

Makine Mühendisliđi İçin Elektrik-Elektronik Bilgisi

Ders Notu-2

Hazırlayan: Yrd. Doç. Dr. Ahmet DUMLU

DİRENÇLER

Direnci elektrik akımına gösterilen zorluk olarak tanımlayabiliriz. Bir iletkenin elektrik akımına gösterdiği zorluk (yani o iletkenin direnci), iletken içinde hareket eden elektronlarla, o iletken içindeki atom ve diğer parçacıklar arasındaki sürtünmelerden meydana gelir. Bu konuda, bir borudan akan suyun karşılaştığı zorluğu örnek olarak gösterebiliriz. Boru dar ve iç yüzeyi fazla girintili çıkıntılı ise suyun akışına karşı belli bir zorluk ortaya çıkaracaktır.



DİRENÇLER (devam)

Bir iletkenin direnci, o iletkenin boyuna, çapına ve cinsine göre değişir. Örneğin bir iletkenin uzunluğu ile direnci doğru orantılıdır. İletkenin uzunluğu arttıkça direnç de artar. Buna karşılık iletkenin kesiti ile direnç ters orantılıdır. Buna göre iletkenin kesiti arttıkça direnç azalır, kesiti azaldıkça direnç artar. Bunlardan başka, direnç, iletkenin cinsine göre de değişir. Örneğin aynı uzunlukta ve aynı kesitte bakır ile alüminyum iletkenin dirençleri birbirinden farklıdır. Burada öz direnç kavramı karşımıza çıkar.

Bir maddenin iletkenliğinin tersine öz direnç (ρ Ro) denir ve aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\rho \equiv \frac{1}{\sigma}$$

Yandaki tabloda, bazı iletkenlerin öz dirençleri gösterilmektedir.

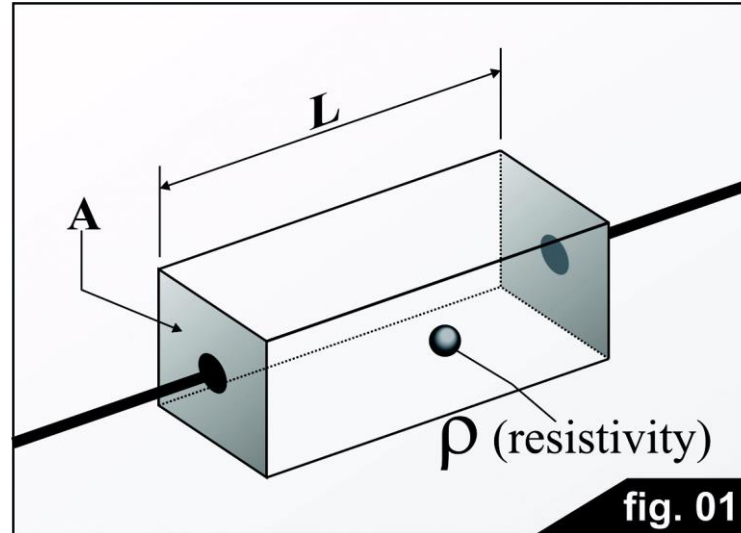
Madde ⇄	20 °C de Öz direnç ($\Omega \cdot m$) ⇄
Gümüş	1.59×10^{-8}
Bakır	1.72×10^{-8}
Altın	2.44×10^{-8}
Alüminyum	2.82×10^{-8}
Kalsiyum	3.3×10^{-8}
Tungsten	5.60×10^{-8}
Nikel	6.99×10^{-8}
Demir	1.0×10^{-7}
Kalay	1.09×10^{-7}
Platin	1.06×10^{-7}
Kurşun	2.2×10^{-7}

DİRENÇLER (devam)

Dik kesit alanı A (metrekare), uzunluğu l (metre) ve öz direnci ρ (ohm·metre) olan bir iletkenin direnci aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

İfadeye göre öz direnci büyük olan maddelerin direnci büyük olup elektrik iletkenlikleri düşüktür (Daha az akım taşırlar), öz direnci düşük olan maddelerin direnci küçük olup elektrik iletkenliği büyüktür (Daha fazla akım taşırlar).



DİRENÇLER (devam)

İletken Direnç Hesap Örnekleri

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 :

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

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

DİRENÇLER (devam)

İletken Direnç Hesap Örnekleri

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

Çözüm :

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

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

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

DİRENÇLER (devam)

İletken Direnç Hesap Örnekleri

Örnek 3: Aynı maddeden yapılmış bir iletkenin uzunluğu 12 katına yarıçapı ise 2 katına çıkarılırsa, direnci ilk direncinin kaç katı olmuş olur?

Çözüm :

$$\begin{array}{l} \rho_1 = \rho_2 = \rho \quad r_1 = r \quad r_2 = 2r \quad L_2 = 12 L_1 \quad R_2 = ? R_1 \\ A_1 = \pi \cdot r^2 \quad A_2 = \pi \cdot (2r)^2 = 4\pi \cdot r^2 \end{array}$$

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

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

DİRENÇLER (devam)

DİRENCİN SICAKLIKLA DEĞİŞİMİ

Bir iletkenin direnci; uzunluğa, kesit alanına ve özdirince bağlı olduğu gibi sıcaklığa da bağlıdır. Metalin sıcaklığı arttıkça, atomların enerjileri de artar. Enerjisi artan atomların titreşimi de büyür. Bir insanın, kalabalık ve hareketli bir topluluk içinde topluluğu yarararak geçmesinin güçleştiği gibi, titreşimleri büyük olan atomların içinde serbest yüklerin geçişi de o nispette zor olacaktır. Dolayısıyla, sıcaklık arttıkça dirençte artar. Sıcaklıkla direnç **doğru orantılıdır**.

Çok büyük olmayan sıcaklık aralıkları için, bu değişim aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$R = R_0[1 + \alpha(T - T_0)]$$

Burada tanımlanan α değeri T_0 sıcaklığında R_0 direncine sahip olan iletkenin sıcaklık katsayısıdır.

DİRENÇLER (devam)

DİRENCİN SICAKLIKLA DEĞİŞİMİ

Çeşitli maddelerin 20 C° deki sıcaklık katsayıları aşağıdaki tabloda listelenmiştir.

Madde	20 °C de Özdirenç ($\Omega \cdot m$)	Sıcaklık katsayısı[K ⁻¹]
Gümüş	1.59×10^{-8}	0.0038
Bakır	1.72×10^{-8}	0.0039
Altın	2.44×10^{-8}	0.0034
Alüminyum	2.82×10^{-8}	0.0039
Kalsiyum	3.3×10^{-8}	0.0041
Tungsten	5.60×10^{-8}	0.0045
Nikel	6.99×10^{-8}	0.0035
Demir	1.0×10^{-7}	0.005
Kalay	1.09×10^{-7}	0.0045
Platin	1.06×10^{-7}	0.00392
Kurşun	2.2×10^{-7}	0.0039

DİRENÇLER (devam)

DİRENCİN SICAKLIKLA DEĞİŞİMİ

Örnek: Tungsten maddesinden yapılan bir lambanın direnci, 1800 °C'de 240 Ω' dur. Lambanın oda sıcaklığındaki (20 °C'de) direnci nedir?

$$R = R_0[1 + \alpha(T - T_0)]$$

240 Ω

1800 °C

20 °C

?

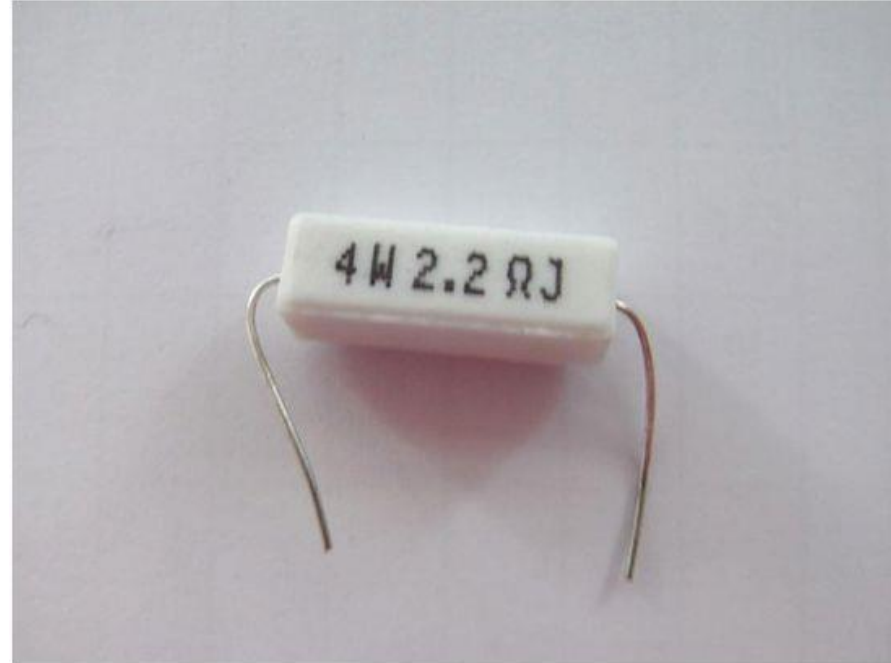
<u>Tungsten</u>	5.60×10^{-8}	0.0045
-----------------	-----------------------	--------

$$240 = R_0[1 + 0.0045(1800 - 20)] \rightarrow R_0 = \frac{240}{[1 + 0.0045(1800 - 20)]} = 26.6 \Omega$$

DİRENÇLER (devam)

DİRENÇ OKUMA

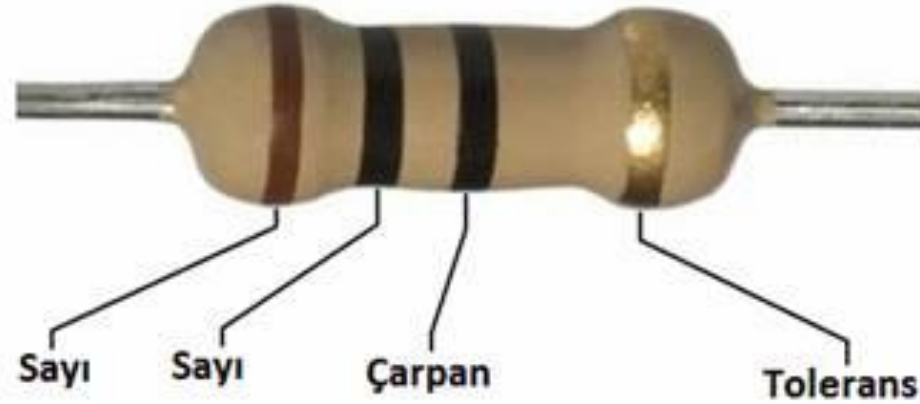
Bazı dirençlerin omik değerleri doğrudan doğruya rakamla üzerlerine yazılmaktadır. Aşağıdaki örneklerde direncin dayanabileceği maksimum güç değeri ve omik büyüklüğü doğrudan doğruya rakamla yazılmıştır.



DİRENÇLER (devam)

DİRENÇ RENK KODLARI

Diğer grup dirençler ise (genellikle 0,125 ve 0,25 wattlık dirençlerde) omik değer, direncin üzerindeki renk bantlarıyla ifade edilir. Genellikle, dirençlerin üzerinde 4 ile 6 arasında değişen renk bantları bulunmaktadır. Dört banda sahip dirençlerin soldan üç tanesi direncin omik değerini; en sağdaki bant ise direncin toleransını verir. Aşağıdaki şekilde direncin üzerindeki bulunan renk bantları görülmektedir.

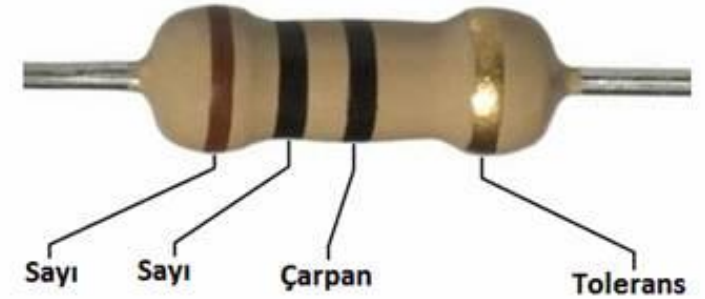


DİRENÇLER (devam)

DİRENÇ RENK KODLARI

Aşağıdaki tabloda, dört bantlı dirençler için renk kodları tanımlanmıştır.

STANDART RENK TABLOSU			
Renk	Değer	Çarpanı	Tolerans(%)
Siyah	0	10^0	20
Kahve	1	10	1
Kırmızı	2	10^2	2
Turuncu	3	10^3	3
Sarı	4	10^4	4
Yeşil	5	10^5	5
Mavi	6	10^6	6
Mor	7	10^7	7
Gri	8	10^8	8
Beyaz	9	10^9	9
Altın		0,1	5
Gümüş		0,01	10
Renksiz			20



DİRENÇLER (devam)

DİRENÇ RENK KODLARI

STANDART RENK TABLOSU

Renk	Değer	Çarpanı	Tolerans(%)
Siyah	0	10^0	20
Kahve	1	10	1
Kırmızı	2	10^2	2
Turuncu	3	10^3	3
Sarı	4	10^4	4
Yeşil	5	10^5	5
Mavi	6	10^6	6
Mor	7	10^7	7
Gri	8	10^8	8
Beyaz	9	10^9	9
Altın		0,1	5
Gümüş		0,01	10
Renksiz			20

4 band renk kodlama örnekleri



Katsayı = Mor (7), Yeşil (5)
Çarpan = Kahverengi (1)
Tolerans = Altın (%5)
Direnç değeri = $75 \times 10^1 = 750 \text{ W}$



Katsayı = Kahverengi (1), Siyah (0)
Çarpan = Kahverengi (1)
Tolerans = Gümüş (%10)
Direnç değeri = $10 \times 10^1 = 100 \text{ W}$



Katsayı = Beyaz (9), Kahverengi (1)
Çarpan = Sarı (4)
Tolerans = Altın (%5)
Direnç değeri = $91 \times 10^4 = 910 \text{ kW}$



Katsayı = Kahverengi (1), Gri (8)
Çarpan = Kırmızı (2)
Tolerans = Altın (%5)
Direnç değeri = $18 \times 10^2 = 1.8 \text{ kW}$



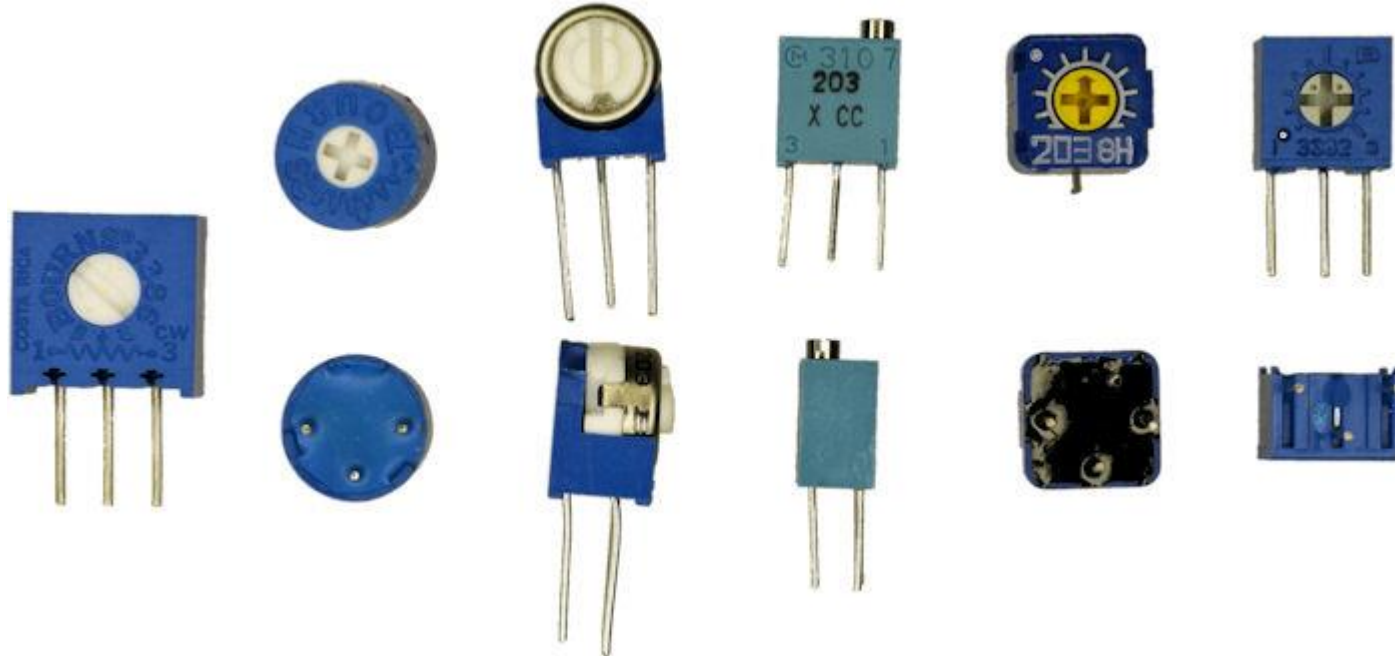
Katsayı = Kırmızı (2), Kırmızı (2)
Çarpan = Sarı (4)
Tolerans = Altın (%5)
Direnç değeri = $22 \times 10^4 = 220 \text{ kW}$

DİRENÇLER (devam)

Değeri Ayarlanabilir Dirençler:

Ayarlı dirençler, direnç değerinde duruma göre değişiklik yapılması veya istenilen bir değere ayarlanması gereken devrelerde kullanılırlar. Değeri ayarlanabilir dirençlerin üç çeşidi bulunmaktadır. Bunlar **trimpotlar**, **potansiyometreler** ve **reostalar** dır.

Trimpotlar: Devamlı değişmesi gerekmeyen ayarlar için kullanılır. Bu dirençler bir kez ayarladıktan sonra değeri değiştirilmez. Trimpot dirençlerde üç bacak bulunmaktadır. Bu tip ayarlı dirençlerde bir vida bulunmaktadır. Bu vidanın çevrilmesiyle trimpotun direnç değeri değiştirilebilir.



DİRENÇLER (devam)

Değeri Ayarlanabilir Dirençler:

Potansiyometre: Elektronik devrelerde gerilim veya akım ayarı gibi sürekli değışmesi gereken ayarlar için kullanılır. Potansiyometrelerin bir mil vasıtası ile dönen bir pabucu mevcuttur. Karbon veya tel direnç üzerinde pabucun hareketi ile değışken değerde direnç elde edilir.

Potansiyometre çeşitleri lineer ve logaritmik olarak iki şekilde üretilmektedir. Potansiyometre milinin hareketi ile direnç değerin lineer olarak değıştiğ potansiyometrelere **lineer potansiyometre**, potansiyometre milini hareketi ile direnç değerin logaritmik olarak değıştiğ potansiyometrelere ise **logaritmik potansiyometre** denir. Potansiyometrenin lineer veya logaritmik olduğunu, genelde potansiyometrenin üzerindeki LİN ve LOG yazıları belirtilir.



DİRENÇLER (devam)

Değeri Ayarlanabilir Dirençler:

Reostalar: Bir ucu sabit diğer ucu hareketli olan bu dirençlere reosta adı verilir ve bunlar laboratuvarlar da yüksek güçlerin kullanımında kullanılır. Reosta büyük bir seramik yuvarlağa sarılmış kalın rezistans telinden oluşur, üst tarafında ayar için bir sürgü mevcuttur. Örneğin akü şarj devrelerinde çok kullanılır.



DİRENÇLER (devam)

Sensör Dirençler:

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

1- 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.



DİRENÇLER (devam)

Sensör Dirençler:

2- Termistörler: Negatif sıcaklık katsayılı veya pozitif sıcaklık katsayılı termistörlerin dirençleri ısı miktarı ile orantılı olarak değişmektedir. Negatif sıcaklık katsayılı termistörler de, ısı arttıkça direnç azalır, ısı azaldıkça direnç artar. Tam tersine pozitif sıcaklık katsayılı termistörler de, ısı arttıkça direnç artar, ısı azaldıkça direnç azalır.



DİRENÇLER (devam)

Sensör Dirençler:

3. Varistörler: Varistörler, gerilim miktarı ile ters orantılı olarak direnç değerleri değişen elektronik devre elemanlarıdır. Yani, üzerindeki gerilim yükseldikçe dirençleri azalır, üzerlerindeki gerilim azaldıkça dirençleri yükselir. Varistörler devrelerin aşırı gerilimden korunmasında ve gerilim regülasyonu yapılmasında kullanılırlar.

