

DENEY NO 1: DİRENÇ VOLTAJ VE AKIM ÖLÇÜMLERİ

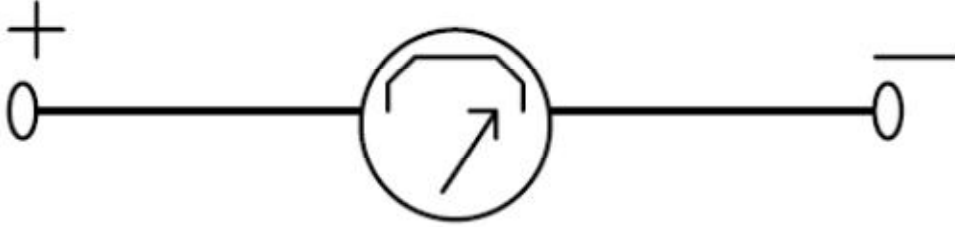
Amaç: Dirençlerin üstündeki renklere bağlı olarak direnç değerini okuma, voltaj, akım ve direnç değerlerini Avometre kullanarak ölçme.

A) GİRİŞ:

A.1. Avometre

Ampermetre, voltmeter ve ohmmetrenin bir gövde içinde birleştirilmesiyle üretilmiş ölçü aletine AVOMETER denir. Analog ya da dijital yapıda üretilen ve en yaygın kullanım alanına sahip olan bu aygıt ile DC gerilim, AC gerilim, DC akım, AC akım ve direnç ölçülebilir.

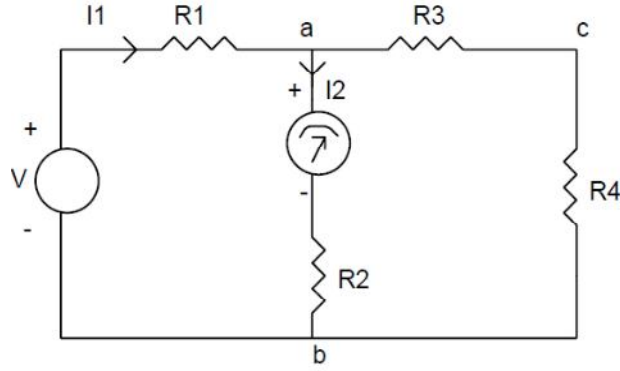
AVOMETRElerin geliştirilmiş olan modeline ise multimeter denir. Multimeterler ilave olarak, diyot, transistör kazancı, frekans, kondansatör kapasitesi, sesli kısa devre kontrolü (buzzer, buzzer), sıcaklık vb. ölçümünü de yapabilir.



Şekil 1: Avometrenin sembolik gösterimi

A.1.1. Avometre'nin akım modu: Bu modu kullanabilmek için şu yöntem takip edilmelidir.

- Avometre'deki uygun mod seçilmelidir.
- Akım ölçümünü yapmak istediğimiz terminale avometre seri olarak bağlanır. Avometre'nin iç direnci sıfır kabul edilerek ölçüm yapılır.
- DC devrelerde akımın yönü önemlidir. Avometre'nin ters bağlanması durumunda okuyacağımız değer negatif olacaktır.

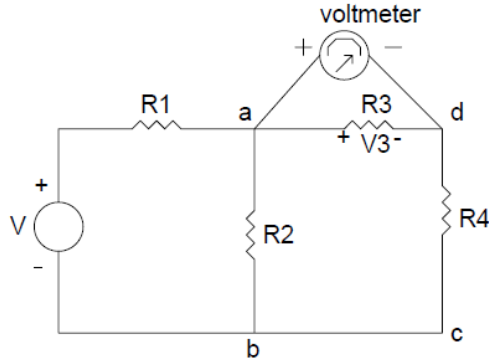


Şekil 2: Akım ölçümü

Şekil 2’de görüldüğü gibi I_2 akımı ölçülmek isteniyorsa akımını ölçmek istediğimiz yere Avometreyi seri olarak bağlayarak ölçümü gerçekleştirebiliriz.

A.1.2. Avometre’nin voltaj modu:

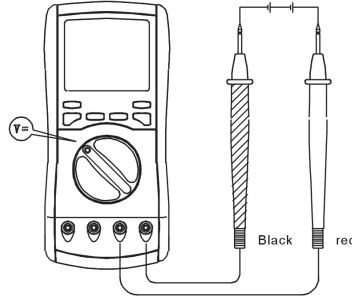
- Avometredeki uygun mod seçilmelidir.
- Voltaj ölçümünü yapmak istediğimiz terminale avometre paralel olarak bağlanır. Avometrenin iç direnci sıfır kabul edilerek ölçüm yapılır.
- DC devrelerde voltajın yönüne dikkat edilmelidir. Avometrenin ters bağlanması durumunda okuyacağımız değer negatif olacaktır. Bunun yanında AC devrelerde bu durumun bir önemi yoktur.



Şekil 3: Voltaj ölçümü

1. DC Voltaj Ölçümü

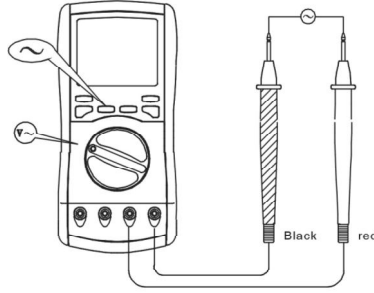
- Kırmızı probu “V/Ohm” terminaline siyah probu COM terminaline takınız.
- Fonksiyon anahtarını gerekli kademeye getiriniz.
- AC/DC anahtarını “DC” ye çeviriniz.
- Eğer voltaj değeri ölçülmüyorsa max kademeye doğru adım adım istediğiniz değeri bulana kadar çeviriniz.
- Her iki probda test yapılacak voltaja takılarak sonuç görülür.



Şekil 4: DC Voltaj ölçümü

2. AC voltaj ölçümü

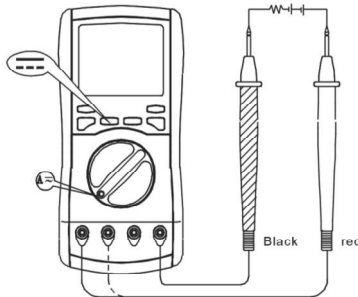
- Kırmızı probu “V/Ohm” terminaline siyah probu COM terminaline takınız.
- Fonksiyon anahtarını gerekli kademeye getiriniz.
- AC/DC anahtarını “AC” ye çeviriniz.
- Eğer voltaj değeri ölçülmüyorsa max kademeye doğru adım adım istediğiniz değeri bulana kadar çeviriniz.
- Her iki probda test yapılacak voltaja takılarak sonuç görülür.



Şekil 5: AC Voltaj ölçümü

3. Akım Ölçümü

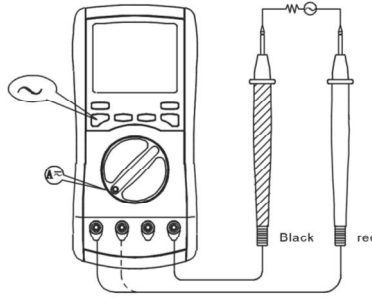
- Kırmızı probu “mA” terminaline takınız.
- Eğer test edilen akım 200 mA den fazla ise kırmızı probu “10A” jackına takınız. Siyah probu “COM” a takınız
- Her iki probu da test yapılacak devre akımına takarak ölçüm yapılır.



Şekil 6: Akım ölçümü

4. AC Akım Ölçümü

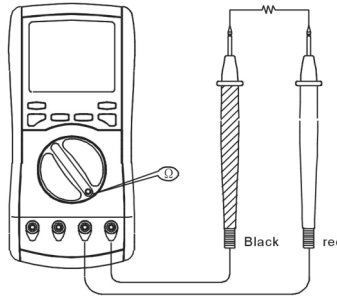
- Kırmızı probu “mA” terminaline takınız.
- Eğer test edilen akım 200mA den fazla ise kırmızı probu “10A” jackına takınız ve siyah probu “COM” a takınız.
- Fonksiyon anahtarını gerekli kademeye getiriniz.
- AC/DC anahtarı “AC” ye çeviriniz.
- Eğer voltaj değeri ölçülüyorsa maximum kademeye doğru adım adım istediğiniz değeri bulana kadar çeviriniz.
- Her iki prob da test yapılacak devreye takılarak akım değeri ölçülür.



Şekil 7: AC Akım ölçümü

5. Direnç Ölçümü Ω

- Kırmızı probu “V/ Ω ” terminaline siyah probu COM terminaline takınız.
- Fonksiyon anahtarını gerekli kademeye getiriniz.
- Eğer akım değeri bulunmuyorsa maximum kademeye doğru adım adım istediğiniz değeri buluncaya kadar çeviriniz.
- Test yapılacak komponente problemleri takılarak ölçüm değeri alınır.

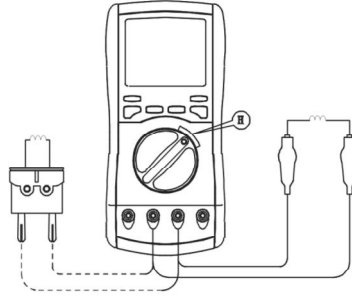


Şekil 8: Direnç ölçümü

6. İndüktans Ölçümü

- Anahtarı gerekli kademeye getirip “LC” butonuna basınız.
- Eğer indüktans değeri ölçülüyorsa maximum kademeye doğru adım adım istediğiniz değeri bulana kadar çeviriniz.
- Çoklu amaç soketini seçiniz veya bu ölçüye göre test kliplerini seçiniz. İndüktansın uçlarını test ediniz ve iki ucu “mA” ve “V/ Ω ” terminallerine

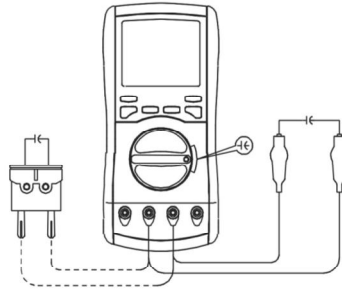
takınız ve ölçümü yapınız, ekranda indüktansın değerini bir kez daha göreceksiniz.



Şekil 9: İndüktans ölçümü

7. Kapasitans Ölçümü

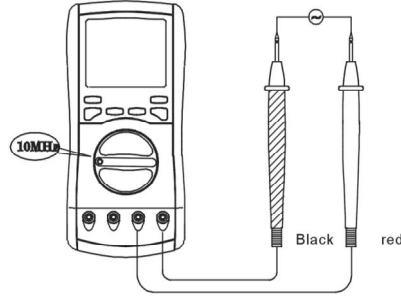
- Anahtarı “C” konumuna getirip “LC” butonuna basınız.
- Eğer kapasitans değeri ölçülüyorsa maximum kademeye doğru adım adım istediğiniz değeri bulana kadar çeviriniz.
- Çoklu amaç soketini seçiniz veya bu ölçüye göre test kliplerini seçiniz. İndüktansın uçlarını test ediniz ve iki ucu “mA” ve “V/Ω” terminallerine takınız ve ölçümü yapınız, ekranda indüktansın değerini bir kez daha göreceksiniz.
- Doğruluğu sağlamak için genellikle düşük kapasitans kademesi 20nF seçilir, doğru okuma devrenin açık devreden farkı olmalıdır.



Şekil 10: Kapasite ölçümü

8. Frekans Ölçümü

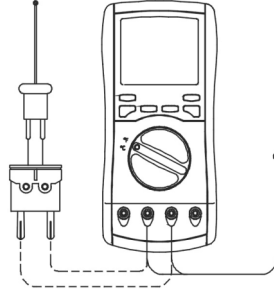
- Kırmızı probu “V/ Ω” terminaline siyah probu COM terminaline takınız.
- Anahtarı “10MHz” terminaline takınız.
- Bu kademe otomatik kademedir ve ekranda frekans değerini gösterir. Mümkün olduğu kadar her iki probun da temasını sağlayınız ve sonunda test sinyali alınız.



Şekil 11: Frekans ölçümü

9. Sıcaklık Ölçümü

- Siyah temperature probunu “mA” terminaline kırmızı olan probu “V/ Ω ” terminaline takınız.
- Fonksiyon anahtarını “TEMP” kademesine getiriniz ve objeyi test ediniz.



Şekil 12: Sıcaklık ölçümü

10. Transistör Ölçümü

- Anahtarı “hFE” konumuna çeviriniz.
- Çoklu amaç soketini “mA” ve “V/ Ω ” terminaline doğru takınız.
- Doğru bir şekilde Base (B), Emitter (E), Collector (C) yi uyacak şekilde PNP ve NPN tipine bağlı olarak transistor ü takılarak yaklaşık değer ölçümü yapılır.

11. Diode veya PN boğumlu Transistör Ölçümü

- Kırmızı test probunu “V/ Ω ” terminaline ve siyah probu “COM” terminaline takınız.
- Anahtarı $\rightarrow|-\curvearrowright$ konumuna getiriniz.
- Kırmızı ve Siyah probaların pozitif negatif taraflara test edilen diyot veya PN boğumlu transistör ve yaklaşık düşen voltajın değeri alınır. Pozitif voltaj düşüşü iyi silikonlu yarı iletkenlerde 0,5 ile 0,8 V arasında olmalıdır.

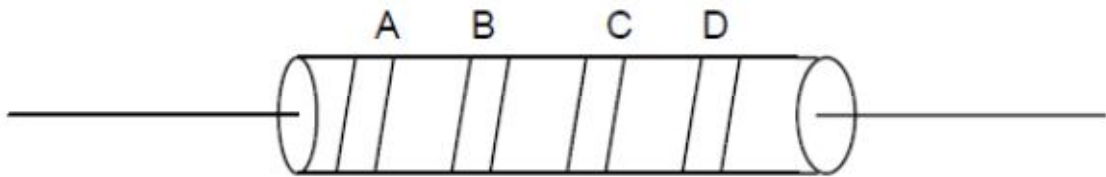
12. Süreklilik Buzzer Testi

- Kırmızı test probunu “V/ Ω ” terminaline ve siyah probu “COM” terminaline takınız.

- Anahtarı $\rightarrow \vdash \rightarrow \vdash$) konumuna getiriniz.
- Her iki probuda test edilecek komponente veya devreye temas ettirdikten sonra direncin değeri 70Ω dan düşüğe buzzer sesi olarak ikaz edecektir.

B. Karbon tipli dirençlerde değer okuma: En çok kullanılan direnç çeşidi karbon tip dirençlerdir. Bu tip dirençlerde, direncin gövdesinde 4 tane renk bandı vardır. Bu renkler, direncin ohm bazında değerini ve toleransını gösterirler. Okumaya sola en yakın olan banddan başlanır. Direnç okunması ve renk tablosu aşağıda verilmiştir.

$$R = AB \times 10^C \pm D \% \text{ ohm}$$



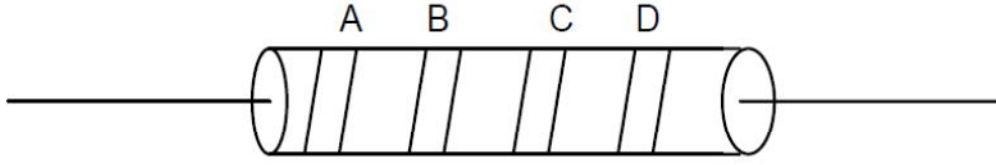
Şekil 13: Direnç

Renk Kodları:

Renkler	1.Band	2.Band	Çarpan	Tolerans
Siyah	0	0	10^0	
Kahverengi	1	1	10^1	%1
Kırmızı	2	2	10^2	%2
Turuncu	3	3	10^3	
Sarı	4	4	10^4	
Yeşil	5	5	10^5	
Mavi	6	6	10^6	
Mor	7	7		
Gri	8	8		
Beyaz	9	9		
Altın			10^{-1}	%5
Gümüş			10^{-2}	%10
Renksiz				%20

ÖN ÇALIŞMA ÖDEVİ:

1.



Aşağıda verilen direnç değerleri için uygun renk bandlarını bulunuz.

a) $470 \pm 10\%$ b) $1000 \pm 5\%$ c) $220 \pm 20\%$ d) $330 \pm 10\%$

2.

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>
a)	Kırmızı	Siyah	Kırmızı	Gümüş
b)	Kırmızı	Kırmızı	Kahverengi	Altın
c)	Yeşil	Mavi	Altın	Altın
d)	Mor	Gri	Turuncu	Gümüş

Yukarıda verilen renk bandları için direnç değerlerini bulunuz.

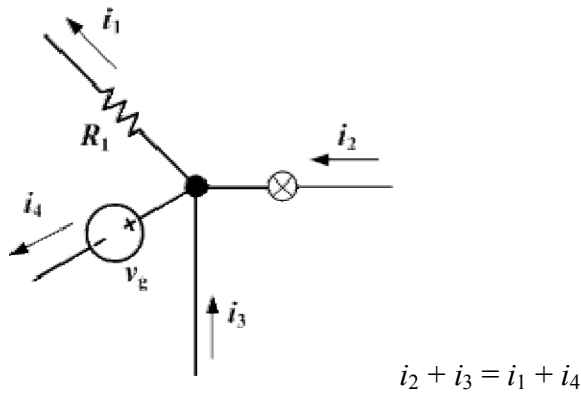
3. Osiloskop, güç kaynağı, multimetre, sinyal jeneratörü, potansiyometre(pot) nedir? Araştırınız.

DENEY NO 2: OHM KANUNU VE KIRCHOFF KANUNLARI

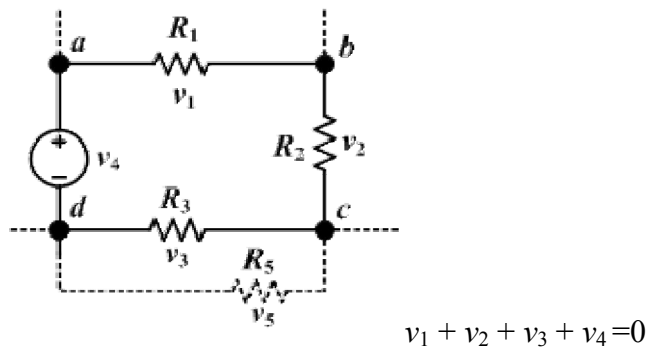
Amaç: Deneysel olarak Ohm Kanunu ve Kirchhoff Kanunları'nı doğrulama. Seri ve paralel bağlı dirençlerde voltaj ve akım dağılımlarını gözlemleme.

A) GİRİŞ:

A.1. Kirchhoff Akım Kanunu: Bir düğüme giren akımların toplamı, çıkan akımların toplamına eşittir. Ya da bir düğüme giren ve çıkan akımların toplamı sıfırdır şeklinde ifade edilir.



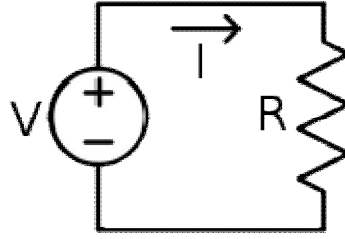
A.1.1. Kirchhoff Voltaj Kanunu: Kapalı bir göz (çevre, loop) içerisindeki toplam gerilim düşümü sıfırdır. Ya da kapalı bir çevrede harcanan gerilimlerin toplamı, sağlanan gerilimlerin toplamına eşittir.



A.1.2. Ohm Kanunu: Ohm kanunu bir elektrik devresinde iki nokta arasındaki iletken üzerinden geçen akım potansiyel farkla (örn. voltaj veya gerilim düşümü) doğru; fakat iki nokta arasındaki dirençle ters orantılıdır.

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

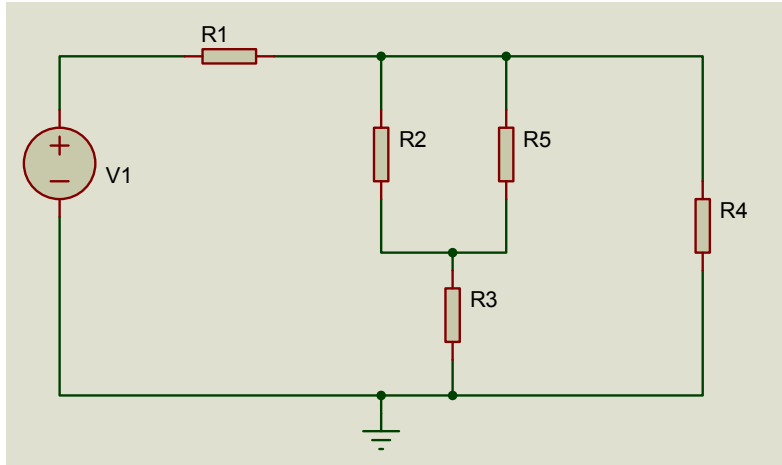
Burada, I akım amper, V referans alınan iki nokta arasındaki potansiyel fark volt ve R ohmla ölçülen ve direnç olarak adlandırılan devre değişkeni (volt/amper)dir. Potansiyel fark gerilim olarakta bilinir ve bazen V nin yerine U , E veya emk (elektromotor kuvvet) sembolleri kullanılır. Bu kanun basit elektriksel devrelerdeki telden geçen akım ve gerilim miktarını açıklar.



Ohm kanunu: $V = IR$

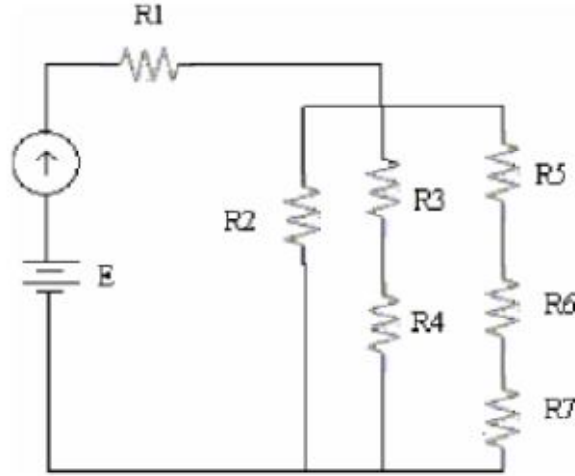
ÖN ÇALIŞMA ÖDEVİ:

1.



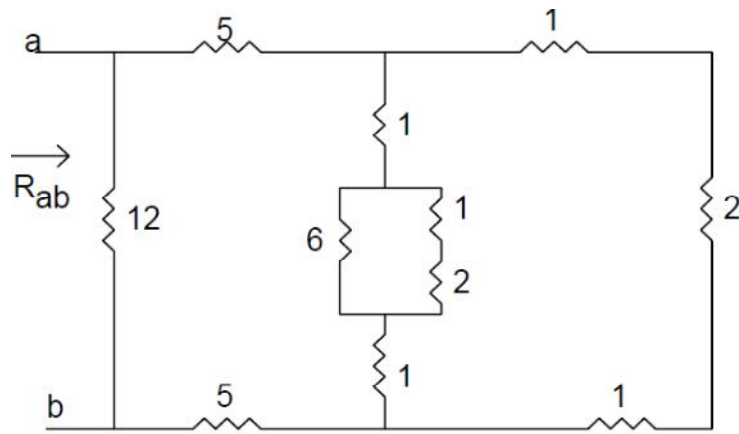
Yukarıdaki devre için direnç değerleri $R_1=150$ ohm, $R_2=R_5=120$ ohm, $R_3=180$ ohm, $R_4=240$ ohm'dur. V_1 gerilimini 6 V ve 12 V olarak her bir direnç üzerinden geçen akım ve gerilimi bulunuz. Kirchoff yasalarını ispatlayınız.

2.



Yukarıdaki devre için $R1=1.2k$, $R2=4.7k$, $R3=R7=2.2k$, $R4=R5=R6=1.2k$ 'dır. Bu devredeki akım kaynağını 3 mA ve 6mA değerlerinde varsayarak E gerilim değeri ile her bir dirence düşen akım ve gerilimi bulunuz.

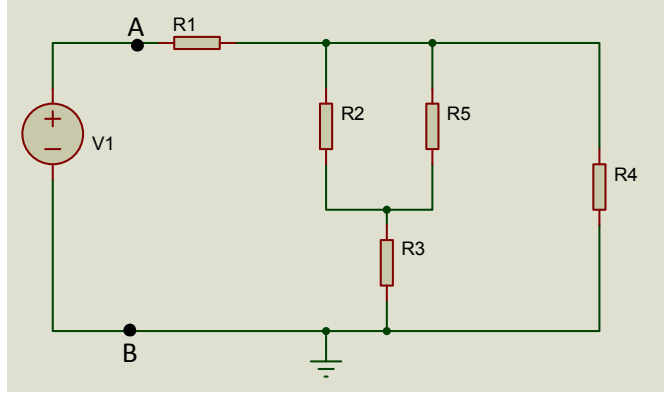
3.



Yukarıdaki devre için a ve b noktaları arasındaki R_{ab} eşdeğer direncini hesaplayınız.

4. Yukarıda verilen adımlardaki devrelerin benzetimini ve ilgili sonuçlarını seçeceğiniz bir simülasyon programında gerçekleştiriniz.

DENEYSEL ÇALIŞMA



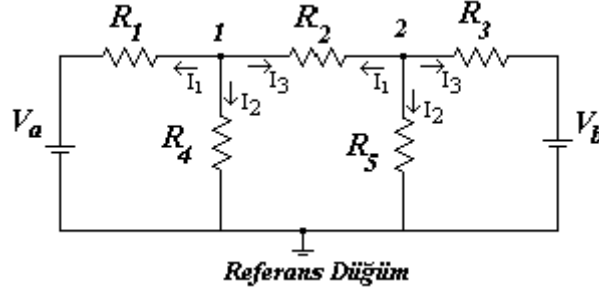
1. Yukarıdaki devrede $R_1=150\ \text{ohm}$, $R_2=R_5=120\ \text{ohm}$, $R_3=180\ \text{ohm}$, $R_4=240\ \text{ohm}$ 'dur. V_1 gerilimini sırayla 6V ve 12V olarak tüm dirençler üzerindeki akım ve gerilimi ölçünüz. Yaptığınız deneysel çalışmayı teorik olarak çözümlediğiniz sonuçlarla karşılaştırınız.
2. Elde ettiğiniz deneysel sonuçlarla Kirchoff Akım Kanunu ve Kirchoff Gerilim Kanunu'nun geçerliliğini ispatlayınız.
3. A ve B noktaları arasındaki eşdeğer direnci (R_{AB}) ölçünüz.

DENEY NO 3: DÜĞÜM GERİLİMLERİ İLE DEVRE ÇÖZÜMÜ

Bu deneyde, düğüm gerilimleri metodu (Node-Voltage Analysis) devreye uygulanıp pratik olarak çalışması öğrenilecektir.

I- KURAMSAL AÇIKLAMALAR

Bir devrede üç ya da daha fazla elemanın (kolun) birleştiği noktaya düğüm noktası denir. Bu yöntemde, devredeki düğüm noktalarından biri referans noktası olarak alınır. Diğer düğüm noktalarının gerilim değerleri bu referans düğümüne göre bulunur. Bir devredeki düğüm noktalarının sayısı n ise, referans düğüm noktası çıkarılınca geriye $(n-1)$ adet düğüm noktası kalır. $(n-1)$ adet bilinmeyen gerilim değeri olduğu için $(n-1)$ adet denkleme ihtiyaç vardır. Her düğüm noktası için Kirchhoff akım yasası uygulanarak düğüm denklemi yazılır. Aşağıdaki devre için düğüm denklemlerini yazalım.



Şekil 1.

Kirchhoff akım yasasına göre her bir düğüm noktasında akımlar toplamı sıfırdır. Düğüme gelen akımlar (-), çıkan akımlar (+) alınarak akımlar toplamı sıfıra eşitlenir. $\sum_i I_i = 0$

Devrenin bağımsız akım denklemleri:

1. düğüm: $I_1 + I_2 + I_3 = 0$

2. düğüm: $I_1 + I_2 + I_3 = 0$ (1)

Düğüm denklemleri:

$$\frac{V_1 - V_a}{R_1} + \frac{V_1}{R_4} + \frac{V_1 - V_2}{R_2} = 0$$
$$\frac{V_2 - V_1}{R_2} + \frac{V_2}{R_5} + \frac{V_2 - V_b}{R_3} = 0$$
 (2)

Devrede 2 adet düğüm bulunduğu için 2 bilinmeyenli 2 denklem yazılmıştır. Bu denklemleri matris şeklinde yazalım.

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_2} & -\frac{1}{R_2} \\ -\frac{1}{R_2} & \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{R_1} & 0 \\ 0 & \frac{1}{R_3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \end{bmatrix} \quad (3)$$

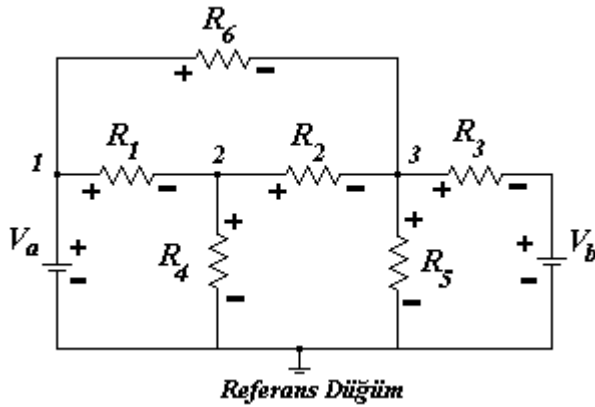
Matrisi, admitans (1/empedans) şeklinde yazarsak;

$$\begin{bmatrix} Y_1 + Y_4 + Y_2 & -Y_2 \\ -Y_2 & Y_2 + Y_5 + Y_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 & 0 \\ 0 & Y_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \end{bmatrix} \quad (4)$$

Bu matrisler, bilinen metotlardan biri kullanılarak çözülür. V_1 ve V_2 düğüm gerilimleri elde edilir.

II- ÖN HAZIRLIK

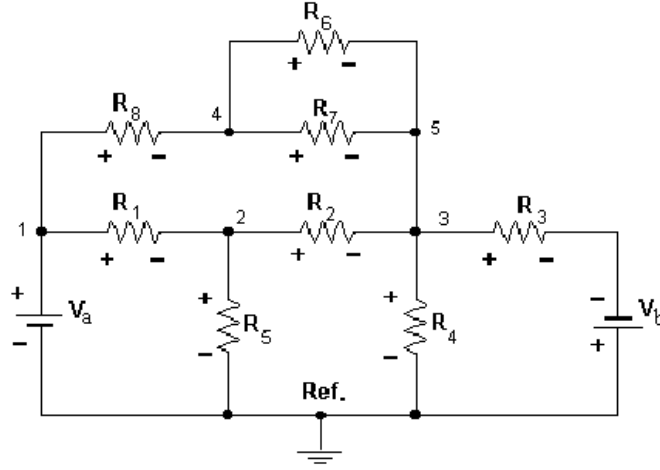
1. a. Şekil 2’de görülen devredeki düğüm gerilimlerini, düğüm gerilimleri yöntemiyle çözünüz. Bu gerilim değerleri, ölçüm kâğıdındaki Ön Hazırlık Tablo 1’de 1. satıra doldurunuz.
- b. Bulduğunuz düğüm gerilimlerinden yararlanarak tüm eleman akımlarını Şekil 2’de verilen gerilim referans yönlerine göre hesaplayınız ve ölçüm kağıdındaki Ön Hazırlık Tablo 1’in 2. satırını doldurunuz.
- c. Bulduğunuz düğüm gerilimlerinden yararlanarak tüm eleman gerilimlerini Şekil 2’de verilen gerilim referans yönlerine göre hesaplayınız ve ölçüm kağıdındaki Ön Hazırlık Tablo 1’in 3. satırını doldurunuz.



$R_1=6.8K\Omega$, $R_2=12K\Omega$, $R_3=12K\Omega$
 $R_4=12K\Omega$, $R_5=1.8K\Omega$, $R_6=1.5K\Omega$,
 $V_a=10V$ ve $V_b=5V$.

Şekil 2.

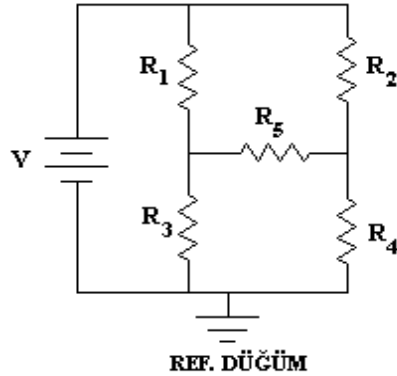
2. Şekil 3’te görülen devre için 1a.,1b.,1c.’deki işlemleri yaparak ölçüm kağıdındaki Ön Hazırlık Tablo 2’yi doldurunuz.



Şekil 3.

$R_1=100\Omega$, $R_2=560\Omega$, $R_3=180\Omega$, $R_4=1.2K\Omega$, $R_5=680\Omega$, $R_6=1.2K\Omega$, $R_7=1.8K\Omega$, $R_8=350\Omega$,
 $V_a=5V$ ve $V_b=12V$.

2. Şekil 4'te görülen devrede, R_5 direnci üzerine düşen gerilimi düğüm gerilimleri metodunu kullanarak bulunuz.



$R_1=1K\Omega$, $R_2=1K\Omega$, $R_3=4K\Omega$, $R_4=5K\Omega$,
 $R_5=2K\Omega$ ve $V=10V$.

Şekil 4.

3. Yukarıda verilen adımlardaki devrelerin benzetimini ve ilgili sonuçlarını seçeceğiniz bir simülasyon programında gerçekleştiriniz.

IV- DENEYİN YAPILIŞI

1. a. Şekil 2'deki devreyi board üzerine düzgün bir biçimde kurunuz. Tüm dirençlerden geçen akımları, referans yönlerinde avometreyle ölçünüz ve Ölçüm Tablo 1'de 1. satıra kaydediniz.

NOT 1: AKIM ölçülürken ölçü aletinin AMPERMETRE kademesinde olmasına ve AMPERMETRENİN devreye SERİ bağlanacağına dikkat ediniz.

b. Avometreyi Voltmetre kademesine getiriniz. Voltmetrenin – (toprak) ucunu referans noktasına bağlayarak bütün düğüm gerilimlerini ölçünüz ve Ölçüm Tablo 1’de 2. satıra kaydediniz. Daha sonra voltmetrenin - ucunu referans noktasından ayırınız.

NOT 2: GERİLİM ölçülürken ölçü aletinin VOLTMETRE kademesinde olmasına ve VOLTMETRENİN devreye PARALEL bağlanacağına dikkat ediniz.

c. Bütün direnç gerilimlerini Şekil 2’de verilen referans yönlerinde avometre ile ölçünüz ve Ölçüm Tablo 1’de 3. satıra kaydediniz.

d. 1. adımdaki ölçümleri ve direnç değerlerini kullanarak, 2. adımdaki ölçümlerin doğruluğunu gözleyiniz. Bulduğunuz değerleri Ölçüm Tablo 1’de 4. satıra kaydediniz.

2. Şekil 3’teki dereyi board üzerine düzgün bir biçimde kurunuz. 1a., 1b., 1c., 1d. İşlemlerini yaparak Ölçüm Tablo 2’yi doldurunuz.

V- RAPORDA İSTENENLER

1. Deneyde kullanılan devrelerin düğüm gerilimlerini, düğüm gerilimleri yöntemiyle gerekli işlemleri yaparak elde ediniz. (Teorik hesap). (Ön hazırlıktaki sonuçlarınız doğru ise ön hazırlığı rapora ekleyebilirsiniz).
2. Ölçtüğünüz düğüm gerilimleri ile ön hazırlıkta bulduğunuz değerleri karşılaştırınız. Farklı çıkıyorsa nedenlerini açıklayınız.
3. Deneyde kullanılan devrelerin düğüm sayısı nedir? Bu devrelerin çözümü için kaç tane bağımsız akım denklemine ihtiyaç vardır?
4. Ölçüm kâğıdındaki tabloları rapora ekleyerek deneyle ilgili yorumlarınızı yapınız.

ÖN HAZIRLIK TABLO 1

1. adım	V_1 [V]	V_2 [V]	V_3 [V]			
2. adım	I_{R1} [mA]	I_{R2} [mA]	I_{R3} [mA]	I_{R4} [mA]	I_{R5} [mA]	I_{R6} [mA]
3. adım	V_{R1} [V]	V_{R2} [V]	V_{R3} [V]	V_{R4} [V]	V_{R5} [V]	V_{R6} [V]

ÖN HAZIRLIK TABLO 2

1. adım	V_1 [V]	V_2 [V]	V_3 [V]	V_4 [V]	V_5 [V]			
2. adım	I_{R1} [mA]	I_{R2} [mA]	I_{R3} [mA]	I_{R4} [mA]	I_{R5} [mA]	I_{R6} [mA]	I_{R7} [mA]	I_{R8} [mA]
3. adım	V_{R1} [V]	V_{R2} [V]	V_{R3} [V]	V_{R4} [V]	V_{R5} [V]	V_{R6} [V]	V_{R7} [V]	V_{R8} [V]

ÖLÇÜM TABLO 1.

Deney 1. adım	I_{R1} [mA]	I_{R2} [mA]	I_{R3} [mA]	I_{R4} [mA]	I_{R5} [mA]	I_{R6} [mA]
Deney 2. adım	V_1 [V]	V_2 [V]	V_3 [V]			
Deney 3. adım	V_{R1} [V]	V_{R2} [V]	V_{R3} [V]	V_{R4} [V]	V_{R5} [V]	V_{R6} [V]
Deney 4. adım	V_1 [V]	V_2 [V]	V_3 [V]			

ÖLÇÜM TABLO 2.

Deney 1. adım	I_{R1} [mA]	I_{R2} [mA]	I_{R3} [mA]	I_{R4} [mA]	I_{R5} [mA]	I_{R6} [mA]	I_{R7} [mA]	I_{R8} [mA]
Deney 2. adım	V_1 [V]	V_2 [V]	V_3 [V]	V_4 [V]	V_5 [V]			
Deney 3. adım	V_{R1} [V]	V_{R2} [V]	V_{R3} [V]	V_{R4} [V]	V_{R5} [V]	V_{R6} [V]	V_{R7} [V]	V_{R8} [V]
Deney 4. adım	V_1 [V]	V_2 [V]	V_3 [V]	V_4 [V]	V_5 [V]			

DENEY NO 4: THEVENIN VE NORTON TEOREMLERİ

Amaç: Thevenin ve Norton teoremlerinin deneysel olarak doğrulanması.

GİRİŞ:

Thevenin ve Norton teoremlerini vermeden önce gözlerin (mesh) ve düğümlerin (node) (Kirchoff kanunlarından), ve bir voltaj kaynağı (önceki bölümlerde gördük) ile akım kaynağının tanımlarını yapalım.

Düğüm: Bir devrede düğüm 3 veya daha fazla sayıda iletkenin kesiştiği noktaya denir. Bütün elektrikli devrelerde bir düğüme giren akımların toplamı düğümden çıkan akımların toplamına eşittir. Ya da o düğümden geçen akımların cebirsel toplamı sıfırdır:

$$\sum I = 0$$

Göz: Bir devrede döngü (loop) oluşturan dallar kümesine göz (mesh) denir. Kapalı bir iletken yol olan göz üzerinde voltajların cebirsel toplamı sıfırdır. Diğer bir deyişle, bir gözde akımlar ile o akımlara karşılık gelen dirençlerin çarpımlarının toplamı o göz üzerindeki e.m.f lerin cebirsel toplamına eşittir:

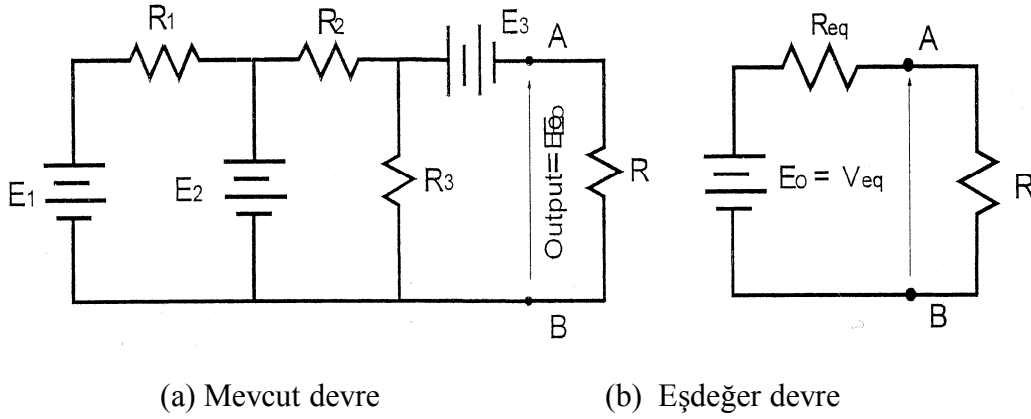
$$\sum E = R I$$

Voltaj kaynağı.- Kendisinden istenilen akım ne olursa olsun çıkışında bir voltaj üretebilen kaynak olarak tanımlanır. Pratikte ideal voltaj kaynağı yoktur, çünkü bunların her zaman bir iç direnci bulunur. Bu iç dirençten de geçen akım burada bir voltaj düşümüne neden olur. İç direnç büyüdükçe kaynağın çıkış voltajı azalır.

Akım kaynakları.- Sabit bir çıkış akımı verebilen üretece denir. İdeal bir akım kaynağı da mevcut değildir.

THEVENIN TEOREMİ

Bu teorem doğrusal bir ağ üzerindeki herhangi iki bağlantı noktası arasındaki elemanlar, bu iki nokta arasındaki potansiyel farka eşit bir elektromotor kuvvete sahip bir üreteç ile değiştirilebilir; ancak, üreteç bu iki noktaya göre dışta kalan dirençle seri olmalıdır der. Eğer, şekil 1 (a) daki gibi bir devreyi düşünecek olursak Thevenin'nin eşdeğer devresi şekil 1 (b) deki devre olacaktır.



Şekil 1

Şekilde:

R_{eq} : A ve B noktaları arasında (R dış direnci hariç) devrenin eşdeğer direncidir. Şöyle ki, voltaj kaynakları birbirleri ile kısa devre bağlanmış ve akım kaynakları açık devre içinde bırakılmış olsun.

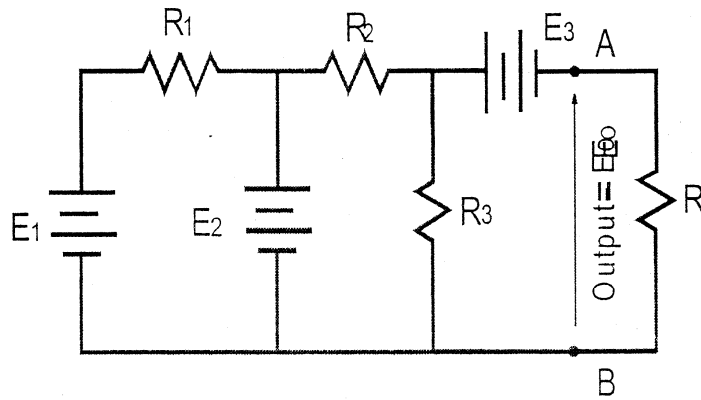
V_{eq} : Devre açıkken A ve B noktaları arasındaki (basitleştirilmiş devrenin) voltajdır.

NORTON TEOREMİ

Erişilebilen A ve B gibi iki terminali bulunan her devre bir I_{eq} akım kaynağı ile paralel olan bir R_{eq} eşdeğer direnci ile değiştirilebilir. I_{eq} ve R_{eq} şöyle tanımlanabilir:

R_{eq} : A ve B noktaları arasında (R dış direnci hariç) devrenin eşdeğer direncidir. Şöyle ki, voltaj kaynakları birbirleri ile kısa devre bağlanmış ve akım kaynakları açık devrede bırakılmış olsun. R_{eq} aynen Thevenin eşdeğer direnci gibi hesaplanır.

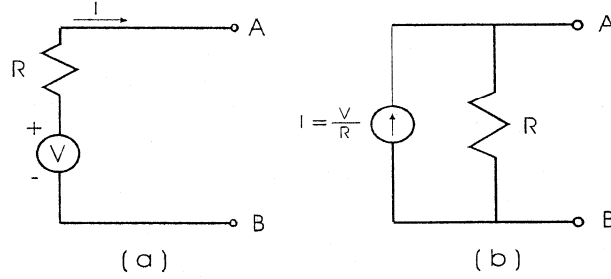
I_{eq} : Birincil devre kısa devre halindeyken A ve B noktaları arasında dolaşan akım şiddetidir.



Şekil 2 (a)

Şekil 2 (a) ya tekrar bakacak olursak bunun Norton eşdeğeri şöyle olacaktır:

Bir “R” direnci ile seri bağlı bir “V” voltaj kaynağı “R” direnci ile paralel bir $I = V/R$ akım kaynağına eşdeğerdir.

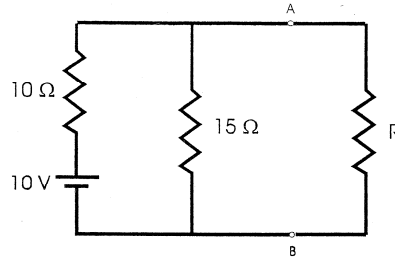


Şekil 3

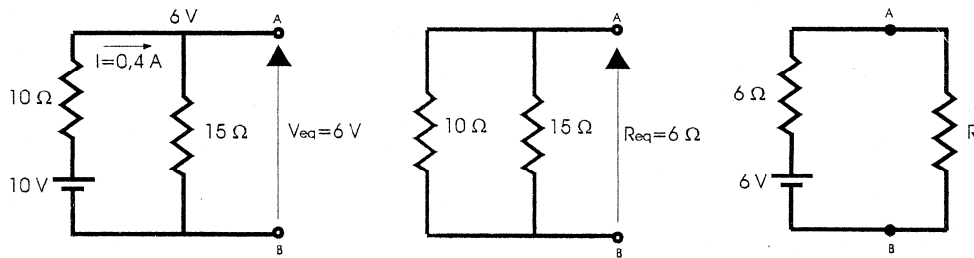
A ve B terminal noktalarından bakılan Thevenin devresi (a) Norton devresine (b) eşittir. Bakınız şekil 3.

Thevenin ve Norton Eşdeğer Devrelerinin Teorik Olarak Hesaplanması

Bu bölümdekileri daha iyi anlayabilmek için aşağıdaki devre çözümünü yapacağız. Aşağıdaki şekil 4’de görülen devrenin Thevenin ve Norton eşdeğerlerini bulun.



Şekil 4



Şekil 5

Thevenin voltajı

Eşdeğer direnç

Thevenin devresi

(a)

(b)

(c)

(a) Bu göz (mesh) içinde dolaşan akım 0,4 amperdir. Bundan dolayı A ve B noktaları arasında görülecek voltaj 6 voltur.

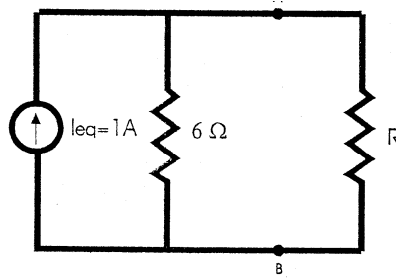
$$I = \frac{10}{10 + 15} = 0,4 \text{ A} \quad \Rightarrow \quad V_{eq.} = 0,4 \times 15 = 6 \text{ V}$$

(b) Thevenin eşdeğer direnci şekil 5(b) de görüldüğü gibi kaynaklar kısa devre yapılarak hesaplanır. Buradaki iki direnç paralel olduklarından eşdeğer direnç 6 V olacaktır.

$$R_{eq} = \frac{10 \times 15}{10 + 15} = 6 \Omega$$

(c) Bu, şekil 5'deki şemadaki devrenin A ve B noktalarından görünen Thevenin eşdeğeridir. Norton eşdeğer devresi Thevenin eşdeğer devresinden aşağıda gösterildiği gibi kolayca hesaplanabilir.

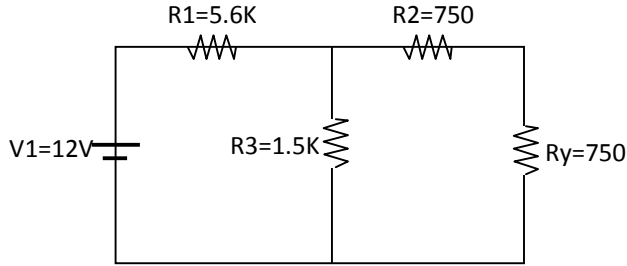
$$I_{eq} = \frac{6}{6} = 1 \text{ A}$$



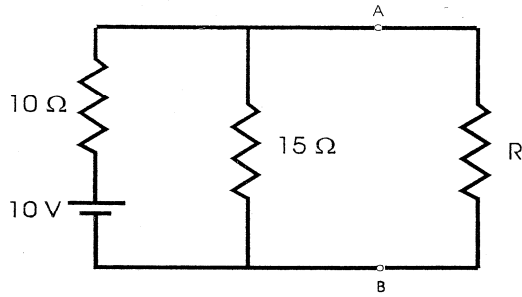
Şekil 5.4.3

ÖN ÇALIŞMA ÖDEVİ:

1.



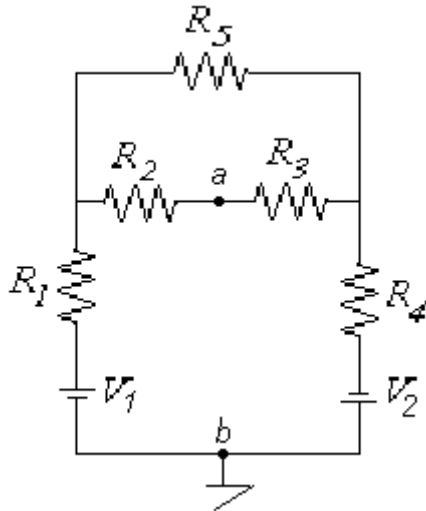
Yandaki devrenin Thevenin eşdeğer devre modelini çiziniz. Thevenin gerilimi ve direncini bulunuz.



2.

Yandaki devrenin Thevenin eşdeğer devresini çözümleyiniz maksimum güç transferi için R direncinin değerini bularak maksimum gücü bulunuz.

3.



$R_1 = 10K\Omega, R_2 = 10K\Omega, R_3 = 10K\Omega, R_4 = 10K\Omega, R_5 = 60K\Omega, V_1 = 10V, V_2 = 5V$

Yandaki devrede a ve b noktaları arasındaki Thevenin ve Norton eşdeğer devre modellerini çiziniz. Thevenin gerilimi ile Norton akımını bulunuz.

4. Yukarıda verilen adımlardaki devrelerin benzetimini ve ilgili sonuçlarını seçeceğiniz bir simülasyon programında gerçekleyiniz.

DENEYSEL ÇALIŞMA

1)

- Ön çalışma sorularındaki ilk devreyi kurunuz. R_y direnci üzerine düşen gerilimi ve içinden geçen akımı ölçüp not ediniz.
- Devrenin Thevenin eşdeğerini bulmak için R_y direncini yerinden çıkarıp Thevenin gerilimini ölçünüz.
- V_1 gerilim kaynağını devreden çözüp yerine kısa devre elemanı bağlayınız. Thevenin direncini ölçünüz.
- Thevenin eşdeğer devresini çizip gerilim ve direnç değerlerini yazınız.
- Thevenin eşdeğer devresini kurunuz Kurduğunuz devreye aynı yük direncini (R_y) bağlayınız. R_y direnci içinden geçen akımı ve üzerine düşen gerilimi not ediniz.
- Madde 1’de ölçülen değerle madde 5’deki değerleri karşılaştırınız. Aynı mı? Bu durumda Thevenin Teoremi sağlanmış mıdır? Kısaca açıklayınız.

2)

- Şekil 1’deki devrenin Norton eşdeğerini bulmak için R_y direncini çıkarıp yerine kısa devre elemanı bağlayınız. R_y direnci yerine bağlanan kısa devre elemanı üzerinden geçen akımı ölçüp not ediniz. Ölçtüğünüz bu akım Norton Akımı mıdır?
- Devrenin eşdeğer direncini daha önceki bölümde ölçmüş idiniz.

a) Norton akımını ve eşdeğer direnci ölçtüğünüze göre Şekil 1’deki devrenin Norton eşdeğer devresini çizip değerleri belirtiniz.

b) Önceki bölümde Thevenin eşdeğer devresini kurmuş idiniz. Bu bölümde Norton eşdeğer devresini kolaylıkla kurabilir misiniz? Niçin?

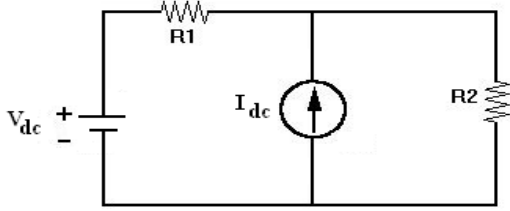
DENEY NO 5: SÜPERPOZİSYON TEOREMİ

Bu deneyde Süperpozisyon teoremi açıklanarak pratik olarak gerçekleştirilecektir.

I- - KURAMSAL AÇIKLAMALAR

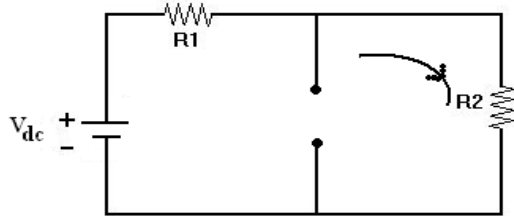
Süperpozisyon teoremi birden fazla kaynak bulunan doğrusal devrelere uygulanabilir. Bu teorem çok kaynaklı karmaşık devrelerin analizini kolaylaştırır. Birden fazla bağımsız kaynak içeren doğrusal devrede, her bir kaynağın devre elemanı üzerinde oluşturduğu akım ya da gerilimin cebirsel toplamı alınır. Cebirsel toplam alınırken akımın yönüne dikkat edilir. Bu akım yada gerilimi hesaplarken devrede tek bir kaynak bırakılıp diğerleri devreden çıkarılır. Yani gerilim kaynağı kısa devre, akım kaynağı ise açık devre yapılır. Eleman üzerindeki akım ya da gerilim değeri, bilinen devre çözüm yöntemlerinden biri kullanılarak bulunur. Aynı işlemler sırasıyla diğer kaynaklar için tekrarlanır.

Teoremin daha iyi anlaşılması için bir örnekle açıklayalım.



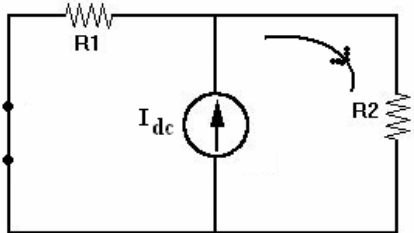
Şekil 1a'da görülen iki kaynaklı doğrusal devrede R_2 direncinin harcadığı gücü Süperpozisyon teoremi yardımıyla bulalım. Bunun için sırayla kaynakları sıfırlayalım.

Şekil.1a



Önce V_{dc} gerilim kaynağı devredeyken, I_{dc} akım kaynağını açık devre yapalım. R_2 direnci üzerinden geçen akım $I_{R2} = \frac{V_{R2}}{R_1 + R_2}$ 'dir.

Şekil. 1b



Şekil. 1c

Hesaplanan akım değerlerinin cebirsel toplamı alınır. (Akım yönlerinin aynı olduğuna dikkat edin.)

$$I_{\text{TOPLAM}} = \frac{V_{R2}}{R_1 + R_2} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} I_{dc} \text{ olarak ifade edilir.}$$

Güç ise $P_R = I_{\text{TOPLAM}}^2 \cdot R_2$ 'dir.

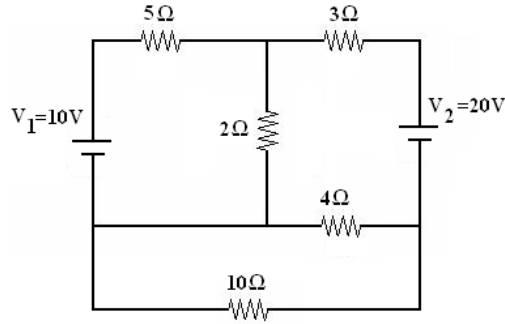
$V_{dc}=8V$, $I_{dc}=4mA$, $R_1=2K$ ve $R_2=6K$ olsun. R_2 direncinin harcadığı gücü hesaplayalım.

$$I_{\text{TOPLAM}} = \frac{V_{R2}}{R_1 + R_2} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} I_{dc} = \frac{8}{2 \cdot 10^3 + 6 \cdot 10^3} + \frac{2 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^3 + 6 \cdot 10^3} 4 \cdot 10^{-3} = 2mA$$

$$P_R = I_{\text{TOPLAM}}^2 \cdot R_2 = (2 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 6 \cdot 10^3 = 24mW$$

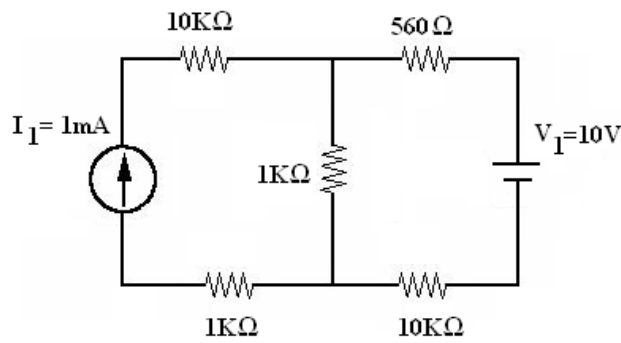
II- ÖN HAZIRLIK

1. Aşağıdaki devrede 2Ω 'luk direnç üzerindeki akımı Süperpozisyon teoremini kullanarak bulunuz.



Şekil. 2

2. 560Ω 'luk direnç üzerinden geçen akımı Süperpozisyon teoremini kullanarak bulunuz.

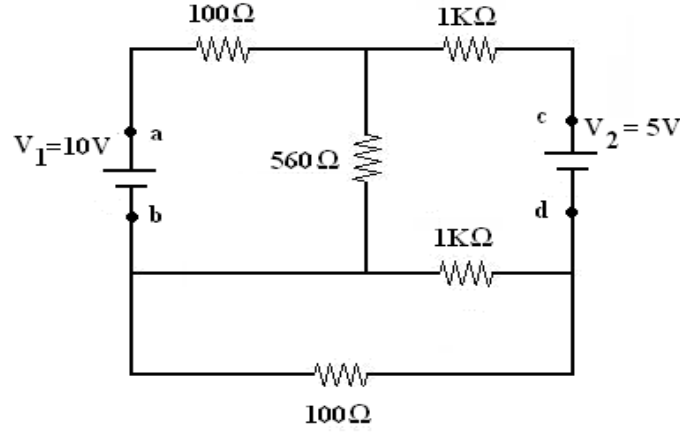


Şekil. 3

3. Yukarıda verilen adımlardaki devrelerin benzetimini ve ilgili sonuçlarını seçeceğiniz bir simülasyon programında gerçekleyiniz.

III-DENEYİN YAPILIŞI

1. Şekil. 4'te görülen devrede 560Ω 'luk direnç üzerindeki akım Süperpozisyon teoremi ile bulunacaktır. Devreyi board üzerine kurunuz. V_1 ve V_2 kaynaklarını istenen değerlere ayarlayıp devreye bağlayınız.



Şekil. 4

- a. 560Ω 'luk direnç üzerinden geçen I_{TOPLAM} akımını ölçüp kaydediniz. Akım yönüne dikkate ediniz.

$I_{TOPLAM} = \dots\dots\dots$

- b. V_1 kaynağı devredeyken, V_2 kaynağını devreden çıkarıp, devrede c ve d noktalarını kısa devre yapınız. 560Ω 'luk direnç üzerinden geçen I_1 akımını ölçüp kaydediniz.

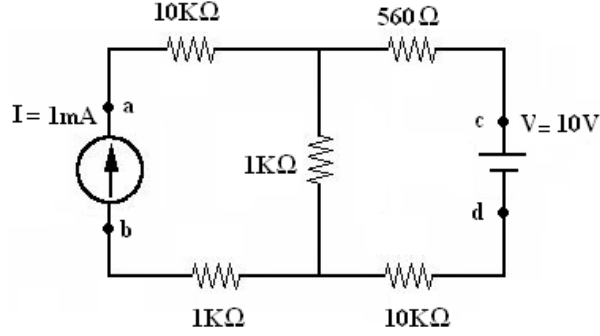
$I_1 = \dots\dots\dots$

- c. V_2 kaynağı devredeyken, V_1 kaynağını devreden çıkarıp, devrede a ve b noktalarını kısa devre yapınız. 560Ω 'luk direnç üzerinden geçen I_2 akımını ölçüp kaydediniz.

$I_2 = \dots\dots\dots$

Ölçtüğünüz I_1 ve I_2 akımlarını cebirsel olarak toplayınız. $I_{TOPLAM} = I_1 + I_2$ olup olmadığını belirtiniz. Değil ise nedenini açıklayınız.

2. Şekil. 5'te görülen devrede 560Ω 'luk direnç üzerindeki akım Süperpozisyon teoremi ile bulunacaktır. Devreyi board üzerine kurunuz. V ve I kaynaklarını istenen değerlere ayarlayıp devreye bağlayınız.



Şekil. 5

- a. 560Ω 'luk direnç üzerinden geçen I_{TOPLAM} akımını ölçüp kaydediniz. Akım yönüne dikkate ediniz.

$I_{TOPLAM} = \dots\dots\dots$

- b. I kaynağı devredeyken, V kaynağını devreden çıkarıp, devrede c ve d noktalarını kısa devre yapınız . 560Ω 'luk direnç üzerinden geçen I_1 akımını ölçüp kaydediniz.
NOT: AKIM KAYNAĞINI 1mA OLACAK ŞEKİLDE YENİDEN AYARLAYINIZ.

$I_1 = \dots\dots\dots$

- c. V kaynağı devredeyken, I kaynağını devreden çıkarıp, devrede a ve b noktalarını açık devre olarak bırakınız . 560Ω 'luk direnç üzerinden geçen akımını I_2 ölçüp kaydediniz.

$I_2 = \dots\dots\dots$

Ölçtüğünüz I_1 ve I_2 akımlarını cebirsel olarak toplayınız. $I_{TOPLAM} = I_1 + I_2$ olup olmadığını belirtiniz. Değil ise nedenini açıklayınız.

V- RAPORDA İSTENENLER

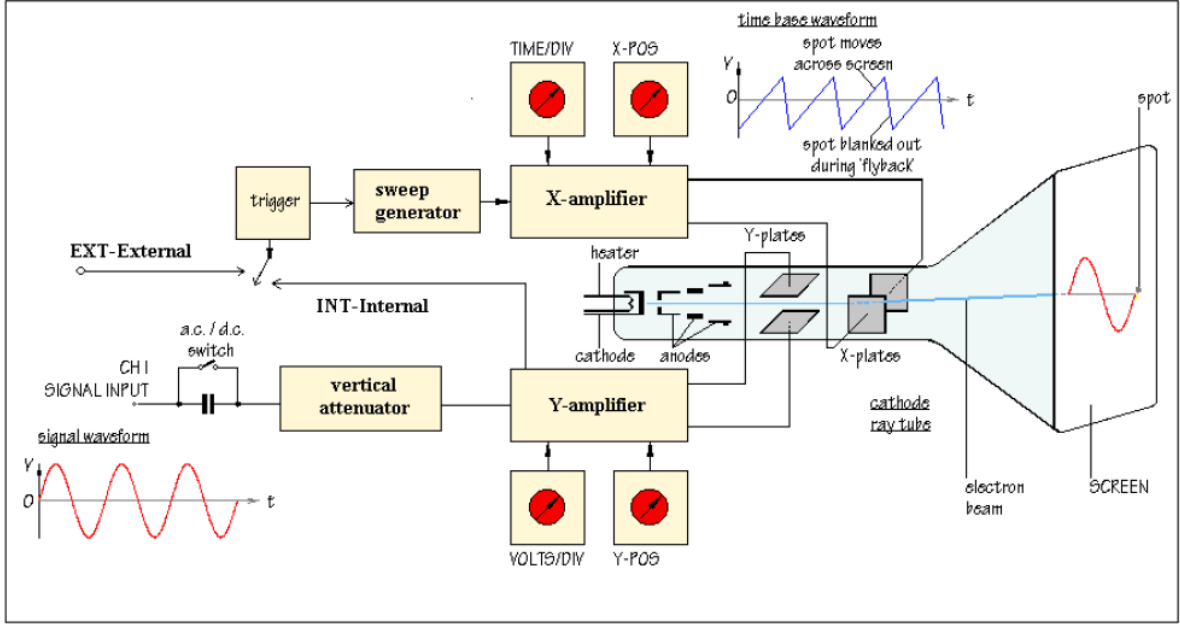
1. Deneyde kullanılan devrelerin teorik çözümlerini yapıp ölçüm sonuçları ile karşılaştırınız. Farklılıklar varsa sebeplerini açıklayınız.
2. Doğrusal devre ne demektir? Araştırınız.

DENEY NO 6: OSİLOSKOP KULLANARAK GENLİK VE SIKLIK ÖLCÜMÜ

Amaç: Bu deneyde amaç, Elektrik-Elektronik Mühendisliği'nde en çok kullanılan ölçü aytutlarından birisi olan Osiloskop'un tanıtılması, osiloskop kullanarak çeşitli dalga biçimlerinin genlik, sıklık (frekans), dönem (period) gibi özelliklerinin ölçülmesidir.

1. AÇIKLAYICI BİLGİLER:

1.1. OSİLOSKOP YAPISI: Osiloskop, girişine uygulanan gerilimin zamanla değişimini ekranında gösterebilen bir ölçü aytutıdır. Yapısal ve işlevsel açıdan osiloskop 4 ana kattan oluşur. Bunlar; **Görüntü birimi**, **Yatay saptırma katı**, **Düşey saptırma katı** ve **Tetikleme katı**dır.



Şekil-1: Osiloskop yapısında yer alan katlar ve ilişkileri

1.1.1. Görüntü Birimi: Yapısında bir Katot Işınlı Tüp (Cathode Ray Tube: CRT) yer alır.

Katot ışınli tüpün katodu bir flaman yardımıyla ısıtılarak, atomik yapısında yer alan serbest elektronların kolayca kopması sağlanır. Bu serbest elektronlar anota uygulanan yüksek (+) potansiyelli gerilim yardımıyla anota (dolayısıyla ekrana) doğru büyük bir hızla çekilirler. Yukarıdaki ilkesel yapıda gösterilmemiş olan ve yine katota göre (+) potansiyele sahip olan hızlandırma ve odaklama ızgaraları yardımıyla elektronlar anotta yer alan ekran yüzeyinin tam orta noktasına gönderilir. Ekranın iç yüzeyine kaplanmış olan fluoresans madde, üzerine elektronlar çarptığında ışıma yapar ve ekranı izleyen kişi tarafından parlak bir nokta olarak görülür.

1.1.2. Yatay Saptırma: Düşey ve yatay saptırma levhalarının işlevleri, her bir çiftin kendilerine uygulanan farklı elektriksel potansiyeller sonucu

aralarında oluşacak olan elektrik alanı yardımıyla, tam ortalarından elektronları uygun yönde ve uygun oranda saptırarak ekranda belirli bir noktaya yönlendirmektedir. Her iki levha çiftine de herhangi bir gerilim uygulanmadığında, elektron beneği ekranın tam ortasında görülecektir. Düşey saptırma levhalarına herhangi bir gerilim uygulanmadığını, sadece yatay saptırma levhalarına gerilim uygulandığını düşünelim. Örneğin, ekrana önden bakıldığında sağda yer alan levhaya, soldakine göre daha (+) olacak biçimde sabit (zamanla değişmeyen) bir gerilim uygulandığında, oluşacak elektrik alanı, elektron beneğini ekranın tam ortasına değil, biraz daha sağa doğru yönlendirir. Belirtilen yönde, yatay saptırma levhaları arasına uygulanan gerilimin şiddeti arttırıldığında sapma oranı da aynı yönde ve biraz daha fazla olacaktır.

Yatay saptırma levhalarına gerilim uygulanmayıp, sadece düşey saptırma levhalarına gerilim uygulanırsa, uygulanan gerilimin yönüne ve şiddetine bağlı olarak elektron beneği düşey doğrultuda yer değiştirir. Eğer uygulanan gerilimin zamanla değişim hızı (sıklığı) çok küçük ise, bu durum ekranda yatay yönde ilerleyen bir nokta olarak gözlenir. Ancak işaretin sıklığı (frekansı) gözün izleyebileceğinden daha hızlı ise, ekrana ulaşan elektronlar ekranda yatay bir çizgi olarak görülür. Yatay saptırmaya uygulanan testere dişi gerilimin sıklığı, **Tarama Frekansı** ya da **Tarama Hızı** olarak da anılır. Tarama frekansı değiştirilerek ekrandaki görüntünün daha geniş ya da daha dar bir yatay uzunluk kaplaması sağlanabilir.

1.1.3. Düşey Saptırma: Düşey saptırma katı, ölçülmek ya da incelenmek istenen işaretin osiloskoba uygulandığı giriş katıdır. Her osiloskopta en az bir adet düşey saptırma katı yer alır. Uygulamada en yaygın olarak iki girişli aygıtlar kullanılmakla birlikte, özel amaçlı çok girişli osiloskoplar da vardır. Yatay saptırma katındakine benzer biçimde, sadece düşey saptırma levhalarına uygulanacak gerilimler ekrana oluşan elektron beneğinin düşey yöne sapmasını sağlar. Osiloskobun girişine (düşey saptırma katına) sinüs biçimli, yatay saptırma katına da sinüs ile aynı frekansta bir testere dişi gerilimin uygulandığını var sayalım. Elektron beneği yatay saptırmaya uygulanan işaretin hızına bağlı olarak ekranın sol yanından sağa doğru sabit bir hızla ilerlerken, aynı anda düşey saptırma levhalarına uygulanan gerilimin anlık değerlerine bağlı olarak yukarıya ya da aşağıya doğru sapma gösterir. Bu durumda ekranda girişe uygulanan gerilimin zamanla değişimi yatayda tüm ekranı kaplayacak biçimde görülür.

Giriş işaretinin sıklığı ile tarama hızı birbirine eşit değilse, ekranda giriş işaretinin sadece tam bir dönemi (periyodu) görülmez. Eğer ekranda giriş işaretinin birkaç döneminin görülmesi isteniyorsa, tarama hızı kademeli olarak azaltılır. Böylece, yatay tarama henüz bir kez tamamlanmadan, yani elektron beneği henüz ekranın sağ yanına ulaşmadan, ona göre daha hızlı olan giriş işareti bir periyottan daha fazla ilerler ve ekranda izlenebilir. Tersine, tarama hızı artırılarak, ekranda giriş işaretinin bir periyottan daha az bir bölümü de incelenebilir.

1.1.4. Tetikleme Birimi: Osiloskop ekranında elde edilen görüntünün sürekli aynı kalabilmesi için, her tarama işaretinin başlangıç noktasında girişe uygulanan gerilimin belirli bir anlık değerde olması gerekir. Aksi durumda her taramada giriş işareti farklı bir anlık değerden başlayacağından, ekranda durağan değil, kayan bir görüntü elde edilir. İşte tetikleme biriminin işlevi, giriş işaretinden örnekler alarak, her tarama başlangıcında yatay saptırma levhalarına uygulanan testere dişi biçimli işaretin en küçük değerinden başlatılmasını sağlamaktır.

1.2.OSİLOSKOP ÖN PANELİNDE YER ALAN BAZI DÜĞME VE ANAHTARLARIN İŞLEVLERİ:

1.2.1. Görüntü Katı: Görüntü katıyla ilgili denetim işlevleri aşağıdaki düğme ve anahtarlar yardımıyla gerçekleştirilir:

Power: Osiloskobun açma/kapama işlevini yerine getirir.

Inten: Ekrandaki görüntünün parlaklığını ayarlar.

Focus: Ekrandaki görüntünün netliğini ayarlar.

Illum: Ekranın dış yüzeyini aydınlatır.

Trace Rotation: Bir tornavida kullanılarak, yatay eksenin yere paralel olması ayarını gerçekleştirir.

1.2.2. Yatay Saptırma Katı: Yatay saptırma ile ilgili olarak aşağıda ad ve işlevleri sıralanan anahtar ve düğmeler kullanılır:

TIME/DIV: Bu çok konumlu seçici anahtar, yatay saptırma uygulanan tarama işaretinin sıklığını kademeli olarak değiştirir. Anahtarın gösterdiği değer, elektron beneğinin yatay ekseninde bir kare (Div) sapmasının karşılığıdır. Örneğin; Time/Div anahtarının 1 ms önünde olması, elektron beneğinin yatay ekseninde 1 Div (1 cm) uzunluğundaki ilerlemesinin 1 ms sürdüğünü gösterir. Bazı özel uygulamalarda, yatay tarama için osiloskop içinde üretilen testere dişi biçimli gerilim yerine dışarıdan bir başka işaret kullanılması gerekebilir. Bu durumda Time/Div çok konumlu seçici anahtar son konumu olan **Ext. Hor.** (External Horizontal: Dışarıdan Yatay) ya da **X-Y** konumuna getirilir. Bu durumda, yatay saptırmaya uygulanmak istenen işaret CH1(X) girişine, düşey saptırmaya uygulanmak istenen işaret ise CH2(Y) girişine uygulanır.

Variable: Bu potansiyometrenin işlevi, yatay saptırma katına uygulanan tarama işaretinin hızını (tarama sıklığını) sürekli ayarlayabilmektir. Bu potansiyometrenin de saat ibresi yönündeki son ayar noktası duyarlı bir

anahtar konumundadır ve bu konum **Cal'd** (Calibrated: ölçeklenmiş) olarak adlandırılmıştır. Eğer ekrandan yatay sapma (dönem: period) ile ilgili ölçüm alınacaksa, VAR düğmesi mutlaka Cal'd konumunda olmalıdır. VAR düğmesi dışarıya doğru çekildiğinde, yatay tarama hızı 10 kat küçültülür. Bu durumda ekrandaki görüntünün düşey uzunluğu 10 kat büyütülmüş olur.

Position: Yatay saptırma levhalarına uygulanan gerilim üzerine (+) ya da (-) işaretli bir DC gerilim eklenerek, ekrandaki görüntünün tümüyle sağa ya da sola doğru kaydırılması sağlanır.

1.2.3. Düşey Saptırma Katı: Düşey saptırma (Giriş) katına ilişkin ayarlamalarda aşağıdaki düğme ve anahtarlar kullanılır. Çok kanallı (girişli) osiloskoplarda (CH1, CH2), her giriş için aşağıdaki düğme ve anahtarlar ayrı ayrı bulunmalıdır.

AC/Gnd/DC: Bu üç konumlu seçici anahtar, o girişe uygulanan işaretin ekrana gönderiliş biçimini belirler. Gnd konumunda, girişe uygulanan işaret düşey saptırma levhalarından ayrılır ve levhaların her ikisi de toprak potansiyeline getirilir. Böylelikle girişte bir işaret olmasına karşın, ekrana sıfır değerinde bir işaret gönderilerek inceleme öncesi görüntünün ekranda alması istenen konum ayarlanabilir. **DC** konumunda, girişe uygulanan işaret hiçbir işleme uğramadan (varsa AC ve DC bileşenleri ile birlikte) ekrana gönderilir. **AC** konumunda ise, giriş işaretinin ortalama değer (DC) bileşeni süzülerek ekrana sadece değişken (AC) bileşeni gönderilir.

VOLTS/DIV: Bu çok konumlu seçici anahtar, düşey saptırma katında yer alan kuvvetlendiricinin kazancını kademeli olarak değiştirir. Anahtarların gösterdiği değer, elektron beneginin düşey ekseninde bir kare (Div) sapmasının gerilimsel karşılığıdır. Örneğin; Volts/div anahtarının 1 Volt önünde olması, ekranın düşey ekseninde 1 Div (1 cm) uzunluğundaki sapmasının 1 Volt gerilime karşılık olduğunu gösterir. Bu seçici anahtarın merkezinde kademesiz (sürekli) ayarlanabilen ve üzerinde **VAR** yazan potansiyometre ise, giriş katındaki kuvvetlendiricinin kazancını sürekli ayarlayabilmek olanağını verir. Bu potansiyometrenin saat ibresi yönündeki son ayar noktası duyarlı bir anahtar konumundadır ve bu konum **Cal'd** (calibrated: ölçeklenmiş) olarak adlandırılmıştır. Bu düğmenin işlevi, üzerinden ölçüm yapmamak koşulu ile, görüntünün daha ayrıntılı izlenecek biçimde ekranda görünmesini sağlamaktır. Eğer ekrandan düşey sapma(genlik) ile ilgili ölçüm alınacaksa, VAR düğmesi mutlaka Cal'd konumunda olmalıdır. VAR düğmesi dışarıya doğru çekildiğinde, o girişe ilişkin yükseltecin kazancı 5 katına çıkarılabilir. Bu durumda ekrandaki görüntünün düşey büyüklüğü de 5 kat büyütülmüş olur.

Position: İlgili girişe uygulanan gerilim üzerine (+) ya da (-) işaretli bir DC gerilim eklenerek, ekrandaki o girişe ilişkin görüntünün tümüyle yukarıya ya da aşağıya doğru kaydırılması sağlanır.

- i. **Tetikleme Birimi:** Tetikleme birimi ve Tarama Modu ile ilgili olarak aşağıda ad ve işlevleri sıralanan anahtar ve düğmeler kullanılır:

Level: Ekranda görülmek istenen görüntünün, ekranın sol yanında, girişe uygulanan işaretin hangi anlık değerinden başlaması gerektiğini ayarlar. Giriş işareti ile tarama işaretinin eşzamanlılığının (senkronizasyonunun) olmaması, ekrandaki görüntünün durağan olmamasına, yani ekranda kayan bir görüntü olmasına neden olur.

Source: Bu üç konumlu seçici anahtar ile, tetikleme işaretinin içeriden mi (**Int.**), dışarıdan mı (**Ext**) yoksa şebeke geriliminden mi (**Line**) alınacağı belirtilir.

Int. Trig. (Internal Trigger: İçeriden Tetikleme): Birden çok giriş işaretinin izlenmesi durumunda, tetikleme işaretinin hangi girişten üretilmesi gerektiğinin seçimini yapar.

Ext. Trig. (External Trigger: Dışarıdan Tetikleme): Eğer tetikleme için dışarıdan ve ayrı bir işaret kullanılması gerekirse, bu bağlantı girişi kullanılmalıdır.

Slope: Tetikleme işaretinin eğiminin seçimi için kullanılır.

Vert Mode (Vertical Mode: Düşey Çalışma Modu): 5 ayrı tuştan birinin basılmasıyla, düşey moda ekranda görülmesi istenen işaret belirlenir:

Ch1: Ekranda sadece 1. girişe uygulanan işaretin izlenmesini sağlar.

Ch2: Ekranda sadece 2. girişe uygulanan işaretin izlenmesini sağlar.

Alt: Ekranda her iki girişe uygulanan işaretlerin sıra ile taranarak birlikte izlenmesini sağlar.

Chop: Ekranda her iki girişe uygulanan işaretlerin birlikte taranarak birlikte izlenmesini sağlar.

Add: Ekranda 1. ve 2. girişe uygulanan işaretlerin toplamının bir işaret olarak izlenmesini sağlar.

b. **ÇEŞİTLİ DALGA BİÇİMLERİ:**

Bilindiği gibi pil, akümülatör,... vb. gerilim kaynaklarının ürettikleri gerilim ve akımlar (DC) zamanla değişim göstermeyen büyüklüklerdir. DC ölçen Voltmetre veya Ampermetreler kullanılarak kolaylıkla ölçülebilirler. Oysa Sinüs, Kare, Üçgen,... vb. dalga biçimleri zamana bağlı olarak değişirler. Bu tür dalga biçimleri için, DC işaretlerden farklı olarak **Ani Değer, Tepe Değer, Tepeden Tepeye Değer, Ortalama Değer** ve **Etkin Değer** gibi tanımlamalar yapılır. Sinüs, Kare ve Üçgen biçimli gerilimlerin etkin değerleri ile tepe değerleri arasındaki doğrusal ilişki aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Dalga Biçimi	Tepe Değer V_T (V)	Tepeden Tepeye Değer V_{TT} (V)	Etkin Değer V_{et}
Sinüs	A	2A	$A/\sqrt{2}$
Kare	A	2A	A
Üçgen	A	2A	$A/\sqrt{3}$

Bu değerlerden bazıları (ortalama ve etkin değer gibi) uygun ölçü aletleri kullanılarak ölçülebilir ancak bu ölçü aletleri bize ölçülen gerilim ya da akım biçimi, tepe değeri, tepeden tepeye değeri veya ani değeri hakkında bir bilgi veremez. Bütün bunların dışında, değişken bir gerilimin **Sıklık (Frekans)** ya da **Dönem (Periyot)** 'inin bir ampermetre veya voltmetre ile ölçülmesi olanaksızdır.

İşte **Osiloskop** kullanımı böyle durumlarda avantaj sağlamaktadır. Osiloskoplar gerilim ölçen aygıtlardır. Yani devredeki her hangi iki düğüm arasına (tıpkı voltmetre gibi) paralel bağlanırlar ve o iki nokta arasındaki gerilimin biçimini ekranlarına yansıtırlar. Osiloskop üzerinde yer alan kademeli seçici anahtarların (komütatörlerin) kademe değerleri ve ölçeklendirilmiş ekrandaki dalga biçimi değerlendirilerek, daha önce söz edilen büyüklüklerin ölçülmesi sağlanır.

Osiloskop ekranının yatay ekseni (X ekseni) **zamanı**, düşey ekseni (Y ekseni) ise **gerilimi** göstermektedir. Osiloskobun yatay tarama hızını gösteren **TIME/DIV** kademeli anahtarının gösterdiği değer; yatay ekseninde bir kare uzunluğun (div) karşılık geldiği zamanı gösterir.

Osiloskoplarda çoğunlukla ekranda aynı anda iki gerilimi birlikte görebilmeyi sağlamak amacıyla iki adet giriş ve iki adet düşey saptırma katı (iki adet Y kanalı) yer alır. Böyle durumlarda her iki işaretin yatay saptırmaları (Time/Div) birlikte değişmesine karşın her ikisinin düşey saptırmaları ayrı ayrı değiştirilebilir. Yatay saptırmadakine benzer biçimde, düşey saptırmaya ait **VOLT/DIV** kademeli anahtarlarla seçilen değerler, o kanaldaki gerilim için, ekrandaki 1 birimlik (1 Div) uzunluğun kaç Volt değerine karşılık geldiğini gösterir. Örneğin; 1. kanalın Volt/Div komütatörü 1 V, 2. kanalın Volt/Div komütatörü 5 V değerini gösteriyorsa, ekrandaki düşey doğrultudaki (Y ekseni) 1 Div (1 cm) uzunluğun, 1. kanaldaki işaret için 1 Volt, 2. kanaldaki işaret için ise 5 Volt'a karşılık geldiğini belirtmektedir.

2. DENEYİN YAPILIŞI:

a. Zamanla Değişmeyen (DC) Gerilimlerde Genlik Ölçülmesi

- Sayısal Voltmetreyi DC kaynağın çıkışına paralel bağlayarak, kaynak çıkışının 1 Volt olmasını sağlayınız.
- Osiloskopun 1. kanalını GND konumuna getirerek ekrandaki görüntüyü (yatay düz çizgi) ekranın en altındaki ölçü çizgisi ile karşılaştırınız.
- Osiloskopun 1. kanalının girişini DC güç kaynağının çıkışına bağlayınız.
1. kanalın Volt/Div anahtarını 0.2 Volt/Div kademesine getiriniz ve kanal girişini DC konumuna alınız.

- v. Ekranda görülen görüntünün düşey yönde sapma miktarını (Div) ölçünüz. Bu değeri Volt/Div kademesinin gösterdiği değerle çarparak DC gerilim değerini hesaplayınız.
- vi. Aşağıda verilen Çizelge-1'i kullanarak, aynı işlemi 2.5 V, 4.5 V ve 8.3 V için tekrarlayınız.

Sayısal Voltmetre	Volt/Div Kademesi	Görüntünün Sapması	Osiloskop Ölçümü
1.0 V	0.2	5.0	1.0 V
2.5 V			
4.5 V			
8.3 V			

Çizelge-1

b. Zamanla Değişen (AC) Gerilimlerde Genlik Ölçülmesi

- i. Fonksiyon üreticini Sinüs biçimine ve frekansını (yaklaşık) 1 kHz'e ayarlayınız. 1. kanal girişi GND konumunda iken görüntüyü ekranın ortasındaki yatay ölçek çizgisi ile çakıştırınız ve fonksiyon üreticinin çıkışını osiloskopun 1. kanal girişine bağlayınız.
- ii. Osiloskopun 1. kanal düşey saptırmasını 0.5 Volt/Div konumuna getiriniz.
- iii. Ekranda görülen Sinüs biçimli işaretin tepeden tepeye değerini 6 birim (Div) olacak şekilde, fonksiyon üreticinin çıkış genliğini ayarlayınız. Bu durumda ölçülen gerilimin değeri, $V_{TT}=0.5 \text{ Volt/Div} \times 6 \text{ Div} = 3 \text{ Volt}$ olacaktır. Bu değeri kullanarak aynı gerilimin Tepe Değerini (V_T) ve Etkin Değerini (V_{et}) hesaplayarak Çizelge-2'ye yerleştiriniz.
- iv. Fonksiyon üreticinin çıkışına sayısal voltmetreyi bağlayarak, gerilimin etkin değerini ölçünüz ve osiloskop kullanarak ölçülen değer ile karşılaştırınız.
- v. Farklı değerli sinüsler, kare ve üçgen dalgalar için yukarıdaki işlemleri tekrarlayarak Çizelge 2'yi doldurunuz.

	Volt/Div	Sapma (Div)	V_{TT} (V)	V_T (V)	V_{et} (V)	Sayısal Voltmetre (V)
SİNÜS			3			
			5			
			8			
			10			
KARE			3			
			5			
			8			
			10			
ÜÇGEN			3			
			5			
			8			
			10			

Çizelge-2

c. Zamanla Değişen (AC) Gerilimlerde Dönem (Periyot) ve Sıklık (Frekans) Ölçülmesi

- i. Fonksiyon üreticini sinüs biçimli ve $V_{TT}=3$ V olacak biçimde ayarlayınız.
- ii. Frekans sayıcı (Frekansmetre) yardımıyla çıkış frekansını 100 Hz değerine ayarlayınız ve osiloskopun 1. kanalına uygulayınız.
- iii. Time/Div kademeli anahtarını uygun bir konuma getirerek, ekranda bir periyodun tam olarak görünmesini sağlayınız.
- iv. Bu durumda bir periyodun yatay ekseninde kaç kare (Div) uzunluğunda olduğunu belirleyerek işaretin periyodunu hesaplayınız.
- v. $f = 1/T$ bağlantısından yararlanarak frekansı hesaplayınız ve bu değerleri Çizelge-3'te yerine yazınız.
- vi. Farklı frekanslar için (1.5 kHz, 4.8 kHz, 12 kHz, 25 kHz) aynı işlemleri tekrarlayarak Çizelge-3'ü doldurunuz.
- vii. Frekansmetrenin gösterdiği değerlerle, osiloskop kullanarak ölçtüğünüz frekans değerlerini karşılaştırınız.

Frekansmetre (Hz)	Time/Div	Dönem (Div)	Dönem (s)	Sıklık (Hz)
100 Hz				
1500 Hz				
4800 Hz				
12000 Hz				
25000Hz				

Çizelge-3

3. RAPORDA İSTENENLER:

- a. Her üç ölçümde elde edilen sonuçları çizelge biçiminde yazınız.
- b. Bir osiloskop ekranında zamanla değişen, periyodik bir işaretin tepeden tepeye değeri 3.4 birim (Div) ve osiloskopun ilgili kanalının Volt/Div komütatörü 5 kademesine ayarlı ise; Sinüs, Kare ve Üçgen biçimli (aynı V_{TT} değerine sahip) işaretler için V_T ve V_{Tet} değerlerini ayrı ayrı hesaplayınız.
- c. 10 kHz frekanslı bir sinüs dalgasının periyodunun osiloskop ekranında 10 birim (Div) uzunluğunda yer alabilmesi için Time/Div kademesi kaç olmalıdır?
- d. Time/Div ayarı 20 s/Div olan bir osiloskopun ekranında, periyodu 6.3 birim (Div) uzunluğunda olan bir kare dalga yer almaktadır. Bu kare dalganın periyodunu ve frekansını hesaplayınız.