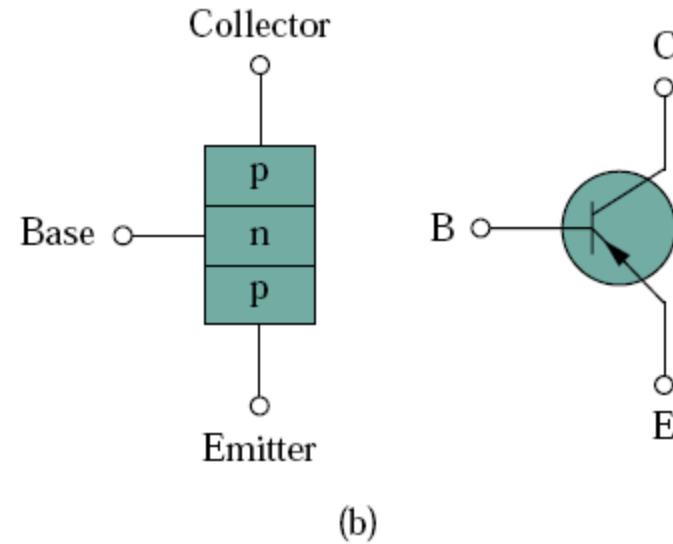
$$-4kI_1 + 6kI_2 = 12$$

I_2 İÇİN ÇÖZÜN

$$2kI_2 = 12 \Rightarrow I_2 = 6mA$$

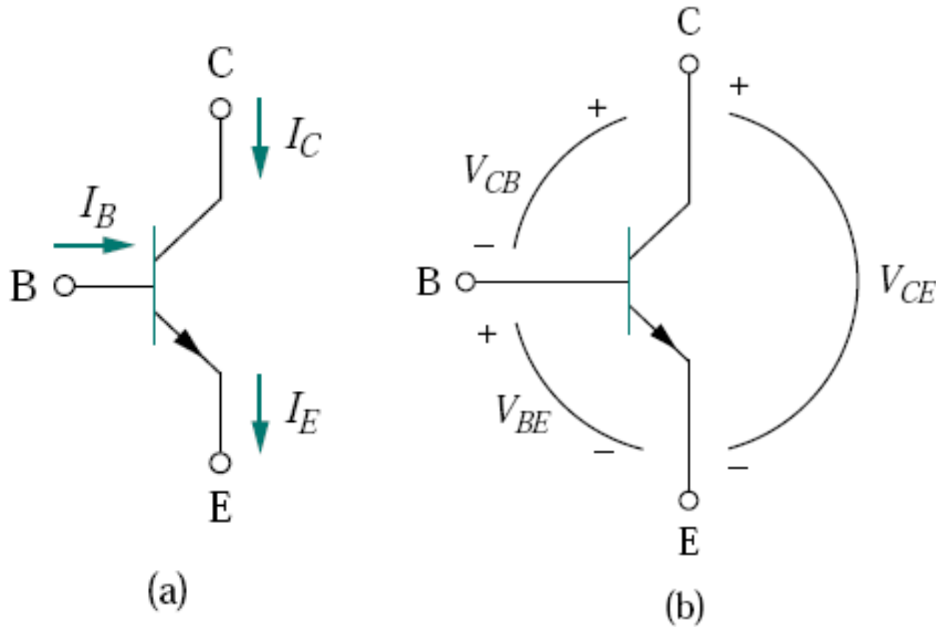
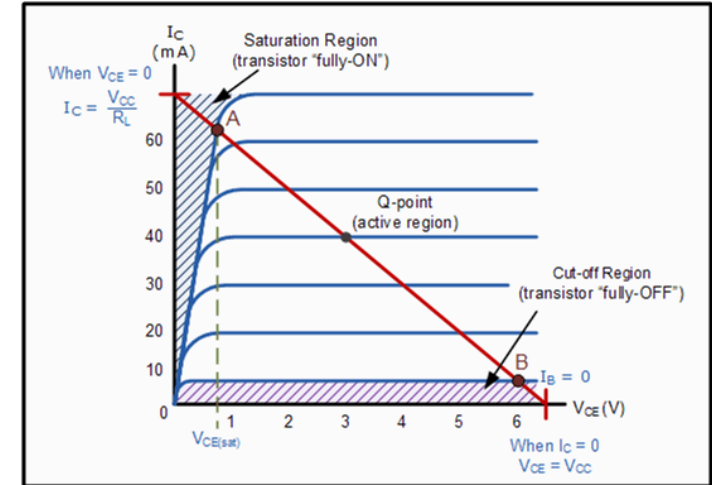
$$V_o = 2kI_2 = 12[V]$$

D.A. Transistör Devreleri



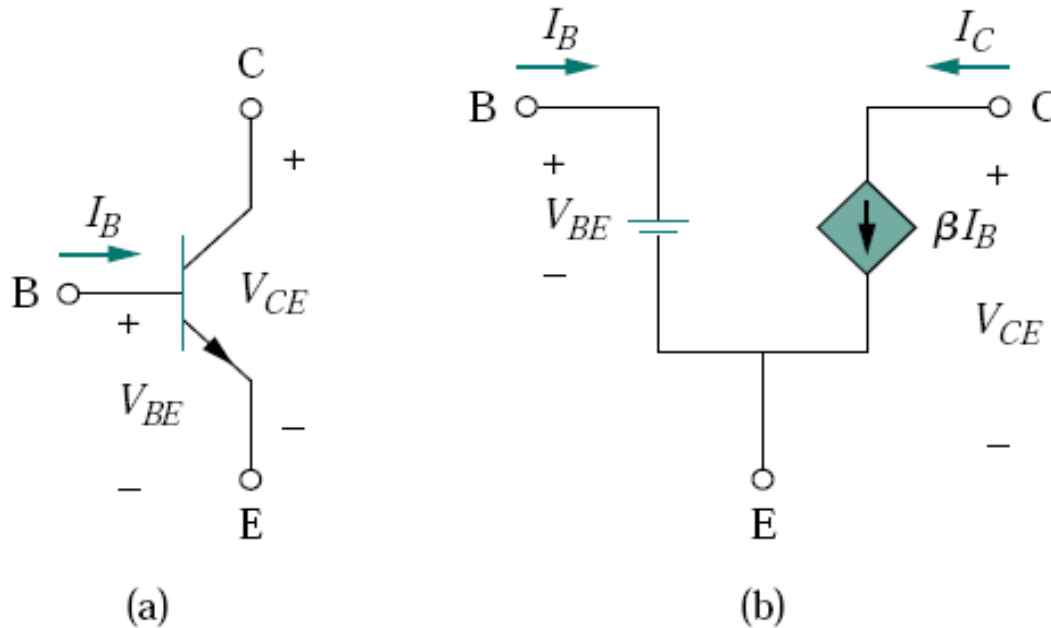
İki tip BJT Transistör ve devre sembolleri
(a) NPN (b) PNP

D.A. Transistörlü Devreler



NPN tip BJT Transistörün uç değişkenleri
(a) akımlar (b) gerilimler

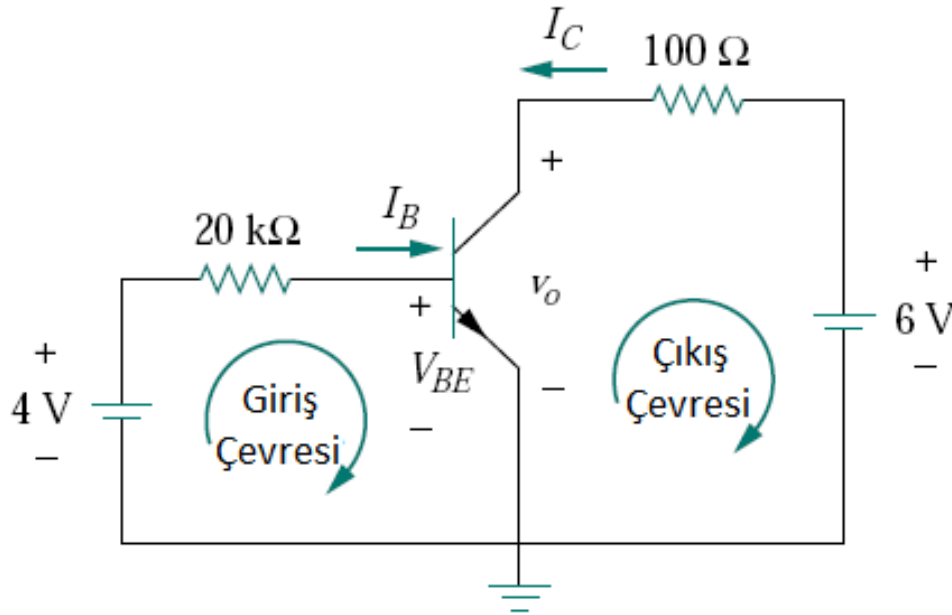
D.A. Transistörlü Devreler



(a) NPN Transistör (b) D.A. eşdeğer devre modeli

Örnek-1

Şekildeki devrede transistörün aktif bölgede çalıştığını ve $\beta=50$ olduğunu varsayarak, I_B , I_C ve v_o değerlerini bulunuz



Örnek-1, Çözüm

Giriş çevresine KGK uygulandığında

$$-4 + I_B(20 \times 10^3) + V_{BE} = 0$$

$$V_{BE} = 0.7 \text{ V}$$

$$I_B = \frac{4 - 0.7}{20 \times 10^3} = 165 \mu\text{A}$$

$$I_C = \beta I_B = 50 \times 165 \mu\text{A} = 8.25 \text{ mA}$$

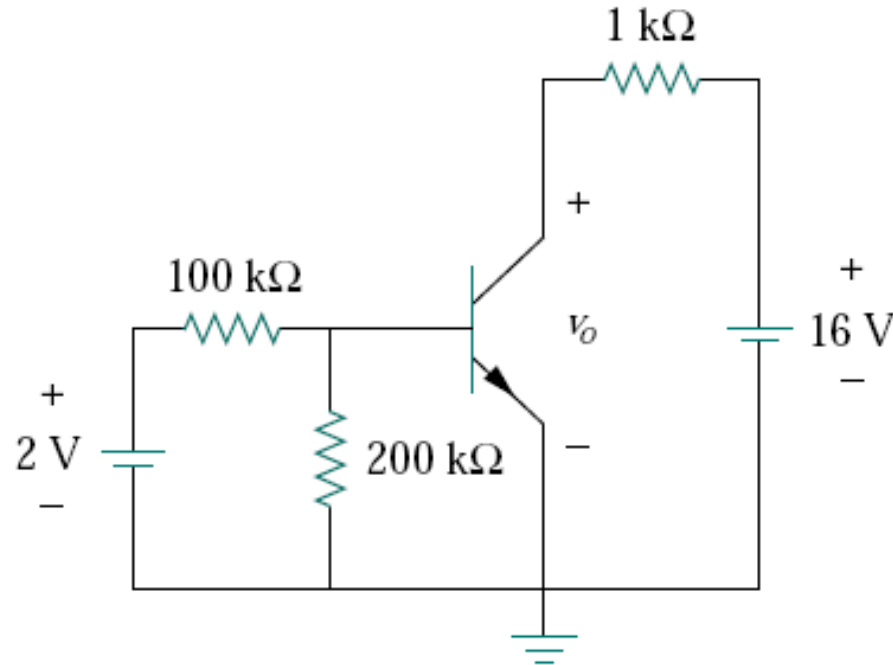
Çıkış çevresine KGK uygulandığında

$$-v_o - 100I_C + 6 = 0$$

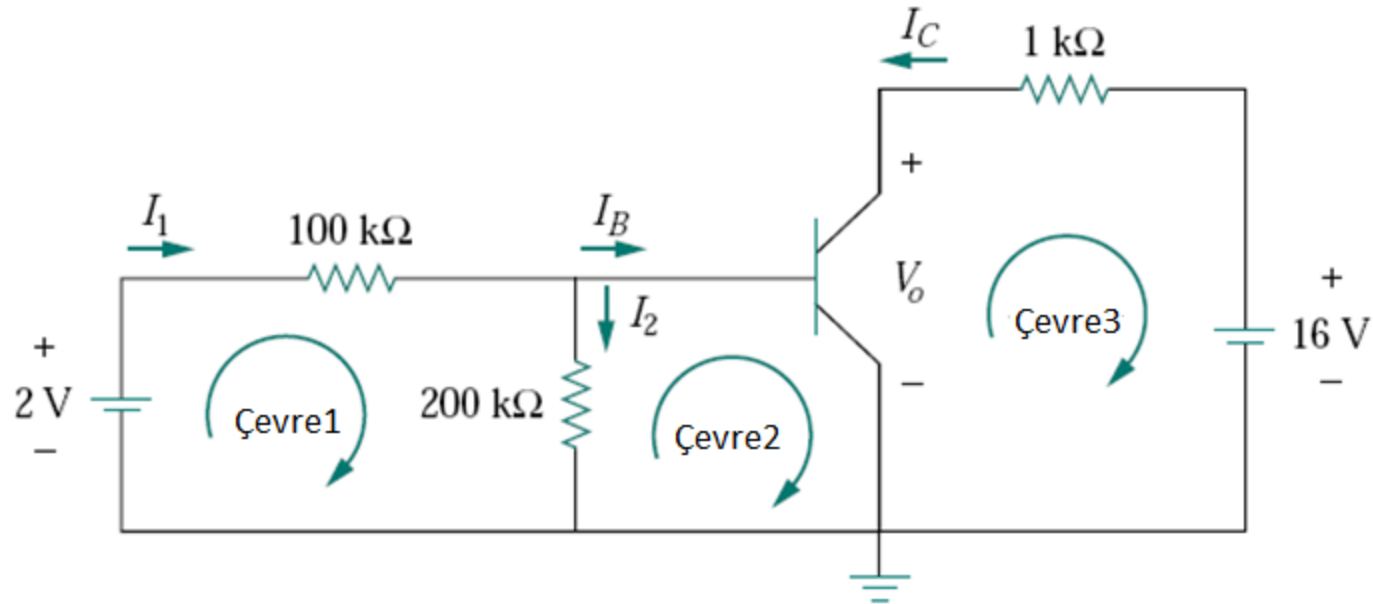
$$v_o = 6 - 100I_C = 6 - 0.825 = 5.175 \text{ V}$$

Örnek-2

Şekildeki transistörlü devrede $\beta=150$ $v_{BE}=0,7V$ olduğunu varsayarak, v_o değerlerini bulunuz.



Örnek-2, çözüm (1. Yaklaşım)



1.Çevreden $2 = 100 \times 10^3 I_1 + 200 \times 10^3 I_2$

2.Çevreden $V_{BE} = 0.7 = 200 \times 10^3 I_2 \quad \Rightarrow \quad I_2 = 3.5 \mu\text{A}$

3.Çevreden $-v_o - 1000 I_C + 16 = 0 \quad \Rightarrow \quad v_o = 16 - 1000 I_C$

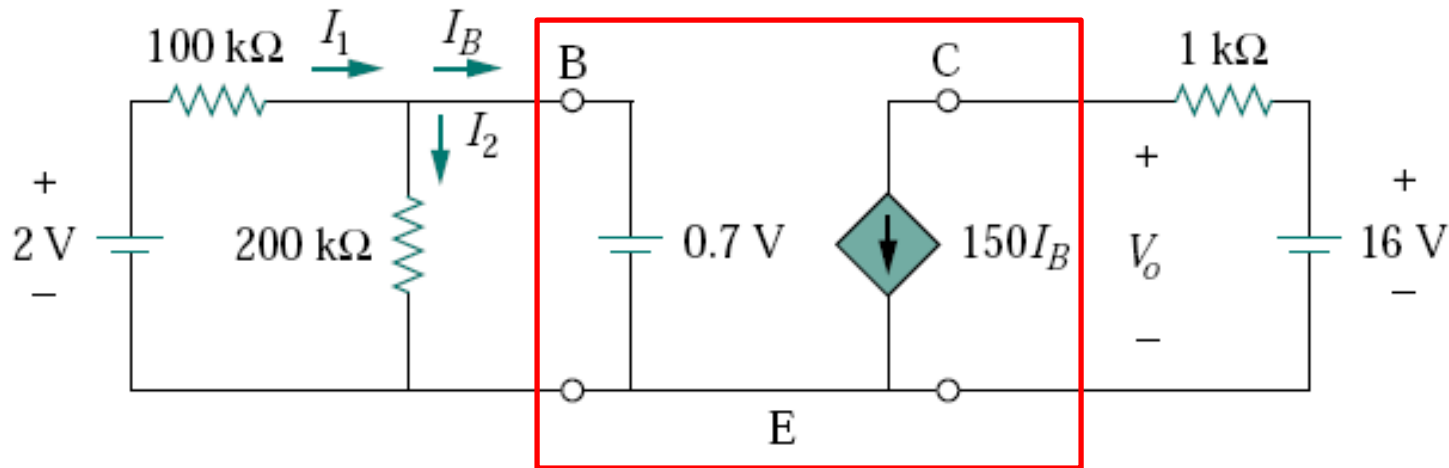
Örnek-2, Çözüm (1. Yaklaşım)

$$I_1 = \frac{2 - 0.7}{100 \times 10^3} = 13 \mu\text{A}, \quad I_B = I_1 - I_2 = 9.5 \mu\text{A}$$

$$I_C = \beta I_B = 150 \times 9.5 \mu\text{A} = 1.425 \text{ mA}$$

$$v_o = 16 - 1.425 = 14.575 \text{ V}$$

Örnek-2, çözüm (2. Yaklaşım)



$$v_o = 16 - 1000(150I_B) \quad (\text{Çıkış çevresinden})$$

$$I_B = I_1 - I_2 = \frac{2 - 0.7}{100 \times 10^3} - \frac{0.7}{200 \times 10^3} = (13 - 3.5) \mu\text{A} = 9.5 \mu\text{A}$$

$$v_o = 16 - 1000(150 \times 9.5 \times 10^{-6}) = 14.575 \text{ V}$$