

DENEY 3

DENEY 3.1: KONDANSATÖRLER

Amaç: Kondansatörlerin tanıtılması ve kondansatör ölçümlerinin yapılması

Kullanılacak Kart: Y-0016/003

1 GENEL BİLGİLER**1.1 GİRİŞ**

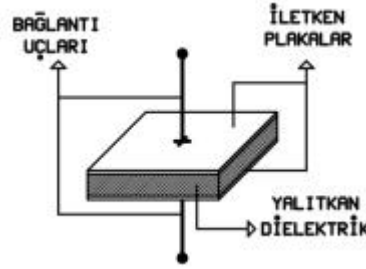
Kondansatör doğru akım (DC) elektrik enerjisini depo edebilen pasif elemandır. Kondansatörler elektrik ve elektronik devrelerinde yapacakları işe göre iki şekilde üretilmektedir. Bunlar;

-) Sabit kondansatörler
-) Ayarlı kondansatörler

Sabit ve ayarlı kondansatörler yapı olarak birbirinden çok farklı görünmelerine karşılık elektriksel olarak çalışma prensipleri aynıdır.

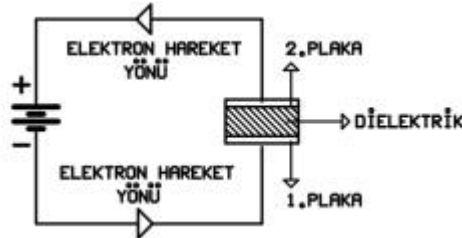
1.2 SABİT KONDANSATÖRLER

Kondansatörler iki iletken levha arasına yalıtkan bir madde konulmasıyla oluşurlar. Kondansatörü oluşturan iletken levhalara “plaka” araya konan yalıtkanı “dielektrik” denir.



Şekil 26

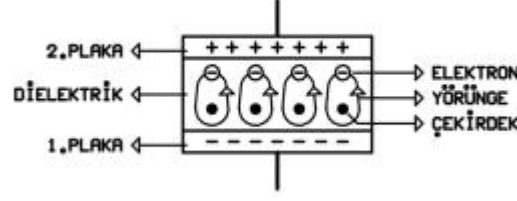
Şekil 26’da kondansatörün yapısı görülmektedir. İletkenlerin yapısında çok sayıda valans elektron vardır. İletken maddelerdeki valans elektronlar kolayca bağlı bulunduğu atom çekirdeğinden ayrılabilir. Yalıtkan maddelerde elektronlar büyük bir kuvvetle kendi atom çekirdeklerine bağlıdır. Normal şartlarda kondansatörün plakalarındaki elektronlar bağlı bulundukları çekirdeğin etrafında kendi yörüngelerinde dönmektedir.



Şekil 27

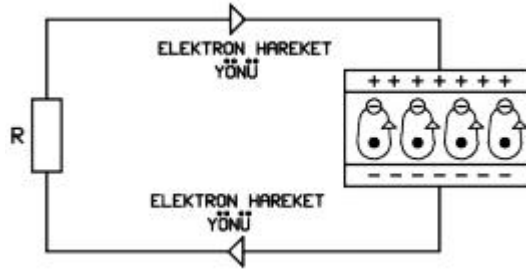
Şekil 27’de kondansatör bir doğru akım kaynağına bağlanmıştır. Doğru akım kaynağının negatif kutbundan çıkan elektronlar kondansatörün 1.plakasına doğru hareket ederler. Kondansatörün 2.plakasındaki elektronlarda

tam tersine doğru akım kaynağının pozitif kutbuna doğru hareket ederler. Bu durum iki plaka arasındaki potansiyel farkı, doğru akım kaynağının potansiyeline eşitleninceye kadar devam eder. 1.plakada elektron fazlalığı 2.plakada ise elektron eksikliği meydana gelir. İki plaka arasındaki potansiyel farkı dielektrik madde atomlarının elektron yörüngelerini bozarak elipse benzer bir şekle sokar. Bu durum şekil 28’de görülmektedir.



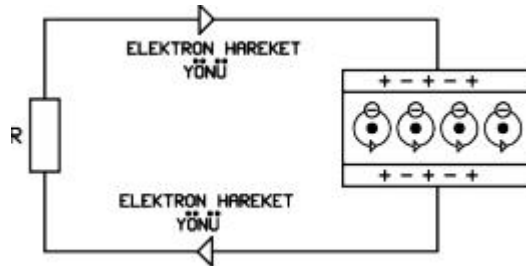
Şekil 28

Şekil 28’ de dört atom gösterilmiştir. Aslında dielektrik içindeki atom sayısı sayılamayacak kadar çoktur. Dielektrik atomlarındaki bu şekil bozukluğu kondansatörde elektrik yükü toplanması demektir. Bu anda kondansatör uçlarına bağlanmış doğru akım kaynağı devreden çıkarılırsa kondansatörün topladığı elektrik yükü bozulmadan kondansatör üzerinde kalır. Bu olay elektriksel olarak kondansatörün şarj olması olarak tanımlanır. Şarjlı bir kondansatör, bir doğru akım kaynağı demektir. Bir kondansatör çok yüksek gerilimli doğru akım kaynağına bağlanırsa dielektrik madde içindeki elektronlar bağlı oldukları atomun çekirdeğinden koparlar. Bu anda dielektrik maddenin yalıtkanlık özelliği bozulur ve kondansatör üzerindeki elektrik yükü ortadan kalkar. Bu olayın yaşandığı bir kondansatörde dielektrik madde bir daha eski durumuna dönemez. Dielektrik maddesi bozulmuş kondansatör bir daha kullanılamaz.



Şekil 29

Şekil 29’da şarjlı bir kondansatör uçlarına bir direnç bağlanmıştır. Bu durumda kondansatörün elektron fazlalığı olan 1.plakasındaki elektronlar direnç üzerinden geçerek elektronca eksik olan 2. plakaya geçerler. Elektron akışı iki plakada aynı elektrik yüküne gelinceye kadar devam eder. Bu olaya da elektriki olarak kondansatörün deşarj olması denir. Deşarj olmuş bir kondansatörün üzerindeki elektrik yükü sıfırdır. Deşarj olmuş bir kondansatörün dielektrik maddesi atomlarının elektronları normal daire şekline gelir.



Şekil 30

Şekil 30'da deşarj olmuş bir kondansatörün plakalarındaki elektrik yükü ve dielektrik maddenin atom yapısı görülmektedir. Kondansatörün elektrik enerjisini depolama kapasitesi plakaların alanı ile doğru orantılı; plakalar ile arasındaki mesafe ile ters orantılıdır. Plakaların arasındaki dielektrik malzemenin cinside kondansatörün elektrik enerjisini depo etme özelliğine etkir. Kondansatörler doğru akım devrelerinde; elektrik enerjisini depo etme özelliği nedeniyle adaptör (AC/DC çevirici) devrelerinde filtre (süzme) yapmada çok kullanılır. Kondansatörler alternatif akım (AC) devrelerinde iletken özelliği gösterir. Kondansatörler bu özellik nedeniyle alternatif akımda kuplaj (iletim); şöntleme (kısa devreleme) elemanı olarak çok kullanılır. Kondansatörün iletkenlik özelliği alternatif akım (AC) devresinin frekansı ile doğru orantılı olarak değişir. Kapasite ana birimi farad' tır. Farad (F) harfi ile gösterilir. Bir kondansatörün iki plağı arasına bir coulombluk elektrik yükü verildiğin de plakaları arasında 1Voltluk gerilim oluşturan kondansatörün kapasitesi 1Farad'dır. Farad çok büyük bir değerdir. Elektronik develerde Farad' ın alt birimleri kullanır. Tablo 1'de kapasite ana birimi Farad' ın alt atları ve aralarındaki matematiksel çevrim görülmektedir.

ANA BİRİM	(F) FARAD	
ALT KATLAR	(mF) MİLİFARAD	$10^3 \text{ mF} = 1\text{F}$
	(µF) MİKRO FARAD	$10^6 \text{ µF} = 1\text{F}$
	(nF) NANO FARAD	$10^9 \text{ nF} = 1\text{F}$
	(pF) PİKO FARAD	$10^{12} \text{ pF} = 1\text{F}$

s

Tablo 1

Kondansatörlerde plaka olarak iletkenliği fazla metaller kullanılır. Alüminyum kondansatör üretiminde en fazla kullanılan iletkenidir. Bunun nedeni alüminyumun ekonomik olarak ucuz ve neme karşı dayanıklı olmasıdır. İki iletken arasındaki dielektrik olarak çok çeşitli malzeme kullanılır. Kondansatör kullanılan dielektrik malzeme şöyle sıralanabilir.

-) Hava
-) Kağıt
-) Plastik
-) Polyster
-) Mika
-) Seramik
-) Cam
-) Elektrolitik

Elektronikte kullanılan kondansatörler dielektrik maddenin cinsine göre farklı özellikler gösterirler. Benzer özellik gösteren di elektrik maddelere göre kondansatörler üç grupta toplanır.

-) Kağıt-plastik-polyester kondansatörler
-) Seramik-mika kondansatörler
-) Elektrolitik kondansatörler

a) **Kağıt-Plastik-Polyester Kondansatörler:** Ses frekans (20Hz-40KHz) ve radyo frekanslarında (150KHz-110MHz) devrelerde kullanılır. Kağıt di-elektrikli kondansatörlerde kağıda parafin emdirilerek dielektrik madde elde edilir. Kağıt-plastik-polyester kondansatörler kutupsuz kondansatörlerdir. Kapasiteleri genellikle 1µF (mikrofarad) 'in

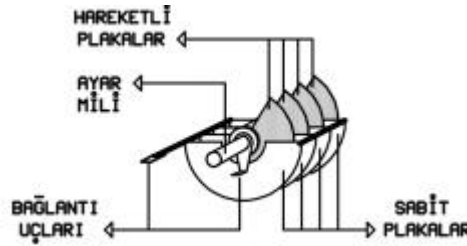
altındadır. Kağıt, plastik, polyster kondansatörler yapı olarak genellikle dikdörtgenler prizması şeklinde üretilmektedir.

b) Mika-Seramik Kondansatörler: Yüksek frekanslı (10^4 MHz) devrelerde kullanılır. Enerji kayıpları çok azdır. Seramik ya da mika kondansatörlerde kutupsuz kondansatörlerdir. Kapasiteleri genellikle $1\mu F$ (mikrofarad)'tan küçüktür. Mika, seramik kondansatörler yapı olarak mercimek tanesine benzer şekilde ya da boruya benzer şekilde üretilmektedir.

c) Elektrolitik Kondansatörler: Dielektrik malzemesi asit borik eriyikleri olan kondansatörlerdir. Genellikle ses frekanslı ve radyo frekanslı devrelerde kullanılır. Kapasiteleri genellikle $1\mu F$ ve $10^4 \mu F$ arasındadır. Elektrolitik kondansatörler kutuplu kondansatörlerdir. Devreye bağlanırken kutuplarının doğru olduğuna dikkat edilmelidir. Ters bağlanırsa patlar ve kullanıcıya ya da çevreye zarar verir. Elektrolitik kondansatörler yapı olarak silindirik şeklinde üretilmektedir. Elektrolitik kondansatörlerde iletken plaka olarak alüminyum ya da tantalum kullanılır. Tantalum plakalı kondansatöre "Tantal kondansatör" denir. Tantal kondansatörlerin enerji kayıpları çok azdır. Elektrolitik kondansatörler firmalar tarafından uçları sağdan ve soldan çıkarılarak (aksiyel tip) ve uçları aynı yönde çıkarılarak (radyal tip) olarak üretilmektedir.

1.3 AYARLI KONDANSATÖRLER

Genellikle radyo ve televizyon alıcı ve verici devrelerinde frekans ayar işlemi kapasitesi ayarlanan kondansatörler ile yapılır. Ayarlı kondansatörlerin yapısı Şekil 31'de görülmektedir.

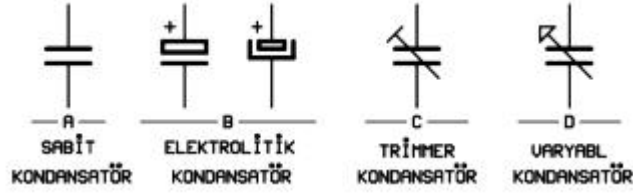


Şekil 31

Sabit kondansatörlerdeki her plaka yerine ayarlı kondansatörlerde bir grup plaka kullanılır. Bunlar sabit ve hareketli plakalar olarak adlandırılır. İki plaka gurubu birbirinin içine kolayca girip çıkacak şekilde yerleştirilmiştir. İki plaka gurubu birbirine elektriki olarak hiçbir zaman temas etmez. Plakalar arasında dielektrik madde olarak genellikle hava ya da plastik kullanılır. Ayarlı kondansatörlerin plakaları birbirinin içine tam olarak girdiğinde kapasiteleri en büyük değerde, plakalar birbirinin dışında olduğunda kapasiteleri en küçük değerdedir. Ayarlı kondansatörler kullanım amacına göre iki şekilde üretilmektedir. Bunlar "trimmer" ve "varyabl" kondansatörlerdir. Her iki kondansatörün yapısı birbirine çok benzer.

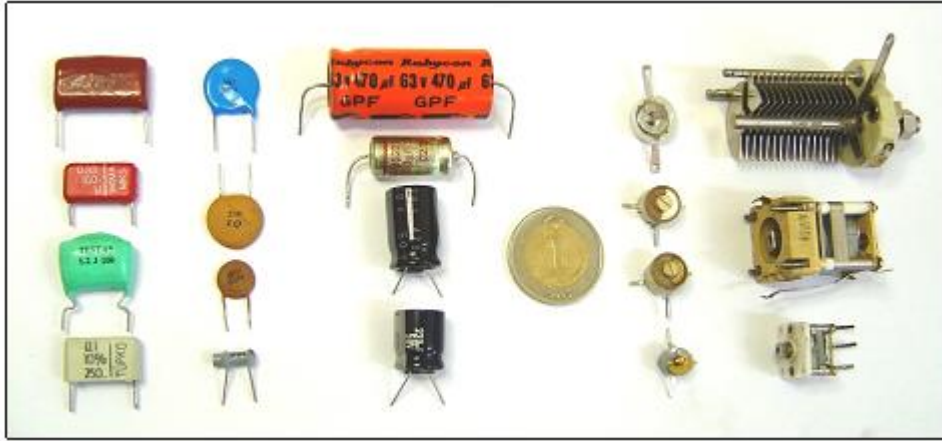
Trimmer Kondansatörler: Elektronik devre kullanıma hazırlanırken son ayar işlemlerinde kapasitesi bir kez ayarlanarak bırakılan ayarlı kondansatör tipidir. Trimmer kondansatörlerin ayarı bir tornavida yardımıyla yapılır. Yapıları çok sayıda ayar işlemine uygun değildir. Kapasiteleri 0-60pf arasındadır.

Varyabl (Değişken) Kondansatörler: Elektronik cihaz kullanırken kullanıcının istediği zaman ayarlayabildiği kondansatörlerdir. Varyabl kondansatörler çok sayıda ayar yapılmasına uygun sağlam yapıdadır. Kapasiteleri 5pf-500pf arasındadır. Varyabl kondansatörlerin ayar mili bir düğme ile cihaz dışına çıkarılmıştır. Varyabl kondansatöre örnek bir radyonun istasyon ayarını yapan kondansatörü verebiliriz. Şekil 7'de elektronikte kullanılan kondansatör sembolleri görülmektedir.



Şekil 32

Şekil 33’de günümüzde çok kullanılan polyster, mercimek, elektrolitik, trimmer ve varyabl kondansatörlerin resimleri görülmektedir.



Şekil 33

1.4 KONDANSATÖRLERDE DEPO EDİLEN ENERJİ MİKTARI

Şarj olmuş (elektrik yüklenmiş ya da dolmuş) bir kondansatörün depo ettiği enerji miktarı “watt-saniye” ya da “jul” olarak belirlenir. Formül olarak bir kondansatörde depo edilen enerji;

$$W = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot E$$

W = Depo edilen enerji (Watt-Saniye yada Jul)

Q = Elektrik yükü (kulon)

E = Şarj gerilimi (Volt)

Formül olarak kulon (Q); $Q = C \cdot E$

Formülde;

C = Kapasite (Farad)

E = Şarj gerilimi (Volt)

Ana formülde kulon açılımı yerine konulursa;

$$W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E \cdot E = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2 \text{ elde edilir.}$$

Örnek:

Kapasitesi 1000 μ F olan kondansatör uçlarına 30VDC uygulanmıştır. Kondansatörün depo ettiği enerjiyi bulunuz?

Çözüm;

$$1000\mu F = 1000 \cdot 10^{-6} F = 1 \cdot 10^{-3} F = 10^{-3} F$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot 10^{-3} \cdot 30^2 = \frac{900}{2 \cdot 10^3} = \frac{900}{2000}$$

$$W = 0,45 \text{ jul' dır.}$$

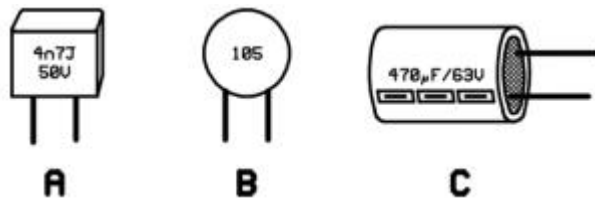
1.5 KONDANSATÖRLERDE KAPASİTE DEĞERİNİN GÖSTERİLMESİ

Kondansatörlerin değerleri üretici firmalar tarafından genellikle üzerine yazılarak belirtilir. Eski zamanlarda dirençler gibi renk kotlarıyla ifade edilen kondansatörlerde kullanılmıştır. Kondansatörlerin tolerans değerlerini bazı üretici firmalar kapasite değerinin arkasına ekledikleri bir harf ile belirtmişlerdir. Kondansatörlerin tolerans harfleri ve ifade ettikleri matematiksel değerler aşağıdadır.

H = %2,5 K = %10

J = %5 M = %20

Kondansatörler alınırken kapasite değeri ve gerilim değeri söylenmelidir. Kondansatörlerin çalışabilecekleri maksimum doğru akım (DC) gerilim değeri üzerlerinde yazılıdır. Bu gerilim değerinden daha yüksek gerilim devrede kullanılırsa kondansatör patlar ve kullanıcıya ya da çevreye büyük zarar verebilir. Bu nedenle kondansatörün çalışma gerilim değeri çok önemlidir. Şekil 34'te değerleri farklı biçimde gösterilmiş üç kondansatör görülmektedir.

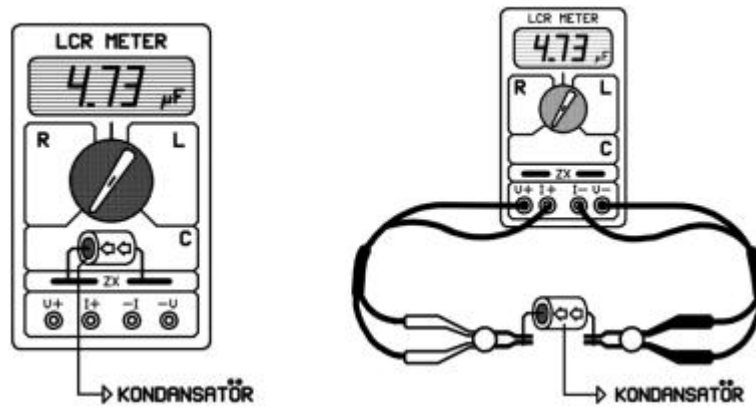


Şekil 34

Şekil 34A'da rakamların içine birimi ve toleransı gösteren harfler yazılmıştır. Bu kondansatörün kapasitesi 4,7nF (nanofarad), toleransı %5'tir. Çalışma gerilimi maksimum 50Volt'tur. Şekil 34B'de yalnız üç rakam görülmektedir. Bu kodlama sistemi bobinlerdeki gibi çözülür. Bu sistemde kondansatör birimi pF (pikofarad)'dır. Birinci ve ikinci rakamlar kondansatör değerinin de birinci ve ikinci rakamlarıdır. Üçüncü rakam çarpandır. Buna göre bu kondansatörün değeri; 1 0 5 = 1 0 00000pF=1000nF=1 μ F' tır. Şekil 34C'deki kondansatörün kapasitesinin 470 μ F, maksimum çalışma geriliminin 63Volt olduğu açıkça görülmektedir. Şekil 34B'de kondansatörün çalışma gerilimi ve tolerans değeri, şekil 34C'de kondansatörün tolerans değeri gösterilmemiştir. Böyle durumlarda üretici firmanın katalog değerlerini bakılmalıdır. Kondansatörlerin özellikle elektrolitik kondansatörlerin sıhhatli çalışabilecekleri ortam sıcaklıkları da katalog değerlerinde vardır. Sıcaklığın önemli olduğu durumlarda bu değere de dikkat edilmelidir.

1.6 KONDANSATÖRLERİN ÖLÇÜLMESİ

Kondansatörün ölçülmesi demek kapasite değerinin ölçümü demektir. Kondansatörlerin kapasiteleri LCR metre ile ölçülür. Ölçüm için LCR metrenin ölçüm anahtarı "C" bölümünde uygun kademeye alınır. Ölçülecek kondansatör LCR metrenin probsuz ölçüm soketlerine ya da prob kullanarak prob krokodillerine bağlanarak kapasitesi ekrandan okunur. Ölçülecek kondansatör devreden yeni sökülmüş ise şarjlı kalmış olabilir. Bu durumda kondansatör uçlarına değeri yaklaşık 1K olan bir direnç bağlanarak deşarj edilmelidir. Kondansatörün bulunduğu devrede yüksek gerilim var ise kondansatörün ölçüm yapan kişiyi çarpma tehlikesi vardır. Kondansatörün bağlantı uçlarının ikisine birden asla dokunulmamalıdır. Deşarj işlemi emniyet kurallarına uygun yapılmalıdır. Şarjlı bir kondansatör LCR metre'ye bağlanırsa ölçü aleti bozulur. Şekil 35'te aksiyel bir kondansatörün probsuz ölçümü ile aynı kondansatörün prob kullanılarak ölçümü görülmektedir.



Şekil 35

1.7 KONDANSATÖRLERİN BAĞLANTILARI

Elektronik devre uygulamaları yapılırken bazı hallerde gerekli olan kondansatörün kapasite değeri ya da çalışma gerilimi istenilen değerde bulunamaz. Böyle hallerde kondansatörler seri, paralel ya da karışık bağlanarak istenilen değer elde edilir. Kondansatör bağlantılarında matematiksel işlemler direnç ve bobin bağlantılarının tam tersidir.

1.7.1 Seri Bağlantı

Gerilim olarak yeterli büyüklükte tek bir kondansatör bulunamaz ise birden fazla kondansatör seri bağlanarak istenilen gerilime sahip kondansatör elde edilir. Şekil 36'da iki kondansatörün seri bağlantısı görülmektedir.



Şekil 36

Kondansatörler seri bağlanırsa toplam kapasite devredeki en küçük kapasiteli kondansatörden daha azdır. Seri bağlı kondansatörlerin toplam kapasitesi formül olarak;

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

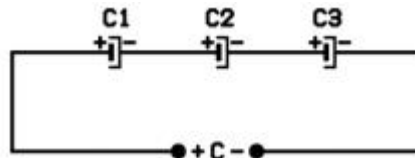
Yeni oluşan kondansatörün çalışma gerilimi seri bağlı kondansatörlerin çalışma gerilimleri toplamıdır.

$$E = E_1 + E_2 + \dots + E_n$$

Depo edilen enerji miktarı;

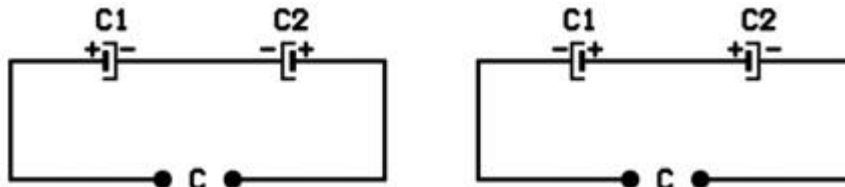
$$W = W_1 + W_2 + \dots + W_n$$

Seri bağlanan kondansatörler kutuplu ise bir kondansatörün pozitif (+) ucu diğer kondansatörün negatif(-) ucu ile birleştirilir. Yeni oluşan kondansatör kutuplu bir kondansatör olur. Şekil 37’de kutuplu üç kondansatörün seri bağlantısı görülmektedir.



Şekil 37

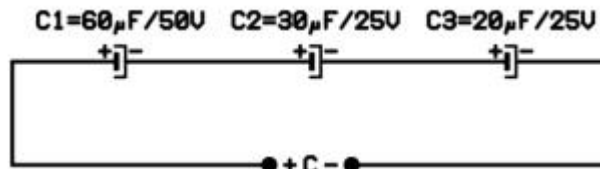
Aynı değere sahip iki kutuplu kondansatör ters seri bağlanırsa kutupsuz kondansatör elde edilir. Ne var ki bu kondansatörün çalışma kayıpları büyüktür. Bu tip iki bağlantı Şekil 38’de görülmektedir.



Şekil 38

Kutupsuz kondansatörlere “bipolar kondansatör” de denir.

Örnek:



Şekil 39

Şekil 39’daki devrede;

A- Toplam kapasiteyi hesaplayınız.

B- Yeni oluşan kondansatör grubunun maksimum çalışma gerilimini hesaplayınız.

Çözüm:

A-Toplam kapasite;

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \frac{1}{C3} = \frac{1}{60} + \frac{1}{30} + \frac{1}{20} = \frac{2}{120} + \frac{4}{120} + \frac{6}{120} = \frac{12}{120}$$

$$\Rightarrow 12C = 120$$

$$C = \frac{120}{12} = 10 \mu F \text{ ' tır.}$$

B-Kondansatör gurubunun maksimum çalışma gerilimini;

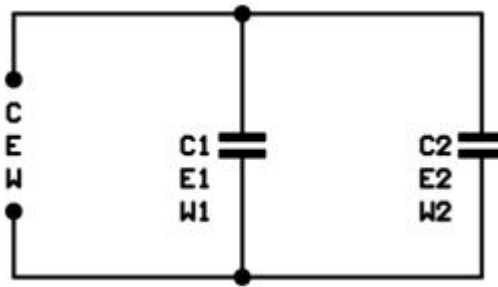
$$E = E1 + E2 + E3$$

$$E = 50 + 25 + 25$$

$$E = 100 \text{ Volt ' tır.}$$

1.7.2 Paralel Bağlantı

Kapasite olarak yeterli büyüklükte tek bir kondansatör bulunamaz ise birden fazla kondansatör paralel bağlanarak istenilen kapasitedeki kondansatör elde edilir. Şekil 40'ta iki kondansatörün paralel bağlantısı görülmektedir.



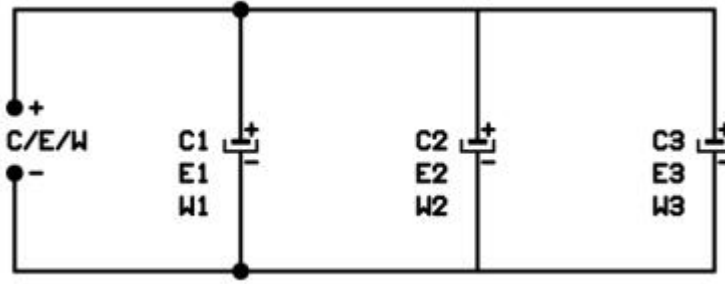
Şekil 40

Kondansatörler paralel bağlandığı zaman kondansatörün yapısı hatırlanırsa plakaların alanının büyüdüğü görülür. Bir kondansatörün kapasitesi plakalarının alanı ile doğru orantılı olduğu için toplam kapasite paralel bağlı kondansatörlerin kapasiteleri toplamı olur. Formül olarak; $C = C1 + C2 + \dots + Cn$

Yeni oluşan kondansatörün çalışma gerilimi paralel bağlanmış en küçük gerilimli kondansatörün gerilimine eşittir. Paralel bağlanan kondansatörlerin depolayabileceği enerji miktarı seri bağlı kondansatörlerdeki gibidir.

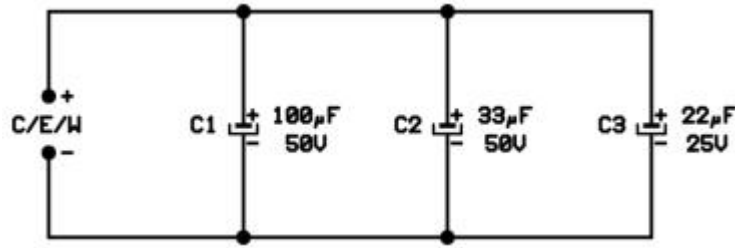
$$W = W1 + W2 + \dots + W3$$

Paralel bağlanan kondansatörler kutuplu ise tüm pozitif (+) uçlar bir düğüm noktasında, tüm negatif (-) uçlar diğer bir düğüm noktasında birleştirilir. Yeni oluşan kondansatör yine kutuplu bir kondansatör olur. Eğer bir kondansatör ters bağlanmış ise dielektriği delinerek patlayabilir. Kondansatörün kapasitesi büyük ise bu patlama kişiye ve çevreye zarar verir. Bu nedenle dikkat edilmelidir. Şekil 41'de kutuplu üç kondansatörün paralel bağlantısı görülmektedir.



Şekil 41

Örnek:



Şekil 42

Şekil 42'deki devrede;

A- Toplam kapasiteyi hesaplayınız?

B-Yeni oluşan kondansatörün maksimum çalışma kapasitesini hesaplayınız?

Çözüm:

A- Toplam kapasite;

$$C = C1 + C2 + C3$$

$$C = 100 + 33 + 22$$

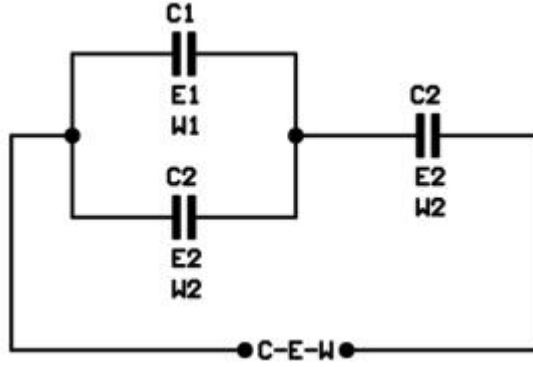
$$C = 155 \mu F \text{ tir.}$$

B- Paralel bağlantıda maksimum çalışma gerilimi en küçük çalışma gerilimli kondansatöre eşit olduğundan;

$$E = 25 \text{ volt'tur.}$$

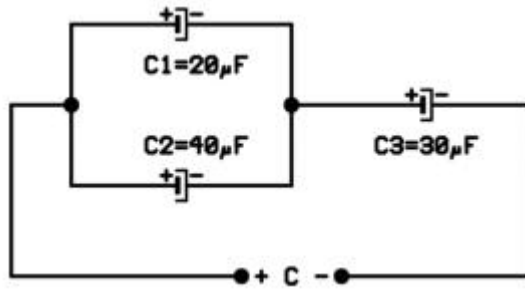
1.7.3 Karışık Bağlantı

Bir devrede kullanılacak kondansatör gereken gerilim ve kapasite değerini karşılayacak değerlerde bulunamaz ise birden fazla kondansatör karışık bağlanarak sorun giderilir. Karışık bağlantı seri ve paralel bağlantının özelliklerini taşır. Şekil 43'te üç kondansatörün karışık bağlantısı görülmektedir.



Şekil 43

Örnek:



Şekil 44

Şekil 44'teki devrenin toplam kapasitesini hesaplayınız?

Çözüm:

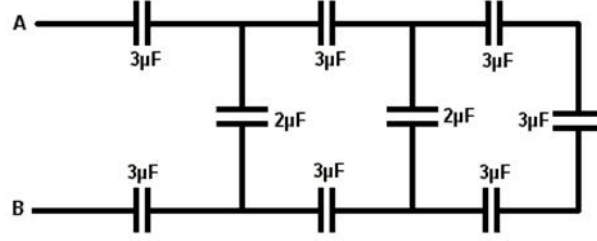
C1 ve C2 kondansatörlerinin toplam kapasitesi "CA" olsun

$$C_A = C_1 + C_2 = 20 + 40 = 60 \mu F$$

$$C = \frac{C_A \cdot C_3}{C_A + C_3} = \frac{60 \cdot 30}{60 + 30} = \frac{1800}{90} = 20 \mu F \text{ 'du}.$$

2 UYGULAMA

a) Şekil 45'teki A-B Noktaları arası eşdeğer kapasiteyi hesaplayınız.

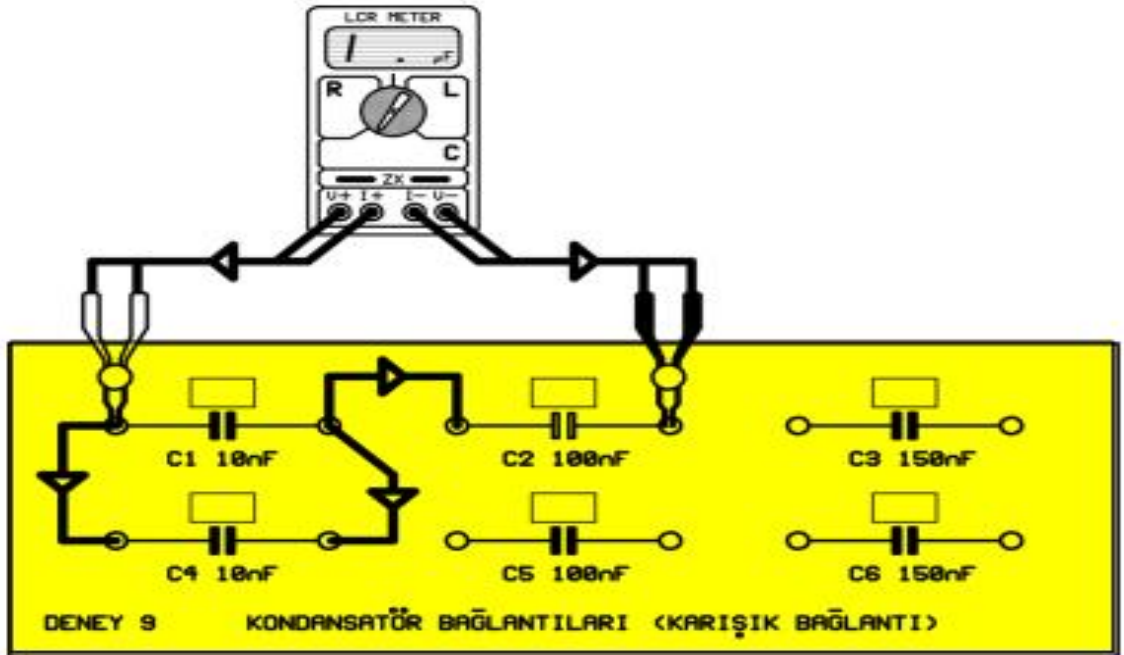


Şekil 45

b) Aşağıda bazı kondansatörlerin üzerinden okunmuş kodlamalar bulunmaktadır. Bu değerleri en sade şekliyle çeviriniz.

	Kondansatör Üzerindeki Yazı	Kondansatörün Değeri (En Sade Halde)
1	103	
2	303	
3	152	
4	5p6	
5	p22	
6	8n2	
7	22K 1KV	
8	47M 400V	

c) Y-0016/003 Modülünü yerine takınız. Devre bağlantılarını şekil 46'daki gibi yapınız. Devrenin kapasite değerini önce matematiksel olarak hesaplayınız. Daha sonra multimetre ile ölçünüz ve çıkan sonuçları kıyaslayınız. Farklı bağlantılarla deneyi tekrarlayınız.



Şekil 46

DENEY 3.2: BOBİNLER

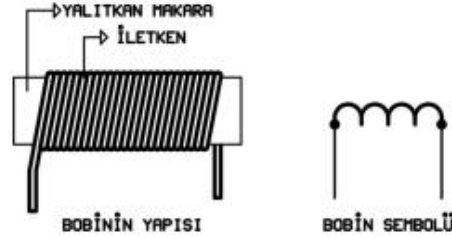
Amaç: Bobinler, Faraday kanunu, Endüktans

Kullanılacak Kart: TEK0-BRD-01

1. GENEL BİLGİLER

1.1 GİRİŞ

Dış yalıtkan malzeme ile kaplanmış iletken bir tel, yalıtkan malzemeden yapılmış bir makara üzerine sarılırsa üzerinden geçen elektrik akımına değişik özellikler gösteren bir eleman elde edilir. Bu yeni elemana “bobin” denir. Şekil 53’te bobinin yapısı ve sembolü görülmektedir.

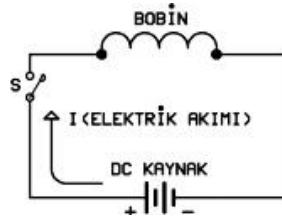


Şekil 47

Üzeri yalıtkan malzeme ile kaplanmış iletkenlere “izoleli iletken” denir. İletkenin sarıldığı makaraya da “karkas” adı verilir. İletkenin karkas üzerindeki bir turuna “sipir” denir. Sipirler yan yana ve üst üste sarılabilir. Sipirler hiçbir zaman elektriki olarak birbirine değmez. Bazı bobinlerde özellikle kullanılan iletken kalın ise karkas kullanılmaz. Çalışma yönüyle karkaslı veya karkassız iki bobin arasında hiçbir fark yoktur. Bobine “self” ya da “solenoid” de denir.

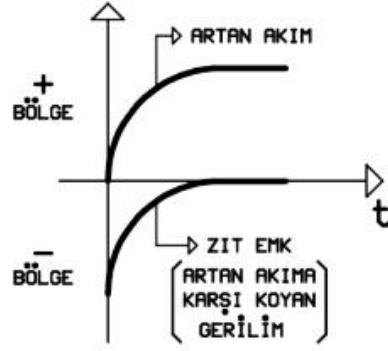
Bobinin üzerinden geçen elektrik akımına karşı davranışını anlayabilmek için manyetizma hakkında az da olsa bilgi sahibi olmak gerekir.

1.2 DOĞRU AKIMDA BOBİN



Şekil 48

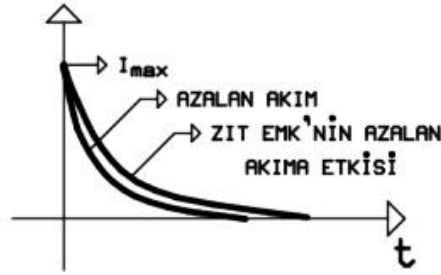
Şekil 54’te doğru akım kaynağı, bobin ve anahtardan elektrik devresi görülmektedir. “S” anahtarı kapatılınca ilk anda bobin elektrik akımının akmasına büyük direnç göstererek engel olmaya çalışır. Kısa bir zaman sonra akım normal değerine ulaşır. Bu kısa zaman diliminde akımın büyüklüğünün değişmesi bobinin içinde ve etrafında bir manyetik alan doğmasına neden olur. Bu manyetik alan bobin üzerinde devre kaynağına ters kutuplu ikinci bir elektrik enerjisi kaynağını oluşturur. Yeni oluşan kaynağın enerjisine de elektro motor kuvveti denir. EMK’nın kutuplarının devre kaynağına terstir. Bu nedenle “zıt EMK” olarak söylenir. Devredeki elektriksel olaylar anahtara basıldıktan sonra devre akımı normal değerine ulaştığı ana kadar izlenirse Şekil 55’teki grafik elde edilir.



Şekil 49

Devre akımı normal değerine ulaştıktan sonra çalışma zamanı boyunca bobinin elektrik akımına gösterdiği zorluk, yalnız bobinin omik direncidir. Kaliteli bobinlerin omik dirençleri küçüktür. Rakamsal olarak bobinlerin omik direnci genellikle 300R'un altındadır. Bu nedenle devreden en fazla akım geçecektir.

"S" anahtarı açılırsa ya da devre akımı herhangi bir nedenle azalırsa bobinde oluşan zıt EMK bu kez devre akımını devam ettirmeye çalışır. Şekil 56'da zıt EMK'nın devre akımının akması için yaptığı yardım grafik olarak görülmektedir.



Şekil 50

Demek olur ki bobinler değişen manyetik alan içinde kaldıklarında elektrik enerjisini depo edebilen devre elemanlarıdır. Bobinler üzerinden geçen akımın büyümesine veya küçülmesine ters davranmaları nedeniyle doğru akım (DC) devrelerinde filtre devrelerinde kullanılır. Filtre devreleri doğru akımı süzen veya sabit tutan devrelerdir.

Bobinler alternatif akıma (AC) gösterdikleri direnç doğru akıma gösterdikleri dirençten çok daha fazladır. Bunun nedeni alternatif akımın yönünün devamlı değişmesi nedeniyle bobinden geçen akımda devamlı değişmesidir. Bobinlerin alternatif akıma gösterdikleri dirence "endüktif reaktans" denir. İndüktif reaktans frekans ile doğru orantılı olarak artar. Bobinler alternatif akımda transformatörler, motorlar, kontaktörler, röleler, elektron mıknatıslar vb. cihazlarda çok kullanılır.

Bobinler doğru akımın ve alternatif akımın birlikte olduğu cihazlarda alternatif akımı yönlendirmek ya da doğru akımdan ayırmak için kullanılır.

Bobinlerin DC 'da ya da AC 'da kullanılırken devre akımına gösterdiği zorluk ve elektrik enerjisi depo etme özelliği bobin değerine bağlıdır. Bobinler elektrik elektronikte "L" ile gösterilir ve "Henri" olarak birimlenir. Henri "H" harfi ile gösterilir.

"Henri, bir saniyede bir amperlik akım değişmesi ile uçlarında bir volt endüklenen bobin değeridir."

Bobin değerine “endüktans” ‘ta denir. Henri frekansın yüksek olduğu elektronik devrelerinde büyük bir değerdir. Bu nedenle elektronikte Henri’nin alt katları çok kullanılır. Şekil 57’deki tabloda Henri’nin alt katları ve birimler arasındaki matematiksel çevrim görülmektedir.

ÜST KATLAR	YOK	
ANA BİRİM	<L> HENRİ	
ALT KATLAR	<mH> MİLİ HENRİ	1 000mH = 1H
	< μ H> MİKRO HENRİ	1 000 μ H = 1mH

Şekil 51

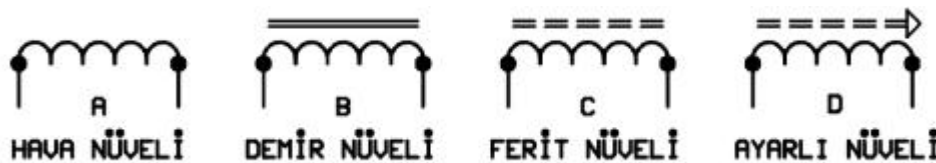
Genellikle elektrikte yüksek endüktanslı bobinler, elektronikte küçük endüktanslı bobinler kullanılır. Alçak frekanslarda (20KHz’e kadar) ve DC’da kullanılan bobinlerin endüktansları büyüktür. Büyük endüktanslı bobinlerde siper sayıları fazla; nüveleri yüksek geçirgenliğe sahip malzemelerdir. Nüveler bobin endüktansını geçirgenlik katsayıları, oranında yükseltir. Bobin ile nüve arasında karkas ve hava bulunduğundan bu teori tam olarak gerçekleşmez. Geçirgenlik şöyle tanımlanır. Bir mıknatısın kutupları arasında herhangi bir madde de var iken, maddeden geçen kuvvet çizgisi sayısının, aynı alanda hava var iken geçen kuvvet çizgisi sayısına oranına o maddenin geçirgenliği ya da permeabilitesi denir. Geçirgenlik “ μ ” (mü) harfi ile gösterilir. Katsayıları genellikle küçüktür. Öz dirençleri küçük olan maddeler metallerdir. Yapılan deneyler metal olmayan, yüksek geçirgenliğe sahip manyetik malzemeler elde edilmiştir.

Örnek olarak; Ferro-Ferit (Fe_3O_4), Bakır-Ferro-Ferit ($\text{Cu Fe}_2\text{O}_4$), Kurşun-Ferro-Ferit ($\text{Pb Fe}_2\text{O}_4$) ve demir tozu karışımlarının öz dirençleri yaklaşık 108R gibi çok yüksek olup manyetik geçirgenlikleri 100-200 arasındadır. Böyle nüvelere “Ferrosküp” nüve denir. Metal olmayan yüksek geçirgenliğe sahip diğer bir nüve tipi “Ferit”lerdir. Ferit nüveler bakır-ferro-ferit, nikel-çinko oksitleri ve magnezyum karışımıdır. Ferit nüvelerin geçirgenliklerinde 10-200 arasındadır.

Yüksek frekanslı devrelerde (20KHz’den büyük) silisli saçlardan yapılmış nüveler kayıplarının yüksek olması nedeniyle kullanılamaz. Yüksek frekanslı devrelerde ferit nüveli bobinler kullanılır.

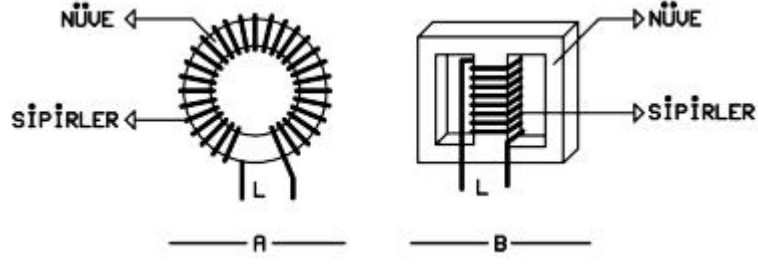
Frekansın çok yüksek olduğu ya da belli bir frekans bandının seçildiği devrelerde nüvesi ayarlanan bobinler kullanılır. Bu bobinlerde nüve vida yapısında olup bir tornavida yardımıyla bobin içinde hareket ettirilerek istenen endüktans değeri elde edilir. İndüktansı çok küçük ayarlı bobinlerde azda olsa geçirgenliği havadan daha küçük olan malzemelerden yapılmış nüveler kullanılır. Örnek olarak pirinç böyle bir malzemedir. Nüve olarak pirinç kullanılırsa nüve bobin içine girdikçe bobin endüktansı azalır.

Nüve cinsi ve yapısı bobin sembollerinde küçük farklılıklarla gösterilir. Şekil 58’de değişik bobin sembolleri görülmektedir.



Şekil 52

Nüve yapısı bobin içinde ve dışında manyetik kuvvet çizgilerini içinden geçirecek şekilde yapılırsa yüksek endüktans değerli bobinler elde edilir. Şekil 59'da böyle bobinlerin iki değişik yapısı görülmektedir.

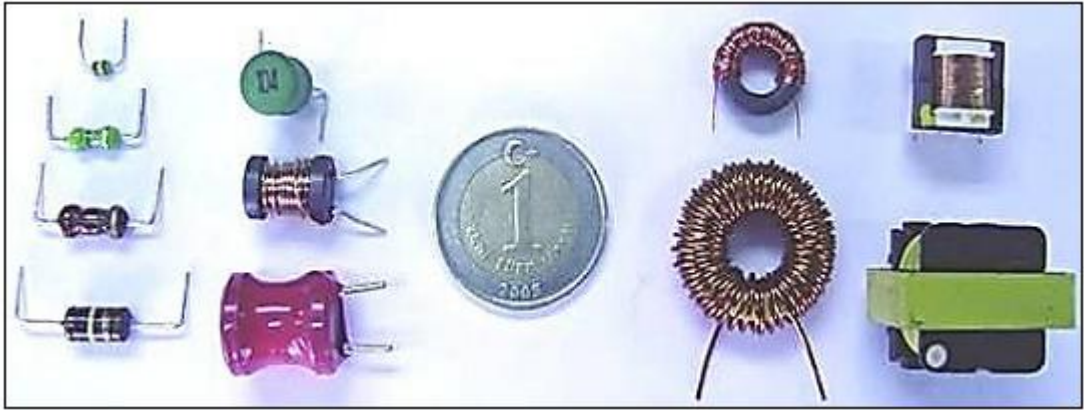


Şekil 53

Şekil 59A'da görülen yapıdaki bobinlere "troid bobin" denir. Troid bobinler SMPS (Switch Mode Power Supply) devrelerinde kullanılır. Şekil 59B'deki yapıda olan bobinlere "transformatör tipi" bobin denir. Bu yapıda olan bobinlerde isimden anlaşıldığı gibi en çok transformatörlerde ve filtre devrelerinde kullanılır.

Elektronikte çok kullanılan diğer bobin tipleri "aksiyel" ve "radyal" bobinlerdir. Aksiyel bobinlerin yapısı aynı dirençler gibidir. Bağlantı uçları iki başucundan çıkarılmıştır. Radyal bobinler bir silindire benzer bağlantı uçlarının ikisi de silindirin aynı tarafından çıkarılmıştır. Yüzey montajlı devrelerde kullanılmak üzere çok küçük yapıda aksiyel ya da radyal bobinler üretilmiştir.

Şekil 60'taki resimde aksiyel tip, radyal tip, troid tip ve transformatör tipi bobinler görülmektedir.



Şekil 54

1.3 BOBİNLERDE İNDÜKTANS DEĞERİNİN GÖSTERİLMESİ

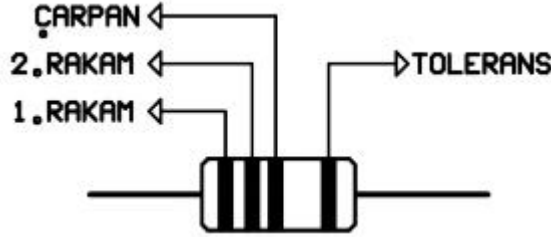
Bobinlerin endüktans değerleri üretici firmalar tarafından iki metotla gösterilmiştir. Bunlar;

-) Renk kodlu metot
-) Rakam kodlu metot'tur.

Her iki metotta kullanılan birim mikroHenri (μH)'dir.

1.3.1 Renk Kodlu Metot

Bu metot aksiyel tip bobinlerin endüktans değerinin gösterilmesinde kullanılır. Renk kodlu metot dört band'lı direnç kodlamasının aynısıdır. Bu metoda yine de bir örnek verelim.



Şekil 55

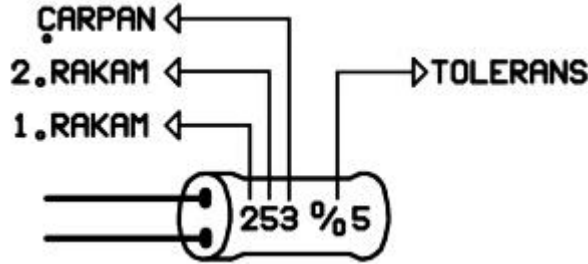
Şekil 61'deki bobinin renkleri sırayla sarı, mor, kırmızı ve gümüş rengi olsun. Bu bobinin endüktansı ve toleransına göre olabileceği değer sınırlarını hesaplayalım.

1.Renk (1.Rakam)	2.Renk (2.Rakam)	3.Renk (Çarpan)	Değer (μH)	Tolerans (%)
4	7	00	4700	10

$$\% \pm 10 \text{ ti} = 4700 \cdot \frac{10}{100} = \pm 470' \text{ti} .$$

1.3.2 Rakam Kodlu Metot

Bu metot genellikle radyal tip bobinlerin endüktans değerlerini göstermekte kullanılır. Bu metot da bobin endüktansı için üç rakamın oluşturduğu sayı kullanılır. Tolerans %5, %10 gibi yazılarak belirtilir. Bu metoda da bir örnek verelim.



Şekil 56

Bobin üzerinde görülen rakamlardan birincisi birinci sayı, ikincisi ikinci sayı, üçüncüsü çarpandır. Şekil 10'daki bobinin değerini ve toleransına göre olabileceği değer sınırlarını hesaplayalım.

1.Rakam	2.Rakam	Çarpan	Değer (μH)	Tolerans (%)
2	5	000	25000	5

$$\% \pm 5 \text{ tolerans} = 25000 \cdot \frac{5}{100} = \pm 1250' \text{dir.}$$

Bobinlerin endüktansından başka kullanıldığı yerde üzerinden geçen akım ve çalışma frekansı önemlidir. Elektrik devrelerinde genellikle akım yüksek, frekans düşük değerdedir. Bobin üzerinden geçecek akıma yeterli olacak kalın kesitli iletken sarılmış olmalıdır. Elektronik devrelerinde ise akım düşük, frekans yüksektir. Böyle devrelerde kullanılacak bobinin nüve malzemesi çalışma frekansına uygun olmalıdır.

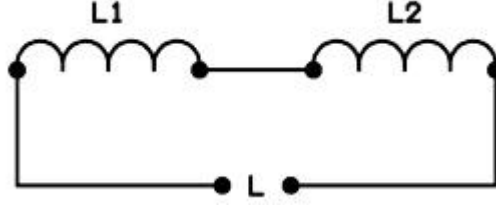
Bobinler üzerinden geçen akımın etkisiyle ısınırlar. Bobinler herhangi bir nedenle (ısı, yüksek akım vb.) bozulduklarında iki şekil alırlar. Birinci şekil bobin iletkenlerinde kopma olmasıdır. Bu durum bobinin omik direncinin sonsuz olarak okunmasıyla anlaşılır. İkinci şekil bobin iletkenlerinin izolesinin bozulmasıdır. Bu durumda bobinin omik direnci normal gibi okunur. Ne var ki endüktansı sıfıra ya da çok küçük değere düşer.

1.4 BOBİN BAĞLANTILARI

Bir devrede kullanılacak bobin değeri ya da akım olarak bulunamazsa birden fazla bobin seri, paralel ya da karışık bağlanarak istenilen bobin elde edilir. Bobinlerin endüktansları, omik dirençleri ve alternatif akım dirençleri elektrik akımına dirençler gibi davranır. Bu nedenle bobin bağlantılarında matematiksel işlemler aynı dirençlerdeki gibidir.

1.4.1 Seri Bağlantı

Yeterli büyüklükte endüktansa sahip tek bir bobin bulunamıyor ise birden fazla bobin seri bağlanarak istenilen endüktans değeri elde edilir. Şekil 63'te iki bobinin seri bağlantısı görülmektedir.



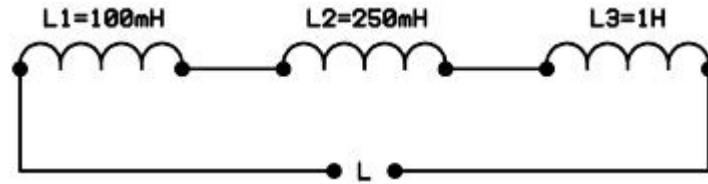
Şekil 57

Seri bağlantıda toplam endüktans bobinlerinin endüktansları toplamıdır.

$$L = L_1 + L_2 + \dots + L_n$$

Seri bağlı bobin devresinden geçebilecek maksimum akım en küçük akım geçiren bobinin akımına eşittir.

Örnek: İndüktansları $L_1=100\text{mH}$, $L_2=250\text{mH}$ ve $L_3=1\text{H}$ olan üç bobin Şekil 64'teki gibi seri bağlanmıştır. Toplam endüktansı bulunuz?



Şekil 58

Çözüm:

$$L_1 = 100\text{mH} = 0,1\text{H}$$

$$L_2 = 250\text{mH} = 0,25\text{H}$$

$$L_3 = 1\text{H}$$

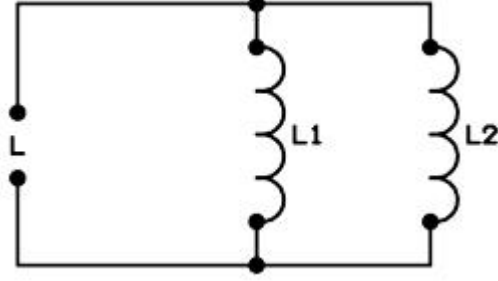
$$L = L_1 + L_2 + L_3$$

$$L = 0,1 + 0,25 + 1$$

$$L = 1,35\text{H'dir.}$$

1.4.2 Paralel Bağlantı

Bir devreden geçen akımı geçirecek büyüklükte tek bir bobin bulunamaz ise birden fazla bobin paralel bağlanarak sorun giderilir. Şekil 65'te iki bobinin paralel bağlantısı görülmektedir.

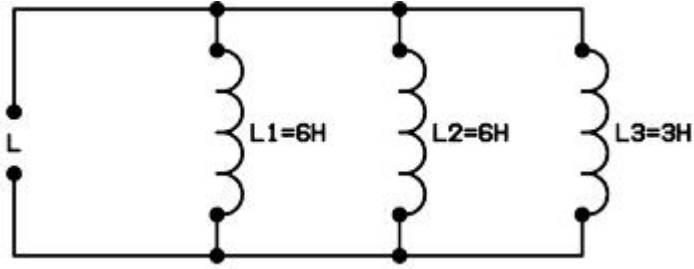


Şekil 59

Paralel bağlantıda toplam endüktans; $\frac{1}{L_s} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L}$

Paralel bağlantıda bobin devresinden geçen akım tüm bobinler üzerinden geçen akımın toplamıdır. Toplam endüktans paralel bağlanmış en küçük değerli bobin endüktansından daha küçüktür.

Örnek: İndüktansları $L_1=6H$, $L_2=6H$ ve $L_3=3H$ olan üç bobin Şekil 66'daki gibi paralel bağlanmıştır. Toplam endüktansı hesaplayınız?



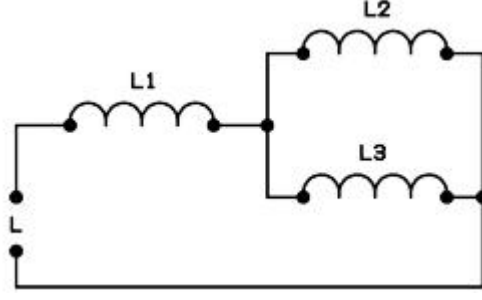
Şekil 60

Çözüm:

$$\begin{aligned} \frac{1}{L} &= \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} \\ \frac{1}{L} &= \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{2}{6} = \frac{4}{6} \\ &[2] \\ L &= \frac{6}{4} = 1,5H' dir. \end{aligned}$$

1.4.3 Karışık Bağlantı

Bir devrede kullanılacak bobin endüktans ve geçecek akımı karşılayacak değerlerde bulunamazsa, birden fazla bobin karışık bağlanarak istenilen değerdeki bobin elde edilir. Karışık bağlantı seri bağlantı ve paralel bağlantının özelliklerini taşır. Şekil 15'de üç bobinden oluşmuş karışık bağlantı görülmektedir.



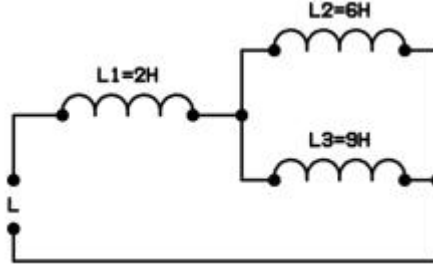
Şekil 61

Şekil 67’de L2 ve L3 bobinleri birbirine paralel, L1 bobini bu paralelliğe seridir. Problem çözümlerinde önce paralel bobinler tek bobin haline getirilir. Bu işlem sonunda devre seri devre şekline döner. Daha sonra seri devre gibi çözüm yapılır. L2, L3 bobinlerinin paralelliğine “LA” dersek;

$$L_A = \frac{L_2 \cdot L_3}{L_2 + L_3}$$

olur. Devrenin toplam endüktansı; $L_{\text{ş}} = L_1 + L_A$ olacaktır.

Örnek: Şekil 16’daki devrenin toplam endüktansını bulunuz?



Şekil 62

Çözüm:

L2, L3 bobinlerinin toplam endüktansı “LA” olsun;

$$L_A = \frac{L_2 \cdot L_3}{L_2 + L_3} = \frac{6 \cdot 9}{6 + 9} = \frac{54}{15} = 3,6H$$

$$L = L_1 + L_A = 2 + 3,6 = 5,6H' \text{ dir.}$$

1.5 FARADAY KANUNU

Hareketli manyetik alan içinde bulunan bir bobin uçlarındaki endüklenen gerilim aşağıdaki üç faktöre bağlıdır.

1- Manyetik akı şiddetine: Mıknatıs kuvvet çizgisi sayısı ne kadar çok ise, bobin iletkenlerini kesen kuvvet çizgisi de çok olacak buna bağlı endüklenen EMK’ de artacaktır.

2- Sipir sayısına: Bobinin sipir sayısı arttıkça endüklenen EMK ’de artar. Biliyoruz ki bobin uçlarındaki toplam EMK, sipirler üzerindeki EMK’ lerinin toplamıdır.

3- Kesme hızına: Bobin iletkenlerini kesen manyetik kuvvet çizgilerinin hareketi arttıkça bobin uçlarındaki EMK

'de artar. Bobindeki endüksiyon EMK 'nın değeri matematiksel olarak aşağıdaki formül'le hesaplanır. İndüklenen EMK 'ne "Vend" dersek;

$$V_e = -N \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$$

Formülde;

Vend = İndüklenen EMK (Volt)

N = Bobinin siper sayısı

φ = Kesilen manyetik kuvvet çizgisi sayısı (Weber)

t = Birim zaman (Saniye)

Δ = Değişkenlik değeri'dir.

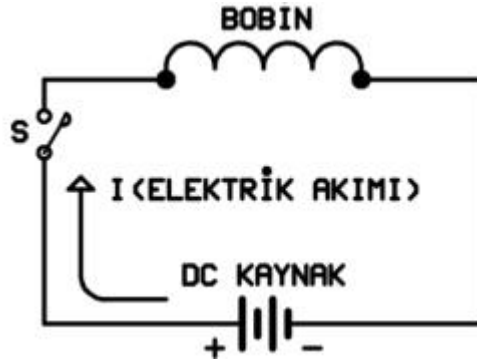
Formüldeki (-) işareti lenz kanununun sonucudur.

Örnek: 1 saniyedeki değişimi 2Wb olan manyetik akı 100 sipirlik bir bobinde ne kadar gerilim endükler?

Çözüm:

$$V_{end} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{2}{1} = 200 \text{ Volt}$$

1.6 ÖZ ENDÜKSİYON



Şekil 63

Şekil 69'daki devrede "S" anahtarı kapatılırsa kaynağın (-) negatif ucundan çıkan elektronlar bobin üzerinden geçerek kaynağın (+) pozitif ucuna gelirler. Ne var ki bu yolculukta bobin ilk anda büyük direnç devresi gibi davranarak elektron akışına engel olmaya çalışır. Bobinin böyle davranış şekline, o bobinin "öz endüktansı" kısaca "endüktansı" denir. İndüktans "L" harfi ile gösterilir ve birimi "Henri" dir. Henri de "H" harfi ile gösterilir. Henri elektriki büyüklük olarak şöyle tanımlanır. Bir bobinin üzerinden geçen akımda 1 saniyedeki 1Amperlik değişim, bobin uçlarında 1Volt EMK endüklüyorsa bu bobinin endüktansı 1Henri 'dir.

Bobinlerin endüktansı siper sayılarına, fiziki ölçülerine (çap ve sarım uzunluğu) ve nüvenin manyetik geçirgenliğine bağlıdır.

Bir bobinin endüktansı matematiksel olarak aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$L = -N \frac{\Delta \varphi}{\Delta i}$$

Formülde;

L = Bobin Endüktans (Henri)

N = Bobinin siper sayısı

$\Delta\varphi$ = Manyetik akı değişimi (Weber)

Δi = Akım değişimi (Amper) 'dir.

Şekil 69'daki devrede elektrik akımı anahtar kapatıldıktan bir zaman sonra maksimum değerine ulaşır. Akımın büyüme zamanı boyunca bobin etrafında şiddeti büyüyen manyetik alan oluşur. Akım maksimum değerine ulaşınca bu manyetik alan değişen hiçbir değer kalmadığı için ortadan kalkar. Bu anda bobin üzerinde bir miktar elektrik enerjisi depolanır. "S" anahtarı açılırsa bu kez bobin akım kaynağı gibi davranır.

Bobinin oluşturduğu bu yeni kaynağın kutupları, devredeki DC kaynağı kutuplarının ters yönündedir. Bobinin kendi yarattığı manyetik alan ile kendisine endüklediği EMK' ne "Öz İndüksiyon EMK" denir. Öz endüksiyon yine lenz kanunu ile açıklanmıştır. "Herhangi bir devrede endüklenen EMK kendini meydana getiren sebebe ters yöndedir." Şekil 34'deki devrede öz endüksiyon EMK 'ni DC kaynak meydana getirmiştir. Öz endüksiyon EMK kaynak kutuplarına ters kutupta olacaktır.

Öz endüksiyon EMK 'ne "zıt EMK" de denir. Zıt EMK " ε " harfiyle gösterilir. Zıt EMK matematiksel olarak aşağıdaki formülle bulunur.

$$\varepsilon = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

Formülde;

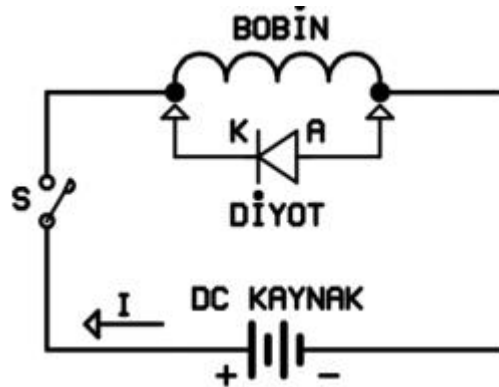
ε = Zıt EMK (Volt)

L = Bobin endüktansı (Henri),

Δi = Belli zamandaki akım değişimi (Amper)

Δt = Zaman (saniye) 'dir.

Formüldeki (-) işareti lenz kanununun sonucudur. Sonuç olarak bobinler üzerinden geçmeye çalışan elektrik akımına ilk anda zorluk gösterirler. Bobin üzerinden geçen akım yavaş, yavaş yükselerek maksimum değerine ulaşır. Bobin üzerinde geçen akım kesilirse, bobin bu kez devredeki DC kaynağının ters kutuplarında yeni bir DC kaynak gibi davranır. Devreden ters yönde bir akım geçmesine neden olur. Zıt EMK elektronik devre elemanlarına zarar verebilir. Zıt EMK 'nın devreye zarar vermesi bobin uçlarına devre kaynağına ters yönde (zıt EMK' ne doğru yönde) bir diyot bağlanarak önlenir.

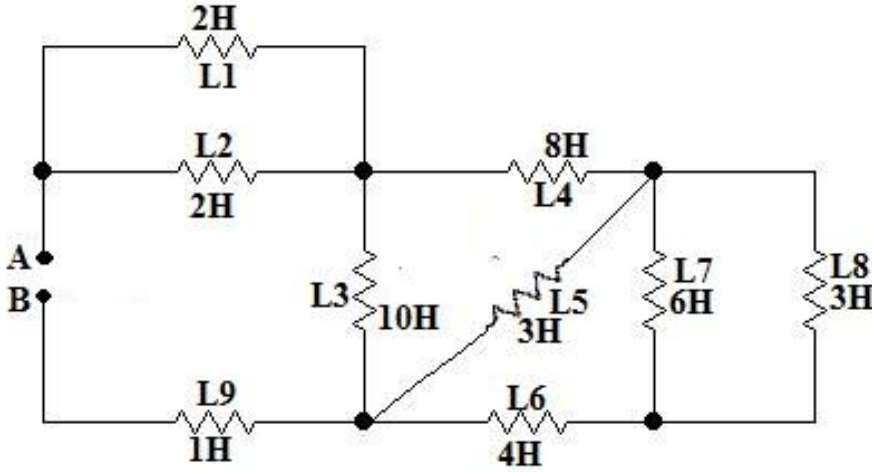


Şekil 64

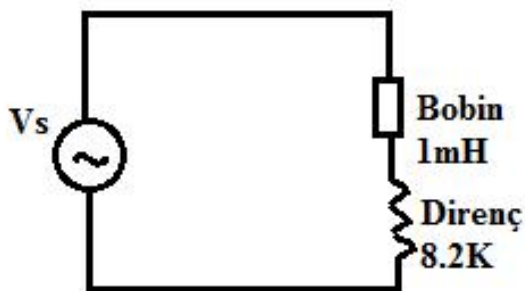
Şekil 70'te zıt EMK 'nın yok edilmesi görülmektedir.

2. UYGULAMA

1) Aşağıda verilen devrenin eşdeğer indüktansını hesaplayınız.



2) Elinizdeki bobinin iç direncini multimetre ile ölçünüz ve not ediniz. Bu değer bobinin DC direncidir. Daha sonra aşağıdaki devreyi kurup, sinyal jeneratörü ile 1Khz frekansta sinüs sinyal veriniz, bobinin üzerine düşen gerilimi ve üstünden geçen akımı ölçüp, AC direncini hesaplayıp yazınız.



Bobinin DC Direnci:

Bobinin 1Khz'deki AC direnci:

Aradaki farkın nedeni: