



Deney III: Kirchhoff Yasası

Deneyin Amacı: Doğru akım (DC) devrelerinde elektriksel devre analizinin temelini oluşturan Kirchhoff Yasaları'nın (Düğüm ve Halka Kuralları) deneysel olarak doğrulanması.

Malzemeler: Temel Elektrik Deney Seti



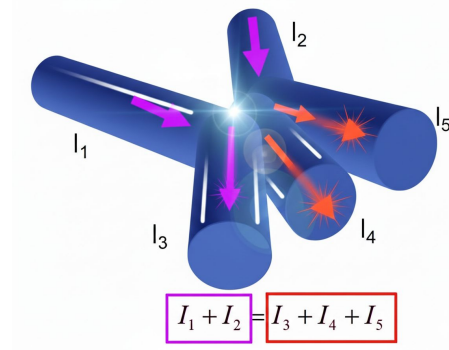
Genel Bilgi: Tek bir kapalı çevrime (tek ilmeğe) indirgenebilen basit elektrik devreleri, Ohm yasası ile dirençlerin seri ve paralel bağlanmasına ilişkin eşdeğerlik kuralları kullanılarak çözümlenebilir. Başka bir deyişle, devredeki direnç değerleri ve elektromotor kuvvet (emk) kaynağı biliniyorsa, her bir devre elemanından geçen akım ile eleman uçları arasındaki potansiyel farkı doğrudan hesaplanabilir. Bununla birlikte, birden fazla kapalı çevrim içeren devrelerde her zaman tek bir eşdeğer çevrim oluşturmak mümkün değildir. Bu tür daha karmaşık devrelerin analizi, Kirchhoff yasalarının uygulanmasını gerektirir.

Kirchhoff kurallarını doğru biçimde kullanabilmek için “düğüm” ve “ilmek” kavramlarının net olarak tanımlanması gerekir. Akımın bir noktada birleştiği ya da farklı kollara ayrıldığı bağlantı noktaları devrenin düğüm noktaları olarak adlandırılır. Devrenin herhangi bir noktasından başlayıp devre elemanları ve bağlantı iletkenleri boyunca ilerleyerek tekrar başlangıç noktasına dönen kapalı yol ise ilmek (çevrim) olarak tanımlanır.



Düğüm (Akım) Kuralı: Bir devrede herhangi bir düğüm noktasına giren akımların cebirsel toplamı, aynı düğüm noktasından çıkan akımların cebirsel toplamına eşittir. Başka bir ifadeyle, düğüm noktasında yük birikimi olmadığı sürece akım sürekliliği korunur (Şekil 3.1). Bu durum örnek olarak aşağıdaki eşitlikle ifade edilir:

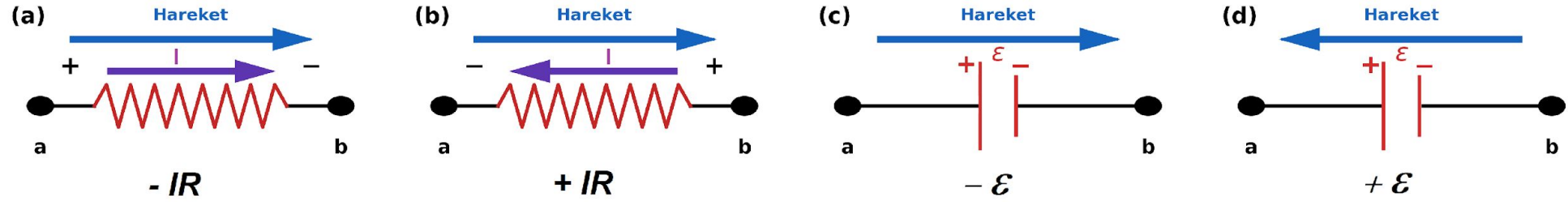
(3.1)



Şekil 3.1. Düğüm noktasında akımın korunumu: düğüme giren akımların toplamı ($I_1 + I_2$), düğümden çıkan akımların toplamına ($I_3 + I_4 + I_5$) eşittir

İlmek (Gerilim) Kuralı: Bir devrede herhangi bir kapalı ilmek boyunca ilerlenirken, ilmek üzerindeki tüm devre elemanlarının uçları arasındaki potansiyel farkların cebirsel toplamı sıfırdır. Bu ifade, kapalı bir yol boyunca toplam enerji değişiminin sıfır olmasına (enerjinin korunumu ilkesine) karşılık gelir. Kirchhoff'un ikinci kuralı uygulanırken, seçilen ilmek üzerinde varsayılan bir dolaşım yönü belirlenir ve bu yönde ilerlerken her elemandan geçişte elektriksel potansiyelde meydana gelen değişim, uygun işaretlerle yazılır. Bu aşamada aşağıdaki işaret kurallarına dikkat edilmelidir:

(3.2)



Şekil 3.2. Kirchhoff'un ilmek kuralının uygulanmasında kullanılan işaret (yön) kuralları: (a) direnç üzerinden akım yönünde geçiş, (b) direnç üzerinden akıma ters geçiş, (c) üreteçte $+$ 'dan $-$ 'ye geçiş, (d) üreteçte $-$ 'den $+$ 'ya geçiş.





Direnç (R) üzerinden geçiş: Dirençten geçen akımın şiddeti I olsun.

- Hareket yönü akım yönü ile aynı ise:

(3.3)

olur (Şekil 3.2a).

- Hareket yönü akım yönüne ters ise:

(3.4)

olur (Şekil 3.2b).

Üreteç (emk, ϵ) üzerinden geçiş: Güç kaynağının iç direnci ihmal edilebilir kabul edilirse,

- Hareket yönü “+” uçtan “-” uca doğru geçiliyorsa potansiyel değişimi:

(3.5)

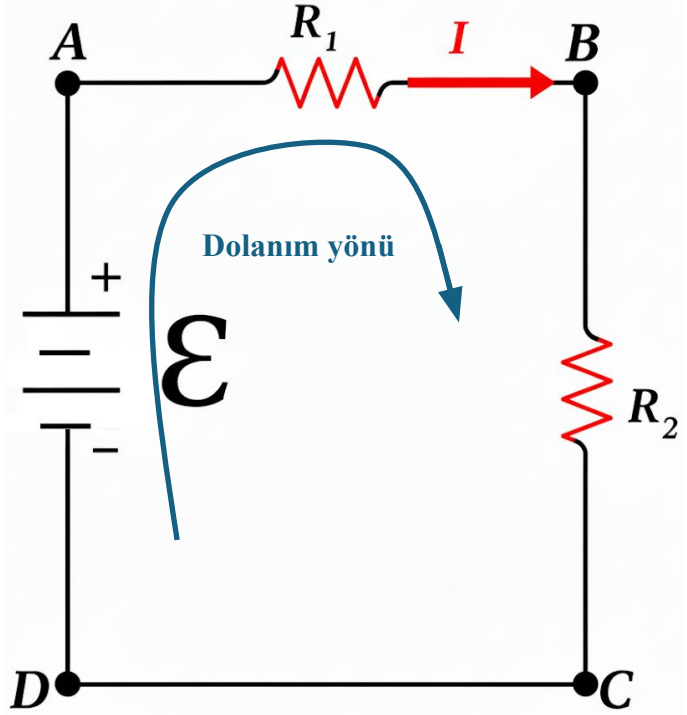
olur (Şekil 3.2c).

- Hareket yönü “-” uçtan “+” uca doğru geçiliyorsa potansiyel değişimi:

olur (Şekil 3.2d).

(3.6)





Şekil 3.3. Tek İlmekli Seri Devrede Kirchhoff İlmek Kuralının Uygulanması

Şekil 3.3'deki kapalı devre için Kirchhoff ifadesi yazılır ise,

(3.7)

(3.8)

ifadesi elde edilir. Eşitliğin her iki tarafı devreden geçen I akımı ile çarpılır ise,

(3.9)

ifadesi elde edilir. Buradaki terimleri sırası ile ve dirençlerinde Joule Isısı olarak harcanan güç ifadeleridir. Eşitlikteki çarpımı ise emk'lı güç kaynağının ürettiği gücü verir. Diğer bir ifade ile devrede üretilen güç, tüketilen güce eşittir:

(3.10)

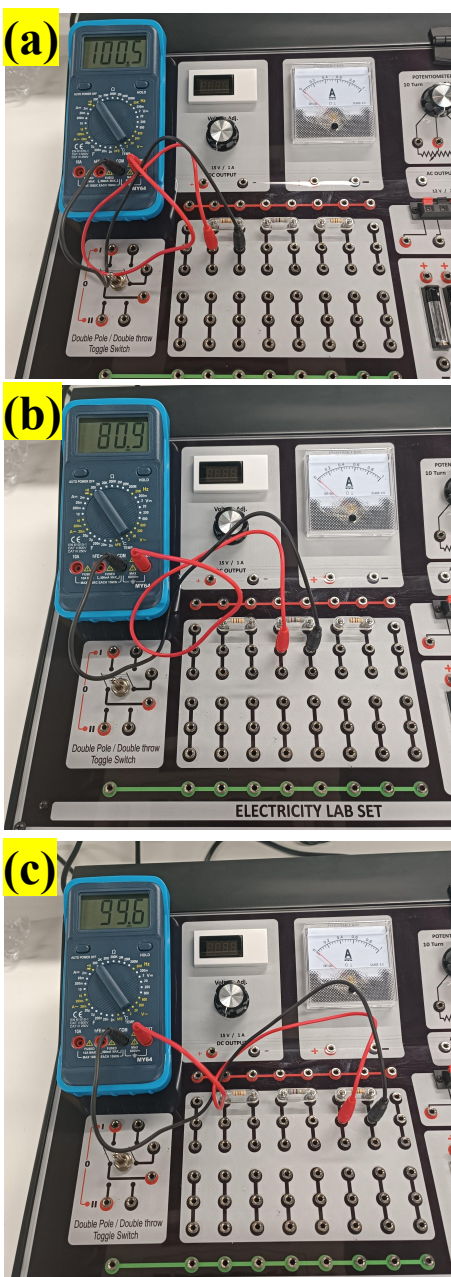
Burada:

$P_{\epsilon} = \epsilon I$: Güç kaynağı tarafından sağlanan toplam güç,

$P_{R_1} = I^2 R_1$: Birinci dirençte ısıya dönüşen güç,

$P_{R_2} = I^2 R_2$: İkinci dirençte ısıya dönüşen güçtür.

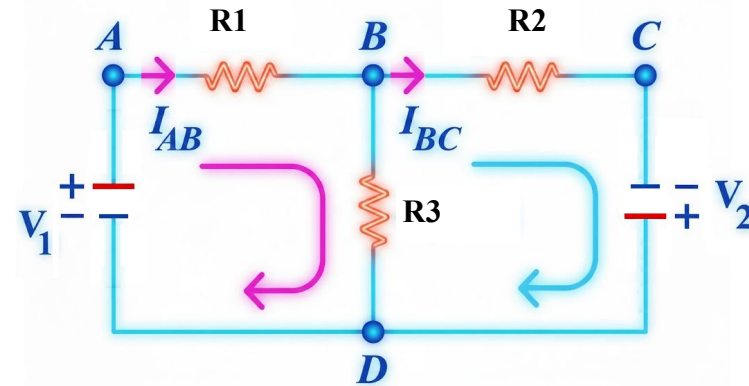




Şekil 3.4. (a) R1, (b) R2 ve (c) R3 direnç değerlerinin okunan değerleri

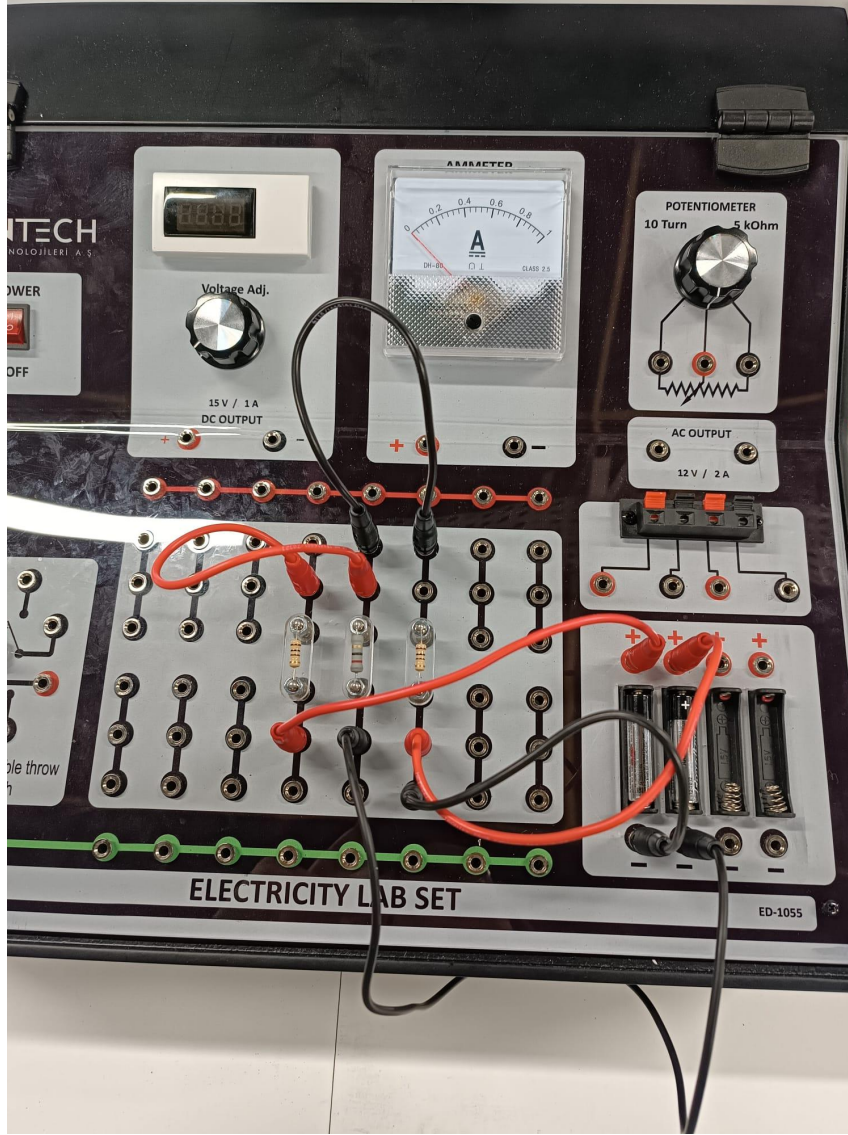
Deneyin Yapılışı:

- Şekil 3.4'deki devreleri kurarak direnç değerlerinizi okuyun.
- R1, R2 ve R3 direnç değerlerini Şekil 3.4 (a), (b) ve (c)'de ki şekilde sırasıyla 100 Ω , 80 Ω ve 100 Ω olacak şekilde belirleyin
- Şekil 3.6'yı kurun. (Şekil 3.5 devrenin şematik yapısıdır.
- Her bir devre elemanının üzerindeki potansiyel fark ve üreteçten geçen akımın şiddeti ölçün ve Tablo 3.1'e kaydedin.
- Kirchhoff Kuralları uygulanarak her bir direnç üzerindeki akımlar ve potansiyel farkları teorik olarak hesaplayın ve Tablo 3.1'e kaydedin.
- Bağıl hata hesabını akım ve gerilimler için tek tek hesaplayın Tablo 3.1'e kaydedin.
- Her bir devre elemanın gücünü deneysel ve teorik olarak hesaplayın ve Tablo 2'ye kaydedin.



Şekil 3.5. İki Üreteçli İki İlmecli Devrede Kirchhoff Kurallarının Uygulanması

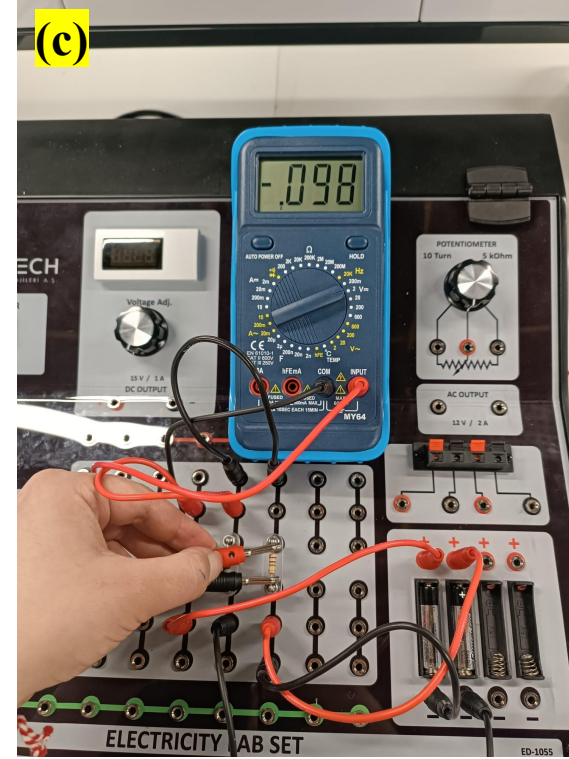
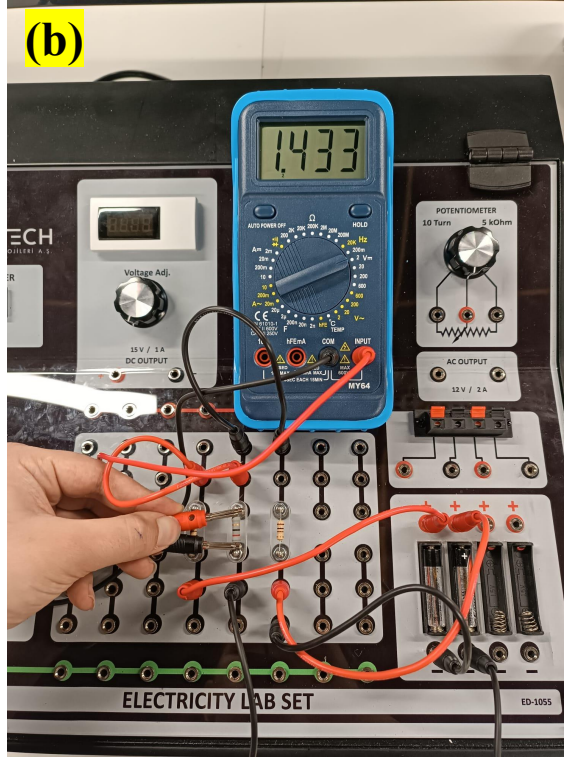
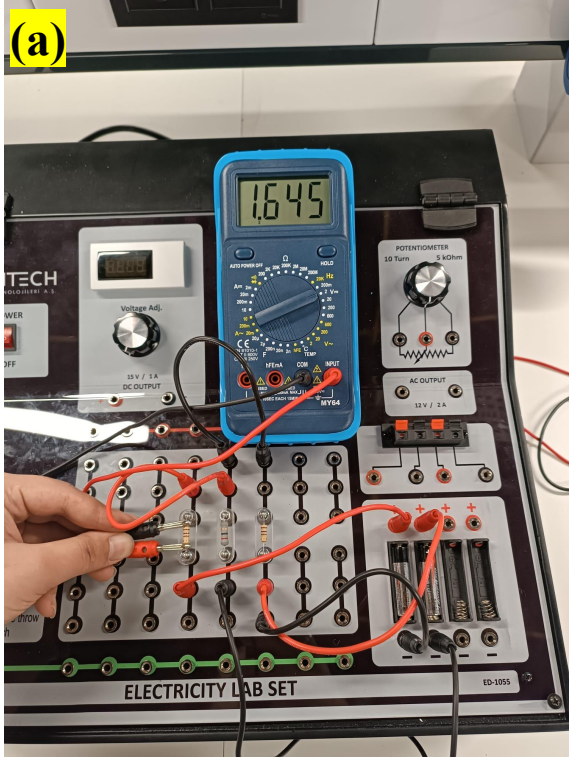




Not: Pilleri devreyi kurmadan takmayınız.

Şekil 3.6. İki Üreteçli iki ilmekli devre





Şekil 3.7. İki Üreteçli iki ilmekli devre için gerilim okuması

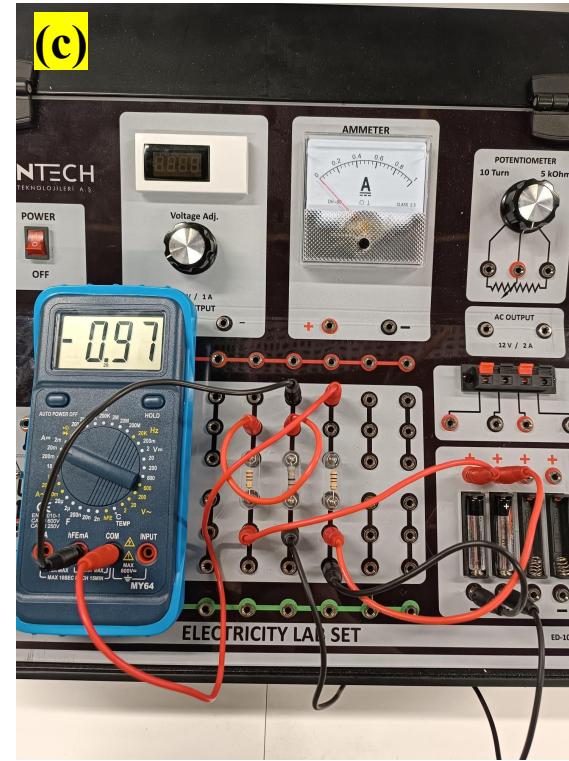
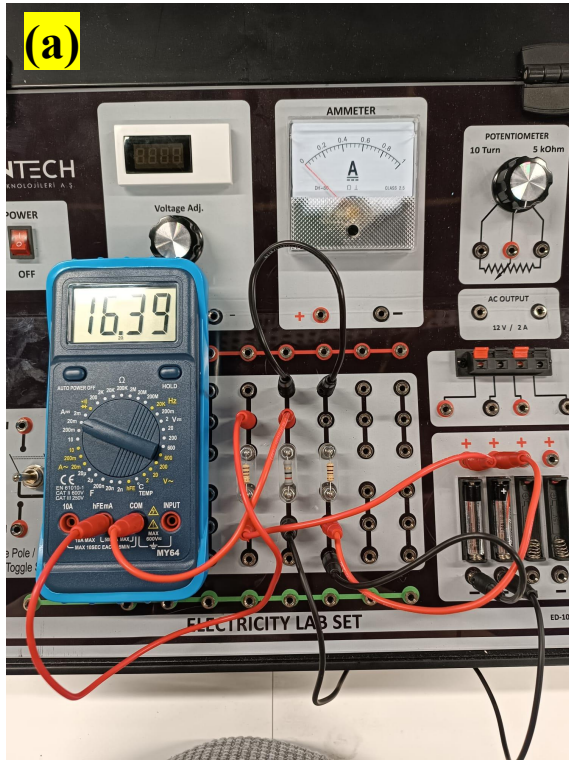
Şekil 3.6. kurulduktan sonra multimetre Şekil 3.7. 'de gösterildiği gibi (gerilim skalası ve probaların takıldığı yerler) her direnç üzerinden gerilimleri okuyun lütfen



Tablo 1. Deneysel veriler

	V_1 (V)	V_2 (V)	I_{AB} (mA)	V_{AB} (V)	I_{BC} (mA)	V_{BC} (V)	I_{BD} (mA)	V_{BD} (V)
Deneysel	1,5	1,5						
Teorik								
Hata								





Şekil 3.8. İki Üreteçli iki ilmekli devre için akım okuması (a) I_{AB} , (b) I_{BC} , (c) I_{DB}



Teorik hesaplama

Verilenler;

$$R_1=100 \, \Omega, R_2=80 \, \Omega, R_3=100 \, \Omega, \quad V_1 = 1.5 \, V, V_2 = 1.5 \, V$$

I_{AB} : $A \rightarrow B$ (R_1 üzerinden)

I_{BC} : $B \rightarrow C$ (R_2 üzerinden)

I_{DB} : $D \rightarrow B$ (R_3 üzerinden)

B düğümünde KCL:

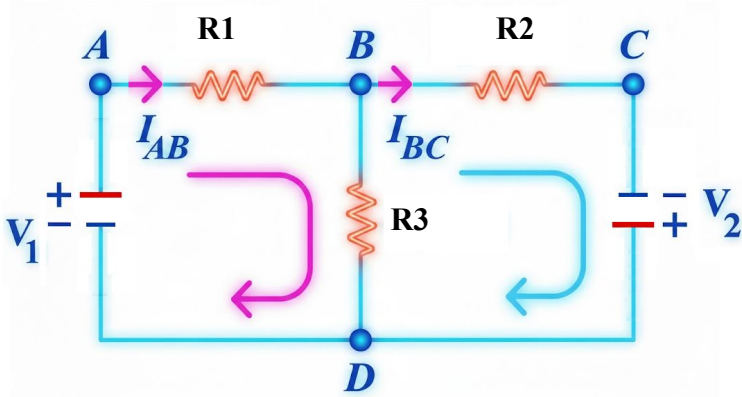
$$I_{AB} + I_{DB} = I_{BC}$$

Sol çevrim ($A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow A$) için KVL:

$$I_{AB} R_1 - I_{DB} R_3 = V_1$$

Sağ çevrim ($B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow B$) için KVL:

$$I_{BC} R_2 + I_{DB} R_3 = V_2$$



Teorik hesaplama

KVL (sol):

$$100I_{AB} - 100I_{DB} = 1,5$$

Buradan:

$$I_{AB} - I_{DB} = 0,015$$

KCL'den:

$$I_{BC} = I_{AB} + I_{DB}$$

KVL (sağ):

$$80I_{BC} + 100I_{DB} = 1,5$$

$$80(I_{AB} + I_{DB}) + 100I_{DB} = 1,5$$

$$80I_{AB} + 180I_{DB} = 1,5$$

$$I_{AB} = I_{DB} + 0,015$$

$$80(I_{DB} + 0,015) + 180I_{DB} = 1,5$$

$$260I_{DB} = 0,3$$

$$I_{DB} = 0,3/260 = 0,001153846 \text{ A} = 1,154 \text{ mA}$$

$$I_{AB} = I_{DB} + 0,015 = 0,016153846 \text{ A} = 16,154 \text{ mA}$$

$$I_{BC} = I_{AB} + I_{DB} = 0,017307692 \text{ A} = 17,308 \text{ mA}$$

Ohm Kanunu ($V = I \cdot R$):

$$V_{R1} = I_{AB} \cdot R_1 = 1,615 \text{ V}$$

$$V_{R2} = I_{BC} \cdot R_2 = 1,385 \text{ V}$$

$$V_{R3} = I_{DB} \cdot R_3 = 0,115 \text{ V (D} \rightarrow \text{B yönünde)}$$

Güç Hesabı

$P_{V1} = \varepsilon I_{AB}$: V1 Güç kaynağı tarafından sağlanan toplam güç,

$P_{V2} = \varepsilon I_{BC}$: V2 Güç kaynağı tarafından sağlanan toplam güç,

$P_{RAB} = I_{AB}^2 R_{AB}$: Birinci dirençte ısıya dönüşen güç,

$P_{RBC} = I_{BC}^2 R_{BC}$: İkinci dirençte ısıya dönüşen güçtür.

$P_{RDB} = I_{DB}^2 R_{DB}$: İkinci dirençte ısıya dönüşen güçtür

Tablo 2. Deneysel veriler

	$P_{1(AB)}$	$P_{2(BC)}$	$P_{3(BD)}$			$P_{\text{top-tüketilen}}$	$P_{\text{top-üretilen}}$	P_{fark}
Deneysel								
Teorik								
Hata								



Deney sonu soruları

1. Ölçtüğünüz düğümde giren-çıkan akımların farkını bulun; bu farkın kaynağı ne olabilir?
2. Teorik ve deneysel V/I değerleri arasındaki bağıl hatayı hesaplayıp yorumlayın.
3. Toplam üretilen güç ile toplam tüketilen güç eşit çıkmadıysa olası 3 sebep yazın.
4. Ölçü aletlerinin iç dirençleri devreyi nasıl “yükler”? Sonuçları hangi yönde kaydırır?
5. Devrede bir direncin değeri artsaydı, hangi koldaki akım en çok değişirdi? Neden?





Dinlediğiniz İçin Teşekkürler

