

$$V_{TT} = (6 \text{ DIV}) \times (1 \text{ V/DIV}) \times (1) = 6V$$

Gerilimin Maksimum Değeri (V_M)

$$V_M = V_{TT}/2$$

$$V_M = 6/2 = 3V$$

Gerilimin Etkin (RMS) Değeri (V_e)

Gerilimin Etkin Değeri (V_e)

$$V_e = 3 \times 0.707 = 2.121V$$

• Osiloskop ile Frekans Ölçmek

Periyot (T)

$$T = (\text{Yatay kare sayısı}) \times (\text{TIME/DIV kademesi})$$

$$T = 5 \times 2\text{ms} = 10\text{ms}$$

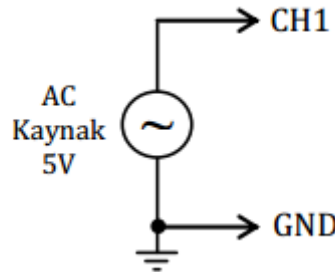
Frekans (f)

$$f = 1/T$$

$$f = 1/10\text{ms} = 100\text{Hz}$$

Uygulama 1:

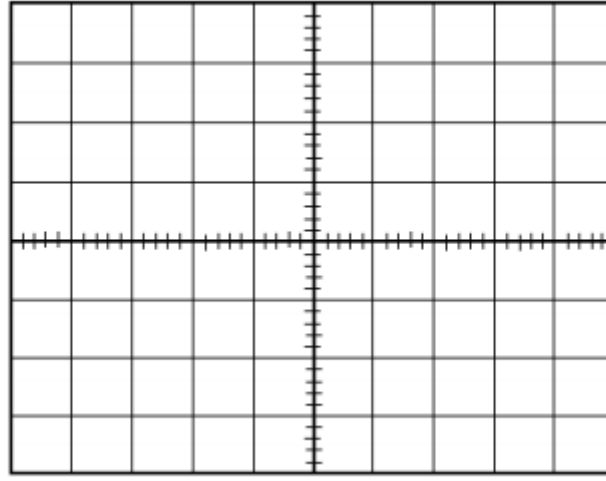
- AC gerilim kaynağının (5V, 100Hz) dalga şeklini osiloskop ekranında göstermek için osiloskobun CH1 kanalını Şekil 2’de gösterildiği gibi bağlayınız.
- Osiloskop ekranında dalga şeklini uygun biçimde görmek için CH1 kanalının VOLT/DIV ve TIME/DIV kademe ayarlarını yapınız.
- Osiloskop üzerinden CH1 kanalının VOLT/DIV kademe değerini, TIME/DIV kademe değerini ve prob üzerinden prob çarpanı değerini Çizelge 1’e kaydediniz.
- Osiloskop ekranındaki görüntüsünü Şekil 3 üzerine çiziniz. AC gerilim dalga şeklinin tepeden tepeye, maksimum, etkin, periyot ve frekans değerlerini hesaplanarak Çizelge 1’e kaydediniz.



Şekil 2. Deneysel ölçümler için gerekli devre diyagramı

Çizelge 1. Teorik hesaplama ve ölçüm verileri

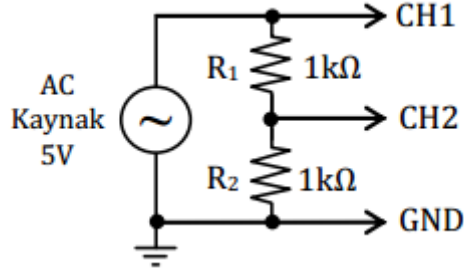
Ölçüm Verileri				
Dikey kare sayısı	Yatay kare sayısı	CH1 VOLTS/DIV	TIME/DIV	Prob Çarpanı
Hesaplanan Değerler				
V_{TT} (V)	V_M (V)	V (V)	T (s)	f (Hz)



Şekil 3 Osiloskop ekranı

Uygulama 2:

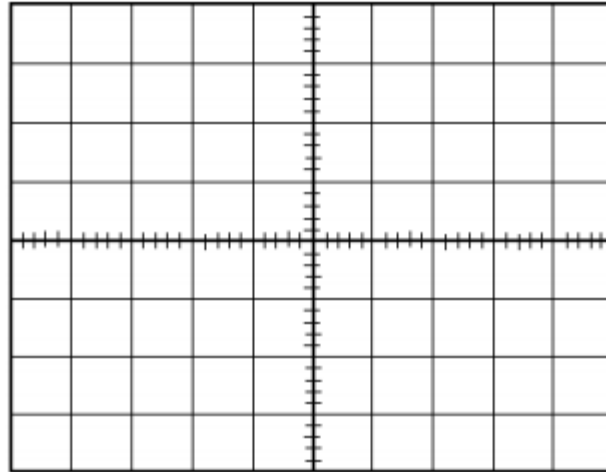
- AC gerilim kaynağı (5V, 50Hz) ve V_{R2} gerilim dalga şeklini birlikte osiloskop ekranında göstermek için osiloskobun CH1 ve CH2 kanalını Şekil 4’de gösterildiği gibi bağlayınız.
- Osiloskop ekranında dalga şekillerini uygun biçimde görmek için CH1 ve CH2 kanalının VOLT/DIV kademeleri ile TIME/DIV kademe ayarlarını yapınız.
- Osiloskop üzerinden CH1 ve CH2 kanalı VOLT/DIV kademe değerlerini, TIME/DIV kademe değerini ve prob lar üzerinden prob çarpanı değerlerini Çizelge 2’ ye kaydediniz.
- Osiloskop ekranındaki görüntüsünü Şekil 5 üzerine çiziniz.
- AC gerilim kaynağı ve V_{R2} gerilim dalga şeklinin tepeden tepeye, maksimum, etkin, periyot ve frekans değerlerini hesaplayarak Çizelge 2’ye kaydediniz.



Şekil 4. Deneysel ölçümler için gerekli devre diyagramı

Çizelge 2. Teorik hesaplama ve ölçüm verileri

Ölçüm Verileri							
Dikey kare sayısı (DIV)		VOLTS/DIV		Prob Çarpanı		Yatay kare sayısı (DIV)	TIME/DIV
CH1	CH2	CH1	CH2	CH1	CH2		
Hesaplanan Değerler							
V _{TT} (V)		V _M (V)		V (V)		T (s)	f (Hz)
CH1	CH2	CH1	CH2	CH1	CH2		



Şekil 3 Osiloskop ekranı

1-a) AA Gerilim Ölçümü

Amaç: AA devrede gerilim ölçmek ve AA voltmetrorenin kullanımı

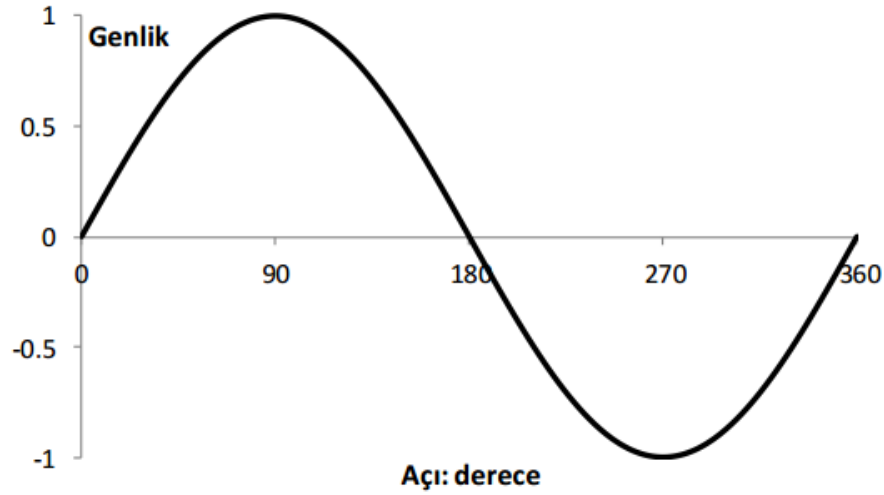
Gerekli Ekipmanlar: AA Güç Kaynağı, AA Voltmetre, 33Ω Direnç, 47Ω Direnç, Dizilim Kartı, Muhtelif Sayıda Bağlantı Kablosu.

Teorik Bilgi: AA devrelerde gerilimin etkin değerin ölçülmesi için AA voltmetreler kullanılmaktadır. AA voltmetrorenin ölçüm uçları gerilimi ölçülmek istenen devre elemanı uçlarına paralel olarak bağlanır. AA ölçümlerde, ölçüm uçlarının yer değıştirmesi ölçülen değerin işaretini değıştirmez.

Etkin (RMS) Değer

Bir alternatif akımın etkin değeri belli bir saf direnç biçimindeki yükte aynı miktarda ısı oluşturan doğru akım değeri olarak tanımlanmaktadır. İdeal sinüs dalga şekli için etkin değeri maksimum değeri 0,707 ya da katıdır. Şekil 1’de ideal sinüs dalga şekli görülmektedir.

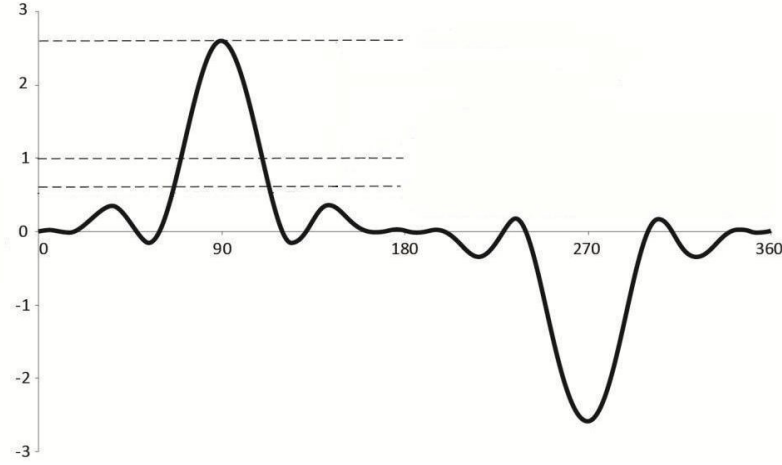
$$V_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2 dt} = \frac{V_M}{\sqrt{2}} \quad (1)$$



Şekil 1. İdeal sinüs dalga şekli

True RMS Değer

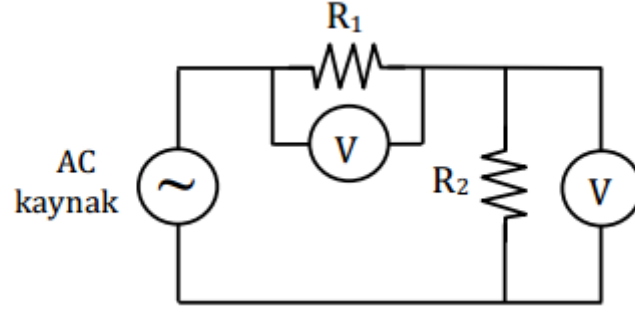
Tüm analog ölçü aletleri ile dijital multimetrelerin çoğu ideal sinüs eğrisi için geliştirilmiş basit bir yöntem ile etkin değer ölçümü yapmaktadır. Ancak, doğrusal olmayan yüklerin (bilgisayar, UPS, elektronik balast, doğrultucular, vb.) yaygın kullanımıyla elektrik şebekesinde harmonikli akım ve gerilimler oluşmaktadır. Harmoniklerden dolayı ideal sinüs formundan sapmış sinüzoidal olmayan dalga şekillerinin ölçümünde gerçek etkin değer ölçen ölçü aletleri kullanmak gerekir. Sıradan bir multimetre ile True RMS multimetre ideal sinüs dalga şekli ölçümünde aynı değeri gösterir. Ancak sıradan multimetre, True RMS cihaza göre kare dalgayı %10 daha yüksek, üç faz diyot doğrultucu akım dalga şeklini %30 daha düşük, bir faz diyot doğrultucu akım dalga şeklini ise %40 daha düşük bir değerde göstermektedir. Şekil 2’de bilgisayar tarafından çekilen akım dalga şekli gösterilmektedir.



Şekil 2. Bilgisayar tarafından çekilen akım dalga şekli

Uygulama:

- Şekil 3’de verilen devre dizilim kartı üzerine kurunuz.
- Devreye AA güç verilmeden önce bağlantıları kontrol ediniz.
- Uygun değerlikli dirençleri devreye bağlayınız.
- Kaynak Olarak 5V-50Hz’lik sinüs kaynağı devreye bağlayınız.
- Voltmetre değeri okunarak ilgili çizelgeye kaydediniz.
- Ölçülen değerler ile teorik olarak hesaplanan değerlerle kıyaslayınız.



Şekil 3. Ölçüm yapılacak devrenin şematik diyagramı

Çizelge 1. Teorik hesaplama ve ölçüm verileri

Teorik Hesaplama				
AA Gerilim (V)	R_1 (Ω)	R_2 (Ω)	V_{R1} (V)	V_{R2} (V)
Ölçüm Verileri				
AA Gerilim (V)	R_1 (Ω)	R_2 (Ω)	V_{R1} (V)	V_{R2} (V)

1-b) Alternatif Akım Ölçümü

Amaç: AA devrede akım ölçmek ve AA ampermetrenin kullanımı

Gerekli Ekipmanlar: AA Güç Kaynağı, 33 Ω Direnç, 47 Ω Direnç Ampermetre, Devre Dizilim Kartı, Bağlantı Kabloları.

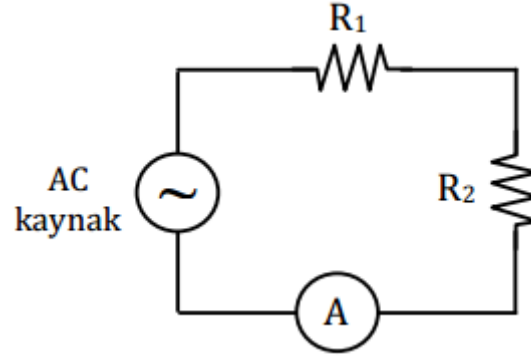
Teorik Bilgi: AA devrelerde akımın etkin (RMS) değerinin ölçülmesi için AA amperetreler kullanılmaktadır. AA amperetrenin ölçüm uçları akımı ölçülmek istenen devre elemanına seri olarak bağlanır. AA ölçümlerde, ölçüm uçlarının yer değiştirmesi ölçülen değerin işaretini değiştirmez.

Uygulama:

- Şekil 4’de verilen devreyi dizilim kartı üzerine kurunuz.
- Devreye AA güç verilmeden önce bağlantıları kontrol ediniz.
- Uygun değerlikli dirençleri devreye bağlayınız.
- Kaynak Olarak 12 V’luk sinüs kaynağını devreye bağlayınız. (Setteki sabit AC12V’luk kaynağı kullanınız.)

EET-202 DEVRE ANALİZİ-II DENEY FÖYÜ

- Ampermetre değeri okunarak ilgili çizelgeye kaydediniz.
- Ölçülen değerler ile teorik olarak hesaplanan değerleri kıyaslayınız.



Şekil 4. Ölçüm yapılacak devrenin şematik diyagramı

Çizelge 2. Teorik hesaplama ve ölçüm verileri

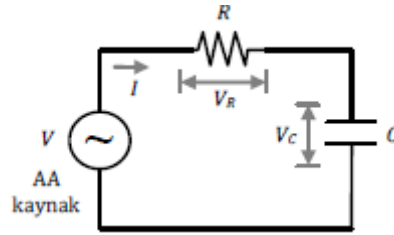
Teorik Hesaplama			
AA Gerilim (V)	R_1 (Ω)	R_2 (Ω)	I (mA)
Ölçüm Verileri			
AA Gerilim (V)	R_1 (Ω)	R_2 (Ω)	I (mA)

ALTERNATİF AKIM ALTINDA RC DEVRE ANALİZİ

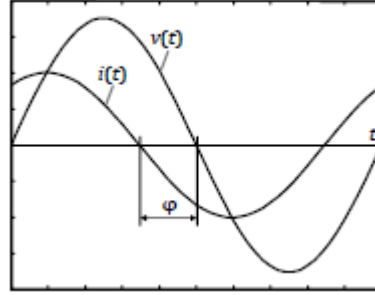
Amaç: Alternatif akım altında seri RC devresinin analizi ve deneysel olarak incelenmesi

Gerekli Ekipmanlar: AA Güç Kaynağı, Ampermetre, Voltmetre, Osiloskop, 470Ω Direnç, 47nF Kondansatör, Dizilim Kartı, Muhtelif Sayıda Bağlantı Kablosu.

Teorik Bilgi: AA kaynak gerilimi ile beslenen seri bağlı direnç ve kapasitör (RC) devresi Şekil 1’de gösterilmektedir Devre kapasitif özellik gösterdiğinden devre akımı kaynak geriliminden ϕ açısı kadar ileri fazlı olmaktadır (Şekil 2)



Şekil 1. Seri RC devresi

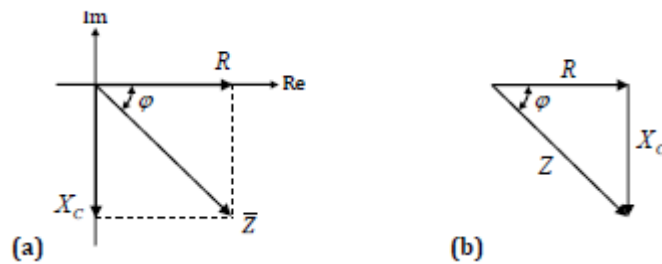


Şekil 2. Seri RC devresinde kaynak gerilimi ve devre akımı dalga şekilleri

Seri RC devresinde:

$$\text{Kapasitif reaktans: } X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} \quad (1)$$

Şekil 3’de seri RC devresinde empedansın fazör gösterimi ve empedans üçgeni gösterilmektedir.



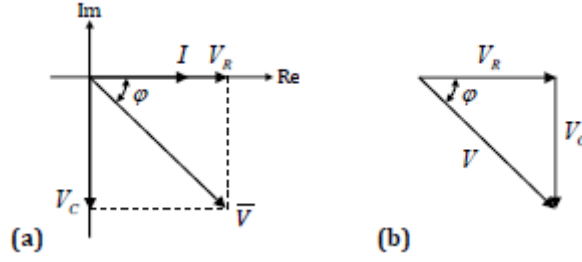
Şekil 3. Seri RC devresinde; (a) empedansın fazör gösterimi, (b) empedans üçgeni

EET-202 DEVRE ANALİZİ-II DENEY FÖYÜ

Devre empedansının fazör gösterimi: $\bar{Z} = R - jX_c = Ze^{-i\varphi}$ (2)

Devre empedansının genliği: $Z = |\bar{Z}| = \sqrt{R^2 + X_c^2}$ (3)

Seri devrede akımın referans alınması ile RC devresi eleman gerilimlerinin fazör gösterimi ve gerilim üçgeni elde edilir (Şekil 4).



Şekil 4. Seri RC devresinde; (a) kaynak gerilimi fazör gösterimi, (b) gerilim üçgeni

Eleman gerilimlerinin etkin değerleri: $V_R = IR$ $V_C = IX_c$ $V = IZ$ (4)

Kaynak gerilimi fazör gösterimi: $\bar{V} = V_R - jV_C$ (5)

Kaynak geriliminin etkin değeri: $V = |\bar{V}| = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$ (6)

Devre akımının etkin değeri: $I = \frac{V}{Z}$ (7)

Devrenin güç katsayısı: $\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{V_R}{V}$ (kapasitif) (8)

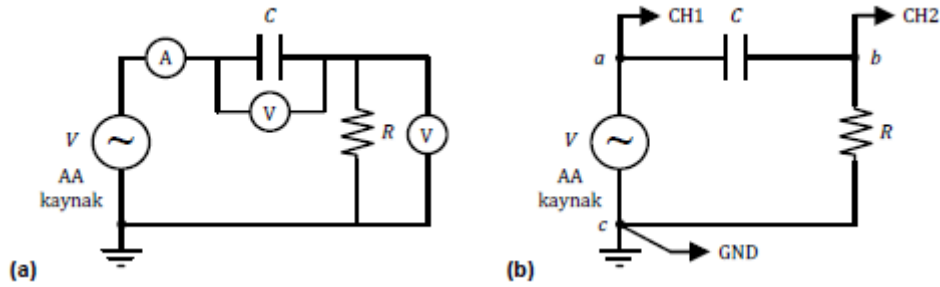
Akım ile gerilim arasındaki faz farkı $\varphi = \cos^{-1}\left(\frac{R}{Z}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{V_R}{V}\right)$ (9)

Uygulama:

- Şekil 5'deki seri RC devrede $R = 470\Omega$ direnç ve $C = 47\mu F$ kondansatör kullanınız.
- R direncinin değerini ölçünüz ve Çizelge 1'e kaydediniz.
- X_c reaktansını hesaplayınız ve Çizelge 1'e kaydediniz.
- Z devre empedansını hesaplayınız ve Çizelge 1'e kaydediniz.
- Şekil 5-a'daki devreyi kurunuz ve 5V-50Hz AA gerilim uygulayınız.
- Kaynak gerilimini voltmetre ile ölçünüz ve Çizelge 1'e kaydediniz.
- Voltmetre ile R direncinin gerilim değerini, C kapasitörü üzerindeki gerilim değerini ölçünüz ve Çizelge 1'e kaydediniz.

EET-202 DEVRE ANALİZİ-II DENEY FÖYÜ

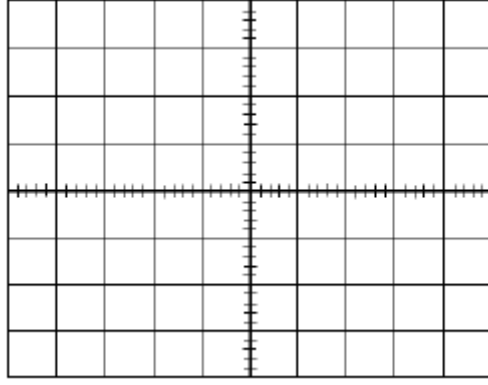
- Ölçülen V_R ve V_C değerleri kullanılarak Eşitlik 6 ile kaynak gerilim değerini hesaplayınız ve Çizelge 1'e kaydediniz.
- Hesaplanan ve ölçülen kaynak gerilim değerlerini karşılaştırınız.
- Denklem-7'yi kullanılarak devre akımını hesaplayınız ve Çizelge 1'e kaydediniz.
- Ampermetre ile Şekil 5-a'daki devrenin akımını ölçünüz ve Çizelge 1'e kaydediniz.
- Hesaplanan ve ölçülen devre akım değerlerini karşılaştırınız.
- Devrenin güç katsayısı ve akım ile gerilim arasındaki faz farkını hesaplayınız ve Çizelge 1'e kaydediniz.
- Seri RC devresinde kaynak gerilimi ile devre akımı dalga şekillerini ve aralarındaki faz farkını osiloskop ekranında göstermek için Şekil 5-b'deki gibi osiloskobun CH1 girişi devrenin a düğümüne GND ucu ise devrenin c düğümüne ve CH2 girişi devrenin b düğümüne GND ucu ise devrenin c düğümüne bağlayınız.
- Osiloskop ekranında dalga şekillerini uygun biçimde görmek için CH1 ve CH2 kanalının VOLT/DIV ve TIME/DIV kademe ayarlarını yapınız.
- Devre akımının kaynak geriliminden ϕ açısı kadar ileri fazlı olduğu gözlemleyiniz.
- Osiloskop ekranındaki görüntüyü Şekil 6 üzerine çiziniz.
- Kaynak gerilimi ve devre akımı arasındaki faz farkını ölçünüz ve Çizelge 1'e kaydediniz.
- Osiloskop üzerinden CH1 ve CH2 kanalı VOLT/DIV kademe değerlerini, TIME/DIV kademe değerini ve problemin prob çarpanı değerlerini Çizelge 2'ye kaydediniz.



Şekil 5. Deneysel ölçümler için gerekli devre diyagramı

Çizelge 1. Teorik hesaplama ve ölçüm verileri

Ölçüm Verileri					
$R (\Omega)$	$V (V)$	$V_R (V)$	$V_C (V)$	$I (mA)$	$\phi (^{\circ})$ (osiloskop)
Hesaplanan Değerler					
$X_C (\Omega)$	$V (V)$	$Z (\Omega)$	$\cos\phi$	$I (mA)$	$\phi (^{\circ})$



Şekil 6. Osiloskop ekranı

Çizelge 2. Osiloskop kademe değerleri

VOLT/DIV		Prob Çarpanı		TIME/DIV
CH1	CH2	CH1	CH2	

SÜPERPOZİSYON TEOREMİNİN DOĞRULAMASI

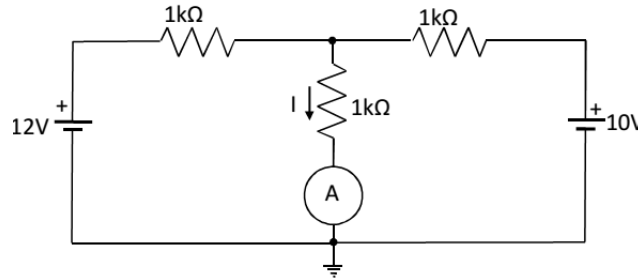
Amaç: Süperpozisyon teoreminin doğrulanması ve direnç üzerinden akacak akımın belirlenmesi.

Gerekli Ekipmanlar: DA Güç kaynağı (0-15V), 1 k Ω 'luk direnç takımı, Ampermetre, Dizilim Kartı, Bağlantı Kablosu.

Teorik Bilgi: Birden fazla kaynak içeren lineer bir devrede bir noktadan akan akımın ya da iki nokta arasındaki gerilim düşümünün belirlenmesi için her bir kaynağın etkilerinin -diğerleri devre dışı bırakılmak kaydı ile- yönlü olarak cebirsel toplamına Süperpozisyon Teoremi denilmektedir.

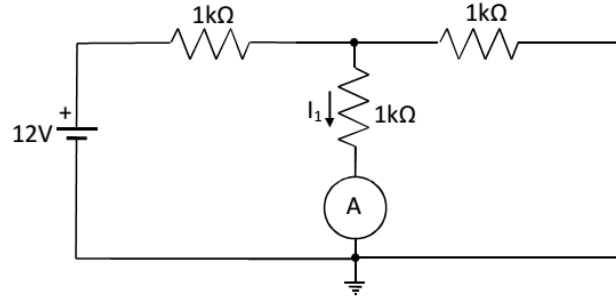
Uygulama:

- Şekil 1'de gösterilen devre diyagramı devre dizilim kartına kurulur.
- DA güç kaynağı açılarak devre beslenir.
- Çeşitli devre analiz yöntemleriyle 1k Ω üzerinden akacak olan akım belirlenir.
- 10V'luk DA kaynak çıkarılarak şekil 2'de gösterilen devre kurulur ve 1 k Ω üzerinden akan I_1 akımı ampermetre ile ölçülür. Bu akım değeri teorik olarak da hesaplanır.
- Daha sonra 12V'luk DA kaynak devreden çıkarılarak Şekil 3' teki devre kurulur ve 1k Ω üzerinden akan I_2 akımı ampermetre ile ölçülür. Bu akım değeri teorik olarak da hesaplanır.
- Son olarak şekil 1'deki devre kurularak her iki kaynak devrede iken 1 k Ω üzerinden akan I akımı ölçülür ve I_1 ile I_2 akımının toplam değerine eşit olup olmadığı gözlemlenir.
- Son olarak olması gereken I akımı teorik olarak hesaplanan I_1 ve I_2 akımlarının toplamına eşit olup olmadığı belirlenerek tüm değerler aşağıdaki tabloya kaydedilir.

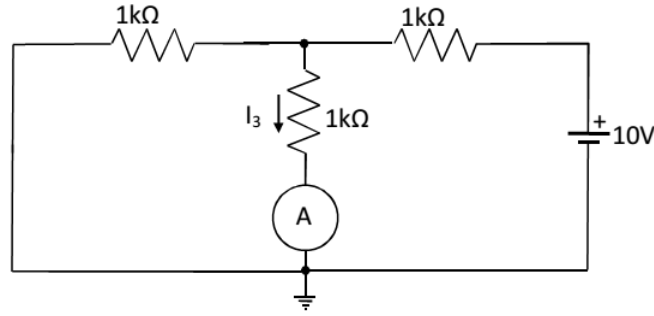


Şekil 1. Devrede tüm kaynaklar mevcut iken

EET-202 DEVRE ANALİZİ-II DENEY FÖYÜ



Şekil 2. Devrede yalnızca 12V’luk kaynak mevcut iken



Şekil 3. Devrede yalnızca 10V’luk kaynak mevcut iken

Çizelge 1. Ölçümler ve Teorik Hesaplamalar

V (Volt)		I ₁ (mA)		I ₂ (mA)		I (mA)	
V ₁	V ₂	Teorik Hesaplama	Ölçülen Değer	Teorik Hesaplama	Ölçülen Değer	Teorik Hesaplama	Ölçülen Değer

Deney No:5**DOĞRU GERİLİM ALTINDA SERİ RC DEVRESİ VE GEÇİCİ OLAYLARIN İNCELENMESİ**

Amaç: DA uyartımı altında çalışan seri RC devresinin inceleyerek zaman sabitinin belirlenmesi, kapasitörün şarj ve deşarj olaylarının incelenmesi.

Gerekli Ekipmanlar: DA Güç Kaynağı (0-15V), 1 Adet DA Voltmetre, 2 Adet Tek Kutuplu Mekanik Anahtar veya 1 Adet Ters Yönlü Anahtar, 4 Adet 10 kΩ 'luk Direnç, 4 Adet 1kΩ 'luk Direnç, 25V 1000 µF Elektrolitik Kapasitör, Dizilim Kartı, Bağlantı Kablosu.

Teorik Bilgi: Kapasitör, üzerinde elektrik yükü biriktirerek elektrik enerjisi depolayan iki uçlu dinamik bir devre elemanıdır. Kapasitör elemanı doğru akım altında açık devre özelliği gösterirken alternatif akım altında ise kısa devre davranışı gösterir. Kapasitörden geçen akım i ile kapasitör uçlarında oluşan gerilim v arasındaki ilişki:

$$i(t) = C \frac{dv(t)}{dt} \quad \text{veya} \quad v(t) = \int_0^t i(x)dx + v(0)$$

bağıntıları ile verilir.

DA altında çalışan seri bir RC devresinde (Şekil 1), 1 anahtarı kapatılıp 2 anahtarı açıldığında C kapasitörü R1 direnci üzerinden şarj olmaya başlar ve bir müddet sonra kapasitörden geçen akım yaklaşık olarak sıfır değerine ulaşır. Bu durum kapasitörün kaynak gerilimi değerinde şarj olduğunu ifade eder ve $v(0) = 0$ olması durumunda, kapasitör uçlarındaki gerilim

$$v = V_s \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right), \quad t \geq 0$$

olur. Şarj süresi, $\tau = RC$ zaman sabitine veya diğer bir deyişle devre elemanlarının değerine bağlı olup $t = 5\tau$ zaman aralığı kapasitörün şarj süresi olarak kabul edilir. Şarj edilen bir kapasitörün deşarj edilmesi için 1 anahtarı açılıp 2 anahtarı kapatılır. Bu durumda, kapasitörde depo edilen enerji yük üzerinde harcanarak sıfırlanır. Deşarj durumunda kapasitör uçlarındaki gerilim başlangıç koşulu $v(0) = v_s$ olmak kaydıyla

$$v = V_s e^{-\frac{t}{RC}}, \quad t \geq 0$$

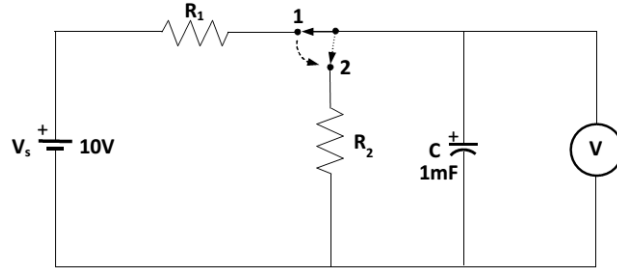
ifadesi verilir.

Deneyin Yapılışı:

- Şekil 1'de gösterilen devre diyagramı devre dizilim kartına kurulur.
- DA gerilim kaynağını 10V değerine ayarlayarak devreyi beslemeye hazır hale getirin. Daha sonra 1 anahtarını kapatıp 2 anahtarı açarak kapasitörün R1 direnci üzerinden şarj edin.

EET-202 DEVRE ANALİZİ-II DENEY FÖYÜ

- Kapasitör şarj edilirken voltmetre ile ölçülen gerilimin yavaş yavaş yükseldiğini gözleyin ve kaynak gerilimi değerinde sabit kaldığını görün.
- Daha sonra anahtar 1. konumdan 2. konuma getirerek kapasitörün R_2 direnci deşarj edilmesi sağlayın.
- Deşarj sırasında voltmetreyi gözleyin ve voltmetrenin yavaş yavaş düştüğü görün.
- Şarj ve deşarj süreleri R ve C parametrelerine bağlıdır ve bu parametrelerin değişmesi bu süreleri etkiler. Bunun görülmesi için Çizelge 1 ve 2’de verilen direnç değerleri kullanılarak zaman sabitini hem hesaplayıp hem de bir süreölçer ile gözlemleyin.
- Elde edilen ölçüm sonuçlarını Çizelge 1 ve 2’ye kaydedin. Her bir direnç çiftine karşılık gelen şarj ve deşarj ifadelerini elde edip rapor için kullanın.



Şekil 1. Seri RC devresinin incelenmesi için devre şeması.

Çizelge 1a. Kapasitör şarjı esnasındaki hesap ve ölçüm sonuçları.

V_s (V)	R_1 (k Ω)	R_1C (s) (Hesap)	R_1C (s) (Ölçüm)
10	10		
	5		
	2		
	1		

Çizelge 1b. Şarj sırasında kapasitör geriliminin hesap ve ölçüm sonuçları.

V_s (V)	R_1C (s)	V_c (V) (Hesap)	V_c (V) (Ölçüm)
10	1		
	2		
	3		
	5		
	6		
	10		

EET-202 DEVRE ANALİZİ-II DENEY FÖYÜ

Çizelge 2a. Kapasitör deşarjı esnasındaki hesap ve ölçüm sonuçları.

V_s (V)	R_2 (k Ω)	R_2C (s) (Hesap)	R_2C (s) (Ölçüm)
10	10		
	5		
	2		
	1		

Çizelge 2b. Deşarj sırasında kapasitör geriliminin hesap ve ölçüm sonuçları.

V_s (V)	R_2C (s)	V_c (V) (Hesap)	V_c (V) (Ölçüm)
0	1		
	2		
	3		
	5		
	6		
	10		