

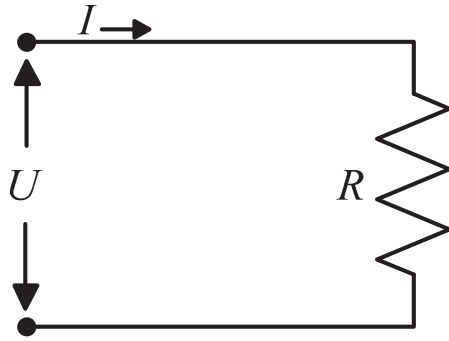
DENEY 1 – OHM KANUNU

1.1. DENEYİN AMACI

Bu deneyde, Ohm kanunu işlenecektir. Seri ve paralel devrelere Ohm kanunu uygulanıp, teorik sonuçlarla deney sonuçlarını karşılaştıracakız ve doğrulamasını yapacağız.

1.2. TEORİK BİLGİ

Ohm Kanunu, gerilim, akım ve direnç arasındaki matematiksel ilişkiyi belirler. Bu bağıntıya göre kapalı bir devrede akım gerilimle doğru orantılı, dirençle ters orantılıdır. Tek dirençten oluşan bir devrenin şeması Şekil 1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 1.1 Devre Şeması

OHM KANUNU

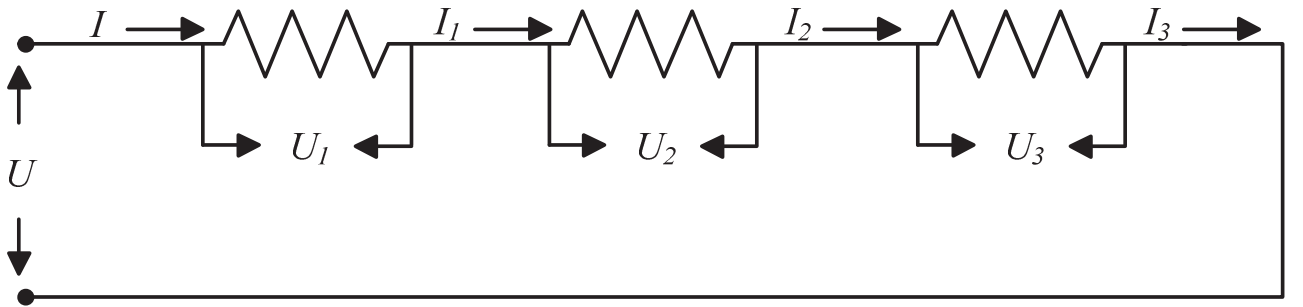
$$I = \frac{U}{R}$$

1.2.1 Seri Devreler

Seri devrelerde akım eşdeğer direnç ile ters orantılıdır. Üç dirençli bir seri devrenin şeması şekilde gösterilmiştir. Seri devrelerde eşdeğer direnç

$$R_{eşd} = R_1 + R_2 + R_3$$

bağıntısıyla bulunur.



Şekil 1.2 Seri Devre

Seri devrelerde her direnç üzerinden aynı akım geçer. Devreye uygulanan toplam gerilim ise her bir direncin üzerindeki gerilimin toplamına eşittir. Bu yüzden seri devrelere “gerilim bölücü devre” de denir. Akım

$$I = \frac{U}{R_{eşd}}$$

olur ve her direncin üzerinden geçen akım birbirine eşittir.

$$I = I_{R1} = I_{R2} = I_{R3}$$

Toplam gerilim ise her bir direncin üzerindeki gerilimin toplamına eşittir.

$$U = U_{R1} + U_{R2} + U_{R3}$$

Her bir direncin üzerindeki gerilim ise

$$U_{R1} = I_{R1}R_1, \quad U_{R2} = I_{R2}R_2, \quad U_{R3} = I_{R3}R_3$$

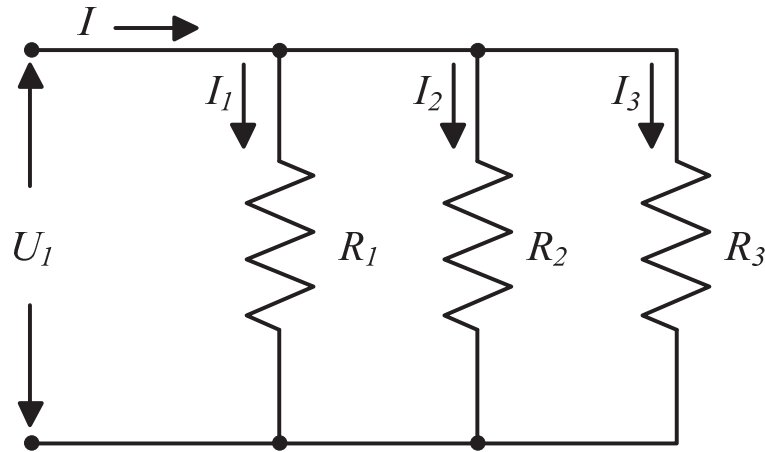
olarak hesaplanır.

1.2.2 Paralel Devreler

Paralel devrelerde ana koldan geçen akım eşdeğer dirençle ters orantılıdır ve ana koldan geçen akım her direncin üzerinden geçen akımların toplamına eşittir. Dirençler üzerindeki gerilim ise birbirine eşittir. Bu yüzden paralel devrelere "akım bölücü devre" de denir. Üç dirençli paralel bir devrenin şeması şekil 1.3'de gösterilmiştir. Paralel dirençlerin eşdeğer direnci

$$\frac{1}{R_{eşd}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Bağıntısıyla bulunur.



Şekil 1.3 Paralel Devre

Bu devreden geçen ana akım

$$I = \frac{U}{R_{eşd}}$$

olarak bulunur.

Her bir koldaki akım ise

$$I_{R1} = \frac{U_{R1}}{R_1}, \quad I_{R2} = \frac{U_{R2}}{R_2}, \quad I_{R3} = \frac{U_{R3}}{R_3}$$

Olarak bulunur. Ayrıca ana koldaki akım

$$I = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3}$$

Olur.

Dirençlerin üzerindeki gerilimler ise birbirine eşittir.

$$U = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3}$$

1.3 ÖN ÇALIŞMA (Çözümlerin hepsi boş sayfada açık ve net bir şekilde yapılacaktır.)

1.3.1 Şekil 1.1'de ki devrede R direnci üzerindeki akımı hesaplayınız. **Tablo 1'deki ilgili yerleri doldurunuz.** (Gerilim değeri sırasıyla 0, 2, 4, 6, 8, 12 Volt iken direnç değeri 100 Ω , 220 Ω , 330 Ω için hesaplayınız.)

1.3.2 Şekil 1.2'de ki devrede ana akımı ve her direncin üzerindeki akım ve gerilim değerlerini hesaplayınız ($U = 12, 8, 4 \text{ V}$) ($R_1 = 5.6 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 2.2 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 3.3 \text{ k}\Omega$). **Tablo 2'yi doldurunuz.**

1.3.3 Şekil 1.3'te sırasıyla 12 V, 8 V ve 4 V için ana akımı ve her direncin üzerindeki gerilimi ve üzerinden geçen akımı hesaplayınız ve **Tablo 3'ü doldurunuz.**($R_1= 5,6 K\Omega$ $R_2= 2.2K\Omega$ $R_3=3.3K\Omega$).

1.4 İŞLEM BASAMAKLARI

1.4.1 Deneyde Kullanılacak Malzemeler

Direnç : 100 Ω , 220 Ω , 330 Ω , 5.6 k Ω , 2.2 k Ω , 3.3 k Ω

Standart Laboratuvar Ekipmanları:

Osiloskop, DC Güç Kaynağı, Sinyal Jeneratörü, Dijital Multimetre, Protoboard

1.4.2 Şekil 1.1'deki devreyi kurunuz. Sırasıyla 100, 220 ve 330 Ω 'luk dirençleri yerleştiriniz akım değerlerini ölçünüz ve tabloya yerleştiriniz. Akım-gerilim karakteristiğini çiziniz.

	Gerilim(V)	0	2	4	6	8	12
Hesaplanan Değer	I(mA) (100 Ω)						
Hesaplanan Değer	I(mA) (220Ω)						
Hesaplanan Değer	I(mA) (330Ω)						
Ölçülen Değer	I(mA) (100 Ω)						
Ölçülen Değer	I(mA) (220Ω)						
Ölçülen Değer	I(mA) (330Ω)						

Tablo 1

1.4.2 Şekil 1.2'deki devreyi kurunuz. Devreye sırasıyla 12 V, 8 V ve 4 V uygulayınız. Her direncin üzerindeki gerilimi ve üzerinden geçen akımı ölçünüz. $R_1= 5,6 \text{ k}\Omega$, $R_2= 2.2 \text{ k}\Omega$, $R_3=3.3 \text{ k}\Omega$

	Gerilim(V)	R_1	R_2	R_3
Hesaplanan Değer	I(mA) V(V) (12 V'da)			
Hesaplanan Değer	I(mA) V(V) (8 V'da)			
Hesaplanan Değer	I(mA) V(V) (4 V'da)			
Ölçülen Değer	I(mA) V(V) (12 V'da)			
Ölçülen Değer	I(mA) (8 V'da)			
Ölçülen Değer	I(mA) (4 V'da)			

Tablo 2

1.4.2 Şekil 1.3'teki devreyi kurunuz. Devreye sırasıyla 12 V, 8 V ve 4 V uygulayınız. Her direncin üzerindeki gerilimi ve üzerinden geçen akımı ölçünüz. $R_1= 5.6 \text{ k}\Omega$ $R_2= 2.2 \text{ k}\Omega$ $R_3=3.3 \text{ k}\Omega$

	Gerilim(V)	R_1	R_2	R_3
Hesaplanan Değer	I(mA) V(V) (12 V'da)			
Hesaplanan Değer	I(mA) V(V) (8 V'da)			
Hesaplanan Değer	I(mA) V(V) (4 V'da)			
Ölçülen Değer	I(mA) V(V) (12 V'da)			
Ölçülen Değer	I(mA) V(V) (8 V'da)			
Ölçülen Değer	I(mA) V(V) (4 V'da)			

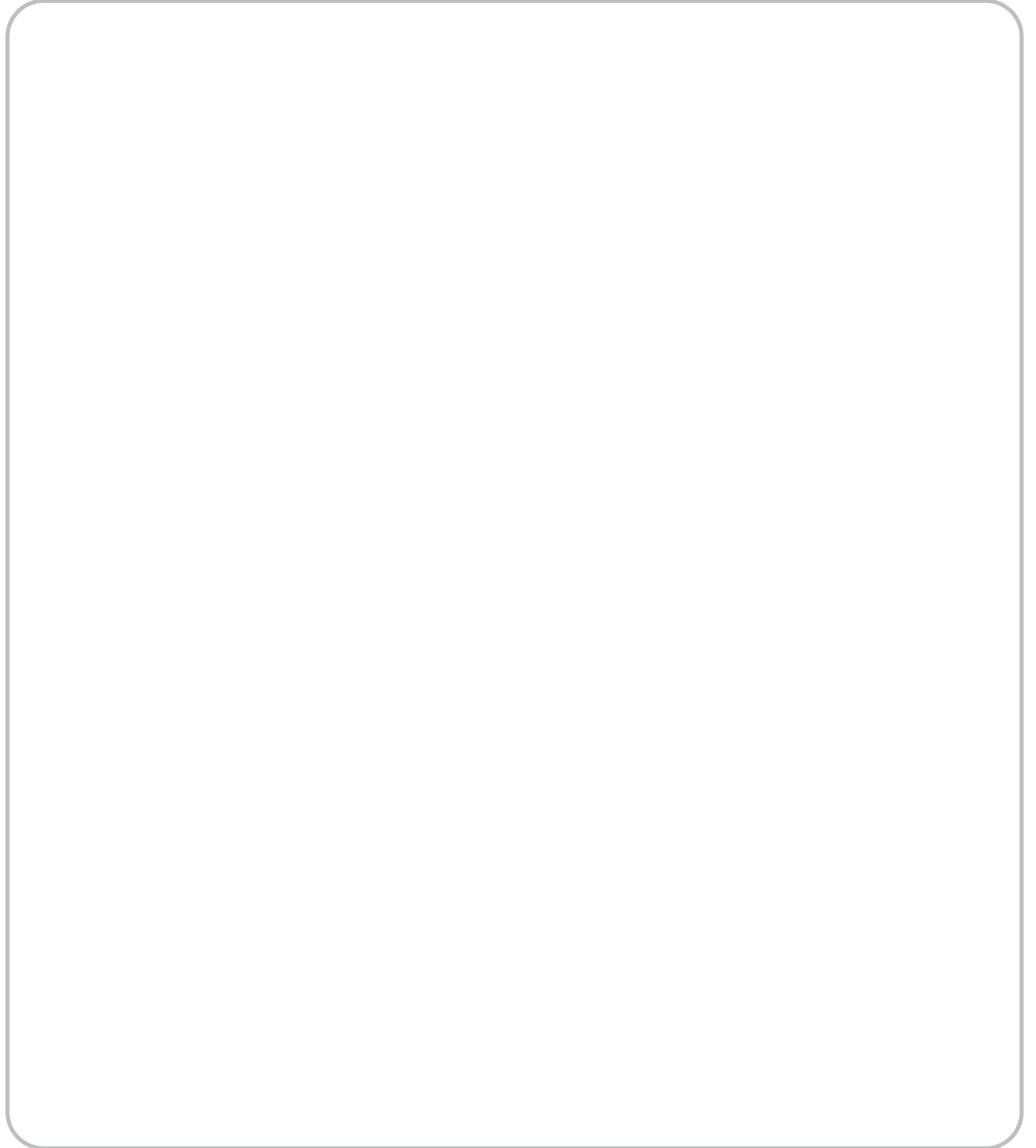
Tablo 3

1.5 SONUÇ

1.5.1 Ampermetre ve voltmeter devreleri için ön çalışmada bulmuş olduğunuz ve deneyde elde ettiğiniz direnç değerleri için % cinsinden hata hesaplarını **sadece tablo 1 için** yapınız.

1.5.2 Hesaplanan ve ölçülen değerlerin aynı çıkmama nedenlerini yazınız.

1.5.3 Deneyde neler öğrendiniz?



DENEY 2 – KIRCHOFF KANUNLARI

2.1. DENEYİN AMACI

Deneyin amacı, Kirchoff Akım ve Kirchoff Gerilim Kanunlarının öğrenilmesi ve laboratuvar ortamında test edilerek sonuçlarının analiz edilmesidir.

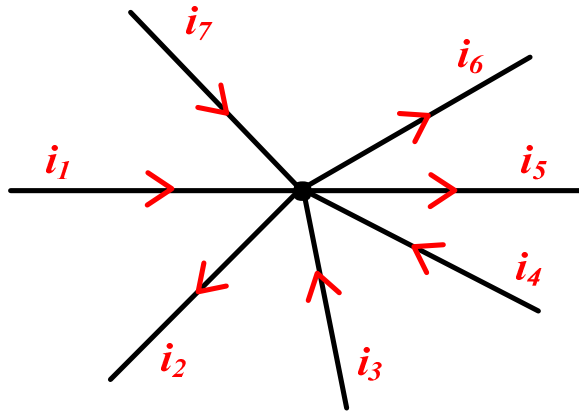
2.2. TEORİK BİLGİ

Kirchoff'un elektronik devrelerde yaygınca kullanılan iki kanunu vardır :

- i) Kirchoff Akım Kanunu (Kirchoff Current Law, KCL)
- ii) Kirchoff Gerilim Kanunu (Kirchoff Voltage Law, KVL)

2.2.1. Kirchoff Akım Kanunu (Kirchoff Current Law, KCL)

Bir elektriksel yüzeye veya bir düğüm noktasına giren (düğümü besleyen) akımlar ile bu düğüm noktasından çıkan (düğüm tarafından beslenen) akımların cebirsel toplamı 0 (sıfır)'a eşittir.



Şekil 2.1. Kirchoff Akım Kanunu (Bir düğüm noktasına giren ve çıkan akımlar)

Düğüm noktasını besleyen akımlar (giren akımlar): i_1, i_3, i_4, i_7

Düğüm noktasından beslenen akımlar (çıkan akımlar): i_2, i_5, i_6

Bu durumda;

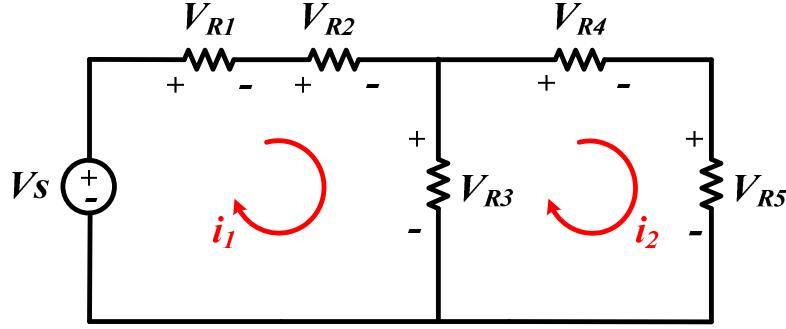
$$i_1 + (-i_2) + i_3 + i_4 + (-i_5) + (-i_6) + i_7 = 0$$

$$i_1 - i_2 + i_3 + i_4 - i_5 - i_6 + i_7 = 0$$

$$i_1 + i_3 + i_4 + i_7 = i_2 + i_5 + i_6$$

2.2.2. Kirchoff Gerilim Kanunu (Kirchoff Voltage Law, KVL)

Bir elektronik devrenin sahip olduğu çevre(ler)deki gerilim düşmelerinin cebirsel toplamı 0 (sıfır)'a eşittir.



Şekil 2.2. Kirchoff Gerilim Kanunu

i_1 akımının dolaştığı kapalı çevre için;

$$V_S - V_{R1} - V_{R2} - V_{R3} = 0$$

i_2 akımının dolaştığı kapalı çevre için;

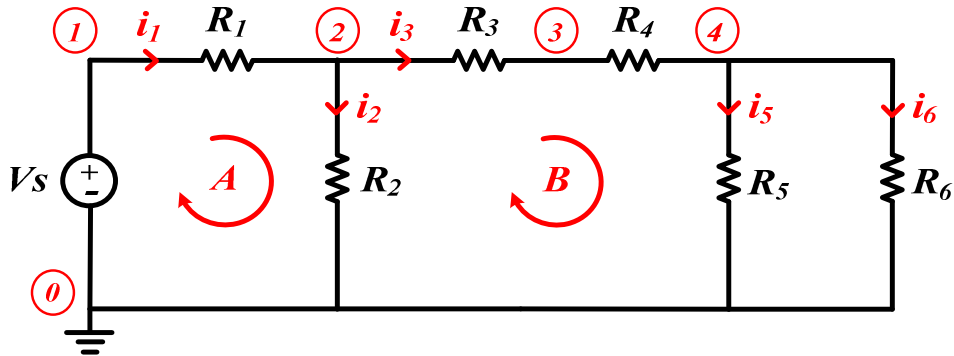
$$V_{R3} - V_{R4} - V_{R5} = 0 \text{ denklemleri yazılabilir.}$$

2.3. ÖN ÇALIŞMA (Çözümlerin hepsi boş sayfada açık ve net bir şekilde yapılacaktır.)

$$V_S = 5V, R_1 = 1 \text{ k}\Omega, R_2 = 2.2 \text{ k}\Omega, R_3 = 3.3 \text{ k}\Omega, R_4 = R_5 = 4.7 \text{ k}\Omega, R_6 = 10 \text{ k}\Omega$$

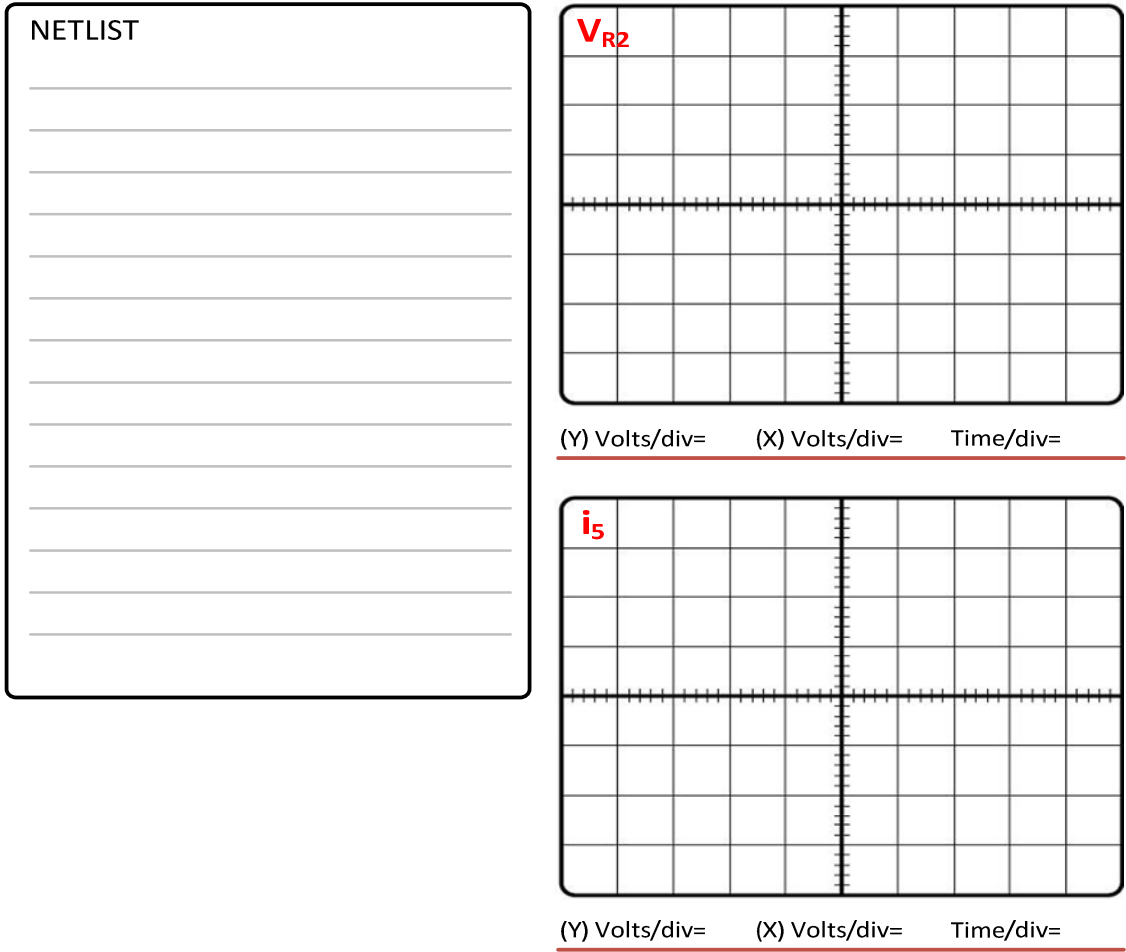
2.3.1. Yukarıda verilen değerleri ve Şekil 2.3'te ki devreyi kullanarak

- Tüm dallardaki akımları (i_1, i_2, i_3, i_5, i_6) hesaplayınız.
- R_1 direnci üzerine düşen gerilimi hesaplayınız.
- A ve B nolu kapalı çevreler için Kirchoff'un Gerilim Kanunu'nun ispatını yapınız.
- 2 ve 4 nolu düğüm noktaları için Kirchoff'un Akım Kanunu'nun ispatını yapınız.



Şekil 2.3. Ön Çalışma ve Deney devresi

2.3.2. Şekil 2.3'te verilen devreyi LTSPİCE programında kurun. R_2 direnci üzerine düşen gerilimin (V_{R_2}) ve R_5 direnci üzerinden geçen akımın (i_5) dalga formlarını çizdirin.



2.4. İŞLEM BASAMAKLARI

2.4.1. Deneyde Kullanılacak Malzemeler:

Direnç: $1k\Omega$, $2.2k\Omega$, $3.3k\Omega$, $2 \times 4.7k\Omega$, $10k\Omega$

Standart Laboratuvar Ekipmanları:

Osiloskop, DC Güç Kaynağı, Sinyal Jeneratörü, Dijital Multimetre, Protoboard

$$V_s = 5V, R_1 = 1k\Omega, R_2 = 2.2k\Omega, R_3 = 3.3k\Omega, R_4 = R_5 = 4.7k\Omega, R_6 = 10k\Omega$$

2.4.2. Laboratuvar ekipmanlarını kullanarak Şekil 2.3'te ki devreyi kurun.

- Tüm dallardaki akımları (i_1, i_2, i_3, i_5, i_6) ölçünüz. Aşağıdaki tabloyu bu ölçümlere göre doldurunuz. Ön çalışmadaki değerlerle karşılaştırınız.

	$i_1 (mA)$	$i_2 (mA)$	$i_3 (mA)$	$i_5 (mA)$	$i_6 (mA)$
Hesap					
Ölçme					

- b) Elde ettiğiniz akım ölçümlerini kullanarak 2 ve 4 nolu düğüm noktaları için Kirchoff'un Akım Kanunu'nun ispatını yapınız.

- c) Tüm dirençler üzerine düşen gerilimleri ölçünüz, ölçüm sonuçlarına göre aşağıdaki tabloyu doldurunuz. Ön çalışmada elde ettiğiniz değerlerle karşılaştırınız.

	$V_{R1} (V)$	$V_{R2} (V)$	$V_{R3} (V)$	$V_{R4} (V)$	$V_{R5} (V)$	$V_{R6} (V)$
Hesap						
Ölçme						

- d) Elde ettiğiniz gerilim ölçümlerini kullanarak A ve B nolu kapalı çevreler için Kirchoff'un Gerilim Kanunu'nun ispatını yapınız.

- e) $V_A - V_B = i_3 \cdot (R_3 + R_4)$ ifadesini ölçtüğünüz değerlerle hesaplayarak doğruluğunu gösteriniz.

2.5. SONUÇ

2.5.1. Ön hazırlık sorularında bulduğunuz akım ve gerilim değerleriyle, deneyde ölçtüğünüz değerleri karşılaştırınız. Eğer fark var ise sebebini belirtiniz?

2.5.2. Bu deneyden neler öğrendiniz?

DENEY 3 – ÇEVRE AKIMLAR & DÜĞÜM GERİLİM METODU

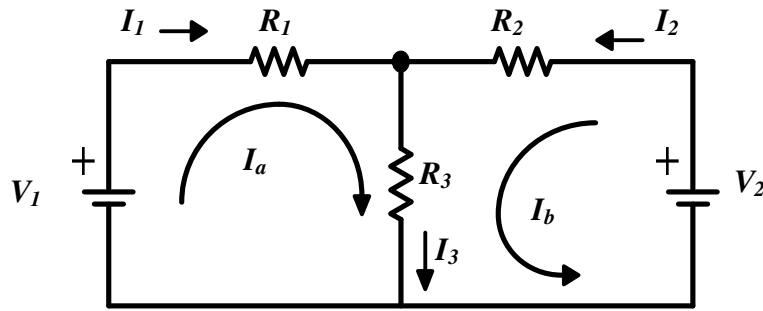
3.1. DENEYİN AMACI

Bu deneyde, en önemli devre analiz yöntemlerinden olan çevre akımlar ve düğüm gerilim metotları incelenecek, yapılan ön çalışmalar deney uygulamalarıyla birlikte pekiştirilecektir.

3.2. TEORİK BİLGİ

3.2.1. Çevre Akımlar Metodu

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 Kirchoff'un 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.



Şekil 3.1. 2 Gözlü DC Elektrik Devresi

Şekil 3.1.'deki devrenin iki gözü vardır. Bu gözlerden seçilen akımlar I_a ve I_b ise, gözlerle II. Kirchoff kanununun uygulanması ile,

$$\begin{aligned} V_1 &= I_a \cdot (R_1 + R_3) - I_b R_3, \\ -V_2 &= -I_a R_3 + I_b \cdot (R_2 + R_3) \end{aligned}$$

denklemleri elde edilir. Bu denklemlerden I_a ve I_b göz akımları bulunur. Kol akımları da bulunan göz akımları yardımıyla,

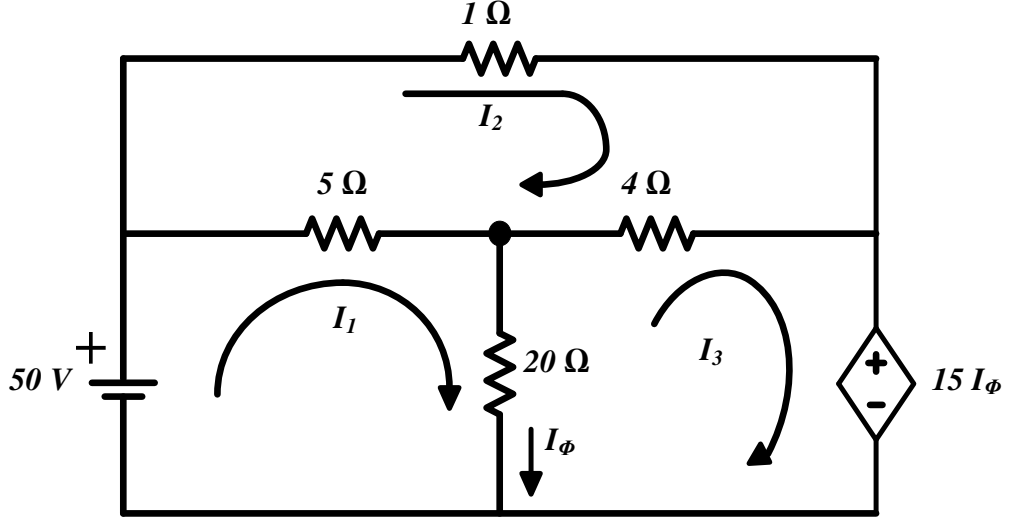
$$\begin{aligned} I_1 &= I_a, \\ I_2 &= I_b, \\ I_3 &= I_a + I_b \end{aligned}$$

olarak bulunur.

3.2.1.1. Çevre Akımları Yöntemi ve Bağımlı Kaynaklar

Eğer devrede bağımlı kaynaklar bulunuyorsa, çevre akım denklemleri uygun olan eklemelerle yeniden aranje edilmelidir.

Şekil 3.2.'de böyle bir devre gösterilmektedir ve takiben analizi yapılacaktır.



Şekil 3.2. 3 Gözlü ve Bağımlı Gerilim Kaynağı İçeren Elektrik Devresi

Devredeki 3 göze ait çevre akım denklemleri sırasıyla aşağıda ifade edilmektedir,

$$\begin{aligned} 50 &= 5(I_1 - I_2) + 20(I_1 - I_3) \\ 0 &= 5(I_2 - I_1) + 1I_2 + 4(I_2 - I_3) \\ 0 &= 20(I_3 - I_1) + 4(I_3 - I_2) + 15I_\phi \end{aligned}$$

Bağımlı voltaj kaynağını kontrol eden kol akımı, çevre akımları cinsinden ifade edilebilir,

$$I_\phi = I_1 - I_3$$

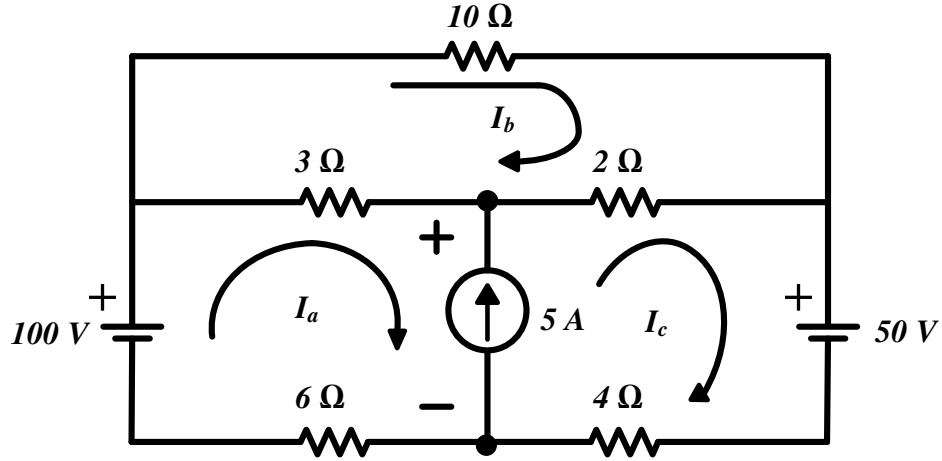
Elde edilen bu son denklem, çevre akım denklemlerine yerleştirildiğinde yeni denklemler,

$$\begin{aligned} 50 &= 25I_1 - 5I_2 - 20I_3 \\ 0 &= -5I_1 + 10I_2 - 4I_3 \\ 0 &= -5I_1 - 4I_2 - 9I_3 \end{aligned}$$

Bu denklemlerden istenilen çevre akım değerine ulaşılabilecektir.

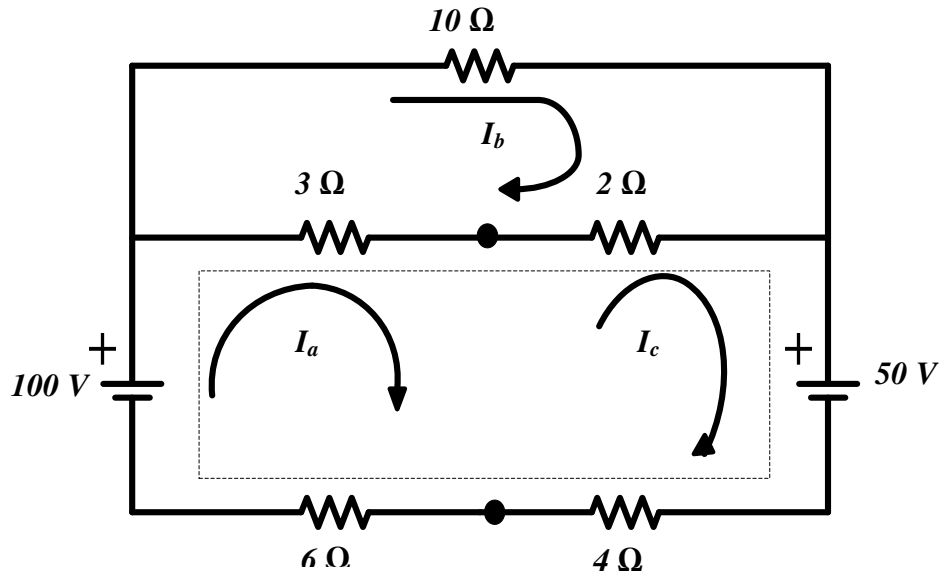
3.2.1.2. Çevre Akımları Yönteminde Bazı Özel Durumlar

Bir elektrik devresi üzerindeki kollardan biri akım kaynağı içeriyorsa, devrenin analizinde çevre akım yöntemi kullanılırken bazı manipulasyonlara gerek duyulabilir.



Şekil 3.3. Kollarından Biri Akım Kaynağı İçeren 3 Gözlü Elektrik Devresi

Şekil 3.3'teki devre üzerinde çevre akımları yöntemini uygularken, supermesh tekniği sayesinde işlem kalabalığı ve bundan kaynaklanabilecek hatalara maruz kalmadan analiz gerçekleştirilebilir.



Şekil 3.4. Supermesh Konsepti

Akım kaynağının yok sayılmasıyla ortak tek bir göz haline dönüşen a ve c gözlerinde yapılacak bir döngüden elde edilen formül:

$$\begin{aligned} -100 + 3(I_a - I_b) + 2(I_c - I_b) + 50 + 4I_c + 6I_a &= 0 \\ 50 &= 9I_a - 5I_b + 6I_c \end{aligned}$$

Devrenin b gözünde atılacak bir döngüden elde edilen formül:

$$0 = 3(I_b - I_a) + 10I_b + 2(I_b - I_c)$$

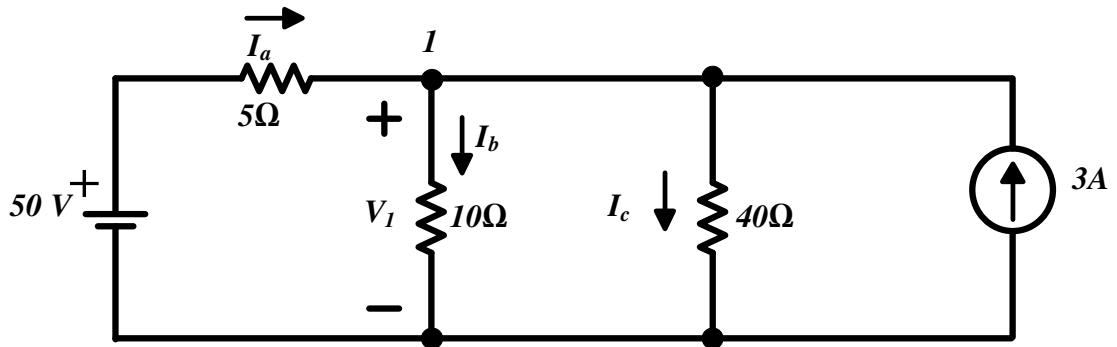
Akım kaynağına ait akım değerinin c ve a akımlarının farkı olduğu da bilinmektedir,

$$I_c - I_a = 5$$

Yukarıda verilen denklemler kullanılarak göz akımları birer birer bulunabilecektir.

3.2.2. Düğüm Gerilim Metodu

Düğüm gerilimleri metodu temelde, temel düğümlere bir gerilim atanarak ve her düğüm için Kirchoff'un akım kanununun yazılmasını temel alan bir yöntemdir. Bu yöntemle bütün temel düğümlerdeki gerilimler hesaplanır. Bu değerler devrenin diğer noktaları için bir referans özelliği taşır. Bu değerler vasıtasıyla devrenin herhangi bir noktasından geçen akımı veya herhangi iki nokta arasındaki gerilimi hesap etmek mümkündür.



Şekil 3.5. 2 Temel Düğümlü Elektrik Devresi

1 numaralı nokta üzerinde düğüm gerilim yöntemi uygulandığında V_1 bulunacaktır:

$$\frac{V_1 - 50}{5} + \frac{V_1}{10} + \frac{V_1}{40} - 3 = 0$$

$$V_1 = 40 \text{ V}$$

Böylece I_a , I_b ve I_c akımları elde edilir:

$$I_a = \frac{50 - 40}{5} = 2 \text{ A}$$

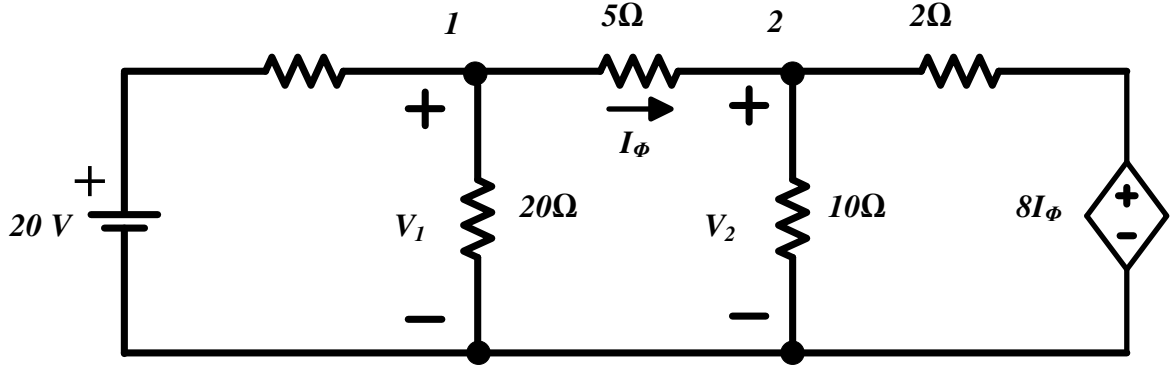
$$I_b = \frac{40}{10} = 4 \text{ A}$$

$$I_c = \frac{40}{40} = 1 A$$

3.2.3. Düğüm Gerilim Yöntemi ve Bağımlı Kaynaklar

Eğer devrede bağımlı kaynaklar bulunuyorsa, düğüm gerilim denklemleri uygun olan eklemelerle yeniden aranje edilmelidir.

Şekil 3.6.'da böyle bir devre gösterilmektedir ve takiben analizi yapılacaktır.



Şekil 3.6. Bağımlı Gerilim Kaynağı İçeren bir Düzlemsel Elektrik Devresi

Devreye genel bir bakışla 3 adet temel düğüm içerdiği gözlemlenmektedir. Dolayısıyla analizde iki tane düğüm gerilim denklemine ihtiyaç duyulacaktır.

$$2\Omega \quad \frac{V_1 - 20}{2} + \frac{V_1}{20} + \frac{V_1 - V_2}{5} = 0$$

$$\frac{V_2 - V_1}{5} + \frac{V_2}{10} + \frac{V_2 - 8I_\phi}{5} = 0$$

Bu 2 denklem 3 tane bilinmeyen içermektedir. Bunlardan I_ϕ , V_1 ve V_2 cinsinden ifade edilebilir:

$$I_\phi = \frac{V_1 - V_2}{5}$$

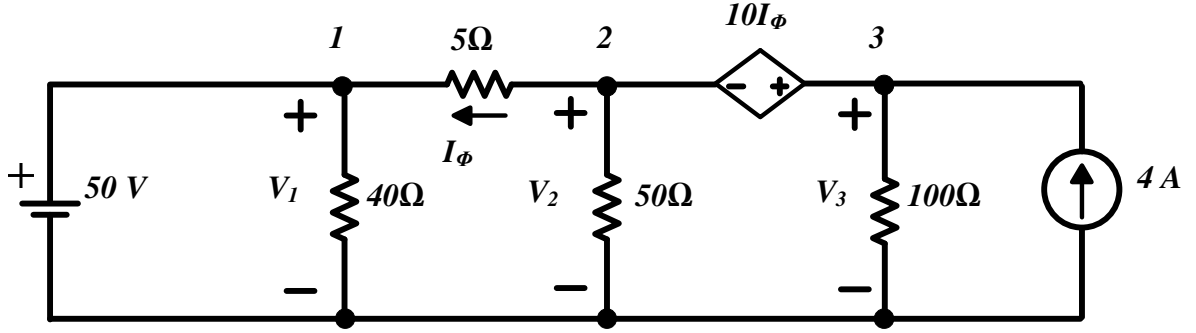
I_ϕ 'nin, V_1 ve V_2 cinsinden yazılması ile 2 bilinmeyenli bir denklem elde edilmiş olur:

$$\begin{aligned} 0.75V_1 - 0.2V_2 &= 10 \\ -V_1 + 1.6V_2 &= 0 \end{aligned}$$

Böylece V_1 , V_2 ve I_ϕ basit cebirsel yöntemlerle bulunabilecektir.

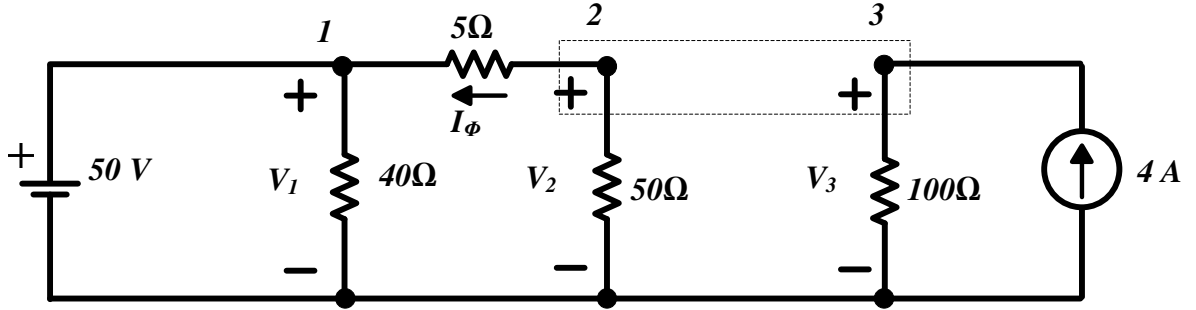
3.2.4. Düğüm Gerilim Metodunda Bazı Özel Durumlar

Bir elektrik devresi üzerindeki düğümlerden ikisi arasındaki tek devre elemanı bir gerilim kaynağı ise, devrenin analizinde düğüm gerilim yöntemi kullanılırken bazı manipülasyonlara gerek duyulabilir.



Şekil 3.7. İki Düğümü Arasında bir Gerilim Kaynağı Bulunan Elektrik Devresi

Şekil 3.7'deki devre üzerinde düğüm gerilim yöntemini uygularken, supernode tekniği sayesinde işlem kalabalığı ve bundan kaynaklanabilecek hatalara maruz kalmadan analiz gerçekleştirilebilir.



Şekil 3.8. SuperNode Konsepti

Gerilim kaynağının yok sayılmasıyla devrenin yeni şekli üzerinde yapılacak bir düğüm analizinden elde edilen formül:

$$\frac{V_2 - V_1}{5} + \frac{V_2}{50} + \frac{V_3}{100} - 4 = 0$$

Devrenin orijinal halinde V_3 'ün V_2 cinsinden ifade edildiği denklem aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

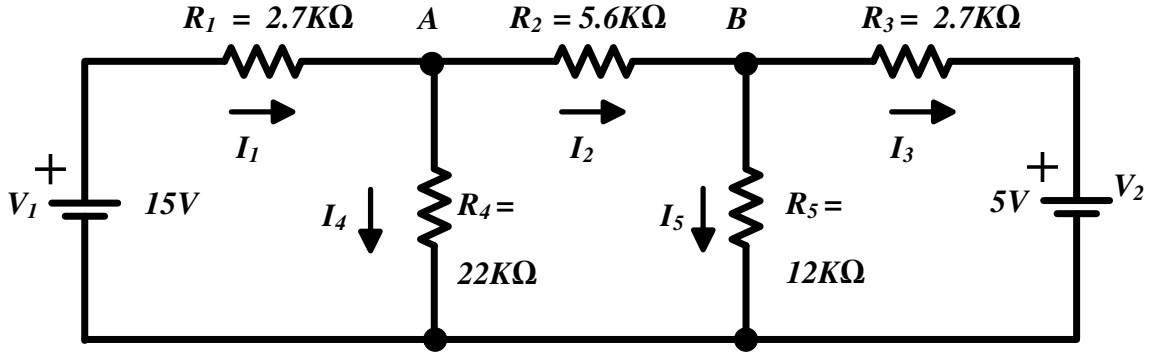
$$V_3 = V_2 + 10I_\phi$$

V_1 'in 50V olduğu bilinmektedir, böylece V_1 , V_2 ve V_3 sırasıyla yalnız bırakılarak hesaplanabilecektir.

3.3. ÖN ÇALIŞMA (Çözümlerin hepsi boş sayfada açık ve net bir şekilde yapılacaktır.)

3.3.1. Şekil 3.9.'da gösterilen devre için,

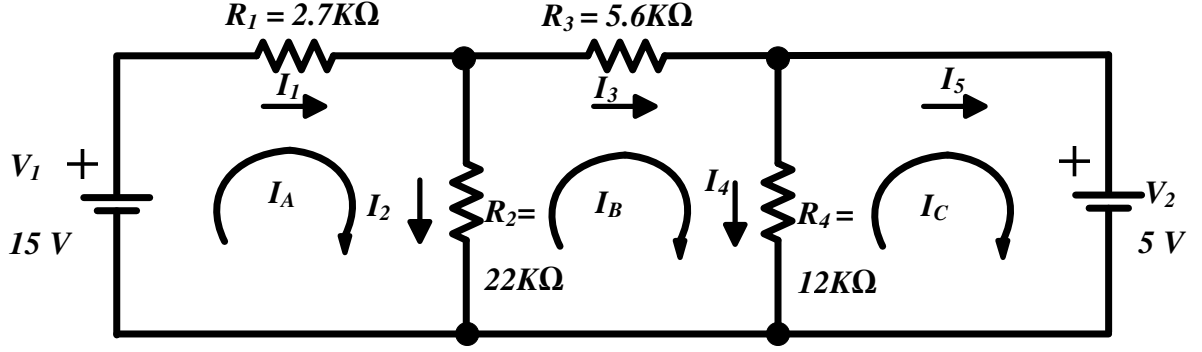
- A ve B düğümlerinin gerilimlerini hesaplayınız.
- Devredeki dal akımları I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 'i, bağımsız gerilim kaynaklarının değerlerini ve önceki adımda bulduğunuz düğüm gerilimlerini kullanarak hesaplayınız.
- Bağımsız gerilim kaynaklarının gücünü bulunuz ve ne kadar güç sağladıklarını veya harcadıklarını hesaplayınız.
- Yapılan tüm hesapları Pspice programı ile teyit ediniz ve **Tablo 1'i doldurunuz.**



Şekil 3.9. Ön Çalışma Devresi 1

3.3.2. Şekil 3.10'da gösterilen devre için,

- Çevre Akımları I_A , I_B , I_C 'yi hesaplayınız.
- Devredeki dal akımları I_1 , I_2 , I_3 , I_4 , I_5 'i, bağımsız gerilim kaynaklarının değerlerini ve önceki adımda bulduğunuz çevre akımlarını kullanarak hesaplayınız.
- Bağımsız gerilim kaynaklarının gücünü bulunuz ve ne kadar güç sağladıklarını veya harcadıklarını hesaplayınız.
- Yapılan tüm hesapları Pspice programı ile teyit ediniz ve **Tablo 2.'yi doldurunuz.**



Şekil 3.10. Ön Çalışma Devresi 2

3.4. İŞLEM BASAMAKLARI

3.4.1. Deneyde Kullanılacak Malzemeler:

Direnç: 2.2 k Ω , 5.6 k Ω , 12 k Ω , 22 k Ω

Standart Laboratuvar Ekipmanları:

Osiloskop, DC Güç Kaynağı, Sinyal Jeneratörü, Dijital Multimetre, Protoboard,

3.4.2. Şekil 3,9'da verilen devreyi kurunuz ve devre elemanlarının değerlerini ön çalışmada verilen değerlere ayarlayınız. A ve B düğümlerinin gerilimlerini ve I_1 , I_2 , I_3 , I_4 , I_5 akımlarını ölçünüz. **Tablo 1'i tamamlayınız.**

<i>Veri</i>	<i>Ön Çalışma</i>	<i>Pspice</i>	<i>Deney</i>
V_A			
V_B			
I_1			
I_2			
I_3			
I_4			
I_5			

Tablo 1. Düğüm Gerilim Devre Parametreleri

3.4.3. Şekil 3.10'da verilen devreyi kurunuz ve devre elemanlarının değerlerini ön çalışmada verilen değerlere ayarlayınız. I_1 , I_2 , I_3 , I_4 , I_5 dal akımlarını ve I_A , I_B , I_C çevre akımlarını ölçünüz. **Tablo 2'yi tamamlayınız.**

<i>Veri</i>	<i>Ön Çalışma</i>	<i>Pspice</i>	<i>Deney</i>
I_A			
I_B			
I_C			
I_1			
I_2			
I_3			
I_4			
I_5			

Tablo 2. Çevre Akım Devre Parametreleri

3.5. SONUÇ

3.5.1. Teorik ve deneysel sonuçları karşılaştırınız. Eğer farklılık varsa nedenlerini açıklayınız.

3.5.2. Bu deneyden neler öğrendiniz?

DENEY 4 – THEVENİN VE NORTON TEOREMİ

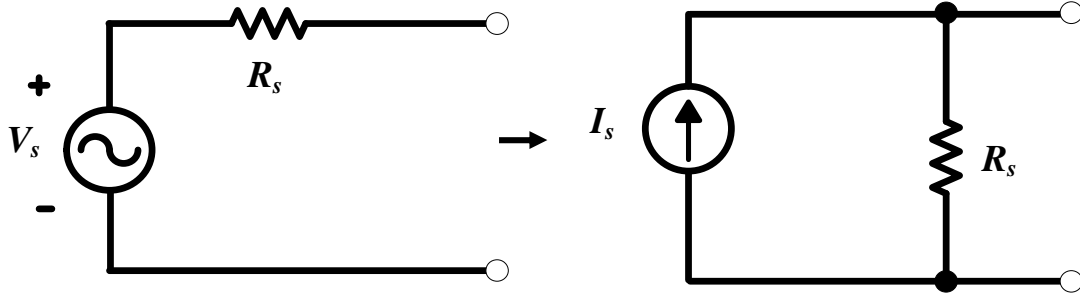
4.1. DENEYİN AMACI

Deneyin amacı, Thevenin ve Norton Teoremlerinin öğrenilmesi ve laboratuvar ortamında test edilerek sonuçlarının analiz edilmesidir.

4.2. TEORİK BİLGİ

4.2.1. Kaynak Dönüşümleri

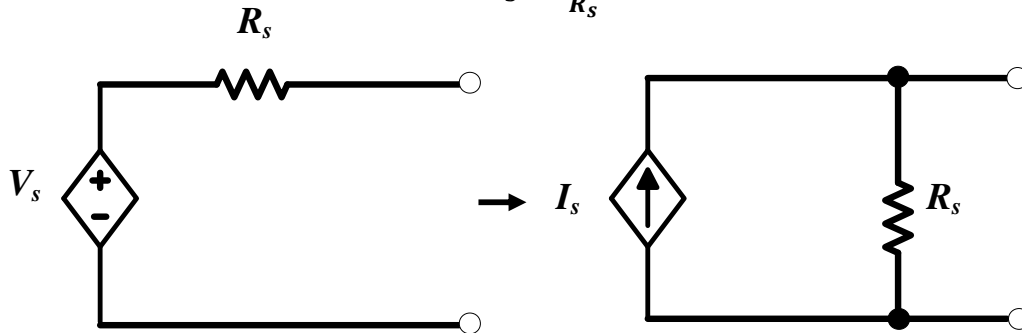
Thevenin ve Norton teoremlerini kullanarak devre analizi yapmak için öncelikle kaynak dönüşümlerinin nasıl yapıldığının bilinmesi gerekmektedir. Kaynak bağımlı veya bağımsız oluşuna göre dönüşüm şu şekilde yapılır:



Şekil 4.1. Bağımsız Kaynak dönüşümü

$$V_s = I_s \times R_s$$

$$I_s = \frac{V_s}{R_s}$$



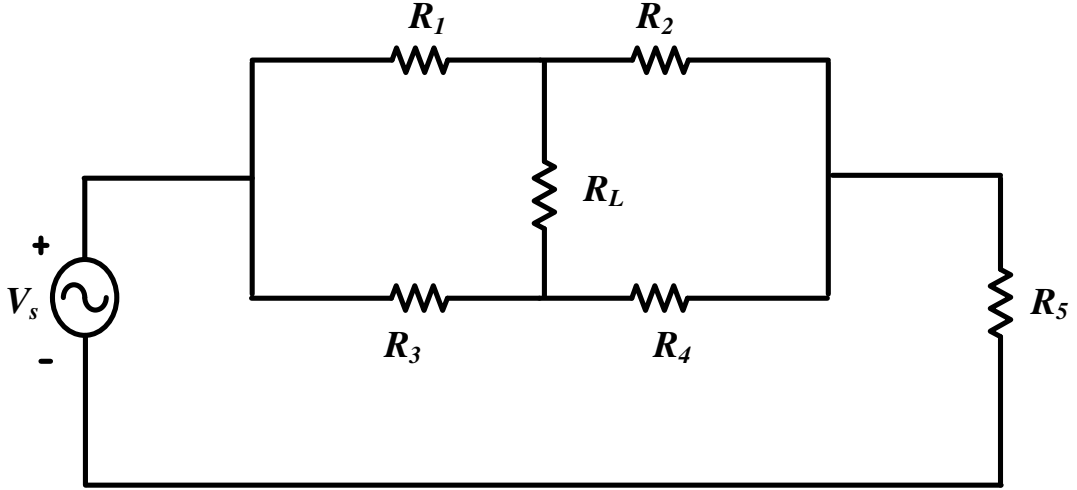
Şekil 4.2. Bağımlı Kaynak Dönüşümü

$$V_s = I_s \times R_s$$

$$I_s = \frac{V_s}{R_s}$$

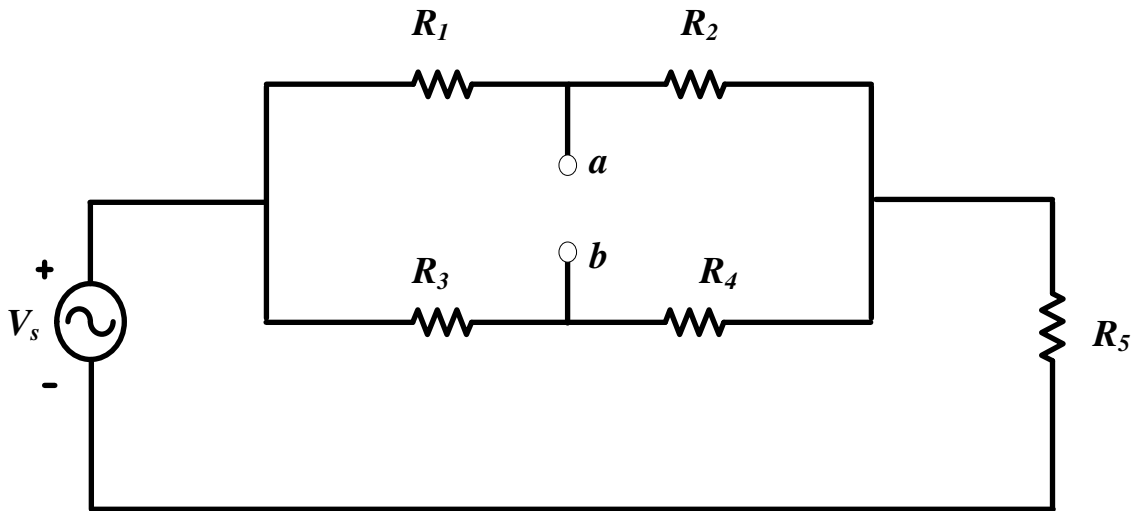
4.2.2. Thevenin Teoremi

Çok sayıda elemanı bulunan herhangi bir devrenin bir elemanın veya sadece bir kısmının incelenmesi gerektiğinde, tüm devreyi göz önüne almak yerine, incelenecek eleman yada devre parçasını bütün olan devreden ayırıp geriye kalan devre parçasını bir kaynak ve buna seri bağlı bir empedans ile temsil etmek suretiyle, inceleme basite indirgenebilir. Bu işlemde kullanılan teoreme Thevenin teoremi denir ve elde edilen eşdeğer devreye Thevenin eşdeğer devresi adı verilir.



Şekil 4.3. Elektrik Devresi

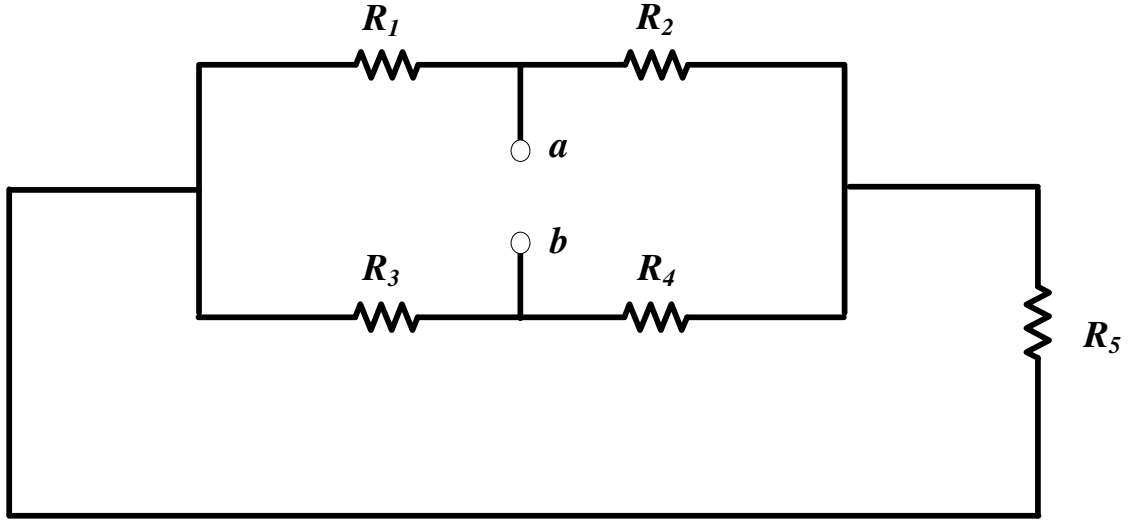
Eşdeğer devre oluşturulurken ilgili eleman veya devre parçası (şekil 4.3.'te R_L) devreden çıkarılır, geriye kalan kısmın açık devre gerilimi Thevenin Eşdeğer Gerilimi olarak adlandırılır.



Şekil 4.4. Thevenin Eşdeğer Geriliminin Hesaplanması

$$V_{ab} = V_{th}$$

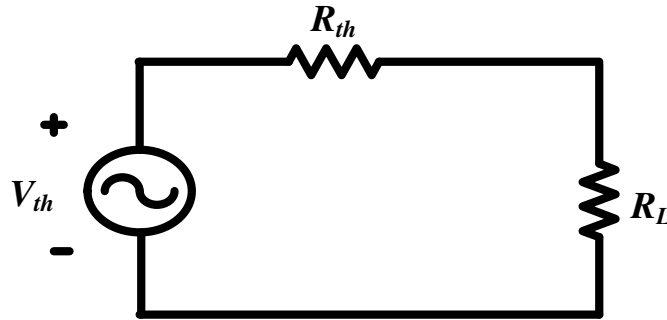
Daha sonra devredeki bütün kaynaklar söndürülerek Thevenin eşdeğer direnci bulunur. Kaynaklar söndürülürken gerilim kaynaklarının kısa devre, akım kaynaklarının açık devre yapılmasına dikkat edilmez.



Şekil 4.5. Thevenin Eşdeğer Direncinin Hesaplanması

$$R_{eş} = R_{th}$$

Bir gerilim kaynağı ve ona seri bağlı bir empedanstan oluşan aşağıdaki şekil 4.6'da görünen eşdeğer devre, Şekil 4.3'deki devrenin Thevenin eşdeğer devresi olarak adlandırılır.

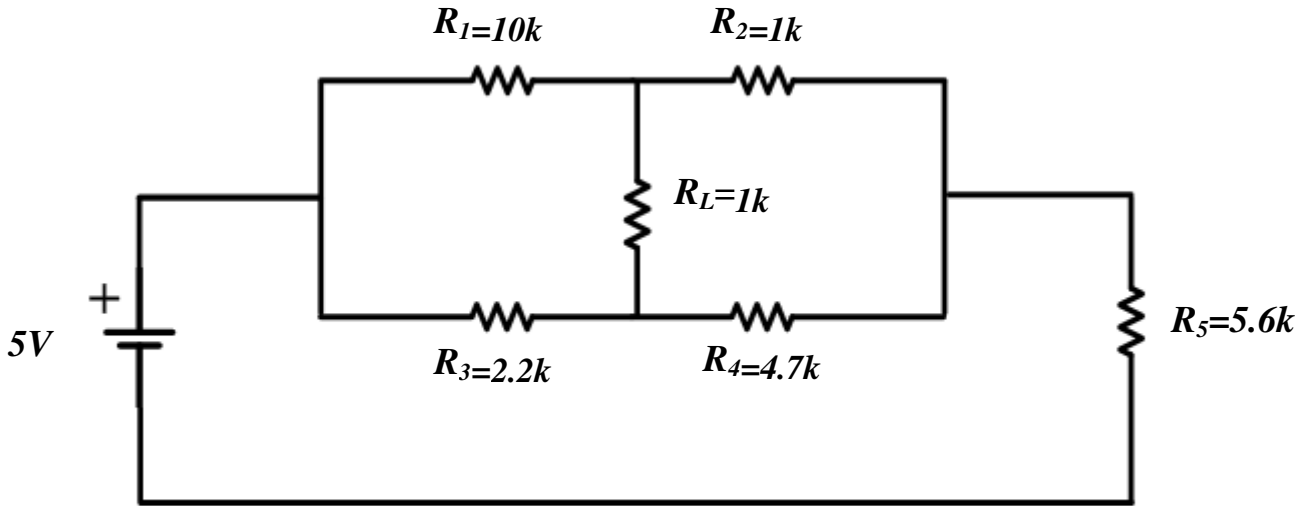


Şekil 4.6. Thevenin Eşdeğer Devresi

4.2.3. Norton Teoremi

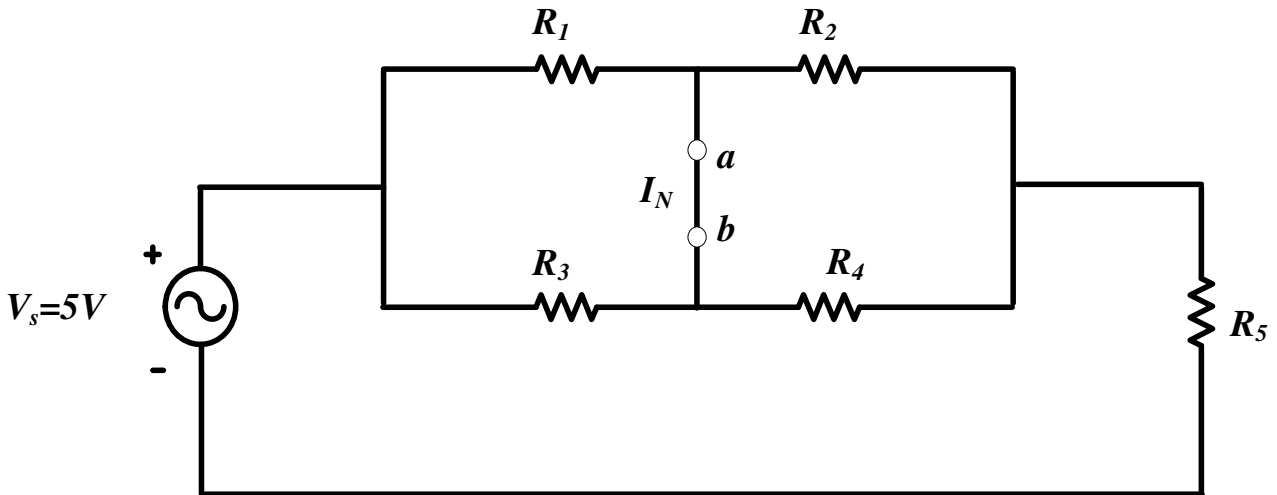
Devre çözümünde kolaylık sağlayan bu teoremle iki nokta arasındaki karışık devre, çok basit olan eş değer akım devresine dönüştürülür. Çok sayıda devre elemanı barındıran bir devrenin bir elemanının ya da bir kısmının incelenmesinde, devrenin tamamının incelenmesi yerine o elemanı devreden çıkarıp, devrenin geri kalanını bir kaynak ve bir empedans ile gösterebileceğimizi ve bu şekilde devre analiz yöntemine Thevenin Yöntemi denildiğini bir önceki deneyde öğrenmiştik. Eğer eşdeğer devremiz bir akıma kaynağından ve ona paralel bağlı bir empedanstan oluşursa buna da Norton eşdeğer devresi ve bu yöntemde de Norton yöntemi denir.

Daha basit bir ifade ile; Thevenin eşdeğer devresine "kaynak dönüşümü" uygularsak elde edeceğimiz devre Norton Eşdeğer Devresi olacaktır. Bu nedenle Norton yöntemi ile devre analizi yaparken, Thevenin yöntemi ile devre analizinde izlediğimiz adımları izlememiz gerekmektedir.



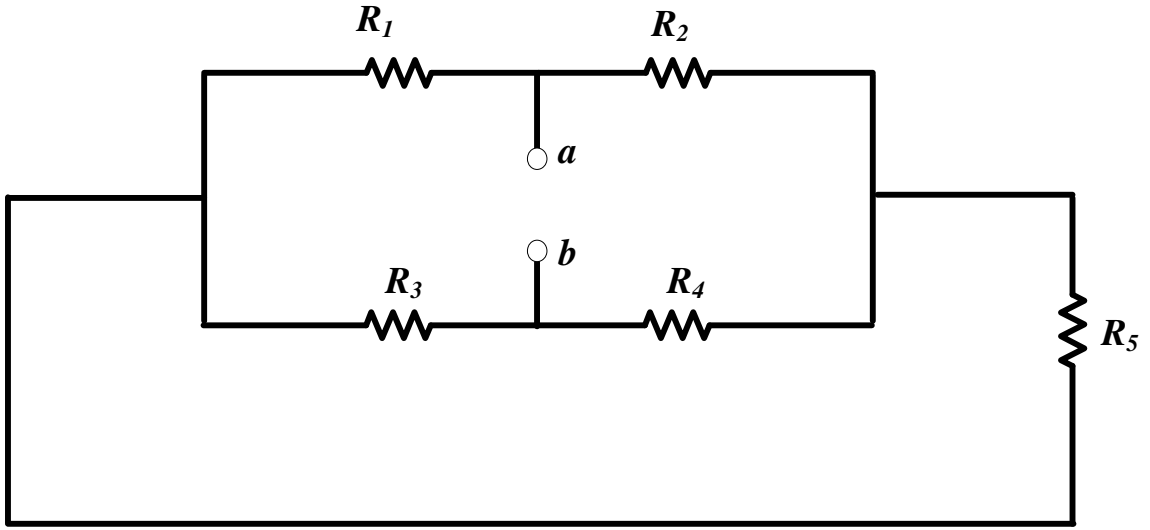
Şekil 4.7. Elektrik Devresi

Eşdeğer devre oluşturulurken ilgili eleman veya devre parçası (şekilde R_L) devreden çıkarılır, geriye kalan kısmın kısa devre akımı Norton Eşdeğer akımı olarak adlandırılır.



Şekil 4.8. Norton Eşdeğer Akımının Hesaplanması

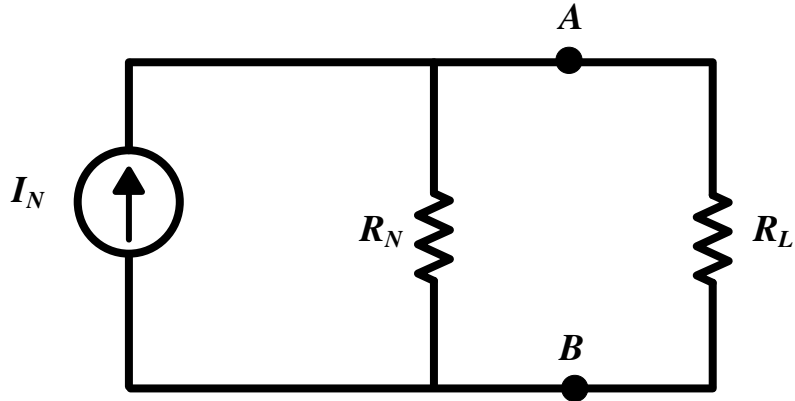
Daha sonra devredeki bütün kaynaklar söndürülerek Norton eşdeğer direnci bulunur. Kaynaklar söndürülürken gerilim kaynaklarının kısa devre, akım kaynaklarının açık devre yapılmasına dikkat edilmez.



Şekil 4.9. Norton Eşdeğer Direncinin Hesaplanması

$$R_{eş} = R_N$$

Bir akım kaynağı ve ona paralel bağlı bir empedanstan oluşan aşağıdaki şekil 4.10'da görünen eşdeğer devre, Şekil 4.7'deki devrenin Norton eşdeğer devresi olarak adlandırılır.



Şekil 4.10. Norton Eşdeğer Devresi

4.3. ÖN ÇALIŞMA

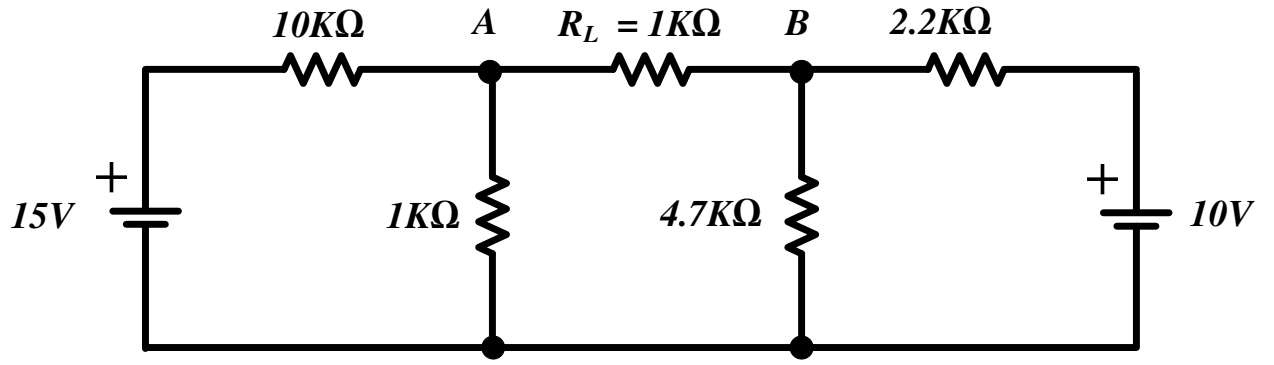
4.3.1. Şekil 4.11 ve 4.12'deki devreler için;

4.3.1.1. R_L direncinin uçları arasından bakıldığındaki V_{th} , R_{th} değerlerini bularak Thevenin eşdeğer devrelerini ayrı ayrı çizin ve R_L üzerindeki gerilim ve akım değerlerini hesaplayarak sırasıyla Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'deki yerlerine yazınız.

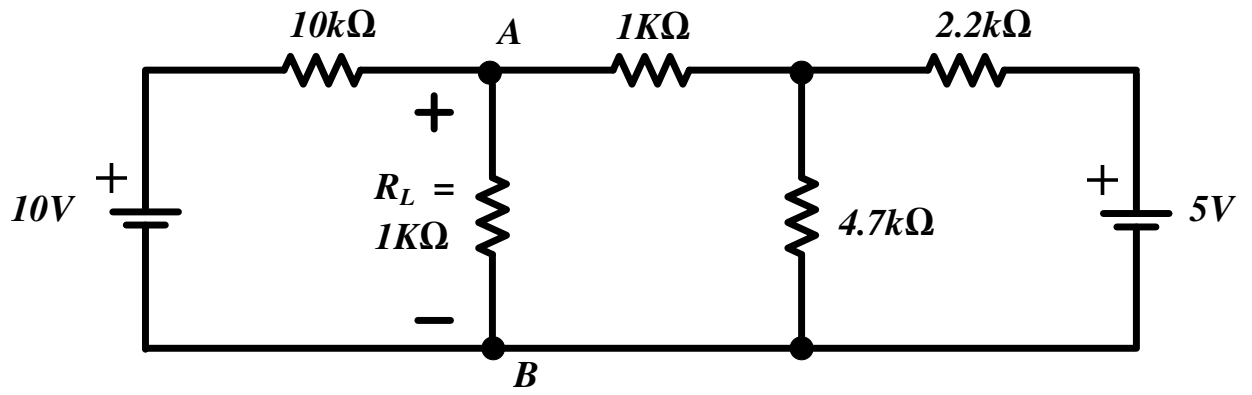
(Çözümlerin hepsi boş sayfada açık ve net bir şekilde yapılacaktır.)

4.3.1.2. Aynı devreleri P-Spice kullanarak kurunuz ve R_L üzerindeki gerilim ve akım değerlerini ölçerek yine sırasıyla Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'deki yerlerine yazınız.

(Çözümlerin hepsi boş sayfada açık ve net bir şekilde yapılacaktır.)



Şekil 4.11 Ön Çalışma Devresi 1



Şekil 4.12 Ön Çalışma Devresi 2

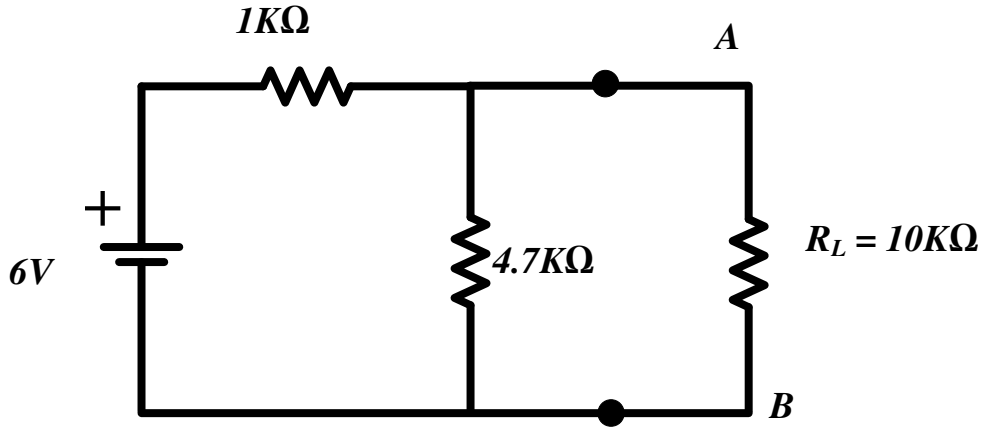
4.3.2. Şekil 4.13 ve 4.14'deki devreler için;

4.3.2.1. R_L direncinin uçları arasından bakıldığındaki V_{th} , R_{th} değerlerini bularak Thevenin eşdeğer devrelerini ayrı ayrı çiziniz ve R_L üzerindeki gerilim ve akım değerlerini hesaplayarak sırasıyla Tablo 4.3 ve Tablo 4.4'deki yerlerine yazınız.

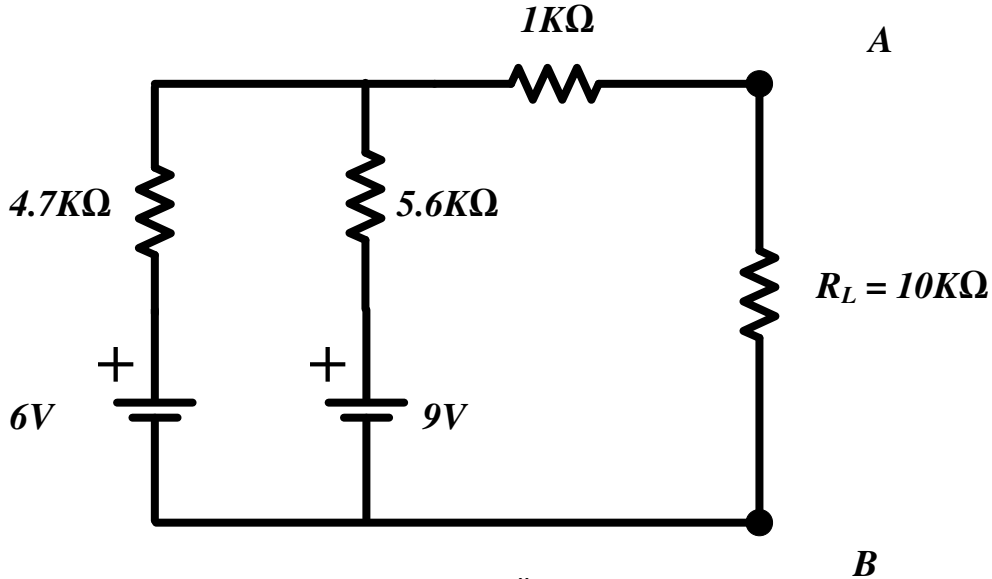
(Çözümlerin hepsi boş sayfada açık ve net bir şekilde yapılacaktır.)

4.3.2.2. Aynı devreleri P-Spice kullanarak kurunuz ve R_L üzerindeki gerilim ve akım değerlerini ölçerek yine sırasıyla Tablo 4.3 ve Tablo 4.4'deki yerlerine yazınız.

(Çözümlerin hepsi boş sayfada açık ve net bir şekilde yapılacaktır.)



Şekil 4.13 Ön Çalışma Devresi 3



Şekil 4.14 Ön Çalışma Devresi 4

4.4. İŞLEM BASAMAKLARI

4.4.1. Deneyde Kullanılacak Malzemeler

Direnç: 2x1k Ω , 2.2k Ω , 4.7 k Ω , 5.6K Ω , 10 k Ω

Standart Laboratuvar Ekipmanları:

DC Güç Kaynağı, Dijital Multimetre, Protoboard

4.4.2. Laboratuvar ekipmanlarını kullanarak Şekil 4.7'deki devreyi kurunuz ve dijital multimetre ile R_L üzerindeki akım ve gerilim değerlerini ölçünüz. Sonuçları **Tablo 4.1'e** kaydediniz.

	V_{th}	R_{th}	i_L	V_L
<i>Thevenin Teoremi ile bulunan değer</i>				
<i>P-Spice</i>	X	X		
<i>Deneyde Ölçülen</i>	X	X		

Tablo 4.1 Şekil 4.7'deki Devre için değerler

4.4.3. Laboratuvar ekipmanlarını kullanarak Şekil 4.8'deki devreyi kurunuz ve dijital multimetre ile R_L üzerindeki akım ve gerilim değerlerini ölçünüz. Sonuçları **Tablo 4.2'e** kaydediniz.

	V_{th}	R_{th}	i_L	V_L
<i>Thevenin Teoremi ile bulunan değer</i>				
<i>P-Spice</i>	X	X		
<i>Deneyde Ölçülen</i>	X	X		

Tablo 4.2 Şekil 4.8'deki Devre için değerler

4.4.4. Laboratuvar ekipmanlarını kullanarak Şekil 4.13'deki devreyi kurunuz ve dijital multimetre ile R_L üzerindeki akım ve gerilim değerlerini ölçünüz. Sonuçları **Tablo 4.3'e** kaydediniz.

	I_N	R_N	i_L	V_L
<i>Norton Teoremi ile bulunan değer</i>				
<i>P-Spice</i>	X	X		
<i>Deneyde Ölçülen</i>	X	X		

Tablo 4.3. Şekil 4.13'deki Devre için değerler

4.4.5. Laboratuvar ekipmanlarını kullanarak Şekil 4.14'deki devreyi kurunuz ve dijital multimetre ile R_L üzerindeki akım ve gerilim değerlerini ölçünüz. Sonuçları **Tablo 4.4'ye** kaydediniz.

	I_N	R_N	i_L	V_L
<i>Norton Teoremi ile bulunan değer</i>				
<i>P-Spice</i>	X	X		
<i>Deneyde Ölçülen</i>	X	X		

Tablo 4.4. Şekil 4.14'deki Devre için değerler

4.5. SONUÇ

4.5.1.Ön hazırlık sorularında bulduğunuz akım ve gerilim değerleriyle, deneyde ölçtüğünüz değerleri karşılaştırınız. Eğer fark var ise sebebini belirtiniz ?

4.5.2. Bu deneyden neler öğrendiniz?

DENEY 5 – SÜPERPOZİSYON VE MAKSİMUM GÜÇ AKTARIMI

5.1. DENEYİN AMACI

Deneyin amacı, Süperpozisyon Teoreminin ve Maksimum Güç Transferi için gerekli kuşulların öğrenilmesi ve laboratuvar ortamında test edilerek sonuçlarının analiz edilmesi ve gözlemlenmesidir.

5.2 TEORİK BİLGİ

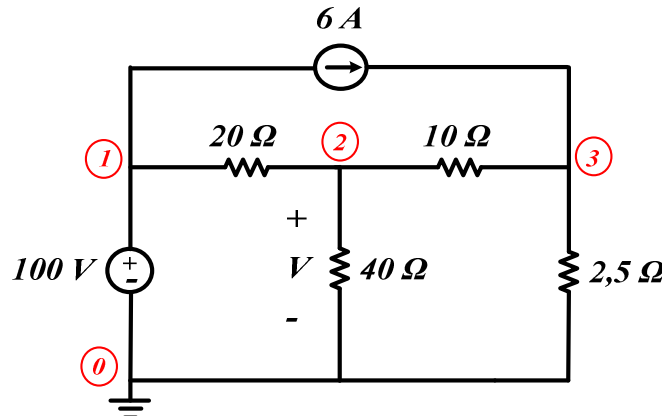
5.2.1 Süperpozisyon Teoremi

Birden fazla kaynak içeren bir devre göz önüne alındığında; bu kaynakların devre üzerindeki toplam etkisi her bir kaynağın tek başına meydana getirdiği etkilerin toplamına eşittir. Buna süperpozisyon teoremi denir. Tek bir kaynağın etkisi incelenirken, o kaynağın dışındaki kaynaklar etkisiz hale getirilir. (Akım kaynakları açık devre, gerilim kaynakları ise kısa devre). Tek tek her bir kaynağın etkisi elde edildikten sonra bu etkiler toplanarak tüm kaynakların toplam etkisi elde edilir.

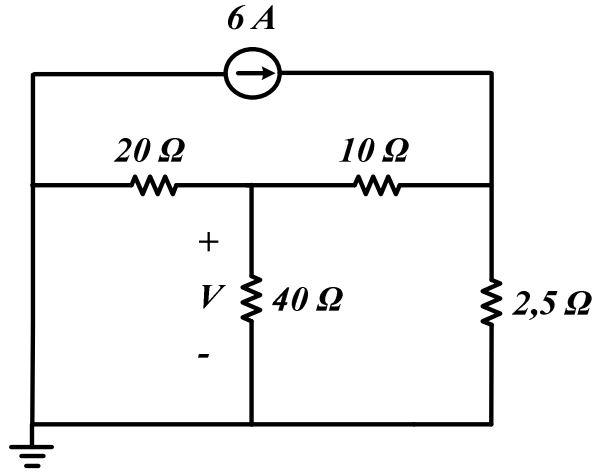
Süper pozisyon yönteminde devre çözerken bazı aşamalar mevcuttur. Bunlar;

- Devrede hem akım hem de gerilim kaynağı aynı anda bulunabilir.
- Devre çözümüne başlandığında devrede sadece bir tane kaynak bırakılır diğer kaynaklar söndürülür. Bu söndürme işlemi gerilim kaynaklarında “**kısa devre**” akım kaynaklarında ise “**açık devre**” olarak uygulanır. Yani gerilim kaynakları kısa devre edilir akım kaynakları ise açık devre edilir.
- Devre içinde sizden istenilen değer her kaynak için ayrı ayrı bulunur.
- Devrede ne kadar kaynak varsa, devre o kadar aşamada çözülür.
- Son adımda da bulunan değerler kaynak yönleri de dikkate alınarak toplanır.

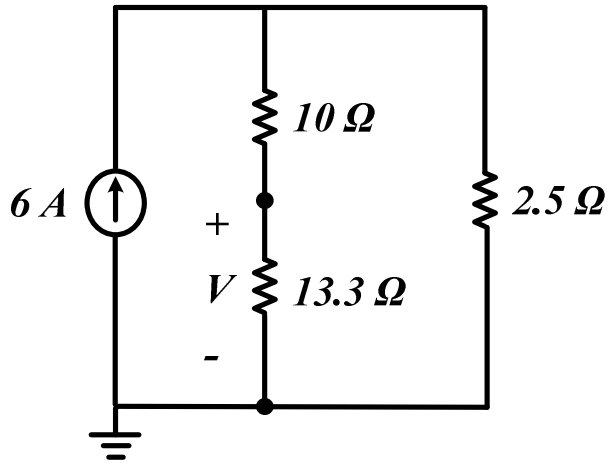
Örnek:Aşağıdaki devrede V gerilimi değerini süperpozisyon yöntemi kullanarak bulalım.



a) İlk olarak akım kaynağını seçelim. ii. madde uyarınca söndürülen gerilim kaynağı yerine kısa devre kullanacağız. Yani devre şu şekilde görünecektir:



Şekilden de açıkça görülmektedir ki; $20 \parallel 40$, seridir 10, ve tamamı $\parallel 2.5$ ohm'dur. Böyle olduğu devreyi döndürdüğümüzde daha kolay görülmektedir.



V gerilimini hesaplamak için 13.3Ω luk direncin üzerinden geçen akım değerini bulmak gerekir. Akım bölücü kullanarak direnç üzerinden geçen akım değeri;

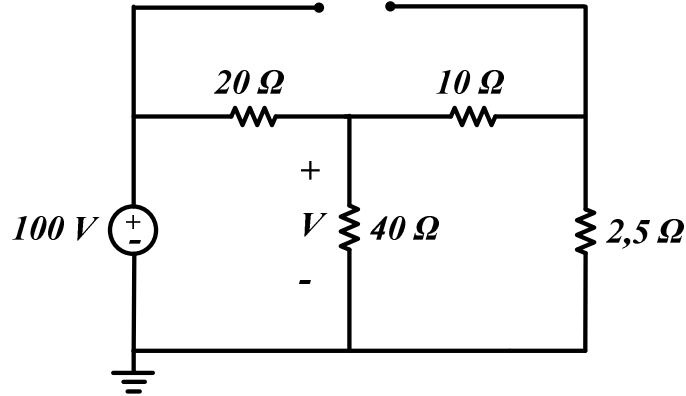
$$6 * \frac{2.5}{23.3 + 2.5} = 0.582 A$$

Dolayısıyla V gerilim değeri;

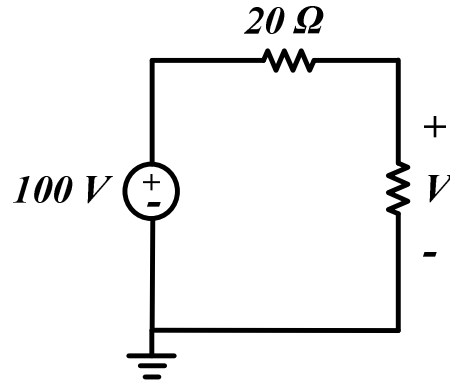
$$V = iR = 13.3 * 0.581 = 7.73 V$$

olarak bulunur.

b) Şimdi de gerilim kaynağının etkisini bulalım. Yine ii. madde uyarınca akım kaynağı açık devre olur ve devre aşağıda şekildeki halini alır:



Devreden 10 ve 2.5 Ω'luk dirençlerin seri ve bunların 40 Ω'a seri oldukları kolayca görülmektedir.



$$R = \frac{1}{\frac{1}{40} + \frac{1}{10+2.5}} = 9.52 \Omega$$

V gerilim değerini hesaplamak için gerilim bölücü kullanırsak;

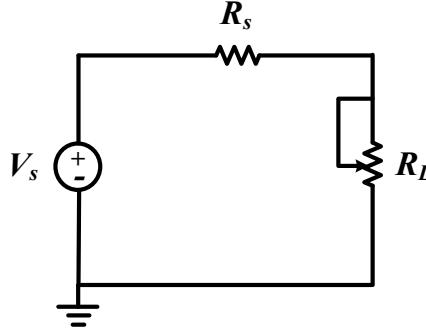
$$V = 100 * \frac{9.52}{20 + 9.52} = 32.6 V$$

c) Son olarak bütün kaynakların (örneğimizde iki adet kaynak olduğundan iki kaynağın) etkisi toplanarak istenilen gerilim değeri bulunur.

$$V = 7.73 + 32.6 = 40.33 V$$

5.2.2 Maksimum Güç Transferi

İç dirence sahip herhangi bir kaynaktan bir yüke maksimum güç transferi yapılabilmesi için yük empedansı kaynak iç empedansının kompleks eşleştiği olmalıdır. Buna maksimum güç transferi teoremi denir.



Devre ara bağlantısı yani devrede yer alan ara bağlantılar arasında sinyal gücünün istenilen şekilde kontrol edilebilmesi elektronikte yer alan önemli hususlardan birisidir. Şekildeki devrede R_L direnci üzerindeki gerilim;

$$V = \frac{R_L}{R_L + R_S} * V_S$$

olarak elde edilir. Sabit bir kaynak ve değişken bir yük göz önüne alınırsa, yük direnci, R_S direncine göre ne kadar büyük olursa yük direnci üzerindeki gerilim o derece yüksek olacaktır. İdealde yük direncinin sonsuz değerinde olması yani bir açık devrenin yer alması istenir. Bu durumda;

$$V_{max} = V_{\infty}$$

olacaktır.

Yük üzerinde oluşan akım ise;

$$i = \frac{V_S}{R_L + R_S}$$

şeklindedir. Yeniden sabit bir kaynak ve değişken bir yük direnci göz önüne alınırsa, yük direnci R_S direncine göre ne derece küçük değerlikli olursa burada akacak akım o derece büyük olacaktır. Dolayısıyla maksimum akım akması için yükün bir kısa devre olması istenir. Bu durumda;

$$i_{max} = \frac{V_T}{R_T} = i_{sc}$$

olacaktır.

Yük üzerinde oluşacak güç $P = v * i$ olarak ifade edileceğinden elde edilecek güç;

$$P = \frac{R_L \cdot V_S^2}{(R_L + R_S)^2}$$

şeklinde ifade edilebilir. Verilen kaynak için R_S ve V_S değerleri sabit olacağından elde edilebilecek güç sadece yük direncinin değişimine bağlı olarak değişecektir. Gerek maksimum gerilim ($R_L = \infty$ olmalı) gerekse de maksimum akım ($R_L = 0$ olmalı) üretebilmesi için gerekli şartlar altında edilebilecek güç sıfır olmaktadır. Dolayısıyla yük direncinin bu iki değeri altında gücü maksimum değerine getirebileceği söylenebilir. Bu yük direnci değerinin bulunabilmesi için gücün yük direncine göre türevi alınıp sıfıra eşitlenirse;

$$\frac{dP}{dR_L} = \frac{[(R_L + R_S)^2 - 2R_L(R_L - R_S)]V_S^2}{(R_L + R_S)^4} = 0$$

$$\frac{dP}{dR_L} = \frac{(R_L - R_S) \cdot V_S^2}{(R_L + R_S)^3} = 0$$

ifadesi elde edilir. Dolayısıyla bu eşitlikten de açıkça görüleceği üzere yük direnci R_L , kaynağın direnci R_S direncine eşit olduğunda türev sıfır olmaktadır. Dolayısıyla maksimum güç $R_L = R_S$ şartı altında gerçekleşmektedir. Bu durumda

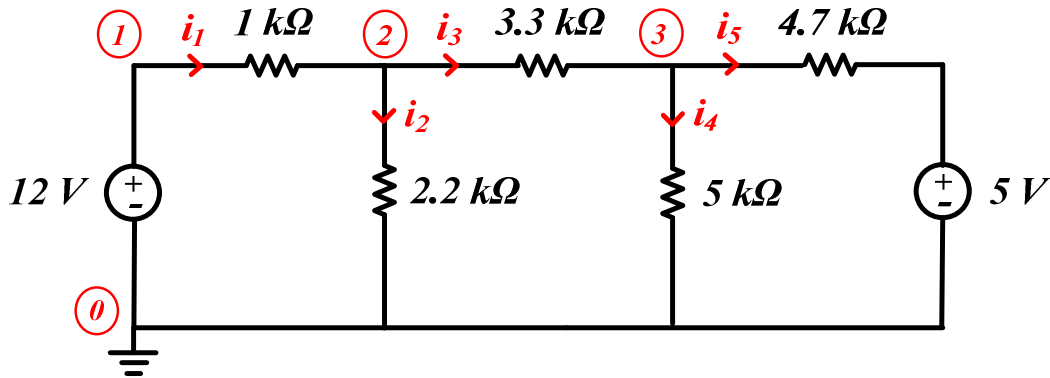
$$P = \frac{R_L \cdot V_S^2}{(R_L + R_S)^2}$$

denkleminde R_L yerine R_S yazıp gerekli sadeleştirmeyi yaparsak, maksimum gücü;

$$P_{max} = \frac{V_S^2}{4R_S}$$

olarak buluruz.

5.3 ÖN ÇALIŞMA



Şekil 1. Ön Çalışma Devresi

5.3.1 Yukarıdaki devrede (Şekil 1) 12 V'luk gerilim kaynağını kısa devre yaparak bütün akım değerlerini ve dirençler üzerindeki gerilim değerlerini bulunuz. Aşağıdaki **tabloda** yerine yazınız. **(Çözümlerin hepsi boş sayfada açık ve net bir şekilde yapılacaktır.)**

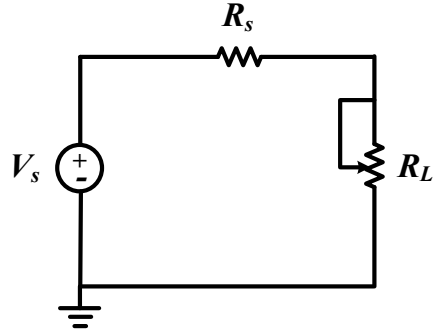
5.3.2 Aynı devrede bu kez 5 V'luk gerilim kaynağını kısa devre yaparak bütün akım değerlerini ve dirençler üzerindeki gerilim değerlerini bulunuz. Aşağıdaki **tabloda** yerine yazınız. **(Çözümlerin hepsi boş sayfada açık ve net bir şekilde yapılacaktır.)**

5.3.3 Süperpozisyon yöntemi ile tüm akım değerlerini ve dirençler üzerindeki gerilim değerlerini bulunuz. Aşağıdaki **tabloda** yerine yazınız. **(Çözümlerin hepsi boş sayfada açık ve net bir şekilde yapılacaktır.)**

5.3.4 Devreyi P-Spice ile kurarak bütün akım ve gerilim değerlerini ölçünüz. Aşağıdaki **tabloda** yerine yazınız.

	12 V Aktif	5 V Aktif	Süperpozisyon	Pspice
i_1				
i_2				
i_3				
i_4				
i_5				
V_1				
V_2				
V_3				
V_4				
V_5				

5.3.5 Aşağıdaki devrede (Şekil 2) R_L üzerindeki gerilimin maksimum olması için R_L direncinin değeri ne olmalıdır? ($R_s = 5.6 \text{ k}\Omega$)



5.3.6 Şekil 1'deki devrede R_L üzerindeki akımın maksimum olması için R_L direncinin değeri ne olmalıdır?

5.3.7 Şekil 1'deki devrede R_L üzerindeki gücün maksimum olması için R_L direncinin değeri ne olmalıdır?

5.4 İŞLEM BASAMAKLARI

5.4.1 Deneyde Kullanılacak Malzemeler

Direnç: 1 k Ω , 2.2 k Ω , 3.3 k Ω , 4.7 k Ω , 5.6 k Ω

Standart Laboratuvar Ekipmanları:

DC Güç Kaynağı, Dijital Multimetre, Protoboard

5.4.2 Laboratuvar ekipmanlarını kullanarak Şekil 1'deki devrede 12 V'luk gerilim kaynağı aktif olacak şekilde devreyi kurunuz ve dijital multimetre ile bütün akım ve gerilim değerlerini ölçünüz. Sonuçları aşağıdaki tablonun ilgili alanına kaydediniz.

5.4.3 Laboratuvar ekipmanlarını kullanarak Şekil 1'deki devrede 5 V'luk gerilim kaynağı aktif olacak şekilde devreyi kurunuz ve dijital multimetre ile bütün akım ve gerilim değerlerini ölçünüz. Sonuçları aşağıdaki tablonun ilgili alanına kaydediniz.

5.4.4 Laboratuvar ekipmanlarını kullanarak Şekil 1'deki devrede her iki gerilim kaynağı da aktif olacak şekilde devreyi kurunuz ve dijital multimetre ile bütün akım ve gerilim değerlerini ölçünüz. Sonuçları aşağıdaki tablonun ilgili alanına kaydediniz.

	12 V Aktif	5 V Aktif	Her İki Kaynak da Aktif
i_1			
i_2			
i_3			
i_4			
i_5			
V_1			
V_2			
V_3			
V_4			
V_5			

5.4.5 Şekil 1'deki devreyi kurunuz. ($V_S = 5 V$)

5.4.6 R_L direncini Tablo 7.1'deki değerlere ayarlayıp her bir R_L değeri için okuyacağınız akım ve gerilim değerlerini ölçüp Tablo 7.1'e kaydediniz.

5.4.7 Her bir R_L değeri için bu dirençte harcanan gücü hesaplayarak, direnç değerine bağlı olarak yüke aktarılan gücün değişimini gösteren grafiği çiziniz (**Sonuç bölümünde gösteriniz**).

R_L (ohm)	Yük Akımı (mA)	Yük Gerilimi (V)	GÜÇ (mW)
1 k Ω			
2.2 k Ω			
3.3 k Ω			
4.7 k Ω			
5.6 k Ω			

5.5 SONUÇ

5.5.1 Süperpozisyon teoremine ait ön hazırlık sorularında bulduğunuz akım ve gerilim değerleriyle, deneyde ölçtüğünüz değerleri karşılaştırınız. Eğer fark var ise sebebini belirtiniz?

5.5.2 Maksimum güç transferine ait deneyde R_L direnç değerine bağlı olarak yüke aktarılan gücün değişimini gösteren grafiği çiziniz ve yorumlayınız.

5.5.3 Bu deneyden neler öğrendiniz?