

PASİF DEVRE ELEMANLARI

Elektrik-elektronik cihazlarını meydana getiren direnç, kondansatör, bobin, transformatör, diyot, tristör gibi elemanlara devre elemanı denir. Devre elemanları, pasif devre elemanları ve aktif devre elemanları olmak üzere ikiye ayrılırlar. Pasif devre elemanları, doğru veya alternatif akım dirençleri olarak etki gösterirler. Dirençler, kondansatörler ve bobinler pasif devre elemanlarıdır. Diyotlar, transistörler, tristörler, entegre devreler aktif devre elemanlarıdır. Aktif devre elemanları, kontrol edilebilir elektronik anahtar, doğrultmaç, yükselteç olarak kullanılırlar.

DİRENÇLER

Bir transistörly radyoyu veya başka bir elektronik cihazı açıp içine bakmayan insan yok gibidir, küçük kutucuklar, yuvarlak, köşeli, çeşitli parçalar hep dikkatimizi çekmiştir. Bu parçaların arasında yatık veya dik olarak duran, üzerinde renkli halkalar bulunan tırtıl gibi bazı elemanlar vardır. Bunlar 'Direnç' lerdir.

Kitaplarda çoğu kez 'Resistance' veya 'Resistor' diye de göreceğimiz bu parçacıklar elektrik akımının yolunu tıkamaya yararlar. Otoyolda hızla giden araçların, bir patika yola veya dar bir köprüye girerken yavaşlamaları gibi, elektronlar da dirençler üzerinde yavaşlarlar ve itişip dururlar, zorla bu barikatı aşarlar ama bu sırada da çok ısınır terlerler. Elektronların direnç üzerindeki bu tepişmeleri sırasında elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüşür ve bu enerji dönüşümü sıcaklık olarak ortaya çıkar.

Dirençler, üzerlerinden geçen akıma zorluk gösteren devre elemanlarıdır. Devre uygulamalarında dirençler, akım sınırlayıcı, gerilim düşürücü, devre yükü, akım ayarlayıcısı olarak kullanılır. Hemen hemen her elektrik-elektronik devresinde direnç kullanılmaktadır. Örnek olarak transistörlere ve ledlere akım sınırlayıcı olarak bağlanırlar, elektronik devrelerde gerilim bölücü olarak, kondansatörlerin şarj ve deşarjlarını kontrol ederler.

Devreye uygulanan gerilim ve akım bir uçtan diğer uca ulaşmaya kadar izlediği yolda birtakım zorluklarla karşılaşır. Bu zorluklar elektronların geçişin etkileyen veya geciktiren kuvvetlerdir. İşte bu kuvvetlere DİRENÇ denir. Basit olarak direnç, elektrik akımına karşı gösterilen zorluğa denir.

Devrelerde direnç kullanırken direncin ohm olarak değerine ve Watt olarak gücüne dikkat edilmelidir. Dirençler AC veya DC gerilimlerde aynı özelliği gösterirler.

Direnç birimine adını veren Ohm'dur. George Simon Ohm (1789--1854) Almanya'da Erlangen'de dünyaya gelmiş bir fizikçidir. 1827 yılında bu kanun G. S. Ohm tarafından bulundu ve OHM kanunu olarak adlandırıldı. Ohm = Volt / Amper olarak ifade edildi. $R = V / I$ olarak gösterilir. Ölümünden 30 yıl sonra 1881 yılında elektrik direnç ölçü birimine adının verilmesi ile onurlandırılmıştır.

Ω [Ohm]: İki ucu arasında 1 volt gerilim farkı olan ve içinden 1 amper akım geçiren, homojen, her yanı aynı sıcaklıktaki bir iletkenin gösterdiği direnç 1 Ohm dur.

Dirençler elektriksel devrelerde gerilim düşürücü ve akım düşürücü olarak görev yapan pasif devre elemanlarıdır. Bir noktadan geçen akımı veya bir noktadaki gerilimi istediğimiz seviyeye düşürmek için dirençleri kullanırız. Fazla olan enerji direnç tarafından ısı enerjisine çevrilerek harcanır. Bir devrede kullanılacak bir direncin değeri hesaplanırken OHM kanunu

denilen genel bir kanundan faydalanırız. Buna göre bir direncin değeri o direnç üzerindeki gerilim düşümüne gene o direnç üzerinden geçen akıma bölünmesi ile bulunur. Yani

$$R=U/I$$

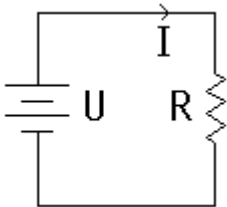
dır.

Yukarıda direncin, üzerine topladığı enerjiyi ısıya çevirdiğinden bahsetmiştik. İşte bir devrede kullanacağımız bir direnci hesaplamamız gereken ikinci önemli özelliği gücüdür. Direncin direnç değeri kadar gücü de önemlidir. Yani direnç üzerindeki topladığı enerjiyi ısıya çevirerek etrafa yayabilecek güçte olmalıdır. Aksi takdirde, yani direnç üzerindeki enerjinin tamamını ısıya dönüştürerek etrafa yayamazsa, üzerindeki ısı artar ve sonuçta direnç değerinde değişme olabilir ve hatta direnç yanabilir. Peki bir direncin gücünü nasıl bulacağız? Direncin üzerinden geçen akım ile o direnç üzerindeki gerilim çarpımı o direncin olması gereken minimum gücü verir. Mesela; üzerinden geçen akım 500mA olan bir direncin iki ucu arasındaki gerilim düşmüş 3V olsun. Bu direncin sağlıklı bir şekilde görev yapabilmesi için gereken minimum gücü P (watt) şu formül ile bulunur;

$$P=U \cdot I = 3 \cdot 0,5 = 1,5 \text{ w}$$

OHM KANUNU: Bir iletkenin iki ucu arasındaki potansiyel farkının, iletkenen geçen akım şiddetine oranı sabittir.

- Kapalı Bir elektrik devresinde direnç; devre gerilimi ile devreden geçen akımın bölümüne eşittir.
- Kapalı Bir elektrik devresinde gerilim; devre direnci ile devreden geçen akımın çarpımına eşittir.
- Kapalı Bir elektrik devresinde akım; devre gerilimi ile devre direncinin bölümüne eşittir, gibi üç şekilde ifade edilebilir.



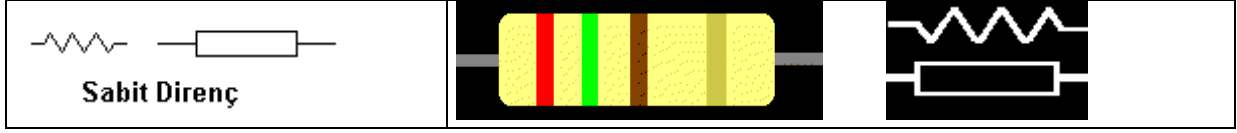
Gerilim: Bir elektrik devresinde, iki nokta arasındaki potansiyel farka *gerilim* denir. Gerilim genellikle "U" harfi ile sembollendirilir, Fakat bazı kaynaklarda "E" olarak da gösterilebilir. Birimi ise "V" Volt'tur.

Akım: Bir elektrik devresinde serbest elektronların bir taraftan diğer tarafa yer değiştirmesidir. Bu yer değiştirme güç kaynağı içinde "-" den "+" ya doğru olur, devre içinde ise "+" dan "-" ye doğru olur. Buna *elektron akışı - akım* denir. Akım "I" harfi ile sembollendirilir. Birimi ise "A" Amper' dir.

Ohm Kanununun formüsel ifadesi ise şöyledir: $R = U / I$

Sembölü: Ω

Dirençler devrelerde iki çeşit sembol ile gösterilir.



Birimi: ohm olup devrelerde R veya r harfi ile gösterilir.

Ohm'un as katları yoktur üst katları ise kiloohm ($k\Omega$) ve megaohm ($M\Omega$) dur.

Direnç birimleri ve kendi aralarında dönüşümleri:

1000Ω (ohm) = 1 $k\Omega$ (kilo-ohm)

$1\ 000\ 000 \Omega$ (ohm) = 1 $M\Omega$ (Mega-ohm)

1 $M\Omega$ = 1000 $k\Omega$ (kilo-ohm)

Metaller iletkenlerdir ve elektron devrimlerine müsaade ederler. Elektronlar ne denli rahat hareket ederse o metalin iletkenliğinin o kadar iyi olduğundan bahsedilir. İletkenlik veya 'Conductance' olarak ifade edilen bu özelliğin ölçüsü Siemens'tir veya MHO da kullanılır.

Dikkat edilirse direncin ölçüsü olan OHM'un tersidir. $MHO = 1/ OHM$ dur. Yani 1 Ohm'luk bir direncin Kondüktansı da 1 Mho dur.

Bakır en iyi iletkenlerden biridir ve bu nedenle Elektronikte çok kullanılır. Bu sebeple direnç hesaplarında Bakır referans alınır. Bu esasa göre düzenlenmiş metal dirençlerine o metalin 'Bağıl Direnci' adı verilir. Bakırın direnci 1 kabul edildiğinde bağıl dirençler:

Alüminyum	1.70
Pirinç	3.57
Kadmiyum	5.26
Krom	1.82
Sert Bakır	1.12
Bakır	1.00
Demir	5.65
Kurşun	14.30
Nikel	8.33
Gümüş	0.94
Kalay	7.70
Çinko	3.54

Elektrik akımının geçmesine karşı zorluk göstermek üzere kullanılan devre elemanlarına Direnç ya da rezistans adı verilir. Dirençler devrelerde genel olarak ısı meydana getirmek, akımı kontrol altına almak ve akım veya gerilimi bölmek amacıyla kullanılır. Dirençlerin yapımında metaller ve alaşımlardan yararlanılır.

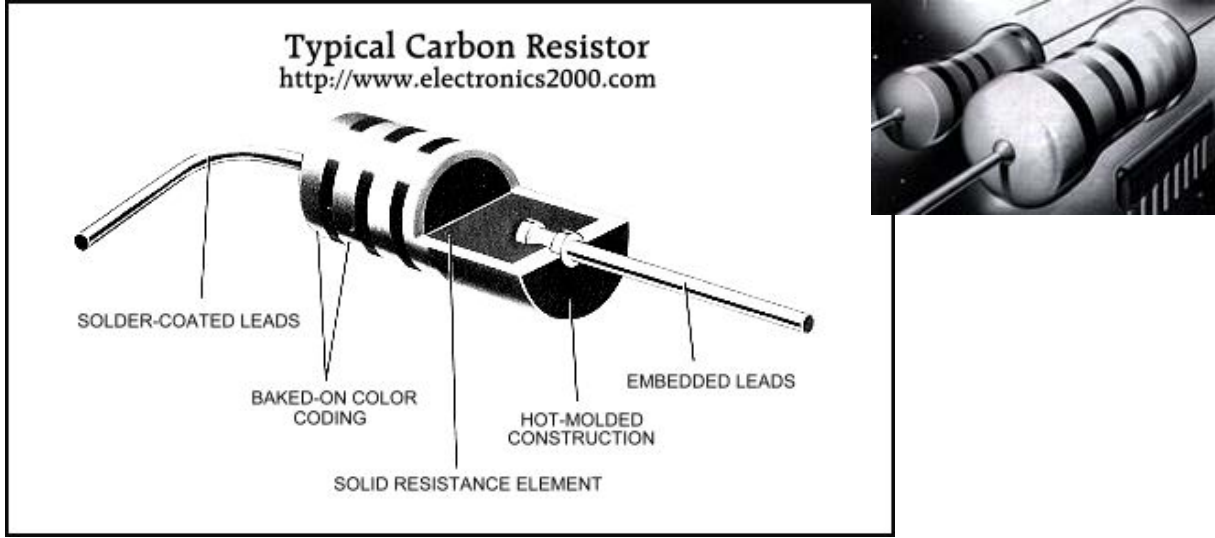
Direnç Ölçüm Yöntemleri:

- 1) Voltmetre-Ampermetre metodu
- 2) Karşılaştırma (Etalon direnç)
- 3) Wheatstone köprüsü
- 4) Ohmmetre – Avometre – Multimetre

Yapılış Şekillerine Göre Dirençler :

- Karbon
- Telli

- Film veya şerit - Entegre(mikro). SMD (Surface Mounted Device) Direnç, otomasyonda kullanılır. Bağlantı uçları küçük olduğundan yüksek frekanslarda ve baskılı devre plaketlerinde çok kullanılır.



Karbon: Piyasada bol miktarda bulunan en basit ve en ucuz dirençlerdir. Karbonun toz haline getirilmesinden sonra reçineli yapıştırıcıyla ince silindirik dökülmesiyle elde edilir . Karbon reçine oranı direncin değerini belirler. Karbon dirençler ısıya duyarlı olduğundan yüksek hassasiyet gerektiren devrelerde kullanılmaz.

Telli: Yüksek güç gerektiren devrelerde kullanılır direnç, değerini belirleyen Krom-Nikel Gümüş-Nikel veya tungsten tel porselen veya seramik gibi bir kalıp üstüne sarılıp elde edilir. Sargı nedeniyle endüktif özellik gösterirler istenilen direnç değeri telin öz direnci uzunluğu ve çapı belirler.

- Sabit karbon dirençler, tel dirençler kadar hassas yapılmazlar. Bu yüzden direnç değerleri iki sınır arasında verilir. Bu belirlemeyi yapmak için renk ve bunlara ait kod numaralarından yararlanır ve tolerans ile gösterilirler.

Film ve Şerit: Hassas işler için en uygun duyarlı dirençtir ince bir direnç tabakası cam veya porselen yapılan gövdeye yerleştirilir hata oranları çok düşüktür . İstenilen direnç değeri tam olarak ayarlanabilir.

Çalışma Şekillerine ve Kullanılma Amaçlarına Göre Dirençler :

- Sabit
- Ayarlanabilir (değiştirilebilen)
- Sensör (kendinden ayarlı, değişir)

Sabit Direnç: Değeri üretim aşamasında belirlenip sonra değiştirilmeyen dirençlerdir. Sabit dirençlerin değeri direk yazıyla yapılabileceği gibi renk kodlarıyla da belirtilebilmektedir. Sabit dirençlerin değerleri iki şekilde belirtilir;

- Direnç değeri, direnç üzerine rakamla yazılır veya
- Direnç değeri, direnç üzerine renk kodları ile yazılır. Eğer, direncin değeri, direnç üzerine renk bantları ile yazılmışsa aşağıdaki tabloda belirtilen kurallara uyularak okunur.

Bağlı buldukları devrelerde üzerinde yazılı (ohm) değerleriyle kullanılan yani kullanılmaları sırasında direnç değerleri değiştirilip ayarlanamayan sabit kalan dirençlerdir. Örneğin akkor flamanlı lambalarda kullanılan flame, bobin halinde sarılmış Tungsten telden yapılan sabit bir dirençtir. Elektrik ocakları, ekmek kızartıcıları, ütüler ve saç kurutma makinaları gibi cihazlarda kullanılan dirençler ise yalıtkan bir malzeme üzerine yerleştirilen şerit veya yay halindeki krom-nikel alaşımından yapılan sabit tel dirençleridir. Radyo ve TV devrelerinden kullanılan fiziki yapısı çok küçük olmasına karşılık ohm değeri yüksek olan ve üzerinde renkli halkalar bulunan dirençlerde seramik bir tüp içerisine kömür tozu doldurulan sabit karbon dirençlerdir.

Değeri üretim aşamasında belirlenen, sonradan değeri değiştirilmeyen dirençlere sabit dirençler denir. Sabit dirençler çok değişik boyutlarda ve çok değişik tiplerde üretilmektedir. Sabit dirençlerin değeri, direncin üzerine direk olarak rakamla yazılabileceği gibi renk kodları ile de belirtilmektedir.

Sabit dirençler, yapıldıkları madde bakımından, karbon dirençler, telli dirençler, film-mikro dirençler olmak üzere üç kısma ayrılırlar.

Karbon dirençler, en basit ve dolayısıyla en ucuz dirençlerdir. Piyasada bol miktarda bulunurlar. Karbonun toz haline getirilmesinden sonra, reçineli yapıştırıcı ile karıştırılıp, ince silindir çubuk şeklinde dökülmesiyle elde edilir. Karbon reçine oranı direncin değerini belli eder. Karbon dirençlerin değeri ısı ile bir miktar değiştiği için yüksek duyarlılık istenen devrelerde kullanılmaları uygun değildir.

Telli dirençler, yüksek güç gerektiren devrelerde kullanılır. Direnç değerini belirleyen krom-nikel, gümüş-nikel, tungsten tel porselen, seramik vb. bir kalıp üzerine sarılarak elde edilir. İstenilen direnç değerini telin öz direncini, çapı ve uzunluğu belirler. Yapıları gereği telli dirençler bir miktar indüktif özellik gösterirler.

Film dirençler, hassas işler için en uygun dirençlerdir. İnce bir direnç tabakası genellikle cam veya porselenden yapılan bir gövdeye yerleştirilir. Direnç değeri, direnç boyuna çizilen halka şeklindeki yollara ayrılır. Film dirençlerin hata oranları çok düşüktür. İstenilen direnç değeri üretim aşamasında tam olarak ayarlanabilir.

Ayrıca sanayide bilgisayarlarda, hesap makinelerinde ve çeşitli modüllerde kullanılan entegre tipi dirençler de vardır.

Ayarlanabilir Dirençler: Değeri sonradan belirlenebilir değişik şekilde üretilmiş dirençlere ayarlı direnç denir. Üzerinde yazılı olan direnç değerleri kullanıldıkları devrenin gereksinimine göre değiştirilebilen dirençlere ayarlanabilen dirençler denilmektedir. Üç kısma ayırabiliriz: Trimpot, Potansiyometre, Reosta

- **Trimpot:** Devamlı değişmesi gerekmeyen ayarlar için kullanılır bir kez ayarladıktan sonra değişmez. Dik ve yatık olarak iki tipte üretimi vardır. Bir tip ayarlı dirençler de 'Trimpot' yani üç bacaklılardır. Piyasada yatık ve dik tip olarak iki çeşidi bulunur. Bu tip ayarlı dirençlerin bir çeşidi de bir vida ile ayarlanan hassas ayarlı trimpotlardır, tur sayılarına göre hassasiyetleri artar.
- **Potansiyometre:** Ses ayarı gerilim akım ayarı gibi sürekli değişmesi gereken ayarlar için kullanılır. Potansiyometrelerin anahtarlı olanları da mevcuttur. Bu

potansiyometreler hem anahtarlama işlemi yapmakta hem de değişken direnç vazifesi görmektedirler. Anahtarlı potansiyometreler de tek kontaklı ve çift kontaklı olarak ikiye ayrılırlar.

Potansiyometre, bir mil vasıtası ile dönen bir pabucu mevcuttur. Karbon veya tel direnç üzerinde pabucun hareketi ile değişken değerde direnç elde edilir.

Bir tip potansiyometre de, düz bir hat üzerinde çalışan bir ayar çubuğunun, direnç üzerinde hareketi ile oluşan potansiyometredir. Bu tip potansiyometrelere 'Sürgülü Potansiyometre' adı verilir.

Ayrıca potansiyometreler mono ve stereo olarak iki farklı şekilde üretilmektedirler. Mono potansiyometreler tek bir potansiyometre iken, stereo potansiyometreler iki farklı potansiyometrenin aynı mil üzerinde birleşmiş halidir. Böylece iki potansiyometrede aynı milin döndürülmesi ile farklı değer almaktadır. Stereo potansiyometreler genelde stereo devrelerde kullanılmaktadır. Bir mil üzerine bağlı birlikte hareket eden ikili potansiyometrelere 'Tandem Potansiyometre' adı da verilir.

Bütün yukarıda anlatılan potansiyometre çeşitleri lineer ve logaritmik olarak iki şekilde üretilmektedir. Potansiyometre milinin hareketi ile direnç değerinin lineer olarak değiştiği potansiyometrelere lineer potansiyometre, potansiyometre milini hareketi ile direnç değerinin logaritmik olarak değiştiği potansiyometrelere ise logaritmik potansiyometre denir. Potansiyometrenin lineer veya logaritmik olduğunu, genelde potansiyometrenin üzerindeki LİN ve LOG yazıları belirtir. Lineer potansiyometrelerde direnç, dönüş miktarı ile doğrusal olarak artar, Logaritmik potansiyometrelerde ise direnç, dönüşle logaritmik oranda artar.

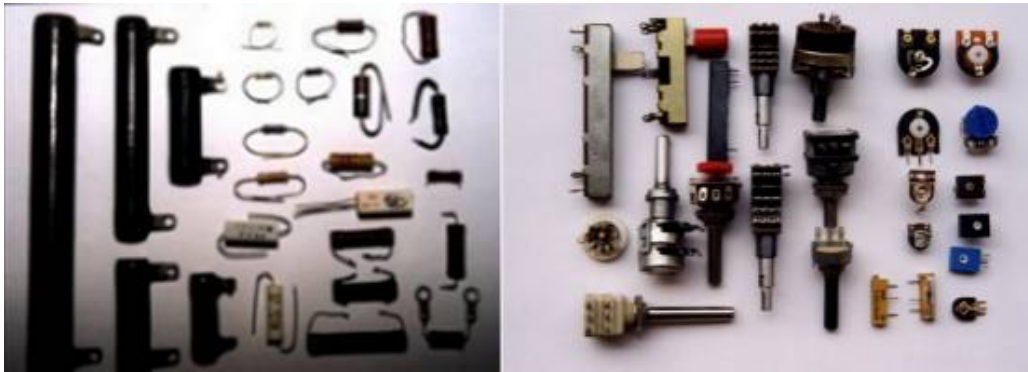
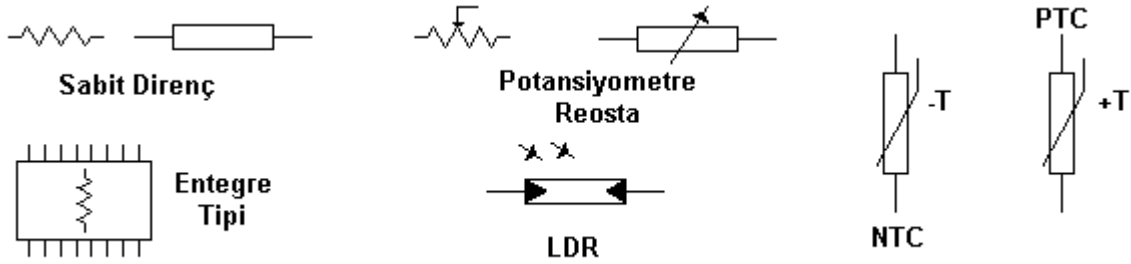
Reosta: Değişken dirençlerin en ünlüsü 'Reosta'dır. Bir ucu sabit diğer ucu hareketli olan bu dirençler reosta adı verilir ve bunlar laboratuvarlar da değişik amaçlarla deneylerde kullanılır. Reosta büyük bir seramik yuvarlağa sarılmış kalın rezistans telinden oluşur, üst tarafında ayar için bir sürgü mevcuttur. Akü şarj devrelerinde çok kullanılır. Yalıtkan gövde üstüne sarılmış tellerden ve tel üzerinden hareket eden bir sürgüden oluşmuş akım ayarı amacıyla kullanılan değişken değerli dirençtir. Genelde yüksek güçlerin kumandasında kullanılır.

Reosta, akım ayarı amacıyla kullanılan değişken değerli dirençtir. Genelde telli olarak imal edilirler. Yalıtkan bir gövde üzerine sarılmış tellerden ve bu tel üzerinde hareket eden bir sürgüden oluşmuştur. Sürgü tel üzerinde hareket ettirilerek direnç değeri ayarlanır. Reostalar, milli ve sürgülü olmak üzere iki kısma ayrılır.

- Ayarlı dirençlerin 1A akım değerine kadar kullanılanlarına *potansiyometre* , 1A den büyük akımlarda kullanılanlarına ise *reosta* adı verilir.
- 1A akım değerine kadar kullanılan sabit direnç ve potansiyometrelerin yapımında *karbon* maddesi kullanılır.
- 1A den büyük akımlarda kullanılan Sabit direnç ve reostaların yapımında ise *konstantan*, *kentol* ve *magnezyum* maddeleri kullanılır.

Sensör Dirençler: Sensör dirençleri, ışık, ısı ve gerilim ile direnci değişen elemanlar olarak tarif edebiliriz. Sensör dirençler genel olarak üç kısma ayrılır:

- **Fotodirenç** - LDR (Light Dependent Resistor): Foto direnç üstüne düşen ışık şiddetiyle ters olarak direnci değişen bir devre elemanıdır. Üzerine düşen ışık şiddeti arttıkça direnci düşer, ışık şiddeti azalınca direnci artar. Foto direnç, AC ve DC devrelerde aynı özelliği gösterir.
- **Termistör (Sıcaklıkla Değişen Direnç)**
 - 1) NTC (Negatif Temperature Coefficient) : Negatif sıcaklık katsayılı termistörler, dirençleri ısı miktarı ile ters orantılı olarak değişen dirençlerdir. Yani, ısı arttıkça direnci azalır, ısı azaldıkça direnci artar. Kısaca NTC olarak gösterilirler.
 - 2) PTC (Pozitif Temperature Coefficient): Pozitif sıcaklık katsayılı termistörler, dirençleri ısı miktarı ile doğru orantılı dirençlerdir. Yani, ısı arttıkça direnci artar, ısı azaldıkça direnci azalır. Kısaca PTC olarak gösterilirler.
- **Varistör (Gerilimle Değişen Direnç)** - VDR (Voltage Dependent Resistor): Varistörler, gerilim miktarı ile ters orantılı olarak direnç değerleri değişen elektronik devre elemanlarıdır. Yani, üzerindeki gerilim yükseldikçe dirençleri azalır, üzerlerindeki gerilim azaldıkça dirençleri yükselir. Kısaca VDR olarak isimlendirilirler. VDR'ler devrelerin aşırı gerilimden korunmasında ve gerilim regülasyonu yapılmasında kullanılırlar. Koruyacağı devreye veya elemana paralel bağlanır.



Sabit Dirençler

Potansiyometreler ve trimpotlar

GÜÇ DEĞERLERİ:

Direncin, üzerine topladığı enerjiyi ısıya çevirir. Bir devrede kullanacağımız bir direnci hesaplamamız gereken ikinci önemli özelliği gücüdür. Direncin direnç değeri kadar gücü de önemlidir. Yani direnç üzerindeki topladığı enerjiyi ısıya çevirerek etrafa yayabilecek güçte olmalıdır. Aksi takdirde, yani direnç üzerindeki enerjinin tamamını ısıya dönüştürerek etrafa yayamazsa, üzerindeki ısı artar ve sonuç da direnç değerinde değişme olabilir ve hatta direnç

yanabilir. Peki bir direncin gücünü nasıl bulacağız? Direncin üzerinden geçen akım ile o direnç üzerindeki gerilim çarpımı o direncin olması gereken minimum gücü verir.

Dirençlerin renk kodları kadar önemli olan diğer bir konuda Watt olarak güçleridir. Çünkü akım sınırlayıcı olarak kullanılan bir direnç elektrik enerjisini ısı enerjisine dönüştürerek harcamaktadır. Yani direnç devrede çalışırken üzerinden geçen akım miktarına göre ısınmaktadır. Bu nedenle direnç üzerinden geçen akıma göre gücü tespit edilerek ve toleransı da dikkate alınarak devreye bağlanır. Üzerlerinde harcanan enerjiye dayanabilmeleri için de çeşitli güçte imal edilirler. Sabit dirençlerin bir kısmı daha büyük ve köşeli dirençlerdir. Bunlar güç devrelerinde kullanılan 'taş direnç' diye tanımladığımız dirençlerdir. Taş dirençler yüksek güçte ve düşük omajda yapılırlar. Sabit dirençler piyasada 1/8 Watt'tan 5 Watt'a kadar, taş dirençler de 4-10 Watt arası değerlerde bulunur.

Genellikle elektronik devrelerde 1/2 Watt, 1/4 Watt ve 1 Watt güçte dirençler kullanılmaktadır. Bunların dışında daha güçlü tel dirençlerde kullanılmaktadır. Direnç gücü watt olarak seçilirken mutlaka toleransı dikkate alınarak seçilmelidir. Yani 1/4 Watt'lık bir direnç yerine 1 W veya daha yukarı güçte direnç koymak maliyeti artırmaktan başka hiçbir işe yaramayacaktır. Ayrıca hacminin büyük oluşu da problem yaratacaktır.

DİRENÇ RENK KODLARI

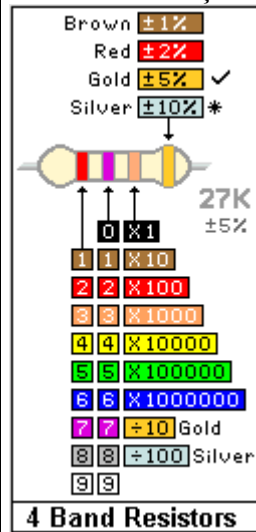
Dirençler çeşitli tipte ve güçte yapılırlar. Üzerlerinde ısıya dönüşen enerjiye dayanıklı olmaları için o oranda büyük imal edilirler. Dirençler; ayarlı dirençler ve sabit değerde dirençler olarak ikiye ayrılırlar. Sabit değerdeki dirençlerin üzerlerinde bir renk kodu mevcuttur. Bunun nedeni sıcaklık etkisi ile yazıların kolayca silinebilmesidir. Bu dirençler karbon veya direnç teli dediğimiz elektron hareketlerine zorluk çıkaran telden yapılırlar. Bu dirençlerin hacimlerinin ufak olması ve sabitsel olarak kodlanabilmesi için renksel direnç kodları oluşturulmuştur.

Direnç değerleri imalatçı firma tarafından iki şekilde belirlenir.

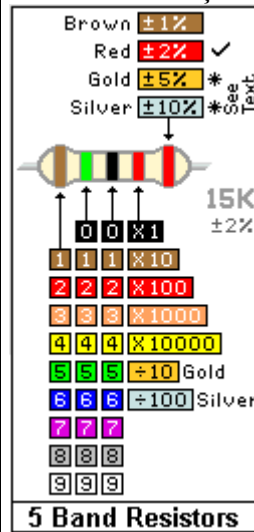
- Direnç değerleri direncin üzerine rakamla yazılır.
- Direnç değerleri direncin üzerine işaretlenen renk kodları ile belirlenir.

En genel olarak dirençler 4 renkli ve 5 renkli olmak üzere iki şekilde okunur.

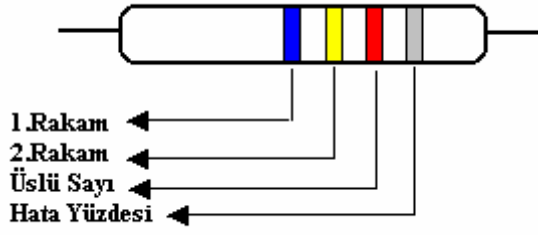
4 Bandlı Direnç hesabı için:



5 Bandlı Direnç hesabı için:

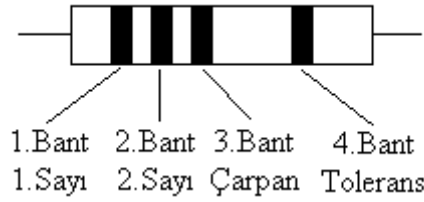


4 Bantlı direnç okuma:



Dirençlerin üzerinde renk bantları bulunur. Direnç üzerindeki renkler yada bantlar direncin değerini gösterir. Soldan sağa doğru birinci renk sayının birinci rakamını ikinci renk ikinci rakamı üçüncü renk çarpan yada üslü sayıyı verir. Dördüncü renk ise tolerans yada hata yüzdesini verir.

Direnç üzerinde normalde 4 tane bant bulunmaktadır.Bu 4 banttan 3 tanesi (birbirine yakın olanlar) direncin değerini son bant (3 tanesinden uzak) ise direncin toleransını; yani üstünde yazılan değerin ne kadar altında veya üstünde bir değerde olabileceğini belirtir.



RENKLER	1.Bant (1.Rakam)	2.Bant (2.Rakam)	3.Bant (Çarpan değeri)	4.bant (Hata Yüzdesi Tolerans)
Siyah	-	0	10^0	
Kahverengi	1	1	10^1	
Kırmızı	2	2	10^2	
Turuncu	3	3	10^3	
Sarı	4	4	10^4	
Yeşil	5	5	10^5	
Mavi	6	6	10^6	
Mor	7	7	10^7	
Gri	8	8	10^8	
Beyaz	9	9	10^9	
Altın	-	-	0.1	$\pm \% 5$
Gümüş	-	-	0.01	$\pm \% 10$
Renksiz	-	-	-	$\pm \% 20$

Dirençlerde renk bantları bir uca daha yakındır. Direnç değerinin okunmasına uca en yakın olan renkten başlanır. Eğer renk bantları her iki uca da eşit uzaklıkta görünüyorsa , siyah rengin birinci bantta ve gümüş ile altın yaldızın birinci ve ikinci bantta bulunamayacağı göz önüne alınarak, okumaya diğer uçtan başlanır. Üzerinde dört bant bulunan dirençlerin değeri okunurken, soldan sağa doğru birinci ve ikinci bandı temsil ettiği rakamlar yan yana yazılır ve üçüncü bandın temsil ettiği değer ile çarpılır. Sonuç ohm olarak bulunmuş olur. dördüncü bant renginin temsil ettiği değer ise direnç değerinin toleransıdır.

Eğer direnç üzerinde beş bant varsa, ilk üç bantın temsil ettiği rakamlar yan yana yazılır ve dördüncü bantın temsil ettiği değer ile çarpılır. Sonuç ohm olarak bulunmuş olur. Beşinci bant renginin temsil ettiği değer ise direnç değerinin toleransıdır.

Eğer değeri okunacak direnç üzerinde altı bant varsa, beş bantlı dirençlerde olduğu gibi okunur. Altıncı bant direncin sıcaklık katsayısını belirtmektedir.

Renk kodlarını okumayı renklerin en yakın olduğu uç taraftan başlanır. 1.Band da gümüş ve altın renkleri kullanılmaz. Direnç boyutlarının küçük olması nedeniyle renkler her iki uca aynı uzaklıkta olabilir. Bu durumda hiç bir zaman 1.Band da siyah, gümüş, altın rengi kullanılmayacağı için direnç okumada bu konuya dikkat edilmesi gerekmektedir.

Bu metottaki kodların akılda kalması için kısa bir cümle hatırdaki kalır:

SoKaKTa SaYaMaM GiBi

Bu kısa cümlede sırasıyla

SİYAH-KAHVERENGİ-KIRMIZI-TURUNCU-SARI-YEŞİL-MAVİ-MOR-GRİ-BEYAZ renkleri hatırdaki kalacak şekilde belirtilmiştir.

Şimdi bu metodu örneklerle daha iyi bir şekilde anlayalım.

Örnek 1: Aşağıdaki direncin değerini renk kodlarından yararlanarak bulunuz.



Cevap 1:

1. Bant (Sayı): Kahverengi = 1
2. Bant (Sayı): Siyah = 0
3. Bant (Çarpan): Kahverengi = 1 (yani on üzeri bir = 10)
4. Bant (Tolerans) : Altın = $\pm \% 5$

sayıları birleştirdiğimizde 100Ω ve $\pm \% 5$ tolerans değerini buluruz.

Örnek 2: Aşağıdaki direncin değerini renk kodlarından yararlanarak bulunuz.



Cevap 2:

1. Bant (Sayı) : Sarı = 4
2. Bant (Sayı) : Mor = 7
3. Bant (Çarpan) : Kırmızı = 2 (yani on üzeri iki = 100)
4. Bant (Tolerans) : Gümüş = $\pm \% 10$

sayıları birleştirdiğimizde $4700 \Omega = 4.7 \text{ K}\Omega$ ve $\pm \% 10$ tolerans değerini buluruz.

Örnekler

Yeşil(5)	Mavi(6)	Kahverengi(10)	Altın(+-%5)	560ohm+-%5
Kırmızı(2)	Kırmızı(2)	Siyah(1)	Gümüş(+-%10)	22ohm+-%10
Gri(8)	Kırmızı(2)	Sarı(4)	Altın(+-%5)	820.000ohm+-%5
Kırmızı(2)	Kırmızı(2)	Gümüş(0,01)	Altın(+-%5)	0.22ohm+-%5
Kahverengi(1)	Siyah(0)	Altın(0,1)	Altın(+-%5)	1ohm+-%5
Kahverengi(1)	Siyah(0)	Kırmızı(100)	Gümüş(+-%10)	1000ohm+-%

kırmızı mor sarı = 270 Kohm

sarı mor kırmızı = 4.7Kohm

yeşil mavi kahve = 560 Kohm

kahve siyah sarı = 100 Kohm

kırmızı mor yeşil = 2.7 Mohm

Dirençler elektronik devrelerde kullanılırken her zaman tablodaki değerleri bulmak mümkün olmayabilir. Örneğin şemada belirtilen direnç değeri 2 k ohm ise ve siz bunun yerine 2 k ohm bulamıyorsanız 1.8 k ohm veya 2.2 k ohm direnç koyabilirsiniz. Ancak bu değerlerin %10 - %20 sınırları içerisinde kalması gerekmektedir.

STANDART DEĞERLERİ:

Dirençler yazılırken R47 4R7 47R gibi ifadeler görürüz. Bunların anlamı şudur. R rezistans anlamındadır ve bu şekil yazılımda nokta kabul edilir. Yani burada nokta 47 ohm anlamına gelir. Bu 0.47 ohm demektir. Sırayla 4.7 ohm ve 47 ohm değerindedirler. Bu şekilde yazılma sebebi noktanın kolaylıkla silinebilmesindedir.

Peki piyasada istediğimiz her değerde direnci bulabilir miyiz? Hayır bulamayız. Değerler aşağıda verilmiştir ve bu değerler dışındaki dirençler özel olarak imal edilirler.

Direnç değerleri, üretim aşamasında DIN E12, E24 'e göre [1 1.2 1.5 1.8 2.2 2.7 3.3 3.9 4.7 5.6 6.8 8.2 10] (x10(ohm) veya x100 (ohm)) şeklindedir.

Bu değerlerin 10 ve 100 katı alınarak iki liste daha yapınız. Bu değerlerdeki dirençler piyasada bulunurlar.

Yeni başlayan arkadaşlar bir malzeme satıcısına gidip "Bana 110 kohm direnç verir misiniz?" demesinler. Büyük bir ihtimalle bulamazlar. Çok hassas devreler dışında, standart değerlerin arasındaki değerde direnç kullanmak yerine bir üst veya alt değeri kullanmanın sakıncası yoktur. Çoğu devrelerde %20 tolerans kabul edilebilir bir değerdir.

DİRENÇLERİN BAĞLANMASI:

Dirençler elektrik devrelerinde seri yani peşpeşe veya paralel yani yanyana bağlanırlar. Seri bağlanan birden fazla direncin her biri elektronlara kendi değeri kadar zorluk çıkaracağı için toplam direnç dirençlerin toplamına eşit olur.

$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$ olarak yazılır.

Örnek: 1 Kohm, 4.7 Kohm 680 Ohm luk üç direnci seri bağladığımızda toplam değer 6380 Ohm olur.

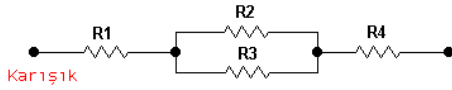
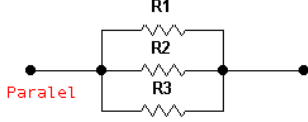
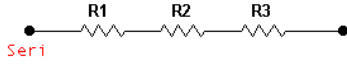
Dirençler paralel bağlandıklarında elektronlar için daha geniş geçiş yolu sağlanmış demektir ve toplam direnç bağlanan en küçük dirençten daha azdır.

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n$$

olarak ifade edilir.

1. Seri Bağlantı : Bu bağlantıda dirençler birer ucundan birbirine eklenmiştir. Her dirençten aynı akım geçer. Toplam direnç (RT) ise dirençlerin cebirsel toplamına eşittir.
2. Paralel Bağlantı : Bu bağlantıda dirençlerin uçları birbirine bağlanmıştır. Her dirençten değeriyle orantılı olarak farklı akım geçer. Toplam direnç (RT) ise dirençlerin bire bölümlerinin toplamına eşittir.

3. Karışık Bağlantı : Bu bağlantıda dirençler seri ve paralel olarak bağlanmıştır. Toplam direnç (RT) ise paralel dirençlerin seriye çevrilip (önce paralel kolların toplam direncini bularak) , seri dirençlerin cebirsel toplamına eşittir.



Ohm Kanunu $R = \frac{U}{I}$

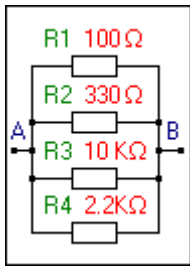
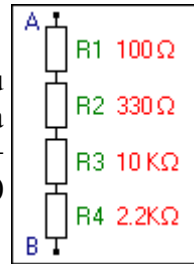
Seri $R_T = R_1 + R_2 + R_3$

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

Karışık $R_T = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} + R_4$

a) - Seri bağlantı :

Yan taraftaki resimde dört adet direncin birbirine seri bağlanmış durumu görülmektedir. A ve B uçlarındaki toplam direnç değerinin hesaplama formülü, $R_{\text{Toplam}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$ şeklindedir. Yani $100 \text{ ohm} + 330 \text{ ohm} + 10 \text{ Kohm} + 2.2 \text{ Kohm} = 12.430 \text{ Kohm}$ 'a eşittir.

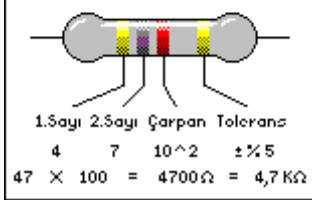


b) - Paralel bağlantı :

Paralel bağlantıda ise formül $1 / R_{\text{Toplam}} = (1 / R_1) + (1 / R_2) + (1 / R_3) + (1 / R_4)$ şeklindedir. Fakat işlemler yapılmadan önce Tüm değerler aynı yani ohm, Kohm veya Mohm cinsine dönüştürülmelidir. $10 \text{ Kohm} = 10,000 \text{ ohm}$, $2.2 \text{ Kohm} = 2,200 \text{ ohm}$. Şimdide hesaplamayı yapalım. $1 / R_{\text{Toplam}} = (1 / 100 \text{ ohm}) + (1 / 330 \text{ ohm}) + (1 / 10,000 \text{ ohm}) + (1 / 2,200 \text{ ohm})$ bu eşitliğe göre, $1 / R_{\text{Toplam}} = (0.01) + (0.003) + (0.0001) + (0.00045) \Rightarrow 1 / R_{\text{Toplam}} = 0.01355$ yine bu eşitliğe göre $R_{\text{Toplam}} = 1 / 0.01355$ bu da 73.8 ohm 'a eşittir.

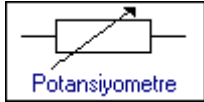
DİRENÇLER GENEL

Renkler	Sayı	Çarpan	Tolerans
Siyah	0	10^0	—
Kahve	1	10^1	$\pm\%1$
Kırmızı	2	10^2	$\pm\%2$
Turuncu	3	10^3	—
Sarı	4	10^4	—
Yeşil	5	10^5	$\pm\%0,5$
Mavi	6	10^6	$\pm\%0,25$
Mor	7	10^7	$\pm\%0,1$
Gri	8	10^8	$\pm\%0,05$
Beyaz	9	10^9	—
Gümüş	—	10^{-2}	$\pm\%10$
Altın	—	10^{-1}	$\pm\%5$



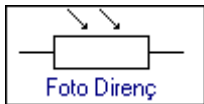
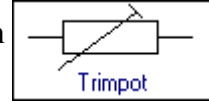
Direnç: Direncin kelime anlamı, birşeye karşı gösterilen zorluktur. Devre elemanı olan dirençte devrede akıma karşı bir zorluk göstererek akım sınırlaması yapar. Direncin birimi "Ohm" 'dur. 1,000 ohm = 1 Kilo ohm, 1,000,000 ohm = 1 Mega ohm ve 1,000,000,000 ohm = 1 Giga ohm. Direncin değeri üzerine renk kodları ile yazılmıştır. Yan tarafta görülen direncin renkleri soldan başlayarak, sarı, mor, kırmızı ve altındır. Soldan 1. renk 1. sayıyı, 2. renk 2. sayıyı, 3. renk çarpan sayıyı ve 4. renkte toleransı gösterir. Tablodan bakıldığında sarı 4'e, mor 7'e ve kırmızıda çarpan olarak 10 üzeri 2'ye eşittir. Bunlar hesaplandığında ilk iki sayı yanyana konur ve üçüncü ile çarpılır. Tolerans direncin değerindeki oynama alanıdır. Mesela yandaki direncin toleransı %5 ve direncin değeri de 4.7 Kohm'dur. Tolerans bu direncin değerinin 4.7 Kohm'dan %5 fazla veya eksik olabileceğini belirtir. Birde 5 renkli dirençler vardır. Bunlarda ilk üç renk sayı 4. renk çarpan, 5. renk ise toleranstır. Dirençler normalde

karbondan üretilirler fakat yüksek akım taşınması gereken dirençler telden imal edilirler. Ayrıca dirençler sabit ve ayarlı dirençler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Ayarlı dirençlerden "Potansiyometre" sürekli ayar yapılan yerlerde, "Trimpot" ise nadir ayar yapılan yerlerde kullanılırlar.



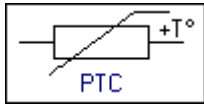
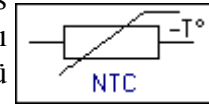
2 - Potansiyometre : Potansiyometre devamlı ayar yapılması için üretilmiş bir ayarlı direnç türüdür. radyo ve teyiplerde ses yüksekliğini ayarlamak için kullanılır. Üç bacaklıdır. 1 ve 3 nolu uçlar arasında sabit bir direnç vardır. Ortadaki uç ise 1 nolu uç ile 3 nolu uç arasında hareket eder. 1 nolu ucala arasındaki direnç azaldıkça 3 nolu uç arasındaki direnç artar.

3 - Trimpot : Trimpot ise devrenin içinde kalır ve sabit kalması gereken ayarlar için kullanılır. Mantiği potansiyometre ile aynıdır.



4 - Foto Direnç (LDR) : Foto direnç üzerine düşen ışık şiddetiyle ters orantılı olarak, ışık şiddeti arttığında direnci düşen, ışık şiddeti azaldığında ise direnci artan bir devre elemanıdır. Foto direnç AC ve DC akımda aynı özellikleri gösterir. Yan tarafta foto direncin sembolü görülmektedir.

5 - NTC : Ntc direnci ısıyla kontrol edilen bir direnç türüdür. Ntc ısıyla ters orantılı olarak direnç değiştirir. Yani ısı arttıkça ntc'nin direnci azalır. Isı azaldıkça da ntc'nin direnci artar. Yan tarafta NTC'nin sembolü görülmektedir.



6 - PTC : Ptc ise ntc'nin tam tersidir. Isıyla doğru orantılı olarak direnci değişir. Yani ısı artıkça direnci artar, ısı azaldıkça da direnci azalır. Yan tarafta PTC'nin sembolü görülmektedir.

İLETKENİN DİRENÇİ HESABI VE ÖZ DİRENÇ

- 1- Bir iletkenin direnci boyu(uzunluğu) ile doğru orantılıdır. $R \propto L$
- 2- İletkenin direnci kesiti (Alanı) ile ters orantılıdır. $R \propto 1 / A$
- 3- İletkenin direnci yapıldığı maddeye göre değişir.

Öz direnç (ρ) : Bir iletkenin birim uzunluk ve birim kesitinin direncine öz direnç denir.

$$\text{Direnç} = \frac{\text{Özdirenç} \cdot \text{Uzunluk}}{\text{Alan}} \quad R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

Örnek: Bir direncin üzerindeki bantlar soldan sağa doğru sırasıyla mavi, sarı, kırmızı ve gümüş renklerinden oluşmaktadır. Buna göre direncin değeri ne kadardır.

Çözüm :

$$R = 64 \cdot 10^2 \pm \%10 \Omega = 6400 \pm 640$$

R = (5760 ile 7040) ohm arasında değişebilir.

İLETKEN DİRENÇ HESAP ÖRNEKLERİ

Örnek 1: Uzunluğu 200 metre olan bakırdan yapılmış bir iletkenin kesiti $3,4 \cdot 10^{-10} \text{m}^2$ ise direnci ne kadardır. ($\rho_{\text{bakır}} = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ohm.m}$)

Çözüm :

$$L = 200\text{m} \quad A = 3,4 \cdot 10^{-10} \text{m}^2 \quad \rho_{\text{bakır}} = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ohm.m} \quad R = ?$$

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A} = \frac{1,7 \cdot 10^{-8} \cdot 200}{3,4 \cdot 10^{-10}} = 10^4 \text{ohm}$$

Örnek 2: 500 metre uzunluğunda 1 milimetre yarıçapında demirden yapılmış bir iletkenin direnci ne kadardır. ($\pi = 3$ ve $\rho_{\text{Demir}} = 9,7 \cdot 10^{-8} \text{ohm.m}$)

Çözüm :

$$L=500 \text{ m} \quad r=1\text{mm}=0,001 \text{ m} \quad \rho_{\text{Demir}} = 9,7 \cdot 10^{-8} \text{ohm.m} \quad \pi = 3 \quad r = ?$$

$$A = \pi \cdot r^2 = 3 \cdot (0,001)^2 = 3 \cdot 0,000001 = 3 \cdot 10^{-6}$$

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A} = \frac{9,7 \cdot 10^{-8} \cdot 500}{3 \cdot 10^{-6}} = 16,1 \cdot 10^{-6} \cdot 10^6 = 16,1 \text{ Ohm}$$

Örnek 3: Aynı maddeden yapılmış bir iletkenin uzunluğu 8 katına alanı 2 katına çıkarılırsa direnci ilk direncinin kaç katına çıkar.

Çözüm :

$$L_2 = 8L_1 \quad A_2 = 2A_1 \quad R_2 = ? R_1 \quad \rho_2 = \rho_1 = \rho$$

$$R_1 = \frac{\rho_1 \cdot L_1}{A_1} = \frac{\rho \cdot L_1}{A_1}$$

$$R_2 = \frac{\rho_2 \cdot L_2}{A_2} = \frac{\rho \cdot 8L_1}{2A_1} = \frac{4 \cdot \rho \cdot L_1}{A_1} = 4 \cdot R_1 \quad R_2 = 4 \cdot R_1$$

Örnek 4: 0,5 metre uzunluğunda 0,01 m yarıçapındaki bir iletken telden 3 amperlik akım geçiyor. İletken telin uçları arasındaki potansiyel farkı 300 Volt olduğuna göre telin öz direnci ne kadardır. ($\pi = 3$)

Çözüm :

$$R = V / i = 300 / 3 = 100 \text{ Ohm}$$

$$A = \pi \cdot r^2 = 3 \cdot (0,01)^2 = 3 \cdot 0,0001 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\rho = \frac{R \cdot A}{L} = \frac{100 \cdot 3 \cdot 10^{-4}}{0,5} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ ohm. m}$$

Örnek 5: Aynı maddeden yapılmış bir iletkenin uzunluğu 12 katına yarıçapı 2 katına çıkarılırsa direnci ilk direncinin kaç katına çıkar.

Çözüm :

$$\rho_1 = \rho_2 = \rho \quad r_1 = r \quad r_2 = 2r \quad L_2 = 12 L_1 \quad R_2 = ? R_1$$

$$A_1 = \pi \cdot r^2 \quad A_2 = \pi \cdot (2r)^2 = 4\pi \cdot r^2$$

$$R_1 = \frac{\rho_1 \cdot L_1}{A_1} = \frac{\rho \cdot L_1}{\pi \cdot r^2}$$

$$R_2 = \frac{\rho_2 \cdot L_2}{A_2} = \frac{\rho \cdot 12L_1}{4 \cdot \pi \cdot r^2} = 3 \cdot \frac{\rho \cdot L_1}{\pi \cdot r^2} = 3 \cdot R_1 \quad R_2 = 3 \cdot R_1$$

Örnek 6: Direnci 70 ohm olan bir iletken 5 dakikada 1800 C yük geçerse potansiyel arka ne kadar olur.

Çözüm :

$$5 \text{ dakika} = 300 \text{ saniye}$$

$$I = q / t = 1800 / 300 = 6 \text{ A}$$

$$V = R \cdot I = 70 \cdot 6 = 420 \text{ Volt}$$

İletkenin Direncinin Sıcaklıkla Değişmesi

Bakır, alüminyum gibi bazı maddelerin sıcaklık artışıyla direnci artar. Karbon, porselen gibi bazı maddelerin sıcaklık artışıyla direnci azalır. Konstantan, manganin gibi alaşımların sıcaklıkla direnci değişmez.

$$R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t)$$

R = t°C deki direnç

R₀ = 0°C deki direnç

α = direncin sıcaklık katsayısı

t = sıcaklık

Örnek : 0°C deki direnci 100 Ω olan alüminyum telin 50°C deki direnci kaç Ω olur.
(α = 4 · 10⁻³)

$$\text{Çözüm : } R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t) = 100 \cdot (1 + 4 \cdot 10^{-3} \cdot 50) = 120 \Omega$$

REZİSTANS TERMOMETRE NEDİR?

Sıcaklık ölçümlerinde termokuplardan sonra bulunmuş ve kullanılmaya başlanmış olan Rezistans termometreler endüstride, laboratuvarlarda çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle hassas ölçüm alınmak istenilen düşük sıcaklıklarda, termokuplara tercih edilirler.

Rezistans termometre, iletken bir telin direnç değerinin sıcaklıkla değişmesinden istifade edilerek oluşturulan bir sıcaklık algılayıcısıdır. Sarımlı direnç, sıcaklığı ölçülmek istenilen ortama daldırılır, üzerinden sabit akım geçirilir. Sıcaklığın değişimi ile sarımlı direncin direnç değeri değişir ve üzerinden geçen sabit akımla değişen bir gerilim elde edilir. Rezistans termometreler'de sıcaklık değişim faktörü olarak α tanımlanır, α aşağıdaki formülle açıklandığı gibi standart olarak seçilen 100°C'deki direnç değeri ile 0°C'deki direnç değeri farkı 100 Ro'ya bölünmesi ile elde edilir.

Standartlarda en çok kullanılan Pt-100 ve Ni-100 gibi rezistans termometrelerin 0°C'deki direnç değeri standart 100 ohm'dur.

Sıcaklık ile direnç değişimleri incelendiğinde, birçok metal ve alaşım içinde en iyi neticeyi platin ve nikel tel verdiği için bu alanda bu iki telden sarımlı dirençler kullanılır. Özellikle Pt-100 kullanımı çok yaygındır.

0-100°C arasında sıcaklık değişim faktörleri;

Platin için $a = 3.85.10^{-3} (1/°C)$

Nikel için $a = 6.17.10^{-3} (1/°C)$

Rezistans termometre kabaca inset, dış koruyucu kılıf ve bağlantı parçalarından meydana gelmiştir. Asıl sıcaklığı ölçen rezistans termometre elemanı inset içine yerleştirilir. Boru içine metal oksit tozları doldurulur. Eleman ile klemens arasındaki tel, izolatör ile yekpare izole edilir. Genel olarak 6 mm veya 8 mm boru içine yerleştirilen R/T elemanı, seramik klemensi ile bir bütün olarak inset diye adlandırılır. Inset ikinci bir koruyucu kılıf içine yerleştirilir. Inset içindeki eleman tek cihaza bağlanacak ise tek elemanlı, çift cihaza bağlanacak ise çift elemanlı kullanılır.

Yüksek Direnç Sıcaklık Sabiti (TCR, Temperature Coefficient of Resistivity) olan ince film malzemeler birçok duyarda ve özellikle gece görüş amaçlı geliştirilen soğutmasız kızılötesi dedektörlerin yapımında kullanılmaktadır. Soğutmasız kızıl ötesi dedektörler genelde Vanadyum oksit (VO_x), amorf Silisyum (a-Si), poli Silisyum Germanyum (poly-SiGe) ve Yitriyum Baryum Bakır Oksit (YBaCuO) gibi yüksek direnç sıcaklık sabitine (2-3 %/K) sahip ince film malzemeleri kullanmaktadırlar. Proje kapsamında, halen üzerinde çalışılan veya yeni ince film malzemelerin geliştirilmesi beklenmektedir. Geliştirilen malzemenin yüksek direnç katsayısı dışında düşük gürültüsü olması da gerekmektedir.

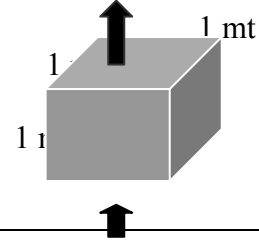
Yalıtımdan ilk kriter olarak beklenen sıcak hatlarda enerji tasarrufu iken soğutma sistemlerinde enerji verimliliği ve sistem performansı olarak ön plana çıkmaktadır. Enerji verimliliği ve sistemin ömrü boyunca performansından hiçbir şey kaybetmeden çalışabilmesi için doğru yalıtım malzemesi seçiminden önce, bir yalıtım malzemesini belirleyen temel özellikleri sıralayacak olursak;

Düşük Isı İletkenlik Katsayısı (λ), Yüksek Buhar Difüzyon Direnç Katsayısı (μ), Yangın Dayanımı, İşletmede Kullanım Sıcaklık Aralığı, Mekanik Dayanım ve Stabilitate, Sağlığa Etkisi, Geri dönüşebilir malzeme olması, Elastikiyet ve Uygulama Kolaylığı, Ekonomikliği v.s.

gibi özellikler karşımıza çıkar. Bu maddelerin hepsi çok önemli olmasına rağmen ilk iki madde başlık konumuzu ilgilendirdiği için sırası ile inceleyelim.

Isı İletkenlik Katsayısı (λ - W/m.°K) ;

Isı iletkenlik katsayısı (λ) şöyle tariflenir ;
Homojen bir malzemenin kararlı hal şartlarında, iki yüzey sıcaklıkları arasındaki fark, birim sıcaklık farkı olduğunda (1 ° K), birim zaman aralığında, birim yüzey alanından (1 m²), bu alana dik birim kalınlıktan (1 mt.) geçen ısı enerjisi miktarıdır. (Diğer dört yüzeyde ısı geçişi yoktur.) *Yalıtım malzemelerinin düşük ısı iletkenliğine sahip olması en önemli kriterdir.*



Aşağıda soğutma sistemlerinde kullanılan çeşitli yalıtım malzemelerinin ısı iletkenlik değerleri verilmiştir:

CAMYÜNÜ	10 ° C 'de = 0.034 - 0.036 W /m.°K
TAŞYÜNÜ	10 ° C 'de = 0.034 - 0.036 W /m.°K
EXP POLİSTİREN KÖPÜK	10 ° C 'de = 0.024 - 0.028 W /m.°K
EPS POLİSTİREN KÖPÜK	10 ° C 'de = 0.035 - 0.040 W /m.°K
POLİETİLEN KÖPÜK	0 ° C 'de = 0.038 - 0.046 W /m.°K
ELASTOMERİK KAUCUK KÖPÜĞÜ	0 ° C 'de = 0.036 - 0.040 W /m.°K
CAM KÖPÜĞÜ	10 ° C 'de = 0.046 - 0.050 W /m.°K

Bazı yalıtım malzemelerinin ısı iletkenlik katsayıları

Malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları ortalama sıcaklığa (T_m) , malzeme yoğunluklarına ve malzeme tiplerine (Levha,Boru,Dökme v.s.) göre de değişiklik göstermektedir. Bu değerlere üreticilerin teknik broşürlerinden erişilebilir.

İngilizce Karşılıklar: Resistance, Resistivity, Temperature Coefficient of Resistivity

Temperature coefficient of resistivity for selected materials

Conductor . [(°C)⁻¹]

Copper 4.29 x 10⁻³

Iron 6.41 x 10⁻³

Nickel 6.00 x 10⁻³

Platinum 3.93 x 10⁻³

Mercury 0.89 x 10⁻³

Chromel (alloy of chromium and aluminum) 0.58 x 10⁻³

Nichrome (alloy of nickel and chromium) 0.40 x 10⁻³