

ELEKTRİK DEVRE TEMELLERİ

DERS NOTLARI

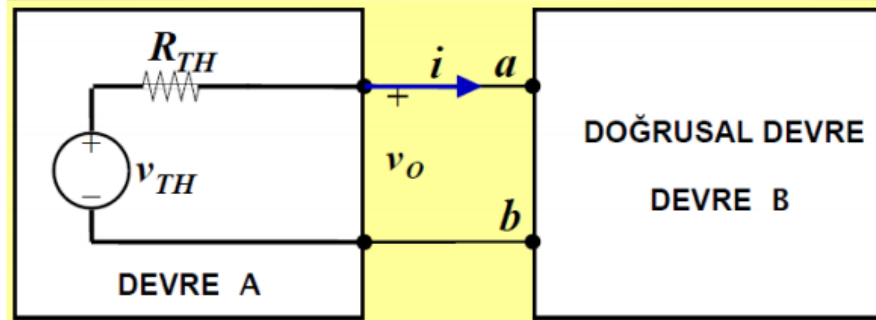
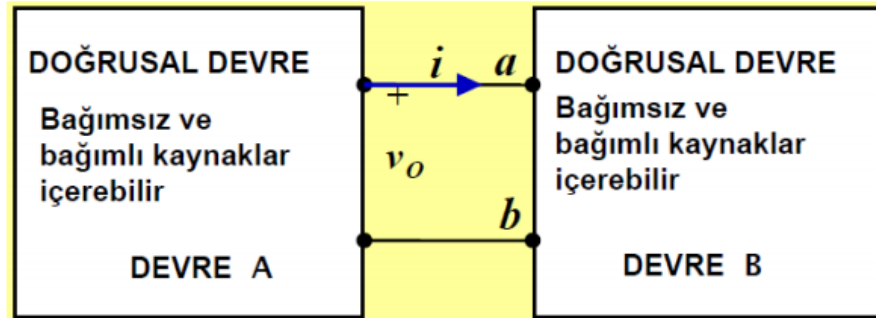
7. Sunum

Thevenin Teoremi

THEVENIN VE NORTON TEOREMLERİ

- Thevenin ve norton teoremleri en güçlü analiz tekniklerindendir.

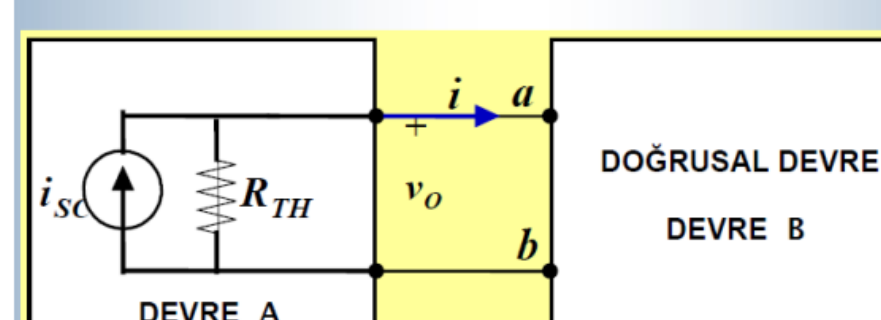
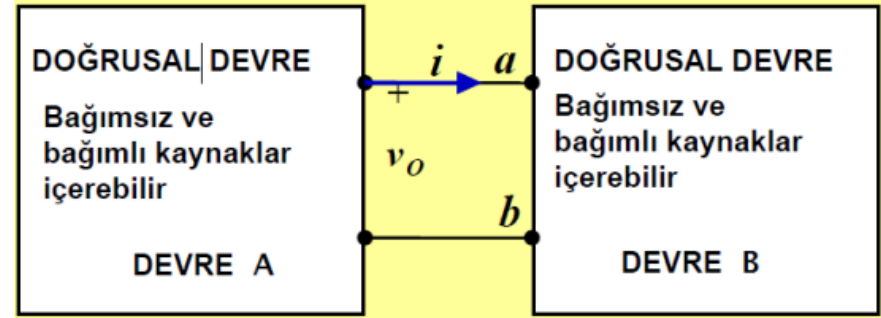
THEVENIN EŞDEĞER TEOREMİ



Thevenin Eşdeğer Devresi
DEVRE A için

v_{TH} Thevenin Esdeğer Kaynağı
 R_{TH} Thevenin Esdeğer Direnci

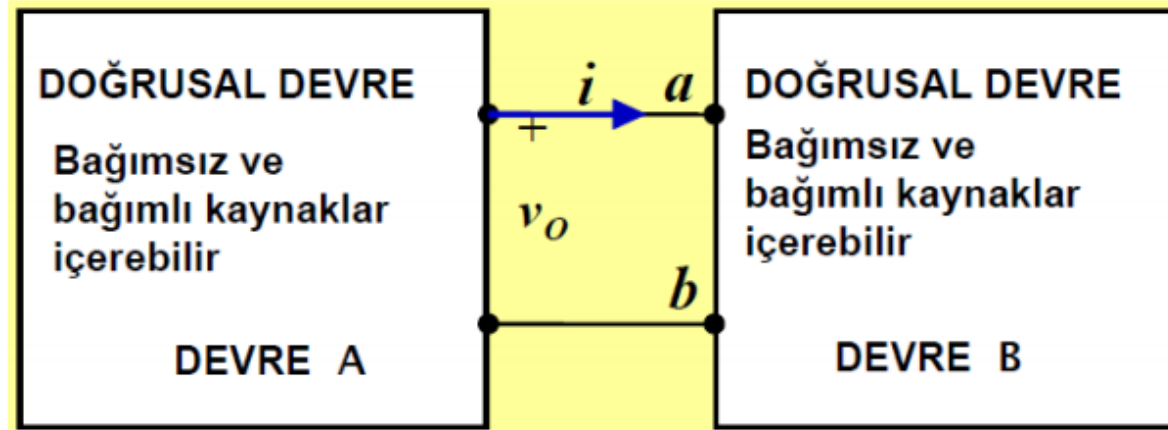
NORTON EŞDEĞERTEOREMİ



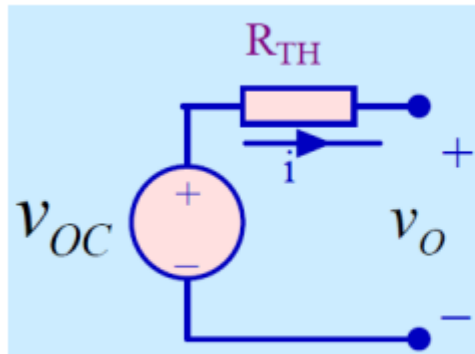
Norton Eşdeğer Devresi
DEVRE A için

i_{SC} Norton Esdeğer Kaynağı
 R_{TH} Thevenin Esdeğer Direnci

THEVENIN YAKLAŞIMI



$$v_O = -R_{TH}i + v_{OC}$$



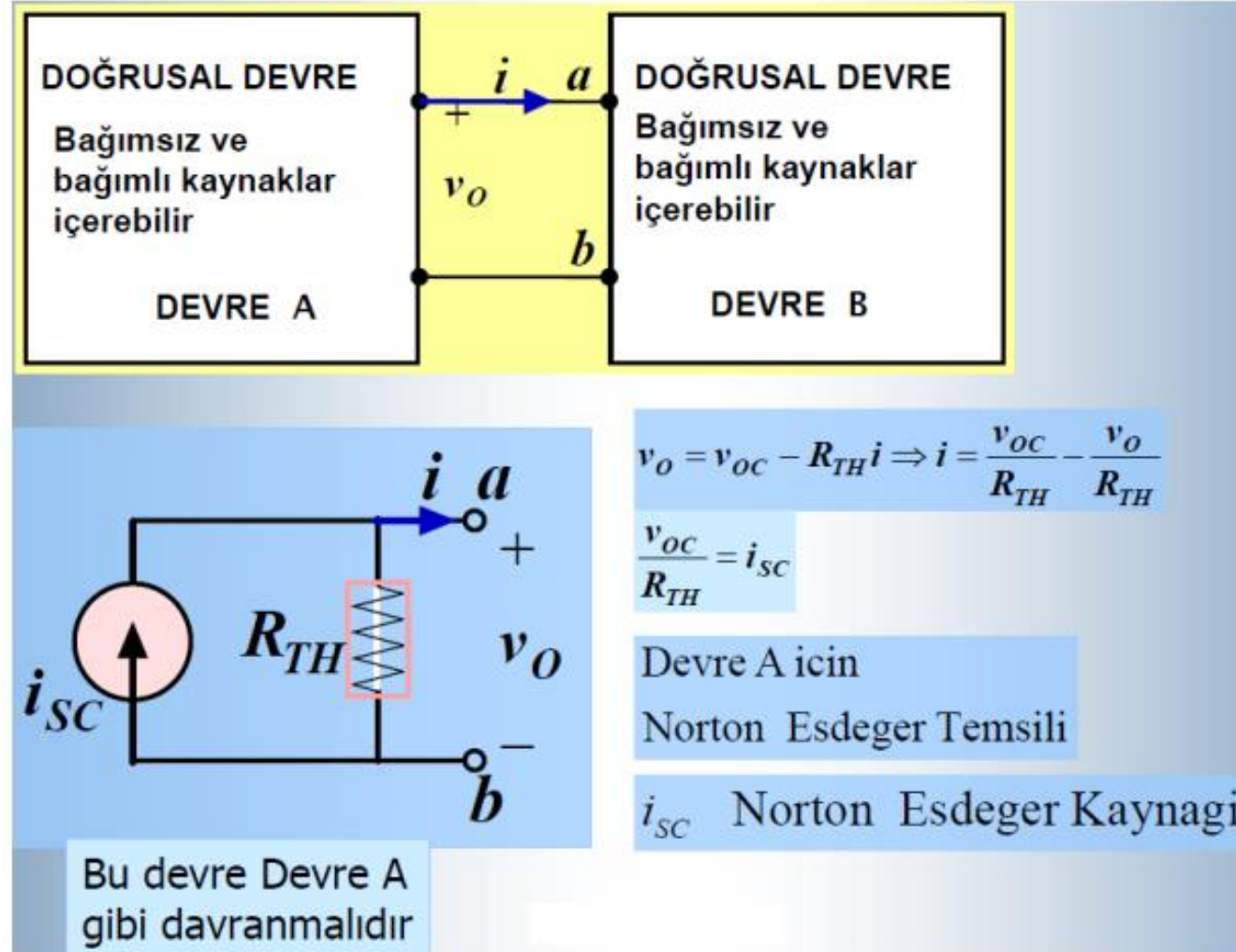
BU DEVRE, DEVRE A GİBİ DAVRANMALIDIR

Devre A' nın Thevenin eşdeğer devresidir

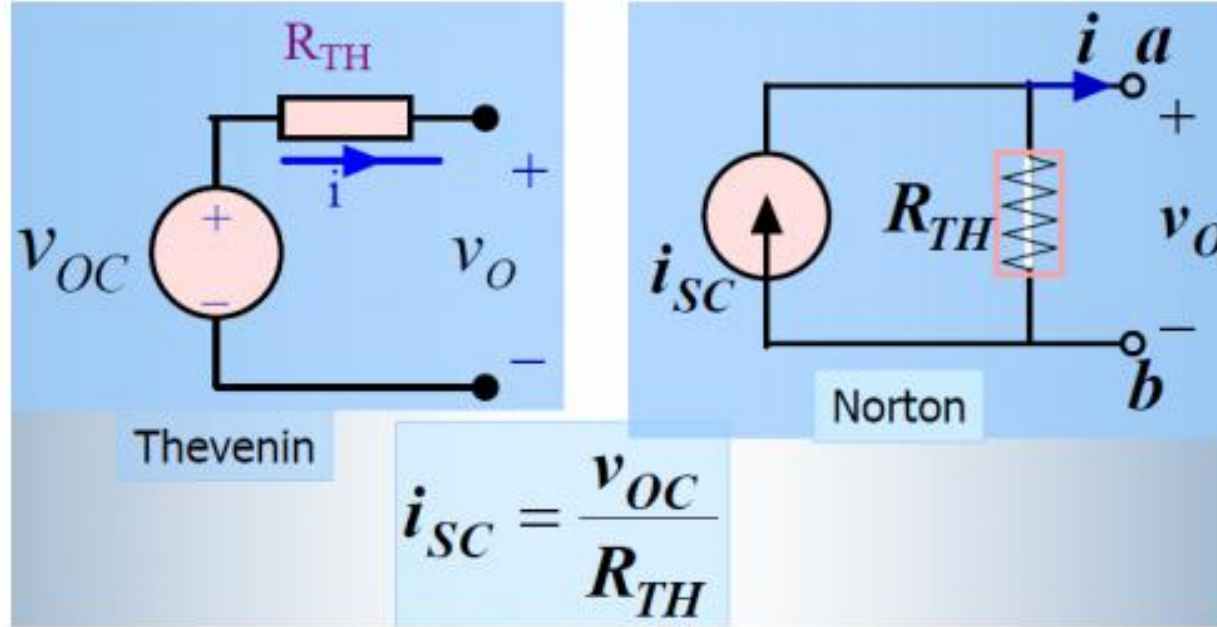
Gerilim Kaynağı; THEVENIN EŞDEĞER KAYNAĞI olarak adlandırılır

Direnç; THEVENIN EŞDEĞER DİRENCİ olarak adlandırılır

NORTON YAKLAŞIMI



THEVENIN VE NORTON TEOREMLERİNE BAŞKA BİR BAKIŞ

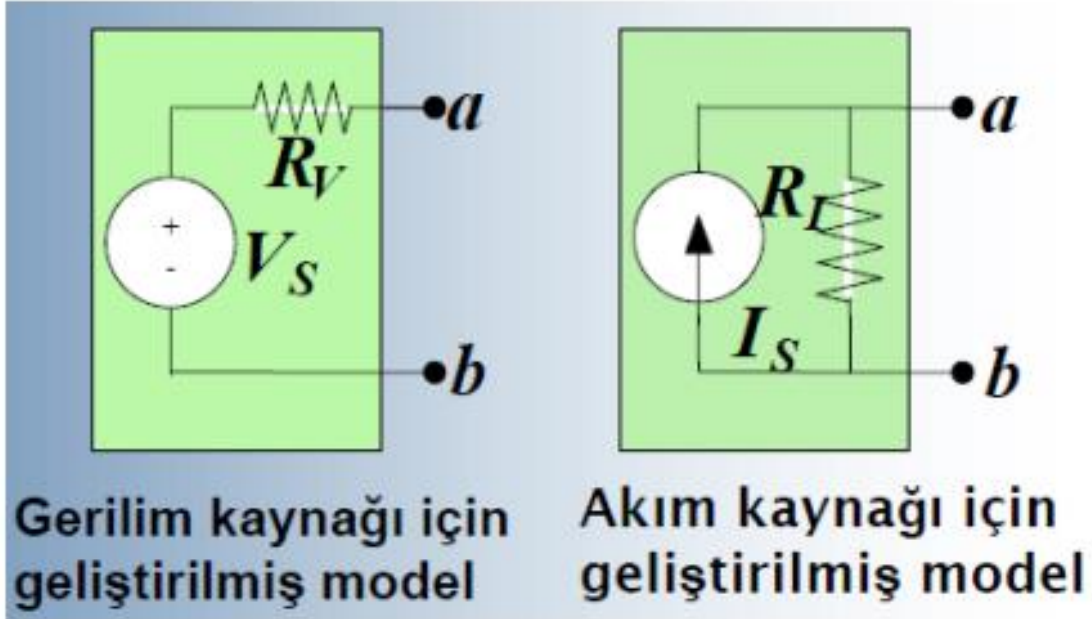


- Bu eşdeğerlik kaynak dönüşümü olarak da görülebilir. Burada dirençle seri bağlı bir gerilim kaynağının; dirençle paralel bağlı bir akım kaynağına nasıl dönüştürüleceği görülmektedir.

KAYNAK DÖNÜŞÜMÜ

- Kaynak dönüşümü bir devrenin karmaşıklığını azaltmak için iyi bir gereçtir.
- Ne zaman uygulanabilir?
- “İdeal kaynaklar” kaynakların gerçek davranışları için iyi bir model değildirler. Gerçek bir batarya kısa devre edildiğinde sonsuz akım üretmez.

KAYNAK DÖNÜŞÜMÜ



MODELLER BİRBİRİNE ESDEGERDİR
EGER;

$$R_V = R_I = R$$

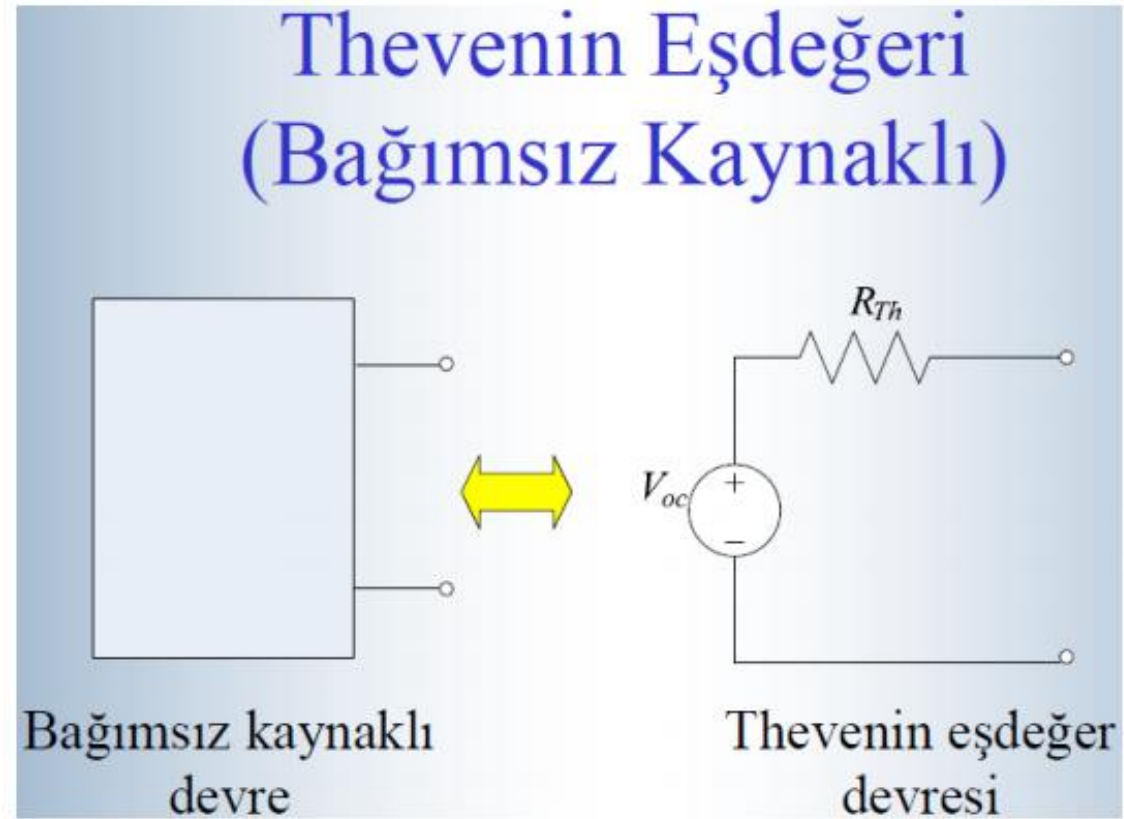
$$V_S = RI_S$$

- Thevenin veya Norton Eşdeğerini elde etmek için Kaynak Dönüşümü kullanılabilir,

THEVENİN ANALİZİ

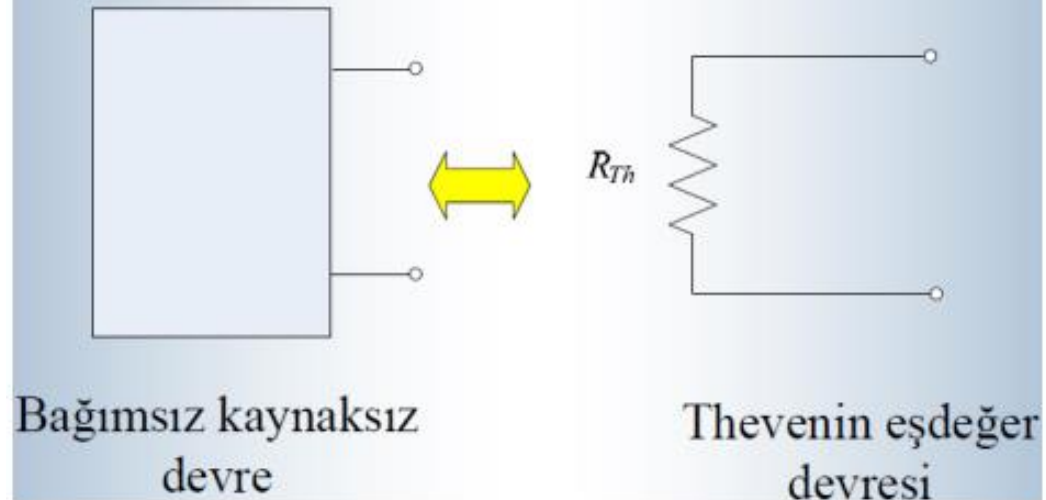
- Thevenin Teoremi: bir elektrik devresinde gerekli dönüşümler yapıldıktan sonra, devre bir gerilim kaynağı ile ona seri bağlı bir direnç ile gösterilmesidir.
- Elde edilen devreye Thevenin Eşdeğeri denir.
- Gerilim kaynakları kısa devre, akım kaynakları ise açık devre yapılarak Thevenin eşdeğer direnci bulunur.
- Burada amaç karmaşık olan devreyi basitleştirmek, devreyi daha kolay değerlendirmektir.
- Kaynaklı (bağımlı ve/veya bağımsız) ve dirençli her devre, bir gerilim kaynağı ve bir dirençli devreye dönüştürebilir.

THEVENİN ANALİZİ



THEVENİN ANALİZİ

Thevenin Eşdeğeri (Bağımsız Kaynaksız)



Thevenin Eşdeğerinin Hesaplanması

- Thevenin eşdeğerini belirlemenin temel adımları
 - v_{oc} yi bul
 - $R_{Th} (= v_{oc} / i_{sc})$ yi bul

Thevenin Analizi İşlem Basamakları

1. Açık devre gerilimini hesapla, V_{OC} .

2. Thevenin eşdeğer direncini hesapla, R_{Th}

(a) eğer sadece bağımsız kaynak varsa bütün gerilim kaynakları kısa devre, bütün akım kaynakları açık devre yapılır.

(b) eğer sadece bağımlı kaynak varsa hesaplama için bir test gerilim veya akım kaynağı kullanılır.

$$R_{Th} = V_{Test} / I_{test}$$

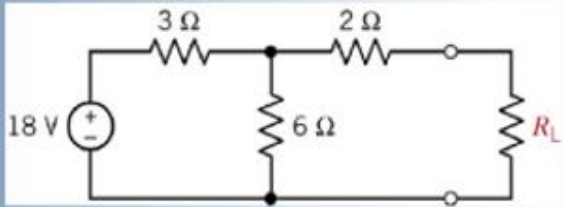
(a) hem bağımlı hem de bağımsız kaynak birlikte kullanılmışsa V_{OC}/I_{SC} 'den R_{Th} 'yi hesaplarız.

3. Devre V_{OC} ve ona seri bağlı R_{Th} , ye dönüştürülür.

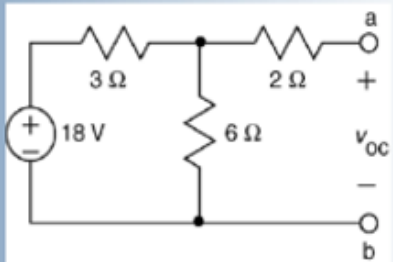
Not: İşlem basamağı 2(b)'de eşdeğer devre sadece R_{Th} 'den oluşur, gerilim kaynağı yoktur.

Thevenin Analizi Örnekler

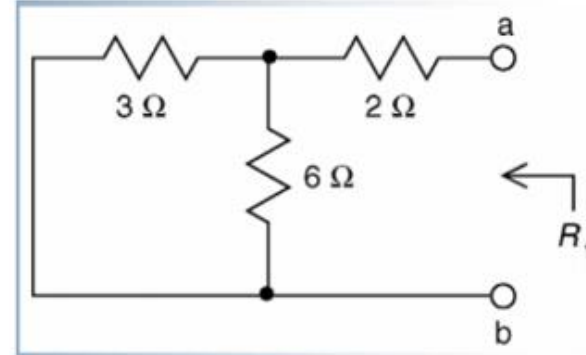
Örnek-1



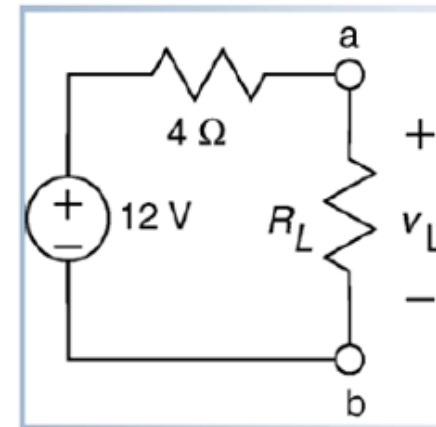
R_L üzerinde düşen gerilimi bulunuz,



$$v_{oc} = \frac{6}{6+3}(18) = 12 \text{ V}$$



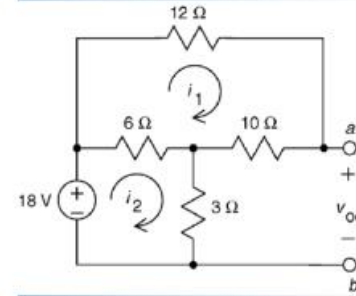
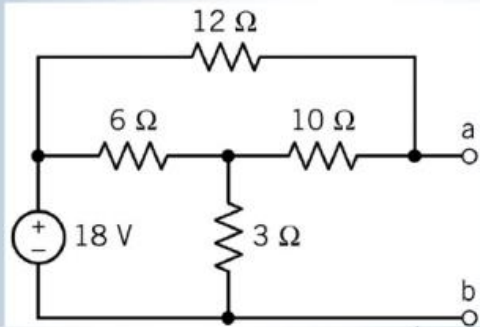
$$R_t = 2 + \frac{(3)(6)}{3+6} = 4 \Omega$$



Thevenin Analizi Örnekler

Örnek-2

Devrenin a-b uçlarına göre Thevenin eşdeğerini elde edelim



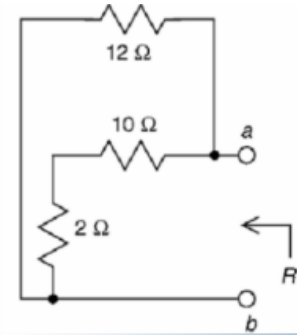
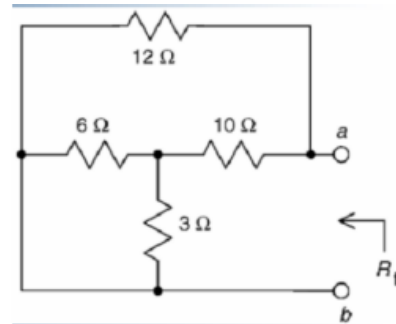
$$12 i_1 + 10 i_1 - 6 (i_2 - i_1) = 0$$

$$6 (i_2 - i_1) + 3 i_2 - 18 = 0$$

$$i_1 = \frac{1}{2} \text{ A}$$

$$i_2 = \frac{7}{3} \text{ A}$$

$$v_{oc} = 3 i_2 + 10 i_1 = 3 \left(\frac{7}{3} \right) + 10 \left(\frac{1}{2} \right) = 12 \text{ V}$$

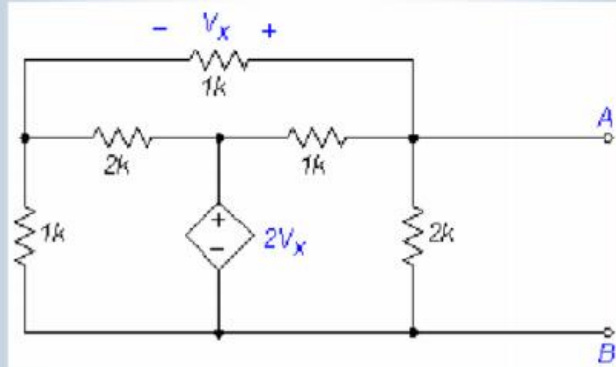


$$R_t = \frac{12(10+2)}{12+(10+2)} = 6 \Omega$$

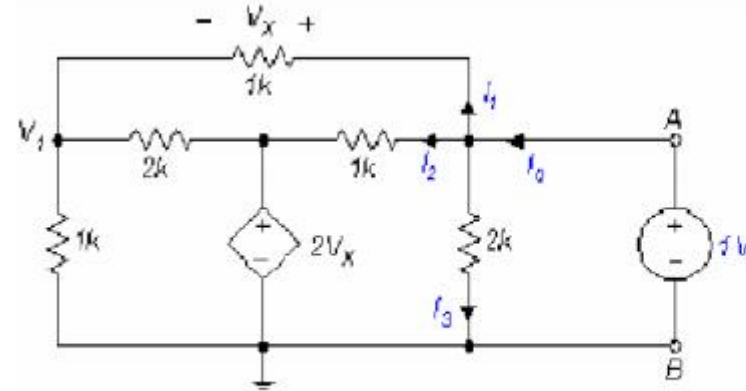
Thevenin Analizi Örnekler

Yalnızca Bağımlı Kaynak İçeren Devreler

Örnek-3



Devrenin A-B uçlarına göre Thevenin eşdeğerini bulalım



$$V_1 + V_X = 1$$

$$\frac{V_1}{1k} + \frac{V_1 - 2V_X}{2k} + \frac{V_1 - 1}{1k} = 0$$

Denklemler V_X için çözüldüğünde, $V_X = 3/7$ V bulunur. V_X bilindiğine göre I_1 , I_2 ve I_3 hesaplanabilir.

$$I_1 = \frac{V_X}{1k} = \frac{3}{7} \text{ mA}$$

$$I_2 = \frac{1 - 2V_X}{1k} = \frac{1}{7} \text{ mA}$$

$$I_3 = \frac{1}{2k} = \frac{1}{2} \text{ mA}$$

$$I_0 = I_1 + I_2 + I_3$$

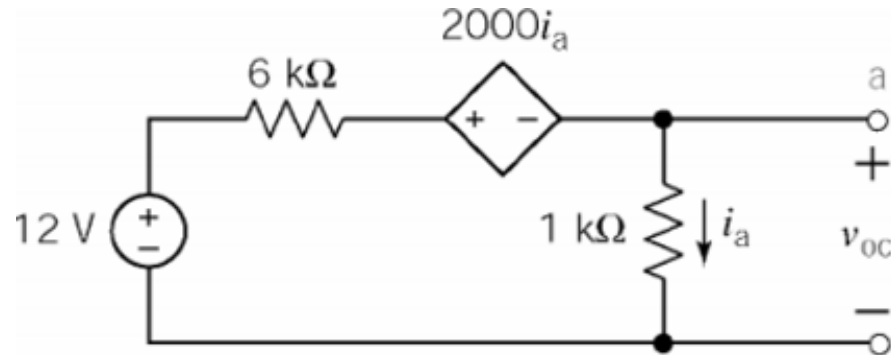
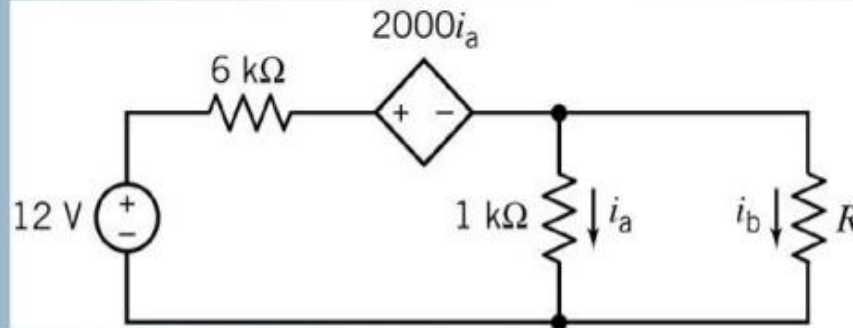
$$= \frac{15}{14} \text{ mA}$$

$$R_{Th} = \frac{1}{I_0} = \frac{14}{15} \text{ k}\Omega$$

Thevenin Analizi Örnekler

Örnek-4

Devredeki i_b akımını Thevenin analizi ile bulunuz

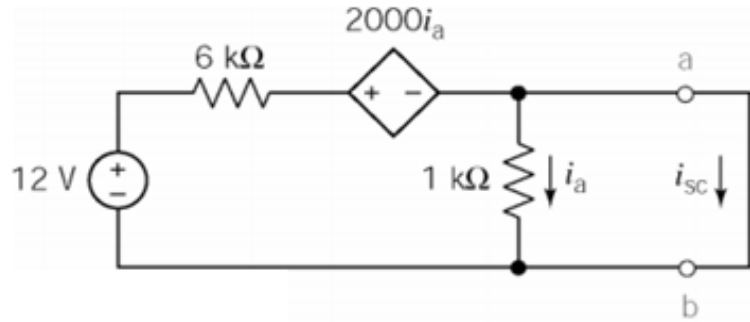


$$-12 + 6000i_a + 2000i_a + 1000i_a = 0$$

$$i_a = \frac{4}{3000} \text{ A}$$

$$v_{oc} = 1000 i_a = \frac{4}{3} \text{ V}$$

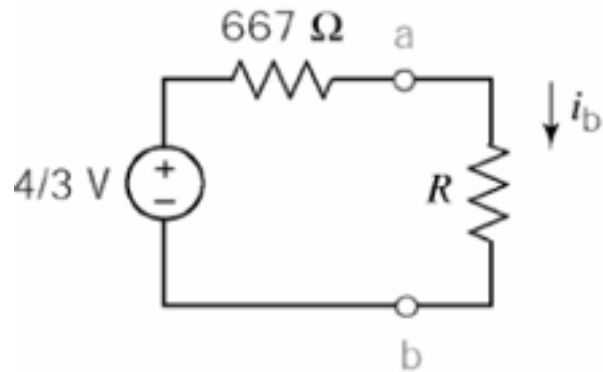
Thevenin Analizi Örnekler



$$i_a = 0 \text{ (kısa devreden dolayı)}$$

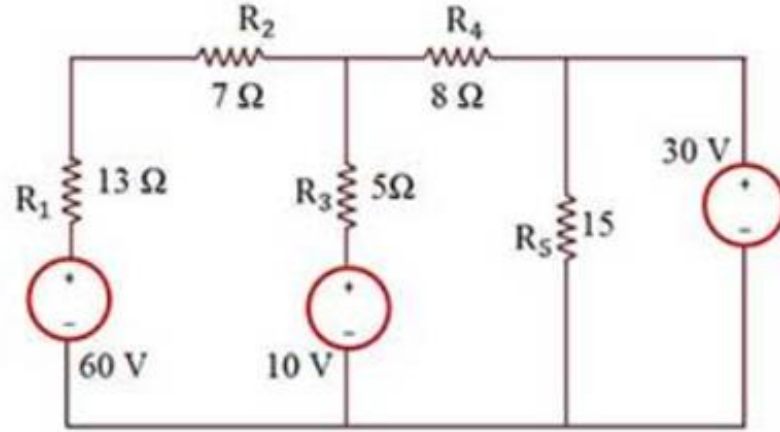
$$-12 + 6000 i_{sc} = 0 \Rightarrow i_{sc} = 2 \text{ mA}$$

$$R_t = \frac{v_{oc}}{i_{sc}} = \frac{\frac{4}{3}}{.002} = 667 \text{ } \Omega$$



$$i_b = \frac{\frac{4}{3}}{667 + R}$$

Örnek:



Şekildeki devrede $R_1 = 13\ \Omega$, $R_2 = 7\ \Omega$, $R_3 = 5\ \Omega$, $R_4 = 8\ \Omega$, $R_5 = 15\ \Omega$ dur.

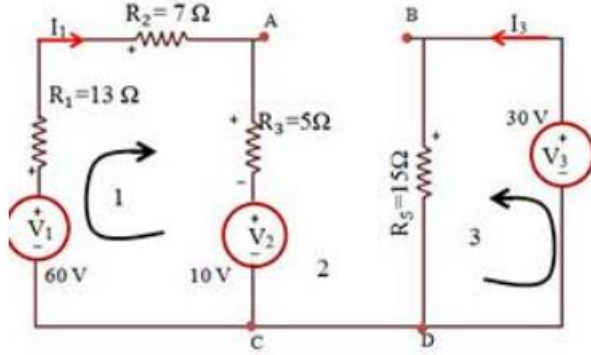
Bu devrede R_4 direnci için,

- A) Thevenin eşdeğer gerilimini bulunuz.
- B) Thevenin eşdeğer direncini bulunuz.
- C) Thevenin eşdeğer devresini kurunuz.
- D) Thevenin eşdeğer akımını hesaplayınız.
- E) R_4 üzerindeki gerilimi bulunuz.

Çözüm:

A) Thevenin eşdeğer gerilimini bulalım.

Bunun için R_4 direncini çıkaralım.



1 numaralı göz için Kirchoff gerilim kanunu uygulayalım.

$$-60 + 13 \cdot I_1 + 7I_1 + 5I_1 + 10 = 0$$

$$25I_1 = 50$$

$$I_1 = 2 \text{ A}$$

R_3 direnci üzerinden sadece I_1 akımı geçmektedir. Bu akım R_3 üzerinde,

$2.5 = 10 \text{ V}$ gerilim meydana getirir. Bu gerilim V_2 kaynağı ile seri bağlantılıdır. AC kolundaki toplam gerilim,

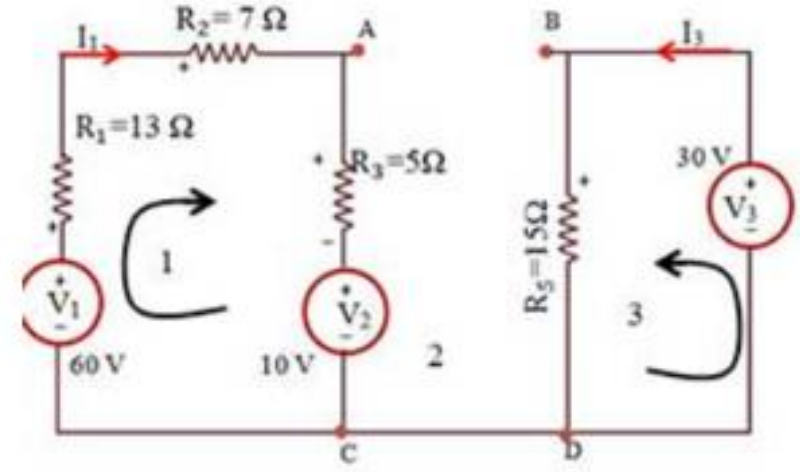
$$V_{AC} = 10 + 10 = 20 \text{ Volt olur.}$$

Şimdi I_3 akımını bularak R_5 direnci üzerindeki potansiyeli hesaplayalım.

$$-30 + 15I_3 = 0$$

$$I_3 = 2 \text{ A}$$

$$V_{R5} = 2 \cdot 15 = 30 \text{ V}$$



R_4 üzerindeki gerilim, $V_{AC} - V_{AD}$ ile bulunabilir.

$$V_{R4} = 20 - 30$$

$$V_{R4} = -10 \text{ V}$$

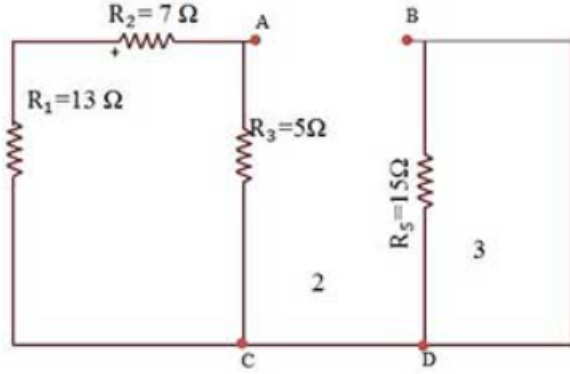
Sonucun negatif çıkması R_4 direncinin V_3 kaynağına bakan kısmının pozitif olduğunu gösterir. Devre üzerinde göstermek gerekirse bu durum dikkate alınır.

Bu değer Thevenin eşdeğer gerilimidir.

$$V_{Th} = -10 \text{ V}$$

B) Thevenin eşdeğer direnci.

Thevenin eşdeğer direncini bulmak için R4 direncini çıkaralım ve gerilim kaynaklarını kısa devre yapalım.



AB arasındaki eşdeğer direnci bulurken A noktasını devrenin girişi, B noktasını devrenin çıkışı kabul ederiz.

$$R_{1,2} = 13 + 7 = 20 \, \Omega$$

$$R_{1,2,3} = \frac{20 \cdot 5}{25}$$

$$R_{1,2,3} = 4 \, \Omega$$

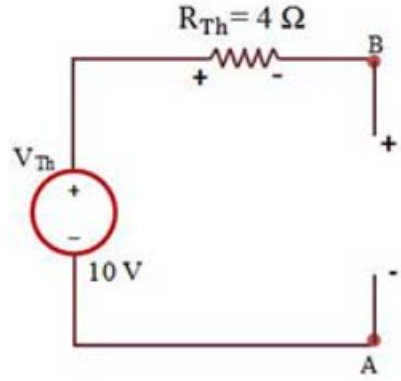
R5 direnci kısa devre olmaktadır. AB arasındaki eşdeğer dirence bir etkisi olmaz.

$$R_{AB} = 4 \, \Omega$$

$$R_{Th} = 4 \, \Omega$$

C) Thevenin eşdeğer devresi.

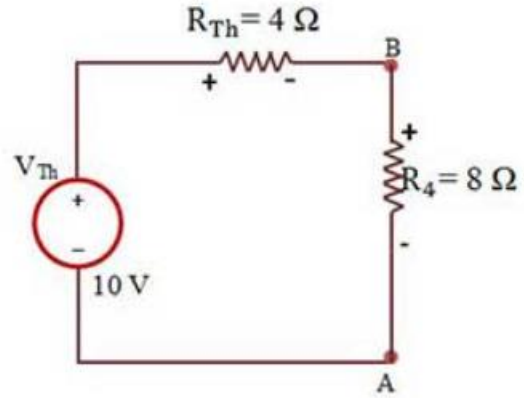
Thevenin eşdeğer devresini kurarken $V_{Th} = -10$ olduğundan, akımın B noktasından gireceğini gözönüne alalım. Bunun için B noktasını yukarı, A noktasını aşağı getirelim.



Eğer A noktasını yukarıdaki yerine koyacak olursak, V_{Th} kaynağının alt kısmını pozitif, üst kısmını negatif yapmalıyız.

D) Thevenin eşdeğer akımı.

Thevenin akımını bulmak için R_4 direncini yerine takalım.



$$R_{eş} = 4 + 8 = 12 \Omega$$

$$I = \frac{10}{12}$$

$$I = 0,83 \text{ A}$$

$$I_{Th} = 0,83 \text{ A}$$

E) R_4 üzerindeki gerilim.

R_4 üzerindeki gerilim I_{Th} ile R_4 direncinin çarpımına eşittir.

$$V_{R4} = 0,83 \cdot 8$$

$$V_{R4} = 6,64 \text{ V}$$

Active Learning

Şekildeki devrede $8,65\Omega$ üzerinden geçen akımı thevenin teoremiyle çözünüz.

