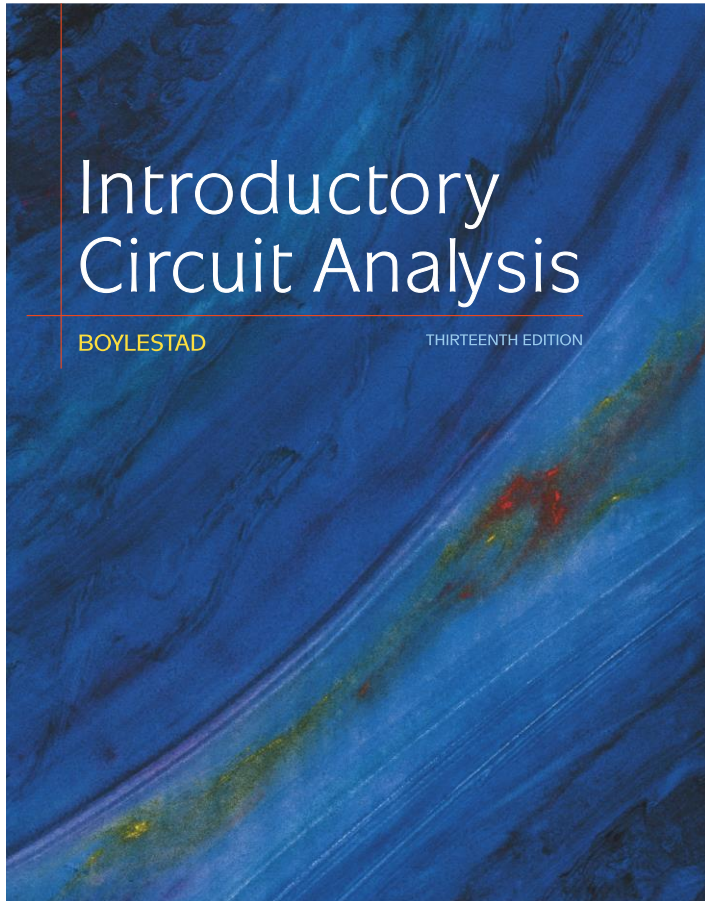


# Devre Analizine Giriş



## BÖLÜM 7

### SERİ VE PARALEL DEVRELER

**BMB2012 – Elektronik Devreler ve Aygıtlar**

**Ders Notları**

**Bursa Uludağ Üniversitesi**

**Bilgisayar Mühendisliği Bölümü**

**2023-2024 Bahar Yarıyılı**

**Çeviren ve Düzenleyen:**

**Prof. Dr. Kemal FİDANBOYLU**

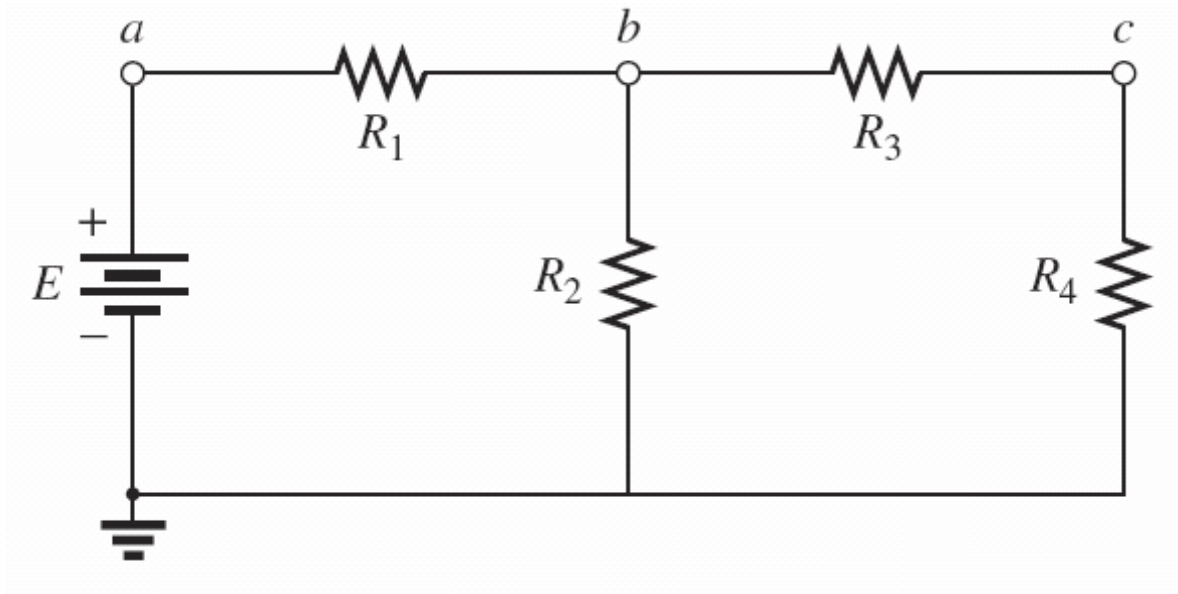
# BÖLÜM HEDEFLERİ

- Seri ve paralel konfigürasyonların benzersiz özellikleri ve herhangi bir bağımsız elemana veya eleman kombinasyonuna giden voltaj, akım veya gücün nasıl hesaplanacağı hakkında bilgi edinmek.
- Gerilim bölücü kaynağı ve onu etkin bir şekilde kullanmak için gereken koşulları öğrenmek.

# GİRİŞ

- Seri ve paralel konfigürasyon, seri ve paralel elemanların bir kombinasyonundan oluşan konfigürasyondur.
- Karmaşık bir konfigürasyon, elemanların hiçbirinin seri veya paralel olmadığı bir konfigürasyondur.

# SERİ VE PARALEL ŞEBEKELER (1)



**Şekil 7.1** *Seri ve paralel dc devresi.*

# SERİ VE PARALEL ŞEBEKELER (2)

- **Genel Yaklaşım (1):**

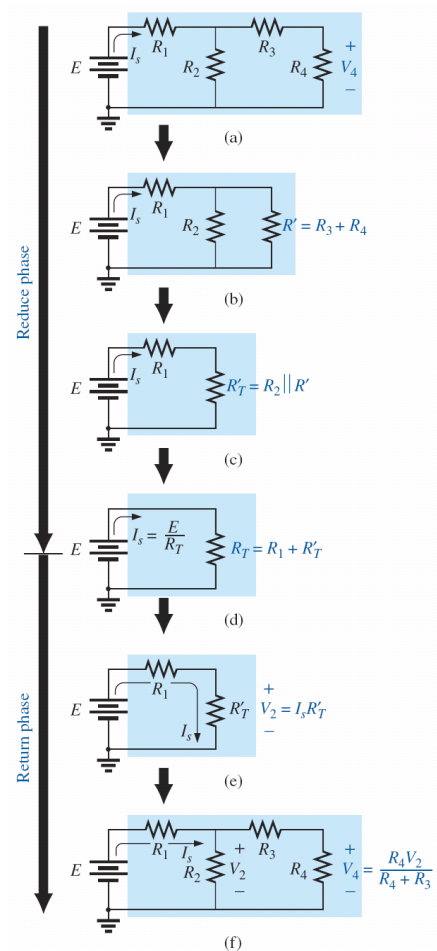
1. Önce problemi inceleyin ve kullanmayı planladığınız genel yaklaşımın kısa bir zihinsel taslağını oluşturun. Bunun neticesinde, zaman ve efor tasarrufu sağlayan kısa yollar keşfedebilirsiniz.
2. Seri ve paralel kombinasyonlarda birbirine bağlamadan önce şebekenin her bölgesini bağımsız olarak inceleyin. Bu genellikle şebekeyi basitleştirir ve muhtemelen bir veya daha fazla istenen bilinmeyi elde etmeye yönelik doğrudan bir yaklaşımı ortaya çıkarır. Sistematiğin olmamasından kaynaklanabilecek hataların birçoğunu da ortadan kaldırır.

# SERİ VE PARALEL ŞEBEKELER (3)

- **Genel Yaklaşım (2):**

3. Açıklığı korumak için devreyi mümkün olduğunca indirgenmiş branşlar ve bilinmeyen değişkenlerle yeniden çizin. Bunu yaparken bilinmeyen değişkenlerde değişiklik olmamasına dikkat edin.
4. Bir çözüm elde ettiğinizde, enerji kaynağının ve devredeki elemanların büyüklüklerini göz önünde bulundurarak makul olup olmadığını kontrol edin. Mantıklı gelmiyorsa ya başka bir yaklaşım kullanarak devreyi çözün ya da hesaplamalarınızı gözden geçirin.

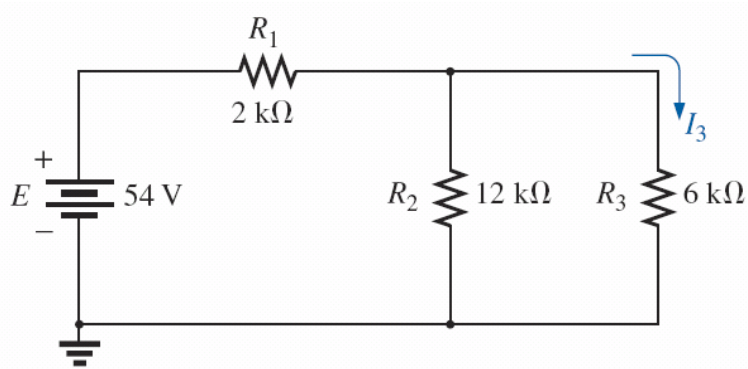
# İNDİRGE VE GERİ DÖN YAKLAŞIMI (1)



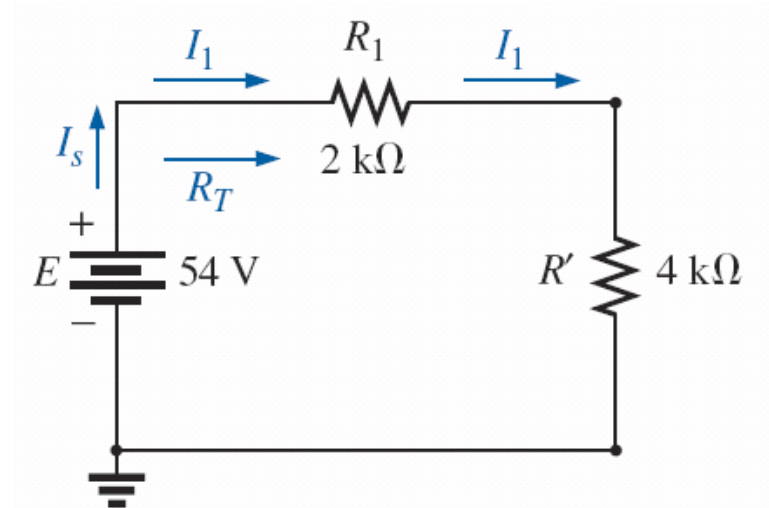
**Şekil 7.2** İndirge ve geri dön yaklaşımının tanıtılması.

# İNDİRGE VE GERİ DÖN YAKLAŞIMI (2)

- **Örnek 7.1:** Şekil 7.3'deki seri ve paralel devre için  $I_3$  akımını bulun.



**Şekil 7.3** Örnek 7.1 için seri ve paralel devre.



**Şekil 7.4** Şekil 7.3'teki  $R_2$  ve  $R_3$  dirençlerinin paralel eşdeğer dirençle değiştirilmesi.



# İNDİRGE VE GERİ DÖN YAKLAŞIMI (3)

- **Çözüm:**

$$R' = R_2 \parallel R_3 = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{(12 \text{ k}\Omega)(6 \text{ k}\Omega)}{12 \text{ k}\Omega + 6 \text{ k}\Omega} = 4 \text{ k}\Omega$$

$$R_T = R_1 + R' = 2 \text{ k}\Omega + 4 \text{ k}\Omega = 6 \text{ k}\Omega$$

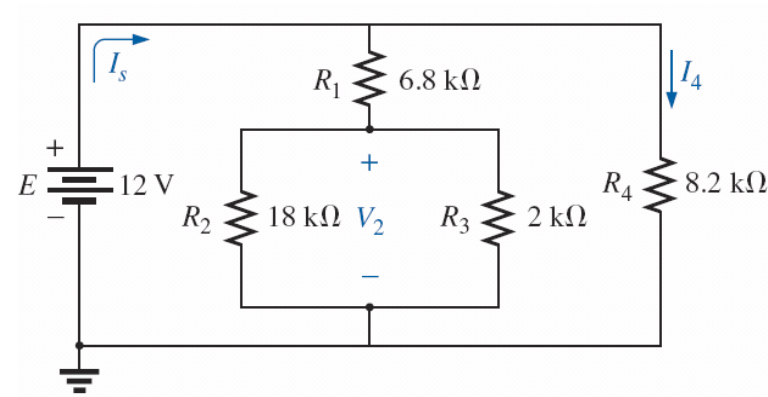
$$I_s = \frac{E}{R_T} = \frac{54 \text{ V}}{6 \text{ k}\Omega} = 9 \text{ mA}$$

$$I_1 = I_s = 9 \text{ mA}$$

$$I_3 = \left( \frac{R_2}{R_2 + R_3} \right) I_1 = \left( \frac{12 \text{ k}\Omega}{12 \text{ k}\Omega + 6 \text{ k}\Omega} \right) 9 \text{ mA} = \mathbf{6 \text{ mA}}$$

# İNDİRGE VE GERİ DÖN YAKLAŞIMI (4)

- **Örnek 7.2:** Şekil 7.5'deki devre için:  
(a)  $I_4$  ve  $I_s$  akımları ile  $V_2$  voltajını bulun.  
(b)  $I_4$  akımını ve  $V_2$  voltajını ölçmek için ohmmetre takın.



**Şekil 7.5** Örnek 7.2 için seri ve paralel devre.

# İNDİRGE VE GERİ DÖN YAKLAŞIMI (5)

- **Çözüm: (a)**

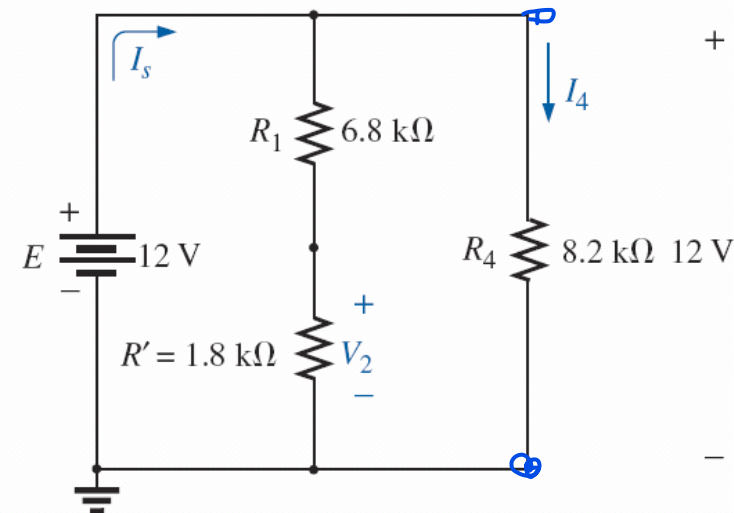
$$R' = R_2 \parallel R_3 = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{(18 \text{ k}\Omega)(2 \text{ k}\Omega)}{18 \text{ k}\Omega + 2 \text{ k}\Omega} = 1.8 \text{ k}\Omega$$

$$I_4 = \frac{V_4}{R_4} = \frac{E}{R_4} = \frac{12 \text{ V}}{8.2 \text{ k}\Omega} = 1.46 \text{ mA}$$

$$V_2 = \left( \frac{R'}{R' + R_1} \right) E = \left( \frac{1.8 \text{ k}\Omega}{1.8 \text{ k}\Omega + 6.8 \text{ k}\Omega} \right) 12 \text{ V} = 2.51 \text{ V}$$

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + R'} = \frac{12 \text{ V}}{6.8 \text{ k}\Omega + 1.8 \text{ k}\Omega} = 1.40 \text{ mA}$$

$$I_s = I_1 + I_4 = 1.40 \text{ mA} + 1.46 \text{ mA} = 2.86 \text{ mA}$$



**Şekil 7.6**  $R_2$  ve  $R_3$  paralel direnç kombinasyonunun eşdeğer direnç  $R'$  ile değiştirilmesinden sonra Şekil 7.5'teki devrenin şematik gösterimi.



# BLOK DİYAGRAM YAKLAŞIMI (1)

- Elemanların gruplandırılması en doğrudan yaklaşımı ortaya çıkardığında, her bir gruptaki ayrı bileşenlerin etkisini inceleyebilirsiniz.
- Bu eleman gruplandırmasına blok diyagram yaklaşımı denir.

# BLOK DİYAGRAM YAKLAŞIMI (2)

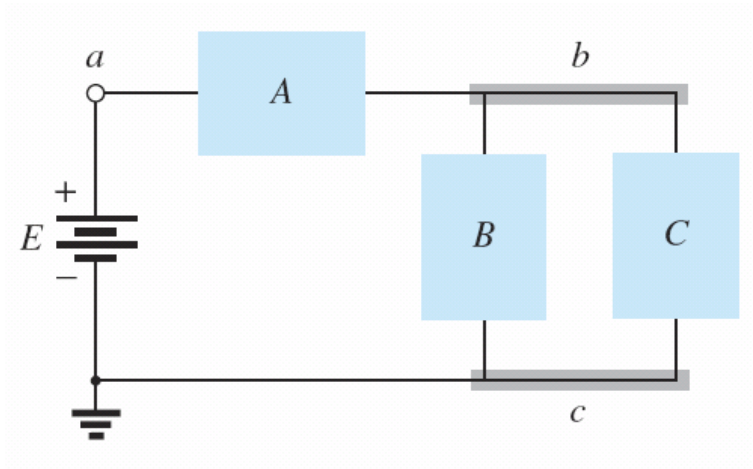
- Seri dirençler  $R_1$  ve  $R_2$  için, aşağıda gösterildiği gibi alt simge gösterimleri arasına bir virgöl eklenir:

$$R_{1,2} = R_1 + R_2$$

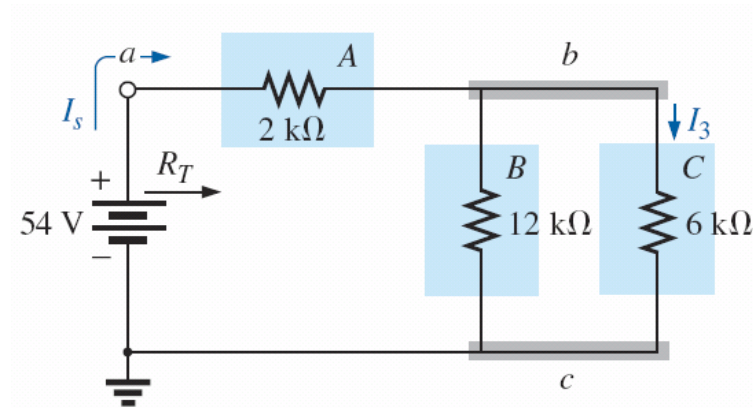
- Paralel dirençler  $R_1$  ve  $R_2$  için, paralel sembol, onların indisli gösterimleri arasına aşağıdaki gibi eklenir:

$$R_{1\parallel 2} = R_1 \parallel R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

# BLOK DİYAGRAM YAKLAŞIMI (3)



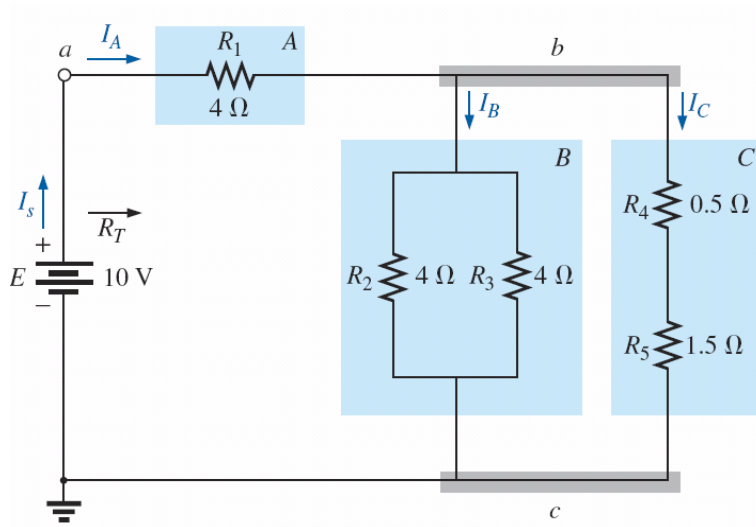
**Şekil 7.8** Blok diyagram yaklaşımının tanıtılması.



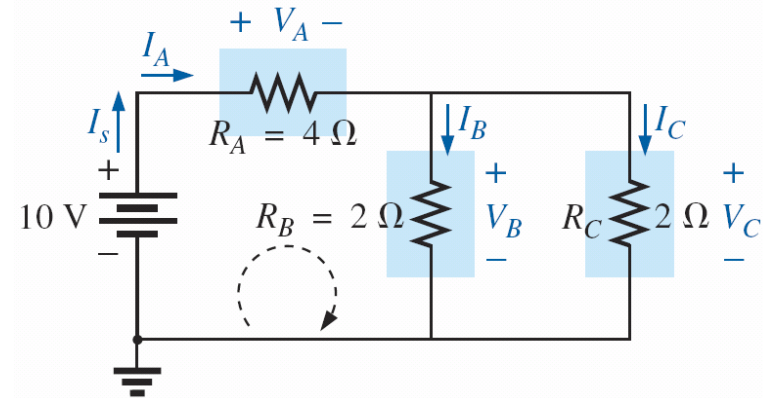
**Şekil 7.9** Şekil 7.3'ün blok diyagram formatı.

# BLOK DİYAGRAM YAKLAŞIMI (4)

- **Örnek 7.3:** Şekil 7.10'daki devrede tüm akım ve gerilimleri bulun.



**Şekil 7.10** Örnek 7.3.



**Şekil 7.11** Şekil 7.10'un indirgenmiş karşılığı.



# BLOK DİYAGRAM YAKLAŞIMI (5)

- Çözüm:

$$A: R_A = 4 \Omega$$

$$B: R_B = R_2 \parallel R_3 = R_{2 \parallel 3} = \frac{R}{N} = \frac{4 \Omega}{2} = 2 \Omega$$

$$C: R_C = R_4 + R_5 = R_{4,5} = 0.5 \Omega + 1.5 \Omega = 2 \Omega$$

$$I_A = I_s = 2 \text{ A}$$

$$I_B = I_C = \frac{I_A}{2} = \frac{I_s}{2} = \frac{2 \text{ A}}{2} = 1 \text{ A}$$

$$V_A = I_A R_A = (2 \text{ A})(4 \Omega) = 8 \text{ V}$$

$$V_B = I_B R_B = (1 \text{ A})(2 \Omega) = 2 \text{ V}$$

$$V_C = V_B = 2 \text{ V}$$

$$R_{B \parallel C} = \frac{R}{N} = \frac{2 \Omega}{2} = 1 \Omega$$

$$\begin{aligned} R_T &= R_A + R_{B \parallel C} \\ &= 4 \Omega + 1 \Omega = 5 \Omega \end{aligned}$$

$$I_s = \frac{E}{R_T} = \frac{10 \text{ V}}{5 \Omega} = 2 \text{ A}$$

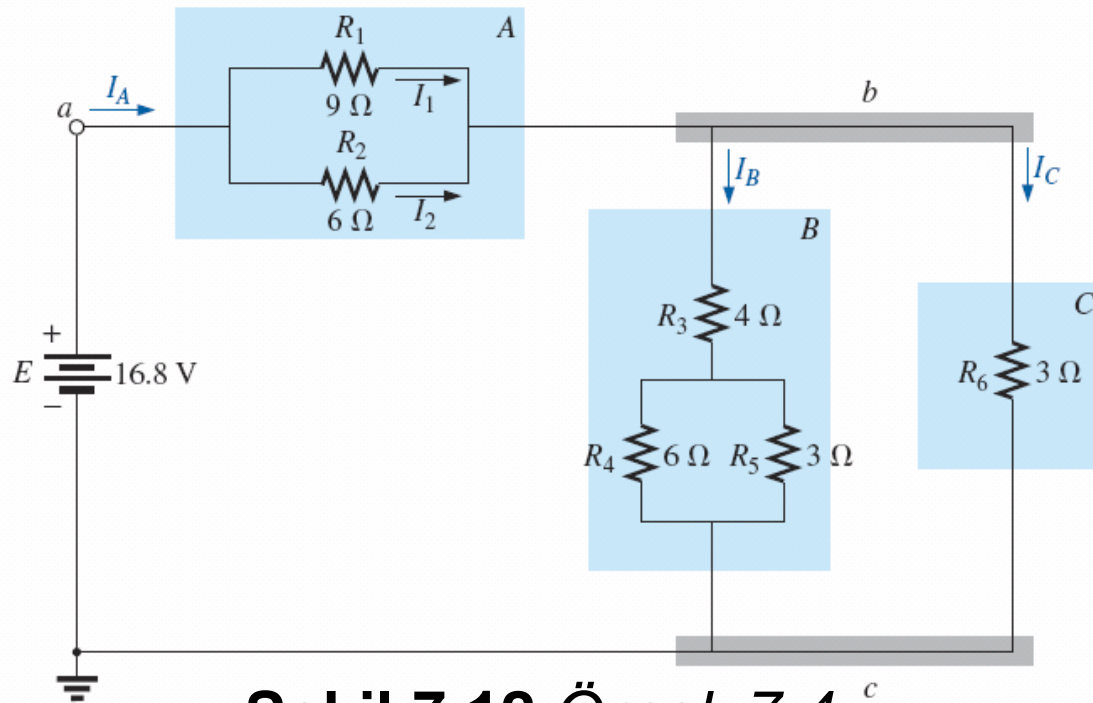
$$I_{R_2} = I_{R_3} = \frac{I_B}{2} = 0.5 \text{ A}$$

$$\sum_{\text{C}} V = E - V_A - V_B = 0$$

$$E = E_A + V_B = 8 \text{ V} + 2 \text{ V}$$

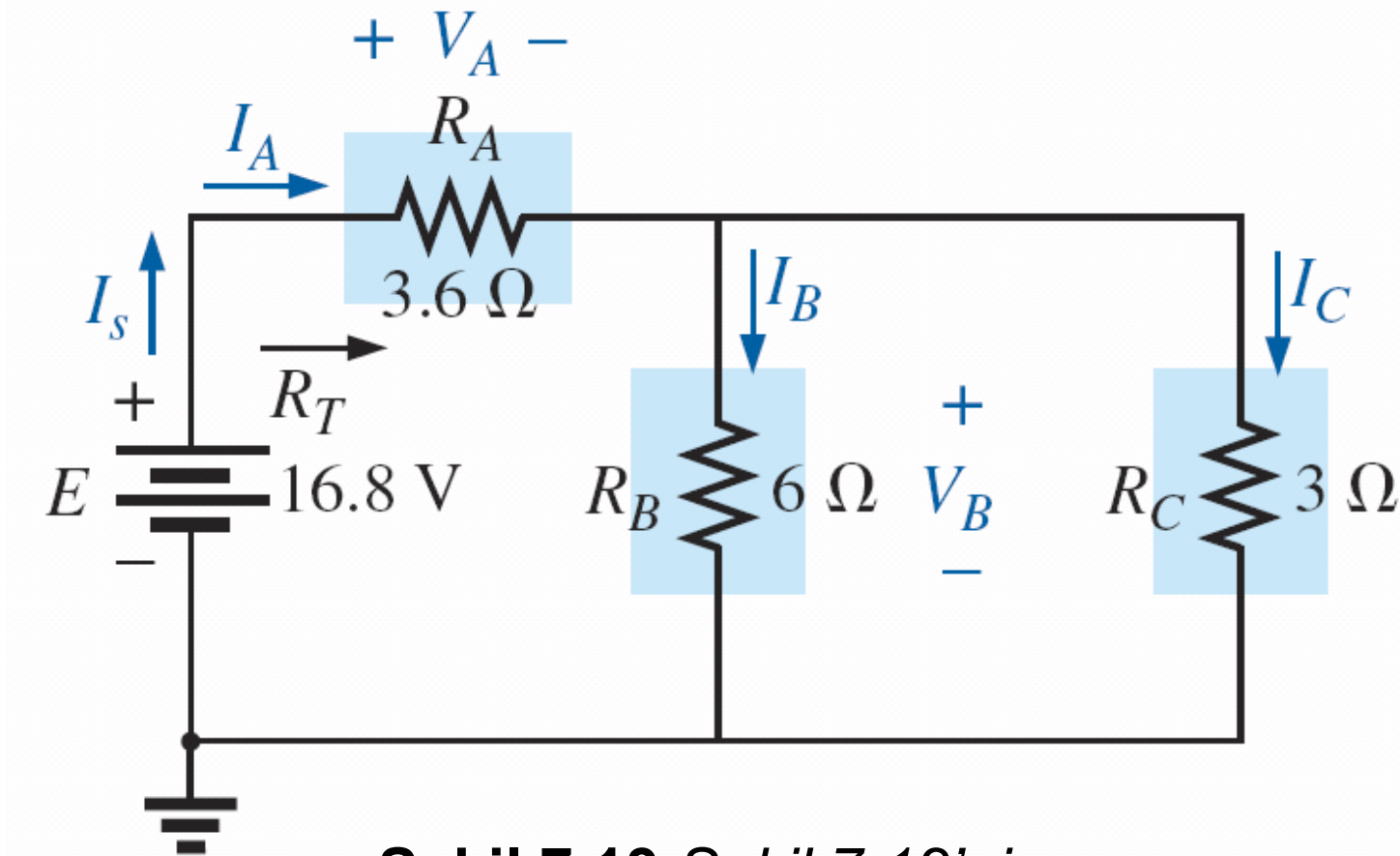
# BLOK DİYAGRAM YAKLAŞIMI (6)

- **Örnek 7.4:** Şekil 7.8'in bir diğer olası varyasyonu Şekil 7.12'de görülmektedir. Tüm akımları ve gerilimleri belirleyin.



Şekil 7.12 Örnek 7.4.

# BLOK DİYAGRAM YAKLAŞIMI (7)



**Şekil 7.13** Şekil 7.12'nin  
indirgenmiş hali.

# BLOK DİYAGRAM YAKLAŞIMI (8)

- Çözüm:

$$R_A = R_{1\parallel 2} = \frac{(9\ \Omega)(6\ \Omega)}{9\ \Omega + 6\ \Omega} = \frac{54\ \Omega}{15} = 3.6\ \Omega$$

$$R_B = R_3 + R_{4\parallel 5} = 4\ \Omega + \frac{(6\ \Omega)(3\ \Omega)}{6\ \Omega + 3\ \Omega} = 4\ \Omega + 2\ \Omega = 6\ \Omega$$

$$R_C = 3\ \Omega$$

$$I_B = \frac{R_C I_A}{R_C + R_B} = \frac{(3\ \Omega)(3\ \text{A})}{3\ \Omega + 6\ \Omega} = \frac{9\ \text{A}}{9} = 1\ \text{A}$$

$$V_A = I_A R_A = (3\ \text{A})(3.6\ \Omega) = 10.8\ \text{V}$$

$$V_B = I_B R_B = V_C = I_C R_C = (2\ \text{A})(3\ \Omega) = 6\ \text{V}$$

$$I_1 = \frac{R_2 I_A}{R_2 + R_1} = \frac{(6\ \Omega)(3\ \text{A})}{6\ \Omega + 9\ \Omega} = \frac{18\ \text{A}}{15} = 1.2\ \text{A}$$

$$\begin{aligned} R_T &= R_A + R_{B\parallel C} = 3.6\ \Omega + \frac{(6\ \Omega)(3\ \Omega)}{6\ \Omega + 3\ \Omega} \\ &= 3.6\ \Omega + 2\ \Omega = 5.6\ \Omega \end{aligned}$$

$$I_s = \frac{E}{R_T} = \frac{16.8\ \text{V}}{5.6\ \Omega} = 3\ \text{A}$$

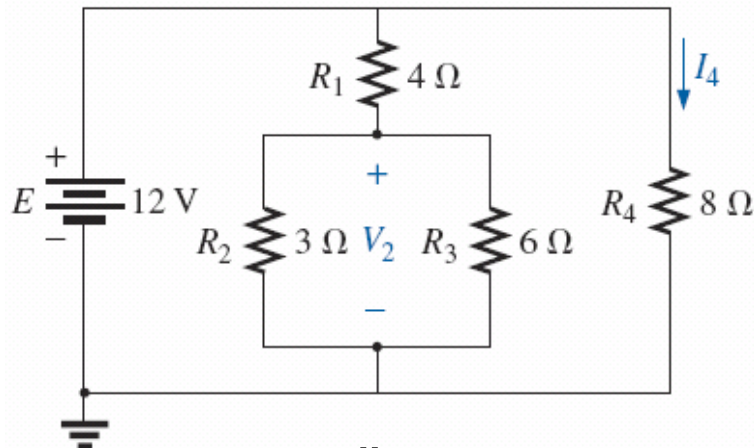
$$I_A = I_s = 3\ \text{A}$$

$$I_C = I_A - I_B = 3\ \text{A} - 1\ \text{A} = 2\ \text{A}$$

$$I_2 = I_A - I_1 = 3\ \text{A} - 1.2\ \text{A} = 1.8\ \text{A}$$

# AÇIKLAYICI ÖRNEKLER (1)

- **Örnek 7.5:** Blok diyagram yaklaşımını kullanarak Şekil 7.14'teki devre için  $I_4$  akımını ve  $V_2$  voltajını bulun.
- **Çözüm:**



Şekil 7.14 Örnek 7.5.

$$I_4 = \frac{E}{R_B} = \frac{E}{R_4} = \frac{12 \text{ V}}{8 \Omega} = 1.5 \text{ A}$$

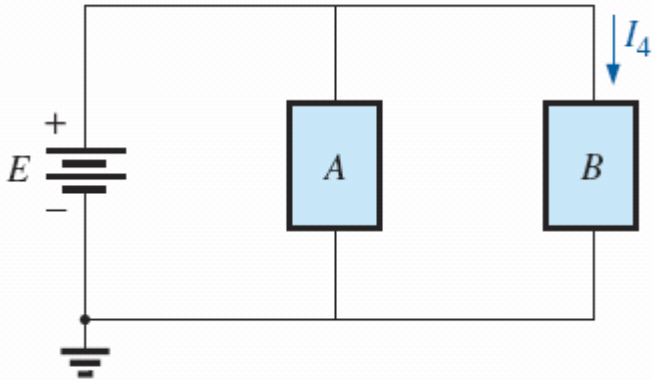
$$R_D = R_2 \parallel R_3 = 3 \Omega \parallel 6 \Omega = \frac{(3 \Omega)(6 \Omega)}{3 \Omega + 6 \Omega} = \frac{18 \Omega}{9} = 2 \Omega$$

$$R_C = R_1$$

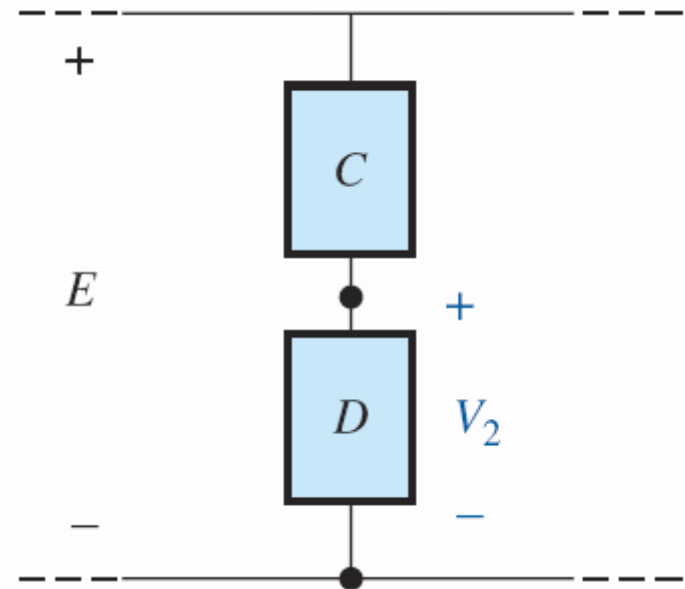
$$V_2 = \frac{R_D E}{R_D + R_C} = \frac{(2 \Omega)(12 \text{ V})}{2 \Omega + 4 \Omega} = \frac{24 \text{ V}}{6} = 4 \text{ V}$$

# AÇIKLAYICI ÖRNEKLER (2)

- Örnek 7.5: (Devamı)



**Şekil 7.15** Şekil 7.14'ün blok diyagramı.

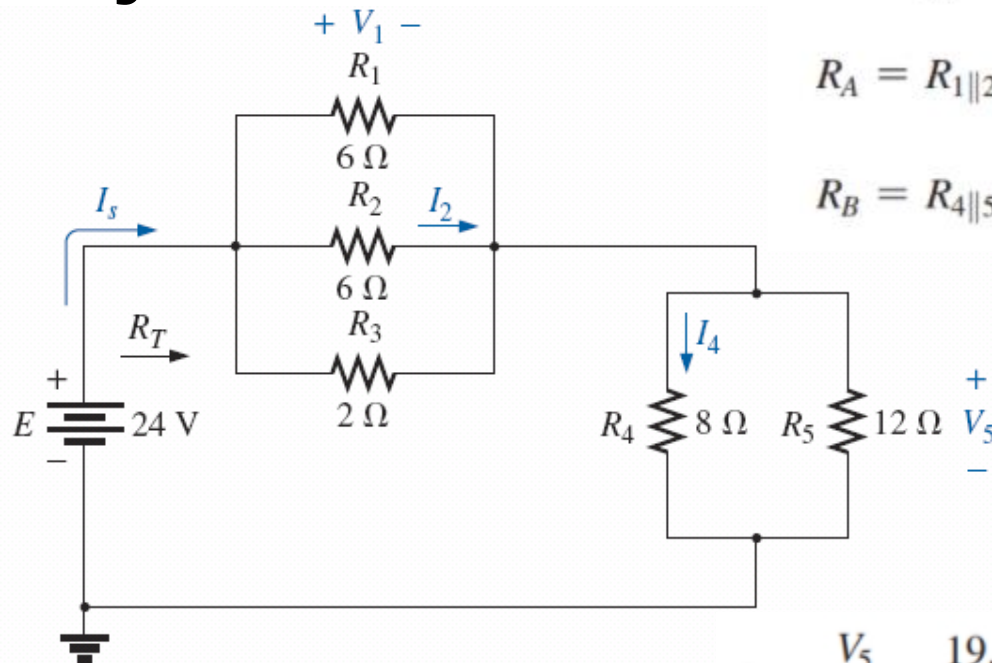


**Şekil 7.16** Şekil 7.14'teki ilk paralel branş için alternatif blok diyagram.

# AÇIKLAYICI ÖRNEKLER (3)

- **Örnek 7.6:** Şekil 7.17'deki devrede gösterilen akım ve voltajları bulun.

- **Çözüm:**



$$R_{1\parallel 2} = \frac{R}{N} = \frac{6\ \Omega}{2} = 3\ \Omega$$

$$R_A = R_{1\parallel 2\parallel 3} = \frac{(3\ \Omega)(2\ \Omega)}{3\ \Omega + 2\ \Omega} = \frac{6\ \Omega}{5} = 1.2\ \Omega$$

$$R_B = R_{4\parallel 5} = \frac{(8\ \Omega)(12\ \Omega)}{8\ \Omega + 12\ \Omega} = \frac{96\ \Omega}{20} = 4.8\ \Omega$$

$$R_T = R_{1\parallel 2\parallel 3} + R_{4\parallel 5} = 1.2\ \Omega + 4.8\ \Omega = 6\ \Omega$$

$$I_s = \frac{E}{R_T} = \frac{24\ \text{V}}{6\ \Omega} = 4\ \text{A}$$

$$V_1 = I_s R_{1\parallel 2\parallel 3} = (4\ \text{A})(1.2\ \Omega) = 4.8\ \text{V}$$

$$V_5 = I_s R_{4\parallel 5} = (4\ \text{A})(4.8\ \Omega) = 19.2\ \text{V}$$

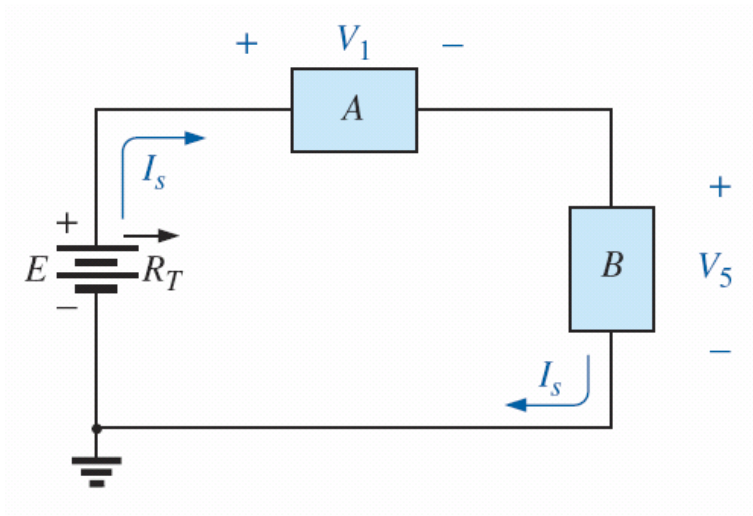
$$I_4 = \frac{V_5}{R_4} = \frac{19.2\ \text{V}}{8\ \Omega} = 2.4\ \text{A} \quad I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{V_1}{R_2} = \frac{4.8\ \text{V}}{6\ \Omega} = 0.8\ \text{A}$$

Şekil 7.17 Örnek 7.6.

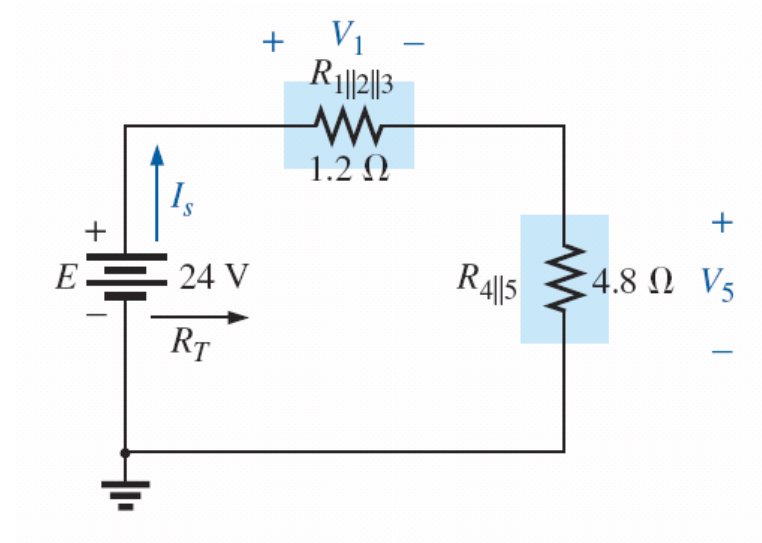


# AÇIKLAYICI ÖRNEKLER (4)

- Örnek 7.6: (Devamı)



Şekil 7.18 Şekil 7.17 için blok diyagram.

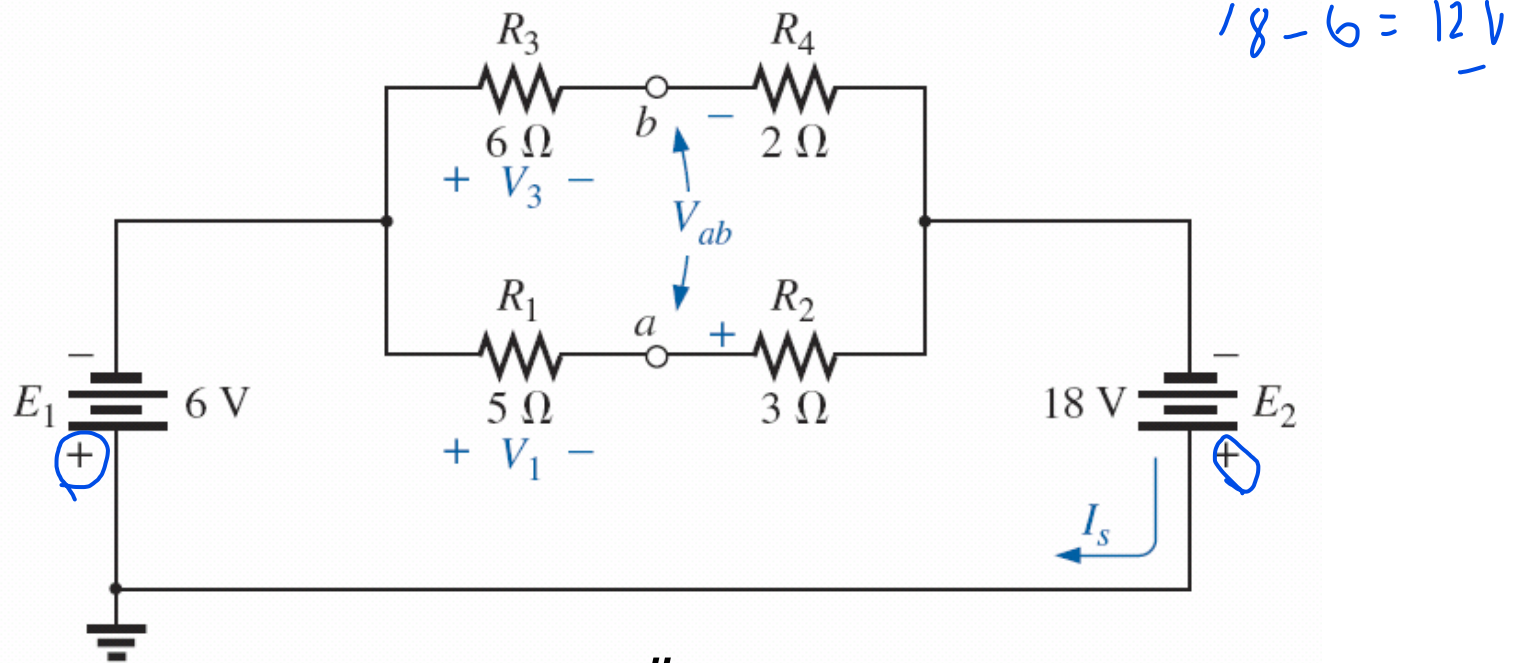


Şekil 7.19 Şekil 7.17'nin indirgenmiş hali.



# AÇIKLAYICI ÖRNEKLER (5)

- **Örnek 7.7:** (a) Şekil 7.20'deki devrede  $V_1$ ,  $V_3$ , ve  $V_{ab}$  voltajlarını bulun.
- (b) Kaynak akımı  $I_s$ 'yi hesaplayın.



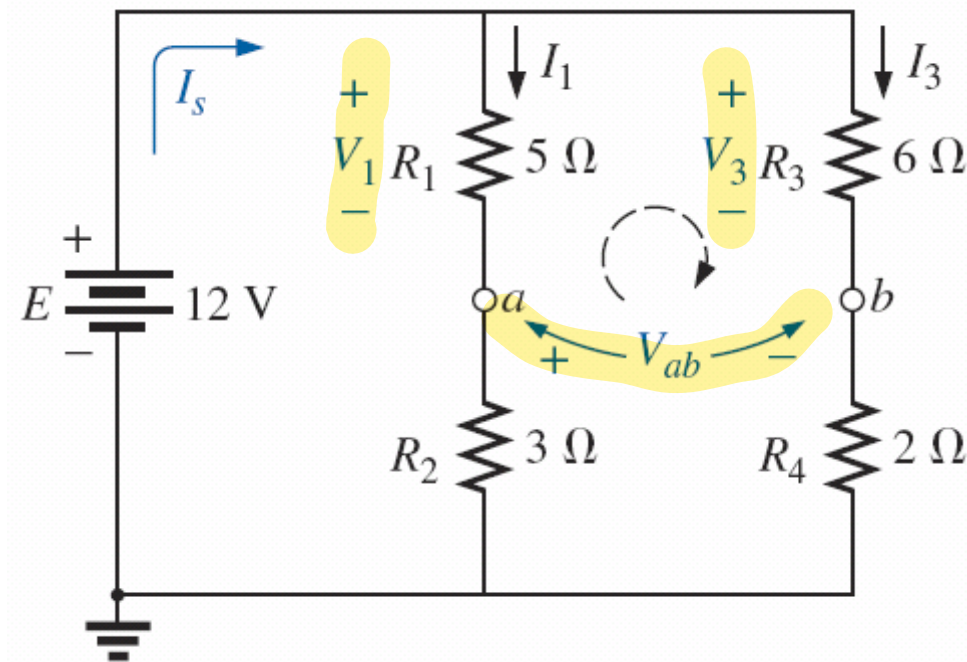
Şekil 7.20 Örnek 7.7.

# AÇIKLAYICI ÖRNEKLER (6)

- Çözüm: (a)

$$V_1 = \frac{R_1 E}{R_1 + R_2} = \frac{(5 \Omega)(12 \text{ V})}{5 \Omega + 3 \Omega} = \frac{60 \text{ V}}{8} = 7.5 \text{ V}$$

$$V_3 = \frac{R_3 E}{R_3 + R_4} = \frac{(6 \Omega)(12 \text{ V})}{6 \Omega + 2 \Omega} = \frac{72 \text{ V}}{8} = 9 \text{ V}$$



$$+V_1 - V_3 + V_{ab} = 0$$
$$V_{ab} = V_3 - V_1 = 9 \text{ V} - 7.5 \text{ V} = \underline{\underline{1.5 \text{ V}}}$$

(b)

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{7.5 \text{ V}}{5 \Omega} = 1.5 \text{ A}$$

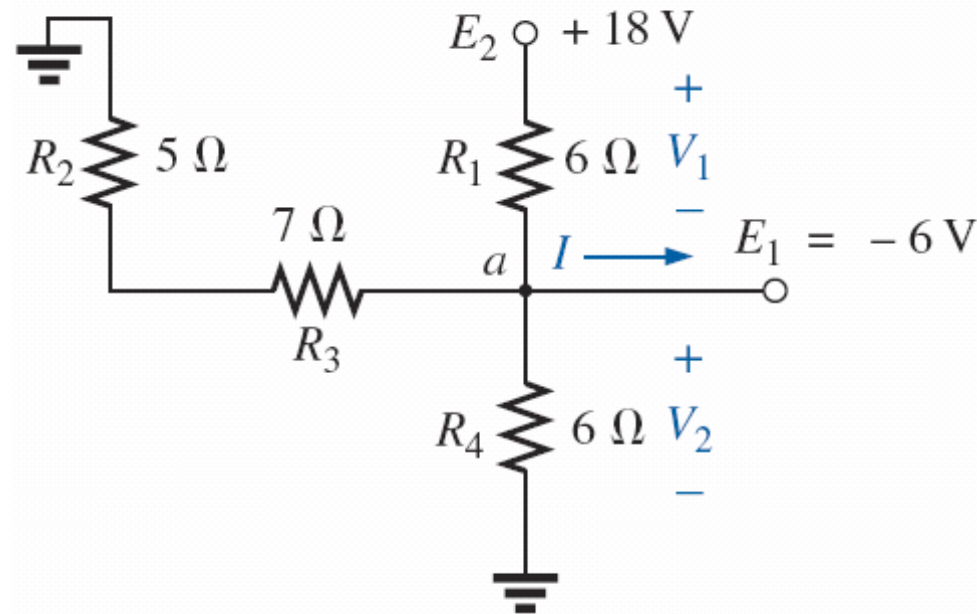
$$I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{9 \text{ V}}{6 \Omega} = 1.5 \text{ A}$$

$$I_s = I_1 + I_3 = 1.5 \text{ A} + 1.5 \text{ A} = 3 \text{ A}$$

**Şekil 7.21** Şekil 7.20'deki devrenin yeniden çizilmiş hali.

# AÇIKLAYICI ÖRNEKLER (7)

- Örnek 7.8:** Şekil 7.22'deki devrede  $V_1$  ve  $V_2$  voltajlarını ve  $I$  akımını bulun.



Şekil 7.22 Örnek 7.8.

# AÇIKLAYICI ÖRNEKLER (8)

## • Çözüm:

$$V_2 = -E_1 = -6 \text{ V}$$

$$-E_1 + V_1 - E_2 = 0$$

$$V_1 = E_2 + E_1 = 18 \text{ V} + 6 \text{ V} = 24 \text{ V}$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

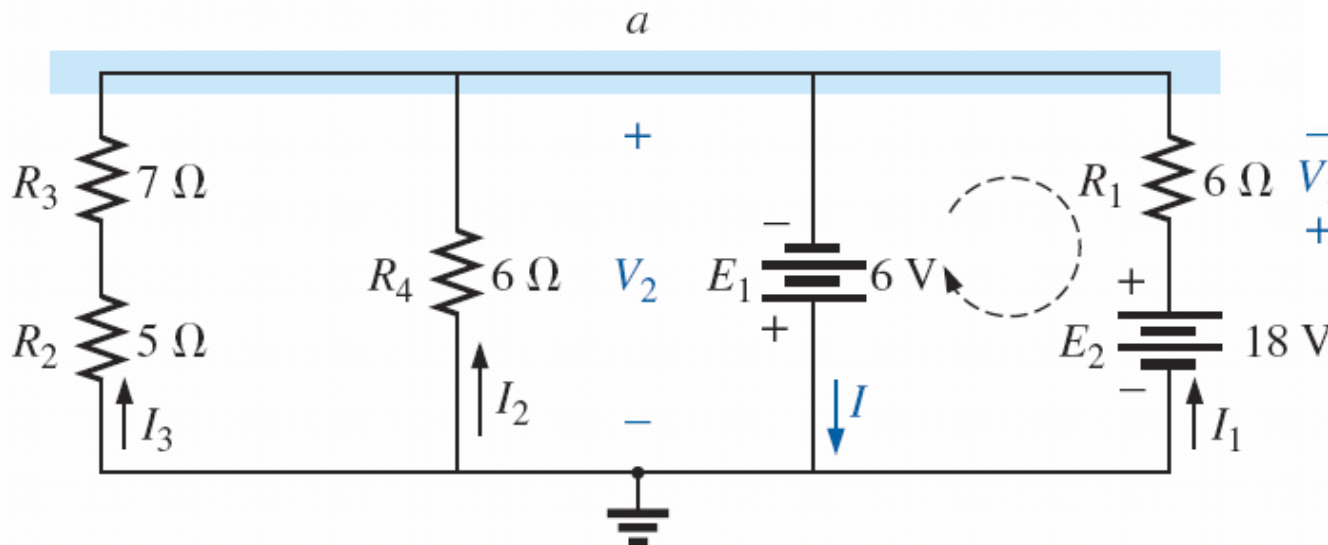
$$= \frac{V_1}{R_1} + \frac{E_1}{R_4} + \frac{E_1}{R_2 + R_3}$$

$$= \frac{24 \text{ V}}{6 \Omega} + \frac{6 \text{ V}}{6 \Omega} + \frac{6 \text{ V}}{12 \Omega}$$

$$= 4 \text{ A} + 1 \text{ A} + 0.5 \text{ A}$$

$$I = 5.5 \text{ A}$$

Kirchoff Akım Kanunu kullan.



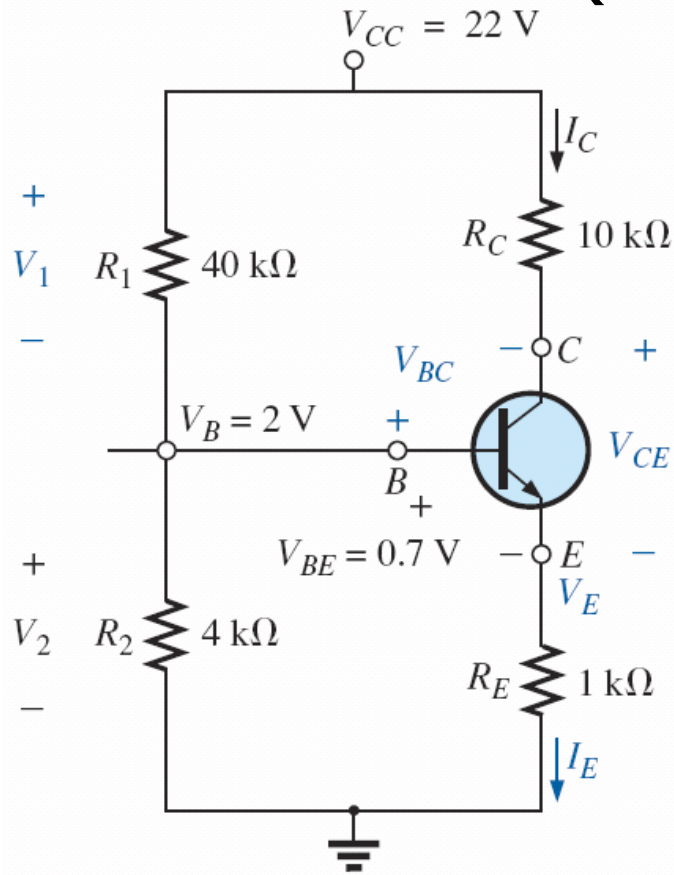
**Şekil 7.23** Şekil 7.22'deki devrenin yeniden çizilmiş hali.

# AÇIKLAYICI ÖRNEKLER (9)

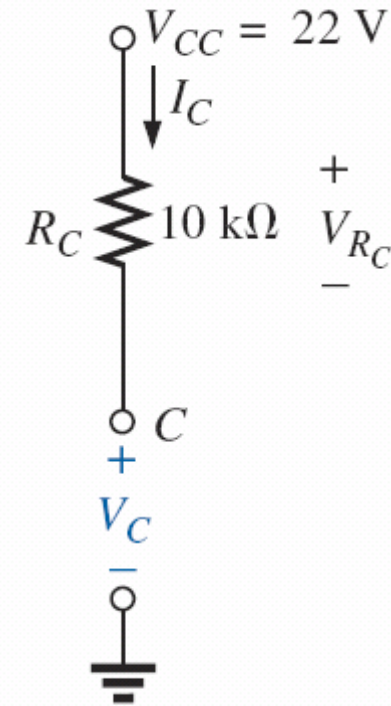
- **Örnek 7.9:**  $V_B$  ve  $V_{BE}$  voltajlarının verilmiş olduğu Şekil 7.24'teki **transistör devresi** için:
  - (a)  $V_E$  ve  $I_E$ 'yi bulun.
  - (b)  $V_1$ 'i hesaplayın.
  - (c)  $I_C = I_E$  yaklaşımının genellikle transistör devrelerinde uygulandığı gerçeğini kullanarak  $V_{BC}$ 'yi belirleyin.
  - (d) (a)'dan (c)'ye kadar olan şıklarda elde edilen bilgileri kullanarak  $V_{CE}$ 'yi hesaplayın.

# AÇIKLAYICI ÖRNEKLER (10)

- Örnek 7.9: (Devamı)



Şekil 7.24 Örnek 7.9.



Şekil 7.25 Şekil 7.24'deki devre için  $V_C$ 'nin belirlenmesi.

# AÇIKLAYICI ÖRNEKLER (11)

- **Çözüm: (a)**

$$V_2 = V_B = 2 \text{ V}$$

$$V_2 - V_{BE} - V_E = 0$$

$$V_E = V_2 - V_{BE} = 2 \text{ V} - 0.7 \text{ V} = \mathbf{1.3 \text{ V}}$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} = \frac{1.3 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega} = \mathbf{1.3 \text{ mA}}$$

- **(b)**

$$V_2 + V_1 - V_{CC} = 0$$

$$V_1 = V_{CC} - V_2$$

$$V_2 = V_B$$

$$V_1 = V_{CC} - V_2 = 22 \text{ V} - 2 \text{ V} = \mathbf{20 \text{ V}}$$

- **(c)**

$$V_C + V_{R_C} - V_{CC} = 0$$

$$V_C = V_{CC} - V_{R_C} = V_{CC} - I_C R_C$$

$$I_C = I_E$$

$$\begin{aligned} V_C &= V_{CC} - I_E R_C = 22 \text{ V} - (1.3 \text{ mA})(10 \text{ k}\Omega) \\ &= \mathbf{9 \text{ V}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{BC} &= V_B - V_C \\ &= 2 \text{ V} - 9 \text{ V} \\ &= \mathbf{-7 \text{ V}} \end{aligned}$$

- **(d)**

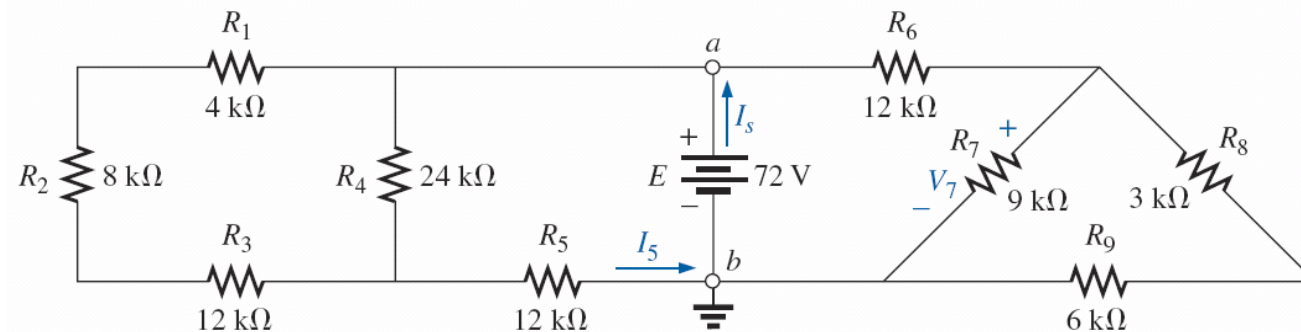
$$\begin{aligned} V_{CE} &= V_C - V_E \\ &= 9 \text{ V} - 1.3 \text{ V} \\ &= \mathbf{7.7 \text{ V}} \end{aligned}$$

# AÇIKLAYICI ÖRNEKLER (12)

- **Örnek 7.10:** Şekil 7.26'da belirtilen akımları ve voltajı hesaplayın.

- **Çözüm:**

$$I_5 = \frac{E}{R_{(1,2,3)\parallel 4} + R_5} = \frac{72 \text{ V}}{12 \text{ k}\Omega + 12 \text{ k}\Omega} = \frac{72 \text{ V}}{24 \text{ k}\Omega} = 3 \text{ mA}$$
$$V_7 = \frac{R_{7\parallel(8,9)}E}{R_{7\parallel(8,9)} + R_6} = \frac{(4.5 \text{ k}\Omega)(72 \text{ V})}{4.5 \text{ k}\Omega + 12 \text{ k}\Omega} = \frac{324 \text{ V}}{16.5} = 19.6 \text{ V}$$
$$I_6 = \frac{V_7}{R_{7\parallel(8,9)}} = \frac{19.6 \text{ V}}{4.5 \text{ k}\Omega} = 4.35 \text{ mA} \quad I_s = I_5 + I_6 = 3 \text{ mA} + 4.35 \text{ mA} = 7.35 \text{ mA}$$

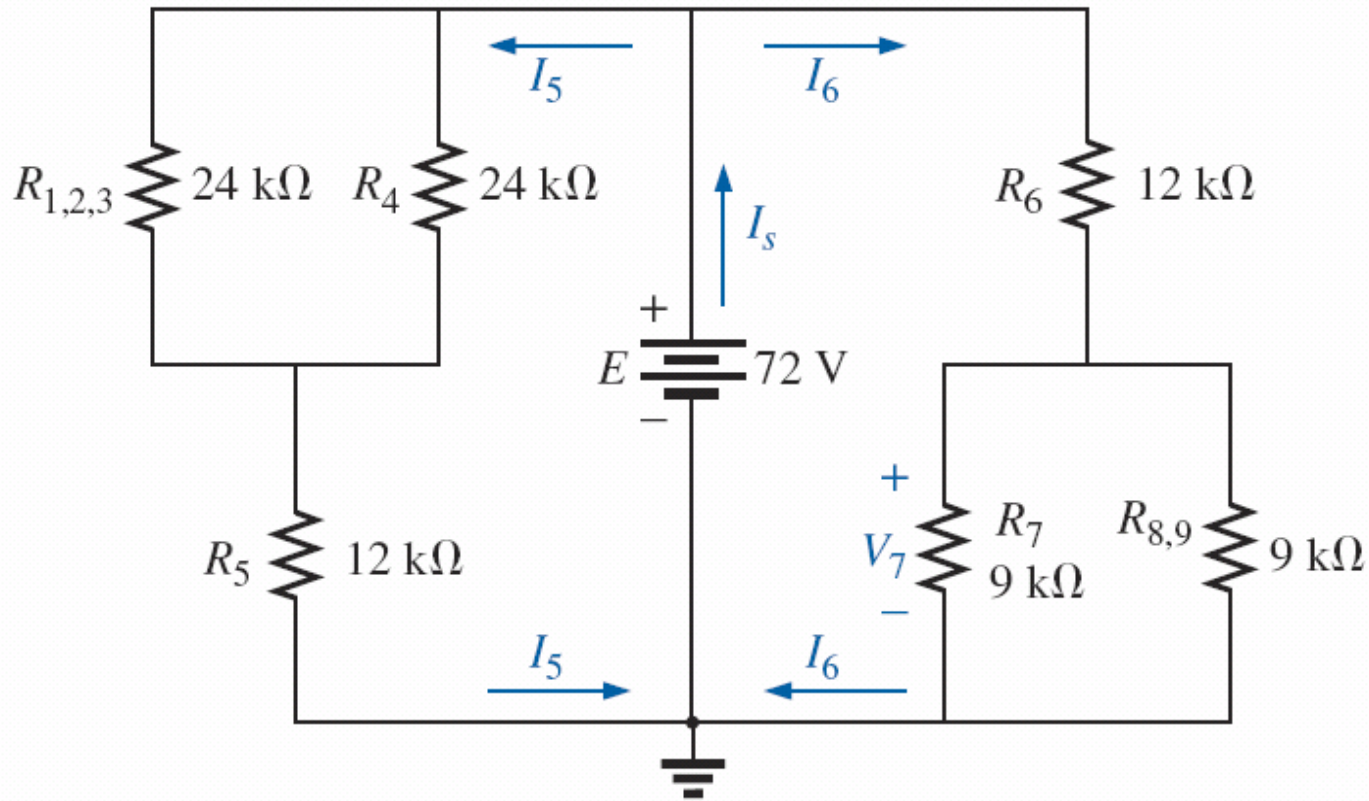


**Şekil 7.26 Örnek 7.10.**



# AÇIKLAYICI ÖRNEKLER (13)

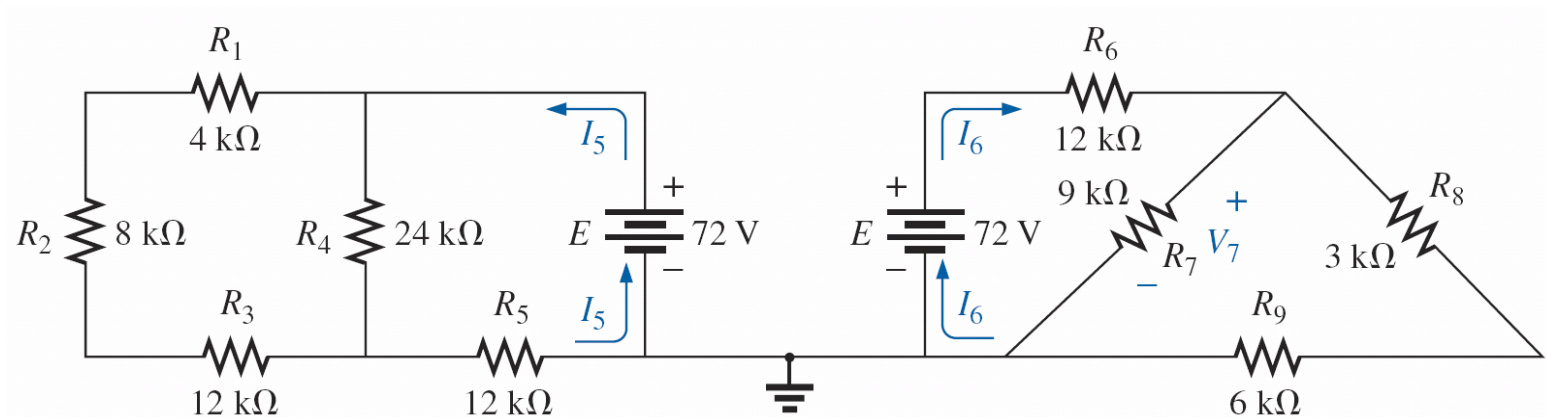
- **Örnek 7.10:** (Devamı)



**Şekil 7.27** Şekil 7.26'daki devrenin yeniden çizilmiş hali.

# AÇIKLAYICI ÖRNEKLER (14)

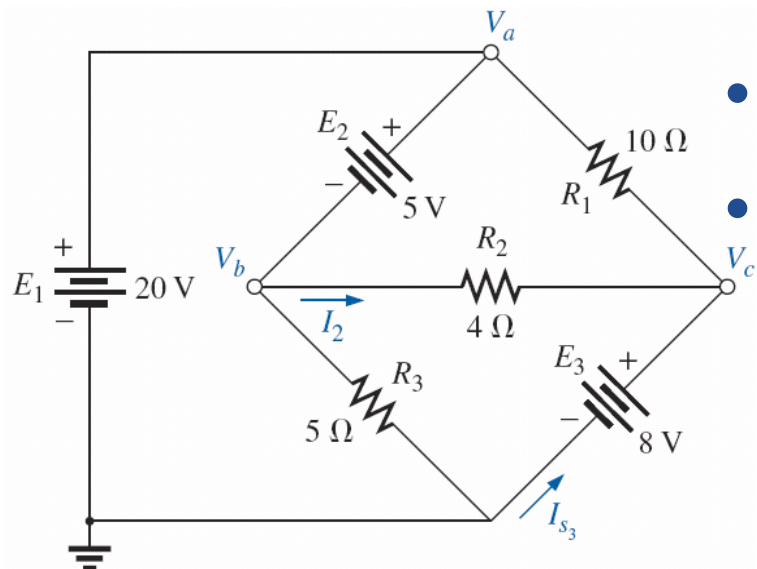
- **Örnek 7.10:** (Devamı)



**Şekil 7.28** Örnek 7.10'a alternatif bir yaklaşım.

# AÇIKLAYICI ÖRNEKLER (15)

- **Örnek 7.11:** Şekil 7.29'daki devre için:
- (a)  $V_a$ ,  $V_b$  ve  $V_c$  voltajlarını hesaplayın.
- (b)  $V_{ac}$  ve  $V_{bc}$ 'yi bulun.
- (c)  $I_2$ 'yi hesaplayın.
- (d)  $I_{s3}$ 'ü bulun.
- (e)  $V_a$  ve  $V_{bc}$  voltajlarını ve  $I_{s3}$  akımını ölçmek için ohmmetre takın.



Şekil 7.29 Örnek 7.11.

# AÇIKLAYICI ÖRNEKLER (16)

- Çözüm: (a)**  $V_a = E_1 = 20 \text{ V}$      $V_c = E_3 = 8 \text{ V}$      $+E_1 - E_2 - V_3 = 0$

$$V_3 = E_1 - E_2 = 20 \text{ V} - 5 \text{ V} = 15 \text{ V}$$

$$V_b = V_3 = 15 \text{ V}$$

$$(b) \quad V_{ac} = V_a - V_c = 20 \text{ V} - 8 \text{ V} = 12 \text{ V}$$

$$V_{bc} = V_b - V_c = 15 \text{ V} - 8 \text{ V} = 7 \text{ V}$$

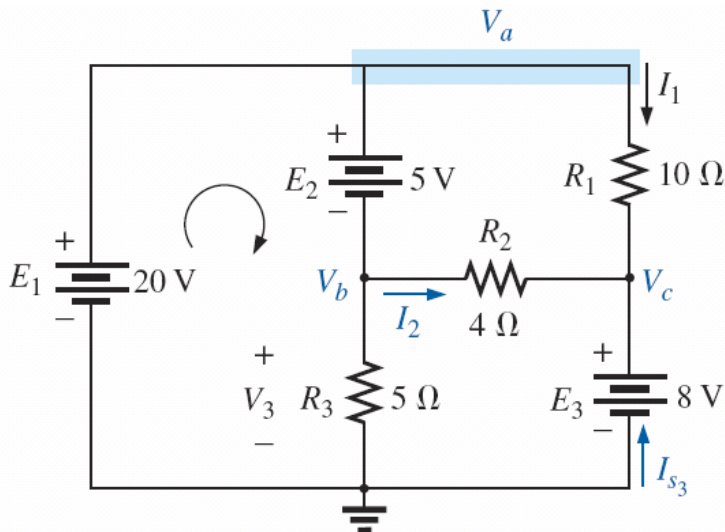
$$(c) \quad I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{V_{bc}}{R_2} = \frac{7 \text{ V}}{4 \Omega} = 1.75 \text{ A}$$

$$(d) \quad \sum I_i = \sum I_o \quad I_1 + I_2 + I_{s3} = 0$$

$$I_{s3} = -I_1 - I_2 = -\frac{V_1}{R_1} - I_2$$

$$V_1 = V_{ac} = V_a - V_c = 20 \text{ V} - 8 \text{ V} = 12 \text{ V}$$

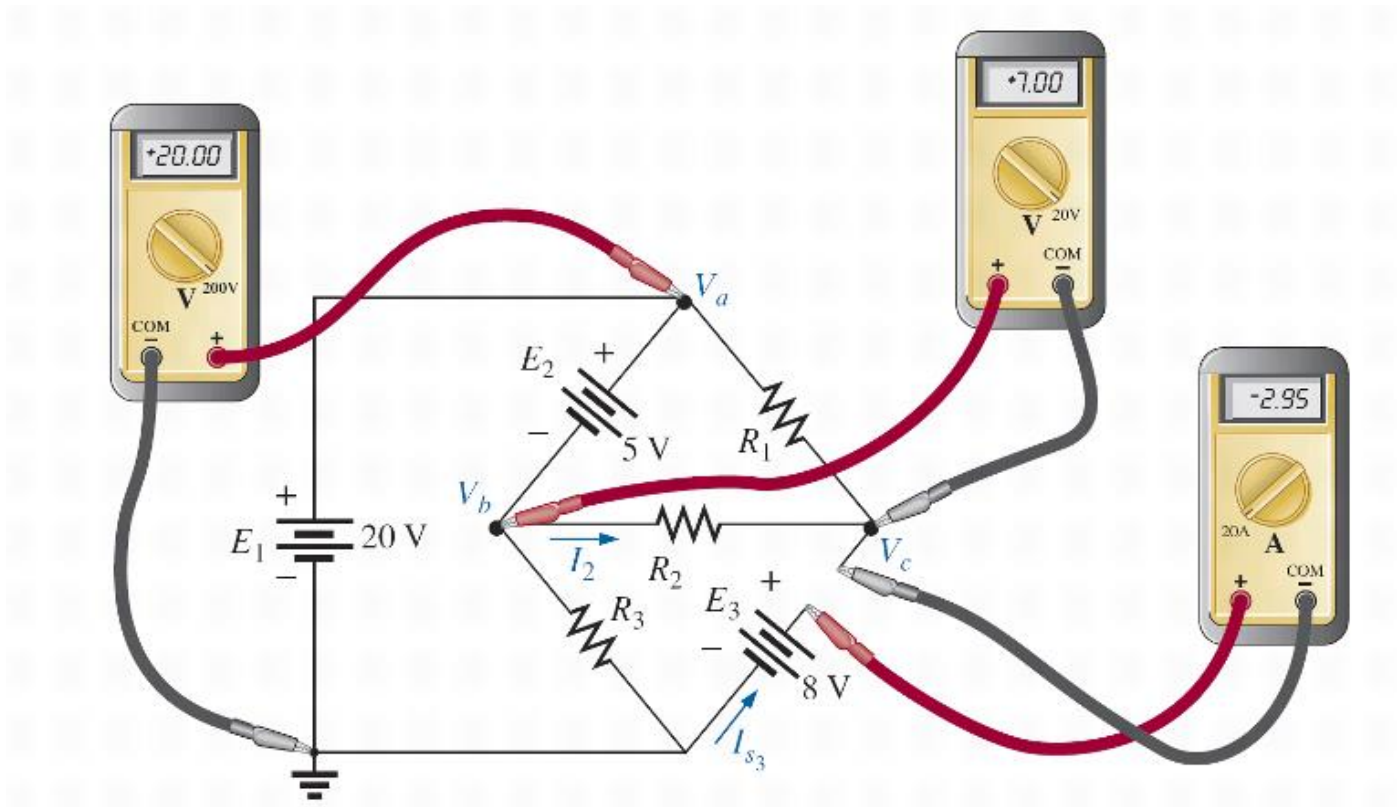
$$I_{s3} = -\frac{12 \text{ V}}{10 \Omega} - 1.75 \text{ A} = -1.2 \text{ A} - 1.75 \text{ A} = -2.95 \text{ A}$$



**Şekil 7.30** Şekil 7.29'daki devrenin istenen bilinmeyenleri tanımlamak için yeniden çizilmiş hali.

# AÇIKLAYICI ÖRNEKLER (17)

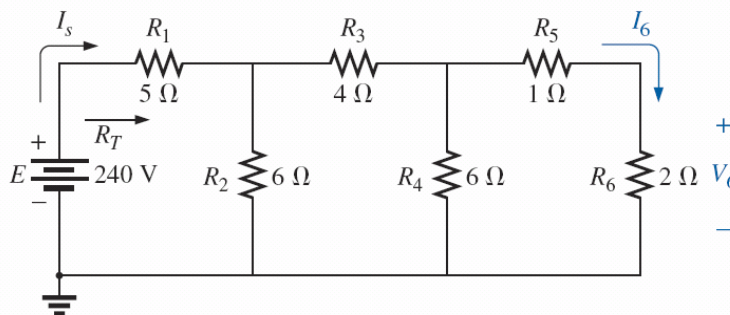
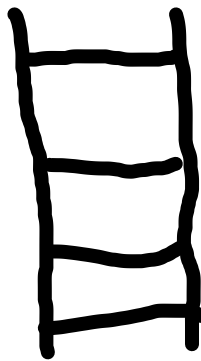
- Örnek 7.11: (e)



Şekil 7.31 Örnek 7.11 için karmaşık devre.

# MERDİVEN ŞEBEKELER (1)

- Şekil 7.32'de üç bölümlü bir merdiven şebeke görülmektedir.
- Merdiven tanımı kullanmanın nedeni devrenin tekrarlayan yapısından anlaşılmaktadır.
- Bu tür devreleri çözmek için temel olarak iki yaklaşım kullanılır.

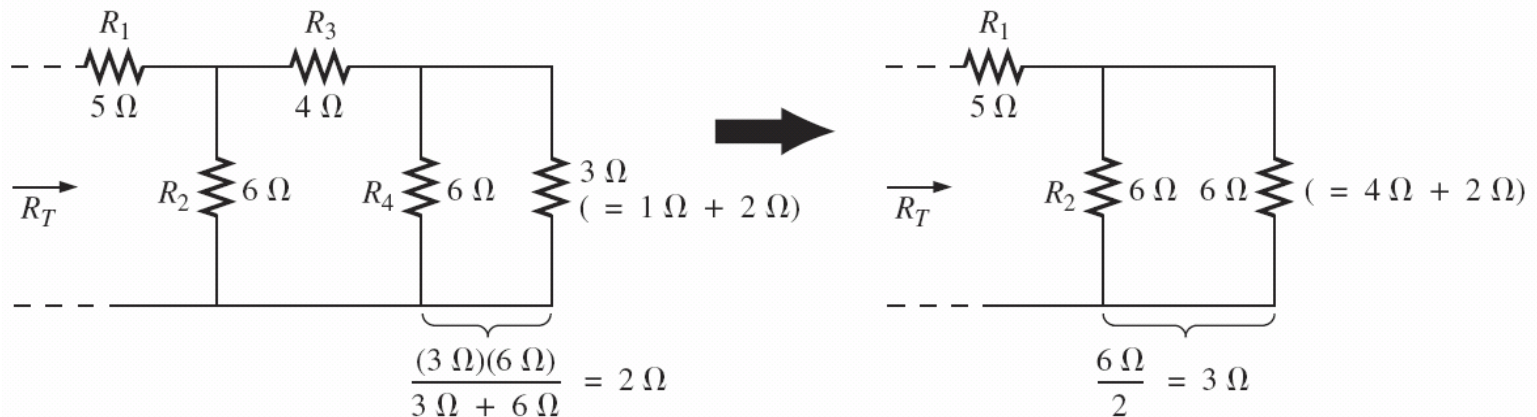


**Şekil 7.32** Merdiven şebeke.

# MERDİVEN ŞEBEKELER (2)

## Yöntem 1

- Toplam direnci ve kaynak akımını hesaplayın ve ardından istenen akım veya voltaj elde edilene kadar merdivenden geriye doğru işlem yapın.

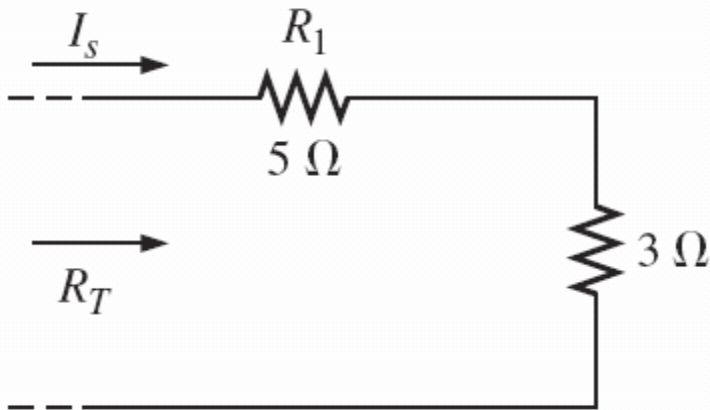


**Şekil 7.33** Şekil 7.32'deki devrede  $R_T$ 'yi belirlemek için kaynağa doğru işlem yapmak.

# MERDİVEN ŞEBEKELER (3)

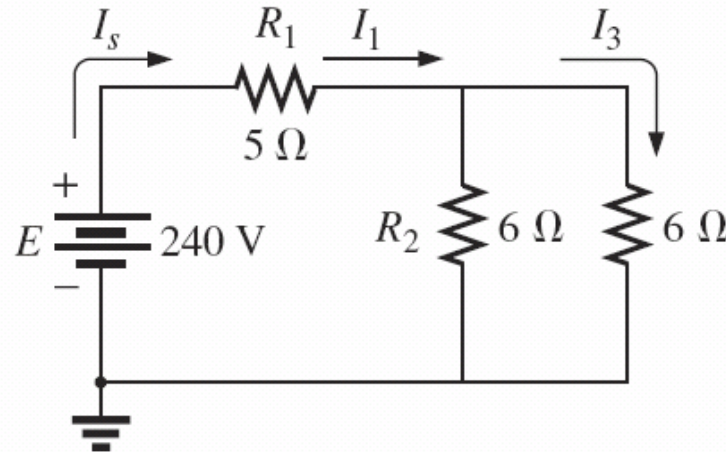
## Yöntem 1

$$R_T = 5 \Omega + 3 \Omega = 8 \Omega$$



**Şekil 7.34**  $R_T$  ve  $I_s$ 'nin hesaplanması.

$$I_s = \frac{E}{R_T} = \frac{240 \text{ V}}{8 \Omega} = 30 \text{ A}$$



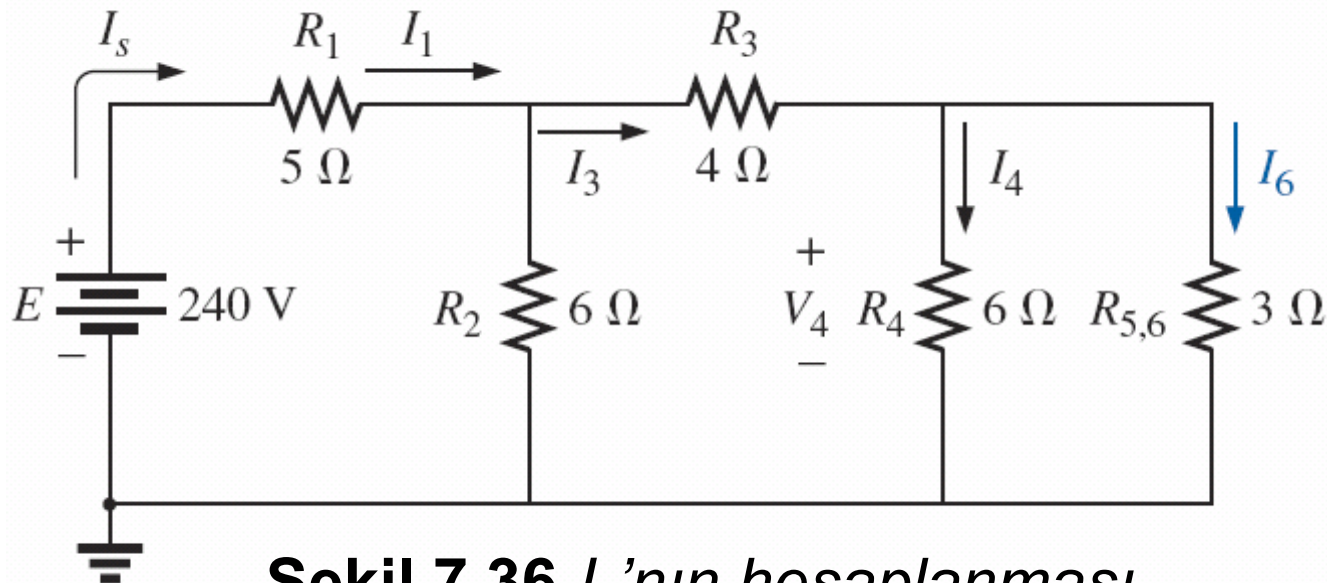
**Şekil 7.35**  $I_s$ 'ya doğru işlem yapmak.



# MERDİVEN ŞEBEKELER (4)

## Yöntem 1

$$I_1 = I_s$$
$$I_3 = \frac{I_s}{2} = \frac{30 \text{ A}}{2} = 15 \text{ A}$$
$$I_6 = \frac{(6 \Omega) I_3}{6 \Omega + 3 \Omega} = \frac{6}{9} (15 \text{ A}) = 10 \text{ A}$$
$$V_6 = I_6 R_6 = (10 \text{ A})(2 \Omega) = \mathbf{20 \text{ V}}$$

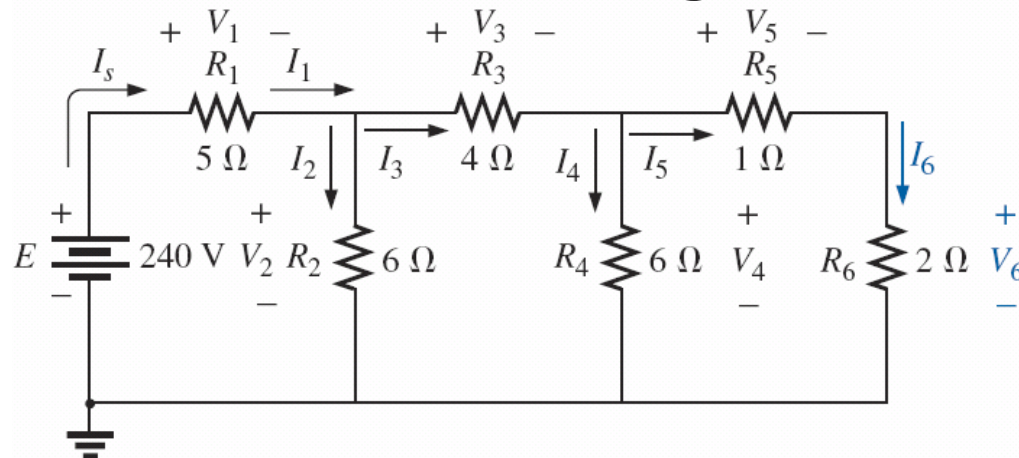


**Şekil 7.36**  $I_6$ 'nın hesaplanması.

# MERDİVEN ŞEBEKELER (5)

## *Yöntem 2*

- Son branşın akımına bir harf sembolü atayın ve bu atanan akımı veya diğer ilgili akımı muhafaza ederek şebeke üzerinden kaynağa doğru geri işlem yapın.
- İstenen akım daha sonra doğrudan bulunabilir.



**Şekil 7.37** Merdiven şebekeler için alternatif bir yaklaşım.

# MERDİVEN ŞEBEKELER (6)

## *Yöntem 2*

$$I_6 = \frac{V_4}{R_5 + R_6} = \frac{V_4}{1\ \Omega + 2\ \Omega} = \frac{V_4}{3\ \Omega}$$

$$V_4 = (3\ \Omega)I_6$$

$$I_4 = \frac{V_4}{R_4} = \frac{(3\ \Omega)I_6}{6\ \Omega} = 0.5I_6$$

$$I_3 = I_4 + I_6 = 0.5I_6 + I_6 = 1.5I_6$$

$$V_3 = I_3R_3 = (1.5I_6)(4\ \Omega) = (6\ \Omega)I_6$$

$$V_2 = V_3 + V_4 = (6\ \Omega)I_6 + (3\ \Omega)I_6 = (9\ \Omega)I_6$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{(9\ \Omega)I_6}{6\ \Omega} = 1.5I_6$$

$$I_s = I_2 + I_3 = 1.5I_6 + 1.5I_6 = 3I_6$$

$$V_1 = I_1R_1 = I_sR_1 = (5\ \Omega)I_s$$

$$\begin{aligned} E &= V_1 + V_2 = (5\ \Omega)I_s + (9\ \Omega)I_6 \\ &= (5\ \Omega)(3I_6) + (9\ \Omega)I_6 = (24\ \Omega)I_6 \end{aligned}$$

$$I_6 = \frac{E}{24\ \Omega} = \frac{240\ \text{V}}{24\ \Omega} = 10\ \text{A}$$

$$V_6 = I_6R_6 = (10\ \text{A})(2\ \Omega) = \mathbf{20\ \text{V}}$$

# GERİLİM BÖLÜCÜ KAYNAĞI (1)

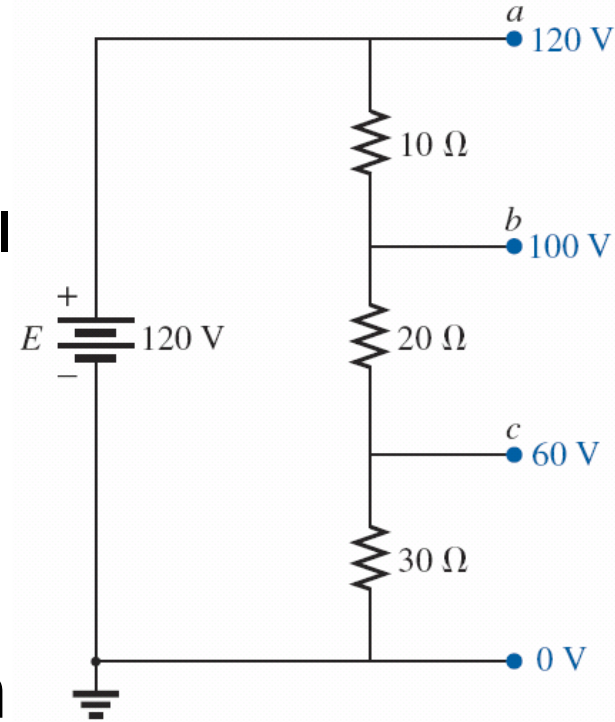
## *Yüksüz ve Yüklü*

- Yüklü terimi, gerilim bölücü kaynağı tanımlamak için kullanıldığında, bir elemanın, şebekenin veya sistemin, kaynaktan akım çeken bir kaynağa uygulanmasına atıfta bulunur.
- Başka bir deyişle, bir sistemin yüklenmesi, sistemden akım çekecek elemanların tanıtılması sürecidir. Akım ne kadar fazla olursa, yükleme etkisi o kadar büyük olur.

# GERİLİM BÖLÜCÜ KAYNAĞI (2)

## *Yüksüz ve Yüklü*

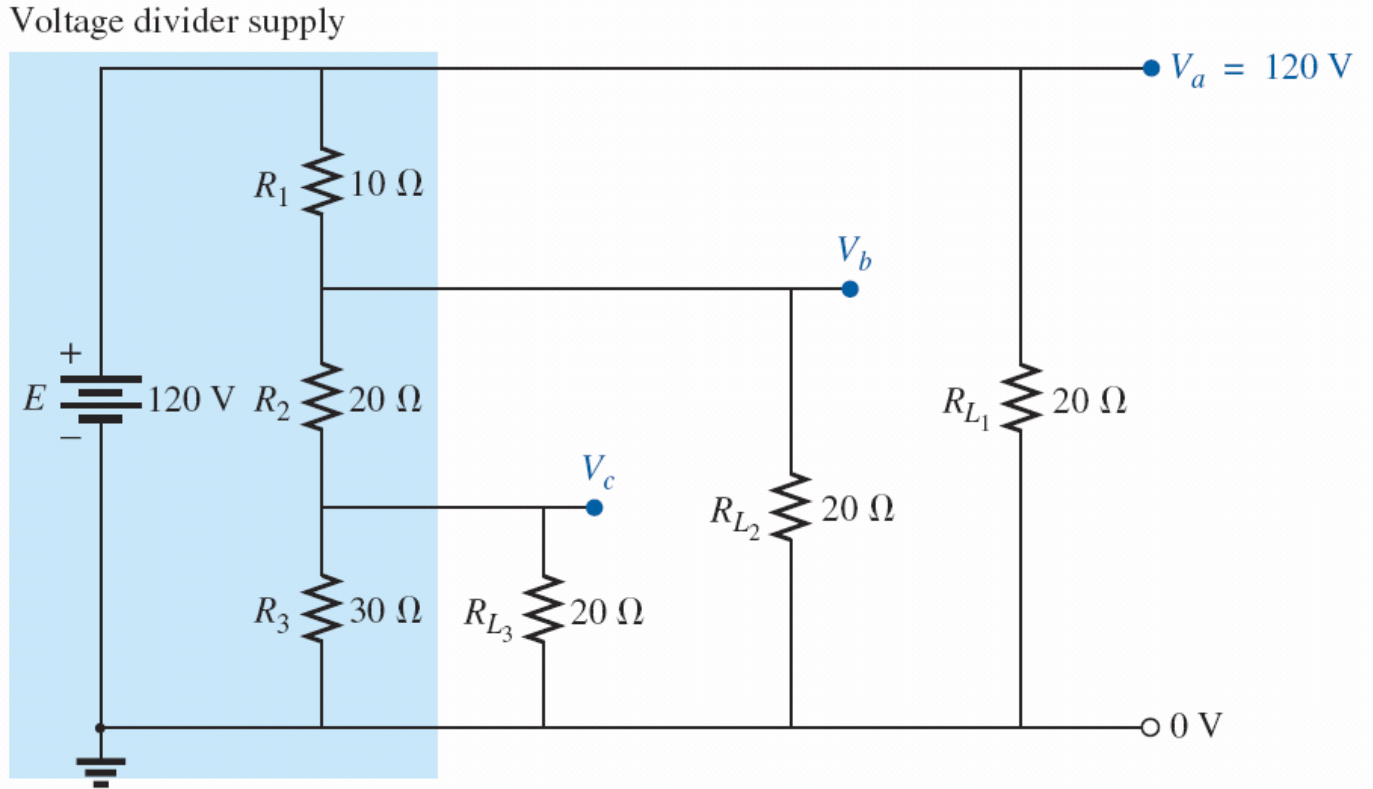
- **Yüksüz Koşullar:**
- Bir voltaj bölücü şebeke aracılığıyla, tek bir kaynaktan çok sayıda farklı terminal voltajı sağlanabilir.
- Genel olarak, bir voltaj bölücü kaynağın etkili olması için, uygulanan dirençli yüklerin voltaj bölücü şebekede görünen dirençlerden önemli ölçüde daha büyük olması gerekir.



**Şekil 7.38** Gerilim Bölücü Kaynağı.

# GERİLİM BÖLÜCÜ KAYNAĞI (3)

## *Yüklü Koşullar*



**Şekil 7.39** Kaynağı oluşturan dirençli elemanların ortalama değerine eşit yüklere sahip gerilim bölücü kaynağı.

# GERİLİM BÖLÜCÜ KAYNAĞI (4)

## *Yüklü Koşullar*

- Yük, kaynak gerilimi  $E$  ile paralel olduğundan,  $V_a$  gerilimi  $R_{L1}$  yükünden etkilenmez. Dolayısıyla,  $V_a = 120 \text{ V}$ , yani yüksüz ile aynıdır.

$$R'_3 = R_3 \parallel R_{L_3} = 30 \, \Omega \parallel 20 \, \Omega = 12 \, \Omega$$

$$R'_2 = (R_2 + R'_3) \parallel R_{L_2} = (20 \, \Omega + 12 \, \Omega) \parallel 20 \, \Omega \\ = 32 \, \Omega \parallel 20 \, \Omega = 12.31 \, \Omega$$

$$V_b = \frac{(12.31 \, \Omega)(120 \text{ V})}{12.31 \, \Omega + 10 \, \Omega} = 66.21 \text{ V} \quad \text{yüksüz koşullar altında 100 V'a karşı.}$$

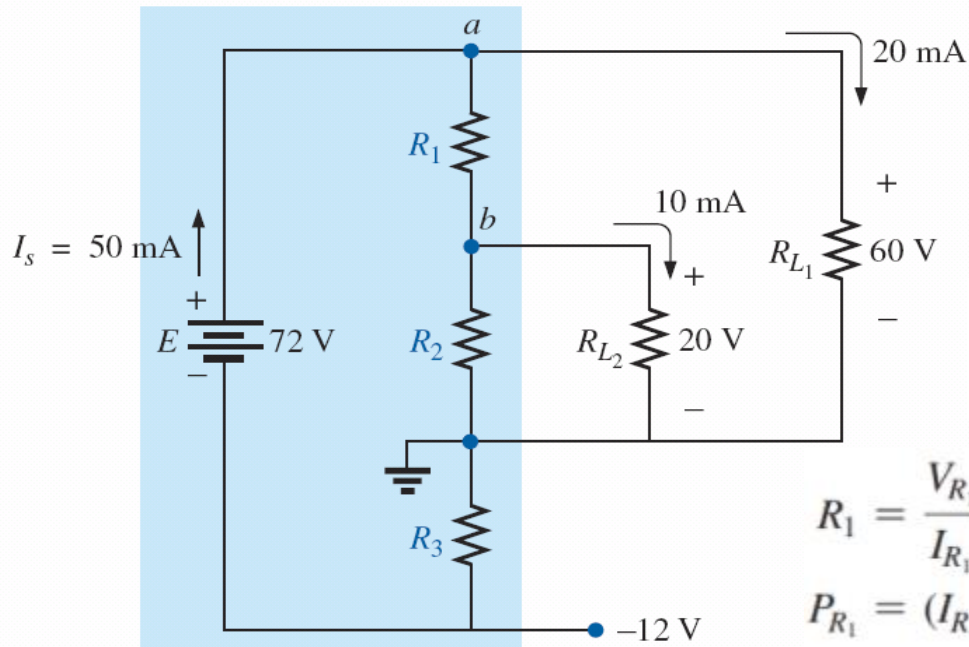
$$V_c = \frac{(12 \, \Omega)(66.21 \text{ V})}{12 \, \Omega + 20 \, \Omega} = 24.83 \text{ V} \quad \text{yüksüz koşullar altında 60 V'a karşı.}$$



# GERİLİM BÖLÜCÜ KAYNAĞI (5)

## *Yüklü Koşullar*

- Örnek 7.9:** Şekil 7.40'taki voltaj bölücü kaynak için  $R_1$ ,  $R_2$  ve  $R_3$ 'ü belirleyin. Tasarımda 2 W dirençler kullanılabilir mi?



- Çözüm:**

$$R_3 = \frac{V_{R_3}}{I_{R_3}} = \frac{V_{R_3}}{I_s} = \frac{12 \text{ V}}{50 \text{ mA}} = 240 \Omega$$

$$P_{R_3} = (I_{R_3})^2 R_3 = (50 \text{ mA})^2 240 \Omega = 0.6 \text{ W} < 2 \text{ W}$$

$$I_s - I_{R_1} - I_{L_1} = 0$$

$$I_{R_1} = I_s - I_{L_1} = 50 \text{ mA} - 20 \text{ mA} = 30 \text{ mA}$$

$$R_1 = \frac{V_{R_1}}{I_{R_1}} = \frac{V_{L_1} - V_{L_2}}{I_{R_1}} = \frac{60 \text{ V} - 20 \text{ V}}{30 \text{ mA}} = \frac{40 \text{ V}}{30 \text{ mA}} = 1.33 \text{ k}\Omega$$

$$P_{R_1} = (I_{R_1})^2 R_1 = (30 \text{ mA})^2 1.33 \text{ k}\Omega = 1.197 \text{ W} < 2 \text{ W}$$

**Şekil 7.40** Örnek 7.12 için gerilim bölücü kaynağı.



# GERİLİM BÖLÜCÜ KAYNAĞI (6)

## *Yüklü Koşullar*

- **Örnek 7.9:** (Devamı)

$$\begin{aligned}I_{R_1} - I_{R_2} - I_{L_2} &= 0 \\I_{R_2} &= I_{R_1} - I_{L_2} = 30 \text{ mA} - 10 \text{ mA} = 20 \text{ mA} \\R_2 &= \frac{V_{R_2}}{I_{R_2}} = \frac{20 \text{ V}}{20 \text{ mA}} = 1 \text{ k}\Omega \\P_{R_2} &= (I_{R_2})^2 R_2 = (20 \text{ mA})^2 1 \text{ k}\Omega = 0.4 \text{ W} < 2 \text{ W}\end{aligned}$$

- $P_{R1}$ ,  $P_{R2}$ , ve  $P_{R3}$ , 2 W'tan küçük olduğu için tasarım için 2 W dirençler kullanılabilir.

# KISA VE AÇIK DEVRELERİN ETKİSİ (1)

- Her iki koşul da bir sistemin işleyişine zarar verebilir. Her ikisi de sık sık şebeke davranışındaki ciddi sorunlara sebebiyet verir ve genellikle tespit edilmesi çok zordur.
- Eğitimli teknisyenler ve mühendisler, yıllar içinde geliştirilen sağduyu uygulaması yoluyla bir sorunun nedenini bulma duygusu geliştirir.

# KISA VE AÇIK DEVRELERİN ETKİSİ (2)

- Kısa devre, bir şebekedeki iki nokta arasında, bağlantının her iki ucundaki potansiyel aynı olmasına rağmen, istenmeyen yüksek seviyelerde akımla sonuçlanabilecek düşük dirençli, istenmeyen bir durum oluşturur.
- Yani, akım, değiştirilmiş şebeke tarafından belirlenen herhangi bir seviyede olabilse de, kısa devre boyunca voltaj düşüşü sıfır volttur.

# KISA VE AÇIK DEVRELERİN ETKİSİ (3)

- Bir açık devre, bir şebekedeki iki nokta arasında, iki nokta arasındaki akımın sıfır amper olmasına rağmen, terminalleri arasında çok yüksek voltaj seviyelerine neden olabilecek, yüksek dirençli, istenmeyen bir durum oluşturur.
- Yani, bir açık devre ile ilişkili akım sıfır amperdir ancak voltaj, değiştirilen şebeke tarafından belirlenen herhangi bir seviyede olabilir.