



**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

TEMEL ELEKTRİK DEVRE ELEMANLARI

TEMEL ELEKTRİK DEVRE ELEMANLARININ TANITILMASI

DENEY SORUMLUSU

Arş. Gör. Şaban ULUS

Şubat 2014

KAYSERİ

1. DENEYİN AMACI

Bu deneyde, ders kapsamında kullanılacak temel elektrik devre elemanlarının tanıtımı yapılacaktır. Deneylerde kullanılacak bordan tanıtılması, direnç, kapasitör, bobin, gibi elektrik devre elemanları tanıtılacaktır. Deney bordu üzerinde kurulacak devrelerde kullanılacak olan direnç elemanlarının değerlerinin okunması ve seri paralel durumlarda eşdeğer dirençlerin hesaplanmaları gibi konular irdelenecektir.

2. Temel Elektrik Devre Elemanları

2.1. Direnç ve İletken

En basit ifade ile **direnç**, elektrik akımına karşı gösterilen zorluk olarak ifade edilebilir. Direnci teknik olarak tanımlayacak olursak: 1 mm² kesitinde, 106,3 cm boyunda cıva silindirin 0°C' deki direncine 1 ohm (Ω) denir. Bir elektrik devresine gerilim uygulandığında, alıcıdan akım geçmektedir. Geçen akımı sınırlayan etken ise alıcının direncidir. Buradan şu sonuca varabiliriz. Eğer iletkenin direnci fazla ise geçen akım miktarı az, iletkenin direnci az ise geçen akım miktarı fazladır. Çevremizde gördüğümüz her madde elektriksel olarak bir direnç değerine sahiptir. Bu direnç değeri, maddenin elektriksel özelliğinde belirleyicidir.

Dirençler akım sınırlama işleminin yanı sıra gerilim bölme amacıyla da kullanılır. Dirençleri, sabit değerli ve ayarlanabilir olmak üzere iki gruba ayırmak mümkündür. Bunların yanında, çeşitli fiziksel büyüklüklerden etkilenen ve bu etki sonucunda değeri değişen foto direnç (ışık duyarlı), termistör (ısı duyarlı) ve VDR (gerilim duyarlı) gibi dirençler de bulunmaktadır. Değişik teknikler kullanılarak karbon dirençler, film dirençler ve tel dirençler üretilmektedir. Karbon dirençler ucuz maliyetli ancak yüksek toleranslıdır. Film dirençlerin maliyeti daha pahalı olmakla beraber çok küçük tolerans değerlerinde üretilebilmektedirler. Tel dirençler ise yüksek güçlü dirençler olup fiziki boyutları oldukça büyüktür.



Küçük güçlü sabit dirençler

Büyük güçlü sabit dirençler

Sekil 1.3. Sabit direnç görünüşleri.



Şekil 1.4. Ayarlı direnç görünüşleri.

2.1.1. Direnç Renk Kodlarının Tanınması, Seri Ve Paralel Dirençler

Direnç birimlerinin ast katları pek kullanılmamakta olup ohm ve üst katları kullanılmaktadır.

Bunlar: **Ohm (Ω) < Kiloohm ($k\ \Omega$) < megaohm ($M\ \Omega$) < Gigaohm ($G\ \Omega$)**

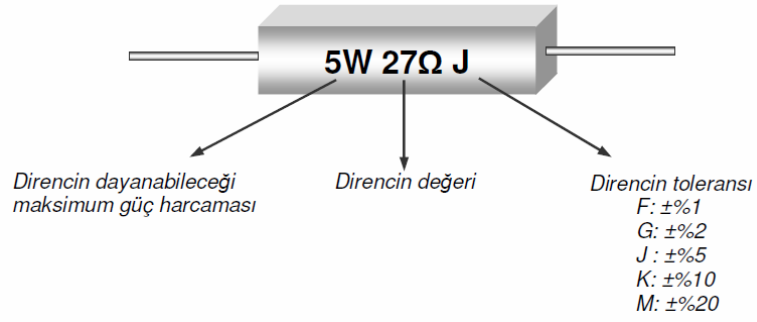
$$\begin{aligned} k\Omega &: 10^3\ \Omega \\ M\Omega &: 10^6\ \Omega \\ M\Omega &: 10^3\ k\Omega \end{aligned}$$

Bir iletkenin direnci “**R**” (ohm), iletkenin boyu “**l** “ (metre), kesiti “**S**” (mm^2) ve iletkenin yapıldığı malzemenin öz direnci olan “ **φ** ” ($\Omega.mm^2/m$) ya bağlıdır. Direncin, boy kesit ve öz dirençle arasındaki bağıntıyı veren formül:

$R = \frac{\varphi * l}{S}$ Burada $K = \frac{l}{\varphi}$ olduğundan, formül $R = \frac{l}{K * S}$ ohm (Ω) şeklinde de ifade edilebilir.

- R: İletken direnci, ohm (Ω)
- l: İletkenin boyu, metre (m)
- S: İletkenin kesiti (mm^2)
- K: İletkenin yapıldığı malzemenin öz iletkenliği ($m/\Omega.mm^2$)
- φ : iletkenin yapıldığı malzemenin öz direnci ($\Omega.mm^2/m$)

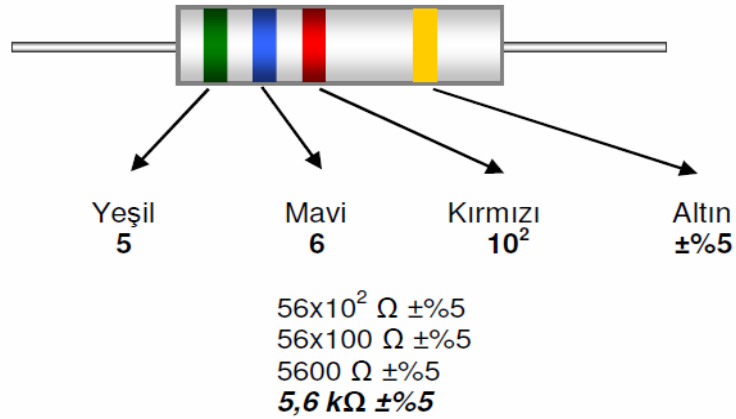
Bir direncin değeri üzerine rakamsal olarak doğrudan veya renk bantları yardımıyla dolaylı olarak kodlanır.

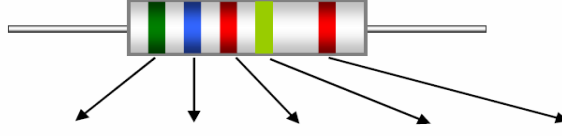


Sekil 1.5. Dirençlerin rakamsal kodlanması.

RENK	1.BANT	2.BANT	3.BANT	4.BANT
	SAYI	SAYI	ÇARPAN	TOLERANS
SİYAH	-	0	$\times 10^0$	-
KAHVERENGİ	1	1	$\times 10^1$	±%1
KIRMIZI	2	2	$\times 10^2$	±%2
TURUNCU	3	3	$\times 10^3$	-
SARI	4	4	$\times 10^4$	-
YEŞİL	5	5	$\times 10^5$	±%0,5
MAVİ	6	6	$\times 10^6$	±%0,25
MOR	7	7	$\times 10^7$	±%0,1
GRİ	8	8	-	±%0,05
BEYAZ	9	9	-	-
ALTIN	-	-	$\times 10^{-1}$	±%5
GÜMÜŞ	-	-	$\times 10^{-2}$	±%10
RENKSİZ	-	-	-	±%20

Sekil 1.6. 4 renkli dirençlerin kodlanması.



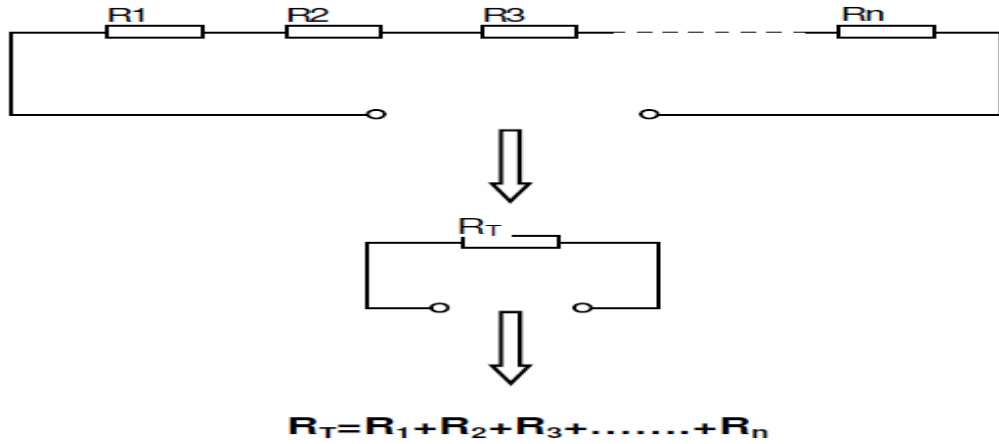


RENK	1.BANT	2.BANT	3.BANT	4.BANT	5.BANT
	SAYI	SAYI	SAYI	ÇARPAN	TOLERANS
SİYAH	-	0	0	$\times 10^0$	-
KAHVERENGİ	1	1	1	$\times 10^1$	$\pm\%1$
KIRMIZI	2	2	2	$\times 10^2$	$\pm\%2$
TURUNCU	3	3	3	$\times 10^3$	-
SARI	4	4	4	$\times 10^4$	-
YEŞİL	5	5	5	$\times 10^5$	$\pm\%0,5$
MAVİ	6	6	6	$\times 10^6$	$\pm\%0,25$
MOR	7	7	7	$\times 10^7$	$\pm\%0,1$
GRİ	8	8	8	-	$\pm\%0,05$
BEYAZ	9	9	9	-	-
ALTIN	-	-	-	$\times 10^{-1}$	$\pm\%5$
GÜMÜŞ	-	-	-	$\times 10^{-2}$	$\pm\%10$
RENKSİZ	-	-	-	-	$\pm\%20$

Şekil 1.7. 5 renkli dirençlerin kodlanması.

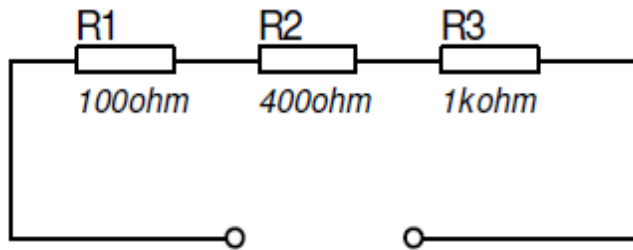
Dirençlerin Seri Bağlanması:

Dirençlerin seri bağlanması sonucu oluşan toplam direnç (R_T) seri bağlı bütün direnç değerlerinin toplamına eşit olur.



Şekil 1.8. Seri bağlı dirençlerin eşdeğerinin bulunması.

Şekil 1.9'da verilen bağlantının eşdeğer direncini hesaplanacak olursa;



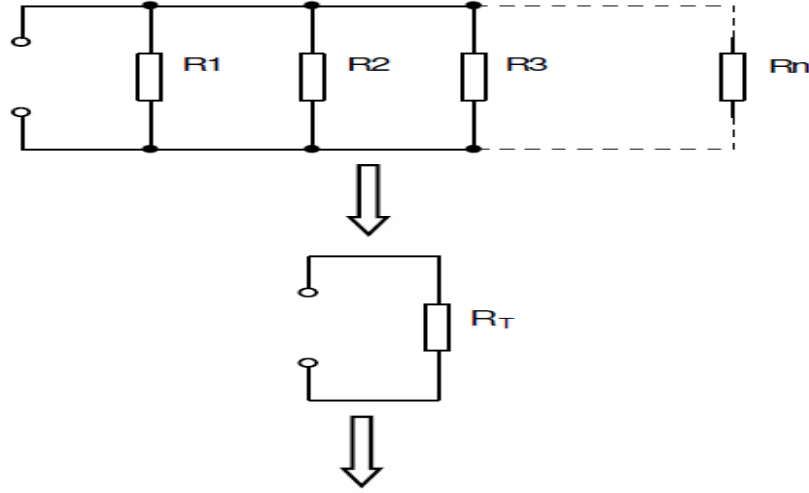
Şekil 1.9. Örnek seri bağlı direnç devresi.

$$1\text{k}\Omega=1000\Omega$$

$$R_T=R_1+R_2+R_3=100+400+1000=1500\Omega=1,5\text{k}\Omega$$

Dirençlerin Paralel Bağlanması:

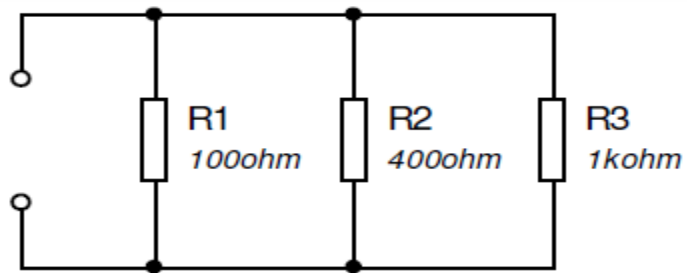
Dirençlerin paralel bağlanması sonucu oluşan toplam direnç, direnç değerlerinin bire göre terslerinin toplamının bire göre tersine eşittir.



$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Şekil 1.10. Paralel bağlı dirençlerin eşdeğerinin bulunması.

Şekil 1.11’de verilen bağlantının eşdeğer direncini hesaplanacak olursa;



Şekil 1.11. Örnek paralel bağlı direnç devresi.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{100} + \frac{1}{400} + \frac{1}{1000}$$

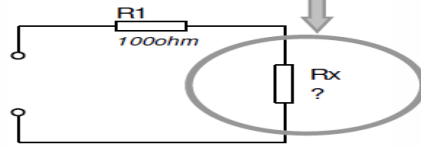
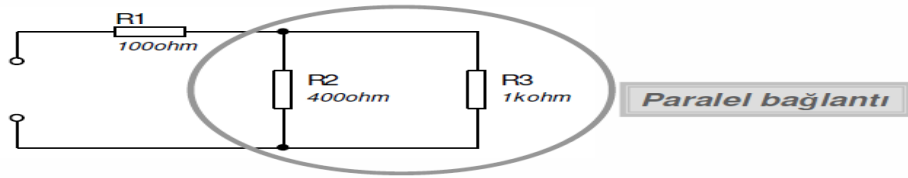
(10) (2,5) (1)

$$\frac{1}{R_T} = \frac{10}{1000} + \frac{2,5}{1000} + \frac{1}{1000}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{13,5}{1000} \Rightarrow R_T = \frac{1000}{13,5} = 74,074\Omega$$

Dirençlerin Karışık Bağlanması:

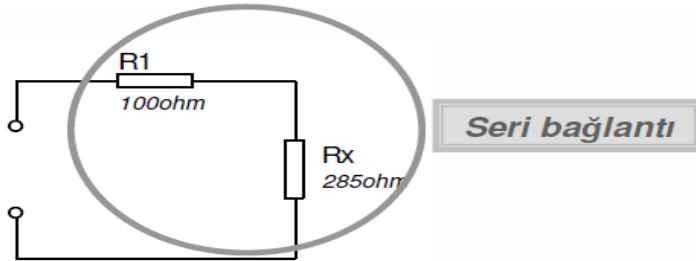
Dirençlerin seri ve paralel bağlantıları standart olmasına rağmen, karışık bağlantı için birçok olasılık vardır. Bu nedenle bir örnek yardımıyla bu ihtimallerden bir tanesi incelenecek olursa;



$$\frac{1}{R_x} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{400} + \frac{1}{1000}$$

(2,5) (1)

$$\frac{1}{R_x} = \frac{2,5}{1000} + \frac{1}{1000} = \frac{3,5}{1000} \Rightarrow R_x = \frac{1000}{3,5} \approx 285\Omega$$



$$R_T = R_1 + R_x = 100 + 285 = 385\Omega$$

2.2. Kapasitörler

İki iletken levha arasına bir yalıtkan malzeme konularak yapılan elektronik devre elemanlarına **kondansatör** denir. Kondansatörler elektrik enerjisini depo etmek için kullanılır ve her kondansatörün depo ettiği enerji miktarı farklılık gösterir.

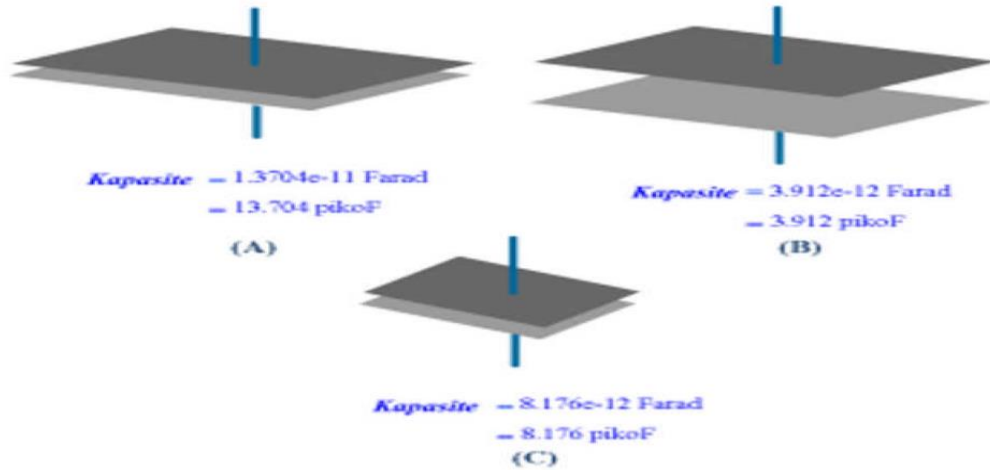
Kondansatörlerin depo edecekleri enerji miktarını kapasitesi belirler. Tanım olarak, kondansatörün elektrik enerjisini depo edebilme özelliğine **kapasite** denir. Kapasite “C” harfi ile ifade edilir ve birimine **Farad(F)** denir. Uygulamada farad büyük bir değer olduğundan daha çok ast katları kullanılır. Bunlar, **pikofarad (pF)**, **nanofarad (nF)**, **mikrofarad (mF)**, **milifarad (mF)** şeklindedir.

$$1 \text{ F} = 10^3 \text{ mF} = 10^6 \text{ } \mu\text{F} = 10^9 \text{ nF} = 10^{12} \text{ pF} \text{ şeklinde kademelendirilir.}$$

Kondansatörlerde kapasiteyi etkileyen, faktörler yapısı ile ilgili özellikleridir. Bunlar:

- Kondansatör plakalarının yüzey alanına
- Plakalar arası mesafeye
- Araya konan yalıtkan malzemenin cinsine bağlıdır.

Kondansatör kapasitesi (sığası), plakaların yüzey alanı ve plakalar arasındaki mesafeye ilişkilidir. Ayrıca plakalar arasındaki yalıtkan maddenin yalıtkanlık özelliği de kondansatörün sığasını etkiler. Şekil 1.10’da kondansatör yüzeyinin ve plakalar arası mesafenin kapasiteye etkisi gösterilmiştir.



Şekil 1.10 Kondansatör Kapasitesini Etkileyen Faktörler

Şekil 1.10’da görüldüğü gibi levhaların yüzeyi büyüdüğünde kapasite artar. Levhalar arasındaki boşluk artarsa kapasite azalır. Son olarak levhalar arasındaki yalıtkan maddenin dielektrik kat sayısı ile kapasite doğru orantılıdır. Kondansatörlerde kapasite arttıkça kondansatörün fiziksel boyutları da artar. Kondansatörler devre içerisinde bir faz farkı (gecikmesi) oluşturur.

2.2.1. Kondansatörler’de Kutuplar

Kondansatörler, pozitif ve negatif bacak uçları önemli elemanlardır. Bu olay kondansatör de kutup olarak bilinmektedir. Kondansatörler, Kutuplu ve kutupsuz olarak iki farklı türde üretilmektedir. Bu iki durumu aşağıda inceleyelim.

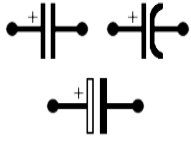
Kutupsuz Kondansatör

Üretim esnasında bacak uçları kutuplanmamış kondansatör türüdür. Yani bu durumda kondansatörün bacaklarının bağlanma yönü önemli değildir.



Kutuplu Kondansatör

Üretim esnasında bacak uçları kutuplanmış ve hangi bacağı pozitif (+) ve negatif (-) olduğu belli olan kondansatör türüdür. Bu türdeki kondansatörleri devreye bağlarken bacak uçlarını kontrol ederek doğru bir şekilde bağlamamız gerekir. Eğer kondansatörler yanlış bir şekilde bağlanırsa patlar ve bize zarar verebilir.



2.2.2. Kondansatör Çeşitleri

Kondansatörlerin sabit ve ayarlanabilir olarak iki kısma ayrılır. Kondansatörler içerisinde kullanılan yalıtkan (dielektrik) cinsine göre çeşitlendirilir.

Sabit Kondansatörler

Bu kondansatör türlerinin sağladığı kapasitans değeri üretilirken belirlenmiş ve bu kapasitans değeri kullanıcı tarafından değiştirilemezler.

- Plastik Film Kondansatör



Kullanım Alanı (Amacı) Sinyal ve filtreleme devrelerinde genellikle plastik film kondansatörler kullanılmasına rağmen yüksek frekanslı devre uygulamalarında tercih edilmezler Kutupsuz olarak üretilirler.

- Seramik Kondansatör



Yalıtkan Maddesi Genellikle titanyum ya da baryum olarak imal edilirler.

Kullanım Alanı Genellikle yüksek frekanslı devrelerde **bypass kondansatörü** olarak kullanılırlar. Yüksek frekanslı devre uygulamalarında çalışabilecek hassasiyet de üretilirler. Kutupsuz olarak üretilirler. Mercimeğe benzemesinden dolayı mercimek kondansatör olarak ta bilinirler.

- Mika Kondansatör



Yalıtkan Maddesi olarak bir tür demir oksit olan **mika** kullanılmaktadır.

Kullanım Alanı (Amacı) Mika kondansatörlerin frekans karakteristik değeri yüksek olmasından dolayı rezonans ve yüksek frekanslı devrelerde kullanılmaya uygundur. 100V-2500V voltaj aralığında, %2 – %20 tolerans aralığında 1pf – 0,1uf kapasite değerleri arasında çalışabilecek şekilde ve kutupsuz olarak üretilirler.

- Elektrolitik Kondansatör



kullanılırlar.

Alüminyum iki levha arası asit borik eriği kullanılarak yalıtma işlemi yapılır. **Kullanım Alanı: Filtreleme, Gerilim Çoklayıcı, Kuplaj – dekaplaj ve Zamanlama devreleri** için

Elektrolitik Kondansatör Özellikleri

Diğer kondansatörler den farklı olarak pozitif ve negatif kutupları belli olan kondansatör türüdür. Yüksek kapasite değerlerinde imal edilebilirler. Üretilirken maksimum çalışma gerilimi farklı aralıklarda üretildiğinden üzerinde çalışma gerilimi belirtilir. Yüksek frekans karakteristik değeri, kötü olduğundan yüksek frekanslı devrelerde tercih edilmezler.

Trimmer Kondansatör



Kapasite değerinin ayarlanması için kullanılan milin bir vida şeklinde üretilmiş halidir. Tornavida yardımı ile istenilen kapasite değeri ayarlanır.

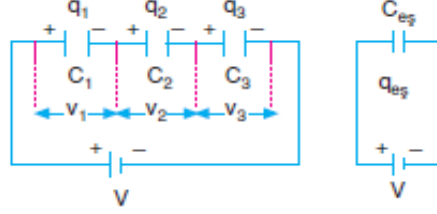
Kullanım Alanları: Trimmer olarak adlandırılan tüm elektronik elemanlar hassas çalışma değerlerinin belirlenmesi işleminde kullanılırlar. Bu hassas değer yakalandığında ise bu değer bir arıza olmadığı müddetçe değiştirilmez. FM verici ve Telsiz gibi frekans aralığı belirli olan sistemlerde **trimmer kondansatör** kullanılmaktadır.

Kondansatörlerin Bağlanması

Devredeki sığaların depolayacağı yükü tek başına depolayan sığaya eşdeğer sığa denir. “Ceş” ile gösterilir.

1. Seri Bağlama

- Kondansatörlerin birinin (+) ucunun diğerinin (-) ucuna bağlanmasıyla elde edilen bağlamadır.



- Seri bağlı kondansatörlerde her bir kondansatörün yükü birbirine ve sistemin toplam yüküne eşittir.
- $q_{\text{toplam}} = q_1 = q_2 = q_3 = q$
- Üreticinin uçları arasındaki potansiyel fark her bir kondansatörün uçları arasındaki potansiyel farkların toplamı kadardır.

$$V = V_1 + V_2 + V_3, \quad q = C \cdot V \text{ ise;}$$

$$\frac{q_{\text{es}}}{C_{\text{es}}} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} + \frac{q_3}{C_3}$$

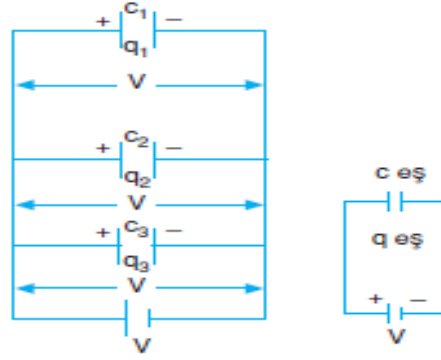
$$\frac{q}{C_{\text{es}}} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3}$$

$$\frac{1}{C_{\text{es}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

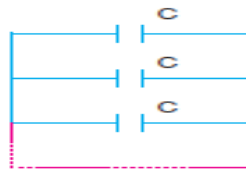
- Buna göre, seri bağlı kondansatörlerde eşdeğer sığa en küçük kondansatörün sığasından daha küçüktür.
- $q = C \cdot V$ olduğundan,
- $C_1 > C_2 > C_3$ ise $V_1 < V_2$ Yani sığası büyük olan kondansatörün uçları arasındaki gerilim daha küçüktür.
- Özdeş n tane kondansatör seri bağlanırsa eşdeğer sığa; $C_{\text{es}} = C/n$ olur.

2. Paralel Bağlama

- Kondansatörlerin + uçlarının, + uçlara, - uçların - uçlara her iki uçlarının da bir arada olacak şekilde bağlanmasıyla elde edilen bağlamadır.



1. Paralel bağlı kondansatörlerde her bir kondansatörün uçları arasındaki potansiyel fark üretcin uçları arasındaki potansiyel farka eşittir.
2. $V = V_1 = V_2 = V_3$
3. Devredeki toplam yük her bir kondansatörde biriken yüklerin toplamına eşittir.
4. $q_{\text{toplam}} = q_1 + q_2 + q_3$
5. $q = C.V$ ise;
6. $C_{\text{eş}}.V = C_1.V_1 + C_2.V_2 + C_3.V_3$
7. $C_{\text{eş}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$
8. Buna göre, paralel bağlı kondansatörlerde eşdeğer sığa en büyük kondansatörün sığasından daha büyüktür.
9. $q = C.V$ olduğundan;
10. $C_1 > C_2 > C_3$ ise $q_1 > q_2 > q_3$ tür.
11. Yani sığası büyük olan kondansatörde daha fazla yük birikir.

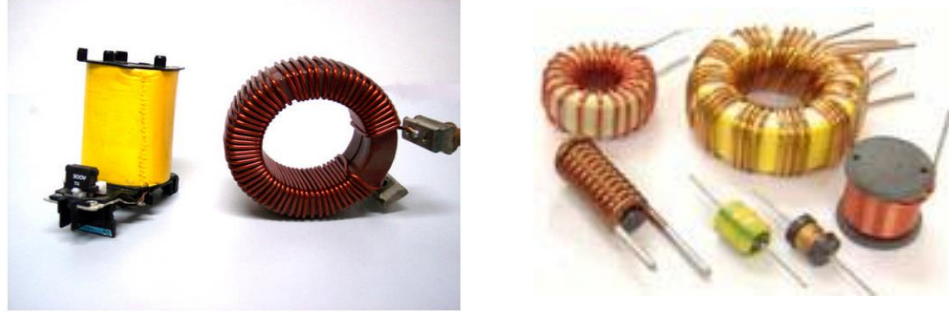


- Özdeş n tane kondansatör paralel bağlanırsa eşdeğer sığa; $C_{\text{eş}} = n.C$ olur.

2.3. Bobinler ve Endüktansı

Bobinler iletken tellerin yan yana veya üst üste sarılmasıyla elde edilen devre elemanlarıdır. Bobinlerin, elektrik akımının değişimine karşı gösterdikleri tepkiye endüktans denir. Endüktans, L harfi ile sembolize edilir ve birimi henry (H)'dir. Uygulamada daha çok endüktans biriminin alt katları olan μH (Mikro Henry) ve mH

(Mili Henry) kullanılır. $1 \text{ H}=10^3 \text{ mH}=10^6 \text{ }\mu\text{H}$ dir. Bir bobinin endüktif reaktansını (X_L) bulabilmek için endüktans değeri bilinmelidir.



Şekil 1.11 Bobinler

Bobinlerde Zıt Elektromotor Kuvveti (EMK)

Bobine AC akım uygulandığında bobin etrafında oluşan farklı yönlerdeki manyetik alanların bobin üzerinde iki etkisi olur. İlk etki, uygulanan AC akımın değerinin sıfırdan maksimum değere doğru artışı sırasında bobinin manyetik alanının kendisini oluşturan kuvvete karşı koyup bu akımı azaltmaya çalışmasıdır. İkinci etki ise AC akım değeri maksimum değerden sıfıra doğru azalırken, bu kez bobinin manyetik alanının kendisi üzerinde gerilim oluşturarak (indükleyerek) akımın azalışını yavaşlatmaya çalışmasıdır.

Bu ikinci etki sırasında bobinin manyetik alanının kendisi üzerinde oluşturduğu gerilime zıt EMK adı verilir. Bobinler zıt EMK ile akımın geçişini geciktirir ve AC özellikli akımların 90 derece geri kalmasına neden olurlar.

Bobin İndüktansını Etkileyen Faktörler

Bobinlerde sarım sayısı, nüvenin cinsi, tel kesiti, sarımlar arası aralık, sargı katı sayısı, bobinin biçimi, bobin çapı, sargı tipi ve uygulanan AC akımın frekansı gibi faktörler indüktans değerini değiştiren faktörlerdir.

Bobinlerin AC ve DC Akım Karşısında Davranışları

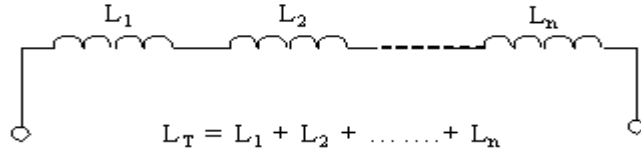
Bir bobine DC akım uygulandığında indüktif bir akım oluşmaz, sadece sabit bir manyetik alan oluşur ve bu alana yaklaştırılan demir, nikel, kobalt gibi maddeler bobin tarafından çekilir. İçinde nüve bulunmayan bobinlerin çekim gücü az olur.

DC akımın aksine bobine AC akım uygulandığında, sarım etrafında oluşan farklı manyetik alanlardan dolayı akım dolanımına engel olan bir etki ortaya çıkar. Bobinin indüktansına bağlı olarak değişen karşı koyma şiddetine **indüktif reaktans** denir.

BOBİN BAĞLANTILARI

Bobinler seri, paralel ve karışık olmak üzere üç türlü bağlanırlar.

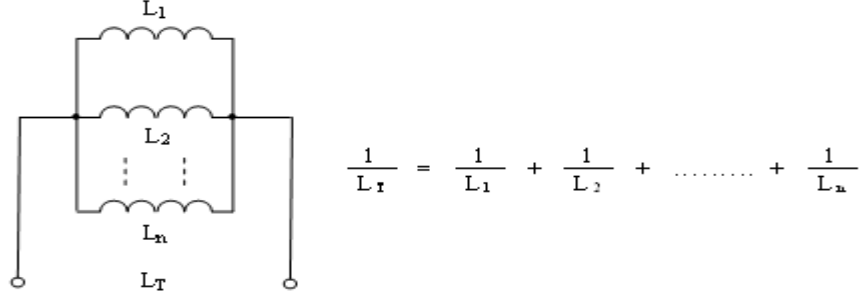
1. Seri bağlantı: Birden fazla bobinin art arda bağlanmasıyla elde edilen bağlantı türüne denir. Bobinlerin seri bağlı olduğu bir devrede toplam endüktans, bobinlerin endüktanslarının toplamına eşittir.



Örnek : 80mH ve 20mH'lik iki bobin birbirine seri bağlı olduğuna göre toplam endüktans değerini bulunuz.

$$L_T = L_1 + L_2 = 80 + 20 \Rightarrow L_T = 100\text{mH}$$

2. Paralel bağlantı: Birden fazla bobinin aynı yöndeki uçlarının birbirleriyle birleştirilmesi sonucu elde edilen bağlantı türüne *paralel bağlantı* denir. Paralel devrelerde toplam (eşdeğer) endüktans aşağıdaki formül ile hesaplanır.



Örnek: 15mH ve 10mH'lik iki bobin birbirine paralel bağlı olduğuna göre toplam endüktans değerini bulunuz.

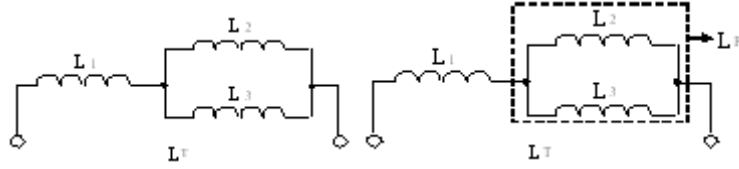
$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} = \frac{1}{15} + \frac{1}{10} = \frac{2+3}{30} = \frac{5}{30} \Rightarrow L_T = \frac{30}{5} = 6\mu\text{H}$$

(2) (3)

3. Karışık bağlantı: Elektrik devrelerinde, hem seri hem de paralel bağlı bobinlerin bir arada kullanılmasıyla elde edilen bağlantı türüne *karışık bağlantı* denir. Bu bağlantı türünde eşdeğer endüktans, seri ve paralel bağlantılarda kullanılan formüllerle bulunur.

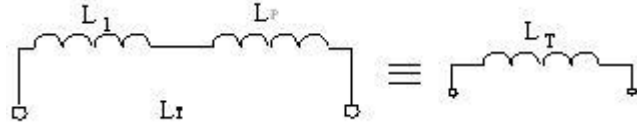
Sekil 1.12'de verilen karışık bobin bağlantısı Sekil 1.13'da görüldüğü gibi iki paralel bağlı bobin (L_P) ve bu bobinlere seri bağlı L_1 bobininden oluşmaktadır. Sekil 1.14'de görüldüğü gibi öncelikli olarak paralel bobinler tek bir bobin haline dönüştürülür ve iki

bobinden oluşan seri bir devre elde edilir. Son olarak; seri iki bobin toplanır ve toplam endüktans elde edilir (Sekil 1.15).



Sekil 1.12

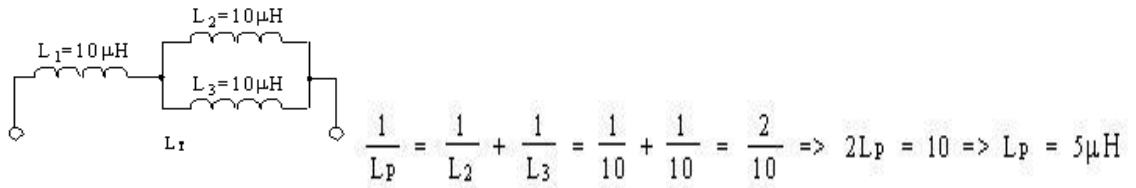
Sekil 1.13



Sekil 1.14

Sekil 1.15

Örnek :



Eğer paralel devrede sadece iki adet direnç varsa pratik olarak aşağıdaki formül kullanılır ve aynı sonuç elde edilir.

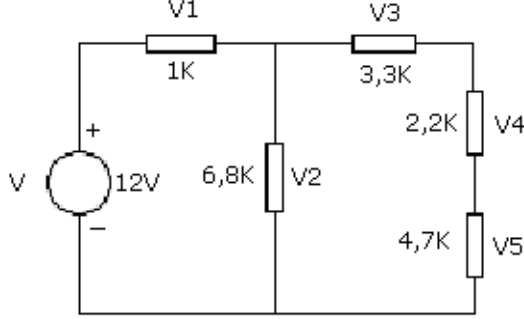
$$L_P = \frac{L_2 \cdot L_3}{L_2 + L_3} = \frac{10 \cdot 10}{10 + 10} = 5 \mu\text{H}$$

Sonuç olarak; L_1 ve L_P birbirlerine seri durumda olduklarından toplanırlar:

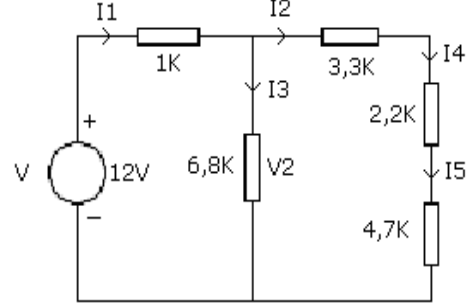
$$L_T = L_1 \text{ ve } L_P = 10 + 5 = 15 \mu\text{H}$$

Deneyin Yapılışı:

1. Gerilim ve Akım ölçümü



Şekil 1.16. Eleman gerilimleri.



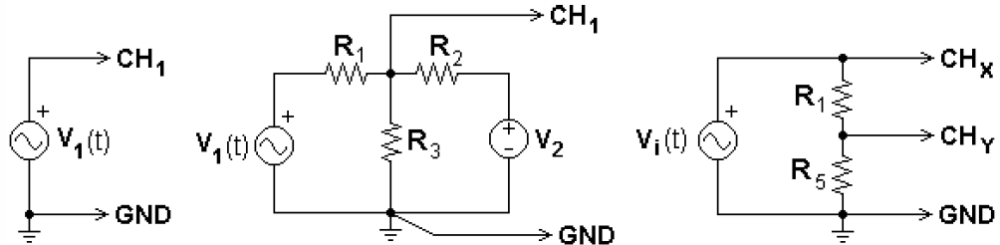
Şekil 1.17. Kol akımları.

- 1- Şekil 1.16'deki devreyi kurunuz, V1...V5 gerilimlerini ölçerek tabloya kaydediniz.
- 2- Şekil 1.17'deki devreyi kurunuz, I1...I5 akımlarını ölçerek tabloya kaydediniz.
- 3- Ölçülen her bir elemanın akımı ile eleman değerlerini çarparak ($V=IR$) her bir elemanın gerilimini hesaplayınız. Hesapladığınız gerilim değeri ile ölçtüğünüz gerilim değerlerini karşılaştırınız.
- 4- Ölçülen her bir elemanın gerilimini eleman değerine bölerek ($I=V/R$) her bir elemanın akımını hesaplayınız. Hesapladığımız akım değeri ile ölçtüğünüz akım değerlerini karşılaştırınız.

ÖLÇÜLEN			HESAPLANAN		
V1		I1	V1		I1
V2		I2	V2		I2
V3		I3	V3		I3
V4		I4	V4		I4
V5		I5	V5		I5

Tablo 1.1 Ölçülen ve hesaplanan değerler.

2. Osilaskop üzerinde gerilim ve frekans ölçümü



Şekil 1.16. Osilaskop için ölçüm devreleri.

- 1- Şekil 1.16'deki ilk devreyi deney bordu üzerine kurunuz. Daha sonra aşağıda verilen şekilde $v_1(t)$ gerilimini ayarlayınız. Bu ayarlamayı yaparken osilaskop ekranındaki işaretin periyodundan faydalanmanız gerektiğini unutmayınız.

- $v_1(t) = \sin(2\pi \cdot 1000t)$ V
- $v_1(t) = 2 \cdot \sin(2\pi \cdot 20000t)$ V