

# ELEKTRİK DEVRE TEMELLERİ

## DERS NOTLARI

Norton Teoremi ve Maksimum Güç Aktarımı

# NORTON TEOREMLERİ

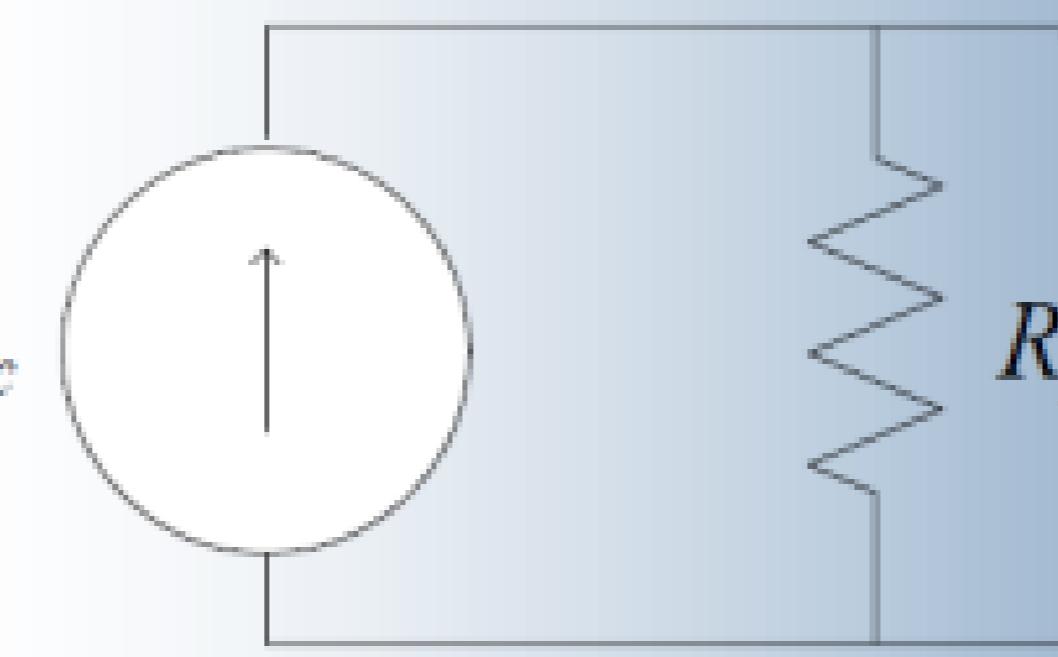
- Her Thevenin eşdeğer devresi, kendisine paralel bir direnç bağlı akım kaynağına dönüştürülebilir (Kaynak dönüşümü).
- Kendisine paralel bir direnç bağlı akım kaynağı Norton eşdeğer devresi olarak adlandırılır.
- Norton eşdeğer devresini bulmak esasen Thevenin eşdeğer devresini bulmak ile aynıdır.

# NORTON TEOREMLERİ

Norton Eşdeğeri  
(Bağımsız Kaynaklı Devre)



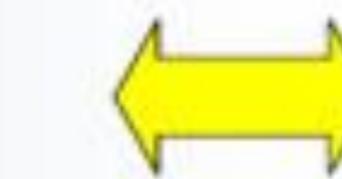
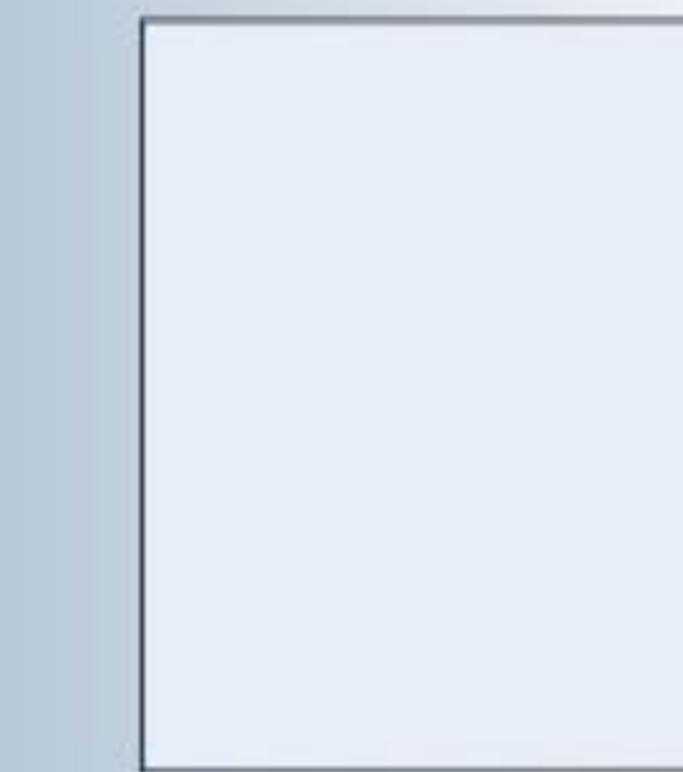
$I_{sc}$



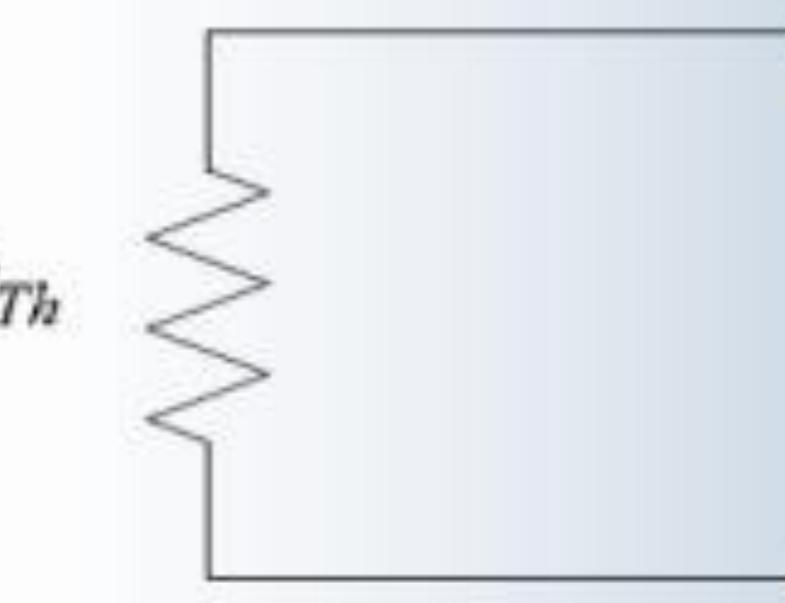
Norton eşdeğer  
devresi

Bağımsız kaynaklı  
devre

Norton Eşdeğeri  
(Bağımsız Kaynaksız Devre)



$R_{Th}$



Bağımsız kaynaksız  
devre

Norton eşdeğer  
devresi

# Norton Analizi İşlem Basamakları

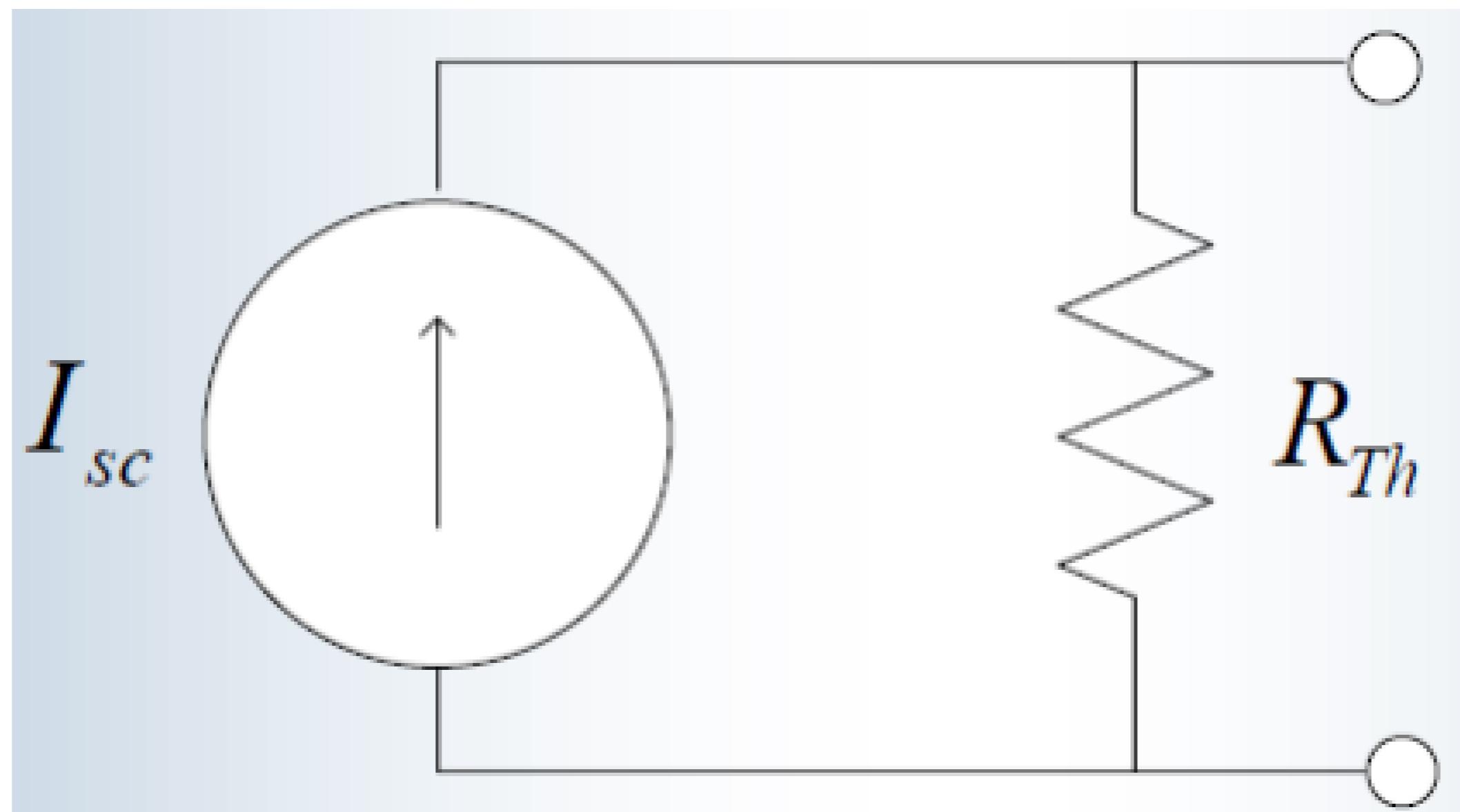
1. Kısa devre akımını hesapla,  $I_{SC}$
2. Thevenin/Norton eşdeğer direncini hesapla,  $R_N$ 
  - (a) Eğer sadece bağımsız kaynak varsa bütün gerilim kaynakları kısa devre, bütün akım kaynakları açık devre yapılır.
  - (b) Eğer sadece bağımlı kaynak varsa hesaplama için bir test gerilim(akım) kaynağı kullanılır.

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

- (c) hem bağımlı hem de bağımsız kaynak birlikte kullanılmışsa  $V_{OC}/I_{SC}$  den  $R_{Th}$  hesaplanır.

# Norton Analizi İşlem Basamakları

3. Devre  $I_{SC}$  ve ona paralel bağlı  $R_N$  devresine dönüştürülür ( $R_N = R_{Th}$ ) dönüştürülür.

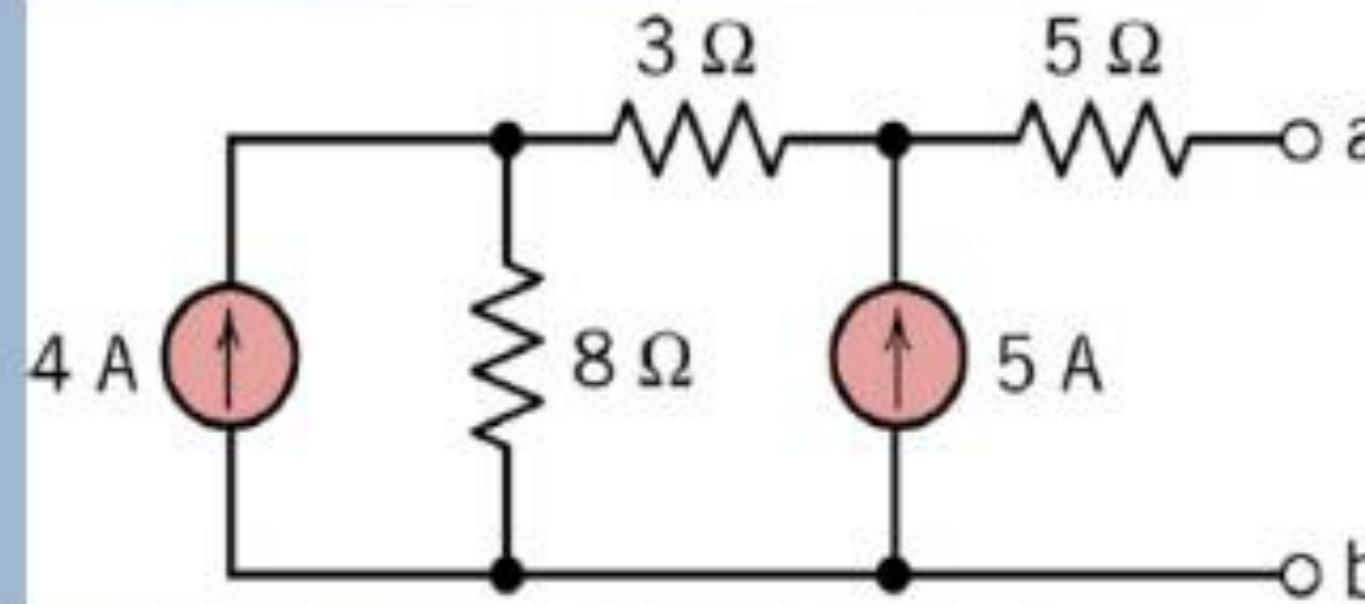


Not: Adım 2(b)de eş değer devre sadece  $R_{Th}$  den oluşur, akım kaynağı yoktur.

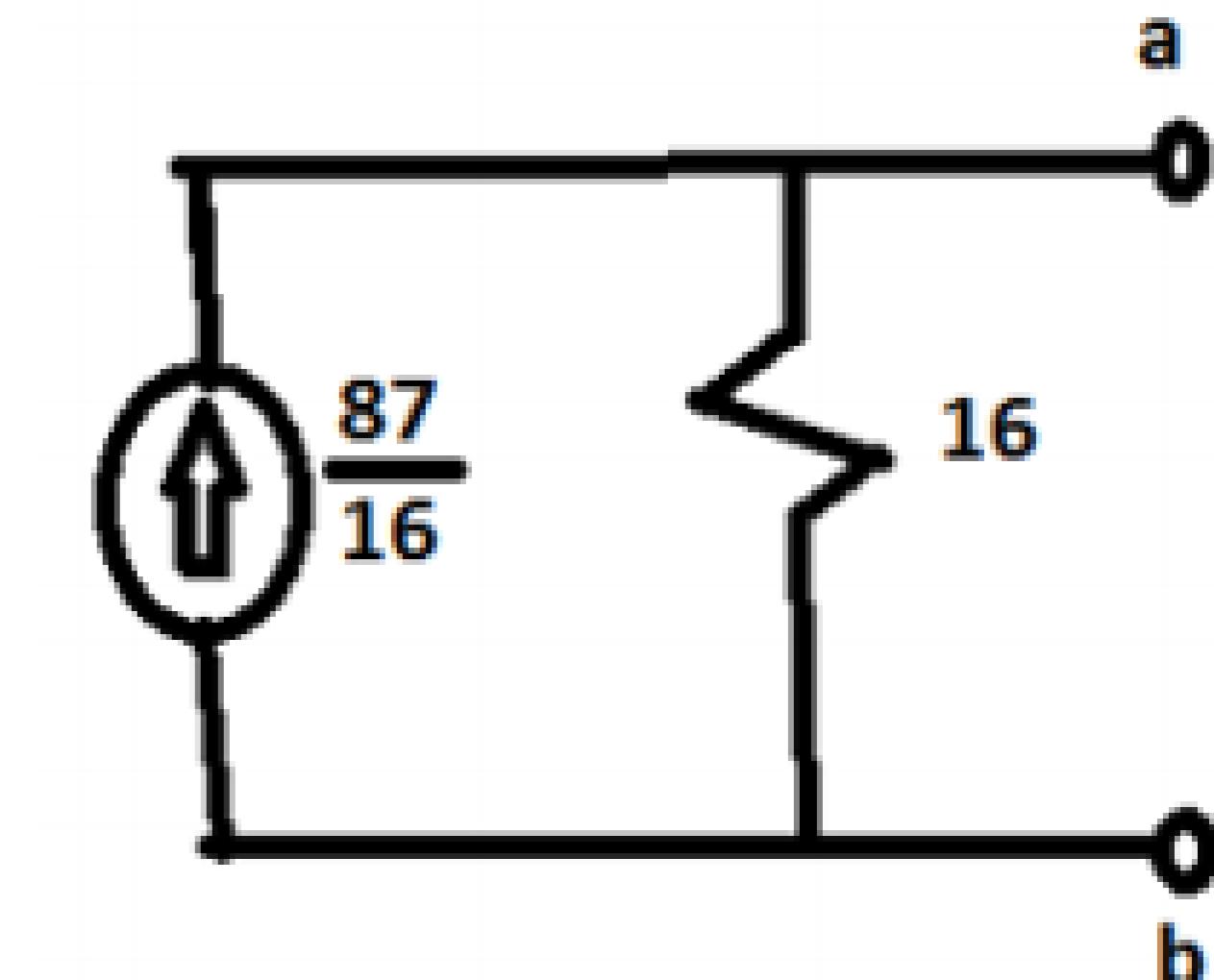
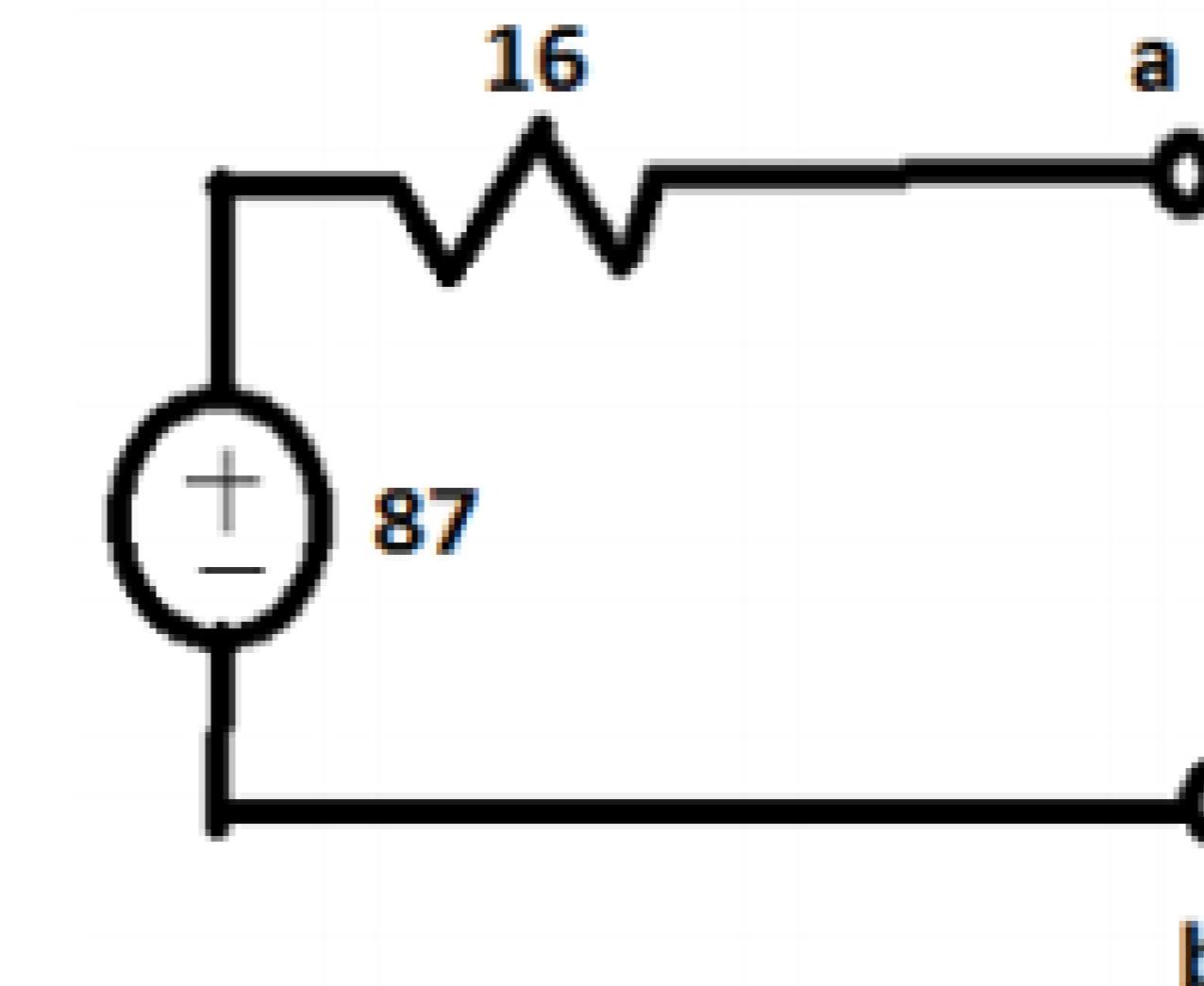
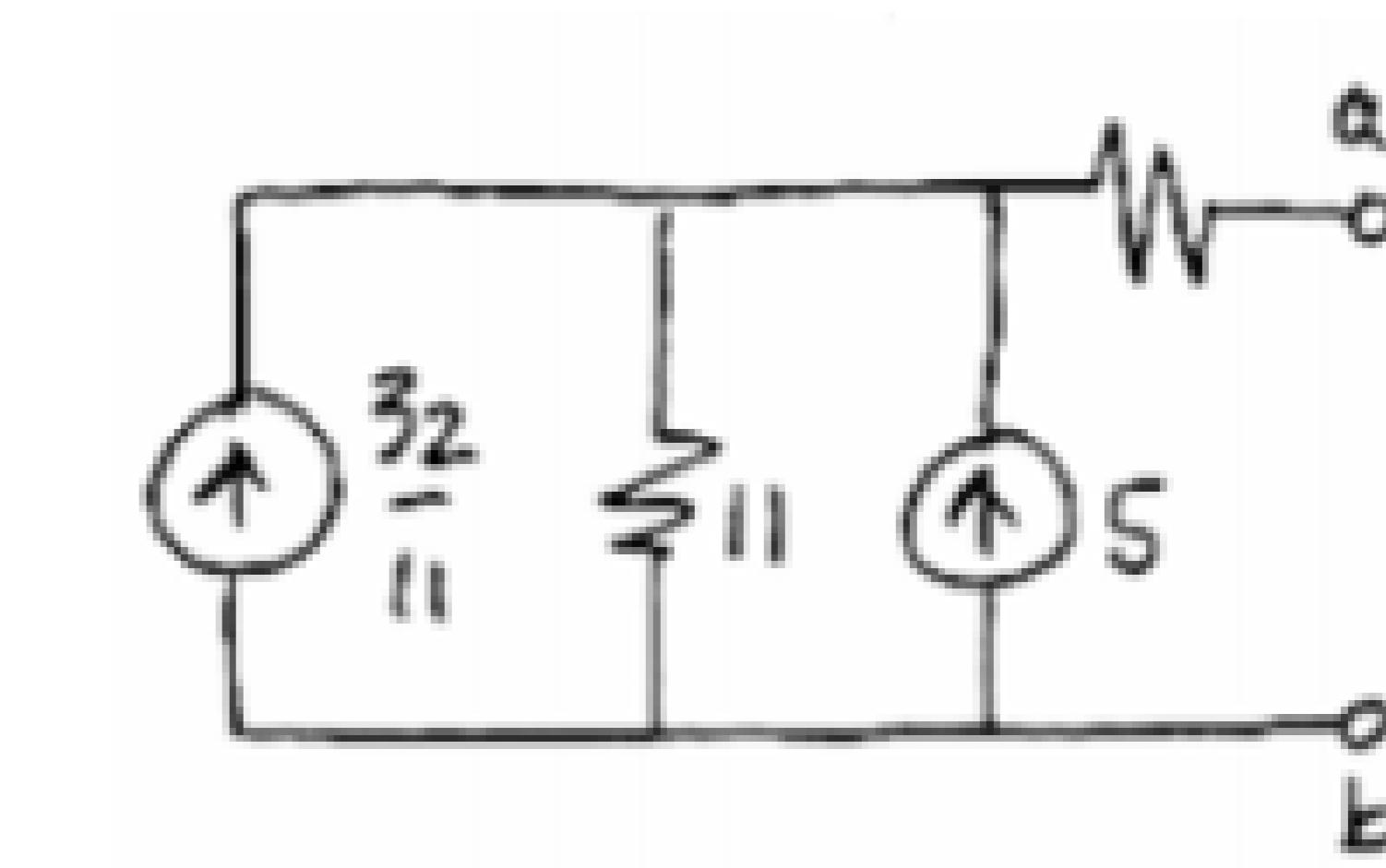
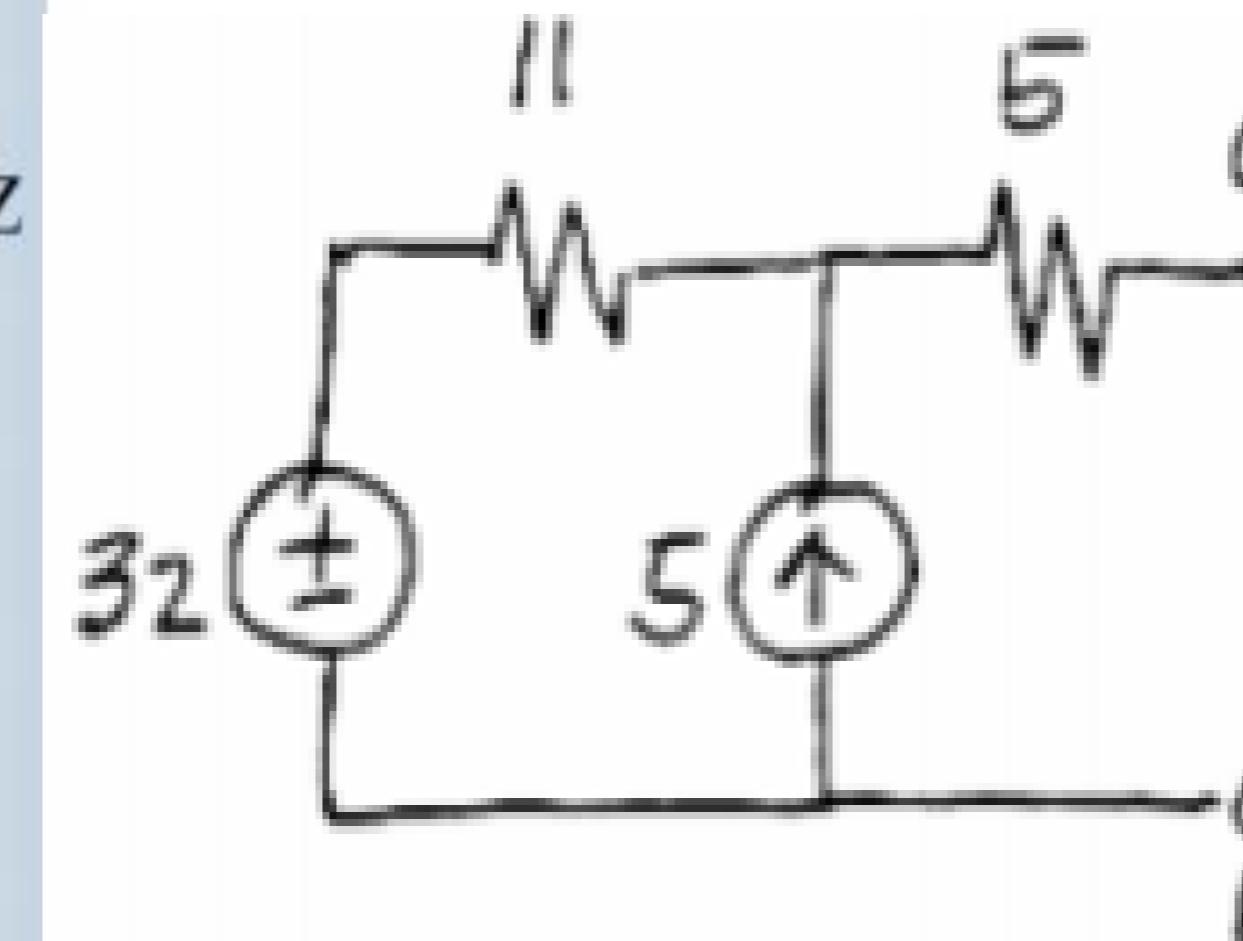
# Norton Analizi Örnekler

## Norton Analizi ÖRNEKLER

Örnek-1. a-b uçlarına göre norton eşdeğерini elde ediniz

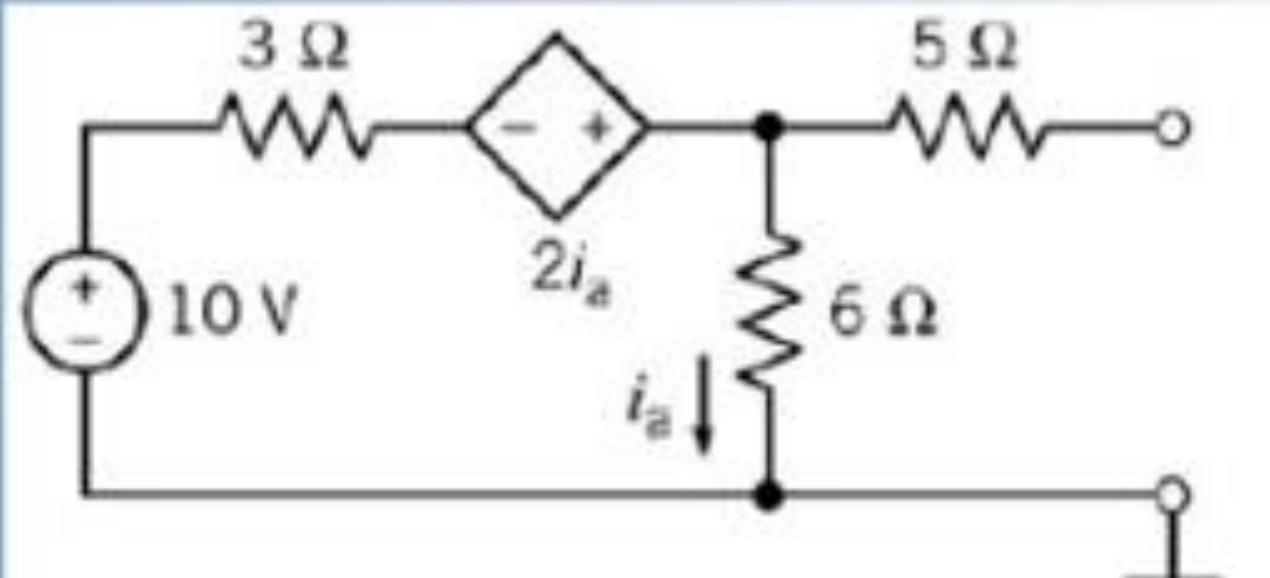


- Kaynak dönüşümüyle yapabilir miyiz?
- Bakalım

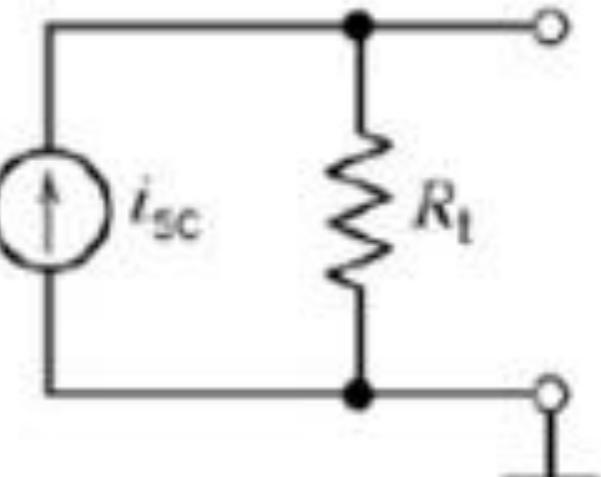


# Norton Analizi Örnekler

Örnek-1. Norton eşdeğerini bulunuz



(a)



(b)

$$i_a = i_1 - i_2$$

$$3i_1 - 2(i_1 - i_2) + 6(i_1 - i_2) - 10 = 0 \Rightarrow 7i_1 - 4i_2 = 10$$

$$5i_2 - 6(i_1 - i_2) = 0 \Rightarrow -6i_1 + 11i_2 = 0 \Rightarrow i_1 = \frac{11}{6}i_2$$

$$7\left(\frac{11}{6}i_2\right) - 4i_2 = 10 \Rightarrow i_2 = 1.13 \text{ A} \Rightarrow i_{sc} = 1.13 \text{ A}$$

Voc hesaplayarak  $R_{th} = V_{os}/I_{sc}$  ile bulalım

$$-10 + 3i_a - 2i_a + 6i_a = 0$$

$$i_a = 10/7 = 1.42 \text{ A}$$

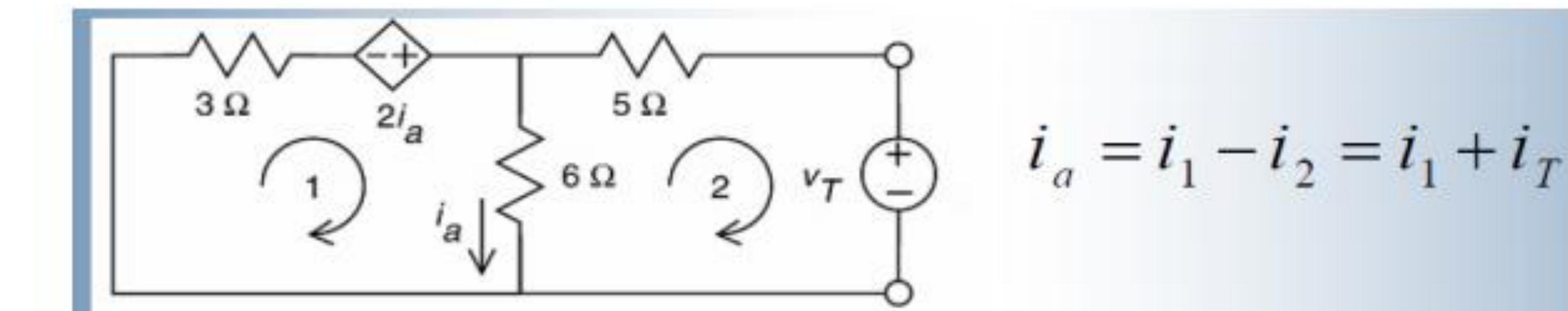
$$V_{oc} = 6 * i_a = 6 * 1.42 = 8.57 \text{ V}$$

$$R_{th} = V_{os}/I_{sc}$$

$$= 8.57/1.13$$

$$= 7.57 \text{ ohm}$$

2. Yol: Gerilim kaynağını kaldırıp sanal kaynak uygulayarak  $R_{th}$  bulalım



$$3i_1 - 2(i_1 - i_2) + 6(i_1 - i_2) = 0 \Rightarrow 7i_1 - 4i_2 = 0 \Rightarrow i_1 = \frac{4}{7}i_2$$

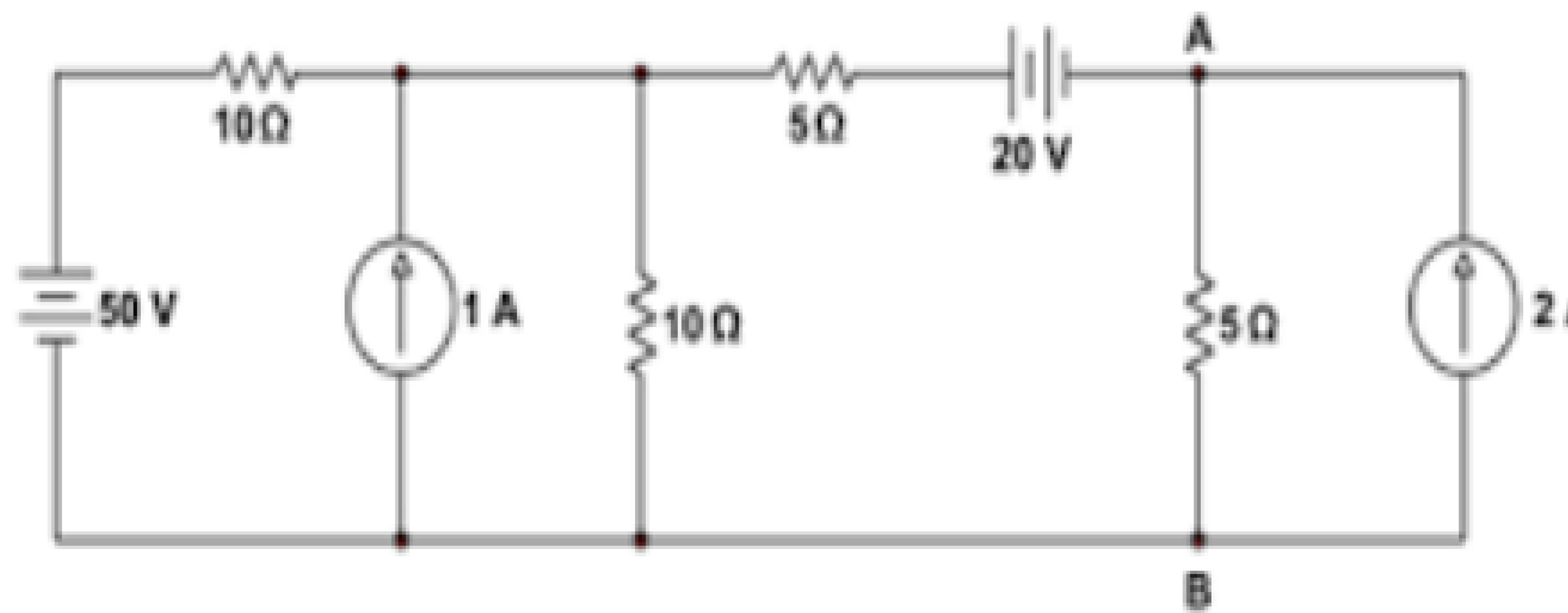
$$5i_2 + v_T - 6(i_1 - i_2) = 0 \Rightarrow -6i_1 + 11i_2 = -v_T$$

$$-6\left(\frac{4}{7}i_2\right) + 11i_2 = -v_T \Rightarrow 7.57i_2 = -v_T$$

$$R_t = \frac{v_T}{i_T} = \frac{-v_T}{-i_T} = \frac{-v_T}{i_2} = 7.57 \Omega$$

# Örnek Çözelim

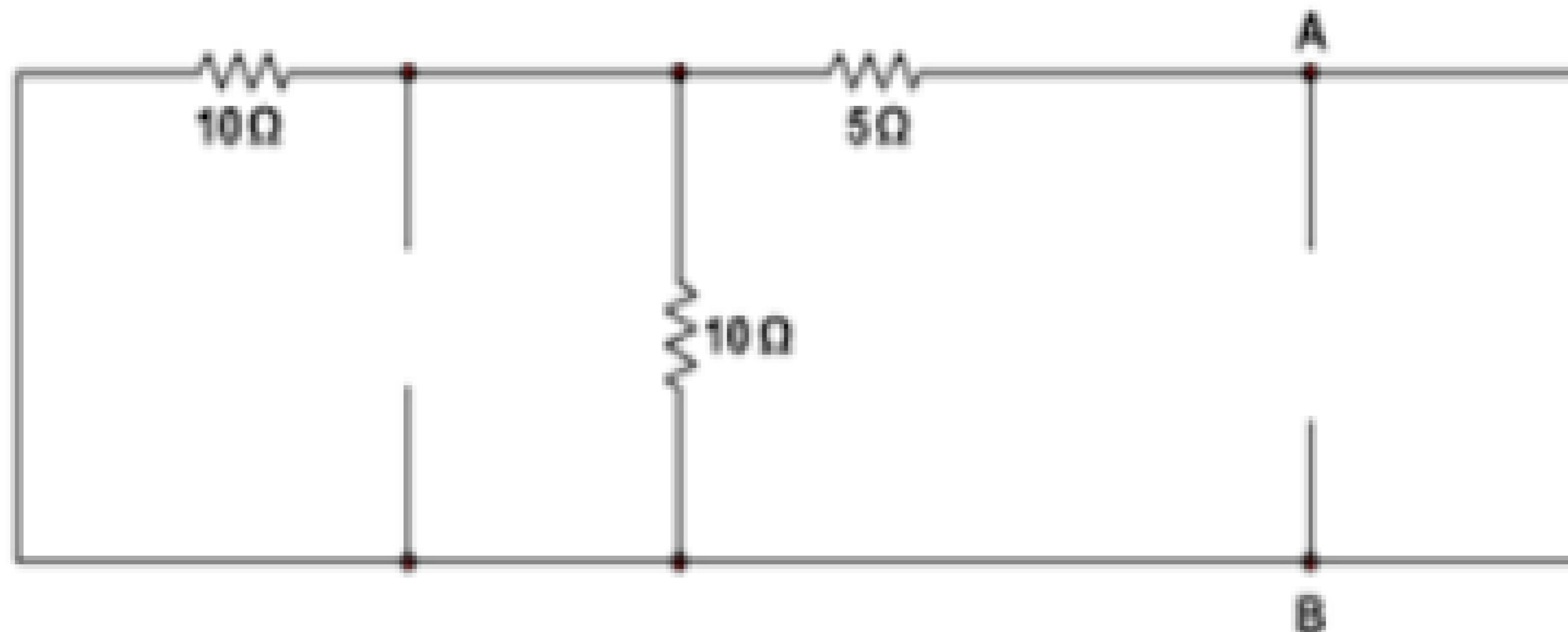
- Aşağıdaki devrede A-B uçları arasındaki 5 ohm ile gösterilen yükten geçen akımı norton teoremiyle çözünüz.



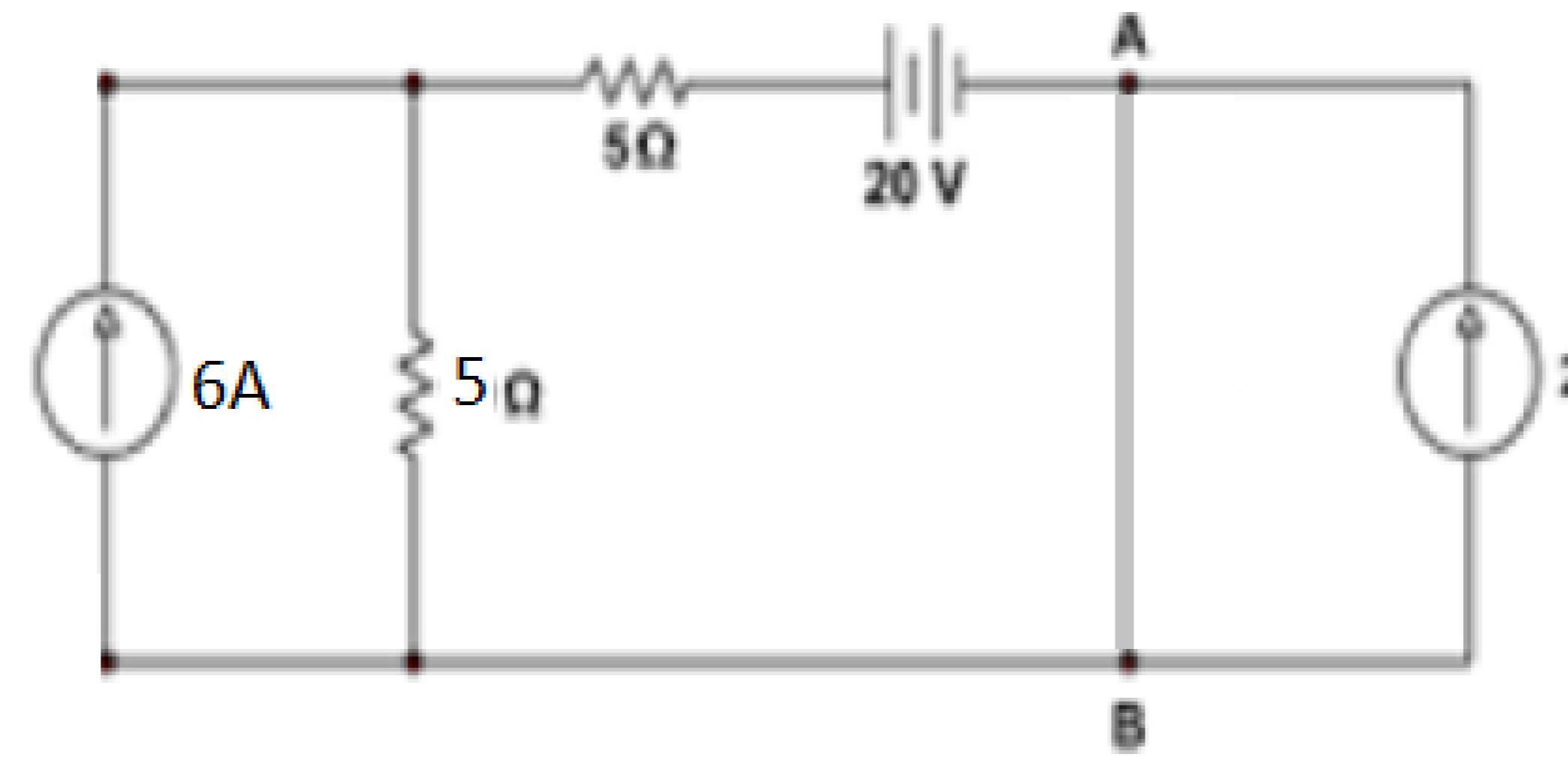
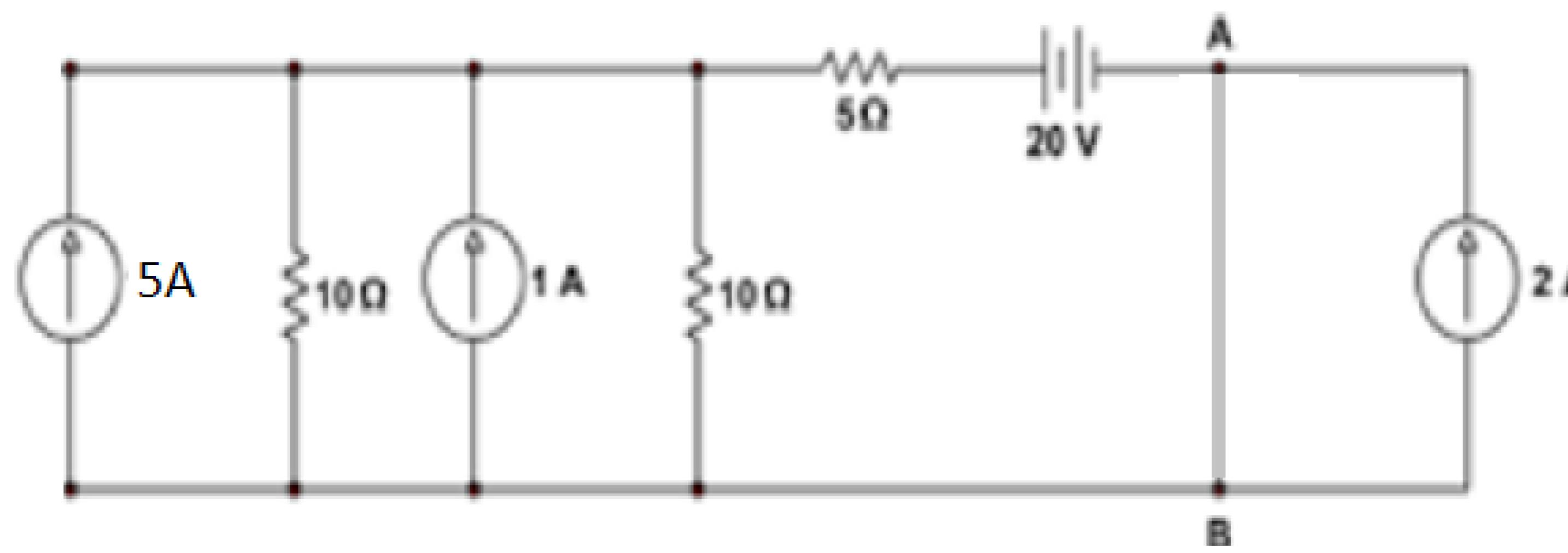
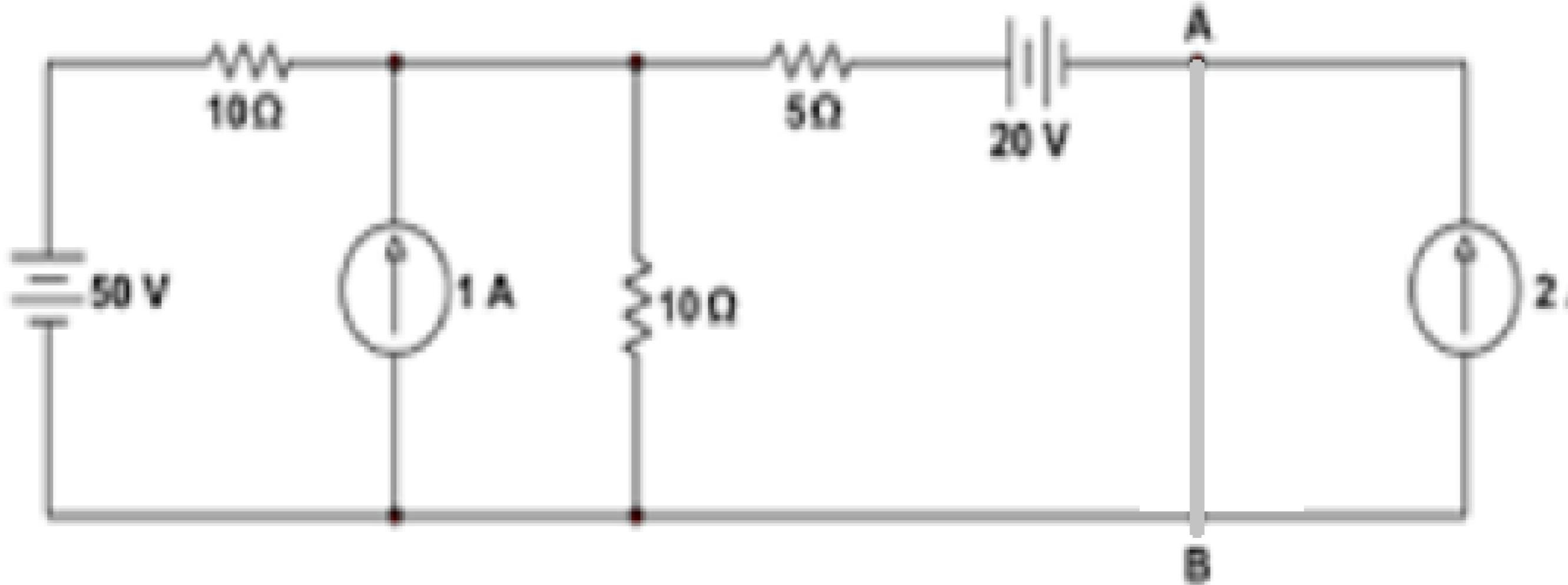
# Örnek Çözelim

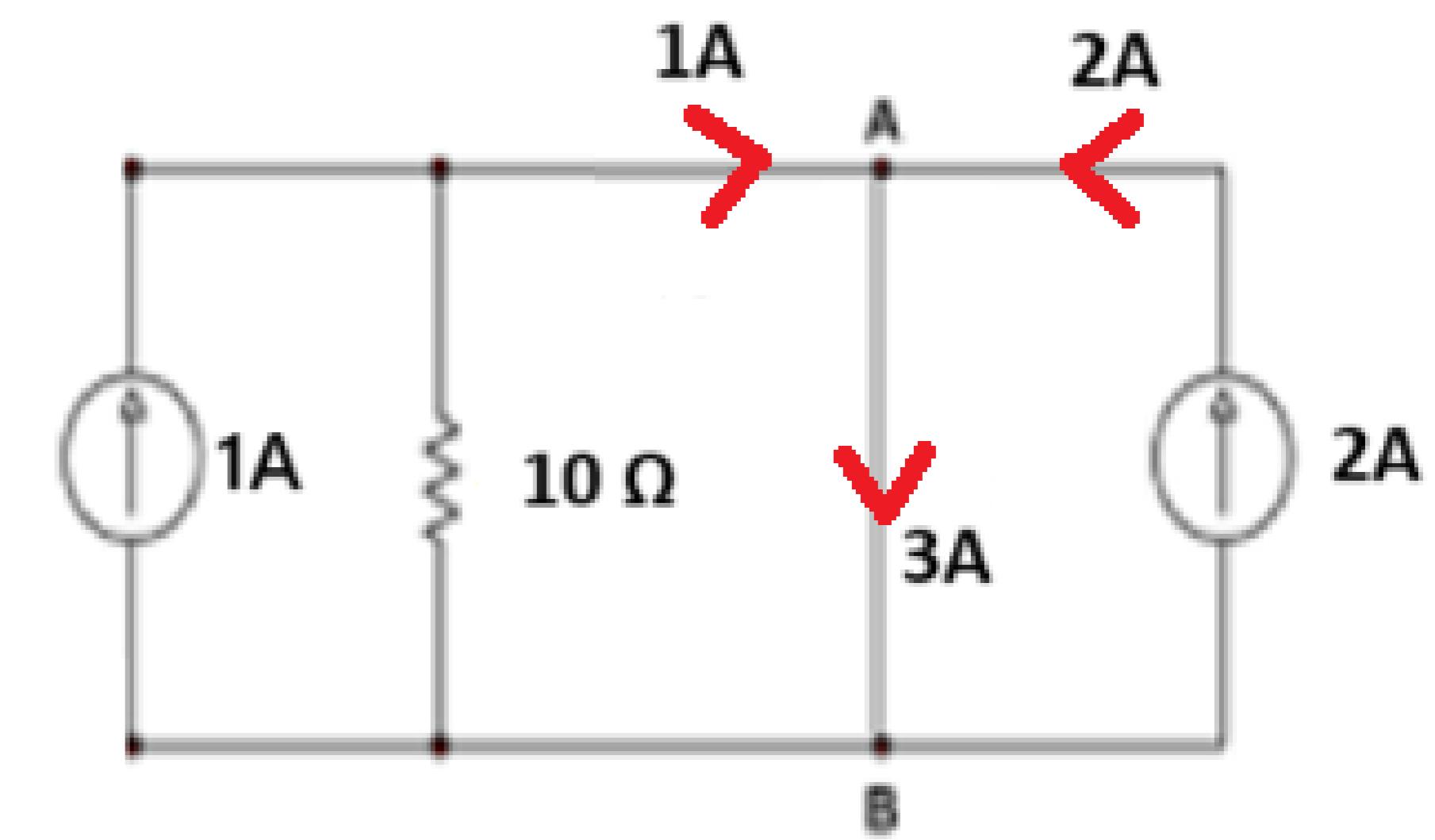
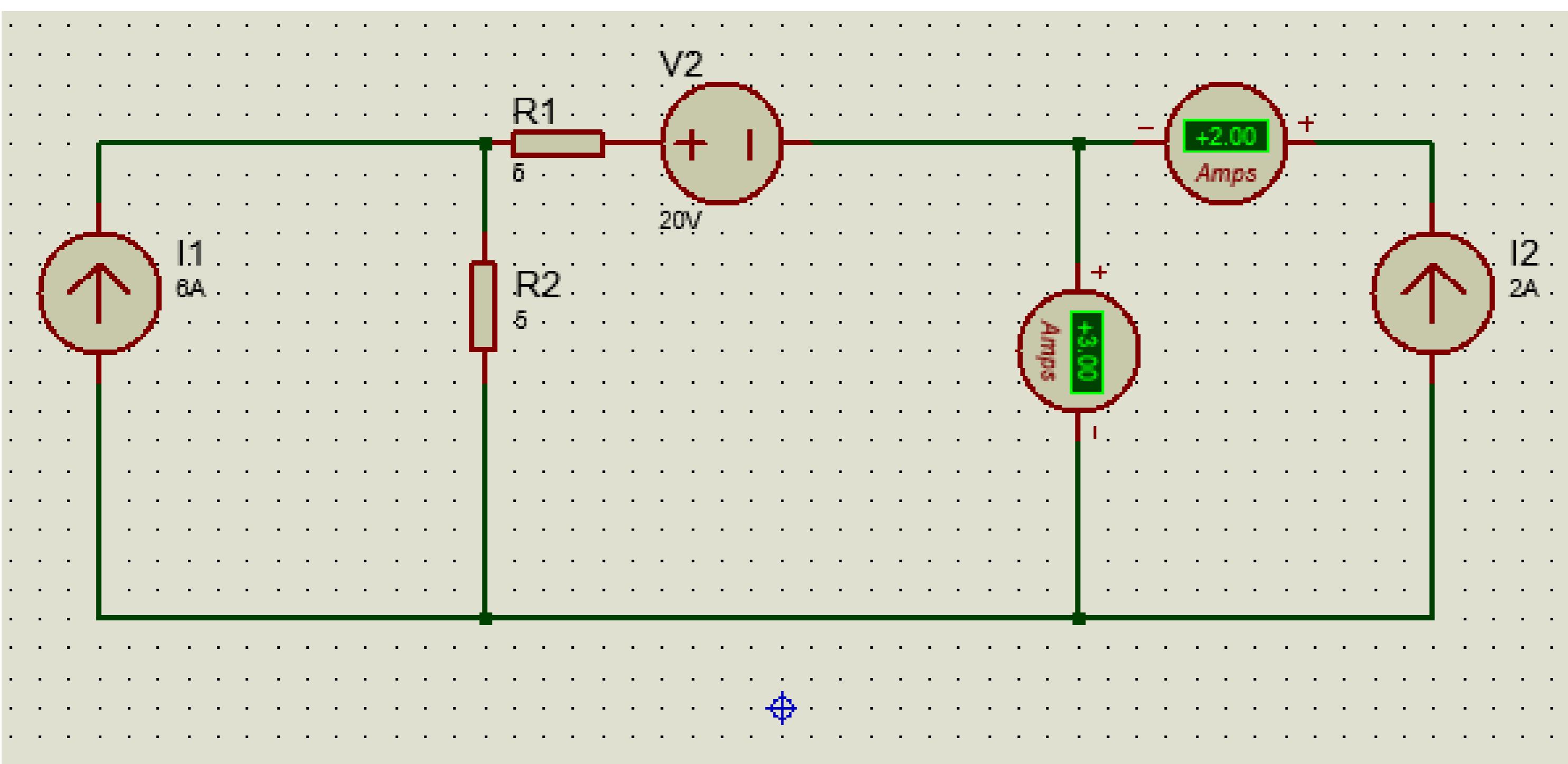
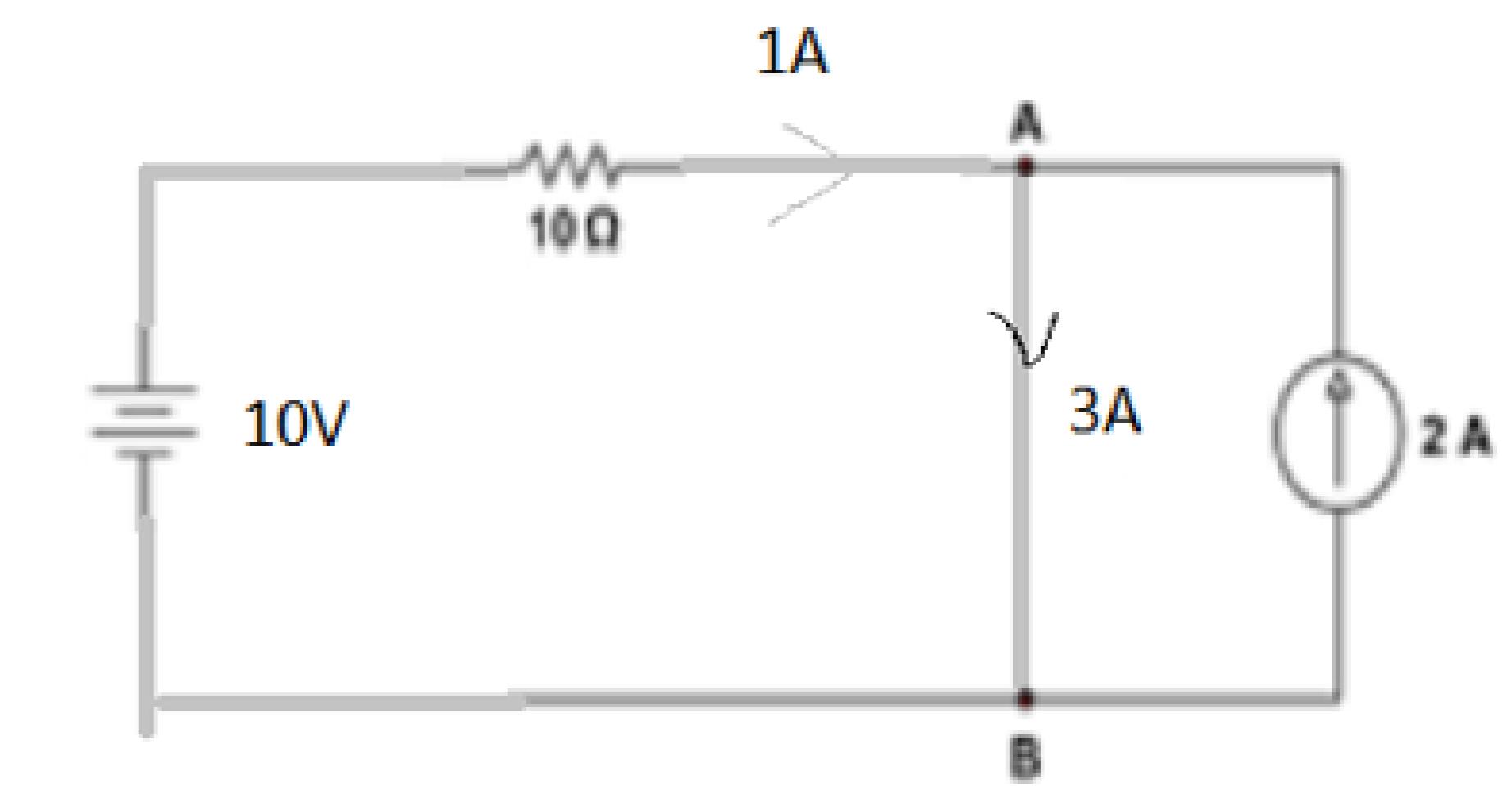
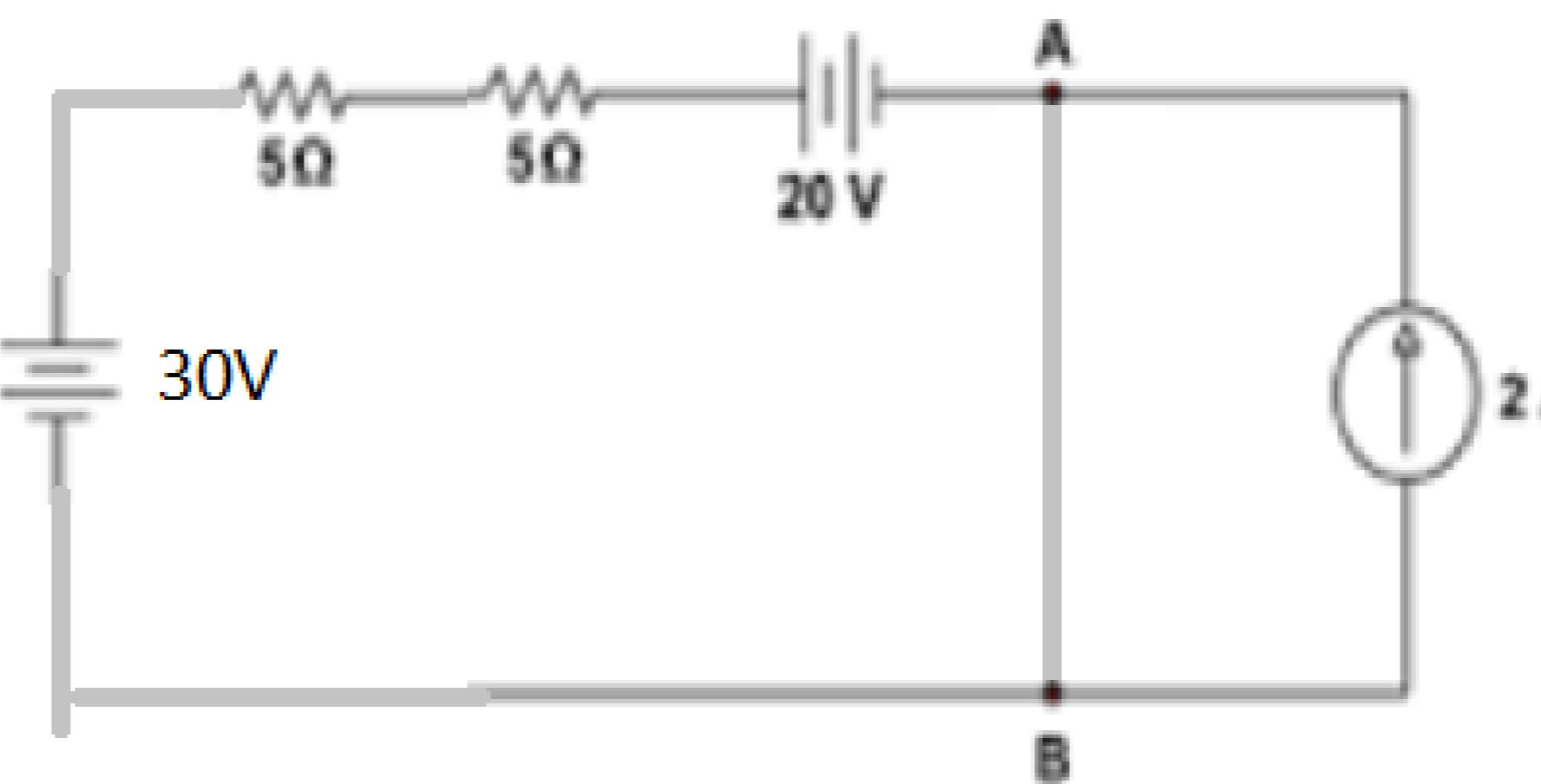
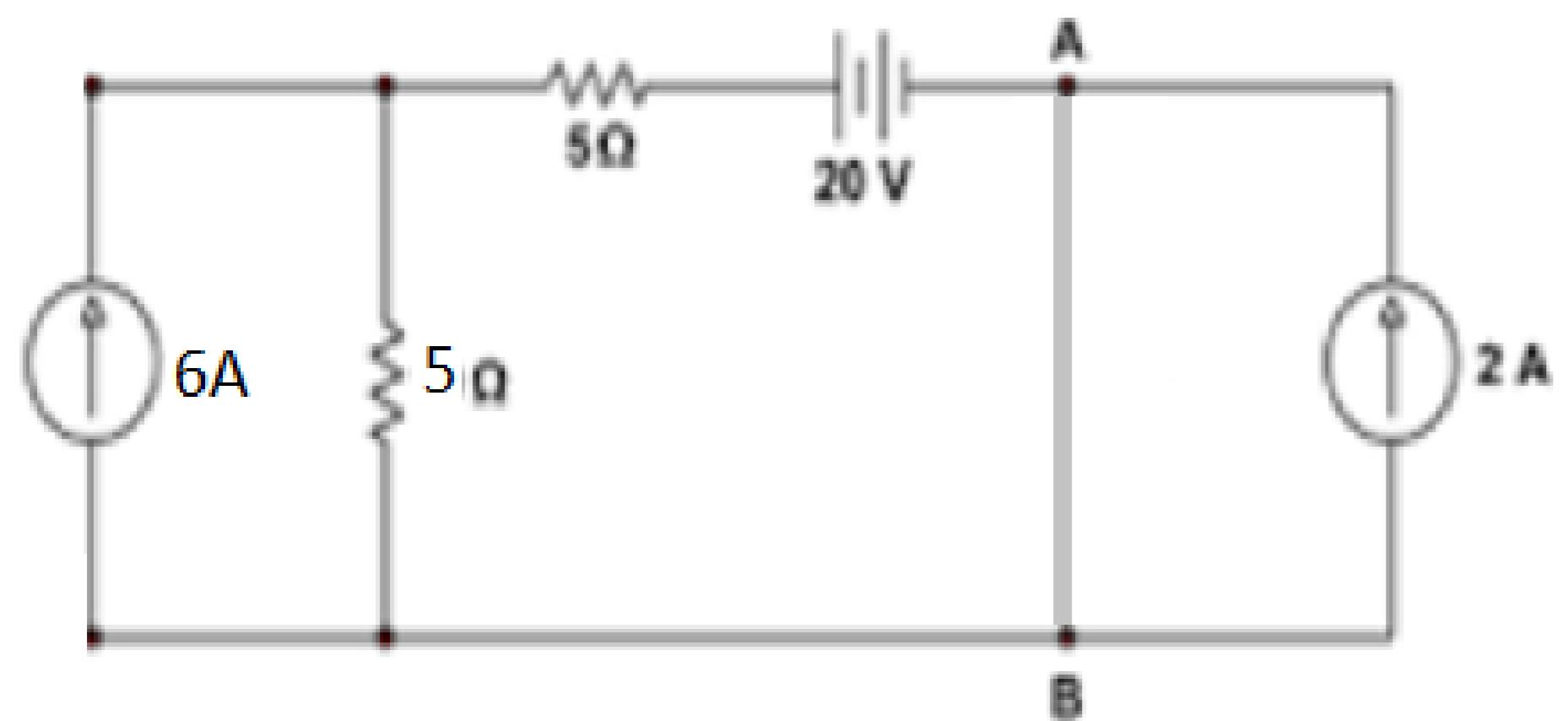
- $R_n$ 'yi hesaplayabilmek için tüm kaynaklarımızı devre dışı ediyoruz.  
Sonuçta aşağıdaki gibi devre karşımıza çıkıyor:

- $R_n=10\text{ohm}$



- Kısadevre akımı:

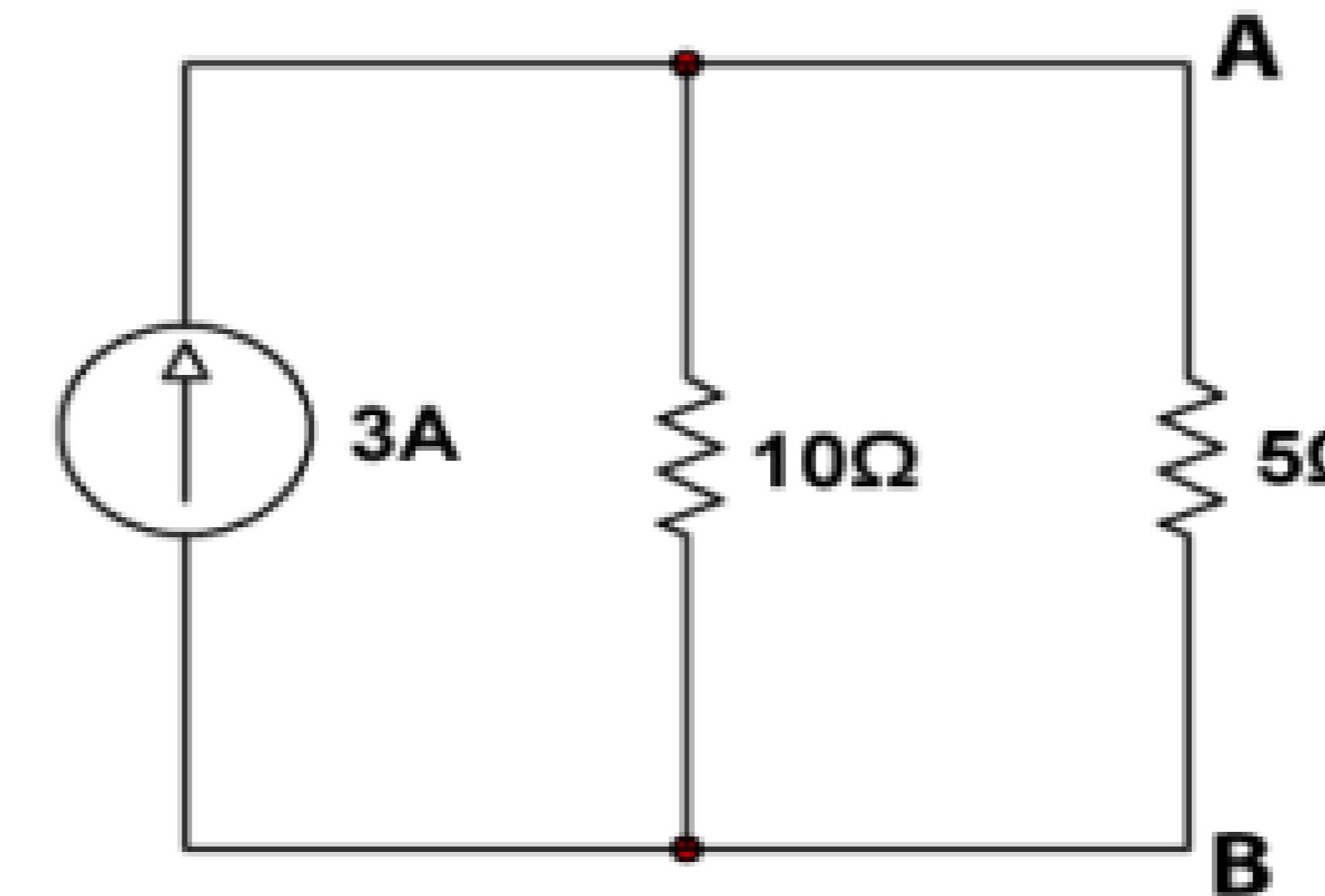




Bulunan sonuçlara göre elde edilen norton eşdeğer devre ve A-B uçlarından çıkartılmış direncin tekrar eşdeğer devreye bağlanmış hali aşağıdaki gibidir.

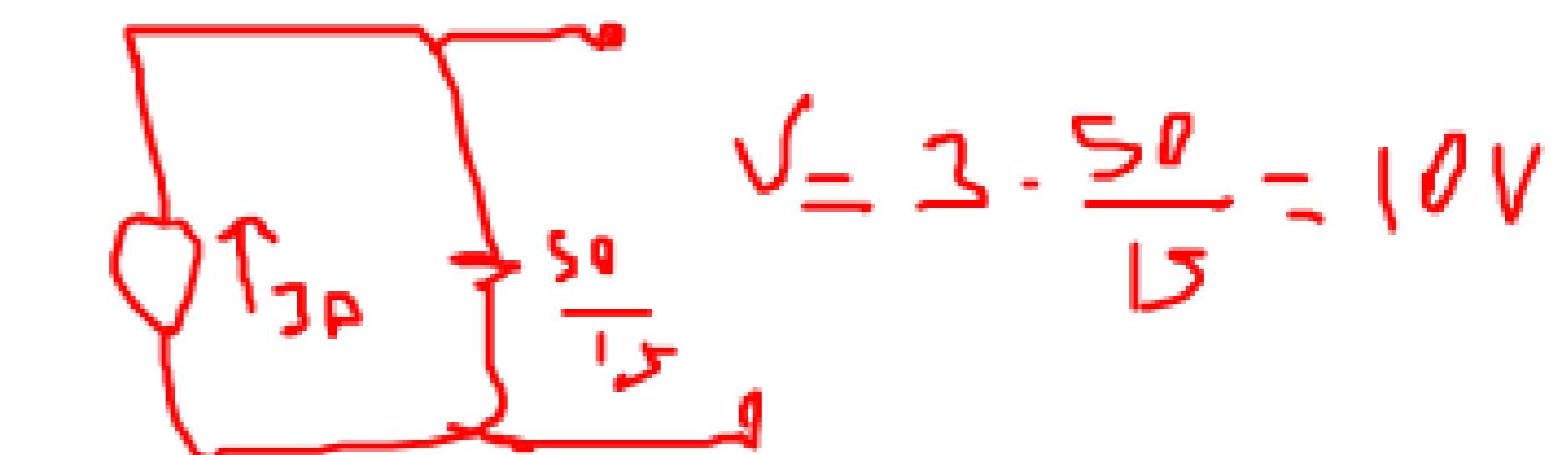
$$1. \text{ yolu}$$

$$I = 3 \cdot \frac{10}{15} = 2 \text{ A}$$



$$2. \text{ yolu}$$

$$R_{AB} = \frac{10 \cdot 5}{15} = \frac{50}{15} \Omega$$

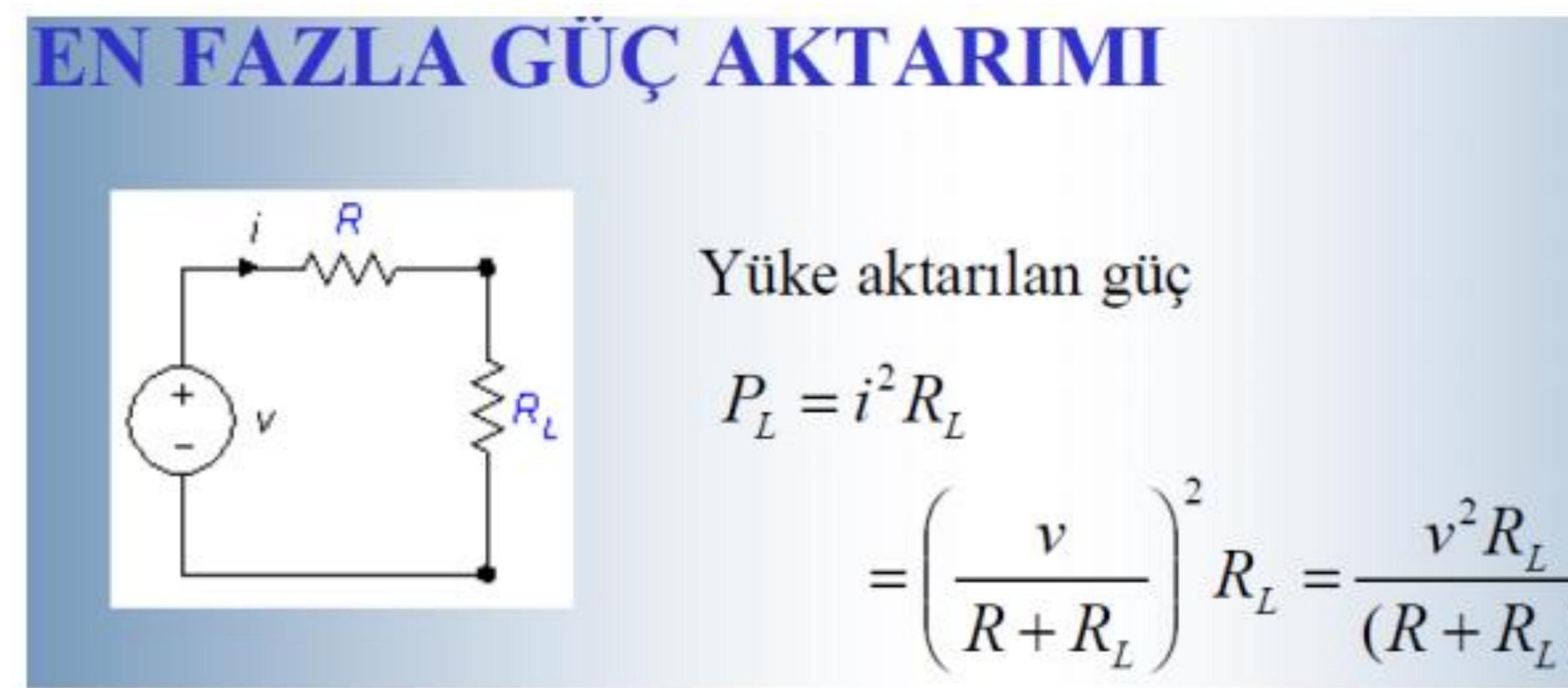


$$I = \frac{10}{5} = 2 \text{ A}$$

Sonuçta A-B uçları arasındaki 5 ohm'luk dierençten geçen akım 2A bulunur.

# Maksimum Güç Transferi

- Thevenin teoremiyle çalışarak, bir devrenin verebileceği maksimum gücü ve yükün maksimum güç transferi sonucuna uyarlanması yolunu belirleyebiliriz.



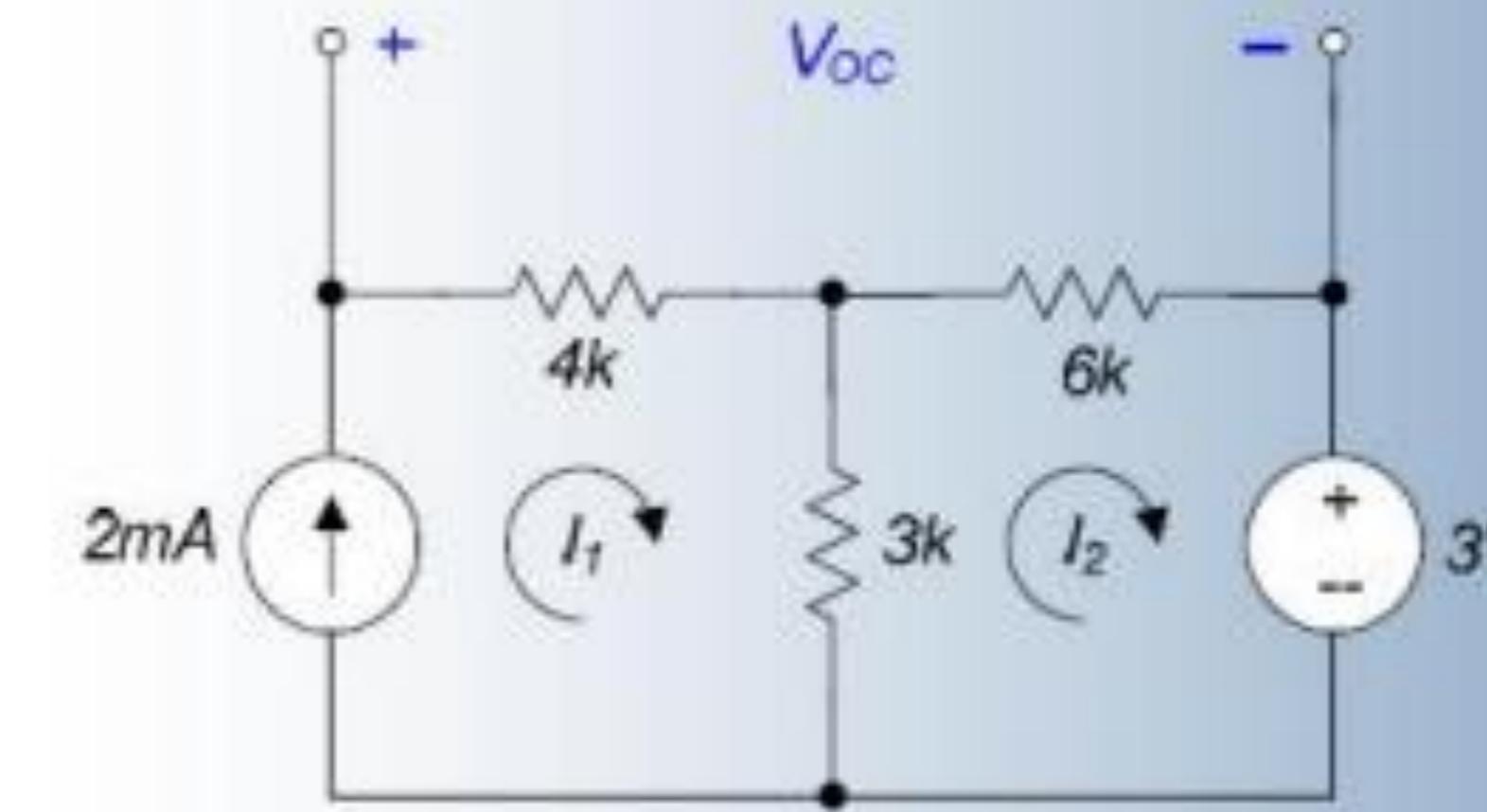
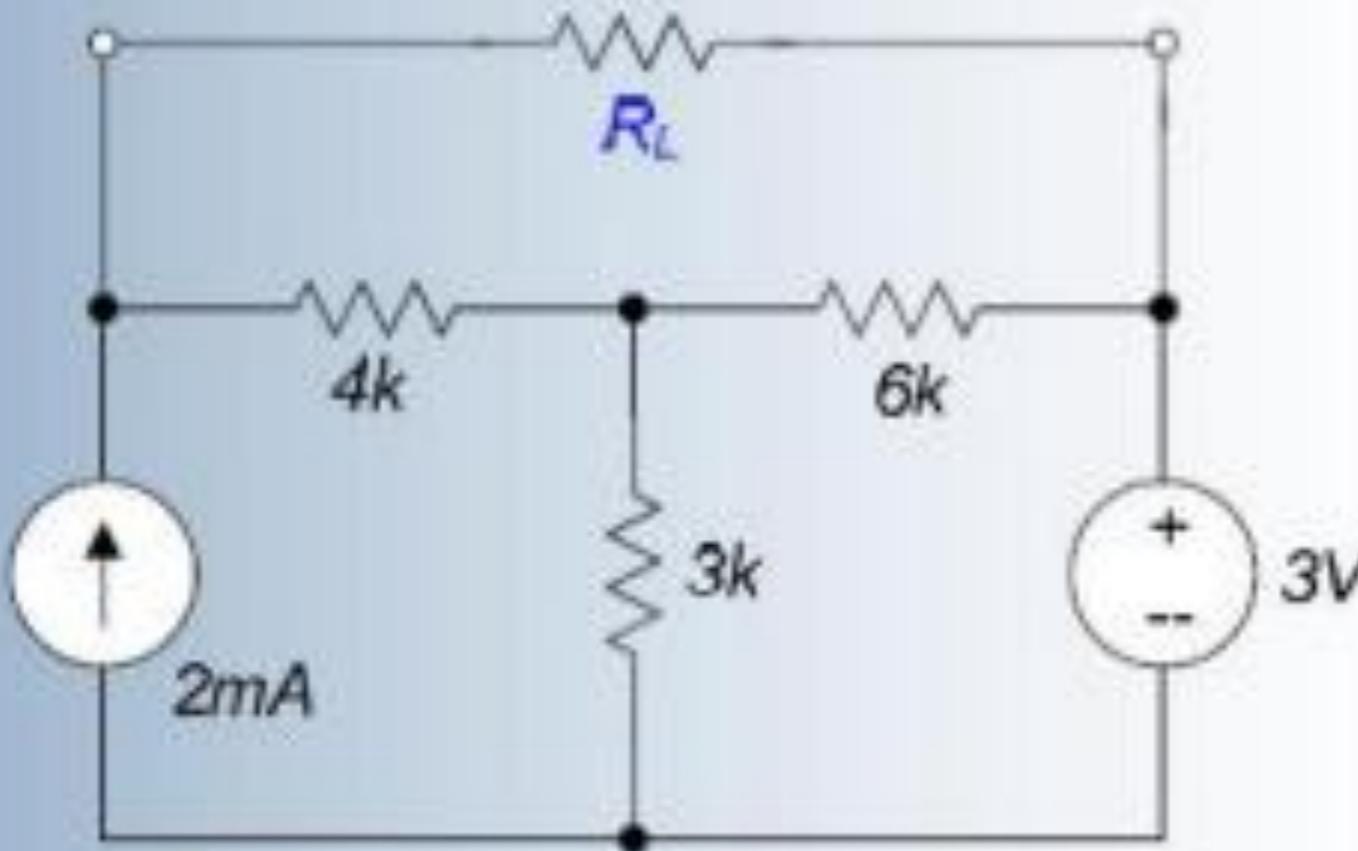
Bu niceliği en yüksek dereceye çıkararak  $R_L$  değerini belirleyelim.  
 $R_L$  ile ilgili olarak bu ifadenin türevini alıp sıfıra eşitlersek;

$$\frac{dP_L}{dR_L} = \frac{(R + R_L)^2 v^2 - 2v^2 R_L (R + R_L)}{(R + R_L)^4} = 0$$

$$R_L = R$$

# EN FAZLA GÜÇ AKTARIMI

**Örnek-1.** Aşağıdaki devrede en fazla güç aktarımı için  $R_L$ 'nin ve bu yüke aktarılabilen en fazla gücün değerini bulunuz.



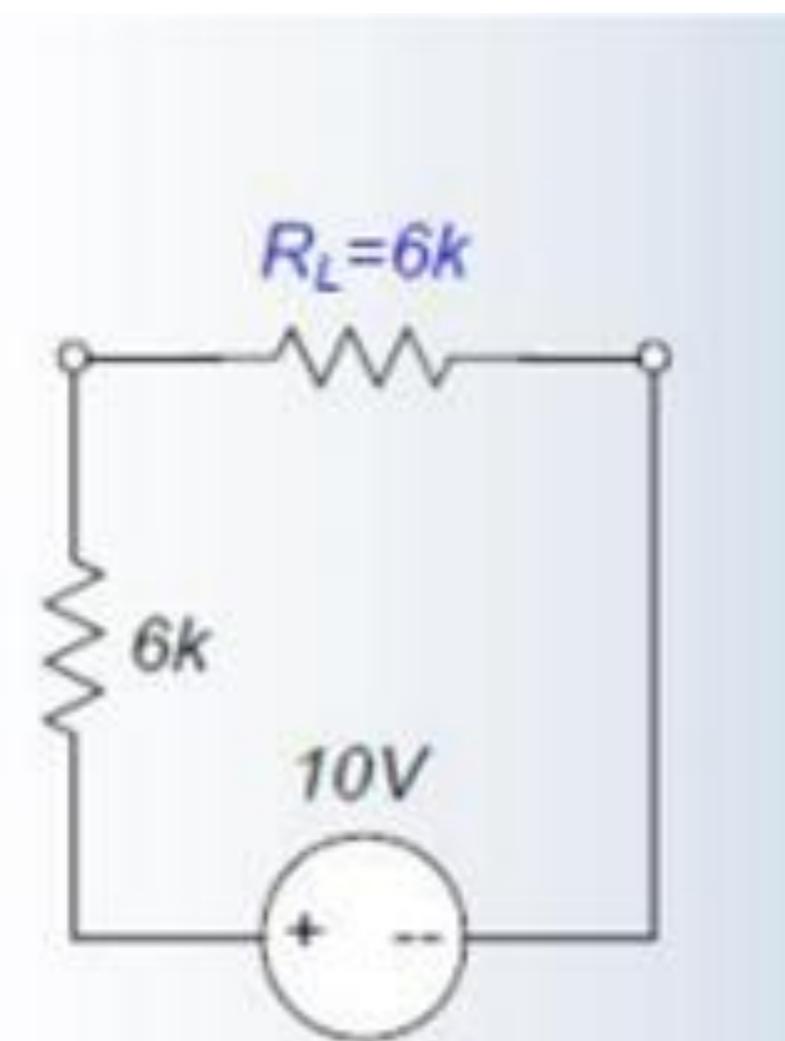
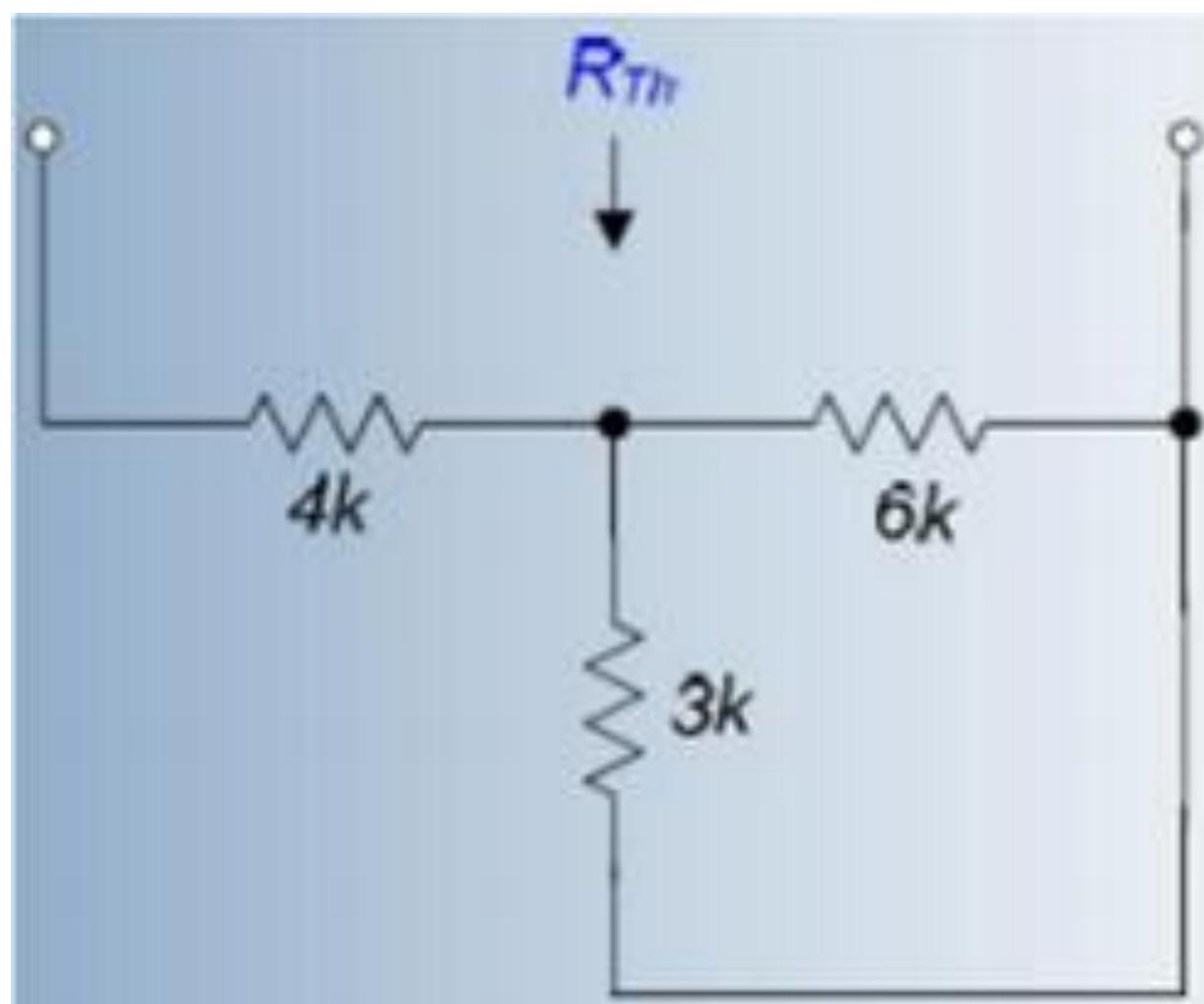
$$I_1 = 2 \times 10^{-3} \text{ A}$$

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

Bu denklemler çözüldüğünde  $I_2 = 1/3 \text{ mA}$  bulunur ve buradan,

$$\begin{aligned} V_{oc} &= 4kI_1 + 6kI_2 \\ &= 10V \end{aligned}$$

# EN FAZLA GÜÇ AKTARIMI



$R_{Th}$  6k $\Omega$ 'dur. Buradan, en fazla güç aktarımı için  $R_L=R_{Th}=6k\Omega$  olduğu bulunur.

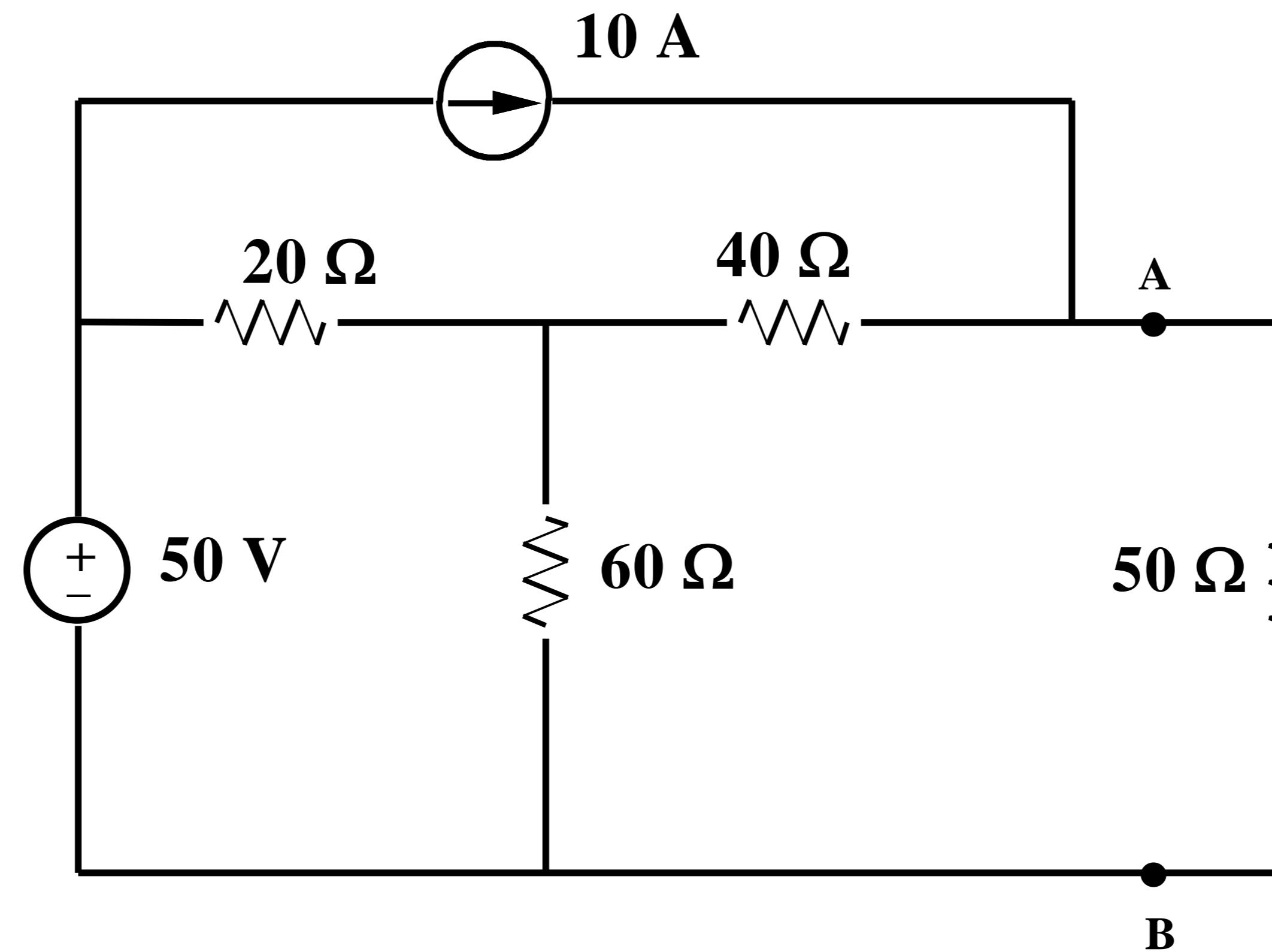
Yüke aktarılan en fazla güç;

$$P_L = \left( \frac{10}{12k} \right)^2 (6k) = 4.16 \text{ mW}$$

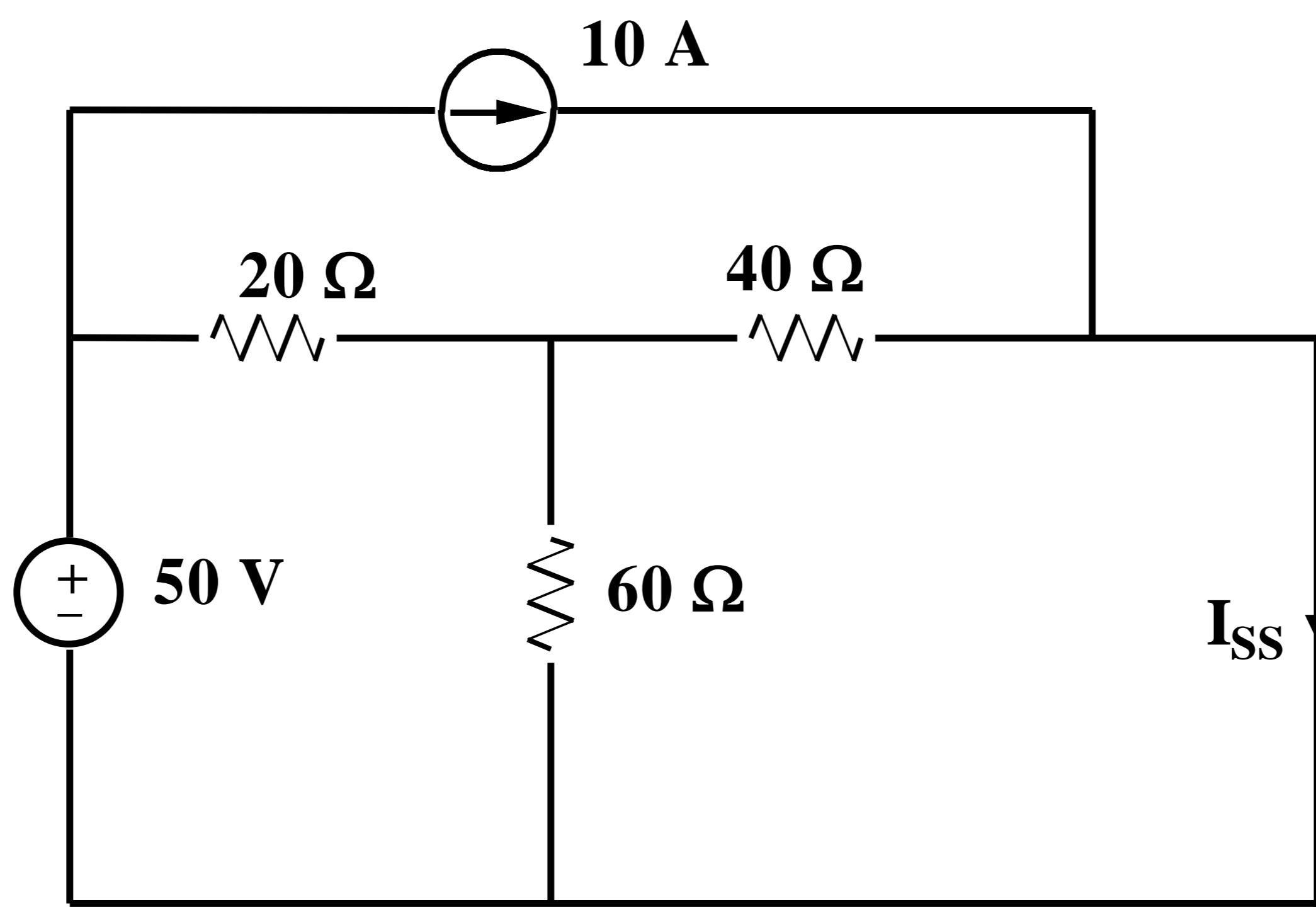
- Eğer  $RL$  6 k'dan küçük olursa  $RL=5k$  olursa  $P_L$  ne olur?
- $P_L = (10/11)^2 \times 5k = 4.13 \text{ mW}$
- $P_L$  azaldı
- Eğer  $RL$  6 k'dan büyük olursa  $RL=7k$  olursa  $P_L$  ne olur?
- $P_L = (10/13)^2 \times 7k = 4.14 \text{ mW}$
- $P_L$  yine azaldı
- Sonuç olarak  $R_{Th}=R_L$  olmalıdır

# Örnek

- Aşağıdaki devrede A-B noktaları arasındaki 50 ohmluk dirençten geçen akımı Norton teoremine göre bulunuz



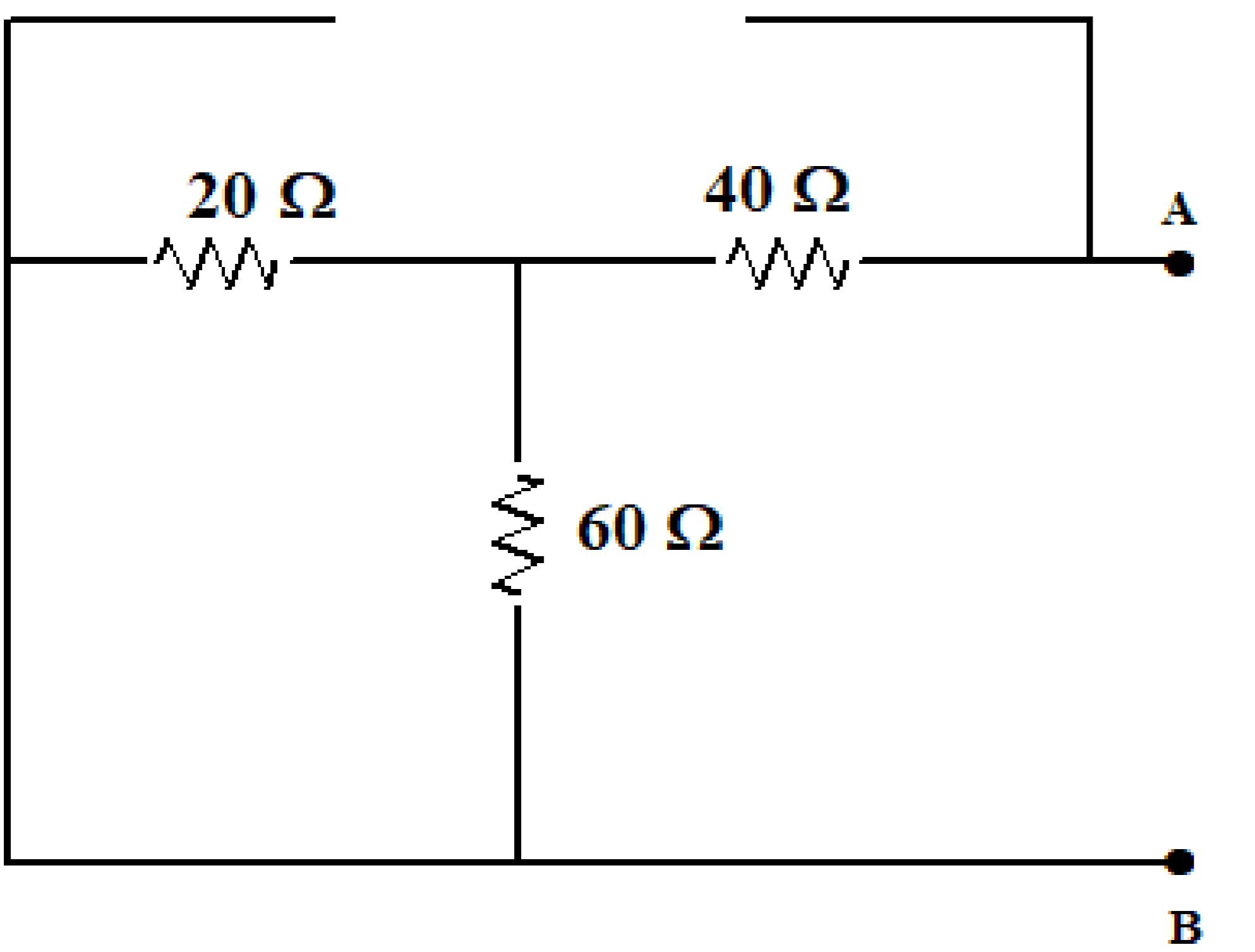
- $I_n$  hesapyalım



- Düğüm analizi ile kolayca bulunabilir

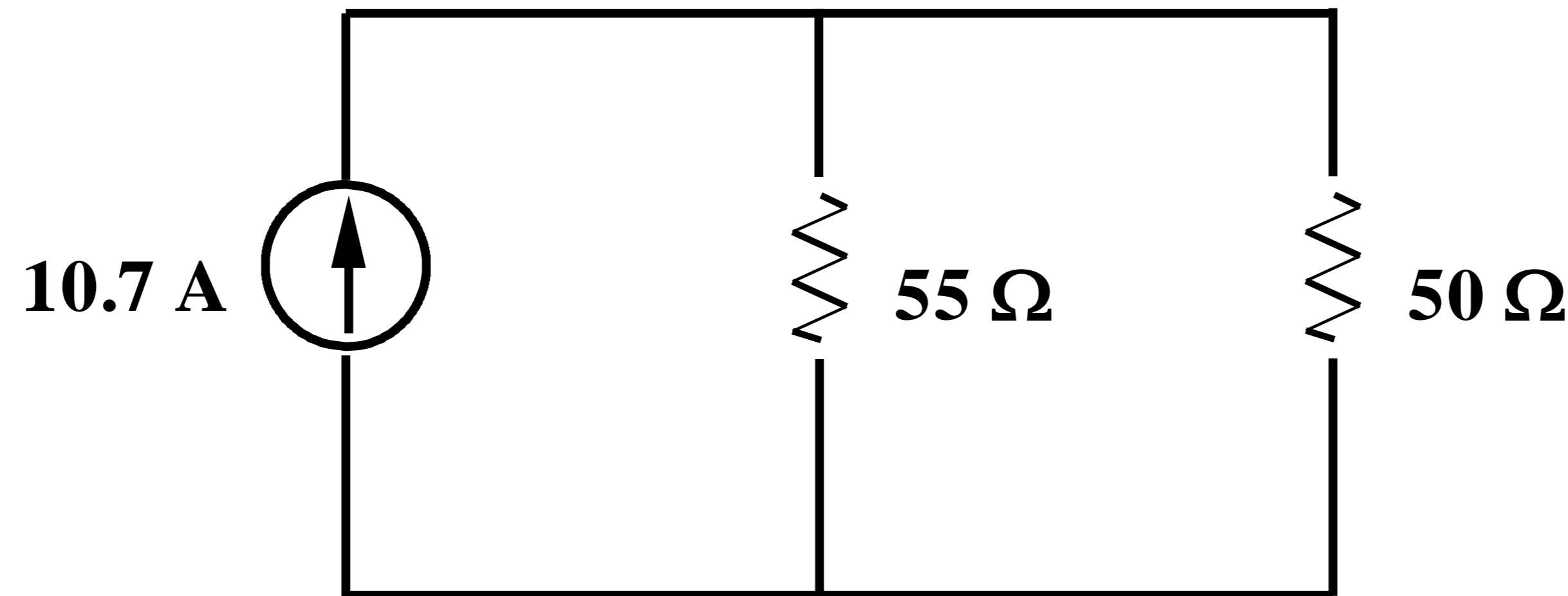
$$I_{SS} = 10.7 \text{ A}$$

- $R_n$  bulalım



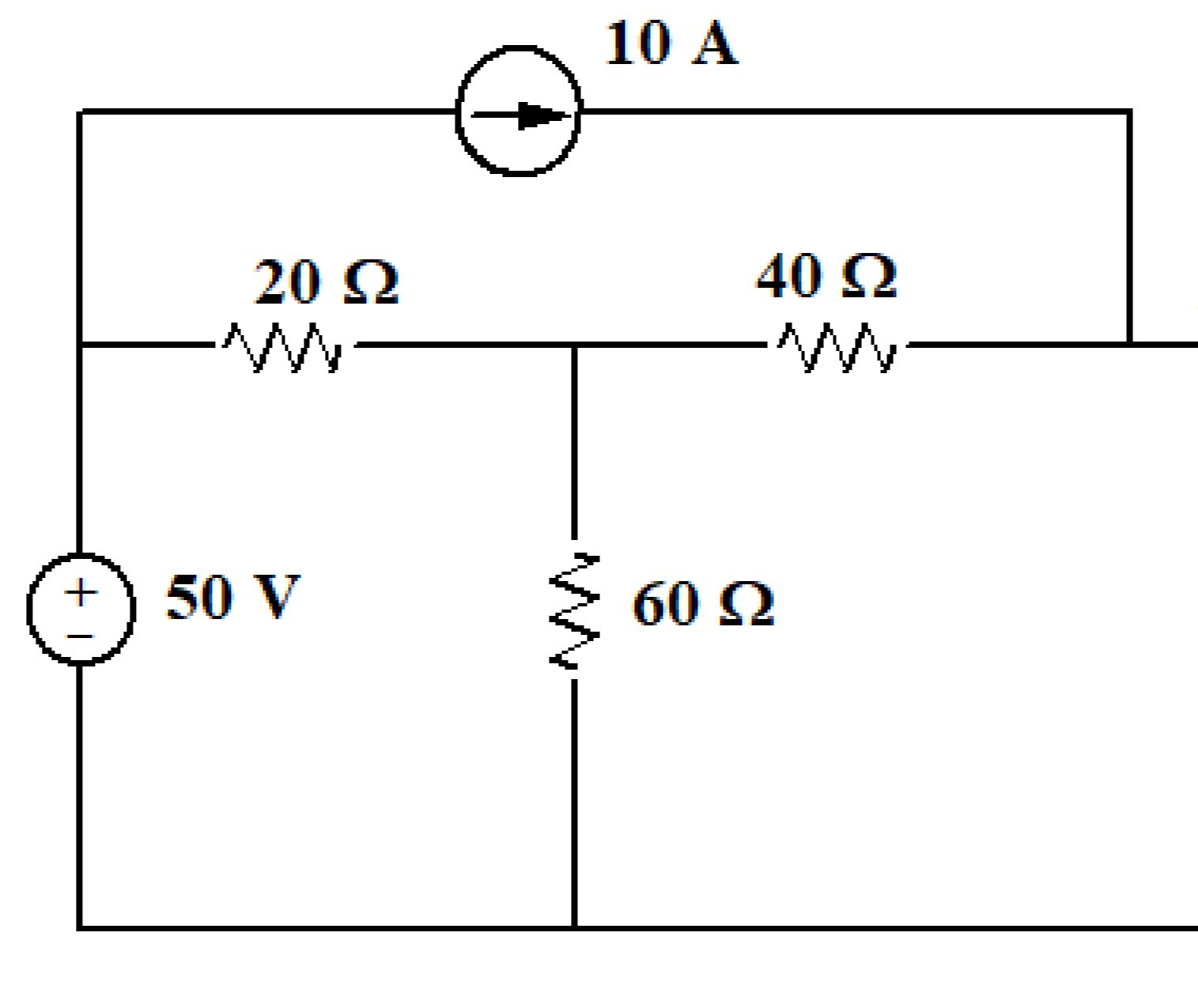
$$R_n=55\ \text{ohm}$$

- Eşdevreyi çizelim

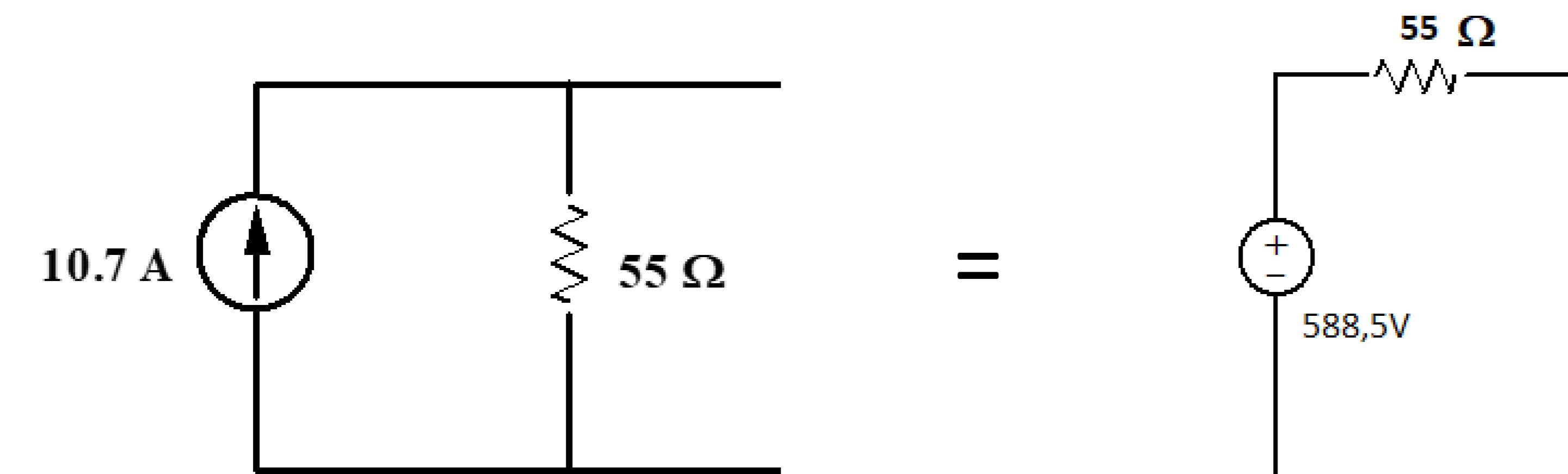


- Buradan 50 ohm luk dirençten geçen akım  $I=5.6A$  olur

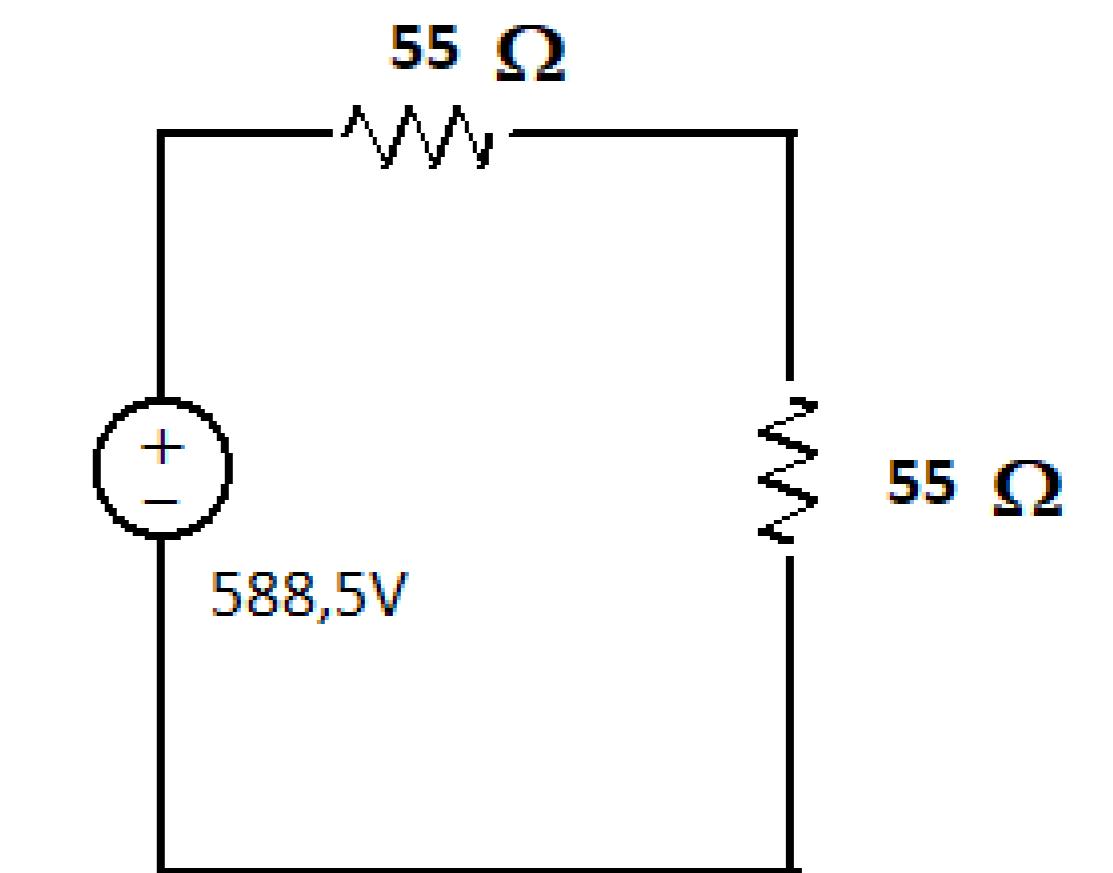
- 4- bir önceki soruda A-B uçları arasında maksimum güç aktarabilmek için kaç ohmuk yük bağlamak gereklidir



- Norton eşdeğeriinden thevenin eşdeğeriini elde edelim

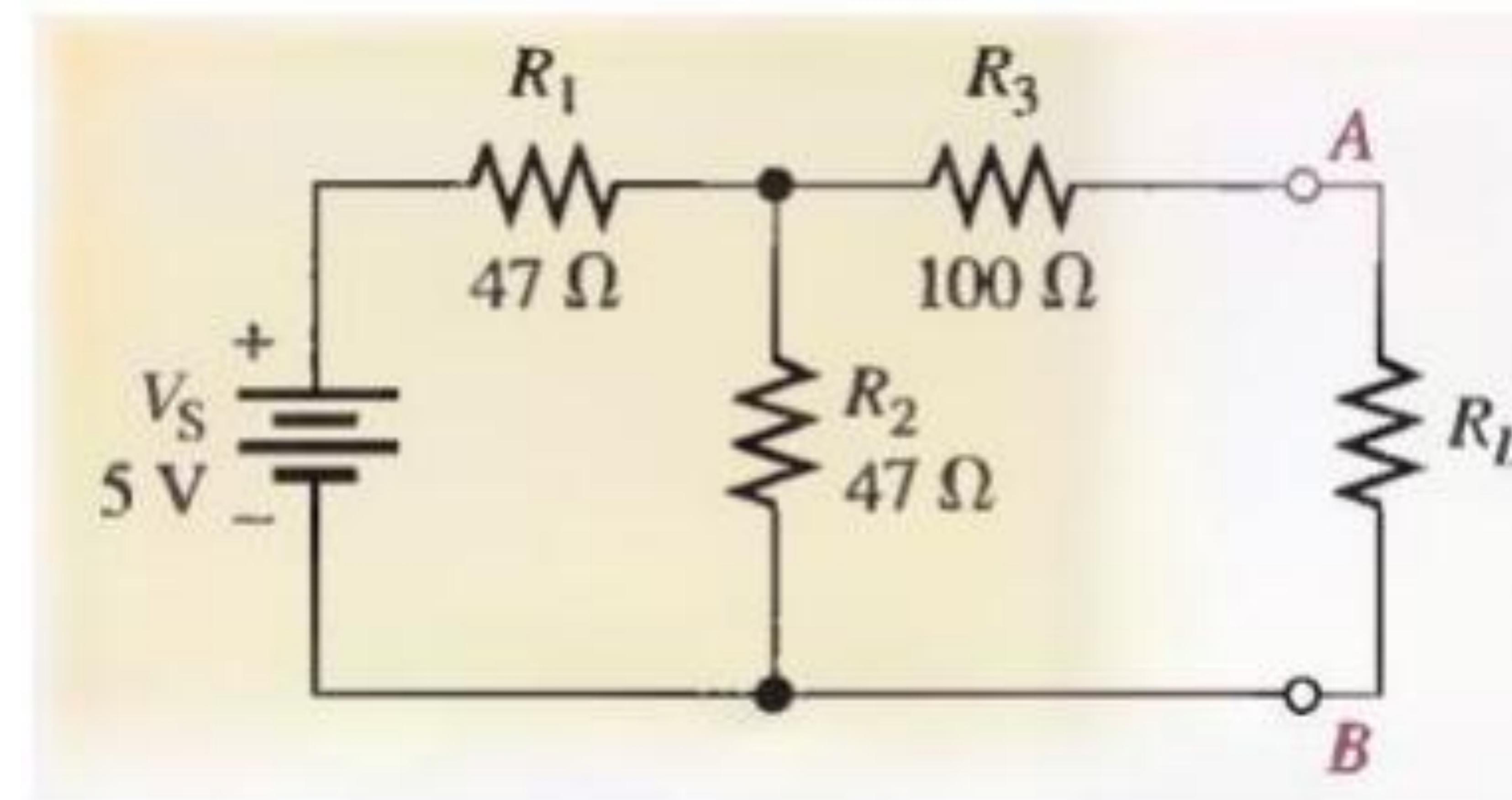


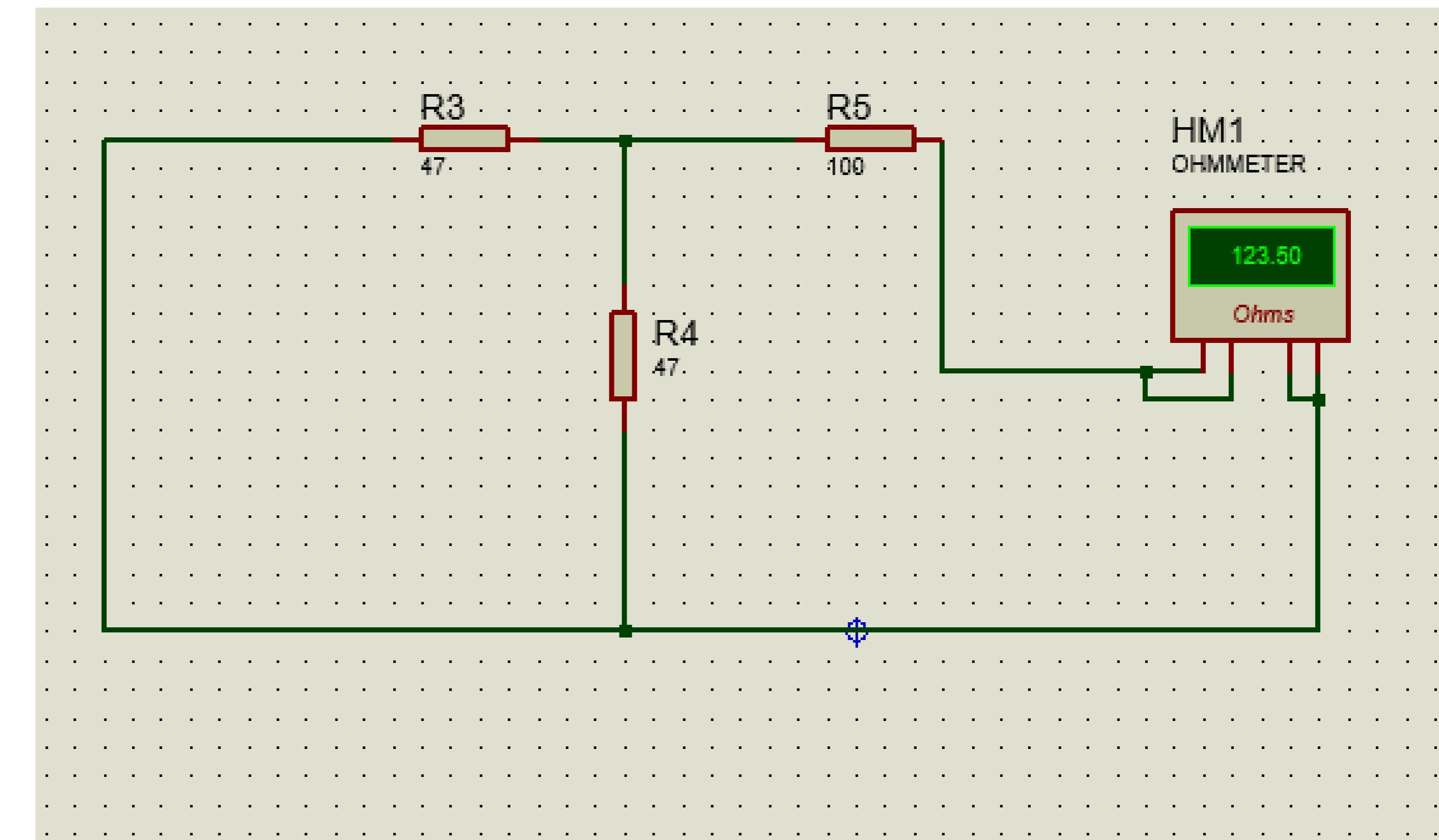
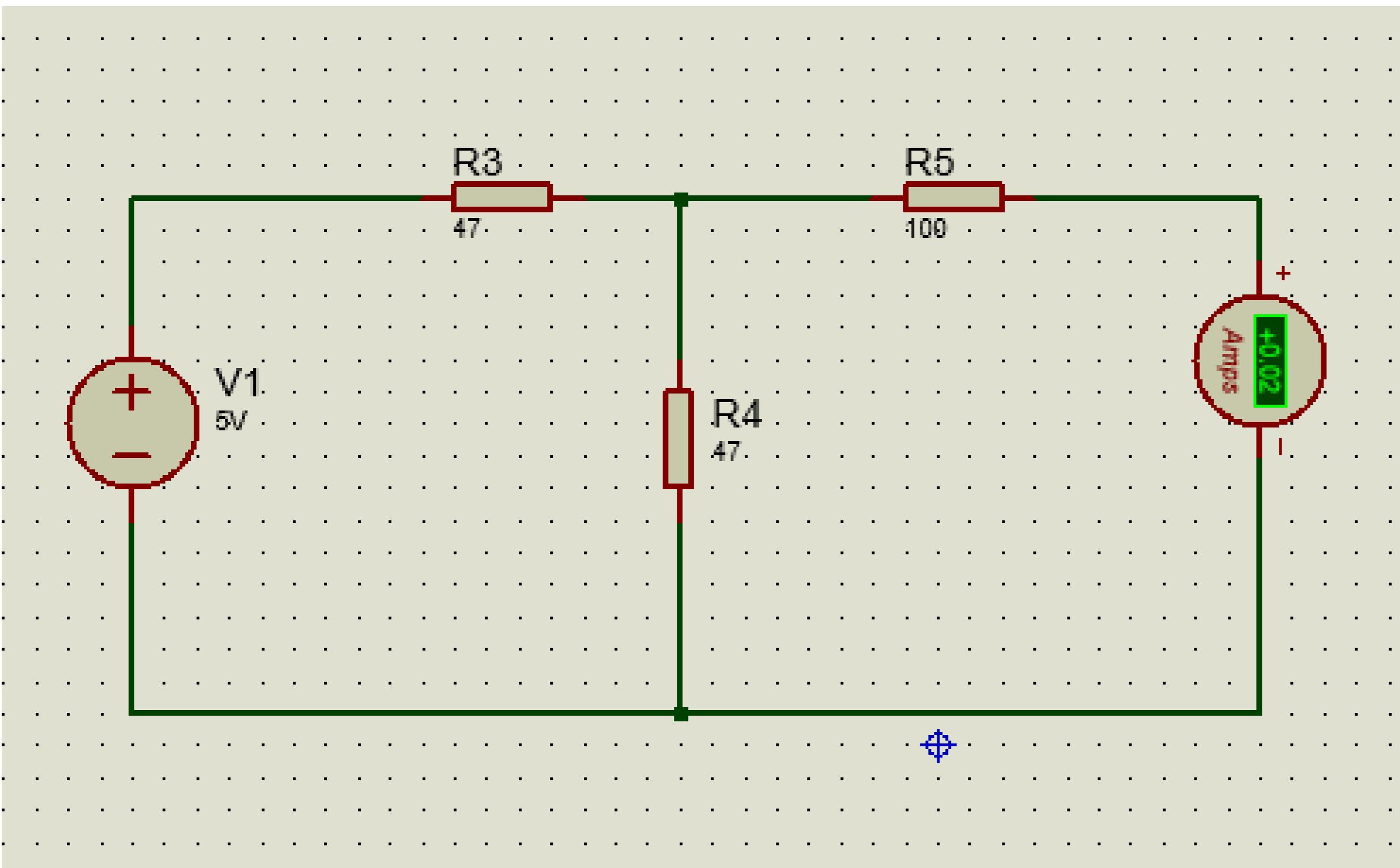
maksimum güç için:



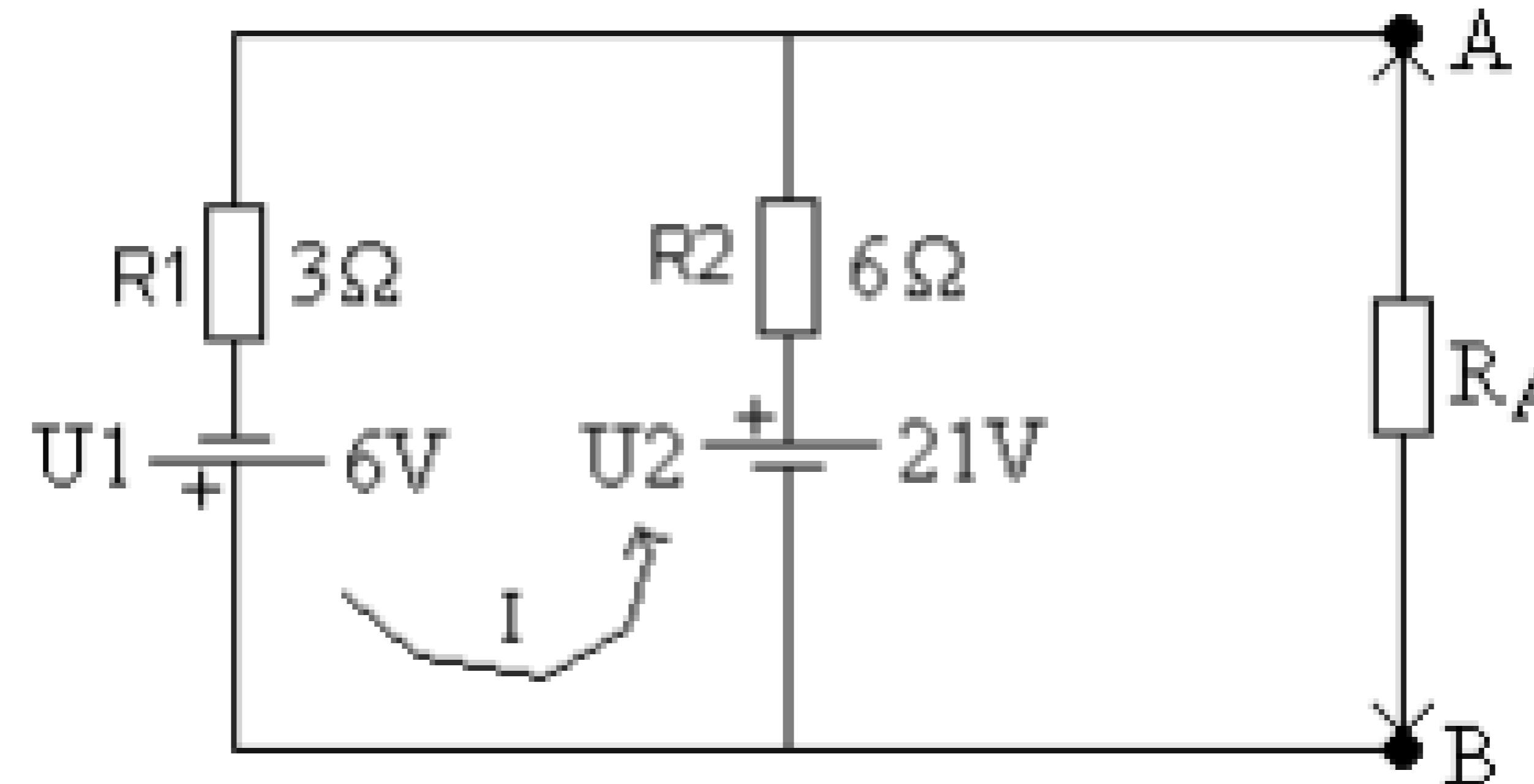
# Active Learning

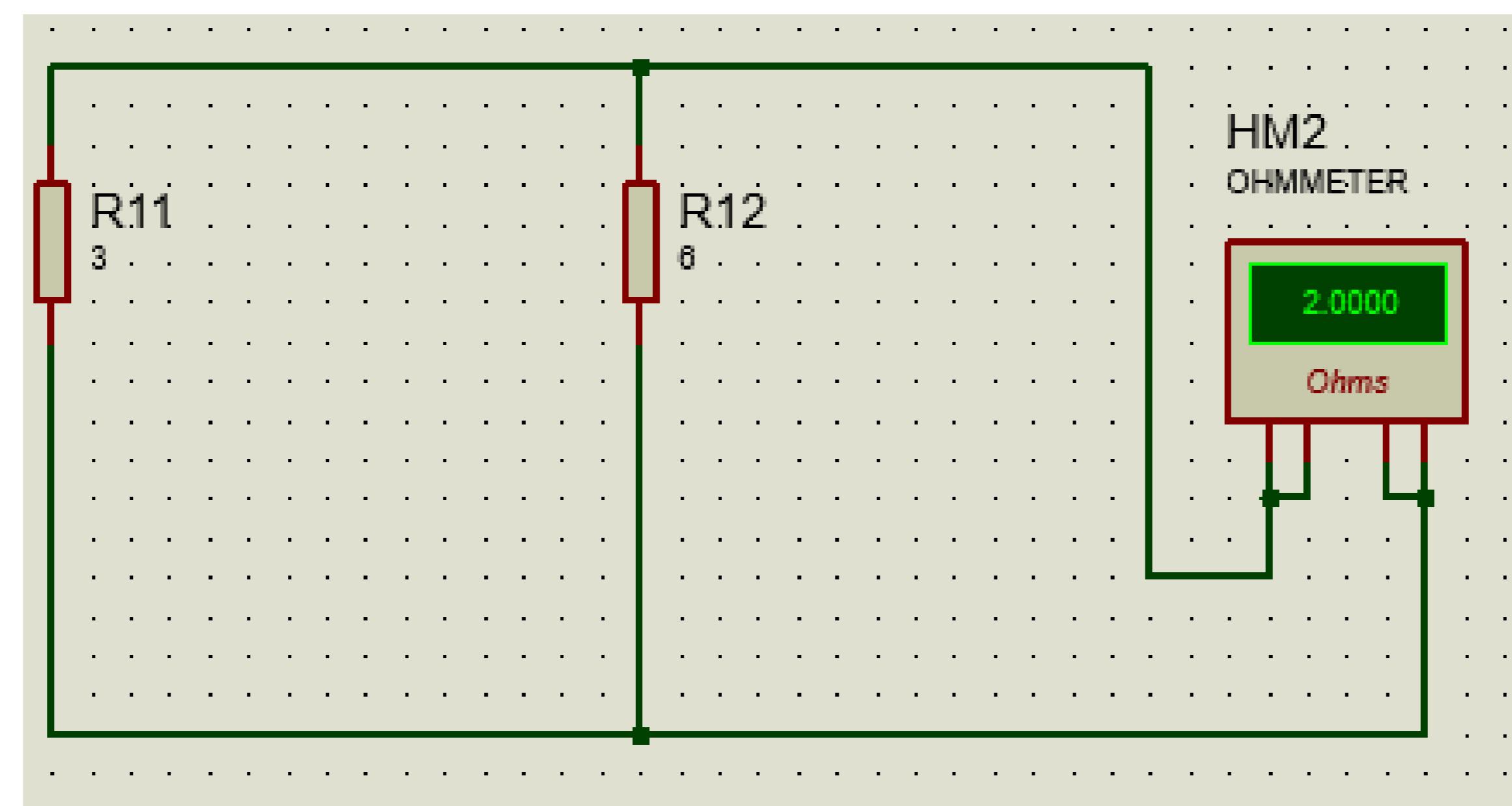
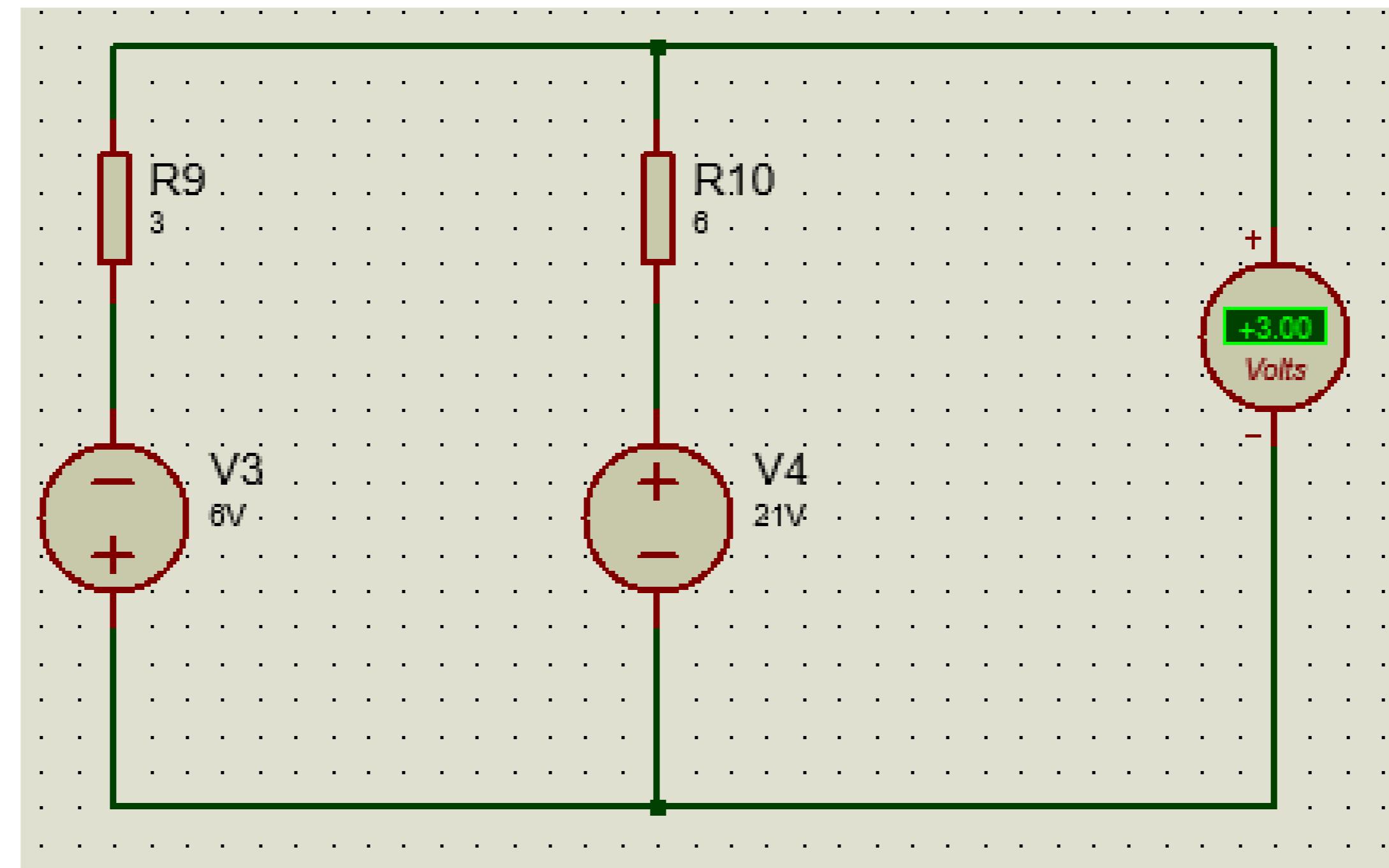
1. Şekildeki devre için Norton Akımı  $I_N$ , Norton direnci  $R_N$  değerlerini hesaplayınız.



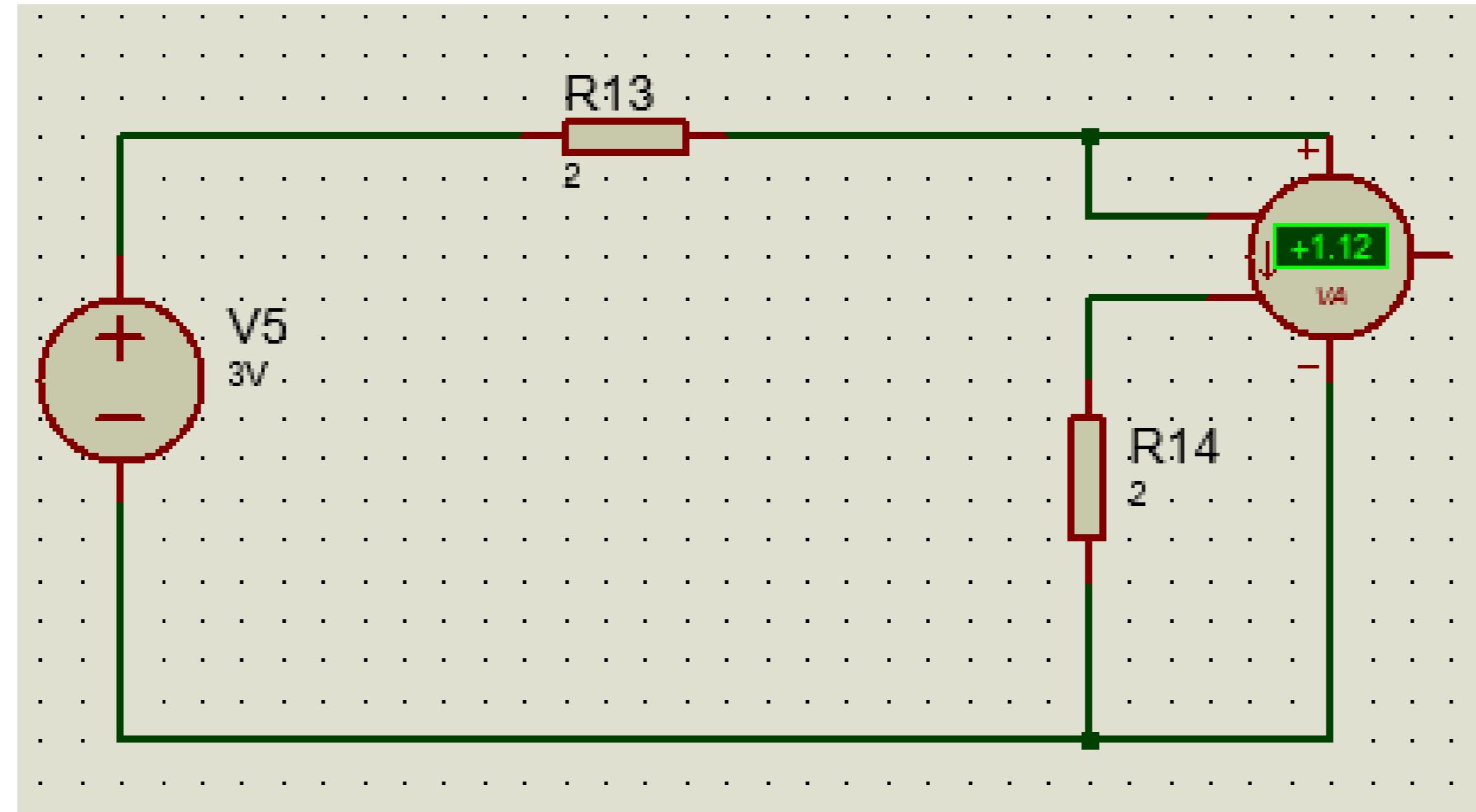


2. Şekildeki devrede  $R_A$  direncinin maksimum güç çektebilmesi için değeri ne olmalıdır. Thevenin eşdeğer devresi yardımıyla  $R_A$  direncinin çektiği maksimum gücü hesaplayınız.



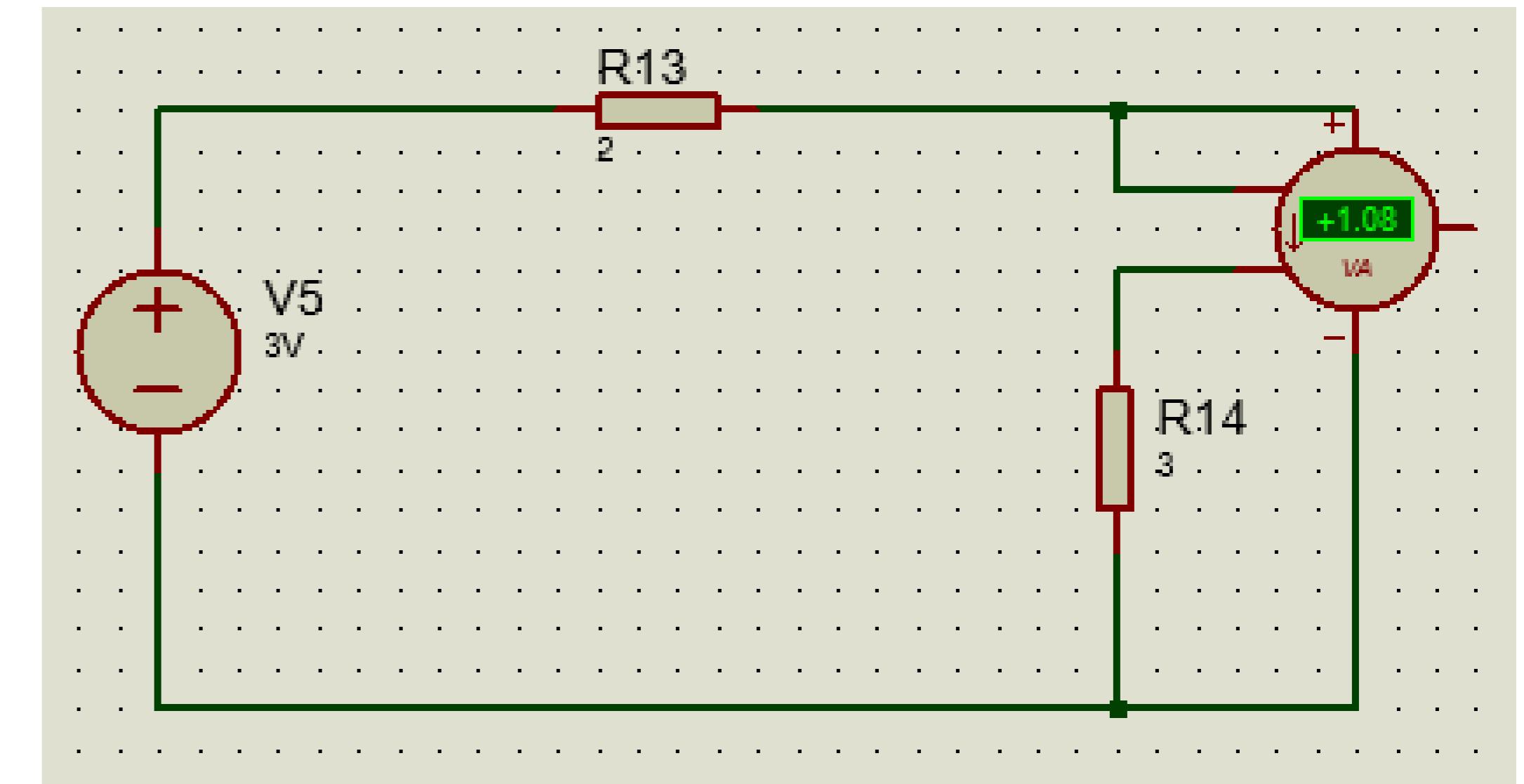
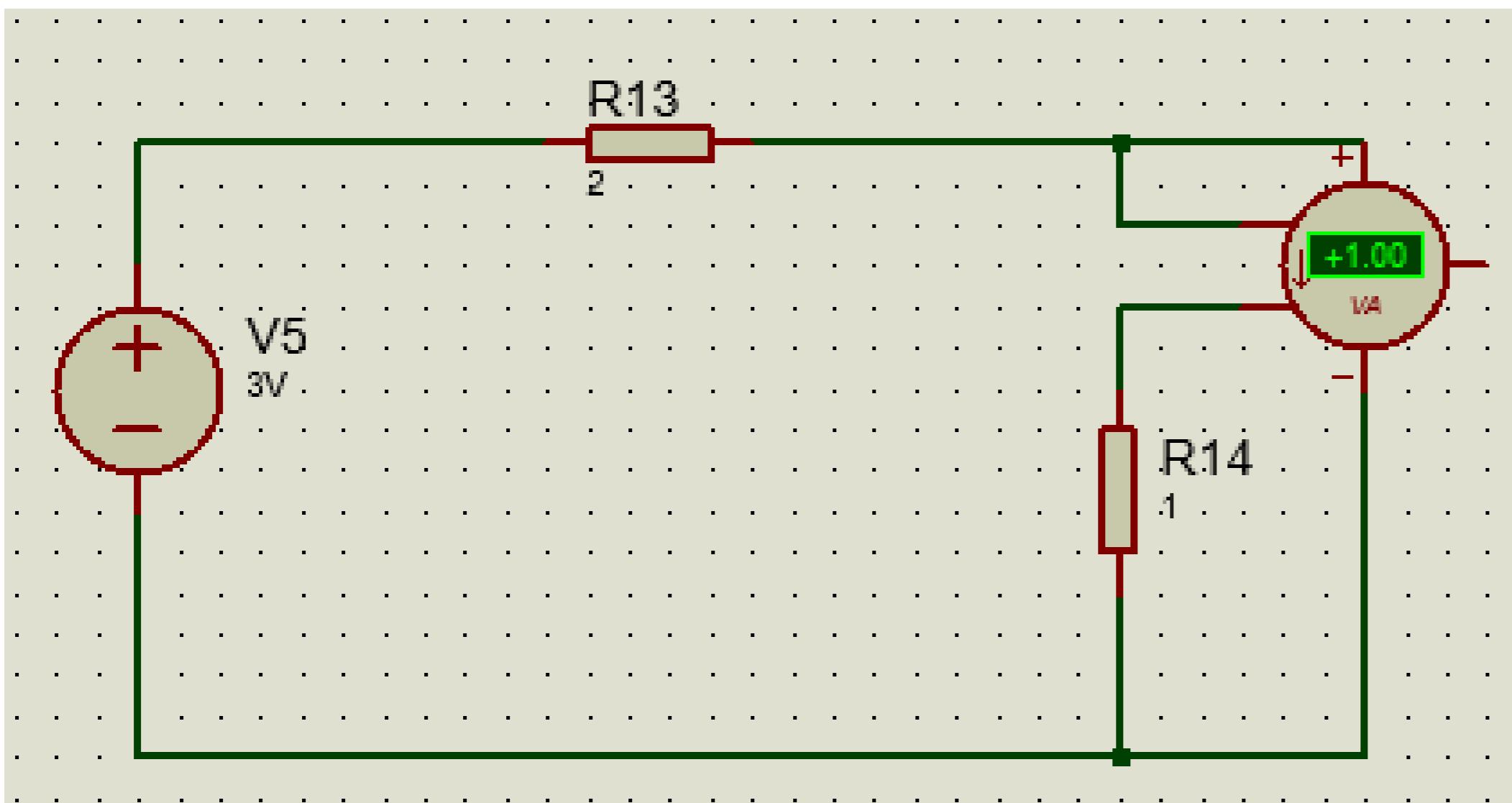


# Yük Direnci = Thevenin Direnci



Düşük Yük Direnci

Yüksek Yük Direnci



?