

	ÇÖKESEN ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
		DENEY 1: VOLTMETRE VE AMPERMETRE İLE YAPILAN ÖLÇÜMLER	Ref.No:	ES05-01.TR

Giriş:

Bir iletkenin içinden elektrik yüklerinin akmasını sağlamak, yani elektronları veya elektrikli parçacıkları hareket ettirmek ve dahası bunu sürdürebilmek için bir etkene gereksinim vardır. Varlığı zorunlu bu etkene elektrik potansiyeli veya kısaca **Gerilim** denir. Gerilim kısaca E, U veya V harfleri ile gösterilir ve birimi Volt olarak ifade edilir.

Bir iletkenin iki ucu arasına gerilim uygulandığında, elektrik yükü dengesizliği giderilecek şekilde elektronlar iletken içinde harekete geçerler. Birim zaman içinde bir noktadan geçen elektrik yükü miktarına **Akım şiddeti** denir. Akım kısaca I harfi ile gösterilir ve birimi Amper olarak ifade edilir.

Elektrik devrelerinde gerilim ve akım değerlerini ölçmek amacıyla Voltmetre, Ampermetre veya Multimetre adı verilen ölçü aletleri kullanılır.

Ampermetre elektrik akım şiddetini ölçmekte kullanılan alet ya da cihazdır. Cihaz istenilen ölçümü, amper (A) olarak adlandırılan elektrik akım şiddeti birimi veya bunun askatları cinsinden işaretlenmiş bir skala üzerinde doğrudan gösterir.

Voltmetre her çeşit gerilimi veya bir devrenin herhangi iki noktası arasındaki potansiyel farkını (voltajı) gösteren alettir.

Multimetre (veya AVO metre) ise akım, gerilim, direnç vb. büyüklükleri tek başına ölçme yeteneğine sahip cihazdır. Bu yeteneği ile en çok tercih edilen ölçü aletidir.



Şekil 1.1: Analog ve dijital multimetreler

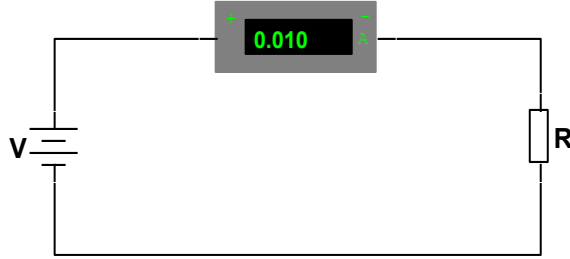
Ampermetre, voltmetre ve multimetrelerin hem elektromekanik bir göstergeye sahip analog tipleri, hem de günümüzde çok yaygın olarak kullanılan dijital göstergeli tipleri bulunmaktadır (şekil 1.1).

Doğru ölçüm yapabilmek ve bu cihazları arızalara karşı koruyabilmek için bağlantı şekillerine dikkat edilmelidir. Öncelikli olarak ister gerilim ve isterse de akım ölçümü olsun, **alışkanlık haline getirmemiz gereken davranış, ölçü aleti proplarını yönlerine dikkat ederek kullanmaktır. Kırmızı prop (+) ve siyah prop (-) ölçüm ucunu temsil etmektedir.** Özellikle analog ölçü aletlerinde prop yönlerinin ters

	ÇEKES ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
		DENEY 1: VOLTMETRE VE AMPERMETRE İLE YAPILAN ÖLÇÜMLER	Ref.No:	ES05-01.TR

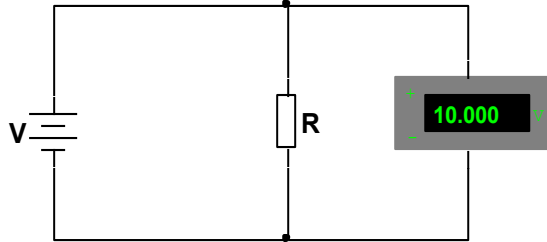
bağlanması, mekanik yapıdaki ibrenin ters yöne hareket etme isteği neticesinde kolayca zarar görebilmektedir.

Ampermetrenin akımı ölçülecek devreye bağlantısı seri olarak yapılır. Bunun için akım ölçülecek hattın açılması ve ampermetrenin açılan bu hatta seri ve prop yönlerine dikkat edilerek bağlanması gerekir (şekil 1.2).



Şekil 1.2: Ampermetre devreye seri olarak bağlanır

Voltmetre devreye paralel olarak bağlanmalıdır. Gerilimi ölçülecek devre elemanı uçlarına paralel ve prop yönleri doğru olacak şekilde bağlantısı yapılır (şekil 1.3).

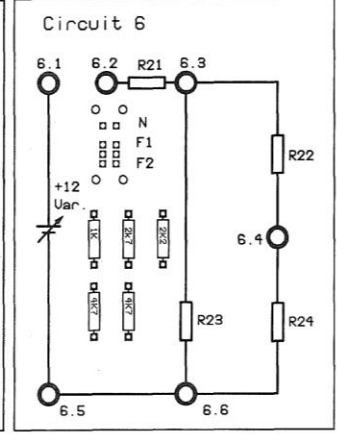
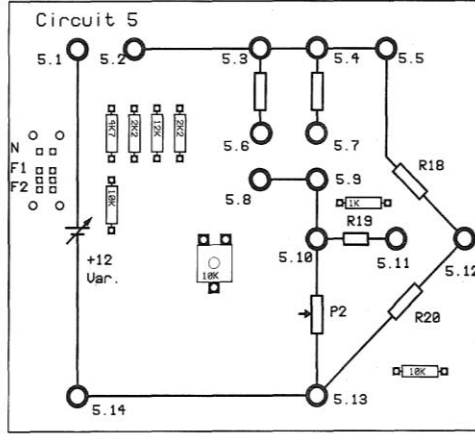
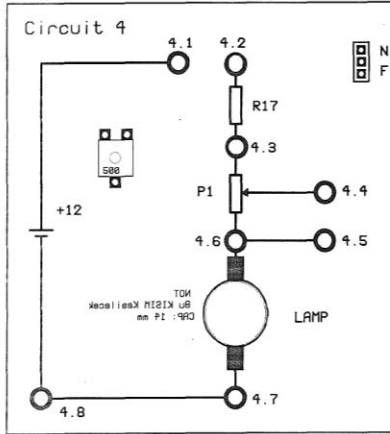
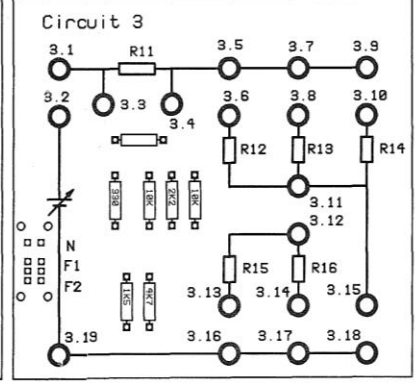
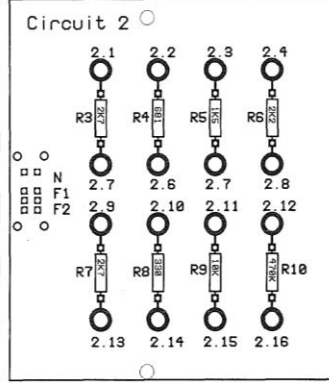
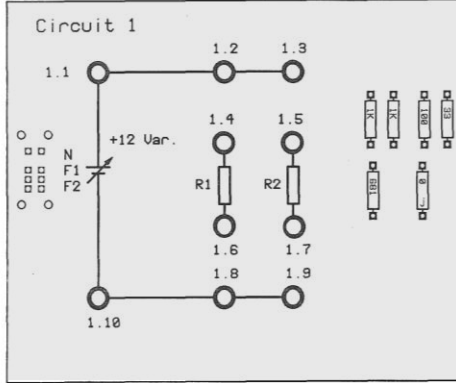


Şekil 1.3: Voltmetre devreye paralel olarak bağlanır

Özellikle ampermetrenin yanlışlıkla devreye paralel bağlanması sonucunda, cihazın koruma sigortası atmakta ve hatta bazen sigorta atana dek bazı devre elemanlarının bozulmasına da neden olabilmektedir. Bu yüzden ampermetre kullanırken daha fazla dikkat edilmesi gerekmektedir.

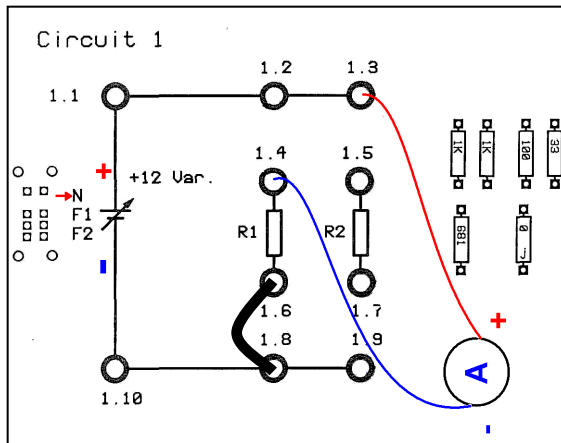


Deney modülü

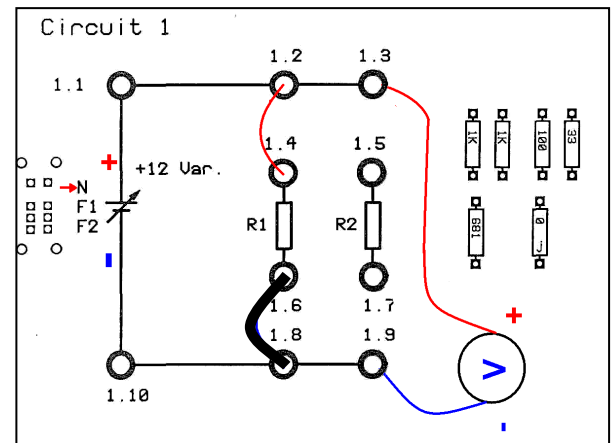


Deney bağlantı planı

Ampemetre ile akım ölçme



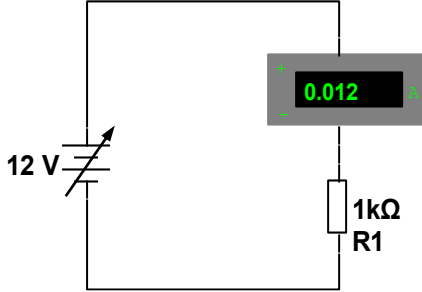
Voltmetre ile gerilim ölçme



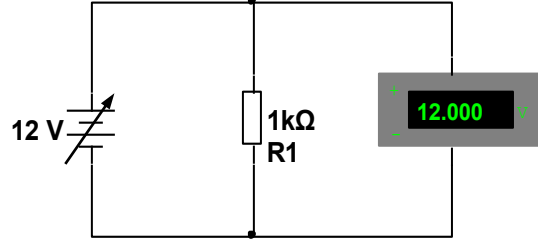
	ÇEKES ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI	
		DENEY 1: VOLTMETRE VE AMPERMETRE İLE YAPILAN ÖLÇÜMLER	Ref.No: ES05-01.TR

Deney Şeması:

Ampermetre ile akım ölçme



Voltmetre ile gerilim ölçme



Deneyde kullanılan malzemeler

- 1) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti
- 2) ES05-01 modülü

İşlem basamakları

- 1) ES05-01 modülünü ES05 ana ünitesine bağlayın. Ana ünite üzerindeki güç anahtarının OFF durumunda olmasına dikkat edin.

Ampermetre ile akım ölçme

- 2) Hata anahtarlarının normal konumda olmasını sağlayın.
- 3) Deney bağlantı planını ES05-01 modülü Circuit 1 devresi üzerinde gerçekleştirin.
- 4) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ana ünitesinde bulunan multimetreyi DC mA konumuna alıp ampermetre olarak kullanın.
- 5) Ampermetrenin (+) terminalini devrenin 1.3 pinine ve (-) terminalini devrenin 1.4 pinine bağlayın.
- 6) Devre üzerindeki 1.6 ve 1.8 pinlerini kısa devre yapın.
- 7) Devreye +12 V ayarlanabilir gerilim ana ünite üzerinden gelmektedir ve yine ana ünite üzerindeki potansiyometre ile kontrol edilmektedir.
- 8) Tüm bağlantıları yaptıktan ve kontrol ettikten sonra ana ünite üzerindeki güç anahtarını ON konumuna alın.
- 9) Ampermetre R₁ direncinden geçen akımı göstermektedir.
- 10) Ölçüm tablosunda verilen giriş gerilimi değerleri için, dirençten geçen akım değerlerini ölçün.
- 11) Devrenin enerjisini kesip, bağlantı kablolarını sökün.
- 12) Ölçüm sonuçlarını tabloya kaydedin.
- 13) Benzer ölçümleri devredeki R₂ direnci için de yapabilirsiniz.

	ÇOKESEN ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
		DENEY 1: VOLTMETRE VE AMPERMETRE İLE YAPILAN ÖLÇÜMLER	Ref.No:	ES05-01.TR

Voltmetre ile gerilim ölçme

- 14) Hata anahtarlarının normal konumda olmasını sağlayın.
- 15) Deney bağlantı planını ES05-01 modülü Circuit 1 devresi üzerinde gerçekleştirin.
- 16) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ara yüzü ana ünitesi üzerindeki voltmetrenin (+) terminalini devrenin 1.3 pinine ve (-) terminalini devrenin 1.9 pinine bağlayın.
- 17) Devre üzerindeki 1.2-1.4 ve 1.6-1.8 pinlerini kısa devre yapın.
- 18) Devreye +12 V ayarlanabilir gerilim ana ünite üzerinden gelmektedir ve yine ana ünite üzerindeki potansiyometre ile kontrol edilmektedir.
- 19) Tüm bağlantıları yaptıktan ve kontrol ettikten sonra ana ünite üzerindeki güç anahtarını ON konumuna alın.
- 20) Voltmetre R_1 direncin üzerinde düşen gerilimi göstermektedir.
- 21) Ölçüm tablosunda verilen giriş gerilimi değerleri için, direnç üzerinde düşen gerilim değerlerini ölçün.
- 22) Devrenin enerjisini kesip, bağlantı kablolarını sökün.
- 23) Hata anahtarını F1 konumuna alarak, hatanın kaynağını bulun.
- 24) Ölçüm sonuçlarını tabloya kaydedin.
- 25) Benzer ölçümleri devredeki R_2 direnci için de yapabilirsiniz.

Ampermetre ile akım ölçümü tablosu

Giriş gerilimi	Direnç akımı
3 V	
6 V	
9 V	
12 V	

Voltmetre ile gerilim ölçümü tablosu

Giriş gerilimi	Direnç gerilimi
3 V	
6 V	
9 V	
12 V	

	ÇOKESEN ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
		DENEY 1: VOLTMETRE VE AMPERMETRE İLE YAPILAN ÖLÇÜMLER	Ref.No:	ES05-01.TR

Değerlendirme soruları

- 1) Akım ölçümünde, giriş gerilimi arttıkça akım değeri nasıl etkilenmektedir?
- 2) Gerilim ölçümünde, giriş gerilimi arttıkça direnç üzerinde düşen gerilim değeri nasıl etkilenmektedir?

	ÇÖKESEN ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI	
DENEY 2: OHM KANUNU		Ref.No:	ES05-01.TR

Giriş:

Potansiyel farkın bir devrede elektronların akmasını sağlayan etmen olduğu bilinmektedir. Öyleyse bir iletkenin iki ucu arasındaki potansiyel fark arttıkça kesitinden birim zaman içinde daha çok sayıda elektron akacaktır.

Bir iletkenin içindeki direnci ise, elektronların akışına karşı gösterilen karşı koyma olarak tanımlamıştık. O halde elektronların akışını sağlayan voltaj sabit tutulduğunda, elektrik akımı orada mevcut olan dirence bağlı olacaktır. Şöyle ki, direnç arttıkça akım azalacaktır.

Alman fizikçi **George Ohm**'un deneysel olarak bulduğu ve kendi adıyla bilinen kanun şöyledir:

Bir devreden geçen akımın şiddeti uygulanan voltaj ile doğru orantılı, devrenin elektrik direnci ile ters orantılıdır.

Bunun matematiksel olarak ifadesi şöyledir:

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

Burada V = Voltaj (MKS 'de birimi volt - V)

I = Akım şiddeti (MKS 'de birimi amper - A)

R = Direnç (MKS 'de birimi ohm - Ω)

Bu formüldeki elemanlardan ikisi bilindiğinde üçüncü hesaplanabilir. Buna göre aynı formülü şu şekillerde de yazabiliriz:

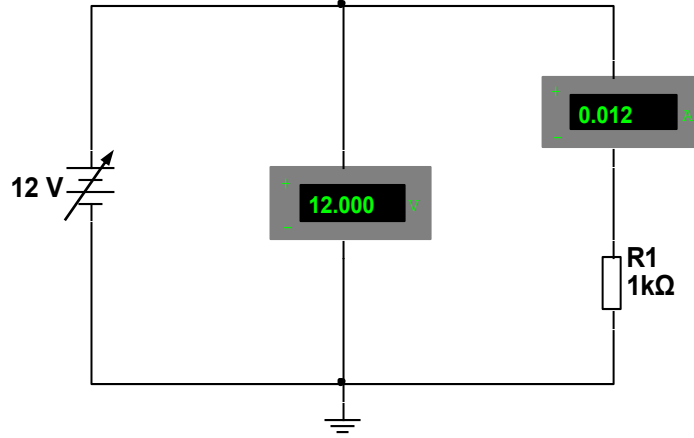
$$V = I \cdot R \quad \text{ve} \quad I = \frac{V}{R}$$

Bu eşitliklerden yola çıkarak voltaj birimi voltu şu şekilde tarif edebiliriz:

Direnci 1 ohm olan bir devrede akan elektrik şiddeti 1 amper ise bu devreye etki eden gerilim (veya potansiyel fark) bir volttur.

	ÇEKES ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI	
		DENEY 2: OHM KANUNU	Ref.No: ES05-01.TR

Deney Şeması:



Deneyde kullanılan malzemeler

- 1) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti
- 2) ES05-01 modülü

İşlem basamakları

- 1) ES05-01 modülünü ES05 ana ünitesine bağlayın. Ana ünite üzerindeki güç anahtarının OFF durumunda olmasına dikkat edin.
- 2) Hata anahtarlarının normal konumda olmasını sağlayın.
- 3) Deney bağlantı planını ES05-01 modülü Circuit 1 devresi üzerinde gerçekleştirin.
- 4) *Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ana ünitesinde bulunan multimetreyi DC mA konumuna alıp ampermetre olarak kullanın.*
- 5) Ampermetrenin (+) terminalini devrenin 1.3 pinine ve (-) terminalini devrenin 1.4 pinine bağlayın.
- 6) Ana ünite üzerindeki voltmetrorenin (+) terminalini devrenin 1.1 pinine ve (-) terminalini devrenin 1.10 pinine bağlayın.
- 7) Devre üzerindeki 1.6 ve 1.8 pinlerini kısa devre yapın.
- 8) Devreye +12 V ayarlanabilir gerilim ana ünite üzerinden gelmektedir ve yine ana ünite üzerindeki potansiyometre ile kontrol edilmektedir.
- 9) Tüm bağlantıları yaptıktan ve kontrol ettikten sonra ana ünite üzerindeki güç anahtarını ON konumuna alın.
- 10) Voltmetre R₁ direnci üzerinde düşen gerilimi ve ampermetre bu dirençten geçen akımı göstermektedir.
- 11) Ölçüm tablosunda verilen gerilim değerleri için, dirençten geçen akım değerlerini ölçün. Gerilim değerini akım değerine bölerek direncin değerini bulun.
- 12) Hata anahtarını F1 konumuna alarak gözlemlerinizi tekrarlayın.
- 13) Hata anahtarını normal konumuna alarak devrenin enerjisini kesip, bağlantı kablolarını sökün.
- 14) Ölçüm sonuçlarını tabloya kaydedin.
- 15) Benzer ölçümleri devredeki R₂ direnci için de yapabilirsiniz.

Ölçüm tablosu

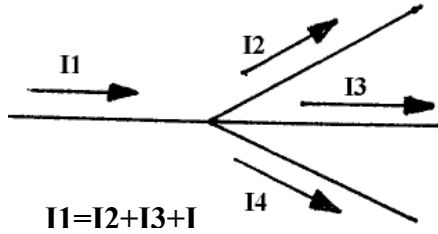
Gerilim V	Akım I	$R_1 = \frac{V}{I}$
3 V		
6 V		
9 V		
12 V		

Değerlendirme soruları

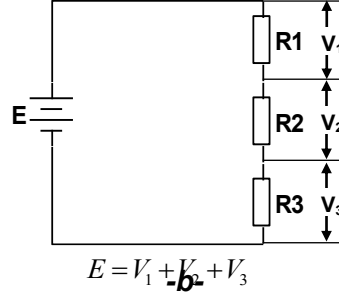
- 1) Gerilim arttıkça akım değeri nasıl etkilenmektedir?
- 2) Ölçüm tablosundaki gerilim ve akım değerlerinden hesapladığınız direnç değeri ile deneyde verilen direnç değeri arasında ne kadarlık bir fark vardır? Oluşan bu farkın sebebi nedir?

Giriş:

1- Akımlar Kanunu: Bir elektrik devresinde herhangi bir birleşme noktasına gelen akımların toplamı birleşme noktasından çıkan akımların toplamına eşittir (şekil 3.1-a).



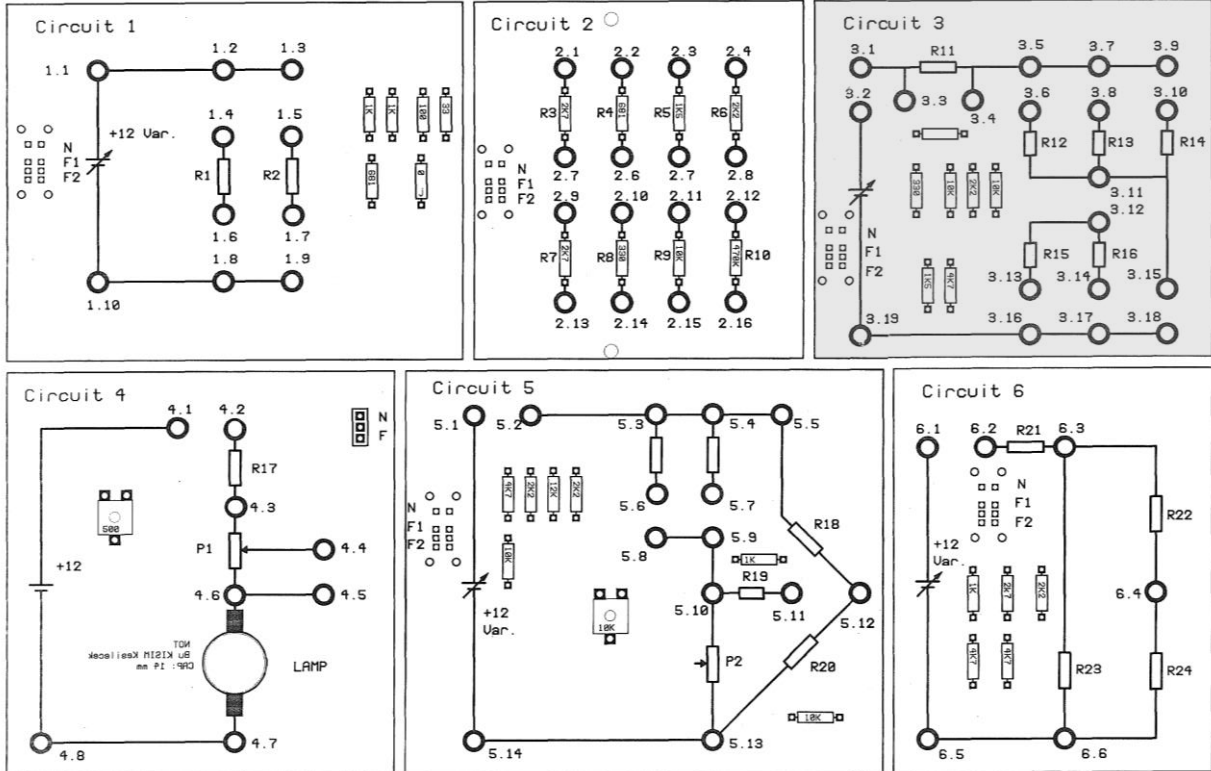
-a-



Şekil 3.1: Kirschoff' un akımlar ve gerilimler kanunu

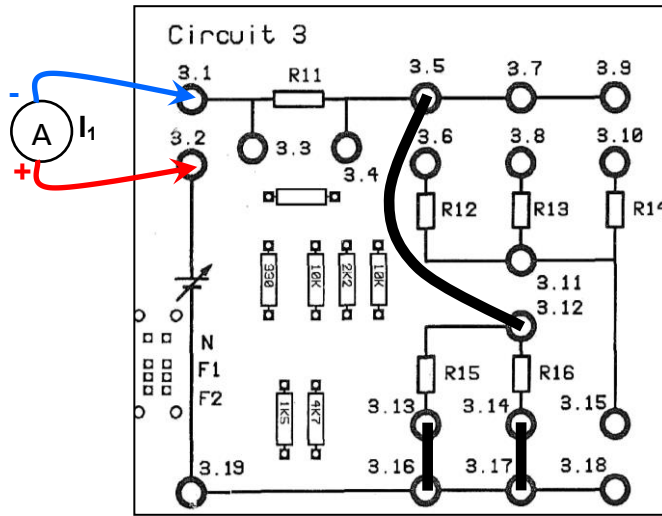
2- Gerilimler Kanunu: Bir elektrik devresi üzerindeki her kapalı iletken yol boyunca voltajların cebirsel toplamı sıfırdır. Farklı bir ifadeyle, kapalı bir elektrik devresine uygulanan kaynak gerilimi, devredeki seri bağlı elemanlar üzerine düşen gerilimler toplamına eşittir (şekil 3.1-b).

Deney modülü

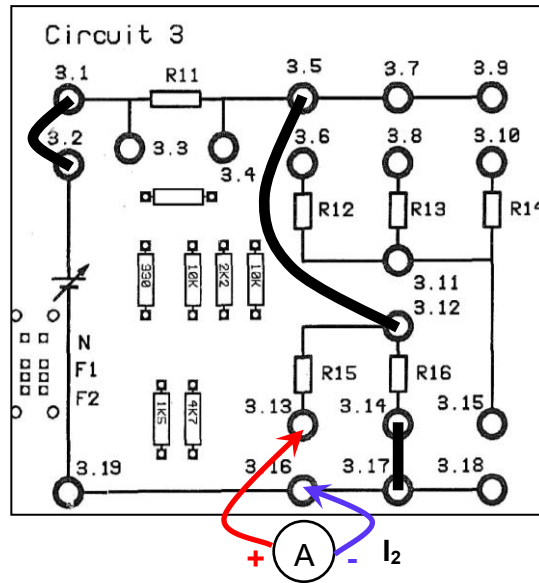


Akım Kanunu

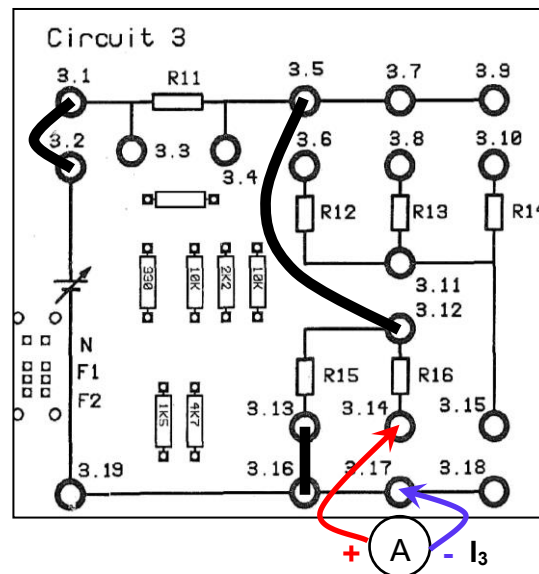
1. adım



2. adım

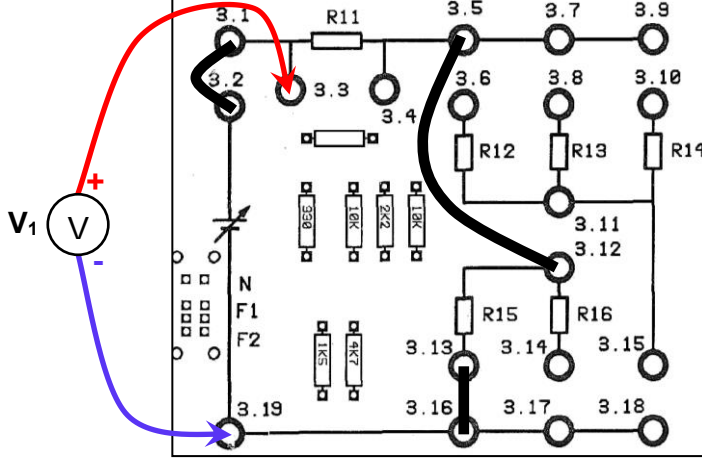


3. adım

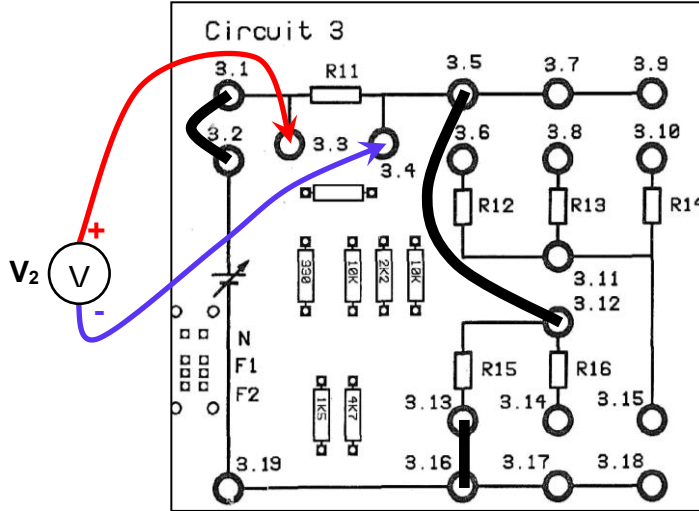


Gerilimler kanunu

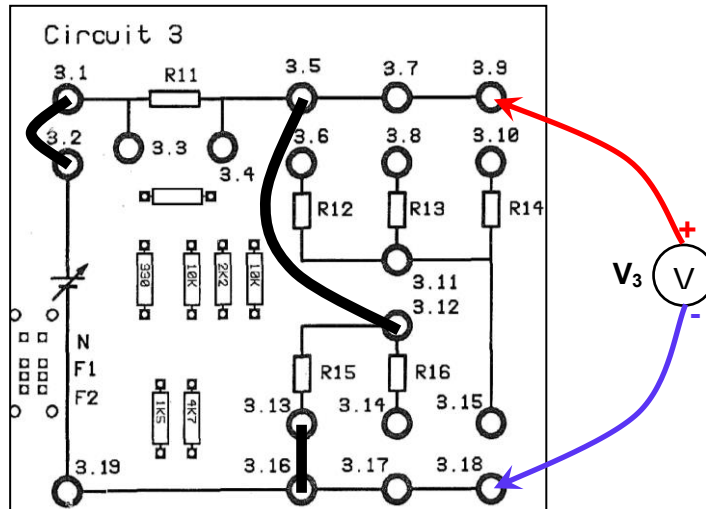
1. adım



2. adım



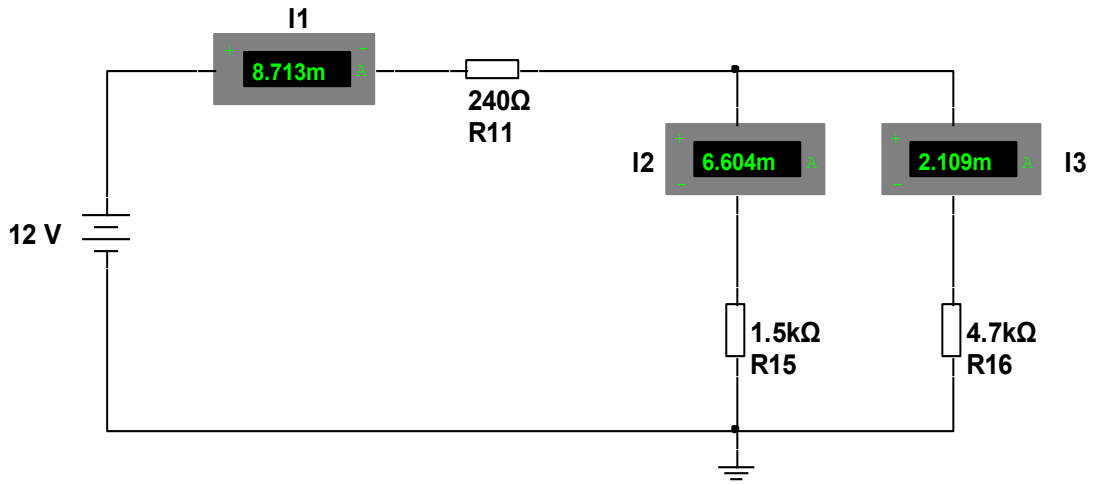
3. adım



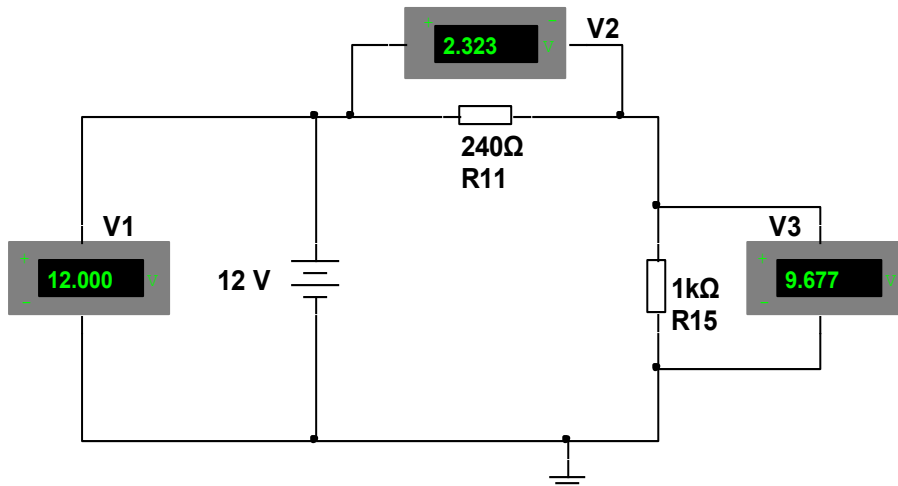


Deney Şeması:

Akım kanunu



Gerilimler kanunu



Deneyde kullanılan malzemeler

- 1) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti
- 2) ES05-01 modülü

	ÇEKES ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI	
DENEY 3: KIRSCHOFF KANUNU DENEYLERİ		Ref.No:	ES05-01.TR

İşlem basamakları

- 1) ES05-01 modülünü ES05 ana ünitesine bağlayın. Ana ünite üzerindeki güç anahtarının OFF durumunda olmasına dikkat edin.

Akım kanunu

- 2) Hata anahtarlarının normal konumda olmasını sağlayın.
- 3) Deney bağlantı planı **1.adımı** ES05-01 modülü Circuit 3 devresi üzerinde gerçekleştirin.
- 4) *Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ana ünitesinde bulunan multimetreyi DC mA konumuna alıp ampermetre olarak kullanın.*
- 5) Ampermetrenin (+) terminalini devrenin 3.2 pinine ve (-) terminalini devrenin 3.1 pinine bağlayın.
- 6) Devre üzerindeki 3.5-3.12, 3.13-3.16 ve 3.14-3.17 pinlerini kısa devre yapın.
- 7) Tüm bağlantıları yaptıktan ve kontrol ettikten sonra ana ünite üzerindeki güç anahtarını ON konumuna alın.
- 8) Devreye +12 V ayarlanabilir gerilim ana ünite üzerinden gelmektedir ve yine ana ünite üzerindeki potansiyometre ile kontrol edilmektedir. Bu gerilimi +12 V' a ayarlayın.
- 9) Ampermetre ile R_{11} direncinden geçen akımı ölçün.
- 10) Hata anahtarını F1 konumuna alarak gözleminizi tekrarlayın.
- 11) Hata anahtarını normal konumuna alarak devrenin enerjisini kesin.
- 12) Deney bağlantı planı **2.adımı** ES05-01 modülü Circuit 3 devresi üzerinde gerçekleştirin.
- 13) Ampermetrenin (+) terminalini devrenin 3.13 pinine ve (-) terminalini devrenin 3.16 pinine bağlayın.
- 14) Devre üzerindeki 3.1-3.2, 3.5-3.12, ve 3.14-3.17 pinlerini kısa devre yapın.
- 15) Tüm bağlantıları yaptıktan ve kontrol ettikten sonra ana ünite üzerindeki güç anahtarını ON konumuna alın.
- 16) Ampermetre ile R_{15} direncinden geçen akımı ölçün.
- 17) Hata anahtarını F1 konumuna alarak gözleminizi tekrarlayın.
- 18) Hata anahtarını normal konumuna alarak devrenin enerjisini kesin.
- 19) Deney bağlantı planı **3.adımı** ES05-01 modülü Circuit 3 devresi üzerinde gerçekleştirin.
- 20) Ampermetrenin (+) terminalini devrenin 3.14 pinine ve (-) terminalini devrenin 3.17 pinine bağlayın.
- 21) Devre üzerindeki 3.1-3.2, 3.5-3.12, ve 3.13-3.16 pinlerini kısa devre yapın.
- 22) Tüm bağlantıları yaptıktan ve kontrol ettikten sonra ana ünite üzerindeki güç anahtarını ON konumuna alın.
- 23) Ampermetre ile R_{16} direncinden geçen akımı ölçün.
- 24) Devrenin enerjisini kesip, bağlantı kablolarını sökün.
- 25) Ölçüm sonuçlarını tabloya kaydedin.
- 26) Benzer ölçümleri devredeki dirençleri kullanarak oluşturabileceğiniz farklı bağlantılar için de yapabilirsiniz.

	ÇOKESEN ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
		DENEY 3: KIRSCHOFF KANUNU DENEYLERİ	Ref.No:	ES05-01.TR

Gerilimler kanunu

- 27) Hata anahtarlarının normal konumda olmasını sağlayın.
- 28) Deney bağlantı planı **1.adımı** ES05-01 modülü Circuit 3 devresi üzerinde gerçekleştirin.
- 29) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ara yüzü ana ünitesi üzerindeki voltmetrenin (+) terminalini devrenin 3.3 pinine ve (-) terminalini devrenin 3.19 pinine bağlayın.
- 30) Devre üzerindeki 3.1-3.2, 3.5-3.12 ve 3.13-3.16 pinlerini kısa devre yapın.
- 31) Tüm bağlantıları yaptıktan ve kontrol ettikten sonra ana ünite üzerindeki güç anahtarını ON konumuna alın.
- 32) Devreye +12 V ayarlanabilir gerilim ana ünite üzerinden gelmektedir ve yine ana ünite üzerindeki potansiyometre ile kontrol edilmektedir. Bu gerilimi +12 V' a ayarlayın.
- 33) Voltmetre ile devreye uygulanan kaynak gerilimini ölçün.
- 34) Hata anahtarını F1 konumuna alarak gözleminizi tekrarlayın.
- 35) Hata anahtarını normal konumuna alın.
- 36) Voltmetrenin (+) terminalini devrenin 3.3 pinine ve (-) terminalini devrenin 3.4 pinine bağlayıp, R_{11} direnci üzerinde düşen gerilimi ölçün.
- 37) Voltmetrenin (+) terminalini devrenin 3.9 pinine ve (-) terminalini devrenin 3.18 pinine bağlayıp, R_{15} direnci üzerinde düşen gerilimi ölçün.
- 38) Devrenin enerjisini kesip, bağlantı kablolarını sökün.
- 39) Hata anahtarını F1 konumuna alarak, hatanın sebebini bulun.
- 40) Ölçüm sonuçlarını tabloya kaydedin.
- 41) Benzer ölçümleri devredeki dirençleri kullanarak oluşturabileceğiniz farklı bağlantılar için de yapabilirsiniz.

Akımlar kanunu ölçüm tablosu

I_1	I_2	I_3

Gerilimler kanunu ölçüm tablosu

V_1	V_2	V_3

	ÇOKESEN ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
		DENEY 3: KIRSCHOFF KANUNU DENEYLERİ	Ref.No:	ES05-01.TR

Değerlendirme soruları

- 1) Akımlar kanunu için yaptığınız ölçümlerde, $I_1=I_2+I_3$ sonucu elde ediliyor mu?
- 2) Gerilimler kanunu için yaptığınız ölçümlerde, $V_1=V_2+V_3$ sonucu elde ediliyor mu?

Giriş:

Üzerinden akım geçen bir cismin elektrik yüklerinin hareketine karşı koymasına **elektrik direnci** denir. Elektrik direnci **R** harfi ile gösterilir. Direnç sembolleri şekil 4.1’ de gösterilmiştir.

Eski	Yeni	
		Sabit Dirençler
		Ayarlı Dirençler

Şekil 4.1: Direnç sembolleri

Maddenin atomik yapısına bağlı olarak elektronların hareketine karşı koyma derecesi bir maddeden diğerine farklılık gösterir. Bazı maddeler elektriğin daha kolay akmasına olanak verir. Bu tip maddeler iyi iletken olarak adlandırılır. Diğer maddeler elektrik akımına değişik oranlarda karşı koyarlar. Bu maddeler dirençli maddelerdir. Bazı maddelerin atomları elektronların hareketine o kadar karşı koyarlar ki akım geçmesine izin vermezler. Bu maddelere de yalıtkan denir.

Elektrik direncinin birimi “**Ohm**” olup, Yunan alfabesindeki **Ω** harfi sembol olarak kullanılmaktadır. Ohm birimine dönüşümler tablo 4.1’ de görülmektedir.

Katları	Mega ohm Kilo ohm	MΩ KΩ	1.000.000 ohm = 10 ⁶ Ω 1.000 ohm = 10 ³ Ω
	Ohm	Ω	
Askatları	mili ohm mikro ohm	mΩ μΩ	0,001 ohm = 10 ⁻³ Ω 0,000001 ohm = 10 ⁻⁶ Ω

Tablo 4.1: Ohm biriminin katları ve askatları

Bir iletkenin elektrik direnci kullanıldığı malzemenin öz direnci ve boyu ile doğru orantılı, kesit alanı ile ters orantılıdır. Bu ifadeyi şu şekilde formüle edebiliriz:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Formülde, R = Direnç

Birimi : Ohm (Ω)

ρ = Öz direnç

Birimi : Ohm • mm² / metre (Ω• mm² / m)

L = Uzunluk

Birimi : metre (m)

S = Kesit alanı

Birimi : milimetrekare (mm²)

	ÇOKESEN ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
		DENEY 4: DİRENÇ KARAKTERİSTİKLERİ VE ÖLÇÜMLERİ	Ref.No:	ES05-01.TR

olarak kullanılır.

Bir maddenin özdirenci, bu maddeden yapılmış kesiti 1 mm² ve uzunluğu 1 m olan bir telin direnci olarak tanımlanır. Özdirenç, Yunan alfabesinden ro (ρ) harfi ile gösterilir. Bazı iletkenlerin özdirençleri tablo 4.2' de verilmiştir.

İletken	Bileşimi	Özdirenç (ρ)
Alüminyum	Al	0,028
Kömür	C	63
Çinko	Zn	0,061
Bakır	Cu	0,017
Kalay	Sn	0,12
Demir	Fe	0,13
Civa	Hg	0,957
"Nikelin"	C-Ni-Zn	0,40
Gümüş	Ag	0,163
Kurşun	Pb	0,204
"Konstantan"	Cu-Ni	0,5
"Nikron"	Ni-Cr	1

Tablo 4.2: 20 °C de bazı metallerin özdirençleri

Bir iletkenin içindeki serbest elektronlar, yani elektrik akımını meydana getiren yükler, bir yöne doğru hareket ederken iletkenin atomlarına çarpırlar. Bu çarpışmalar elektronlar ile atomlar arasında sürtünme yaratır. Bu sürtünme nedeniyle harcanan enerji ısı enerjisine dönüşür. Bu sırada çevre sıcaklığının artması gibi bir nedenle iletkenin sıcaklığında bir artış olduğu takdirde ki, bu iletkenin atomlarının dışarıdan ısı enerjisi kazanması ile olur, atomların termoiyonik titreşim hareketleri artar. Bu ortamda akmaya çalışan serbest elektronlar daha hızlı titreşen atomlar ile daha sık çarpışma yapacağından ilerlemeleri daha da zorlaşır. Hareketlerinin daha zor olması ise direnç artışı demektir.

Dirençler üretim tipleri ve güç veya değerliklerine göre sınıflandırılabilirler.

- 1- Değişken dirençler: Değeri değişmeyen dirençtir.
- 2- Bağımlı veya özel dirençler: Ayarlanmak suretiyle veya bir dış etki sonucu değer değiştiren dirençlerdir. Potansiyometre, trimpot, LDR, VDR, NTC, PTC vb.

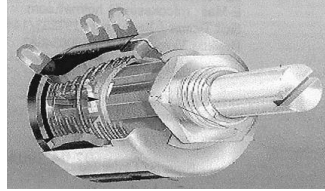
Üretim tiplerine göre yapılan sınıflandırma ise şöyledir:

- 1- Seramik dirençler
- 2- Karbon filmden dirençler
- 3- Metal filmden dirençler
- 4- Tel sarımlı dirençler



	ÇEKES ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI DENEY 4: DİRENÇ KARAKTERİSTİKLERİ VE ÖLÇÜMLERİ	Ref.No:	ES05-01.TR
---	---	--	---------	------------

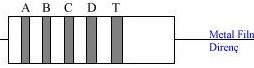
Şekil 4.2: Sabit direnç görünümleri



Şekil 4.3: Potansiyometre, ayarlı direnç

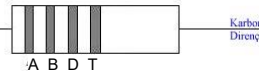
Önceden belirlenmiş renk kodların kullanarak bir direncin değerini Ohmmetre veya multimetre ile ölçmeden de bilebiliriz. Bu direnç kodlama tablosu 4.3' de açıklanmıştır.

5 renkli direnç



RENK	A	B	C	D (Çarpan)	T (Tolerans)
Siyah	0	0	0	1Ω	
Kahverengi	1	1	1	10Ω	±%1 (F)
Kırmızı	2	2	2	100Ω	±%2 (G)
Turuncu	3	3	3	1KΩ	-
Sarı	4	4	4	10KΩ	-
Yeşil	5	5	5	100KΩ	±%0.5 (D)
Mavi	6	6	6	1MΩ	±%0.25 (C)
Mor	7	7	7	10MΩ	±%0.10 (B)
Gri	8	8	8		±%0.05
Beyaz	9	9	9		-
Altın	-	-	-	0.1	±%5 (J)
Gümüş	-	-	-	0.01	±%10 (K)
RENK	A	B	-	C (Çarpan)	T (Tolerans)

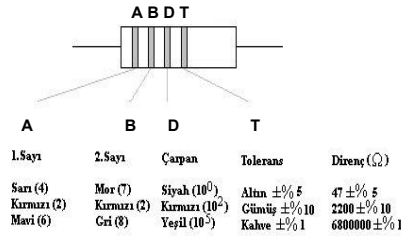
4 renkli direnç



Tablo 4.3: Direnç renk kodları

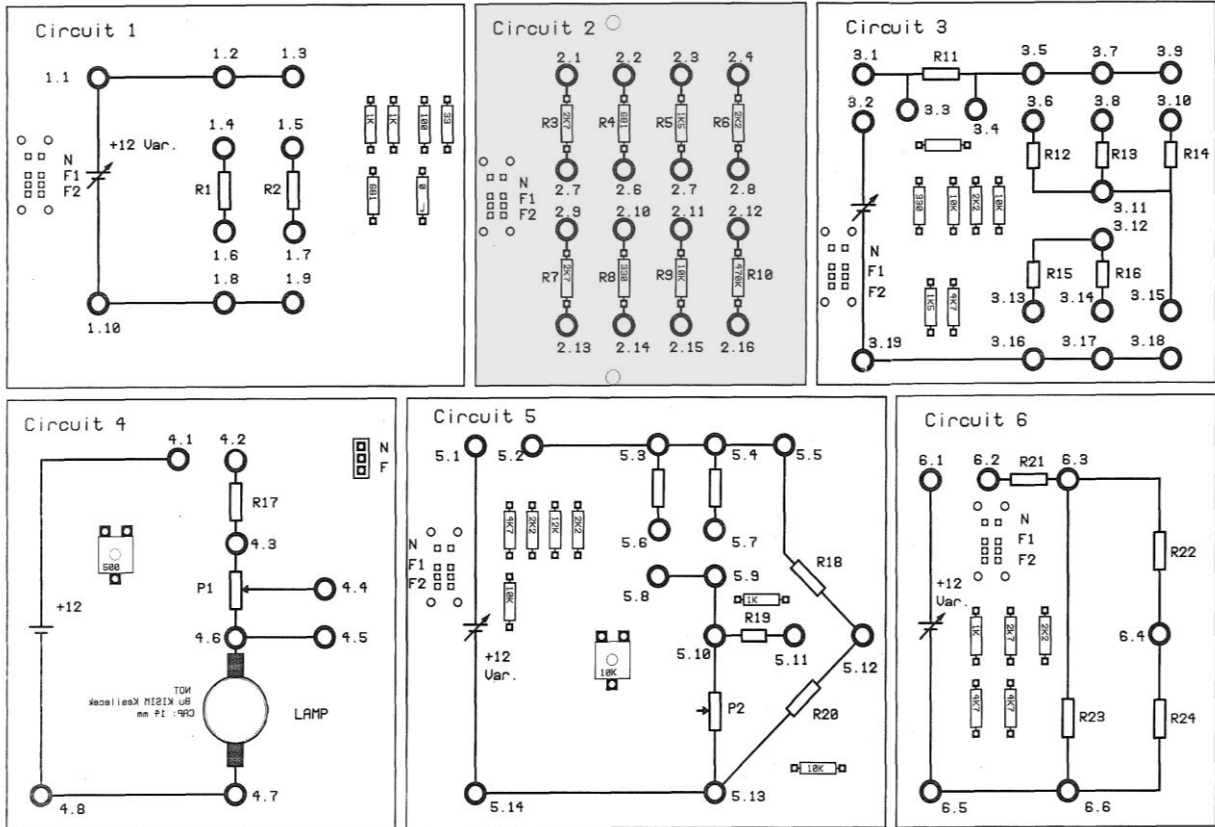
A	B	C	D	T	
1. Sayı	2. Sayı	3. Sayı	Çarpan	Tolerans	Direnç (Ω)
Kahve (1)	Siyah (0)	Siyah (0)	Kırmızı (10 ²)	Kırmızı (±%2)	10000 ±%2
Yeşil (5)	Mavi (6)	Kırmızı (10 ²)	Altın (0.1)	Altın (±%5)	56.2 ±%5
Turuncu (3)	Kırmızı (2)	Kırmızı (2)	Sarı (10 ⁴)	Kahve (±%1)	3220000 ±%1

Şekil 4.4: 5 renkli dirençlerin okunması



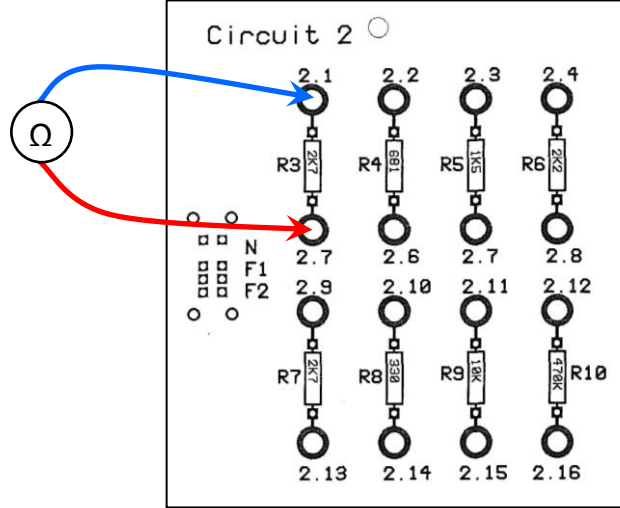
Şekil 4.4: 4 renkli dirençlerin okunması

DeneY modülü

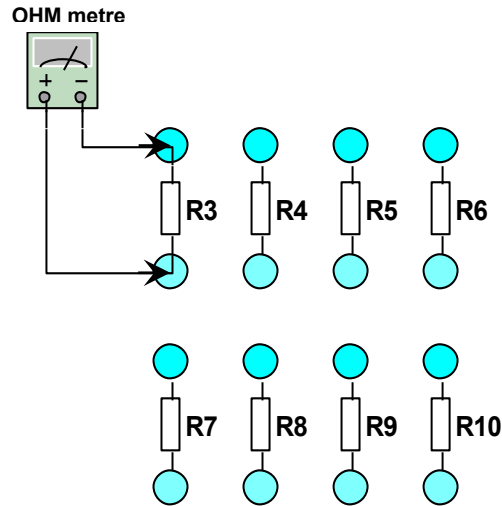




Deney bağlantı planı



Deney Şeması:



Deneyde kullanılan malzemeler

- 1) ES05-01 modülü
- 2) OHM metre (AVO metre)

	ÇOKESEN ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
DENEY 4: DİRENÇ KARAKTERİSTİKLERİ VE ÖLÇÜMLERİ		Ref.No:	ES05-01.TR	

İşlem basamakları

- 1) Hata anahtarlarının normal konumda olmasını sağlayın.
- 2) Direnç ölçümleri ES05-01 modülü Circuit 2 devresi üzerinde yapılacaktır.
- 3) ES05-01 modülü Circuit 2 devresi üzerindeki dirençleri renk kodlarından okuyarak, sonuçları gözlem tablosuna kaydedin.
- 4) Ölçüm sonuçlarını tabloya kaydedin.
- 5) OHM metre' nin proplarını devrenin 2.1 ve 2.7 pinlerine bağlayarak R_3 direncinin değerini ölçün.
- 6) Ölçme işlemini devrede bulunan diğer dirençler için tekrarlayın.
- 7) Hata anahtarını F2 konumuna alarak gözlemlerinizi tekrarlayın.
- 8) Hata anahtarını normal konumuna alarak ölçümlerinizi sonlandırın.
- 9) Ölçüm sonuçlarını tabloya kaydedin.

Ölçüm tablosu

Direnç	1.renk	2.renk	3.renk	4.renk	Renk kodundan okuma sonucu	OHM metre ile ölçüm sonucu
R_3						
R_4						
R_5						
R_6						
R_7						
R_8						
R_9						
R_{10}						

Değerlendirme soruları

- 1) Renk kodu okuma sonuçları ile ölçüm sonuçları arasında fark var mı? Neden?

	ÇÖKESEN ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI DENEY 5: DİRENÇLERİN SERİ VE PARALEL BAĞLANMASI	Ref.No:	ES05-01.TR
---	--	---	---------	------------

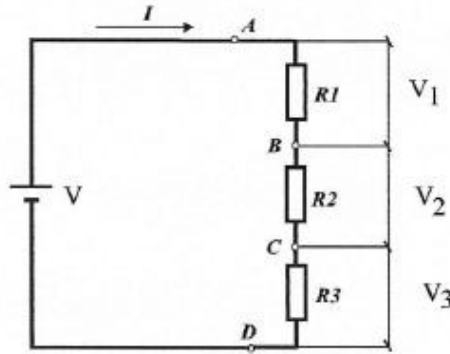
Giriş:

Dirençler devre içinde iki temel şekilde bağlanırlar:

- Seri bağlanmış dirençler
- Paralel bağlanmış dirençler

Seri bağlanmış dirençler

Terminal uçları peş peşe bağlanan dirençlere seri bağlanmış dirençler denir (şekil 5.1) Seri bağlı dirençlerin eşdeğeri, bu dirençlerin toplamına eşittir.



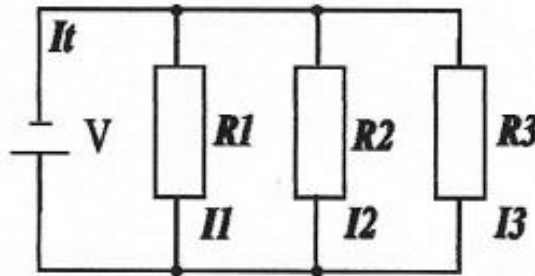
Şekil 5.1: Dirençlerin seri bağlanması

Seri bağlı dirençlerin eşdeğeri, bu dirençlerin toplamına eşittir. Dolayısıyla toplam direnç değeri artış gösterir. Seri bağlı dirençlerden geçen akım değeri tümü için aynı olup, dirençler üzerinde düşen gerilimler direncin büyüklüğü ile doğru orantılıdır.

Eşdeğer direnç, $R_T = R_1 + R_2 + R_3$ formülü ile hesaplanır.

Paralel bağlanmış dirençler

Birden fazla direncin birer terminal uçları ortak bir noktada birleştirilirken diğer uçları başka bir ortak noktada birleştirilerek paralel bağlantı elde edilir (şekil 5.2).



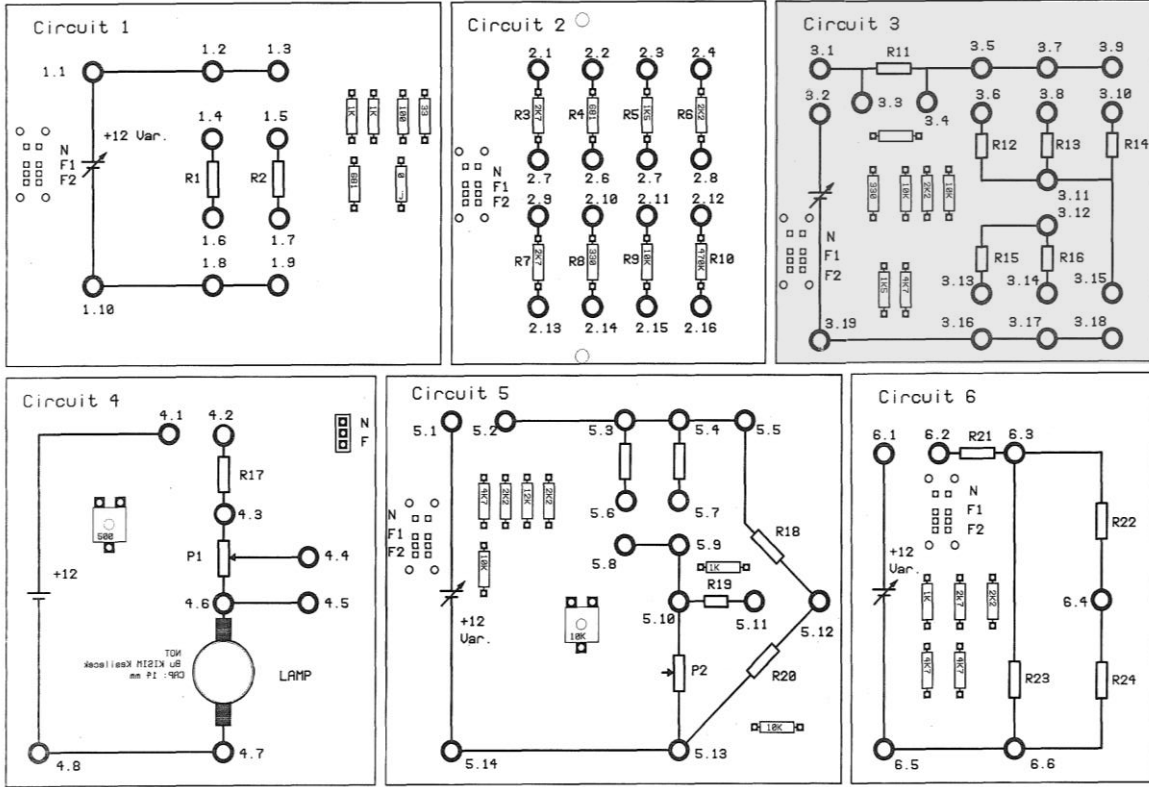
Şekil 5.21: Dirençlerin paralel bağlanması

Paralel bağlı dirençler üzerinde düşen gerilimler eşit olup, dirençlerden geçen akımlar direncin büyüklüğü ile ters orantılıdır.



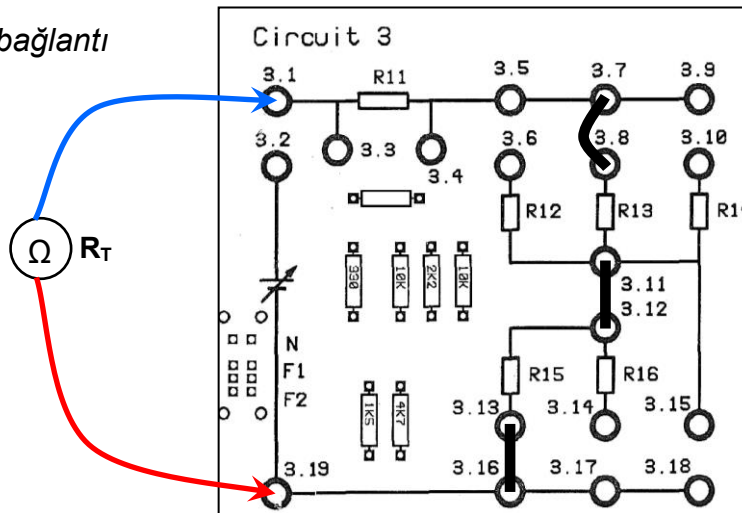
Eşdeğer direnç, $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ formülü ile hesaplanır.

Deney modülü



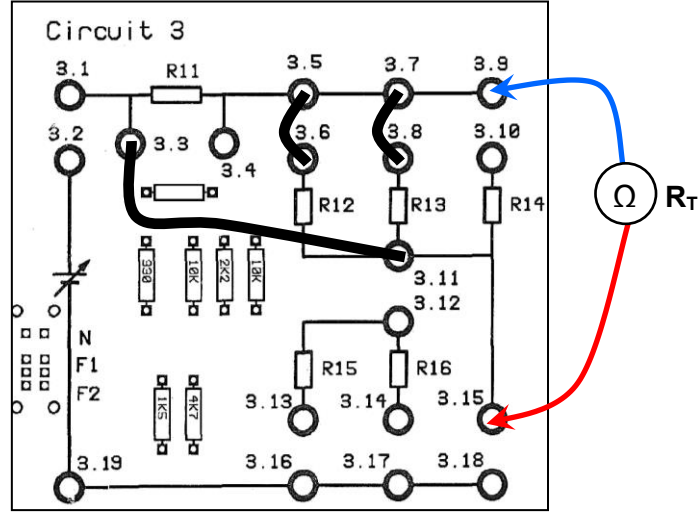
Deney bağlantı planı

Seri bağlantı



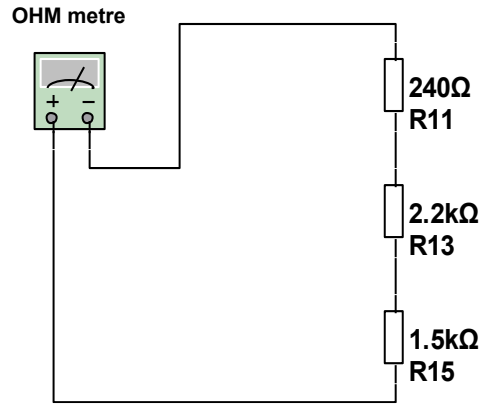


Paralel bağlantı

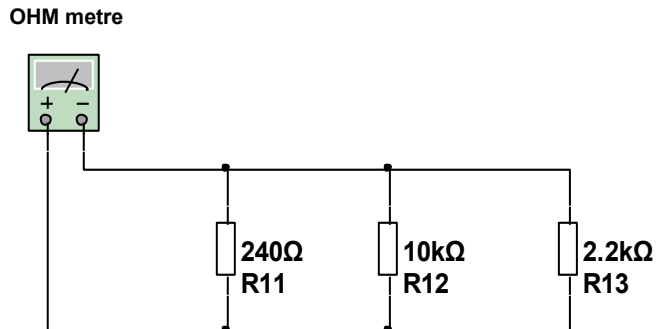


Deney Şeması:

Seri bağlantı



Paralel bağlantı



	ÇOKESEN ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
		DENEY 5: DİRENÇLERİN SERİ VE PARALEL BAĞLANMASI	Ref.No:	ES05-01.TR

Deneyde kullanılan malzemeler

- 1) ES05-01 modülü
- 2) OHM metre (AVO metre)

İşlem basamakları

- 1) Hata anahtarlarının normal konumda olmasını sağlayın.
- 2) Direnç bağlantı ölçümleri ES05-01 modülü Circuit 3 devresi üzerinde yapılacaktır.

Seri bağlantı

- 3) Devre üzerindeki 3.7-3.8, 3.11-3.12 ve 3.13-3.16 pinlerini kısa devre yapın.
- 4) OHM metre' nin proplarını devrenin 3.1 ve 3.19 pinlerine bağlayarak R_T eşdeğer direncinin değerini ölçün.
- 5) Ölçüm sonuçlarını tabloya kaydedin.
- 6) Hata anahtarını F1 konumuna alarak gözleminizi tekrarlayın.
- 7) Hata anahtarını normal konumuna alarak ölçümünüzü sonlandırın.
- 8) Benzer ölçümleri devredeki dirençleri kullanarak oluşturabileceğiniz farklı bağlantılar için de yapabilirsiniz.

Seri bağlantı

- 9) Devre üzerindeki 3.3-3.11, 3.5-3.6 ve 3.7-3.8 pinlerini kısa devre yapın.
- 10) OHM metre' nin proplarını devrenin 3.9 ve 3.15 pinlerine bağlayarak R_T eşdeğer direncinin değerini ölçün.
- 11) Ölçüm sonuçlarını tabloya kaydedin.
- 12) Hata anahtarını F1 konumuna alarak gözleminizi tekrarlayın.
- 13) Hata anahtarını normal konumuna alarak ölçümünüzü sonlandırın.
- 14) Benzer ölçümleri devredeki dirençleri kullanarak oluşturabileceğiniz farklı bağlantılar için de yapabilirsiniz.

Ölçüm tablosu

	R_T – Eşdeğer direnç	
Bağlantı şekli	Ölçülen	Hesaplanan
Seri bağlantı		
Paralel bağlantı		

	ÇOKESEN ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
		DENEY 5: DİRENÇLERİN SERİ VE PARALEL BAĞLANMASI	Ref.No:	ES05-01.TR

Değerlendirme soruları

- 1) Seri bağlantıda, ölçüm sonuçları ile hesap sonuçları arasında fark var mı? Neden?
- 2) Seri bağlantıda, eşdeğer direnç değeri azalıyor mu artıyor mu?
- 3) Paralel bağlantıda, ölçüm sonuçları ile hesap sonuçları arasında fark var mı? Neden?
- 4) Paralel bağlantıda, eşdeğer direnç değeri azalıyor mu artıyor mu?

	ÇEKES ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
		DENEY 6: DİRENÇLERİN KARIŞIK BAĞLANMASI	Ref.No:	ES05-01.TR

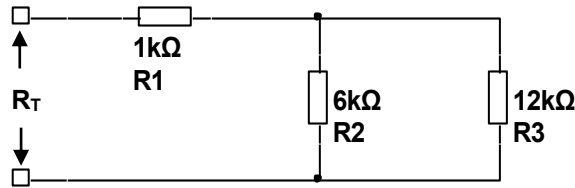
Giriş:

Dirençler devre içinde iki temel şekilde bağlanırlar:

- Seri bağlanmış dirençler
- Paralel bağlanmış dirençler

Ancak bir devre üzerinde bu iki bağlantı türü birlikte kullanılabilir. Hem seri hem de paralel bağlantılı dirençlerin bu bağlantı şekli, karışık bağlantı olarak isimlendirilir. Devrenin eşdeğer direnci hesaplanırken, dirençlerin bağlantısına bağlı olarak seri ve paralel bağlantı için kullanılan çözümlerinden faydalanılır.

Bu tip devreleri çözerken önce paralel bağlanmış direnç bloklarının yerlerine eşdeğer dirençler hesaplanıp yerleştirilir. Sonra kalanlar içinde varsa yine önce paralel bloklar sonra seri bloklar eşdeğerleri ile değiştirilir. En sonunda tüm devrenin eşdeğeri olan tek direnç bulunana kadar bu şekilde devre istenildiği kadar basitleştirilebilir. Buna eşdeğer devreler metodu denir. Karışık bağlantı kullanılan bir elektrik devresi şekil 6.1' de görülmektedir.

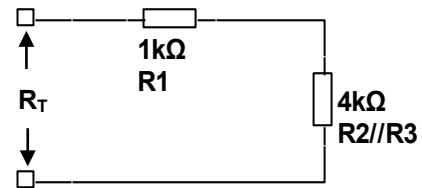


Şekil 6.1: Dirençlerin karışık bağlanması

Yukarıda anlatıldığı gibi, öncelikle paralel bağlı olan R_2 ve R_3 dirençlerinin eşdeğeri bulunur.

$$\frac{1}{R_2 // R_3} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{2+1}{12} = \frac{3}{12}$$

$$\frac{1}{R_2 // R_3} = \frac{3}{12} \Rightarrow R_2 // R_3 = \frac{12}{3} = 4k \Rightarrow$$

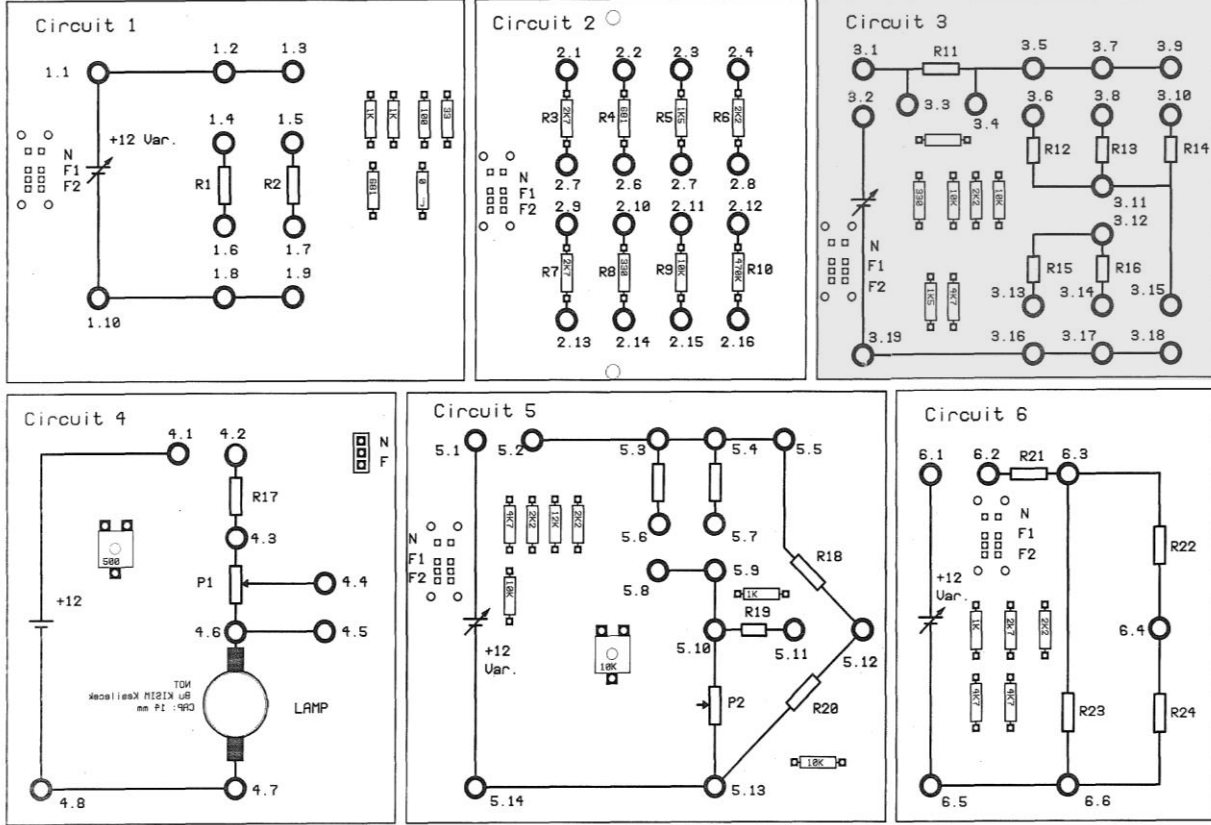


Ardından R_1 ile buna seri bağlı $R_2 // R_3$ eşdeğer direnci hesaplanarak, devrenin toplam direnci hesaplanır.

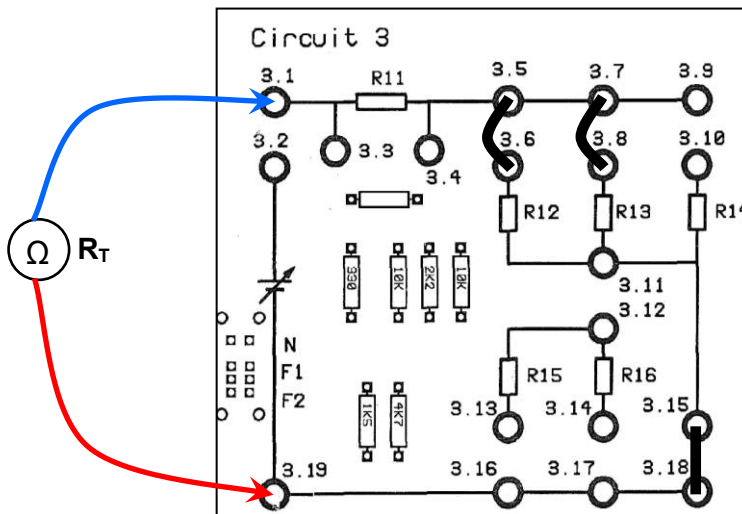
$$R_T = R_1 + (R_2 // R_3) = 1 + 4 = 5K$$



Deney modülü

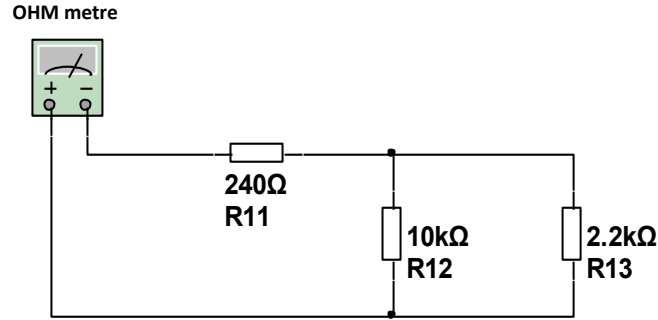


Deney bağlantı planı



	ÇOKESEN ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI DENEY 6: DİRENÇLERİN KARIŞIK BAĞLANMASI	Ref.No:	ES05-01.TR
---	--	--	---------	------------

Deney Şeması:



Deneyde kullanılan malzemeler

- 1) ES05-01 modülü
- 2) OHM metre (AVO metre)

İşlem basamakları

- 1) Hata anahtarlarının normal konumda olmasını sağlayın.
- 2) Direnç bağlantı ölçümleri ES05-01 modülü Circuit 3 devresi üzerinde yapılacaktır.
- 3) Devre üzerindeki 3.5-3.6, 3.7-3.8 ve 3.15-3.18 pinlerini kısa devre yapın.
- 4) OHM metre' nin proplarını devrenin 3.1 ve 3.19 pinlerine bağlayarak R_T eşdeğer direncinin değerini ölçün.
- 5) Ölçüm sonuçlarını tabloya kaydedin.
- 6) Hata anahtarını F1 konumuna alarak gözleminizi tekrarlayın.
- 7) Hata anahtarını normal konumuna alarak ölçümünüzü sonlandırın.
- 8) Benzer ölçümleri devredeki dirençleri kullanarak oluşturabileceğiniz farklı bağlantılar için de yapabilirsiniz.

Ölçüm tablosu

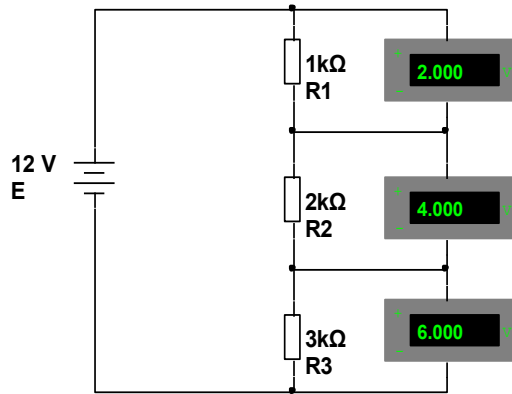
R_T – Eşdeğer direnç	
Ölçülen	Hesaplanan

Değerlendirme soruları

- 1) Ölçüm sonuçları ile hesap sonuçları arasında fark var mı? Neden?

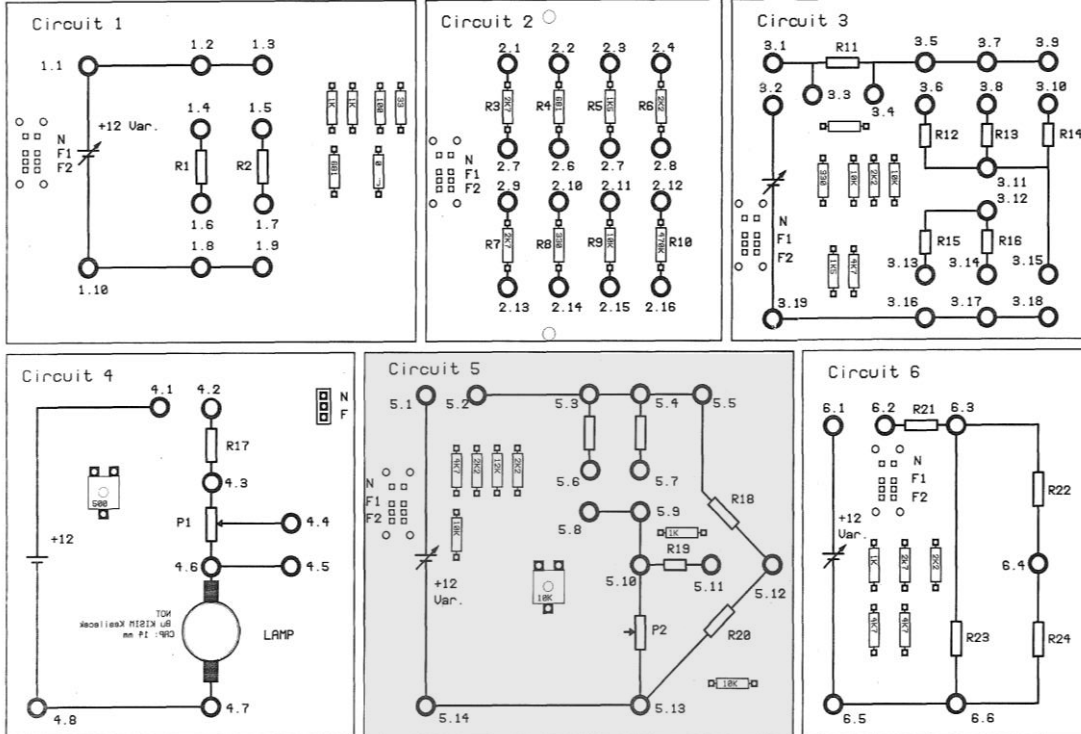
Giriş:

İster sabit isterse de değişken değerli olsun, dirençler seri bağlandıklarında gerilim bölme işlemi yaparlar. Bu durum aslında Kirschhoff' un gerilimler kanunu ile ifade edilmişti. Bu kanuna göre, devreye uygulanan kaynak gerilimi, devredeki seri bağlı dirençler üzerinde düşen gerilimler toplamına eşittir. Yani kaynak gerilimi dirençler üzerinde bölünür. Bu bölünme sonunda bir direnç üzerinde düşen gerilim o direncin büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Büyük değerli dirençte fazla ve küçük değerli dirençte düşük gerilim düşümü olur (şekil 7.1).

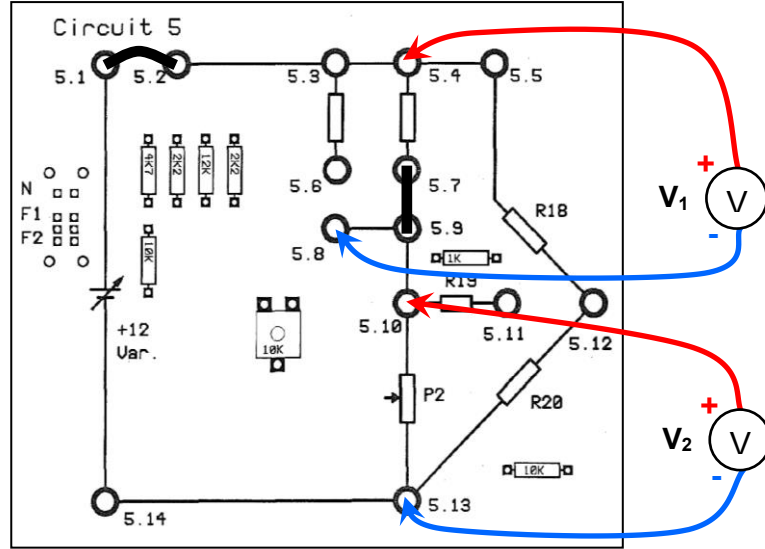


Şekil 7.1: Gerilim bölücü dirençlerin seri bağlanması

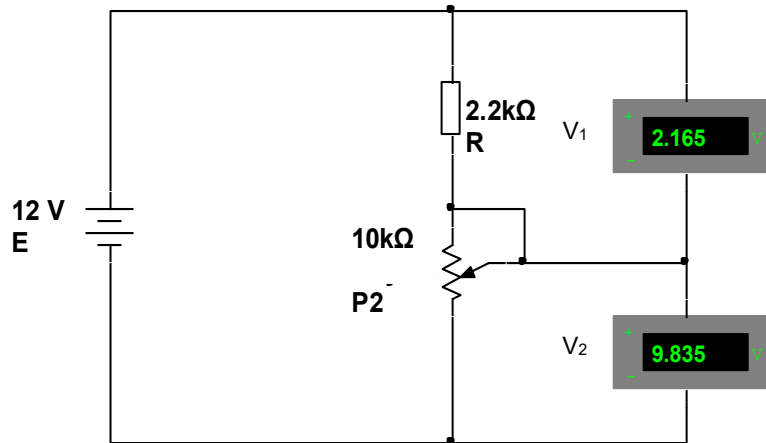
Deney modülü



Deney bağlantı planı



Deney Şeması:



Deneyde kullanılan malzemeler

- 1) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti
- 2) ES05-01 modülü

	ÇOKESEN ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
		DENEY 7: SABİT VE DEĞİŞKEN DİRENÇLİ GERİLİM BÖLÜCÜ DEVRELERİ DENEYİ	Ref.No:	ES05-01.TR

İşlem basamakları

- 1) ES05-01 modülünü ES05 ana ünitesine bağlayın. Ana ünite üzerindeki güç anahtarının OFF durumunda olmasına dikkat edin.
- 2) Hata anahtarlarının normal konumda olmasını sağlayın.
- 3) Deney bağlantı planını ES05-01 modülü Circuit 5 devresi üzerinde gerçekleştirin.
- 4) Devre üzerindeki 5.1-5.2 ve 5.7-5.9 pinlerini kısa devre yapın.
- 5) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ara yüzü ana ünitesi üzerindeki voltmetrenin (+) terminalini devrenin 5.4 pinine ve (-) terminalini devrenin 5.8 pinine bağlayın.
- 6) Tüm bağlantıları yaptıktan ve kontrol ettikten sonra ana ünite üzerindeki güç anahtarını ON konumuna alın.
- 7) Devreye +12 V ayarlanabilir gerilim ana ünite üzerinden gelmektedir ve yine ana ünite üzerindeki potansiyometre ile kontrol edilmektedir. Bu gerilimi +12 V' a ayarlayın.
- 8) Potansiyometreyi saat dönüş yönü tersinde sonuna dek çevirin (*minimuma doğru*).
- 9) Voltmetre ile R direncin üzerinde düşen gerilimi (V_1) ölçün.
- 10) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ara yüzü ana ünitesi üzerindeki voltmetrenin (+) terminalini devrenin 5.10 pinine ve (-) terminalini devrenin 5.13 pinine bağlayın.
- 11) Voltmetre ile P₂ potansiyometresi üzerinde düşen gerilimi (V_2) ölçün.
- 12) Potansiyometreyi saat dönüş yönünde adım adım çevirerek (*maksimuma doğru*) ölçümlerinizi tekrarlayın.
- 13) Devrenin enerjisini kesip, bağlantı kablolarını sökün.
- 14) Hata anahtarını F1 konumuna alarak, hatanın sebebini bulun.
- 15) Ölçüm sonuçlarını tabloya kaydedin.
- 16) Benzer ölçümleri devredeki dirençleri kullanarak oluşturabileceğiniz farklı bağlantılar için de yapabilirsiniz.

Ölçüm tablosu

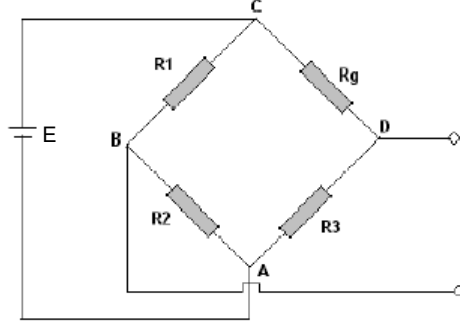
P ₁	E	V ₁	V ₂
Minimumda	12 V		
Ortada	12 V		
Maksimumda	12 V		

Değerlendirme soruları

- 1) Potansiyometre değerinin artması, V_1 ve V_2 gerilimlerini nasıl etkilemektedir?
- 2) Yaptığınız ölçümlerde, $E=V_1+V_2$ sonucu elde ediliyor mu?

Giriş:

Şekil 8.1 de görüldüğü gibi bağlanmış R1, R2 R3 ve R4 dirençlerinden oluşan direnç grubuna Wheatstone köprüsü denir.

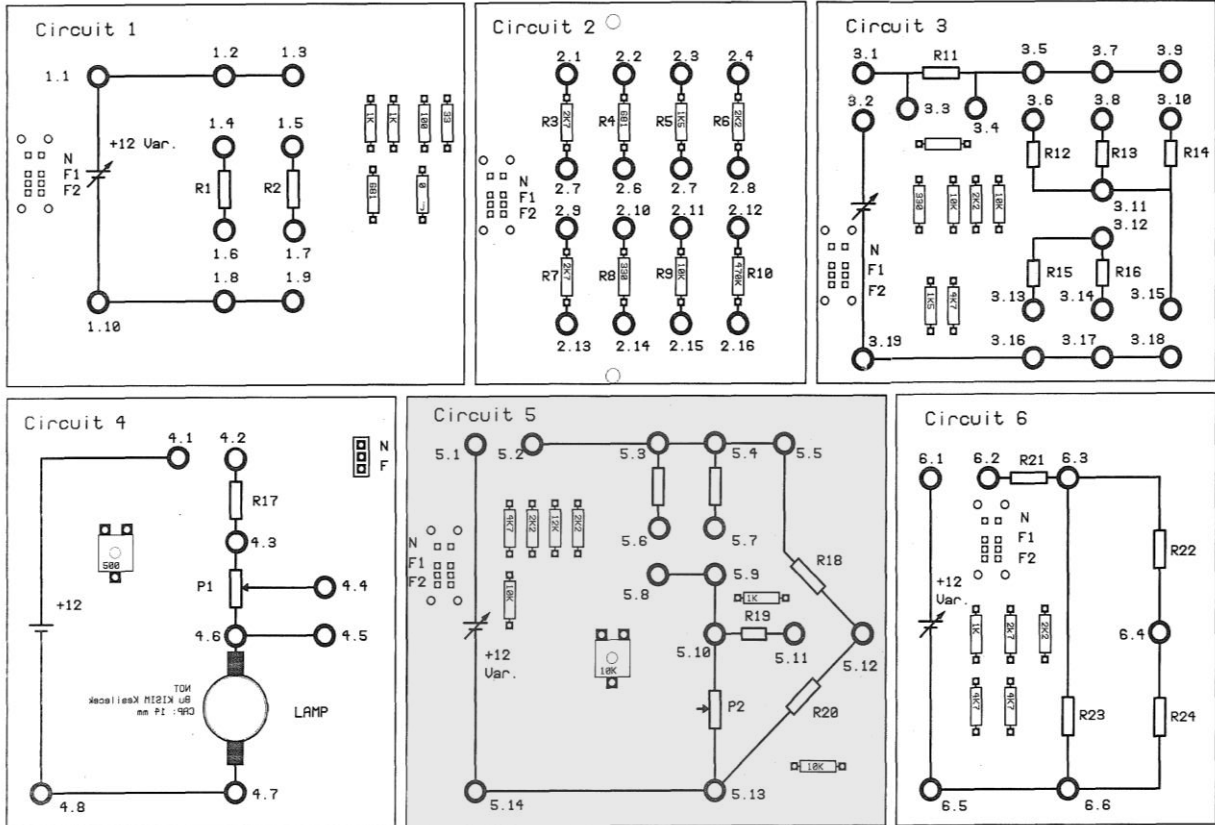


$$V_{OUT} = 0 \Rightarrow R_1 \cdot R_3 = R_2 \cdot R_g$$

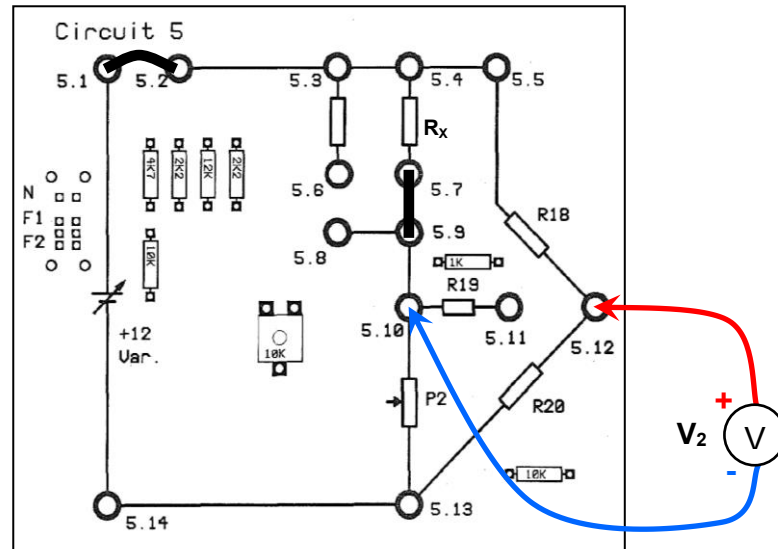
Şekil 8.1: Wheatstone köprüsü

B ve D noktaları arasındaki gerilim 0 V değerini gösterdiğinde, özel bir durum gerçekleşerek köprü dengeye gelir. Köprü'nün dengeye gelmesini sağlayan bu durum için, karşılıklı duran dirençlerin çarpımı birbirine eşittir. Elde edilen bu eşitlik yardımıyla, köprü devresindeki değeri bilinen R₁, R₂ ve R₃ dirençlerinden faydalanılarak, değeri bilinmeyen R_g direnci hesaplanabilir.

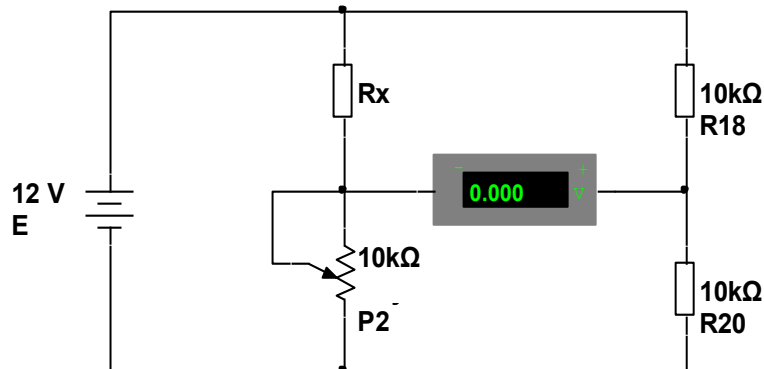
Deney modülü



Deney bağlantı planı



Deney Şeması:



Deneyde kullanılan malzemeler

- 1) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti
- 2) ES05-01 modülü

İşlem basamakları

- 1) ES05-01 modülünü ES05 ana ünitesine bağlayın. Ana ünite üzerindeki güç anahtarının OFF durumunda olmasına dikkat edin.
- 2) Hata anahtarlarının normal konumda olmasını sağlayın.
- 3) Deney bağlantı planını ES05-01 modülü Circuit 5 devresi üzerinde gerçekleştirin.
- 4) Devre üzerindeki 5.1-5.2 ve 5.7-5.9 pinlerini kısa devre yapın.

	ÇOKESEN ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI	
		DENEY 8: WHEATSTONE KÖPRÜSÜ DENEYİ	Ref.No: ES05-01.TR

- 5) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ara yüzü ana ünitesi üzerindeki voltmetrenin (+) terminalini devrenin 5.12 pinine ve (-) terminalini devrenin 5.10 pinine bağlayın.
- 6) Tüm bağlantıları yaptıktan ve kontrol ettikten sonra ana ünite üzerindeki güç anahtarını ON konumuna alın.
- 7) Devreye +12 V ayarlanabilir gerilim ana ünite üzerinden gelmektedir ve yine ana ünite üzerindeki potansiyometre ile kontrol edilmektedir. Bu gerilimi +12 V' a ayarlayın.
- 8) Devre üzerindeki P₂ potansiyometresini voltmetre sıfır değerini gösterene dek çevirin.
- 9) Voltmetre sıfır değerini gösterdiğinde çevirme işlemini bitirin. Çünkü bu durumda köprü dengeye gelmiştir.
- 10) Köprünün dengeye geldiği bu durumda devrenin enerjisini kesip, bağlantı kablolarını sökün.
- 11) 5.7-5.9 pinleri arasındaki kısa devreyi kaldırıp, P₂ potansiyometresinin direncini (5.10-5.13 pinlerinden) OHM metre ile ölçün. Öltüğünüz bu direnç değeri aynı zamanda değeri bilinmeyen R_x direncinin değeridir.
- 12) OHM metre ile R_x direncinin değerini ölçerek 11 nolu işlem basamağında dolaylı yoldan bulduğunuz değerle karşılaştırın.
- 13) Ölçüm sonuçlarını tabloya kaydedin.
- 14) Benzer ölçümleri devredeki dirençleri kullanarak oluşturabileceğiniz farklı bağlantılar için de yapabilirsiniz.

Ölçüm tablosu

	R _x direncinin değeri
Wheatstone köprüsü ile bulunan	
OHM metre ile ölçülen	

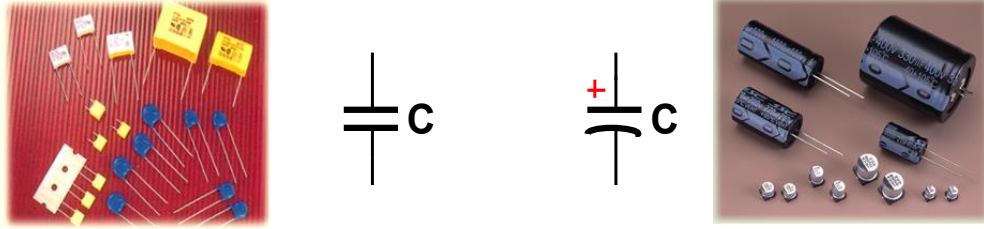
Değerlendirme soruları

- 1) R_x direncinin dolaylı ve direkt ölçüm yoluyla bulunan değerleri birbirine eşit midir?

	ÇEKES ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
		DENEY 9: KONDANSATÖR KARAKTERİSTİKLERİ	Ref.No:	ES05-02.TR

Giriş:

Elektronik devlere de bulunan diğer bir çeşit eleman da kondansatörlerdir. Bir kondansatör esas olarak aralarında hava, kağıt, plastik, seramik ve mika gibi yalıtkan bir malzeme bulunan (bu malzemelere dielektrik denir) bir birine paralel iki metal plakadan oluşan bir elemandır. C harfi ile sembolize edilir.



Şekil 13.1: Kutupsuz ve kutuplu (elektrolitik) kondansatör sembol ve görünüşleri

Bir kondansatörün elektrik yüklerini depolama yeteneğini ifade eden kapasitesi, plakalarının alan büyüklüğü, aralarındaki açıklık ve aralarındaki dielektrik maddenin cinsine bağlıdır. Öyle ki plakalar ne kadar büyük ve dielektrik ne kadar ince ise kapasite o kadar büyüktür.

Kondansatörlerin kapasitesi Farad (F) birimi ile ölçülür. Bu birim aslında çok büyük bir birimdir. Pratikte askatları olan mikrofara (faradın milyonda biri - μF), nanofara (faradın milyarda biri - nF) ve pikofara (faradın bin milyarda biri - pF) kullanılır.

$$1 \mu F = 10^{-6} F, 1 nF = 10^{-9} F \text{ ve } 1 pF = 10^{-12} F$$

Kondansatöre bir direnç üzerinden dc gerilim uygulandığında, kaynağın negatif kutbuna bağlanan plakada serbest elektron fazlalığı, pozitif kutba bağlanan diğer plakada ise aynı miktarda elektron eksikliği oluşacaktır. Bu olaya *kondansatörün şarjı* denir. Uygulanan gerilim kesildiğinde kondansatör bu yükleri depolamaya devam eder. Kondansatör uçları bir direnç üzerinden birleştirildiğinde, iki plaka arasındaki potansiyel farkı nedeniyle direnç üzerinden bir akım geçer. Bu akım kondansatör plakalarında depolanan yükün boşalmasına neden olur. Bu olay ise *kondansatörün deşarjı* olarak isimlendirilir. Şarj ve deşarj olaylarının tam olarak gerçekleşmesi için bir süre geçmelidir. Bu süre kondansatörün kapasitesi ve kondansatöre seri durumdaki direncin büyüklüğü ile doğru orantılıdır.

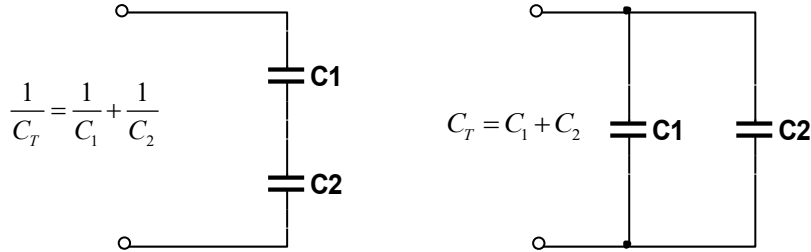
Kondansatör dc gerilimde şarj olana kadar kısa süreli bir akım geçişine izin verir. Şarj işlemi sonunda kondansatör teorik olarak sonsuz direnç göstermeye başlar. Buna karşın ac gerilimde çalışan kondansatör için durum biraz farklıdır. Kondansatörün ac gerilim altındaki direnci *kapasitif reaktans* olarak isimlendirilip kısaca X_C şeklinde gösterilir. Kapasitif reaktans,

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \quad \text{formülü ile hesaplanır. (f: frekans-Hz \quad C: Kapasite-F)}$$

Görüldüğü gibi kondansatörün ac gerilim altındaki direnci hem kendi kapasitesine hem de uygulanan gerilimin frekansına bağlıdır.

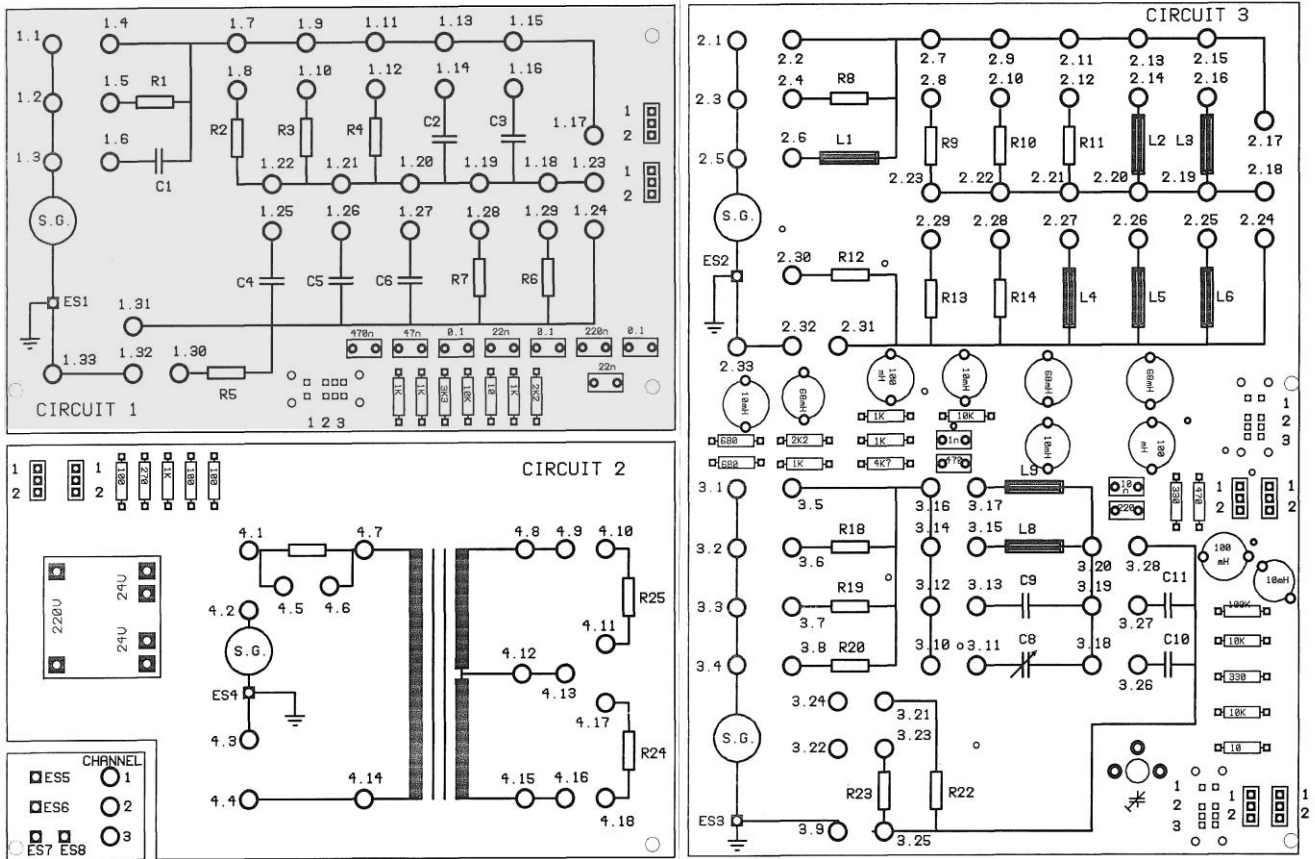
AC akımın kondansatör içinden geçmesine rağmen, besleme gerilimi ile arasında bir faz açısı oluşmaktadır. Bu öyle oluşacaktır ki, akım en yüksek değerine ulaştığı anda gerilim sıfır değerinden geçecektir.

Kondansatörler de tıpkı dirençler gibi seri veya paralel olarak bağlanabilirler.



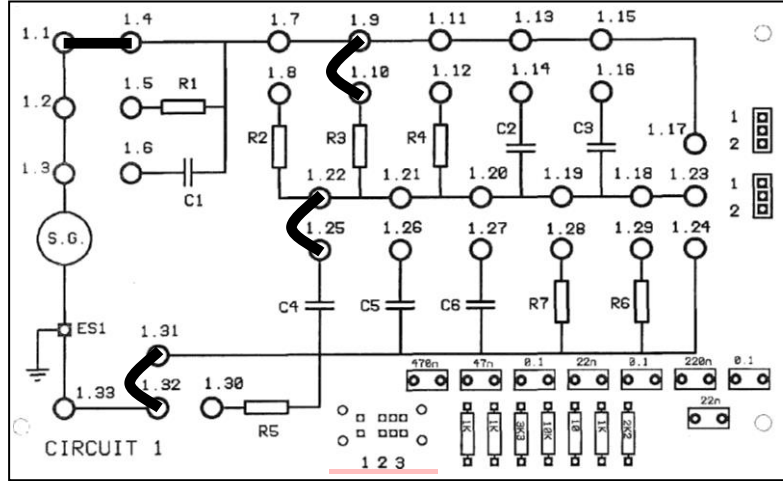
Şekil 13.2: Kondansatörlerin seri ve paralel bağlanması

Deney modülü

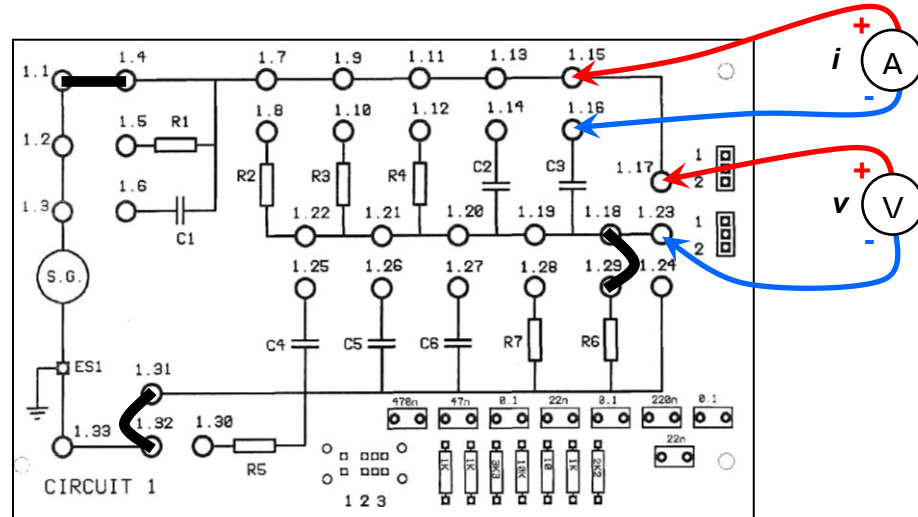


DeneY bağlanti planı

*Kondansatörün
şarj - deşarjı*

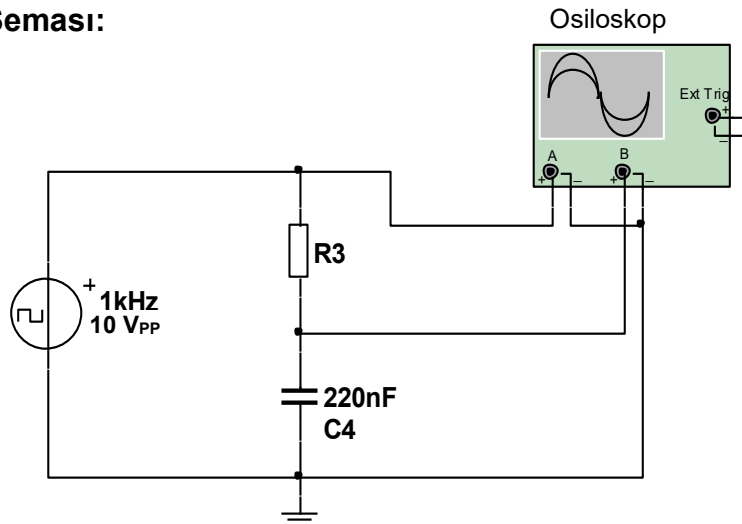


*Kondansatörün
ac gerilimde
çalışması*

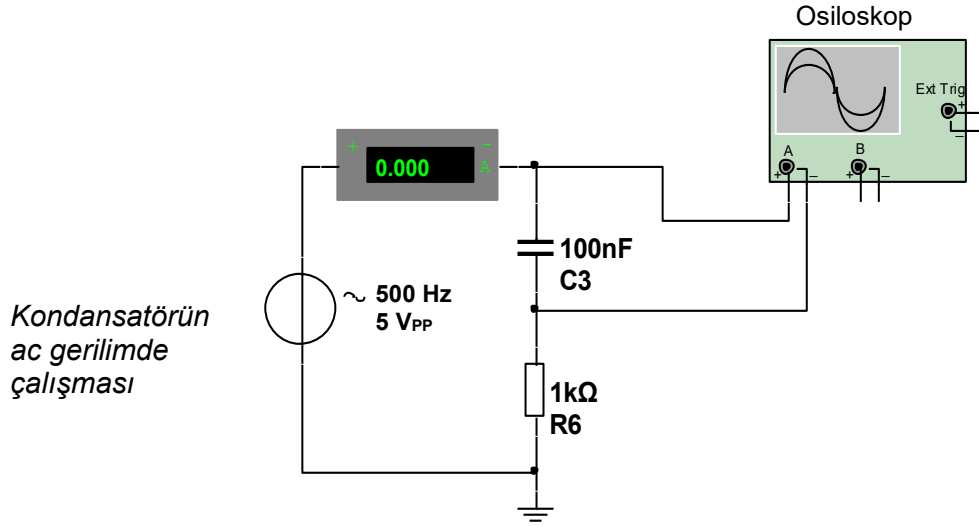


DeneY Şeması:

*Kondansatörün
şarj - deşarjı*



	ÇEKES ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI DENEY 9: KONDANSATÖR KARAKTERİSTİKLERİ	Ref.No:	ES05-02.TR
---	---	---	---------	------------



Deneyde kullanılan malzemeler

- 1) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti
- 2) ES05-02modülü

İşlem basamakları

- 1) ES05-02 modülünü ES05 ana ünitesine bağlayın. Ana ünite üzerindeki güç anahtarının OFF durumunda olmasına dikkat edin.

Kondansatörün şarj ve deşarjı

- 2) Hata anahtarlarının normal konumda olmasını sağlayın.
- 3) Deney bağlantı planını (şarj-deşarj) ES05-02 modülü Circuit 1 devresi üzerinde gerçekleştirin.
- 4) Devre üzerindeki 1.1-1.4, 1.9 -1.10, 1.22-1.25 ve 1.31-1.32 pinlerini kısa devre yapın.
- 5) *DC gerilim altında kondansatörün şarj ve deşarj eğrilerini osilaskopla incelemek oldukça zordur. Bu nedenle şarj ve deşarj olaylarını daha net bir şekilde izlemek üzere, devreye kare dalga sinyal uygulanacaktır.*
- 6) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ara yüzü ana ünitesi üzerindeki sinyal generatörünün canlı ucunu, modülün SIGNAL GENERATOR pinine ve şasesini modülün GNDSG pinine (bu pinler modülün sağ üst tarafında bulunmaktadır) bağlayın.
- 7) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ara yüzü ana ünitesi üzerindeki osilaskobu giriş ve kondansatör gerilimlerini ölçmek için kullanın.
- 8) CH₁ kanalındaki probun canlı ucunu 1.1 pinine ve şase ucunu ES1 noktasına bağlayın. Bu kanal giriş gerilimini gösterecektir.
- 9) CH₂ kanalındaki probun canlı ucunu 1.21 pinine ve şase ucunu ES1 noktasına bağlayın. Bu kanal kondansatörün şarj-deşarj gerilimini gösterecektir.

	ÇOKESEN ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
		DENEY 9: KONDANSATÖR KARAKTERİSTİKLERİ	Ref.No:	ES05-02.TR

- 10) Tüm bağlantıları yaptıktan ve kontrol ettikten sonra ana ünite üzerindeki güç anahtarını ON konumuna alın.
- 11) Sinyal generatörünü 1 kHz 10 V_{pp} (tepeden tepeye) kare dalga sinyal verecek şekilde ayarlayın. *Sinyal generatörü frekansını osilaskop üzerinden veya ana ünite üzerindeki frekansmetreyi kullanarak ölçebilirsiniz. Frekansmetre ile frekans ölçümü yapmak için, frekansmetre girişlerini sinyal generatörü çıkışlarına bağlayın.*
- 12) Osilaskoptan giriş ve çıkış gerilimlerini gözlemleyip çizin.
- 13) Devrenin enerjisini kesip, bağlantı kablolarını sökün.
- 14) Hata anahtarını (devrenin alt tarafındaki) 2 ve 3 nolu konumlara alarak, hatanın sebebini bulun.
- 15) Ölçüm sonuçlarını kaydedin.

Kondansatörün ac gerilimde çalışması

- 16) Hata anahtarlarının normal konumda olmasını sağlayın.
- 17) Deney bağlantı planını ES05-02 modülü Circuit 1 devresi üzerinde gerçekleştirin.
- 18) Devre üzerindeki 1.1-1.4, 1.15-1.16, 1.18-1.29 ve 1.31-1.32 pinlerini kısa devre yapın.
- 19) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ara yüzü ana ünitesi üzerindeki sinyal generatörünün canlı ucunu, modülün SIGNAL GENERATOR pinine ve şasesini modülün GNDSG pinine (bu pinler modülün sağ üst tarafında bulunmaktadır) bağlayın.
- 20) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ara yüzü ana ünitesi üzerindeki osilaskopu kondansatör gerilimini ölçmek için kullanın. Osilaskop probunun canlı ucunu devrenin 1.17 pinine ve şasesini devrenin 1.23 pinine bağlayın. *Osilaskopu gerilimin RMS değerini gösterecek şekilde ayarlayın.*
- 21) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ana ünitesindeki multimetreyi ac akım (mA) ölçecek şekilde ayarlayın. Multimetrenin (+) terminalini devrenin 1.15 pinine ve (-) terminalini devrenin 1.16 pinine bağlayın.
- 22) Tüm bağlantıları yaptıktan ve kontrol ettikten sonra ana ünite üzerindeki güç anahtarını ON konumuna alın.
- 23) Sinyal generatörünü 500 Hz 5 V_{pp} (tepeden tepeye) sinüs dalga sinyal verecek şekilde ayarlayın (*RMS değeri 1.768V*). *Sinyal generatörü frekansını osilaskop üzerinden veya ana ünite üzerindeki frekansmetreyi kullanarak ölçebilirsiniz. Frekansmetre ile frekans ölçümü yapmak için, frekansmetre girişlerini sinyal generatörü çıkışlarına bağlayın.*
- 24) Ölçü aletlerinden kondansatör gerilimi ve akımı değerlerini gözlemleyip, sonuçları ölçüm tablosuna kaydedin. Ölçtüğünüz değerleri kullanarak, kondansatörün kapasitif reaktansını hesaplayın.
- 25) Osilaskopla giriş geriliminin ve direnç üzerindeki gerilimin RMS değerlerini ölçün.
- 26) Sinyal generatörü frekansını sırayla 1 kHz, 1.5 kHz ve 2 kHz değerlerine ayarlayarak gözlemlerinizi tekrarlayın.
- 27) Devrenin enerjisini kesip, bağlantı kablolarını sökün.
- 28) Ölçüm sonuçlarını tabloya kaydedin.

Kondansatörün şarj-deşarj deneyi ölçüm sonucu

Giriş gerilimi

Kondansatör gerilimi

Kondansatörün ac gerilimde çalışması deneyi ölçüm tablosu

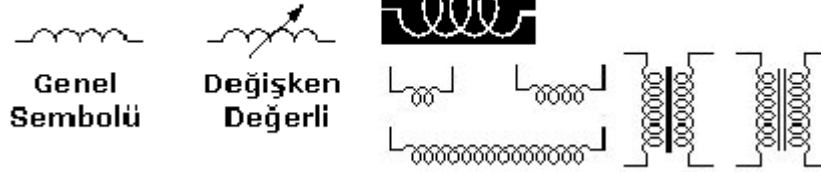
Frekans f	Giriş Gerilimi (V)	Direnç Gerilimi (V _R)	Kond. Gerilimi (V _C)	Kond. akımı (i)	Kond. direnci (x _C =V _C /i)
500 Hz					
1 kHz					
1.5 kHz					
2 kHz					

Değerlendirme soruları

- 1) Kondansatörün şarj veyadeşarj olma süreleri hangi büyüklüklere bağlıdır?
- 2) Kondansatörün ac gerilim altındaki direnci olan kapasitif reaktans, frekanstan nasıl etkilenmektedir?

Giriş:

Bobinler alternatif akım sinyallerinin kontrol ve işlenmesinde kullanılmalarının ötesinde, elektrik devrelerinde kullanılan temel elemanlardır. Bobinler bir nüve üzerine sarılmış iletken telden oluşur. Bobinin dağılmaması için tel, bir makaranın üzerine sarılmış olabilir.

Gösterim Şekli:**Şekil 14.1: Bobin sembol ve görünüşleri**

Yapımlarında hemen hemen aynı malzemeler kullanıldığından dış görünüşleri ile trafolarla benzerler. Diğer devre elemanlarında olduğu gibi ticari kullanım açısından piyasada standart tipleri de bulunur. Ancak bobinlerin çoğu zaman kullanım yeri ve amacına uygun olarak özel olarak yapılması gerekir.

Bobinin gösterdiği etkinin büyüklüğüne *endüktansı* denir ve *Henry* ölçü birimi ile ifade edilir. Bir bobin üzerinden bir saniyede bir amperlik alternatif akım geçtiğinde bobinin iki terminali arasında bir voltluk potansiyel fark meydana geliyorsa bu bobinin endüktansı bir Henry' dir. Bobinler için Henry çok büyük bir birimdir. Bu nedenle Henry'nin askatları kullanılır. Henry' nin binde biri olan miliHenry mH ile ve milyonda biri olan mikroHenry µH ile gösterilir.

Bobinler iletken telin sarılması ile yapıldıklarından dc gerilim altındaki dirençleri (omik direnç) oldukça küçük olabilir. Bu nedenle dc gerilimde dikkatli kullanılmalıdır. DC gerilimde çalışan kondansatör gerilime değişimlerine karşı koyarken, bobin akım değişimlerine karşı koymaktadır.

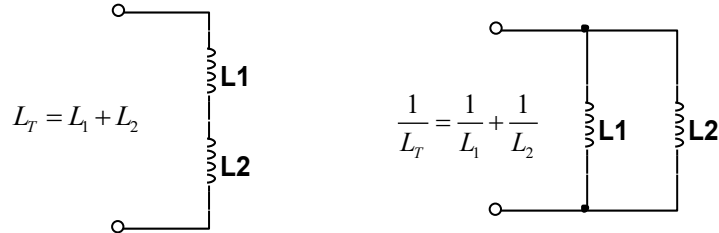
Bobinlerin ac gerilim altındaki dirençleri (endüktif reaktans) ise tıpkı kondansatörlerde olduğu gibi frekansa bağlıdır. Endüktif reaktans

$$X_L = 2\pi fL \quad \text{formülü ile hesaplanır. (f: frekans-Hz \quad L: Endüktans-H)}$$

Görüldüğü gibi bobinin ac gerilim altındaki direnci hem kendi endüktansına hem de uygulanan gerilimin frekansına bağlıdır.

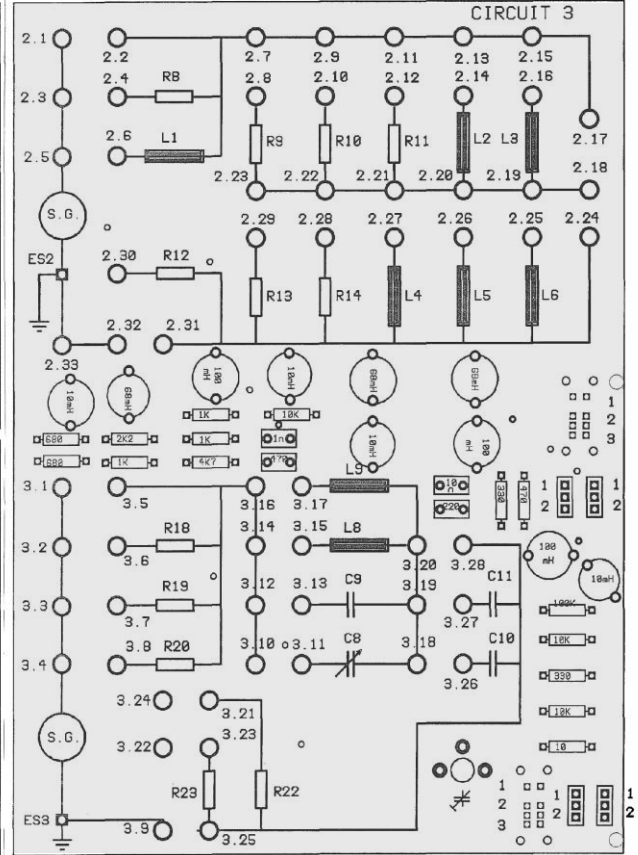
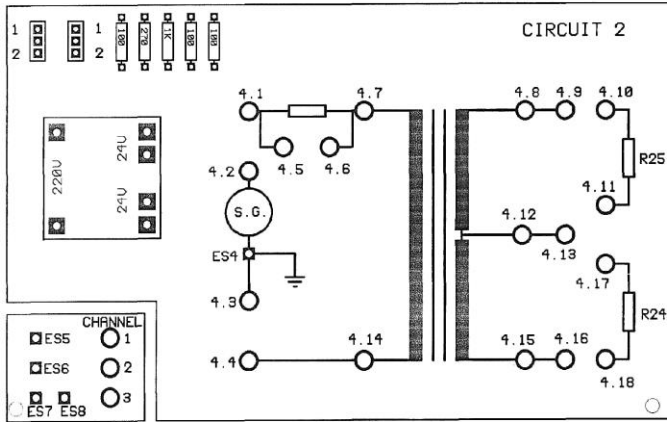
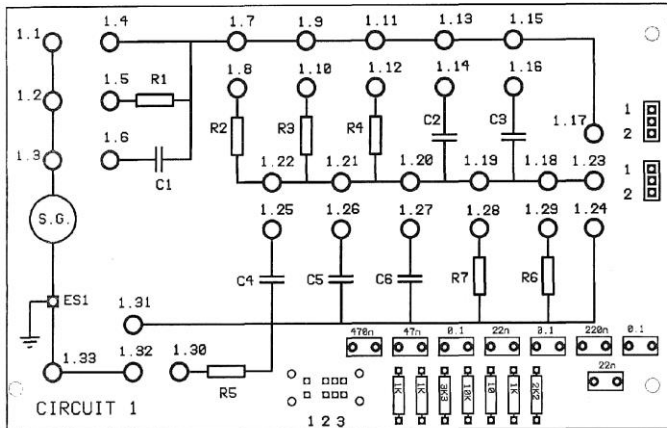
AC akımın kondansatör içinden geçmesine rağmen, besleme gerilimi ile arasında bir faz açısı oluşmaktadır. Bu öyle oluşacaktır ki, gerilim en yüksek değerine ulaştığı anda akım sıfır değerinden geçecektir.

Bobinler de de tıpkı dirençler ve kondansatörler gibi seri veya paralel olarak bağlanabilirler.

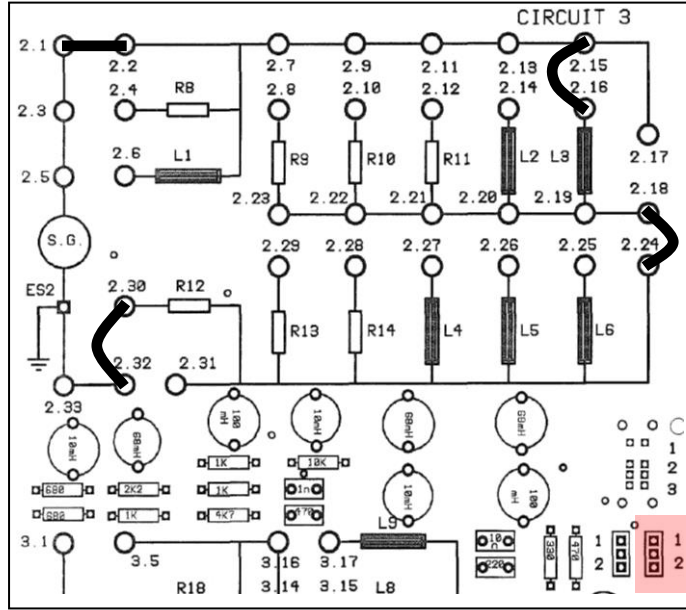


Şekil 14.2: Bobinlerin seri ve paralel bağlanması

Deney modülü

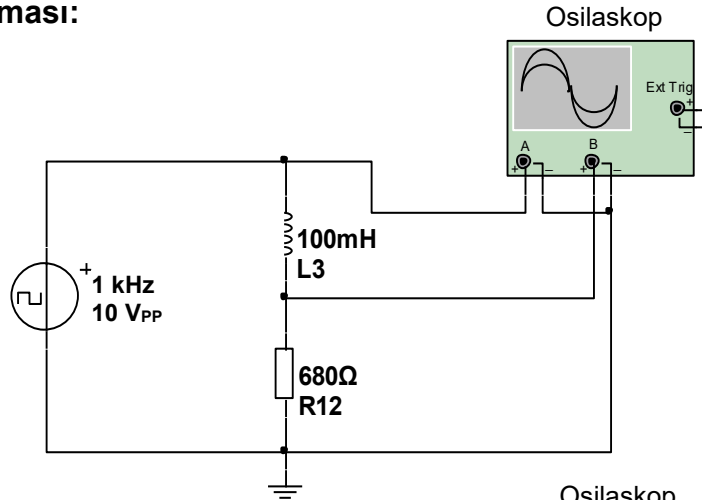


Deney bağlantı planı

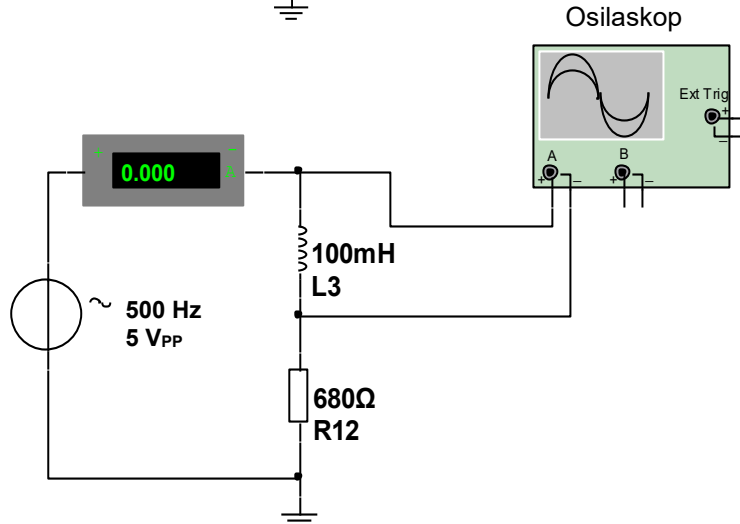


Deney Şeması:

Bobinde akım değişimi



AC gerilimde çalışması



	ÇOKESEN ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
DENEY 10: BOBİN KARAKTERİSTİKLERİ		Ref.No:	ES05-02.TR	

Deneyde kullanılan malzemeler

- 1) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti
- 2) ES05-02modülü

İşlem basamakları

- 1) ES05-02 modülünü ES05 ana ünitesine bağlayın. Ana ünite üzerindeki güç anahtarının OFF durumunda olmasına dikkat edin.

Bobinde akım değişimi

- 2) Hata anahtarlarının normal konumda olmasını sağlayın.
- 3) Deney bağlantı planını (akım değişimi) ES05-02 modülü Circuit 3 devresi üzerinde gerçekleştirin.
- 4) Devre üzerindeki 2.1-2.2, 2.15-2.16, 2.18-2.24 ve 2.30-2.32 pinlerini kısa devre yapın.
- 5) *DC gerilim altında bobinin akım değişim eğrilerini osilaskopla incelemek oldukça zordur. Bu nedenle şarj ve deşarj olaylarını daha net bir şekilde izlemek üzere, devreye kare dalga sinyal uygulanacaktır.*
- 6) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ara yüzü ana ünitesi üzerindeki sinyal generatörünün canlı ucunu, modülün SIGNAL GENERATOR pinine ve şasesini modülün GNDSG pinine (bu pinler modülün sağ üst tarafında bulunmaktadır) bağlayın.
- 7) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ara yüzü ana ünitesi üzerindeki osilaskobu giriş ve çıkış gerilimlerini ölçmek için kullanın.
- 8) CH₁ kanalındaki probun canlı ucunu 2.5 pinine ve şase ucunu ES2 noktasına bağlayın. Bu kanal giriş gerilimini gösterecektir.
- 9) CH₂ kanalındaki probun canlı ucunu 2.31 pinine ve şase ucunu ES2 noktasına bağlayın. Bu kanal direnç üzerindeki gerilimini gösterecektir. *Direnç üzerindeki gerilim içinden geçen akıma bağlıdır. Dolayısıyla çıkış gerilimin dalga şekli aynı zamanda direnç ve bobindeki akım değişimini ifade etmektedir.*
- 10) Tüm bağlantıları yaptıktan ve kontrol ettikten sonra ana ünite üzerindeki güç anahtarını ON konumuna alın.
- 11) Sinyal generatörünü 1 kHz 10 V_{pp} (tepeden tepeye) kare dalga sinyal verecek şekilde ayarlayın. *Sinyal generatörü frekansını osilaskop üzerinden veya ana ünite üzerindeki frekansmetreyi kullanarak ölçebilirsiniz. Frekansmetre ile frekans ölçümü yapmak için, frekansmetre girişlerini sinyal generatörü çıkışlarına bağlayın.*
- 12) Osilaskoptan giriş ve çıkış gerilimlerini gözlemleyip çizin.
- 13) Devrenin enerjisini kesin.
- 14) Ölçüm sonuçlarını kaydedin.

	ÇEKES ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
		DENEY 10: BOBİN KARAKTERİSTİKLERİ	Ref.No:	ES05-02.TR

Bobinin ac gerilimde çalışması

- 15) Hata anahtarlarının normal konumda olmasını sağlayın.
- 16) Deney bağlantı planını (ac gerilimde çalışması) ES05-02 modülü Circuit 3 devresi üzerinde gerçekleştirin.
- 17) Devre üzerindeki 2.15-2.16, 2.18-2.24 ve 2.30-2.32 pinlerini kısa devre yapın. Eğer varsa 2.1 ve 2.2 nolu pinler arasındaki bağlantıyı açın.
- 18) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ara yüzü ana ünitesi üzerindeki sinyal generatörünün canlı ucunu, modülün SIGNAL GENERATOR pinine ve şasesini modülün GNDSG pinine (bu pinler modülün sağ üst tarafında bulunmaktadır) bağlayın.
- 19) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ara yüzü ana ünitesi üzerindeki osilaskopu bobin gerilimini ölçmek için kullanın. Osilaskop probunun canlı ucunu devrenin 2.17 pinine ve şasesini devrenin 2.18 pinine bağlayın. *Osilaskopu gerilimin RMS değerini gösterecek şekilde ayarlayın.*
- 20) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ana ünitesindeki multimetreyi ac akım (mA) ölçecek şekilde ayarlayın. Multimetrenin (+) terminalini devrenin 2.1 pinine ve (-) terminalini devrenin 2.2 pinine bağlayın.
- 21) Tüm bağlantıları yaptıktan ve kontrol ettikten sonra ana ünite üzerindeki güç anahtarını ON konumuna alın.
- 22) Sinyal generatörünü 500 Hz 5 V_{pp} (tepeden tepeye) sinüs dalga sinyal verecek şekilde ayarlayın (*RMS değeri 1.768V*). *Sinyal generatörü frekansını osilaskop üzerinden veya ana ünite üzerindeki frekansmetreyi kullanarak ölçebilirsiniz. Frekansmetre ile frekans ölçümü yapmak için, frekansmetre girişlerini sinyal generatörü çıkışlarına bağlayın.*
- 23) Ölçü aletlerinden bobin gerilimi ve akımı değerlerini gözlemleyip, sonuçları ölçüm tablosuna kaydedin. Ölçtüğünüz değerleri kullanarak, bobinin endüktif reaktansını hesaplayın.
- 24) Osilaskopla giriş geriliminin ve direnç üzerindeki gerilimin RMS değerlerini ölçün.
- 25) Sinyal generatörü frekansını sırayla 1 kHz, 1.5 kHz ve 2 kHz değerlerine ayarlayarak gözlemlerinizi tekrarlayın.
- 26) Devrenin enerjisini kesip, bağlantı kablolarını sökün.
- 27) Ölçüm sonuçlarını tabloya kaydedin.

Bobinde akım değişimi deneyi ölçüm sonucu

Giriş gerilimi

Çıkış gerilimi

Bobinin ac gerilimde çalışması deneyi ölçüm tablosu

Frekans f	Giriş Gerilimi (V)	Direnç Gerilimi (V _R)	Bobin Gerilimi (V _L)	Bobin akımı (i)	Bobin direnci (X _L =V _L /i)
500 Hz					
1 kHz					
1.5 kHz					
2 kHz					

Değerlendirme soruları

- 1) Bobinin ac gerilim altındaki direnci olan endüktif reaktans hangi büyüklüklere bağlıdır?
- 2) Frekans değişiminin devredeki gerilimler üzerine etkisi var mıdır? Varsa bu etkinin sebebi nedir?

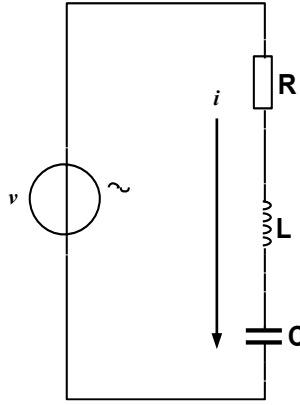
	ÇEKES ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI	
		DENEY 11: SERİ VE PARALEL RLC DEVRELERİ	Ref.No: ES05-02.TR

Giriş:

Bir elektrik devresinde direnç, bobin ve kondansatörler seri veya paralel olarak bağlanabilirler. Bu tür devreler RLC devreleri olarak isimlendirilir. Devre, kullanılan bobin ve kondansatörün değerlerine bağlı olarak endüktif veya kapasitif özellik gösterebilir. Devrenin ac gerilim altında gösterdiği toplam direnç empedans olarak isimlendirilir.

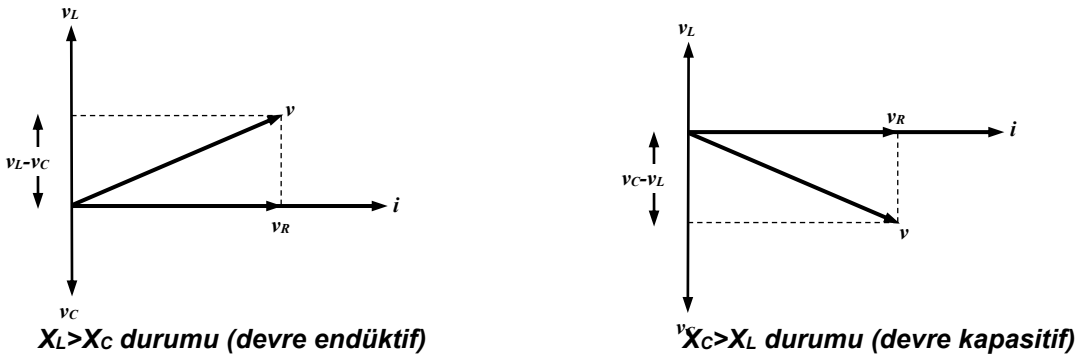
Seri RLC devresi

Seri RLC devresi şekil 15.1’ de görülmektedir.



Şekil 15.1: Seri RLC devresi

Seri bağlı elemanlardan geçen akım eşittir. Yani devredeki direnç, bobin ve kondansatörden aynı akım geçmektedir. Direnç üzerinde düşen gerilim, devre akımı ile aynı fazlıdır. Kondansatör üzerindeki gerilim, devre akımından 90° geride ve bobin üzerindeki gerilim, devre akımından 90° ileridedir. Bu durumu ifade eden vektörel gösterim şekil 15.2’ de verilmiştir.



Şekil 15.2: Seri RLC devresi vektör diyagramı

Devredeki akım ve gerilim değerlerinin hesaplanmasında aşağıdaki formüllerden faydalanılır.

	ÇEKES ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI	
		DENEY 11: SERİ VE PARALEL RLC DEVRELERİ	Ref.No: ES05-02.TR

$$v = \sqrt{v_R^2 + (v_L - v_C)^2}$$

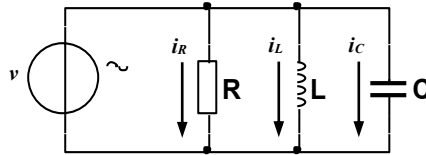
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$i = \frac{v}{Z} \quad v_R = i.R \quad v_L = i.X_L \quad v_C = i.X_C$$

Devrede direnç, bobin veya kondansatör elemanlarından herhangi birinin olmaması durumunda, o elemana ait direnç veya reaktans değeri “0” alınarak hesaplamalar aynı formüller kullanılarak yapılır.

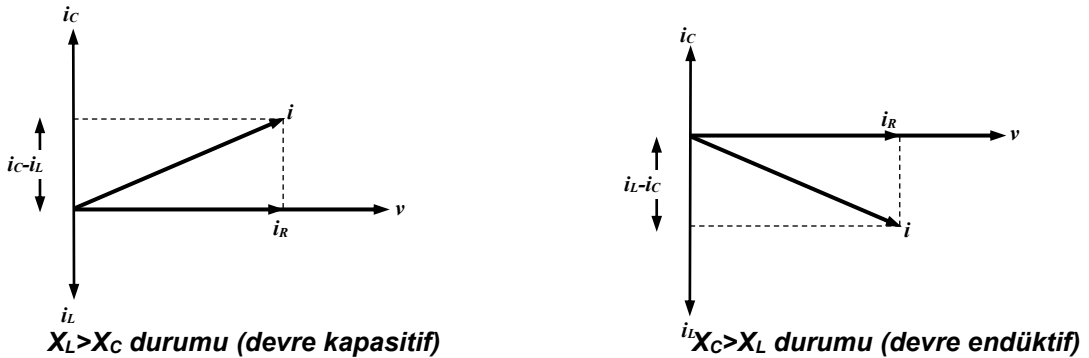
Paralel RLC devresi

Paralel RLC devresi şekil 15.3’ de görülmektedir.



Şekil 15.3: Paralel RLC devresi

Paralel bağlı elemanlar üzerinde düşen gerilimler eşittir. Yani devredeki direnç, bobin ve kondansatör üzerinde eşit gerilim düşümleri olmaktadır. Aynı zamanda bu gerilim kaynak gerilimine eşittir. Direnç içinden geçen akım, devre gerilimi ile aynı fazlıdır. Kondansatör içinden geçen akım, devre geriliminden 90° ileride ve bobin içinden geçen akım, devre geriliminden 90° geridedir. Bu durumu ifade eden vektörel gösterim şekil 15.4’ de verilmiştir.



Şekil 15.4: Paralel RLC devresi vektör diyagramı

Devredeki akım ve gerilim değerlerinin hesaplanmasında aşağıdaki formüllerden faydalanılır.



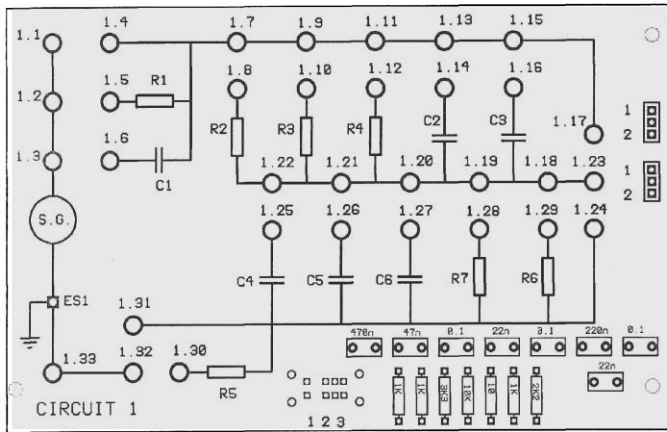
$$i = \sqrt{i_R^2 + (i_L - i_C)^2}$$

$$Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2}}$$

$$i = \frac{v}{Z} \quad i_R = \frac{v}{R} \quad i_L = \frac{v}{X_L} \quad i_C = \frac{v}{X_C}$$

Devrede direnç, bobin veya kondansatör elemanlarından herhangi birinin olmaması durumunda, o elemana ait direnç veya reaktans değeri "0" alınarak hesaplamalar aynı formüller kullanılarak yapılır.

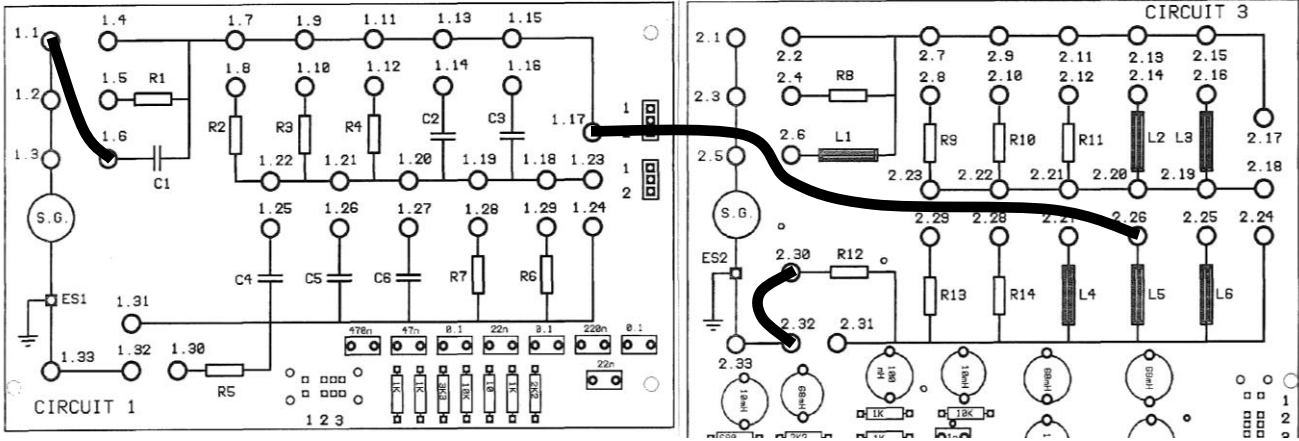
Deneysel modül



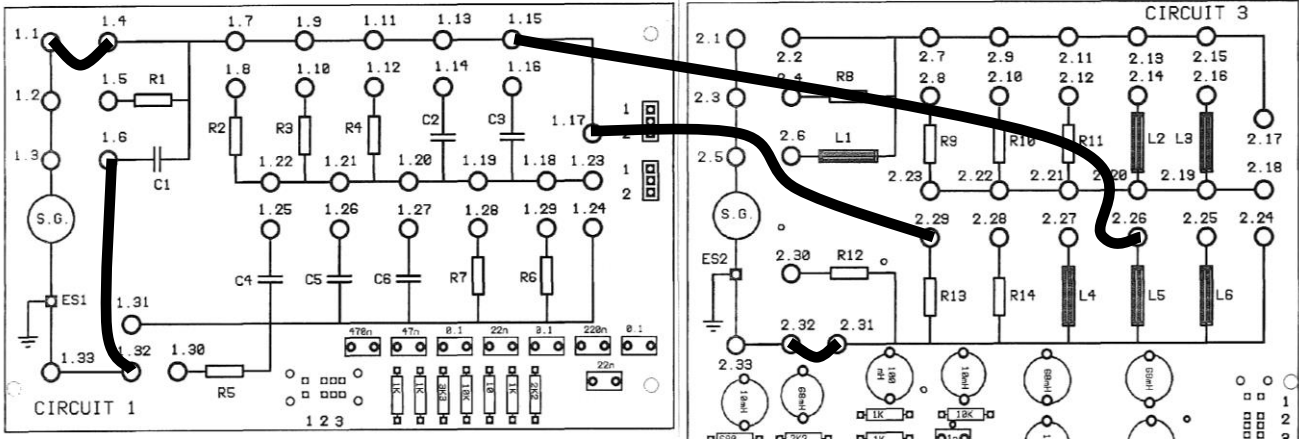


Deney bağlantı planı

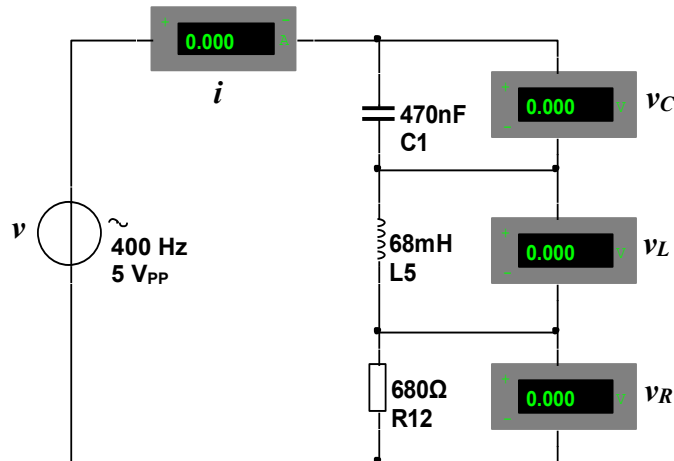
Seri RLC devresi



Paralel RLC devresi

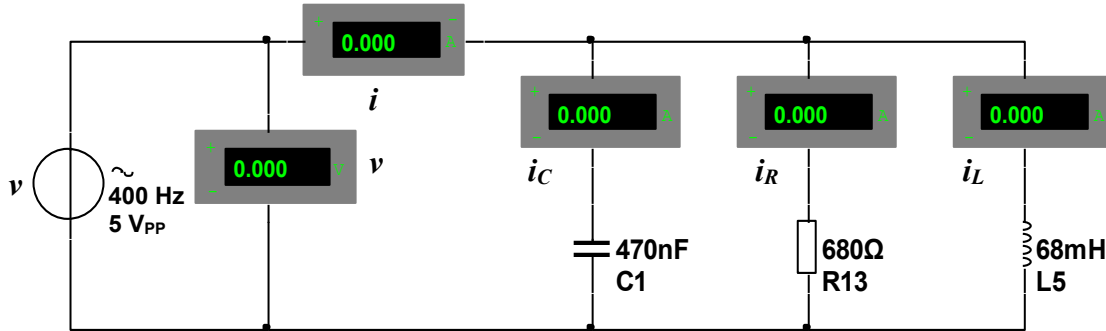


Deney Şeması: Seri RLC devresi



	ÇOKESEN ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI	
		DENEY 11: SERİ VE PARALEL RLC DEVRELERİ	Ref.No: ES05-02.TR

Paralel RLC devresi



Deneyde kullanılan malzemeler

- 1) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti
- 2) ES05-02modülü

İşlem basamakları

- 1) ES05-02 modülünü ES05 ana ünitesine bağlayın. Ana ünite üzerindeki güç anahtarının OFF durumunda olmasına dikkat edin.

Seri RLC devresi

- 2) Hata anahtarlarının normal konumda olmasını sağlayın.
- 3) Deney bağlantı planını ES05-02 modülü Circuit 1 ve Circuit 3 devreleri üzerinde gerçekleştirin.
- 4) Devre üzerindeki 1.1-1.6, 1.17-2.26 ve 2.30-2.32 pinlerini kısa devre yapın.
- 5) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ara yüzü ana ünitesi üzerindeki sinyal generatörünün canlı ucunu, modülün SIGNAL GENERATOR pinine ve şasesini modülün GNDSG pinine (bu pinler modülün sağ üst tarafında bulunmaktadır) bağlayın.
- 6) Tüm bağlantıları yaptıktan ve kontrol ettikten sonra ana ünite üzerindeki güç anahtarını ON konumuna alın.
- 7) Sinyal generatörünü 400 Hz 5 V_{pp} (tepeden tepeye) sinüs dalga sinyal verecek şekilde ayarlayın. (RMS değeri 1.768V)
- 8) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ana ünitesindeki multimetreyi ac gerilim ölçecek şekilde ayarlayın. Multimetrenin (+) terminalini devrenin 1.2 pinine ve (-) terminalini devrenin 1.33 pinine bağlayarak devre gerilimini ölçün.
- 9) AC gerilim konumundaki multimetreyi kullanarak sırasıyla kondansatör, bobin ve direnç üzerinde düşen gerilimleri ölçün.
- 10) Gerilim ölçümleri bittiğinde, Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ana ünitesindeki multimetreyi ac akım (mA) ölçecek şekilde ayarlayın.
- 11) 1.1-1.6 pinleri arasındaki kısa devreyi kaldırıp, bu terminaller arasına multimetre proplarını bağlayın. Multimetre devre akımını gösterecektir.
- 12) Devrenin enerjisini kesip, bağlantı kablolarını sökün.
- 13) Ölçüm sonuçlarını tabloya kaydedin.
- 14) Farklı direnç, bobin ve kondansatör değerleri kullanarak deneyi tekrarlayabilirsiniz.

	ÇEKES ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
		DENEY 11: SERİ VE PARALEL RLC DEVRELERİ	Ref.No:	ES05-02.TR

Paralel RLC devresi

- 15) Hata anahtarlarının normal konumda olmasını sağlayın.
- 16) Deney bağlantı planını ES05-02 modülü Circuit 1 ve Circuit 3 devreleri üzerinde gerçekleştirin.
- 17) Devre üzerindeki 1.1-1.4, 1.6-1.32, 1.17-2.29, 1.15-2.26 ve 2.31-2.32 pinlerini kısa devre yapın.
- 18) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ara yüzü ana ünitesi üzerindeki sinyal generatörünün canlı ucunu, modülün SIGNAL GENERATOR pinine ve şasesini modülün GNDSG pinine (bu pinler modülün sağ üst tarafında bulunmaktadır) bağlayın.
- 19) Tüm bağlantıları yaptıktan ve kontrol ettikten sonra ana ünite üzerindeki güç anahtarını ON konumuna alın.
- 20) Sinyal generatörünü 400 Hz 5 V_{pp} (tepeden tepeye) sinüs dalga sinyal verecek şekilde ayarlayın. (RMS değeri 1.768V)
- 21) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ana ünitesindeki multimetreyi ac gerilim ölçecek şekilde ayarlayın. Multimetrenin (+) terminalini devrenin 1.2 pinine ve (-) terminalini devrenin 1.33 pinine bağlayarak devre gerilimini ölçün.
- 22) Gerilim ölçümü bittiğinde, Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ana ünitesindeki multimetreyi ac akım (mA) ölçecek şekilde ayarlayın.
- 23) 1.1-1.4 pinleri arasındaki kısa devreyi kaldırıp, bu terminaller arasına multimetre proplarını bağlayın. Multimetre, devre akımını gösterecektir. Multimetre proplarını çıkararak, 1.1-1.4 pinlerini yeniden kısa devre yapın.
- 24) 1.6-1.32 pinleri arasındaki kısa devreyi kaldırıp, bu terminaller arasına multimetre proplarını bağlayın. Multimetre, kondansatör akımını gösterecektir. Multimetre proplarını çıkararak, 1.6-1.32 pinlerini yeniden kısa devre yapın.
- 25) 1.15-2.26 pinleri arasındaki kısa devreyi kaldırıp, bu terminaller arasına multimetre proplarını bağlayın. Multimetre, bobin akımını gösterecektir. Multimetre proplarını çıkararak, 1.15-2.26 pinlerini yeniden kısa devre yapın.
- 26) 1.17-2.29 pinleri arasındaki kısa devreyi kaldırıp, bu terminaller arasına multimetre proplarını bağlayın. Multimetre, direnç akımını gösterecektir.
- 27) Devrenin enerjisini kesip, bağlantı kablolarını sökün.
- 28) Ölçüm sonuçlarını tabloya kaydedin.
- 29) Farklı direnç, bobin ve kondansatör değerleri kullanarak deneyi tekrarlayabilirsiniz.

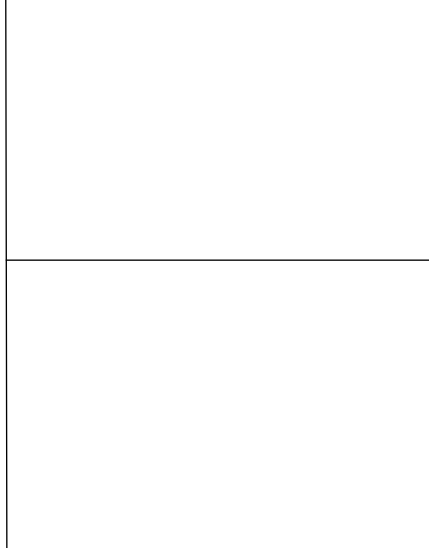
Ölçüm tablosu

Seri RLC devresi

	Devre gerilimi V	Devre akımı i	Direnç gerilimi V_R	Bobin gerilimi V_L	Kondansatör gerilimi V_C
Hesaplanan	1,768V				
Ölçülen					

Yukarıdaki ölçüm sonuçlarını kullanarak seri RLC devresine ait vektör diyagramını çizip, devrenin entüktif mi kapasitif mi olduğunu bulun.

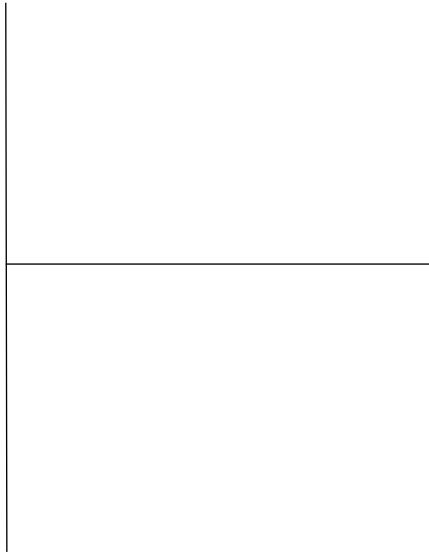
	ÇOKESEN ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
		DENEY 11: SERİ VE PARALEL RLC DEVRELERİ	Ref.No:	ES05-02.TR



Paralel RLC devresi

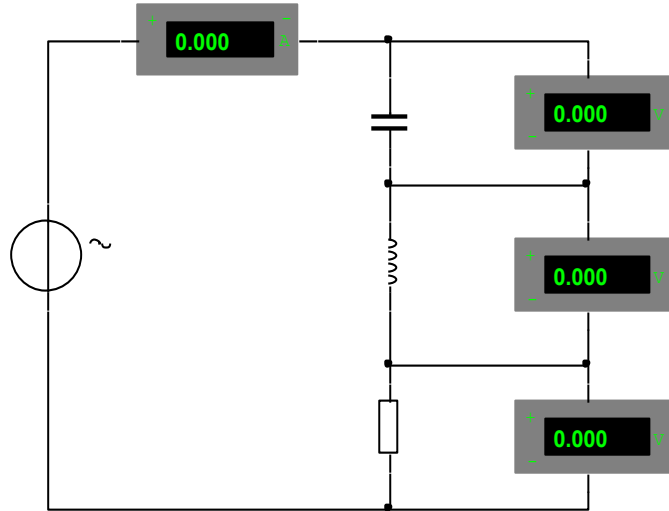
	Devre gerilimi V	Devre akımı i	Direnç akımı i_R	Bobin akımı i_L	Kondansatör akımı i_C
Hesaplanan	1,768V				
Ölçülen					

Yukarıdaki ölçüm sonuçlarını kullanarak paralel RLC devresine ait vektör diyagramını çizip, devrenin entüktif mi kapasitif mi olduğunu bulun.



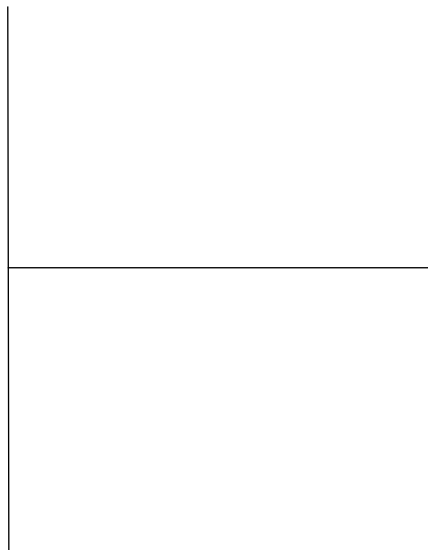
FARKLI ELEMAN DEĞERLERİ KULLANILARAK YAPILACAK DEVRELER

Seri RLC devresi (kullandığınız elemanlara ait değerleri şema üzerine yazınız)

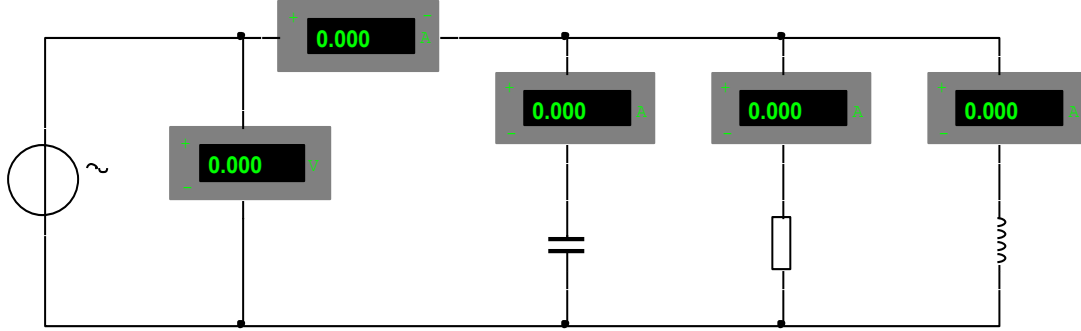


	Devre gerilimi V	Devre akımı i	Direnç gerilimi V_R	Bobin gerilimi V_L	Kondansatör gerilimi V_C
Hesaplanan					
Ölçülen					

Yukarıdaki ölçüm sonuçlarını kullanarak seri RLC devresine ait vektör diyagramını çizip, devrenin entüktif mi kapasitif mi olduğunu bulun.

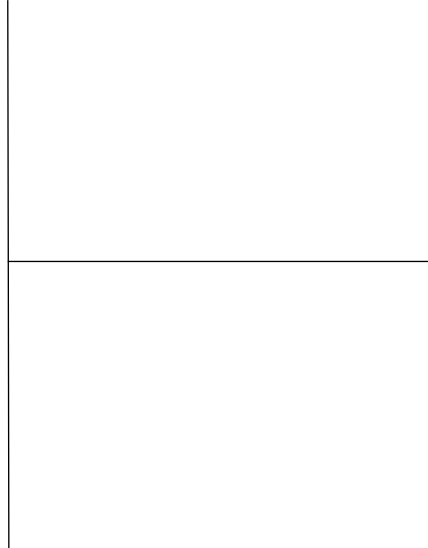


Paralel RLC devresi (kullandığınız elemanlara ait değerleri şema üzerine yazınız)



	Devre gerilimi v	Devre akımı i	Direnç akımı i_R	Bobin akımı i_L	Kondansatör akımı i_C
Hesaplanan					
Ölçülen					

Yukarıdaki ölçüm sonuçlarını kullanarak paralel RLC devresine ait vektör diyagramını çizip, devrenin entüktif mi kapasitif mi olduğunu bulun.



Değerlendirme soruları

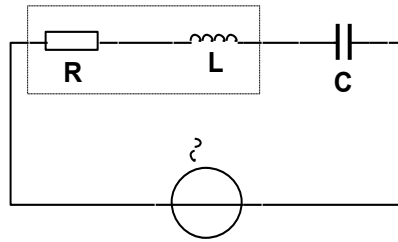
- 1) Ölçüm sonuçları ile hesaplamalarınız arasındaki farklılığın sebebi nedir?

Giriş:

Seri ve paralel LC devrelerinde, endüktif ve kapasitif reaktansların birbirine eşit olduğu özel durum *rezonans* olarak isimlendirilir. Elemanların bağlantı şekline göre *seri rezonans* ve *paralel rezonans* devresi olarak isimlendirilir. Bu devrelerde rezonans olayının gerçekleştiği tek bir frekans değeri vardır ve rezonans frekansı olarak isimlendirilir.

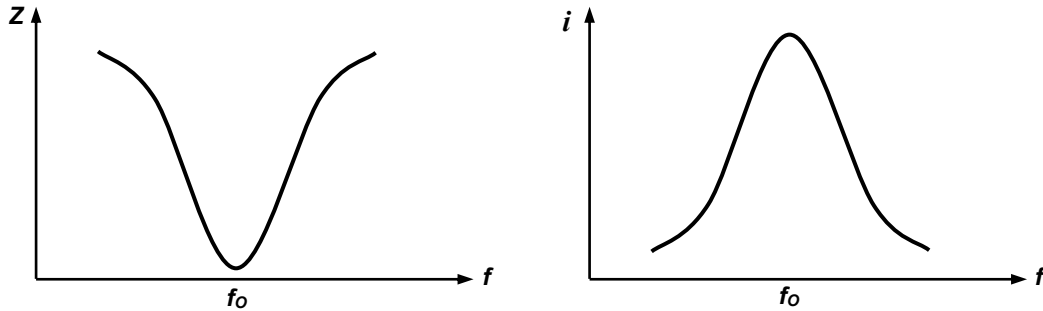
Seri rezonans devresi

Seri rezonans devresi şekil 16.1' de görülmektedir.



Şekil 16.1: Seri rezonans devresi

Bobin ve kondansatörün seri bağlanmasıyla elde edilen devredir. Şekilde R olarak gösterilen direnç, bobinin omik direncini temsil etmektedir. Ancak hesaplamalarda çoğu zaman ihmal edilebilecek düzeydedir. Rezonans anında empedans minimum seviyeye düşerken, akım maksimum düzeye çıkar (şekil 16.2).



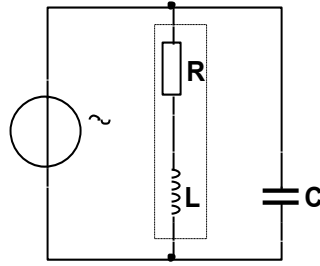
Şekil 16.2: Seri rezonans devresi eğrileri

f₀, rezonans frekansı olup aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

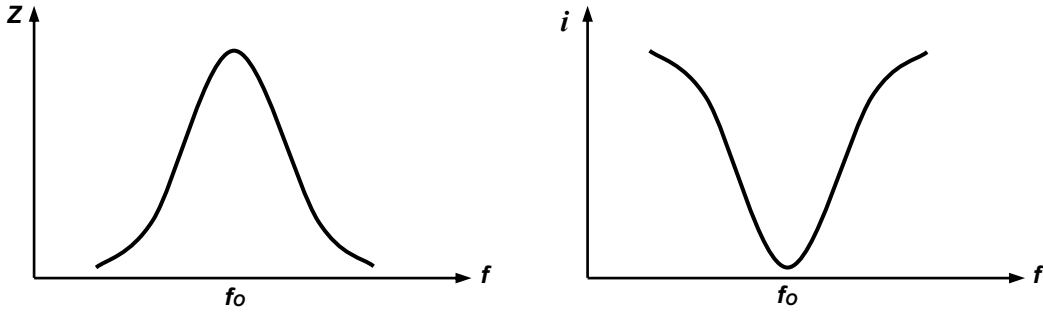
Paralel rezonans devresi

Paralel rezonans devresi şekil 16.3' de görülmektedir.



Şekil 16.3: Paralel rezonans devresi

Bobin ve kondansatörün paralel bağlanmasıyla elde edilen devredir. Şekilde R olarak gösterilen direnç, bobinin omik direncini temsil etmektedir. Ancak hesaplamalarda çoğu zaman ihmal edilebilecek düzeydedir. Rezonans anında empedans maksimum seviyeye çıkarken, akım minimum düzeye düşer (şekil 16.4).



Şekil 16.4: Paralel rezonans devresi eğrileri

f_0 , rezonans frekansı olup aşağıdaki formülle hesaplanır.

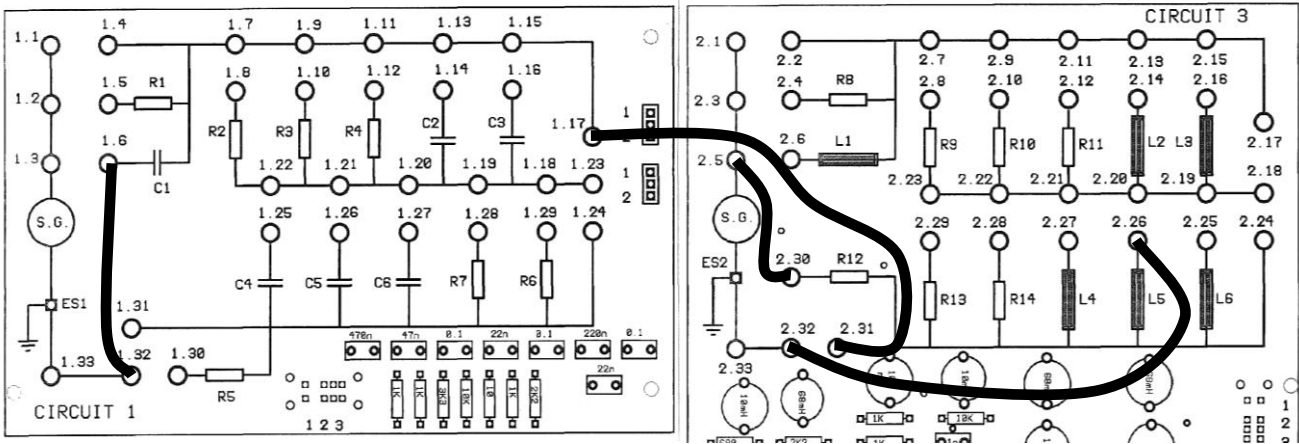
$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

	Seri rezonans devresi	Paralel rezonans devresi
Rezonans frekansı	$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$	$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$
Kalite faktörü - Q	$Q_s = \frac{\omega_0 \cdot L}{R} = \frac{1}{\omega_0 \cdot C \cdot R} = \frac{f_0}{B}$	$Q_p = \frac{R}{\omega_0 \cdot L} = \omega_0 \cdot C \cdot R = \frac{f_0}{B}$
Rezonansta Empedans (Z)	Çok küçük	Çok büyük
Rezonansta LC devrenin iki ucu arasındaki voltaj	Minimum	Maksimum
I_0 – Rezonansta devreden geçen akım	Çok büyük	Çok küçük

Tablo 16.1: Rezonans devrelerinin karşılaştırılması

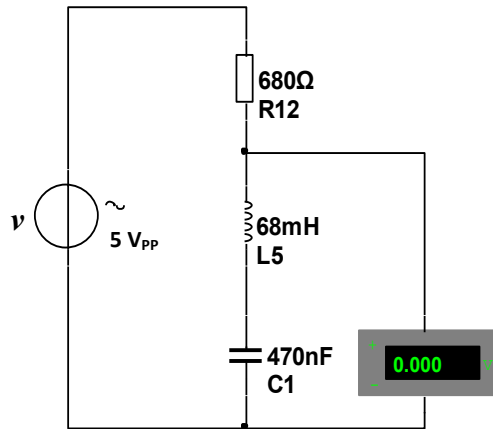


Paralel rezonans devresi

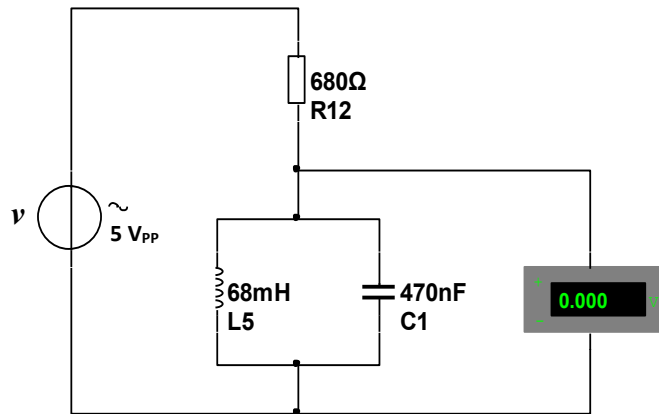


Deney Şeması:

Seri rezonans devresi



Paralel rezonans devresi



	ÇEKES ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
		DENEY 12: REZONANS RLC DEVRELERİ	Ref.No:	ES05-02.TR

Deneyde kullanılan malzemeler

- 1) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti
- 2) ES05-02modülü

İşlem basamakları

- 1) ES05-02 modülünü ES05 ana ünitesine bağlayın. Ana ünite üzerindeki güç anahtarının OFF durumunda olmasına dikkat edin.

Seri rezonans devresi

- 2) Hata anahtarlarının normal konumda olmasını sağlayın.
- 3) Deney bağlantı planını (akım değişimi) ES05-02 modülü Circuit 1 ve Circuit 3 devreleri üzerinde gerçekleştirin.
- 4) Devre üzerindeki 1.6-1.32, 2.5-2.30 ve 1.17-2.26 pinlerini kısa devre yapın.
- 5) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ara yüzü ana ünitesi üzerindeki sinyal generatörünün canlı ucunu, modülün SIGNAL GENERATOR pinine ve şasesini modülün GNDSG pinine (bu pinler modülün sağ üst tarafında bulunmaktadır) bağlayın.
- 6) Tüm bağlantıları yaptıktan ve kontrol ettikten sonra ana ünite üzerindeki güç anahtarını ON konumuna alın.
- 7) Sinyal generatörünü 5 V_{pp} (tepeden tepeye) sinüs dalga sinyal verecek şekilde ayarlayın.
- 8) *Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ana ünitesindeki multimetreyi ac gerilim ölçecek şekilde ayarlayın.* Multimetreyi 2.31-2.32 pinleri arasına bağlayıp, seri LC devresi uçlarındaki gerilimi gözlemleyin. (Bu gerilim, osilaskop kullanılarak da ölçülebilir.)
- 9) Multimetrenin gösterdiği gerilim minimum değere ulaşıncaya kadar sinyal generatörü frekansını değiştirin.
- 10) Rezonans frekansında seri LC devresi uçlarındaki gerilim minimum olacaktır. Bu frekans değerini ölçerek rezonans frekansı olarak kaydedin.
- 11) Ölçüm tablosunda verilen frekans değerleri için seri LC devresi uçlarındaki gerilimi ölçün. Ölçüm sonuçlarını kullanarak frekans-gerilim eğrisini çizin.
- 12) Devrenin enerjisini kesip, bağlantı kablolarını sökün.
- 13) Ölçüm sonuçlarını tabloya kaydedin.

Paralel rezonans devresi

- 14) Hata anahtarlarının normal konumda olmasını sağlayın.
- 15) Deney bağlantı planını (akım değişimi) ES05-02 modülü Circuit 1 ve Circuit 3 devreleri üzerinde gerçekleştirin.
- 16) Devre üzerindeki 1.6-1.32, 2.5-2.30, 1.17-2.31 ve 2.26-2.32 pinlerini kısa devre yapın.
- 17) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ara yüzü ana ünitesi üzerindeki sinyal generatörünün canlı ucunu, modülün SIGNAL GENERATOR pinine ve şasesini modülün GNDSG pinine (bu pinler modülün sağ üst tarafında bulunmaktadır) bağlayın.

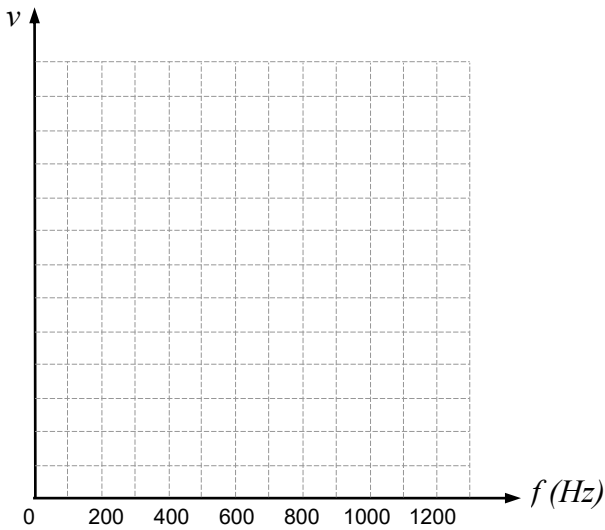


- 18) Tüm bağlantıları yaptıktan ve kontrol ettikten sonra ana ünite üzerindeki güç anahtarını ON konumuna alın.
- 19) Sinyal generatörünü 5 V_{pp} (tepeden tepeye) sinüs dalga sinyal verecek şekilde ayarlayın.
- 20) *Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ana ünitesindeki multimetreyi ac gerilim ölçecek şekilde ayarlayın.* Multimetreyi 2.31-2.32 pinleri arasına bağlayıp, paralel LC devresi uçlarındaki gerilimi gözlemleyin. (Bu gerilim, osilaskop kullanılarak da ölçülebilir.)
- 21) Multimetrenin gösterdiği gerilim maksimum değere ulaşınca kadar sinyal generatörü frekansını değiştirin.
- 22) Rezonans frekansında paralel LC devresi uçlarındaki gerilim maksimum olacaktır. Bu frekans değerini ölçerek rezonans frekansı olarak kaydedin.
- 23) Ölçüm tablosunda verilen frekans değerleri için paralel LC devresi uçlarındaki gerilimi ölçün. Ölçüm sonuçlarını kullanarak frekans-gerilim eğrisini çizin.
- 24) Devrenin enerjisini kesip, bağlantı kablolarını sökün.
- 25) Ölçüm sonuçlarını tabloya kaydedin.

Ölçüm tablosu

Seri rezonans devresi

Frekans (Hz)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
Gerilim													

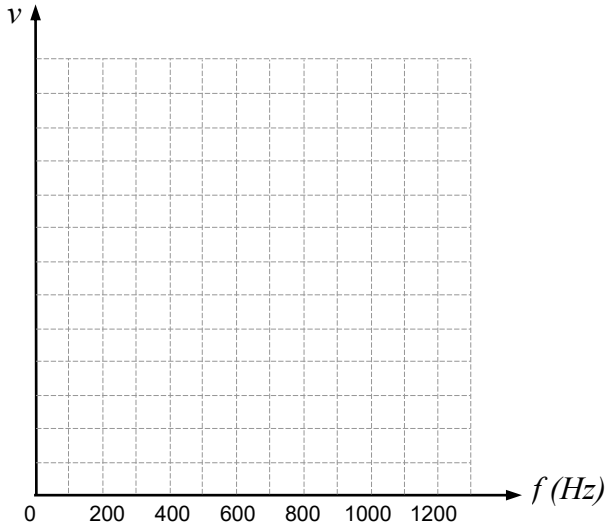


	Rezonans frekansı f_o
Hesaplanan	$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} =$
Ölçülen	



Paralel rezonans devresi

Frekans (Hz)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
Gerilim													



	Rezonans frekansı f_o
Hesaplanan	$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} =$
Ölçülen	

Değerlendirme soruları

- 1) Rezonans frekansını değiştirmek için ne yapılmalıdır?

	ÇEKES ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI		
		DENEY 13: TRANSFORMATÖR KARAKTERİSTİKLERİ DENEYİ	Ref.No:	ES05-02.TR

Giriş:

Transformatör (veya kısaca trafo), bir alternatif akım sistemindeki belirli gerilim ve akım şiddeti değerlerini, sağlanan güç sabit kalmak üzere farklı değerlere değiştirebilen elemandır.



Şekil 17-1.1: Transformatör sembol ve görünüşleri

Çalışma prensibi, demir bir nüve üzerine sarılmış bobinden geçen ac akımın oluşturduğu değişen manyetik alanın yarattığı elektromanyetik indüksiyon esasına dayanır. Böyle bir bobinden geçen alternatif akımın yarattığı manyetik alandaki değişim, yine aynı nüve üzerine sarılmış başka bir bobin içinde manyetik indüksiyon yoluyla bir alternatif akım doğmasına neden olacaktır. AC giriş geriliminin uygulandığı bobin *primer sargı* ve manyetik indüksiyon yoluyla gerilim alınan bobin ise *sekonder sargı* olarak isimlendirilir.

Manyetik indüksiyon yöntemiyle gerilim elde etmenin iki yolu vardır.

- 1- Değişken bir manyetik alan içerisinde bulunan iletken uçlarında gerilim indüklenir.
- 2- Sabit bir manyetik alan içerisinde hareket eden iletken uçlarında gerilim indüklenir.

Transformatör sargıları sabit olduğuna göre, sekonder sargıdan gerilim almanın tek yolu, primer sargıya değişken manyetik alan oluşturacak ac gerilim uygulanmasıdır. Buradan çıkan sonuç, transformatörün primer sargısına dc gerilim uygulandığında sekonder sargıdan gerilim alınamayacağıdır.

Temelde transformatörler ac şebeke gerilimini daha küçük değerlere düşürmek için kullanılır. Ancak bunun dışında, ac gerilimi yükseltmek, empedans uygunlaştırmak ve izolasyon sağlamak amaçları için de kullanılır.

Transformatörler belirli güç, gerilim ve akım değerlerine dayanabilecek şekilde üretilir ve satışa sunulur. Bunun dışında transformatörün primer ve sekonder sargılarındaki ac gerilimler arasında 180° faz farkı oluşur. Bir diğer parametre de dönüştürme oranıdır. Bu oran transformatör giriş ve çıkış gerilimlerinin oranını vermektedir.

Dönüştürme oranı transformatör hesaplamalarında kullanılan önemli bir parametre olup,

$$n = \frac{V_{\text{primer}}}{V_{\text{sekonder}}} = \frac{I_{\text{sekonder}}}{I_{\text{primer}}} = \frac{N_{\text{primer}}}{N_{\text{sekonder}}} \quad \text{formülü ile ifade edilir.}$$

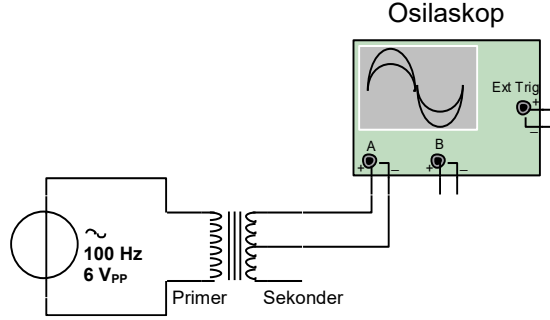
n: Dönüştürme oranı, V: Gerilim, I: Akım, N: Sargıdaki spir (tur) sayısı

Yukarıda verilen formül transformatör karakteristikleri hakkında bazı ipuçları içermektedir. Besleme trafolarında primer gerilimi sekonder geriliminden daha büyük olduğuna göre, sekondere kıyasla primer spir sayısı fazla, primer akımı ise az olacaktır. Buradan çıkan sonuç, primer sargıyı oluşturan iletkenin spir sayısının

- 2 -

	ÇEKES ELEKTRONİK San.Tic.LTD.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ELEKTRONİK EĞİTİM SETİ DENEY KİTABI	Ref.No:	ES05-02.TR
		DENEY 13: TRANSFORMATÖR KARAKTERİSTİKLERİ DENEYİ		

Deney Şeması:



Deneyde kullanılan malzemeler

- 1) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti
- 2) ES05-02modülü

İşlem basamakları

- 1) ES05-02 modülünü ES05 ana ünitesine bağlayın. Ana ünite üzerindeki güç anahtarının OFF durumunda olmasına dikkat edin.
- 2) Hata anahtarlarının normal konumda (1 nolu konum) olmasını sağlayın.
- 3) Deney bağlantı planını ES05-02 modülü Circuit 2 devresi üzerinde gerçekleştirin.
- 4) Devre üzerindeki 4.1-4.2, 4.3-4.4 ve 4.5-4.6 pinlerini kısa devre yapın.
- 5) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ara yüzü ana ünitesi üzerindeki sinyal generatörünün canlı ucunu, modülün SIGNAL GENERATOR pinine ve şasesini modülün GNDSG pinine (bu pinler modülün sağ üst tarafında bulunmaktadır) bağlayın.
- 6) Bilgisayar Destekli ES05GK12 Deney Seti ara yüzü ana ünitesi üzerindeki osilaskobu transformatörün primer ve sekonder gerilimlerini ölçmek için kullanın.
- 7) Tüm bağlantıları yaptıktan ve kontrol ettikten sonra ana ünite üzerindeki güç anahtarını ON konumuna alın.
- 8) Sinyal generatörünü 100 Hz 6 V_{pp} (tepeden tepeye) sinüs dalga sinyal verecek şekilde ayarlayın.

Gerilim ölçümleri

- 9) CH₁ kanalındaki probun canlı ucunu 4.7 pinine ve şase ucunu 4.14 pinine bağlayarak *primer gerilimini* ölçüp kaydedin.
- 10) CH₂ kanalındaki probun canlı ucunu 4.8 pinine ve şase ucunu 4.12 pinine bağlayarak bu kez *sekonder gerilimini* ölçüp kaydedin.
- 11) Devrenin enerjisini kesip bağlantı kablolarını sökün.

Direnç ölçümleri

- 12) Ohmmetreyi 4.7 ve 4.14 pinlerine bağlayarak primer sargı direncini ölçün.
- 13) Ohmmetreyi 4.8 ve 4.12 pinlerine bağlayarak sekonder sargı direncini ölçün.
- 14) Deney bağlantı planında gösterilen hata anahtarını 2 nolu konuma alarak primer ve sekonder sargı dirençlerini yeniden ölçün. Hata anahtarını normal konumuna alın.

15) OHM metre ile 4.7-4.8 ve 4.14-4.12 arasındaki dirençleri ölçün. Bu ölçüm, primer ve sekonderin elektriksel olarak izole edildiğini gösterecektir.

16) Ölçüm sonuçlarını tabloya kaydedin.

NOT: Bu deneyde can güvenliği açısından transformatöre normal primer gerilimi olan 220 V uygulanmamıştır.

Ölçüm tablosu

Primer gerilimi

Sekonder gerilimi

Primer gerilimi V_{primer}	Sekonder gerilimi V_{sekonder}	Dönüştürme oranı $n = \frac{V_{\text{primer}}}{V_{\text{sekonder}}}$

Primer sargı direnci	Sekonder sargı direnci	Primer-sekonder arası direnç

Değerlendirme soruları

- 1) Transformatörün dönüştürme oranı ne anlama gelmektedir?
- 2) Ölçümlerde primer ve sekonder sargı dirençlerinden hangisi büyük çıktı? Neden?
- 3) Primer ve sekonder sargı uçları arasında yaptığınız direnç ölçümünde ulaştığınız sonuç nedir?