

# **ELEKTRONİK DEVRELER DERS NOTLARI**

## **1.HAFTA**

### **Elektronik Devre Elemanları**

# ELEKTRONİK DEVRE ELEMANLARI

- Elektronik düzenekleri anlayabilmek için temel elektronik devre elemanlarının yapı ve işlevlerinin bilinmesi gereklidir.

Elektronik Devre Elemanları İki Gruba Ayrılır:

1-) Pasif Devre Elemanları

2-) Aktif Devre Elemanları

# ELEKTRONİK DEVRE ELEMANLARI

Pasif Devre Elemanları ve Aktif Devre Elemanları da kendi aralarında gruplara ayrılmaktadır:

## **Pasif Devre Elemanları:**

- Dirençler
- Kondansatörler
- Bobinler

## **Aktif Devre Elemanları:**

- Diyotlar
- Transistörler
- Entegre devreler

# ELEKTRONİK DEVRE ELEMANLARI

- **Pasif devre elemanları**, genel amaçlı elemanlardır. Hemen hemen her elektronik devrede bulunurlar. Bu nedenle, bu elemanların genel yönleriyle tanınmaları, amaca uygun olarak kullanılmaları bakımından yeterlidir.
- **Aktif devre elemanları**, ise özel amaçlı elemanlardır. Kullanılacak devrenin özelliğine göre, aktif devre elemanlarının özellikleri ve türleri de değişmektedir.

# DİRENÇLER

- Direnç kelimesi, genel anlamda, "bir güce karşı olan direnme" olarak tanımlanabilir.
- Elektrik ve elektronikte direnç, iki ucu arasına gerilim uygulanan bir maddenin akıma karşı gösterdiği direnme özelliğidir. Kısaca; elektrik akımına gösterilen zorluğa DİRENÇ denir.
- Doğru akımda da alternatif akımda da aynı davranışı gösteren tek devre elemanı dirençtir. Bu devre elemanının devredeki görevi, üzerinde gerilim tutmaktır.
- Neden gereksiz yere gerilimi direnç üzerinde harcıyoruz dersiniz, günlük hayatta kullandığımız AC ve DC gerilim kaynakları standart değerlerdedir ve biz kullandığımız devrelerde istenen akımın akması için(akımı düşürmek için) gerilimi düşürmeliyiz. Bunu sağlayacak eleman da dirençtir.

# DİRENÇLER

- Direnç, yapıldığı malzemeye bağlı olarak elektrik akımının akışına direnç gösterir.
- Bir direncin üzerinde düşen gerilimin, içinden geçen akıma oranı sabit olup değişmez.
- Örneğin:  $R=1\text{k}\Omega$  sabit ise;
- $V=1\text{V}$  iken,  $I=V/R=1\text{V}/1\text{k}\Omega =1\text{mA}$
- $V=10\text{V}$  iken,  $I=10\text{V}/1\text{k}\Omega =10\text{mA}$
- $V=100\text{V}$  iken,  $I=100\text{V}/1\text{k}\Omega =100\text{ma}$
- $V=1\text{kV}$  iken,  $I=1\text{kV}/1\text{k}\Omega =1\text{A}=1000\text{mA}$  olur mu?

# DİRENÇLER

- Direnç, "R" (Resistance) ile gösterilir ve birimi Ohm( $\Omega$ )'dur. Bir iletkenin direnci sıcaklık ile artar
- Direncin sıcaklıkla değişimi:  $R = R_0[(1 + \alpha.(t - t_0))]$  bağıntısıyla hesaplanır. Bu bağıntıda;
  - $\alpha$ : Direncin sıcaklıkla değişim katsayısı
  - $R_0$ : Direncin  $t_0$  sıcaklığındaki direnci
  - $R$ : Direncin  $t$  sıcaklığındaki direncidir
  - $t_0$ : İlk sıcaklık
  - $t$  : Son sıcaklık

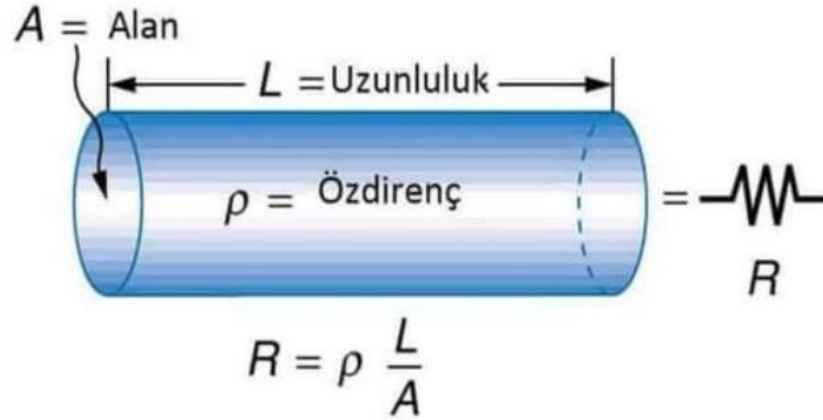
**ÖRNEK:** Bir trafonun 20 °C de **direnci** 30  $\Omega$  dur. İşletme anında bu trafo 80 °C kadar ısınmaktadır. Trafonun sargıları bakırdan olduğuna göre 80 °C de **direnci** kaçtır ? ( $\alpha = 0,0039$ )

$$R = R_0 [ 1 + \alpha (t - t_0) ] = 30 [ 1 + 0,0039 (80 - 20) ] = 37,02 \Omega \text{ bulunur.}$$

**Direnç elemanları ısındıkça dirençleri artar.**

# DİRENÇLER

- Dik kesit alanı  $A$  (metre kare), uzunluğu  $L$  (metre) ve öz direnci  $\rho$  (ohm.metre) olan bir iletkenin direnci



- İletkenin kesiti arttıkça dirence ne olur  
direnç azalır,
- İletkenin boyu arttıkça dirence ne olur  
direnç artar.
- Elektrik direklerinde tel kesitinin kalın seçilme sebebi, yüksek gerilime dayanması içindir.



# DİRENÇLER

**Elektronikte kullanılan standart dirençlerin direnç değerleri üzerindeki renklerle ifade edilir!**

**Standart direnç renk kodları**, dirençleri okurken birbirine bitişik üç renk temel direnç değerini diğerleri ise toleransı belirler.

Renk	1. band	2. band	3. band (çarpan)	4. band (tolerans)
<a href="#">Siyah</a>	0	0	$\times 10^0$	
<a href="#">Kahverengi</a>	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$ (F)
<a href="#">Kırmızı</a>	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$ (G)
<a href="#">Turuncu</a>	3	3	$\times 10^3$	
<a href="#">Sarı</a>	4	4	$\times 10^4$	
<a href="#">Yeşil</a>	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$ (D)
<a href="#">Mavi</a>	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$ (C)
<a href="#">Mor</a>	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$ (B)
<a href="#">Gri</a>	8	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$ (A)
<a href="#">Beyaz</a>	9	9	$\times 10^9$	
<a href="#">Altın</a>			$\times 0.1$	$\pm 5\%$ (J)
<a href="#">Gümüş</a>			$\times 0.01$	$\pm 10\%$ (K)
Boş				$\pm 20\%$ (M)



Renk kodlarını okumak için şu kural geçerlidir:  $AB \times 10^C$

# DİRENÇLER

Direnç üzerinde sırası ile şu renkler vardır.

(Tolerans hariç) Direnç değerlerini yanına yazınız.

- Kahverengi ,kahverengi, kahverengi= **110  $\Omega$**
- Kırmızı, Kırmızı, Kırmızı, = **2200 $\Omega$  (2.2 k $\Omega$ )**
- Turuncu, Turuncu , Turuncu = **33 000 $\Omega$  (33 k $\Omega$ )**
- Sarı, Mor, Sarı= **470 000 $\Omega$  (470 k $\Omega$ )**

Renk	1. band	2. band	3. band (çarpan)	4. band (tolerans)
Siyah	0	0	$\times 10^0$	
Kahverengi	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$ (F)
Kırmızı	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$ (G)
Turuncu	3	3	$\times 10^3$	
Sarı	4	4	$\times 10^4$	
Yeşil	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$ (D)
Mavi	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$ (C)
Mor	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$ (B)
Gri	8	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$ (A)
Beyaz	9	9	$\times 10^9$	
Altın			$\times 0.1$	$\pm 5\%$ (J)
Gümüş			$\times 0.01$	$\pm 10\%$ (K)
Boş				$\pm 20\%$ (M)

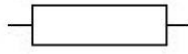
# DİRENÇLER

- **Direnç Sembolleri:**

Sabit Dirençler



(Eski)

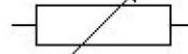


(Yeni)

Ayarlı Dirençler



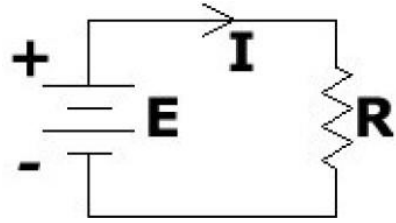
(Eski)



(Yeni)

# DİRENÇLER

- **Direncin devredeki rolü:**
- Bir "E" gerilim kaynağına "R" direncinden, Şekil 1.1'de gösterilmiş olduğu gibi, bir " I " akımı akar.



Şekil: 1.1 Dirençli Bir Devre

- Bu üç değer arasında Ohm kanununa göre şu bağlantı vardır:  $V=I.R$
- **Birimleri:** V(V):Volt I: Amper R: Ohm ( $\Omega$ )

# DİRENÇLER

**Direnç Türleri:** Dirençler iki gruba ayrılır: büyük güçlü dirençler, küçük güçlü dirençler

## **1-)Büyük güçlü dirençler:**

- 2W üzerindeki dirençler büyük güçlü direnç grubuna girer.

## **2-)Küçük güçlü dirençler:**

- Küçük güçlü dirençlerin sınıflandırılması:
  - Sabit Dirençler, Ayarlı Dirençler, Termistör (Terminstans), Foto Direnç (Fotorezistans)
- Gerek büyük güçlü olsun, gerekse de küçük güçlü olsun, bütün dirençlerin belirli bir dayanma gücü vardır.

# DİRENÇLER

- **Direnç Üzerinde Harcanan Güç Üç Şekilde İfade Edilir:**
- **Akım ve gerilim** cinsinden:  $P=V.I$  'dır
- **Akım ve direnç** cinsinden; (ohm kanununa göre):  $V=I.R$  'dir. Bu "V" değeri  $P=V.I$  'da yerine konulursa:  $P=I^2R$  olur.
- **Gerilim ve direnç** cinsinden; (ohm kanununa göre):  $I=V/R$  'dir. Bu "I" değeri,  $P=V.I$  'da yerine konursa,  $P=V^2/R$  olur.

# SABİT DİRENÇLER

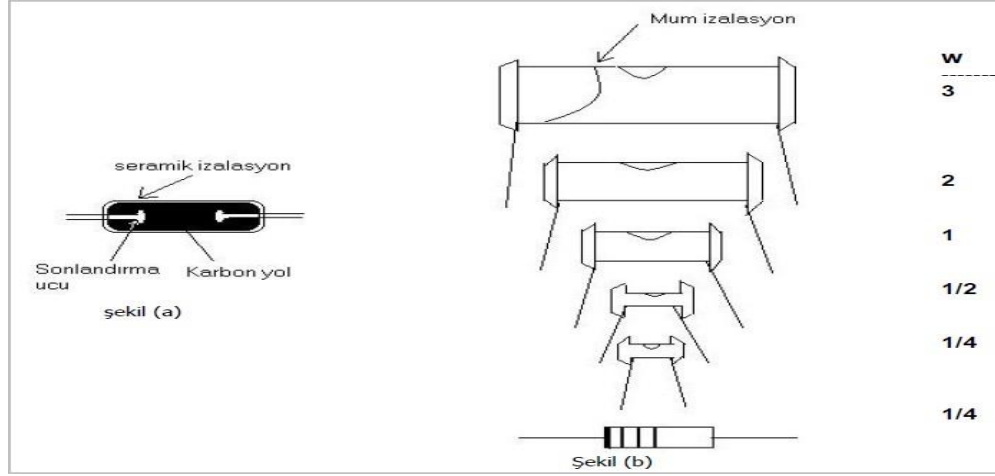
- **Yapısı ve çeşitleri:** Sabit dirençler yapıldığı malzemenin cinsine göre üçe ayrılır:
  - Karbon dirençler
  - Telli dirençler
  - Film dirençler
- **Film dirençler de ikiye ayrılır:**
  - İnce film dirençler
  - Kalın film dirençler

# KARBON DİRENÇLER

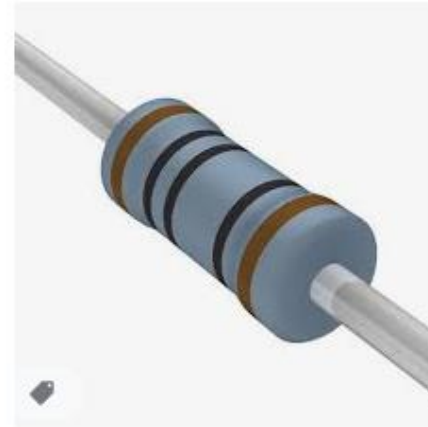
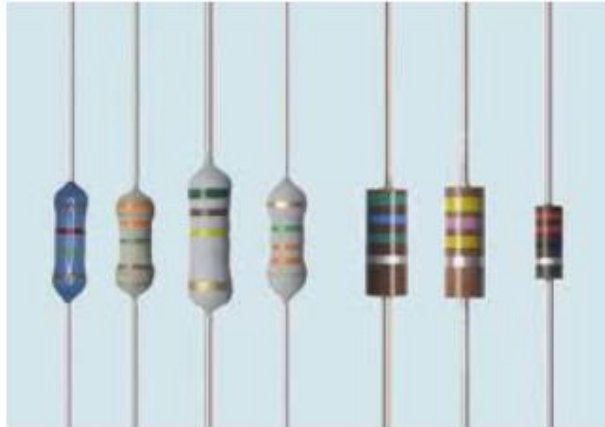
- Karbon direncin yapısı:
- Karbon direnç; kömür tozu ile reçine tozunun eritilmesi ile elde edilir.
- Karbon dirençler 1 Ohm 'dan başlayarak bir kaç mega Ohm 'a (**M**  $\Omega$ ) kadar üretilmektedir.
- Bütün elektronik devrelerde en çok kullanılan direnç türüdür.



# KARBON DİRENÇLER



- a) Küçük güçlü direncin kesit görüntüsü  
b) Değişik güçteki dirençlerin 1/1 görüntüsü



# TELLİ DİREÇLER

- Telli dirençler gerek **sabit direnç**, gerekse de **ayarlanabilen direnç** olmak üzere, değişik güçlerde ve omajlar da üretilebilmektedir.

## Telli Direncin Yapısı:

- Telli dirençlerde, sıcaklıkla direnç değerinin değişmemesi ve dayanıklı olması için, Nikel- Krom, Nikel-Gümüş ve konstantan kullanılır.
- Telli dirençler genellikle seramik gövde üzerine iki katlı olarak sarılır. Üzeri neme ve darbeye karşı verniklidir.
- Yalnızca, ayarlı dirençte bir hat boyunca tellerin üzeri kazınır.
- 10 Ohm ile 100 KOhm arasında 30 W 'a kadar üretilmektedir.

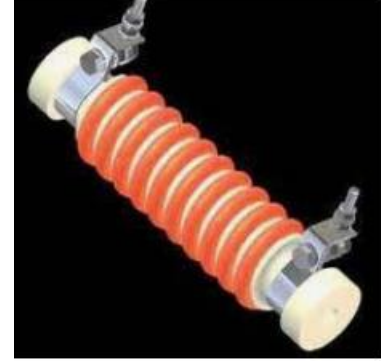
# TELLİ DİREÇLER

## Başlıca kullanım alanları:

- Telekomünikasyon alanında ve doğrultucularda kullanılır.
- Tellerin çift katlı sarılmasıyla endüksiyon etkisi kaldırılabilindiğinden **yüksek frekans** devrelerinde tercih edilir.
- Küçük güçlülerde ısınmayla direnci değişmediğinden ölçü aletlerinin ayarında etalon (örnek) direnç kullanılır.

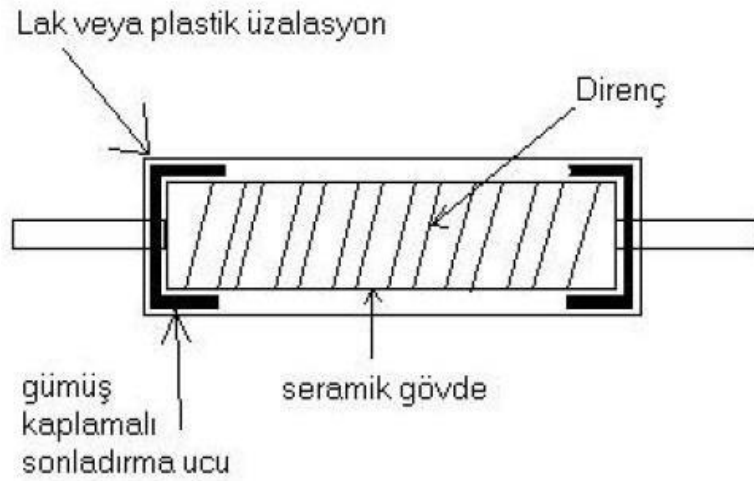
## Dezavantajları:

- Direnç telinin kopması, çok yer kaplaması ve büyük güçlü olanlarının ısınması gibi dezavantajları vardır.



# FİLM DİRENÇLER

- Film kelimesi dilimize İngilizce 'den geçmiştir. Türkçe karşılığı zar ve şerit anlamına gelmektedir.
- Şekil 1.3 'ten anlaşıldığı gibi direnç şerit şeklinde yalıtkan bir gövde üzerine sarılmıştır. Bu durumu, bir fotoğraf filminin sarılışına benzetebiliriz.



Şekil 1.3 - Film direncin iç görünümü

# FİLM DİRENÇLER

**İki tür film direnç vardır:** İnce film dirençler, kalın film dirençler

## **İnce Film Dirençler:**

İnce film dirençler şu şekilde üretilmektedir:

- Cam veya seramik silindirik bir çubuk üzerine "Saf Karbon", "Nikel - Karbon", "Karbon", "Metal-Cam tozu" karışımı "Metal oksit" gibi değişik direnç spreyleri şeklinde püskürtülür.
- Püskürtülen bu direnç maddesi, çok ince bir elmas uçla veya Lazer ışınıyla Şekil 1.3'te görüldüğü gibi, belirli bir genişlikte, spiral şeklinde kesilerek şerit sargılar haline dönüştürülür.
- Şerit sargıdan biri çıkarılarak diğer sargının sarımları arası izole edilir.
- Şerit genişliği istenilen şekilde ayarlanarak istenilen direnç değeri elde edilir.

# FİLM DİRENÇLER

## **Kalın Film Dirençler:**

- Kalın film dirençler, seramik ve metal tozları karıştırılarak yapılır. Seramik ve metal tozu karışımı bir yapıştırıcı ile hamur haline getirildikten sonra, seramik bir gövdeye şerit halinde yapıştırılır fırında yüksek sıcaklıkta pişirilir.
- Yukarıda açıklanan yöntemle, hem sabit hem de ayarlı direnç yapılmaktadır.

# FİLM DİRENÇLER

## Kalın Film Dirençlerin başlıca kullanım alanları:

- Tablo 1.1 'de görüldüğü gibi film dirençler toleransı en küçük olan dirençlerdir. Yani, istenilen değer tam tutturulabilmektedir.
- Bu nedenle hassas direnç gerektiren elektronik devreler için çok önemli bir dirençtir.
- Ayrıca maksimum akımda bile değeri pek değişmemektedir.

Direnç tipi	Karbon direnç	İnce film dirençler		Metal kalın film (cermet) direnç	Telli direnç
		Karbon	Metal		
Büyüklüğü	10W-22MW	10W-2MW	10W-1MW	10W-68MW	0,25W-10KW
Toleransı	±%10	±%5	±%2	±%2	±%5
Maksimum gücü	250mW	250mW	500mW	500mW	2,5W
Yükteki değer değişimi	%10	%2	%1	%0,5	%1
Maksimum dayanma gerilimi	150V	200V	350V	250V	200V
Yalıtkanlık direnci	$10^9\Omega$	$10^{10}\Omega$	$10^{10}\Omega$	$10^{10}\Omega$	$10^{10}\Omega$
Gerilim sabiti	2000ppm/V	100ppm/V	10ppm/V	10ppm/V	1ppm/V
Çalışabildiği sıcaklık aralığı	-40°C +105°C	-40°C +125°C	-55°C +150°C	-55°C +150°C	-55°C +185°C
Sıcaklık sabiti	±1200 ppm/°C	-1200 ppm/°C	±250 ppm/°C	±100 ppm/°C	±200ppm/°C
Gürültüsü	1 kW - 2μV/V, 10MW - 6μV/V	1μV/V	0,1μV/V	0,1μV/V	0,01μV/V
Lehim etkisi	%2	%0,5	%0,15	%0,15	%0,05

Tablo 1.1

# AYARLI DİRENÇLER

## Yapıları:

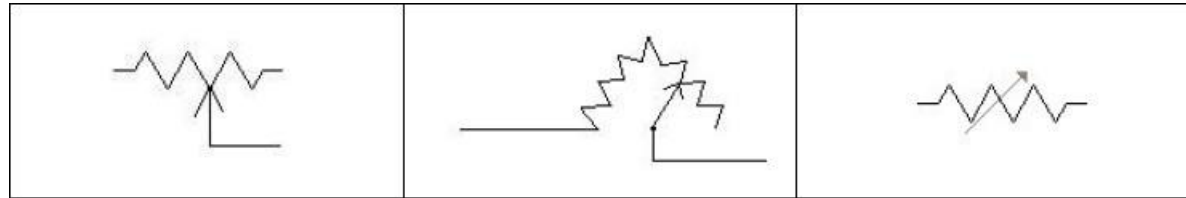
- Ayarlı dirençler, direnç değerinde duruma göre değişiklik yapılması veya istenilen bir değere ayarlanması gereken devrelerde kullanılırlar. Karbon, telli ve kalın film yapıda olanları vardır.

**Ayarlı dirençler iki ana gruba ayrılır: Reostalar, Potansiyometreler**



# REOSTALAR

- Reostalar, Şekil 1.4 'te verilmiş olan sembollerinden de anlaşıldığı gibi iki uçlu ayarlanabilen dirençlerdir.
- Bu iki uçtan birine bağlı olan kayıcı uç, direnç üzerinde gezdirilerek, direnç değeri değiştirilir.



Şekil 1.4 - Reostanın değişik semboller ile gösteriliş

# REOSTALAR

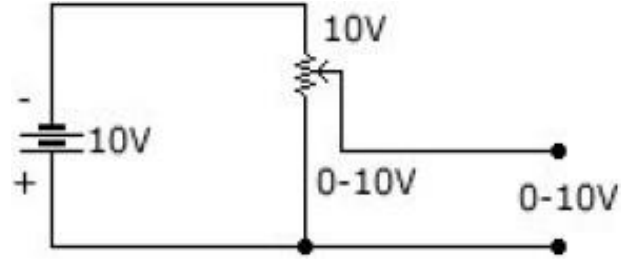
- Reostaların da karbon tipi ve telli tipleri vardır. Sürekli direnç değişimi yapan reostalar olduğu gibi, kademeli değişim yapan reostalarda vardır.

## **Reostaların başlıca kullanım alanları:**

- Laboratuvarlarda etalon direnç olarak, yani direnç değerlerinin ayarlanmasında ve köprü metodunda direnç ölçümlerinde, değişken direnç gerektiren devre deneylerinde, örneğin diyot ve transistör karakteristik eğrileri çıkarılırken giriş, çıkış gerilim ve akımlarının değiştirilmesinde ve benzeri değişken direnç gerektiren pek çok işlemde kullanılır.

# POTANSİYOMETRELER

- Potansiyometreler şekil 1.5'te görüldüğü gibi üç uçlu ayarlı orta uç, direnç üzerinde gezinebilir.
- Potansiyometreler, yine Şekil 1.5 'te belirtilmiş olduğu gibi direnç değerinin değiştirilmesi yoluyla gerilim bölme, diğer bir deyimle çıkış gerilimini ayarlama işlemini yapar.



Tablo 1.5 - Potansiyometrenin gerilim bölücü olarak kullanılması

# POTANSİYOMETRELER

## **Potansiyometre Çeşitleri:**

Potansiyometreler aşağıdaki üç grup altında toplanabilir.

1-)Karbon Potansiyometreler

2-)Telli Potansiyometreler

3-)Vidalı Potansiyometreler

# POTANSİYOMETRELER

## KARBON POTANSİYOMETRELER

- Karbon potansiyometreler, mil kumandalı veya bir kez ön ayar yapıлып, bırakılacak şekilde üretilmektedir. Ayar için tornavida kullanılır. Bu türdeki potansiyometreye "**Trimmer potansiyometre**" (**Trimpot**) denmektedir.



WH148-20mm Uzun Milli Karbo...  
inkoelektronik.com.tr



WH148-15mm Kısa Milli Karbon...  
inkoelektronik.com.tr



RV17-Anahtarlı Karbon Potansiy...  
inkoelektronik.com.tr



# POTANSİYOMETRELER

## TELLİ POTANSİYOMETRELER

- Telli potansiyometreler, bir yalıtkan çember üzerine sarılan teller ile bağlantı kuran fırça düzeninden oluşmaktadır. Bu tür potansiyometrelerin üzeri genellikle açıktır. Tel olarak Nikel-Krom veya başka rezistans telleri kullanılır.



Potansiyometre  
trerk.com



25K 1W Telli Kırmızı Potansiyo...  
elektronikaled.com · Stokta

# POTANSİYOMETRELER

## VİDALI POTANSİYOMETRELER

- Vidalı potansiyometrede, sonsuz vida ile oluşturulan direnci taramaktadır.
- Üzerinde hareket eden bir fırça, kalın film (Cermet) yöntemiyle oluşturulan direnci taramaktadır.
- Fırça potansiyometrenin orta ayağına bağlıdır.
- Böylece orta ayak üzerinden istenilen değerde ve çok hassas ayarlanabilen bir çıkış alınabilmektedir.



# POTANSİYOMETRELER

## **Potansiyometrelerin başlıca kullanım alanları:**

Potansiyometreler elektronikte başlıca üç amaç için kullanılırlar;

- 1-)Ön ayar için
- 2-)Genel amaçlı kontrol için
- 3-)İnce ayarlı kontrol için

Bu üç kullanılma amacı için potansiyometreden beklenen özellikler. Tablo 1.2 'de özetlenmiştir. (Sonraki Slayt)

- <https://www.youtube.com/watch?v=3WXkKK3eAb0>



# POTANSİYOMETRELER

Tipi	Uygulama örneği	Seçim Toleransı	Doğrusallık (Lineerite)	Kararlılık (Stabilite)	Ömrü boyunca ayar gereksinimi
Ön ayar	Darbe jeneratorun de darbe genişliği ayarı	$\pm\%20$	Önemli değil	Yüksek $\pm\%2$	50 'den az
Genel amaçlı kontrol	Yükselteçte ses ve ton ayarı	$\pm\%20$	$\pm\%10$	Orta $\pm\%10$	10000
İnce ayarlı kontrol	Skoptaki genlik ayarı, haberleşmede frekans ayarı	$\pm\%20$	$\pm\%0.5$	Yüksek $\pm\%0.5$	50000

Tablo 1.2 Potansiyometrelerin Kullanılma yerlerine göre özellikleri

# DEĞİŞKEN DİRENÇLER

## TERMİSTÖR (TERMİNSTANS)

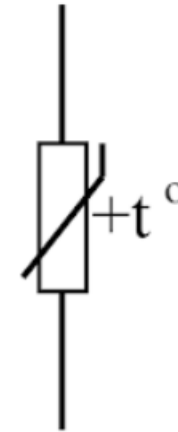
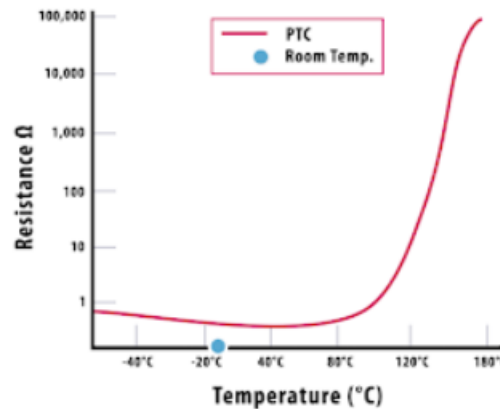
- Termistörler ısıninca direnci değışen elemanlardır.

### **Termistörler sıcaklık sabatine göre ikiye ayrılırlar:**

- Pozitif sıcaklık sabatine sahip dirençler (PTC)
- Negatif sıcaklık sabatine sahip dirençler (NTC)

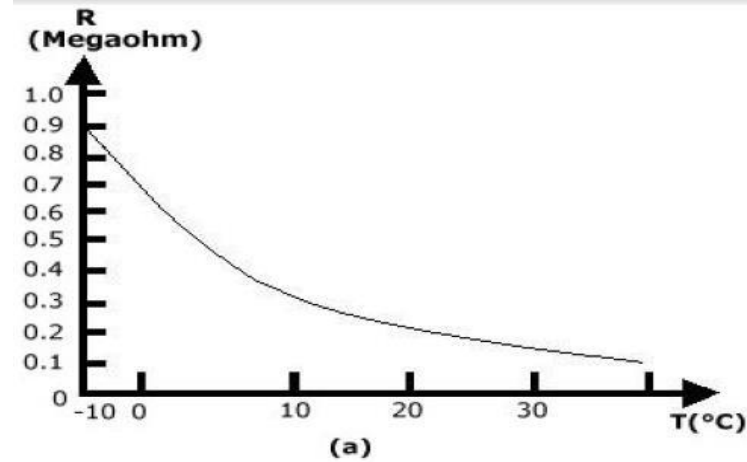
# PTC DİRENÇLER

- Pozitif sıcaklık sabitine (PTC) sahip **dirençler ısındığı zaman, direnç değeri büyür.**
- Metaller, özellikle de baryum titamat ve tungsten bu özelliğe sahiptir. Çok değişik kullanım alanları vardır.
- **Örneğin:** Röleye paralel bağlanan PTC direnç rölenin gecikmeli çekmesini sağlar.
- Florasan lambalarda da starter yerine PTC direnç kullanılabilmektedir.

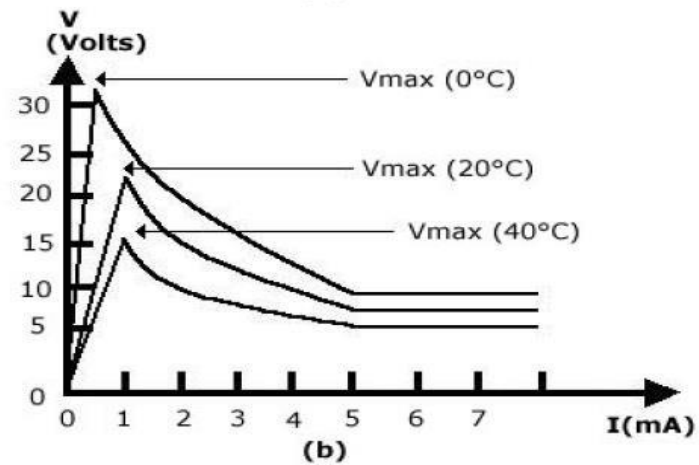


# NTC DİRENÇLER

- NTC dirençler, ısındığı zaman direnç değerleri düşer, Germanyum, Silikon, ve metal oksitler gibi maddelerden üretilir.
- Şekil 1.6' da bir NTC termistöre ait karakteristik eğrileri verilmiştir.



40°C' ye kadar ısıtılan bir ortamdaki termistör direncindeki değişim;



Değişik sıcaklıklardaki Akım-gerilim (I,V) bağıntısı

Şekil 1.6- NTC Termistör karakteristik eğrileri

# NTC DİRENÇLER

## **NTC Termistörünün kullanım alanları:**

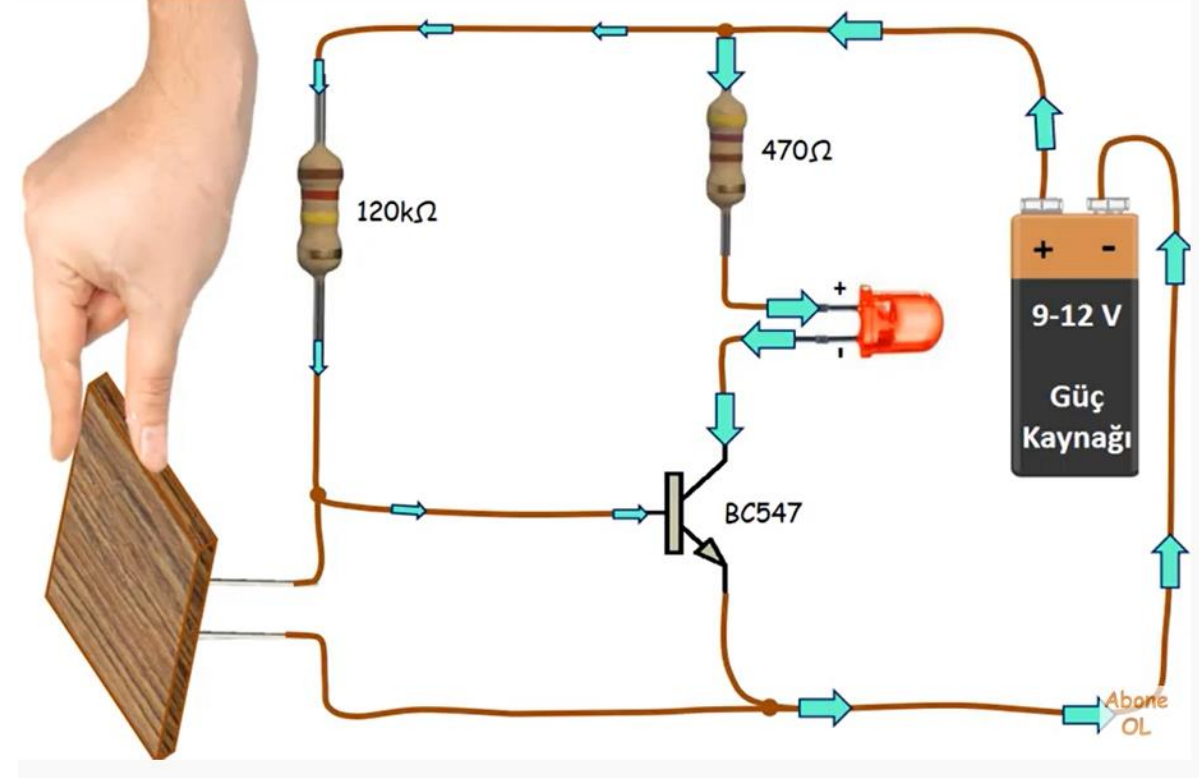
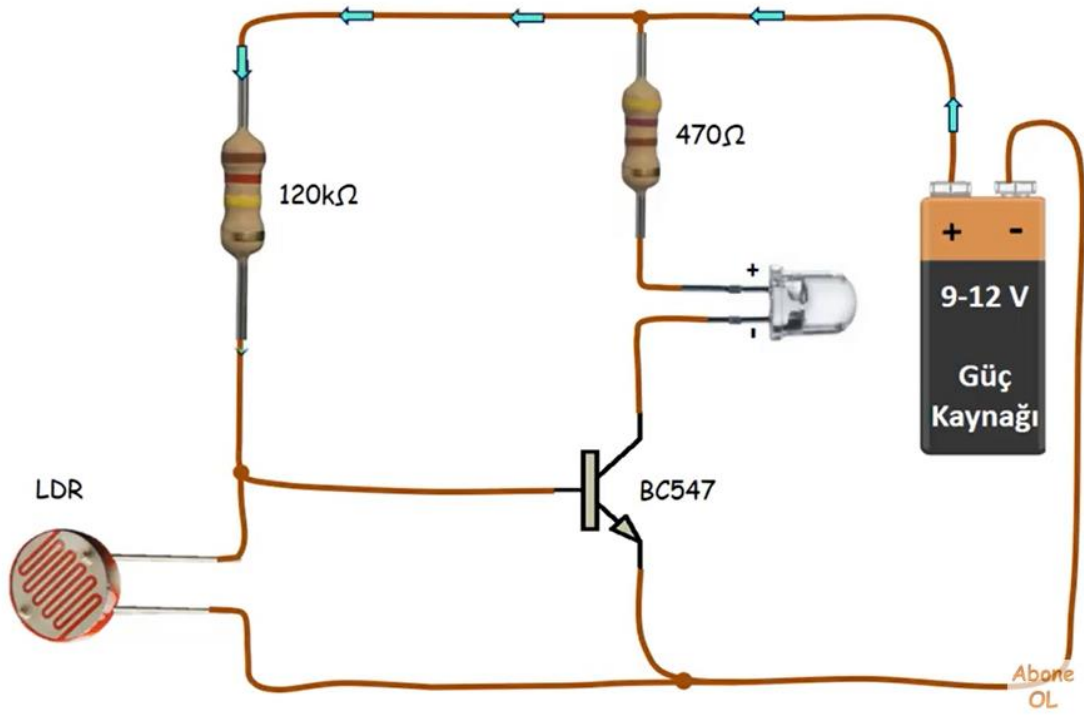
- NTC termistörlerin çok değişik kullanım alanları vardır.
- Motor ve transformatör gibi aşırı ısınması istenmeyen sistemlere yerleştirilen NTC termistörün direnci fazla ısınmadan dolayı küçülen bir alarm ve koruma devresini harekete geçirir.
- Bir su deposunda seviye kontrolü için yerleştirilen NTC direnci su seviyesi düşünce, ısınarak pompa devresini çalıştırır.
- Bir motora seri bağlanan NTC direnç önce küçük akım çekerek güvenli yol almasını sağlar.
- Röleye seri bağlanan NTC direnç rölenin gecikmeli çalışmasını sağlar.

# FOTODİRENÇ (LDR)

- Fotorezistansın çalışma prensibi NTC direncin çalışma prensibine yakındır.
- Fotorezistanslar, ışık etkisi altında kalınca direnci küçülen elemanlardır.
- En çok kullanılan fotorezistans maddesi kadmiyum sülfürdür.
- Kadmiyum sülfürden yapılmış olan bir fotorezistansın karanlıktaki direnci 10 MOhm olduğu halde, gün ışığında 1 KOhm' a düşmektedir.



# Örnek: LDR ile karanlıkta ışık yakma devresi



- Soldaki devrede ışık alan LDR nin direnci çok düşük olduğundan üst koldan gelen akım, LDR den geçerek devresini tamamlar bu yüzden transistörün beyz ucuna akım gitmez ve led yanmaz. LDR ışığı sağdaki şekilde görüldüğü gibi herhangi bir şekilde karartılırsa bu durumda LDR'nin direnci artar ve üzerindeki gerilimde artar. Böylece transistörün beyz ucundan da akım akar ve transistör tetiklenir. Tetiklenen transistörün kolektör-emiter uçları arası akım geçer ve led yanar

- [https://www.youtube.com/watch?v=x\\_op5htwIU](https://www.youtube.com/watch?v=x_op5htwIU)
- <https://www.youtube.com/watch?v=UKD2Xjxkgio>

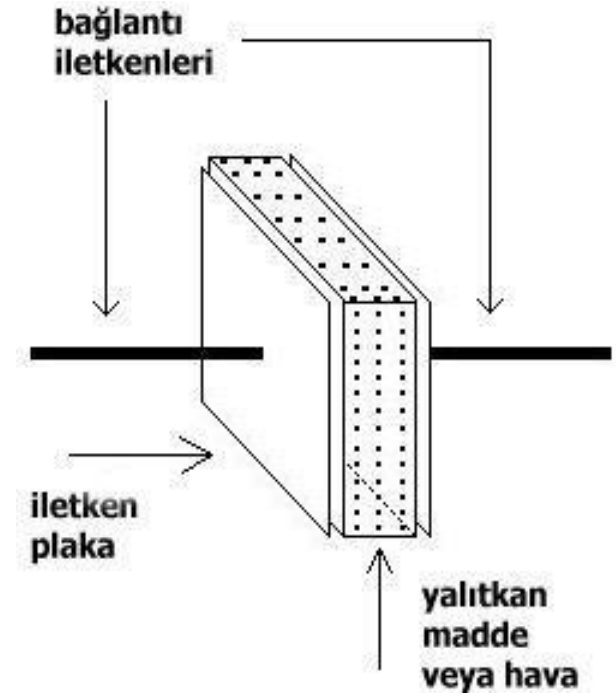
# KONDANSATÖRLER

## Ön bilgiler:

- Kondansatör, DC akımı geçirmeyip, AC akımı geçiren devre elemanıdır.
- Kondansatör, elektriksel yük depolayan bir devre elemanıdır.

## Yapısı:

- Kondansatör şekil 1.7' de görüldüğü iki iletken plaka arasına yalıtkan bir maddenin yerleştirilmesi veya hiç bir yalıtkan kullanılmaksızın hava aralığı bırakılması ile oluşturulur.
- Kondansatörler yalıtkan maddenin cinsine göre adlandırılır.



Şekil 1.7



# KONDANSATÖRLER

- **Kondansatörün sembolü:**
- Değişik yapılı kondansatörlere göre, kondansatör sembollerinde bazı küçük değişiklikler vardır.



Harf Olarak

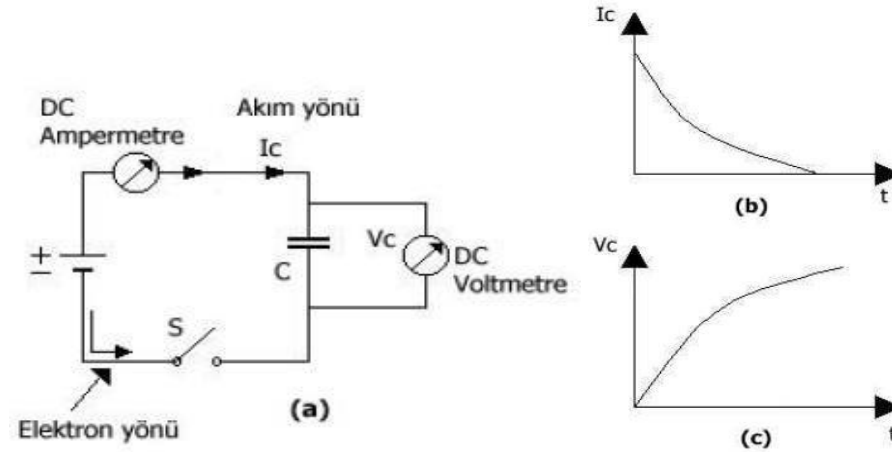
" C "

# KONDANSATÖRLER

- **KONDANSATÖRÜN ÇALIŞMA PRENSİBİ:**

- **Kondansatörün bir DC kaynağına bağlanması ve şarj edilmesi:**

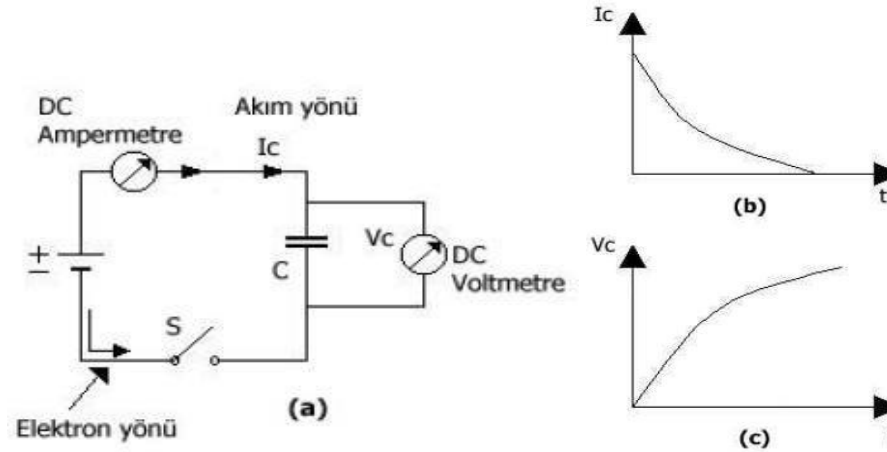
- Şekil 1.8(a)' da görüldüğü gibi kondansatör bir DC kaynağına bağlanırsa, devreden Şekil 1.8(b)' de görüldüğü gibi, geçici olarak ve gittikçe azalan  $I_c$  gibi bir akım akar.
- $I_c$  akımının değişimini gösteren eğriye kondansatör zaman diyagramı denir.
- Akımın kesilmesinden sonra kondansatörün plakaları arasında, kaynağın  $V_k$  gerilimine eşit bir  $V_c$  gerilimi oluşur.
- Bu olaya, kondansatörün şarj edilmesi, kondansatöre de şarjlı kondansatör denir. "Şarj" kelimesinin Türkçe karşılığı "yükleme" yada "doldurma" dır.



Şekil 1.8- Kondansatörün DC kaynağına bağlanması Bağlantı devresi  
b) Zaman diyagramı c)  $V_c$  gerilim oluşumu

# KONDANSATÖRLER

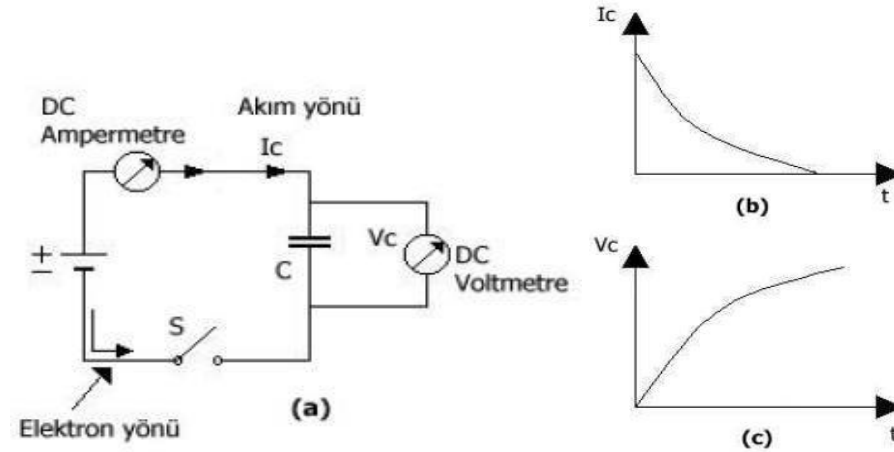
- **Kondansatör Devresinden Akım Nasıl Akmalıdır?**
- Şekil 1.8(a)'daki devrede, S anahtarı kapatıldığında aynı anda kondansatör plakasındaki elektronlar, kaynağın pozitif kutbu tarafından çekilir, kaynağın negatif kutbundan çıkan elektronlar, kondansatöre doğru akmaya başlar.
- Bu akma işlemi, kondansatörün plakası daha fazla elektron veremez hale gelinceye kadar devam eder.
- Bu elektron hareketinden dolayı devreden bir  $I_c$  akımı geçer.  $I_c$  akımının yönü elektron hareketinin tersi yönündedir.



Şekil 1.8- Kondansatörün DC kaynağına bağlanması Bağlantı devresi  
b) Zaman diyagramı c) Vc gerilim oluşumu

# KONDANSATÖRLER

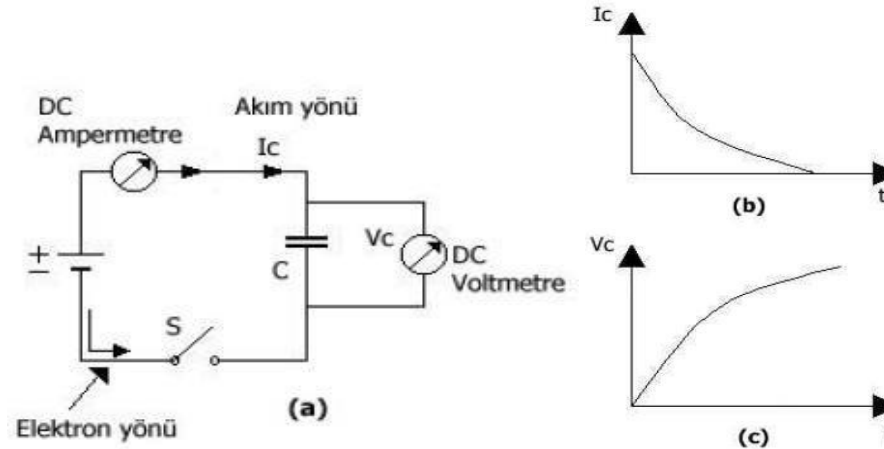
- **Kondansatör Devresinden Akım Nasıl Akmalıdır?**
- Devreden geçen  $I_c$  akımı, bir DC ampermetresi ile gözlenebilir. S anahtarı kapanınca ampermetre ibresi önce büyük bir sapma gösterir. Sonra da, ibre yavaş yavaş sıfıra gelir. Bu durum devreden herhangi bir akım geçmediğini gösterir.  $I_c$  akımına **şarj akımı** denir.
- Devre akımının kesilmesinden sonra yukarıda da belirtildiği gibi kondansatör plakaları arasında  $V_c = V_k$  oluşur.
- $V_c$  gerilimine **şarj gerilimi** denir.



Şekil 1.8- Kondansatörün DC kaynağına bağlanması Bağlantı devresi  
b) Zaman diyagramı c)  $V_c$  gerilim oluşumu

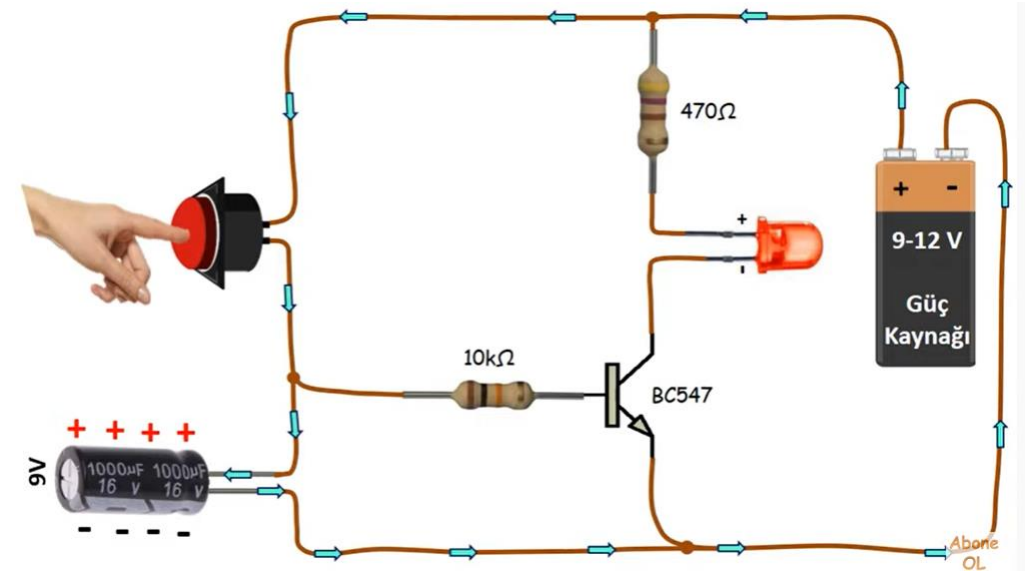
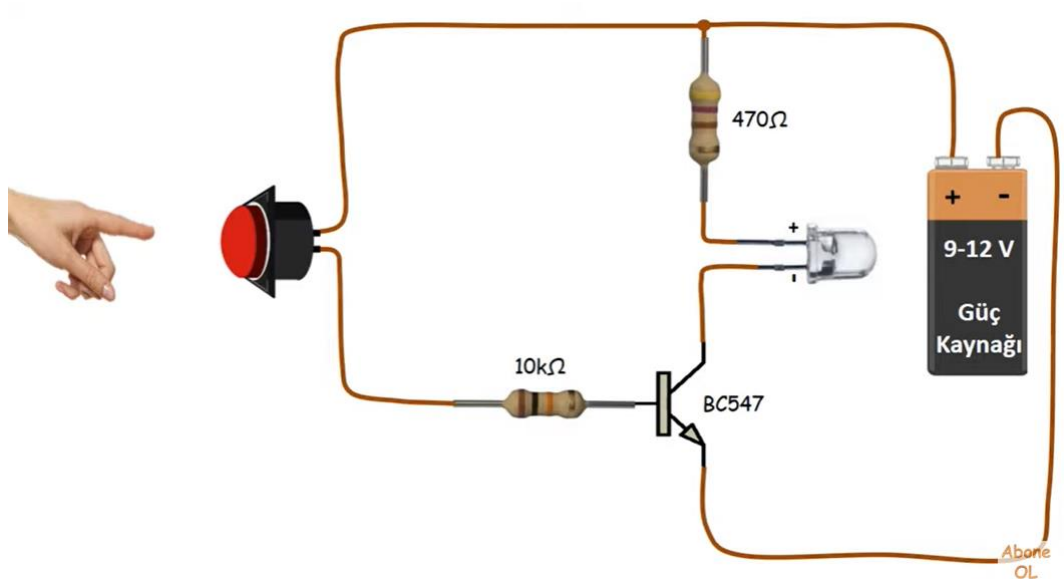
# KONDANSATÖRLER

- $V_c$  geriliminin kontrolü bir DC voltmetre ile de yapılabilir.
- Voltmetrenin "+" ucu, kondansatörün, kaynağın pozitif kutbuna bağlı olan plakasına, "-" ucu da diğer plakaya dokundurulursa  $V_c$  değerinin kaç volt olduğu okunabilir.
- Eğer voltmetrenin uçları yukarıda anlatılanın tersi yönde bağlanırsa voltmetrenin ibresi ters yönde sapar.



Şekil 1.8- Kondansatörün DC kaynağına bağlanması Bağlantı devresi  
b) Zaman diyagramı c)  $V_c$  gerilim oluşumu

# Örnek: Kondansatör ve transistörle örnek zamanlayıcı devre



- Soldaki devrede butona basınca direk transistörün beyz ucuna akım gider ve elimiz butonda olduğu sürece transistör tetikler led yanar. Ancak elimizi butondan çekince led söner.
- Sağdaki devreye bir kondansatör eklenmiştir. Bu devrede elimizi butona basınca transistör tetikler aynı zamanda kondansatörde 9V'ta şarj olur. Elimizi butondan çekince kondansatöre +'dan -'ye doğru deşarj olmaya başladığında beyz akımı akmaya devam edeceğindne transistör hala tetikelve kalır ve kondansatör boşalana kadar led yanmaya devam eder.
- <https://www.youtube.com/watch?v=GsXONhZ7Mx4>

# KONDANSATÖRDE YÜK, ENERJİ VE KAPASİTE

- Şarj işlemi sonunda kondansatör, **Q elektrik yüküyle** yüklenmiş olur ve bir  $E_c$  enerjisi kazanır. Kondansatörün yüklenebilme özelliğine **kapasite (sığa)** denir. **C** ile gösterilir.

$$Q=C.V$$

$$E_c=CV^2/2$$

- Q,  $E_c$ , C ve uygulanan V gerilimi arasında şu bağlantı vardır.
- Q: Coulomb (kulomb)
- V: Volt
- C: Farad (F)
- $E_c$ : Joule (Jul)

# KONDANSATÖRLER

- Anlaşıldığı gibi, C kapasitesi ve uygulanan V gerilimi ne kadar büyük ise Q elektrik yükü ve buna bağlı olarak devreden akan I<sub>c</sub> akımı da o kadar büyük olur.
- **Kondansatörün kapasite formülü:**  $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A/d$
- $\epsilon_0$ : (Epsilon 0): Boşluğun dielektrik katsayısı ( $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$ )
- $\epsilon_r$ : (Epsilon r): Plakalar arasında kullanılan yalıtkan maddenin İZAFİ1 dielektrik (yalıtkanlık) sabiti.
- **A**: Plaka alanı
- **d**: Plakalar arası uzaklık



# KONDANSATÖRLER

- A ve d değerleri METRİK sistemde (MKS) ifade edilirse, yani, "A" alanı ( $m^2$ ) ve "d" uzaklığı, metre (m) cinsinden yazılırsa, C' nin değeri FARAD olarak çıkar.
- **Örneğin:** Kare şeklindeki plakasının her bir kenarı 3 cm ve plakalar arası 2 mm olan, hava aralıklı kondansatörün kapasitesini hesaplayalım:
  - **A ve d değerleri MKS' de şöyle yazılacaktır:**
  - $A=0,03*0,03=0,0009m^2 = 9.10^{-4} m^2$
  - $d=2mm=2.10^{-3}m \quad \epsilon_0 = 8,854.10^{-12}$
  - Hava için  $\epsilon_r =1$  olup, değerler yerlerine konulursa:
  - $C=8,854.10^{-12}.4,5.10^{-1}=39,843.10^{-13} F=3,9PF$  (Piko Farad) olur.

# KONDANSATÖRLER

- **NOT:** İZAFİ kelimesi, yalıtkan maddenin yalıtkanlık özelliğinin boşluğunkinden olan farkını göstermesi nedeniyle kullanılmaktadır. İzafinin, öz Türkçesi, "göreceli" dir.

# KONDANSATÖRLER

cinsi	İzafi Yalıtkanlı k Katsayısı ( $\epsilon_r$ )	cinsi	İzafi Yalıtkanlı k Katsayısı ( $\epsilon_r$ )
Hava	1	Mika	5-7
Lastik	2-3	Porselen	6-7
Kağıt	2-3	Bakalit	4-6
Seramik	3-7		
Cam	4-7		

Tablo 1.4 Bazı yalıtkan maddelerin  $\epsilon_r$  sabitleri

# AC DEVREDE KONDANSATÖR:

- Yukarıda DC devrede açıklanan akım olayı, AC devrede iki yönlü olarak tekrarlanır.
- Dolayısıyla da, AC devredeki kondansatör, akım akışına karşı bir engel teşkil etmemektedir. Ancak bir **direnç** gösterir.
- Kondansatörün gösterdiği dirence **kapasitif reaktans** denir. Kapasitif reaktans,  $X_c$  ile gösterilir. Birimi Ohm'dur.

$X_c = 1/\omega C = 1/2\pi fC$  Ohm olarak hesaplanır.

- $X_c$  = Kapasitif reaktans
- $\omega$  = Açısal hız (Omega)
- $f$  = Frekans (Hz)
- $C$  = Kapasite (Farad)

# AC DEVREDE KONDANSATÖR:

- Yukarıdaki bağlantıdan da anlaşıldığı gibi, kondansatörün  $X_c$  kapasitif reaktansı; 'C' kapasitesi ve 'f' frekansı ile ters orantılıdır.
- Yani kondansatörün kapasitesi ve çalışma frekansı arttıkça kapasitif reaktansı, diğer bir deyimle direnci azalır.

# SABİT KONDANSATÖR:

- Sabit kondansatörler kapasitif değeri değişmeyen kondansatörlerdir.

## **Yapısı ve Çeşitleri:**

- Kondansatörler, yalıtkan maddesine göre adlandırılmaktadırlar.

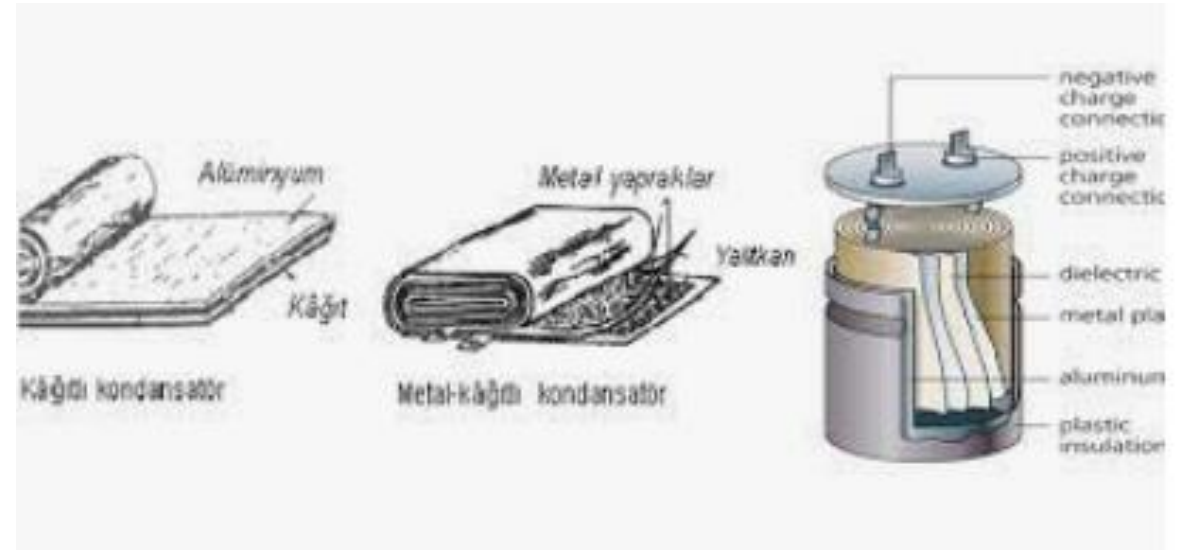
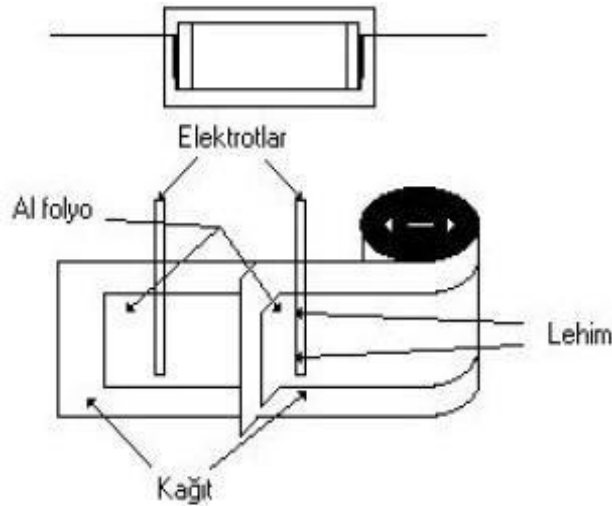
## **Sabit kondansatörler aşağıdaki gibi gruplandırılır:**

- 1-Kağıtlı Kondansatör
- 2-Plastik Film Kondansatör
- 3-Mikalı Kondansatör
- 4-Seramik Kondansatör
- 5-Elektrolitik Kondansatör

# KAĞITLI KONDANSATÖR

- Kondansatörlerin kapasitesini arttırmak için levha yüzeylerinin büyük ve levhalar arasında bulunan yalıtkan madde kalınlığının az olması gerekir.
- Bu şartları gerçekleştirirken de kondansatörün boyutunun mümkün olduğunca küçük olması istenir.
- Bu bakımdan en uygun kondansatörler kağıtlı kondansatörlerdir. Çok yaygın bir kullanım alanı vardır.
- Şekil 1.9 'da (sonraki slayt) görüldüğü gibi bir kağıt, bir folyo ve yine bir kağıt bir folyo gelecek şekilde üst üste konur. Sonra da bu şerit grubu silindir şeklinde sarılır.

- Bağlantı uçları (elektrotlar) yine şekil 1.9 'de görüldüğü gibi, alüminyum folyolara lehimlenir. Oluşturulan silindir, izole edilmiş olan metal bir gövdeye konarak ağzı mumla kapatılır ya da üzeri reçine veya lak ile kaplanır.
- Şekil 1.22 'de kağıtlı kondansatörlerin dış görüntüleri verilmiştir.

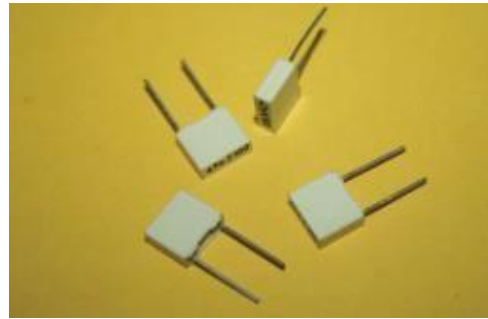


Şekil 1.9 - Kağıtlı kondansatör



# PLASTİK FİLM KONDANSATÖR

- Plastik film kondansatörlerde kağıt yerine plastik bir madde kullanılmaktadır.
- Bu plastik maddeler: Polistren, poliyester, polipropilen olabilmektedir.
- Hassas kapasiteli olarak üretimi yapılabilmektedir.
- Yaygın olarak filtre devrelerin de kullanılır.
- Üretim şekli kağıt kondansatörlerin aynısıdır.



Şekil 1.10

# MİKALİ KONDANSATÖR

- Mika,  $\epsilon_r$  yalıtkanlık sabiti çok yüksek olan ve çok az kayıplı bir elemandır. Bu özelliklerinden dolayı da, yüksek frekans devrelerinde kullanılmaya uygundur.
- Mika tabiatıta 0.025 mm 'ye kadar ince tabakalar halinde bulunur. Kondansatör üretiminde de bu mikalardan yararlanılır.

İki tür mikalı kondansatör vardır:

1-Gümüş kaplanmış mikalı kondansatör.

2-Alüminyum folyolu kaplanmış mikalı kondansatör.



# MİKALİ KONDANSATÖR

## **Gümüş kaplanmış mikalı kondansatör**

- Bu tür kondansatörlerde mikanın iki yüzüne gümüş püskürtülmektedir.
- Oluşturulan kondansatöre dış bağlantı elektrotları lehimlenerek mum veya reçine gövde içerisine yerleştirilir.

# MİKALİ KONDANSATÖR

- **Alüminyum folyo kaplanmış mikalık kondansatör:**
- Gümüş kaplama çok ince olduğundan, bu şekilde üretilen kondansatör büyük akımlara dayanamamaktadır.
- Büyük akımlı devreler için, mika üzerine alüminyum folyo kaplanan kondansatörler üretilmektedir.
- Mikalı kondansatör ayarlı (trimmer) olarak da üretilmektedir.

# SERAMİK KONDANSATÖR

- Seramiğin yalıtkanlık sabiti çok büyüktür.
- Bu nedenle, küçük hacimli büyük kapasiteli seramik kondansatörler üretilebilmektedir.
- Ancak, seramik kondansatörlerin kapasitesi, sıcaklık, frekans ve gerilim ile %20 'ye kadar değiştiğinden, sabit kapasite gerektiren çalışmalarda kullanılamaz.
- Fakat, frekans hassasiyetinin önemli olmadığı kuplaj, dekaplaj (bypass) kondansatörü olarak ve sıcak ortamlarda kullanılmaya uygundur.



# ELEKTROLİTİK KONDANSATÖR

- Elektrolitik kondansatörler büyük kapasiteli kondansatörlerdir. Yaygın bir kullanım alanı vardır. Özellikle, doğrultucu filtre devrelerinde kullanılırlar.



Şekil 1.11

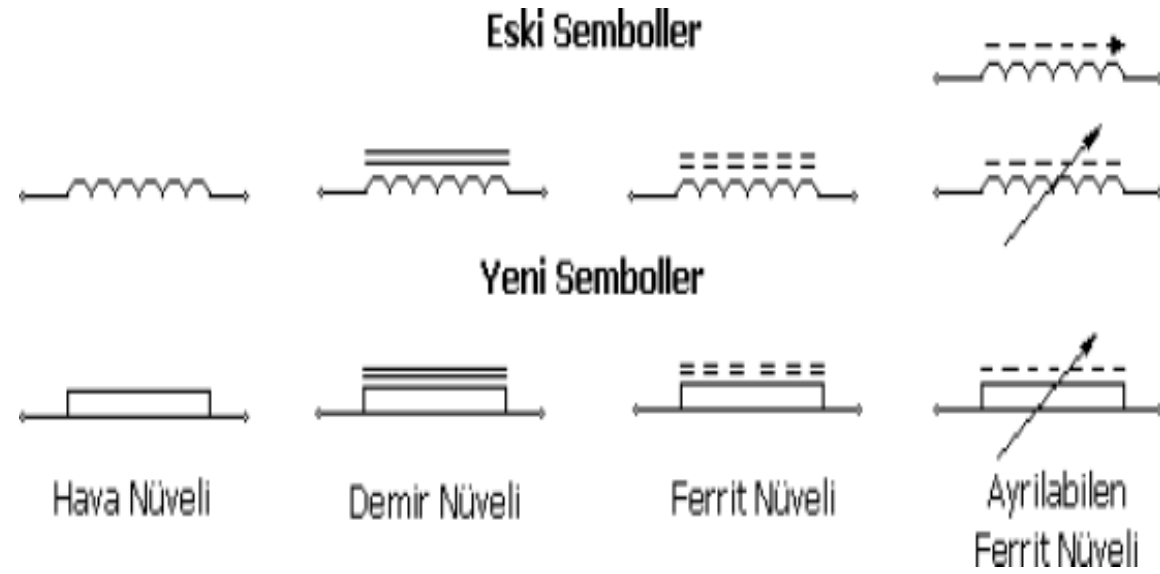
# BOBİNLER

## SABİT BOBİNLER VE YAPILARI:

- Bobin bir yalıtkan makara (mandren veya karkas) üzerine belirli sayıdaki sarılmış tel grubudur.
- Kullanım yerine göre, makara içerisi boş kalırsa **havalı bobin**, demir bir göbek (nüve) geçirilirse **nüveli bobin** adı verilir.
- Bobinin her bir sarımına **spir** denir. Şekil 1.12' de bobin sembolleri ve görüntüleri verilmiştir.



# BOBİNLER

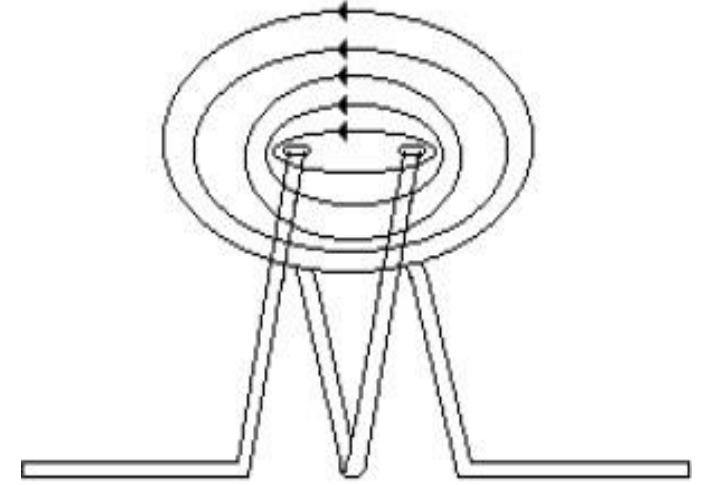


Şekil 1.12 - Değişik Bobin Sembolleri



# BOBİNDEKİ ELEKTRİKSEL OLAYLAR

- Bilindiği gibi bir iletkenen akım geçirildiğinde, iletken etrafında bir magnetik alan oluşur.
- Bu alan kağıt üzerinde daireler şeklindeki **kuvvet çizgileri** ile sembolize edilir.
- Bir bobinden AC akım geçirildiğinde, Şekil 1.13' te görüldüğü gibi bobin sargılarını çevreleyen bir magnetik alan oluşur.
- Akım büyüyüp küçülüşüne ve yön değiştirmesine bağlı olarak bobinden geçen kuvvet çizgileri çoğalıp azalır ve yön değiştirir.



Şekil 1.13 - İçinden akım geçen bobindeki Magnetik alan kuvvet çizgileri

# ENDÜKTİF REAKTANS (X)

- Bobinin, içinden geçen AC akıma karşı gösterdiği direnç **endüktif reaktans** denir. Endüktif reaktans  **$X_L$**  ile gösterilir. Birimi "**Ohm**" dur. Şöyle ifade edilir:

$X_L = \omega \cdot L$  dir.  $\omega = 2\pi f$  olup yerine konursa,  $X_L = 2\pi f L \Omega$  ohm olur.

- $\omega$ : Açısal hız
- $f$ : Uygulanan AC gerilimin frekansı birimi, Herzt (Hz) 'dir.
- $L$ : Bobinin endüktansı olup birimi, Henry (H) 'dir.

# ENDÜKTİF REAKTANS (X)

- "L" nin değeri bobinin yapısına bağlıdır.
- Bobinin sarım sayısı ve kesit alanı ne kadar büyük olursa, "L" o kadar büyük olur. **Dolayısıyla AC akıma gösterdiği dirençte o oranda büyür.**
- "L" nin birimi yukarıda da belirtildiği gibi Henry (H) 'dir. Ancak genellikle değerler çok küçük olduğundan "Henry" olarak yazımda çok küsürlü sayı çıkar.
- Bunun için miliHenry (mH) ve mikrohenry ( $\mu$ H) değerleri kullanılır.
- Henry, miliHenry ve mikroHenry arasında şu bağıntı vardır.

MiliHenry (mH) :  $1\text{mH}=10^{-3}\text{ H}$  veya  $1\text{H}=10^3\text{ mH}$

MikroHenry ( $\mu$ H):  $1\mu\text{H}=10^{-6}\text{ H}$  veya  $1\text{H}=10^6\text{ }\mu\text{H}$  'dir