

DİRENÇLER*

Çeviren : Ersin ŞENDOĞAN
O.D.T.Ü.

* ELECTRONICS DIGEST, Sayı 4,1983.

En çok kullanılan elektronik devre elemanlarının başında dirençler gelmektedir. Dirençler genel amaçlarda kullanımları veya belirli uygulama alanlarında gös-
terdikleri özellikler nedeniyle çeşitli tekniklerle yapı-
lırlar. Modern dirençler dört ana grupta sınıflandırıla-
bilir :

a- Bileşim Dirençleri b- Film
Dirençleri c- Tel -sarımlı
Dirençler d- Yarı İletken
Dirençler

Her grupta çeşitli yapım metodları vardır. Her grubun

kendine göre özelliği, avantajları ve dezavantajları vardır.

Genel özellikler : Dirençler alışlageldiği gibi tam edilgen eleman değildir. Bütün dirençler ısıdaki değişimler sayesinde değer değiştirirler. Direnç değerleri gerilim ve frekansa bağlı olarak da değişirler. Bütün dirençler gürültü meydana getirirler ve bu nedenle ses yükselticilerindeki giriş devreleri gibi düşük gürültü gereken devrelerde bu amaca uygun özel dirençler kullanılır. Bir direncin farklı durumlardaki değişik özelliklerini bilmek özel uygulamalarda uygun bir seçim yapmamızı veya herhangi bir probleme izin vermeden onu devre dışı bırakmamızı sağlar.

Isı Katsayısı

Birçok dirençlerde direnç değerleri büyük ısı aralıklarında doğrusal bir değişim gösterirler. Bu dirençlerde ısı katsayısı ppm/°C olarak birimlendirilir. Bazen de % / ° C olarak belirtilir. (Santigrad başına değer yüzdesi) Bazı dirençlerin ise eğrisel ısı katsayıları vardır, bu da direnç-ısı özelliği olarak tanımlanır. Yarı iletken grubundaki bazı dirençler geniş ve denetimli direnç-ısı özelliğine sahip olacak şekilde imal edilirler. Bunlar genellikle ısı hissetmede veya ölçme uygulamalarında kullanılırlar.

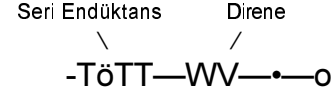
Gerilim Katsayısı

Direnç, nominal değeri üzerine uygulanan gerilimden bağımsız değildir; genellikle gerilim arttıkça nominal değer düşer. Gerilim katsayısı en üst çalışma geriliminin yüzde onundan en üst çalışma gerilimine kadar değişime karşılık direnç değerindeki değişim yüzdesidir. Bu özellikle yalnız karbon ve yarı iletken dirençler (gerilime bağlı dirençler) için önemlidir.

Frekans Etkileri

Doğal olarak tüm dirençlerin endüktif ve kapasitif özellikleri bulunması onların yüksek frekanstaki davranışlarını etkiler. Direncin ana gövdesi ve metal uçları görünümdeki DC dirence seri olarak bir Endüktans eklerler. Aynı şekilde direnç ve tellerdeki kapasitif dağılım DC dirence paralel olarak bir sığa tatbik eder. Böylelikle bir direncin eşdeğer devresi şekil 1 deki gibi ortaya çıkar. Sedi endüktans ve paralel sığanın gerçek değerleri dirençlerin tipine ve yapılış tarzlarına bağlıdır. Bazı dirençler bu etkileri en aza indirmek amacıyla yapılırlar.

Karbon içerikli ve tel örmeli dirençler bütün gruplar içinde frekansa karşı en hassas olanlarıdır. Genellikle 100 ohm üzerindeki dirençlerde direnç değeri frekans arttıkça düşer. Düşük değerli dirençler frekanstaki değişimlerden az etkilenirken 100 k ve daha yüksek değerdekiler frekans yükseldikçe hızla değer kaybederler.



Paralel Sığa

Şekil 1 — Direnç eşdeğer devresi.

Gürültü : Bütün dirençler yapılarından kaynaklanan küçük gerilim değişimleri şeklinde gürültü üretirler. Metal uçlarda bu gürültü daha da artar. Toplam gürültü gerilimi çeşitli kaynaklar tarafından meydana getirilir. Bütün dirençlerde var olan bir çeşit gürültü de Johnson gürültüsüdür. Bunun miktarı ısı ve direncin değerine bağlıdır. Başta karbonlular olmak üzere bazı dirençler üzerlerinden geçen akımdan dolayı daha fazla gürültü üretirler. Dirençler üzerinde olan birtakım fiziksel hatalar da patlak gibi) daha fazla gürültü oluşmasına neden olurlar. Bazı yapım türlerinde gürültü miktarı daha da fazla artmaktadır, örneğin bağlantı yerleri pençe şeklinde yapılmış dirençlerde pençeyle direnç arasındaki bağlantı gevşediğinde veya değişken dirençlerde, dirençle değişkenliği sağlayan oynar başlık arasında temasızlık meydana geldiğinde gürültü çoğalmaktadır. Bir dirençten en düşük miktarda gürültü çıkmasını sağlamak için gücünün sınır değerinin altında çalıştırılması gerekir.

KARBON DİRENÇLER

Lambalı radyo devrinde karbon dirençler oldukça revaçta olmasına karşın günümüzde ilerleyen teknolojinin ürünü olan film dirençleriyle rekabet edememektedirler.

Karbon dirençler 0,1 VYatt'dan 2 VVatt'a kadar olan güçlerde ve 10 ohm ila 100 M arasında değişen değerlerde imal edilmektedir. E 24 serisi ± %5, E 12 serisi ± %10 ve E 6 serisi ± %20 toleranslarda imal edilir. En fazla kullanılan ve en ucuzu E 12 serisidir.

Başlıca 3 çeşit karbon direnci vardır.

- a- Yalıtımsız
- b- Yalıtımlı
- c- Tel veya tel kaplı

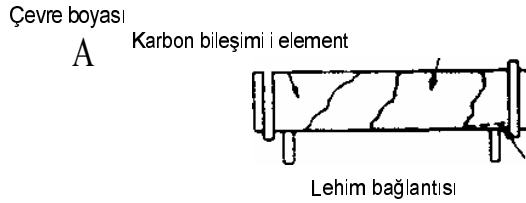
Yalıtımsız Tip

Bu tipte direnç elemanı reçine vasıtasıyla erimez bir dolguyla karıştırılan ve birleştirilen saf karbon parçacıklarından yapılmıştır. Karbon parçacıkların dolguya olan oranı direnç değerini belirler. Karışım genellikle silindirik şekilde biçimlendirilip fırında yakılır. Uç bağlantıları herhangi bir şekilde yapılır. Bunlar şekil 2'de gösterilmiştir. Şekil 2 (a) da birinci metodlaçer-

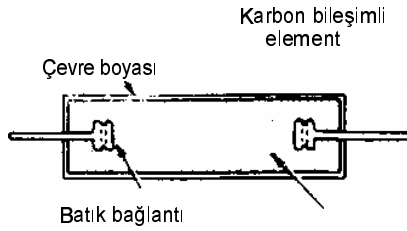
çevelenmiş olup, tel uçlar bunlara lehimlenmiştir. Daha sonra boya kaplama ile renk kodlaması yapılmıştır. Bu metod 1 W ve 2 W'lık dirençler için yaygın olarak kullanılmaktadır. Daha yaygın olan ikinci metodla bağlantı uçları daha büyük olup, direk karbon direncin gövdesine sokulmuştur. (Şekil 2-b) Bu metodun yaygın olmasının nedeni bütün güç ve değerlerdeki karbon dirençlerine uygulanmakta olmasıdır.

Üçüncü metotta ise sivri uçlarla birlikte metal kaplama karbon direncin iki ucuna tutturulur. Uçlar yuvarlak olup, baskı devrelerindeki deliklere rahatlıkla geçirilir. Diğer direnç uçları gibi eğip bükmeye gerek yoktur. Film dirençlerde bu metodla yapılırlar.

Açık yapıları nedeniyle yalıtımsız karbon dirençler aynı güç ve değerdeki yalıtımlı karbon dirençlerinden daha küçüktürler ve daha iyi ısı iletirler. Ancak, çevredeki elemanlarla kısa devre meydana getirme tehlikesi olduğu için yalıtımlı dirençlere kıyasla daha az tercih edilirler.



Şekil 2 (a). Uç bağlantıları püskürme metalle yapıлып ayak bağlantıları lehimlenmiş karbon bileşimli direnç.



Şekil 2 (b). Bağlantı uçları gövdenin içine gömdürülmüş karbon bileşimli direnç.

Yalıtımlı Tip

Bu tip dirençlerde aynı yolla yapılmış olup, fakat ya bir silikon ya da ısıya dayanıklı plastik bir maddeyle kaplanmışlardır.

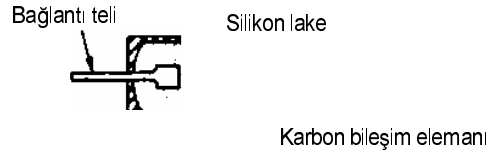
Seramik bir tüpün içine oturtulmuş olanları da vardır. Şekil 3(a)'da gösterildiği gibi ilk iki metotta uç telleri gövdenin içine gömülmüştür. Seramik tüpün içine yerleştirilende ise durum şekil 3 (b)'de gösterildiği gibidir.

Filaman veya Filaman Kaplı

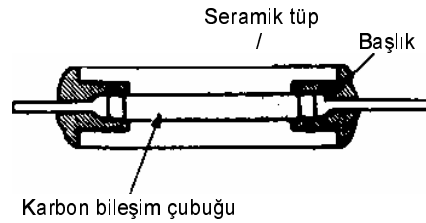
Bu tipte karbon tanecikleri doldurucu bir maddeyle birlikte vernik içerisinde dağıtılıp cam veya seramik bir filamanın üzerine tatbik edilir ve pişirilir. Direnç değeri karışıma ve uzunluğa bağlıdır. Filaman uygun uzunluklara bölünüp bağlantı uçları da yukarıda belirtilen metodların biriyle eklenir. Genellikle yalıtkan bir maddeyle kaplanırlar.

Karbon dirençlerin gerilim katsayıları büyüktür. Bu katsayının değeri direncin değeri ve büyüklüğüyle değişir. En yüksek değerdeki direncin katsayısı da en büyüktür. Küçük dirençlerin daha az miktarda yalıtım dolguları olacağından gerilim katsayıları da küçük olacaktır. Genelde kullanılan karbon dirençlerin 1 M'ya kadar olan değerlerinde gerilim katsayısı 0,02 ila 0,035 arasında değişir. 1 M'nin üzerindeki dirençlerin yaklaşık 0,05 gerilim katsayıları vardır. Bu değerler normal şartlar altında direnç değerinde en fazla 2 % değişim meydana getirebilirler. Diğer dirençlerin karbon dirençlere kıyasla oldukça düşük katsayıları vardır; 0,002 % veya daha azdır.

Karbon dirençlerin dezavantajlarından birisi büyük eksi ısı katsayısına sahip olmalarıdır. Bu katsayı genellikle % 0,1 ile % 0,15/°C'dir. Başka bir deyimle 1000ppm/° C veya daha büyük. Bu demektir ki 1 M'lık bir direnç 1 °C ısı değişiminde 1 K değer değişimine uğrar. Direnç yüzdesiyle ısı değişimi arasındaki eğri doğrusal değildir; bir bölgede artı olurken diğer bir bölgede eksi olabilir.



Şekil 3 (a). Yalıtımlı karbon bileşim direncin yapısı.



Şekil 3 (b). Seramik tüpü, yalıtılmış karbon bileşimli direnç.

Karbon dirençlerde çıkan gürültü miktarı bileşimde kullanılan malzemenin cinsine bağlıdır. Belli malzemelerin bileşiminden meydana gelen karbon dirençlerde gürültü miktarı, gerilim ve direnç arttıkça veya ebat küçüldükçe artar. Akım akışından doğan gürültü akımın direnç üzerinden akarken malzemede gelişigüzel değişimler yaratmasından kaynaklanır. Bu gürültü frekans arttıkça azalır. Frekansa karşı bağımsız olan Johnson gürültüsü 1 kHz'in üstünde tesirli olmaya başlar.

Karbon dirençlerde meydana gelen sürekli gürültü onların DC akımda ve düşük frekansta kullanılmasını engelleyen ana etkidir. Bu nedenle yükselteçlerin giriş katlarında ve DC yükselteçlerde kullanılmaları tavsiye edilmez. Johnson gürültüsü yüzünden 1 M'nin üstündeki karbon bileşimli dirençler yüksek empedanslı yükselteç girişlerinde ve daha başka hassas uygulamalarda kullanılmazlar.

Karbon bileşimli dirençler büyük ısı katsayıları olmalarından dolayı aşırı yüklenmelerinde değer yitirirler. Bu ısının sınır değerinin aşılmasına neden olur ve sonuçta direnç yanar.

FİLM DİRENÇLER

Film dirençler tüp veya çubuk şeklindeki seramik cisimlerin üzerinde genellikle karbon, karbon-boron veya bazı metal-oksit gibi dirençli maddelerin kalıntılarını oluşturularak yapılır. Film kaplamanın üzerinde helezon şeklinde oluk açılır. Bu oluk sayesinde kaplama direnç değeri 100 M'ya kadar varan uzun ve sürekli gerçek direnç olur. Uçlar çeşitli yollardan yapılır. Seramik çubuğun uçlarına film dirençle temas ederek şekilde metal çerçeve geçirilir. Bağlantı telleri de bu metal çerçevelere ya lehimle ya da punta-kaynakla tutturulur. Bazı tiplerde ise seramik çubuğun uçları metalize edilip, bağlantı telleri metalize olmuş kısımlara sarılıp lehimlenmiştir. Daha sonra da uygun bir vernikle korunması yapılır.

Kalın film dirençleri film dirençlerinin özel bir çeşididir. Bunlar seramik veya alüminyum oksit gibi tabakalar üstüne dirençli maddelerin kalıntılarını dökülerek yapılır. Sonra da film kaplamanın bir kısmı kesilerek direncin terminalleri arasında uzun dirençli bir yol oluşması sağlanır. Belirgin özelliği eritilebilir direnç olmasıdır. Aşırı yüklenme durumunda alt tabaka çatlar ve açık devre meydana gelir. Bu da daha kötü fiziksel veya elektronik kazaların oluşmasını önler. Kalın film dirençler baskılı bir devre üzerinde çok az bir yer kaplarlar, fakat güç kapasiteleri oldukça fazladır. En yüksek ısı kapasitesi ise 150 C'dir.

Kalın film dirençler de küçük alt tabakaların üzerinde uygun gruplar halinde imal edilip, standart D12 tümleşik devreleri içerisine yerleştirilmişlerdir. Belirli direnç değerleri standart olup, sayısal örneklerle çevirici devrelerde tartan direnç olarak kullanılırlar. Başka bir uygulama alanı ise açık kollektörlü sayısal kapılar için devre elemanları olarak kullanılmalarıdır.

İnce film dirençler benzer metodlarla imal edilirler. Bunların farkı çok daha küçük boyutlarda yapılabilirlerdir. En fazla tümleşik devrelerde kullanılırlar. Bazı ince film-direnç devrelerini standart D12 tümleşik devre paketlerinde bulmak olasıdır ve bunlar sayısal devrelerde uygulama alanları bulur.

Film dirençleri temelde dört çeşittir.

- a- Karbon Film
- b- Metal Film
- c- Metal Oksit Film
- d- Metal Kaplı (Sermet)

KARBON FİLM DİRENÇLER

Bu dirençler seramik çubuğun üzerinde çatlama veya eritme süreçlerinden geçerek yüksek ısıda hidrokarbonun ayrıştırılmasıyla yüzeyde ince bir karbon filmi oluşturularak yapılırlar. Bunlara bazen karbon çökün tülü direnç adı da verilir. Bazı tiplerde boron-karbon filmi kullanılır. Gaz içeren boron çatlama sürecinde tatbik edilir. Avantajı diğer sade karbon-film dirençlerine oranla daha büyük ısı katsayılarının olmasıdır. Bu tip dirençlerde de her iki uca metal çerçeveler geçirilerek buralara bağlantı uçları tutturulur. Bazı yapımcılar ise uçları metalize edip bağlantı uçlarını lehimlemektedirler. Bazen her iki teknik bir arada kullanılıp, güvenilirlik artırılır.

Bu dirençlerin korunması çeşitli yollarla gerçekleştirilir. Birkaç katı vernik vurulduktan sonra boyayla kaplama yapılır. Bazı modern tipleri silikon reçineyle kaplanarak, neme, ısıya ve mekanik arızalara karşı dayanıklılıkları diğerlerine kıyasla çok daha iyi bir hale getirilir. Seramik ve cam tüp içerisine yerleştirilmiş veya plastikle kaplanmış olan türler de mevcuttur. Sadece verniklenmiş olanlar neme ve mekanik arızalara karşı en kötü korunması olanlardır.

Karbon-film dirençlerinin karbon bileşimli dirençlere kıyasla çok düşük gerilim katsayıları vardır. Gerilim katsayıları 100 ppm/V gibi hesaba alınmayacak derecede küçüktür.

YAŞLANMA

Zamanla ve kullanıma göre dirençler sürekli olarak değer değiştirirler. Karbon bileşimli dirençler bu yönden en kötü olanıdır. Yaklaşık % 20 değer değiştirir-

ler. Bu yönden film ve tel-sarımlı dirençler çok daha iyidir. Karbon-film dirençlerinin % 1'den daha iyi kararlılıkları vardır, bunun için de çok özeller hariç birçok uygulamaya uygundur.

Yüksek frekansta gösterdiği özellikleri karbon film dirençlerinin avantajlarından bir tanesidir. Kaplamalı tipleri eşdeğerleri olan kalıplanmış veya kutu içine konmuş olanlara kıyasla daha iyidirler. Genel olarak frekans arttıkça direncin değeri de düşer. 1 K'm altındaki dirençler 500 MHz ve daha üstünde frekanslarda değerlerini korurlar. Daha yüksek değerdeki dirençler bile VHF bölgesine girene dek % 10'dan daha fazla bir düşüş göstermezler. Bu özellik tipik kaplamalı karbon-çöküntülü bir direnç için Şekil 6'da gösterilmektedir.

GÜRÜLTÜ

Karbon film dirençlerinde üretilen gürültü gerilime, filmin kalınlığına ve helezon yolun uzunluğuna bağlıdır. Dolayısıyla düşük değer de daha yüksek güç kapasitesi olan dirençlerde en az gürültü üretilir. 10 K'ya kadar olan değerlerde gürültü 0,08 ve 0,5 $\mu\text{V}/\text{V}$, 10 K ve 100 K arasında en düşük 0,2 $\mu\text{V}/\text{V}$ ve en fazla 1,0 $\mu\text{V}/\text{V}$ 'dir. 100 K'dan büyük değerlerde gürültü 0,5 MV/V 'dan 1,5 V/V 'a kadar değişebilir.

Karbon-film dirençleri 0,1 W'dan 2 W'a kadar, 10ohm ile 15 M arasında olabilirler. Çok özel durumlar için 100 M değerinde direnç de yapılabilir. Toleransları E 192 serisi için \pm % 0,5, E 96 serisi için \pm %, E 48 serisi için \pm % 2 ve E 24 serisi için \pm % 5'dir.

Karbon film dirençleri normal çalışma gerilimi eniri 2,5 katına kadar dayanabilirler. Yüksek değerli dirençlerde daha fazla arıza meydana gelmektedir. Helezon yoldaki bir gariplik veya filmin çok ince olması dirençte arıza meydana getirecek yeterli nedenlerdir. Uzun süre aşırı yüklenen bir direnç alev alarak yanabilir.

Karbon film dirençleri mükemmel kararlılığa sahip ve düşük maliyette olmaları, az gürültü üretmeleri, düşük ısı katsayıları ve iyi yüksek frekans özellikleri nedeniyle elektronik uygulamalarda geniş kullanım alanları bulurlar.

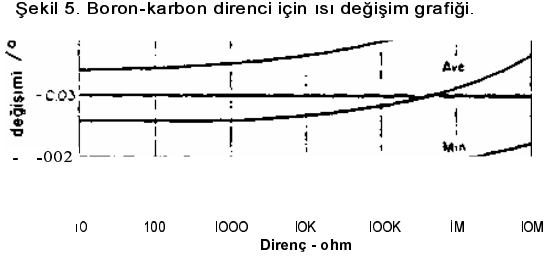
METAL FİLM DİRENÇLER

Bu dirençler görüntü ve ebat itibarıyla karbon çöküntülü dirençlere benzerler. Dirençli film seramik veya cam tabakanın üzerine boşlukta metal veya alaşım buharlaştırılarak dökülür. Daha sonra metal tabakanın üzerinde yoğunlaşarak sert bir film oluşturur. Nikel-Krom alaşımı en fazla kullanılan alaşımdır. Bazı üreti-

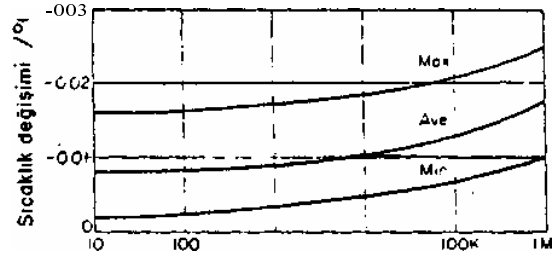
ciler film tabakayı kaplamak için kimyasal dökme süreçle nikel alaşımı kullanırlar. Paketleme ve koruma işlemleri karbon film dirençlerindeki benzerdir.

Metal film dirençlerin ısı katsayıları bazı özel tel sarımlı ılar dışında diğer dirençlerden çok daha iyidir. Isı katsayıları genelde $\pm 100 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ olmasına rağmen $\pm 20 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ gibi düşük katsayılarla yapılabilir. Bu dirençlerin yapıları geniş bir alanda denetlenebilir. Isı katsayılı direnç gereksinimi karşılar niteliktedir.

IK * IOK
Direnç-ohm



Şekil 4. Karbon çöküntülü dirençlerde ısı katsayısı dağılımı



Isı katsayısı bu türler için aşağıdaki tablodaki gibidir.

| | |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| 0 \pm 50(ppm/ $^\circ\text{C}$) | 0 + 50(ppm/ $^\circ\text{C}$) |
| 0 \pm 100(ppm/ $^\circ\text{C}$) | 0 + 100(ppm/ $^\circ\text{C}$) |
| 0 \pm 150(ppm/ $^\circ\text{C}$) | 0-50(ppm/ $^\circ\text{C}$) |
| 0 \pm 200(ppm/ $^\circ\text{C}$) | 0-100(ppm/ $^\circ\text{C}$) |

Sonuç olarak filmin kalınlığı ısı katsayılarını oluşturur. Bu kalın filmler için artıdır, yani azalan film kalınlığıyla ısı katsayısı azalır, bu durum ince filmlerde sıfırdan geçerek eksi değere döner.

Metal film dirençlerin gürültü seviyeleri (Noise level) çok düşüktür ve tipik olarak bu değer 0,015 $\mu\text{V}/\text{V}$ 'dir.

camsı emaye türü bir maddeyle kaplanırlar. Bazı çeşitleri ise tümüyle seramik koruyucuların içine yerleştirilmiştir ve seramiğin çıkan uçlarla bağlantıları sağlanır. Bu tipler genellikle alçak güçtedirler (20 VVatt'a kadar).

Bu tür dirençler için iki tür kaplama yöntemi vardır. Birinci çeşit kaplama prosil D-kaplama yöntemi diye adlandırılır. Kaplama maddesi silikon reçinesi ile bir takım artık maddelerin karışımından oluşur. (Tel elemanın oksitlenmesini önlemek için) ve yüksek ısılarda kullanılmak için yapılmışlardır. Isı kapasiteleri sınır yüklerinin beş katıdır. Diğer yalıtım maddesi ise Tropikal C-kaplama diye bilinen ve bir diğer silikon tjrri-nün karışımlarından oluşmuş maddedir. Tel elemanı çok etkili ve kötü çevre koşullarından korumak için kullanılır, (kısmen de nemden korumak için) Aynı dirençler için bile farklı kaplamalardan dolayı güç sınırlamaları farklıdır. Tropikal C-türü kaplamalarda dirençlerin güç sınırlamaları aynı direncin prosil D-kaplamalar ma göre yarıdır.

Tel sarımlı dirençler değişik bağlantı türleri için giderek yaygınlaşmaktadır. Bu türlere örnekler ise küçük boyutlular, düşük güçlüler, değişik tipler (kısmen ya da tamamen kaplanmış olan türleri, radyal ya da eksensel çıkışlı olanlar) biçiminde verilebilir. Yüksek güçlü olanlarda ise iki uca yüzük geçirilmiş olabilir. Ve büyük kısaçların içine yerleştirilebilirler. Ya da büyük çıkış kulpları olabilir, bunlar Edison vidası ya da, havada duran bacaklar biçimindedirler.

Direnç elemanı genelde nikel-krom karışımı tellerden oluşur. Hassas tel-sarımlı dirençler çoğunlukla Eureka telinden sarılırlar.

Çok yüksek güçlü ya da çok düşük direnç değerinde olan tipler bazan tel yerine düz şerit metalden elemanlar kullanılarak yapılır. Çoğunlukla da sarım uçları dirençten ısı yayımını sağlamak için makara uçlarına bağlanır.

Tel sarımlı dirençlerde Watt sınırlamaları 250 W'tan 1 kW'a kadar olup, 1 kVV'lıklar özel amaçlar içindir.

Lehimi
uç
x

Direnç
arımı D ap ama

8 K

Üç temel yapım biçimleri vardır; Silindirik, düz ve seramik kılıflı tipler. İlk iki çeşidin ayarlanabilir tipleri de mevcuttur. Bu türdeki dirençlerde çıkış ucu elemanın üzerinde hareket edip direncin değişkenliğini sağlar.

ISI

Tel-sarım dirençler çok iyi ısı karakteristiğine sahiptirler. 5 ppm/°C kadar düşük olabileceği gibi yaygın olarak kullanılanların da 200 ppm/°C'den daha düşüktür.

Bu tür dirençler oldukça iyi kararlılık gösterirler. Genel olarak % 2'den daha iyi, hassas tiplerinde ise % 0,05'den daha iyi. Yaygın olarak kullanılanlarında tolerans \pm %5 ve \pm %10 (yapım türüne bağlı olarak). Hassas olanlarında ise %1'e kadar düşer. Tel sarımlı dirençlerin gürültü seviyesi ve gerilim katsayısı ihmal edilebilecek kadar düşüktür. Yapım biçimlerinden dolayı bu dirençler endüktiftir. Ve genel olarak düşük frekanslarda kullanılırlar. Bu doğal yapılarından gelen endüktanslar özel sarma yöntemleriyle azaltılabilir. Nadir olarak hassas dirençlerde uygulanan bir yöntemdir. Fakat tel-sarım dirençlerin genel kullanım alanları DC ya da düşük frekans ve yüksek güç kullanılması gereken yerlerdir. Buralarda sorun yaratmadan kullanılabilirler.

YERLEŞTİRİLMELERİ VE ÇEVRESİNDEKİLERE ETKİSİ

Tel sarımlı dirençlerin yerleştirilmesi yapılırken bu dirençlerin yüksek çalışma ısısındaki etkileri gözönünde bulundurulmalı ve çevresine konulan elemanlar dikkate alınmalıdır. Silindirik tiplerin ise ortalarında bir boşluk göbek vardır ve ısı yayımını bu bölgeden yaparlar. Bu türlerin (silindirik tel-sarımlıların) yerleştirilmesinde dikey konumları çalışma ısılarının düşürülmesi açısından yararlıdır. Düz türlerin yerleştirilmesinde ise kenarlarına takılmış yaprak uçların yüzeye iyi oturtulmaları önerilir. (Bu kısımlar yüzeye yerleştirilmek ve ısıya yaymak için civata biçimlidir).

Düz türler ister dikey, ister yatay, ister tek başına, ister küme halinde kullanılabilmek için tasarlanmışlardır. Bu tür direnç özellikle yüksek güç ve sınırlı olana çok eleman yerleştirilmesi gerektiği zamanlarda kullanılmak için uygundur.

Bu tiplerin yerleştirilmesinde şase, diğer elemanlarla arasındaki açıklık ve baskılı devre kartında en az kalınlıkları veya çapları kadar boşluk bırakmak direncin yeterli soğuması ve diğer elemanlara zarar vermesini önlemek için yararlı bir uyarıdır.

BOZULMALARI

Tel sarımlı dirençler nadiren bozulurlar. Bu aşağıda açıklanan nedenlerden dolayı olabilir. Yüksek değeri dirençlerde, direnç teli çok incedir. Önemsenmeyen hatalar direnç telinin üzerinde zayıf noktalar yaratabilir ve bu da telin kopmasına neden olabilir. Kaplı türlerde seramik makaraya emaya kaplama arasındaki ısıdan dolayı olan genişleme farkları kaplamada ya da makarada çatlaklara neden olarak nemin belli bir oranda içeriye girmesine ve direnç telinin bozulmasına sebep olabilir. Sabit DC yük konumunda tel emaye kabın kimyasal tepkimesinden dolayı çürüyebilir. Bu sorun nadiren oluşur.

Hassas tel-sarımlı dirençler özel makaralara Manganin tel sarılarak yapılırlar ve yalıtkanların içine konurlar ya da üzerleri yalıtkan kaplamayla örtülür. Bazen de üzerlerine Epoksi maddesiyle kalıp kaplama yapılır. Bazıları da hava geçirmeyecek biçimde seramik kapların içine konurlar. Bağlantılarında tel uçlarla ya da lehimleme uzantılarından yapılır. Hassas tel-sarımlı dirençler genellikle güç kaybına yol açmayacak şekilde yapılmışlardır. Yüksek güç tipleri de bulunmaktadır. Bunlar istenilen değerlerine çok yakındırlar ve sıkıştırılarak yapılmış alüminyum kutuların içine konur. Bu durum ısının azaltılmasına yardım eder ve hassas dirençlerde 200 W güç sınırına çıkmalarını sağlar.

SERMET DİRENÇLER (Seramik-Metal)

Bu tür dirençler ise 750° C ve 930° C arasında ısıtılarak metal ve cam parçacıklarının seramik bir çubuğun üzerine tutturulmasıyla yapılırlar. Bu biçim gerçekte bir tür kalın-direnç filmidir. Seramik yüzeyin ısıtılma-

sıyla elde edilen bu direnç elemanı nem, çevre, su, hava ve ısı koşullarıyla şok ve sarsılmaya karşı oldukça dayanıklıdır.

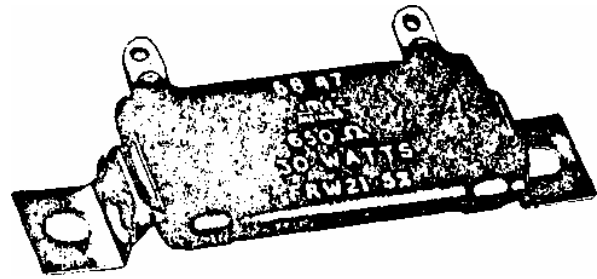
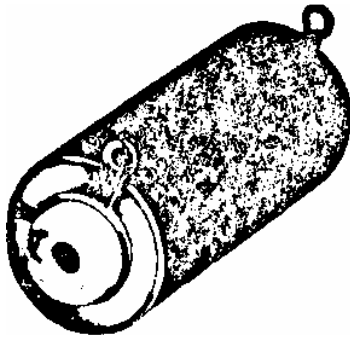
CERMET direnç ismidde ısınmış metal direnç maddesi ve seramik çubuğun ortak verdiği addan gelir (CERAMIC-METAL)

Sermet dirençlerinin yapımı genelde film dirençlerinininkiyle aynıdır; istenilen direnç değeri elemanı siperi şekilde kıvrılarak elde edilir. Yüksek ateşleme ısılarından dolayı bu dirençler aynı boyuttaki film dirençlerinden daha yüksek ısı ve yük değerlerine sahip olacak şekilde yapılırlar. Direnç elemanı çubuk ve uçlardaki metal çerçeveler arasında daha iyi ısı teması olduğundan elemandan çevreye ısı iletimi yüksektir. Elemanın gövdesindeki ısı yükselmesi aynı ölçülerdeki başka dirençlerdekine kıyasla daha azdır. Bundan dolayıdır ki aynı değerlere ve ölçülere sahip diğer dirençlere oranla daha küçük boyutlarda olurlar.

Cermet dirençlerinin ısı katsayıları metal-film ve metal-okisit dirençlerinininkiyle karşılaştırabilir niteliktedir. Genelde bu katsayı ± 100 ppm/° C dir. Bazı tipleri ± 50 ppm/°C ve ± 25 ppm/°C gibi düşük değerler gösterebilirler. Bu özellik direnç değerine çok az bir bağımlılık gösterir.

Bu dirençlerin gürültü seviyeleri diğerlerine oranla daha yüksektir. 0,4 μ V/V ile 1,0 μ V/V arasında değerler gösterir ki bu da diğerlerinden daha kötü bir durum göstermesine karşın karbon bileşimli dirençlerden yine de daha iyidir. Zaten yukarıda belirtilen seviyedeki gürültü nadiren problem yaratır.

Gerilim katsayıları genellikle 100 ppm/V dan daha iyi olup, birçok film direnciyle benzerlik gösterir. Bu katsayı birçok uygulamada hesaba katılmaz. Genellikle gerilim katsayısı karbon bileşimli dirençlerde hesaba girer.



e i 9 Tipi i in iri e üz yüzey i te- anımı irenç er

Yapıları diğer film dirençleriyle benzedik gösterdiğinden Sermet dirençlerinin frekans özellikleri de diğerlerinininkine benzer. 10 K'nın altındaki dirençler UHF bölgesinde çok az bir değer değişimine uğrarlar.

Sermet dirençlerinin gövde ısıları az olduğundan mükemmel kararlılıkları vardır. Genelde %0,5-1,0 dir. Genellikle \pm %2 ve \pm %5 toleransa sahip olup, özel işlemlerde \pm %1 toleranslı dirençlerde yapmak olasıdır.

Sermet dirençleri genelde 0,1 W ile 0,5 W arasında değişen güç değerlerinde yapılırlar. Yaygın olmasa da 5 W gücünde de imal edilir. Küçük boyutta ve daha yüksek güçlere sahip olmasından ötürü oldukça aranan direnç çeşitlerindedir. Nem ve ısı ölçen devrelerde kullanılırlar.

TERMİSTÖRLER (Kızgın İleticiler)

Termistörler yarı iletken maddelerden yapılmış dirençler olup, ısıya karşı hassas ve artı veya eksi olabilen kontrol edilebilir ısı katsayıları vardır. Artı katsayılılara PTC, eksi katsayılılara NTC termistörleri adı verilir.

Termistörler ısı ölçme ve denetiminde ısı kararlılığı sağlamada, akım dalgalanmaları yok etmede ve daha birçok uygulama alanlarında kullanılırlar.

Reaktif ve kutuplu olmadıklarından aç ve de devrelerde kullanılabilirler.

Direnç elemanı PTC ter mi sterlerinde baryum titanat, NTC termistörlerinde çeşitli metal oksitler içerirler. Uygulama amaçlarına göre direnç elemanına çeşitli şekiller verilebilir. Genellikle disk, çubuk, blok veya tüp şekillerine sokulurlar. Korumaları verniklenerek, cam veya metal tüplerin içine yerleştirilerek yapılır. Bazı tipleri hiç korunmadan kullanılırlar.

PTC termistörler iki belirgin özelliğe sahiptir. 'A' özelliği ısıya karşı direncin logaritmik değerlerinin doğrusal değişimini gösterir 'B' özelliği belli bir ısı değerini aşınca direnç değerindeki ani değişimi ve o ısı değerinin altında direncin ısıya karşı çok az bağımlı olduğunu gösterir.

Herbirinin ayrı ayrı özellikleri üretici firmalardan elde edilebilir.

NTC termi sterlerini geniş ısı aralıklarında ve birçok değerlerde bulmak mümkündür.

GERİLİME BAĞIMLI DİRENÇLER

Bu dirençlerin diğer bir adı da varistör (Variable-resistor) olup, bunlar yarı iletken maddelerden yapılırlar.

lar. Genelge gerilim dalgalanmalarını yok etmede ve gerilim kararlılığını sağlamada kullanılırlar.

Temelde çinko oksit ihtiva eden seramik malzemeden yapılırlar. Titanit seramiği veya silikon karpit de kullanılabilir. En çok bulunan tipi 2 NR varistörleri adı verilen çinko oksitli eğrisel dirençlerdir.

Varistörler genel özelliği Şekil 10'da verilmiştir. Çeşitli yollarla kaplanırlar. Varistörler rölelerde geri endükleme gerilimini bastırmak, düzeltici devrelerde redresörleri aşırı gerilimden korumak ve TV devrelerinde kullanılırlar.

Akım

Gerilim

Şekil 10. Varistör akım-gerilim grafiği.

DİRENÇ KODLARI

Dirençlerin değer ve tolerans gibi özellikleri üzerlerine üç değişik şekilde işaretlenebilir :

- 1- Sırayla konacak şekilde standard renk kodlarıyla (renkli şeritler, benekler gibi),
- 2- Belirlenmiş bir kavrama göre seçilen harfler ve numaralar içeren baskı kodlarıyla,
- 3- Direk olarak üzerlerine yazılmasıyla.

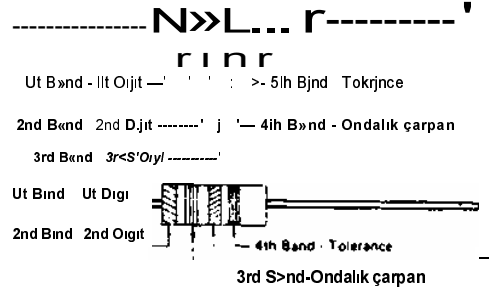
Bu metodlardan hangisinin kullanılacağı, direncin, çeşidine, fiziksel boyutlarına ve üretici firmanın tercihi-ne göre değişir. Güç dirençleri gibi (özellikle sargı telli) büyük parçaların değeri, toleransı ve güç oranı genellikle direk olarak üzerlerine yazılmaktadır. Düşük güç dirençlerinin (0.05 W -0.2W) kodlanmaları ise standard renk kodları ile yapılmaktadır. Bazı üreticiler, ürettikleri dirençlerde fiziksel boyutların elverdiği ölçüde baskı kodu şeklini kullanırlar. Bu dirençler genellikle 0.25 W-10 W arası güç oranına sahip radyal uçlu dirençlerdir. PTC, NTC termistörleri ve varistör gibi özel dirençlerde değer ve özellikleri belirten renk veya baskı kodu kullanılabilir.

Standard Renk Kodu

Dik uçlu ve film tipli dirençler bir dizi renkli bandlarla işaretlenmişlerdir. Bu renkler Şekil 11 gösterilen Standard renk kodlarına göre okunur. Standard E 24 (%S), E 12(%10) ve E6(%20) serisi elemanları üç veya dört band ile işaretlenir. E 6 serisinden 10 Ç/ un altında değer sahip olanların değerleri sadece iki band ile belirlenmiş olabilir. E48(%2) ve E96(%1) serisi dirençlerin ise değerleri beş band ile işaretlenmiştir.

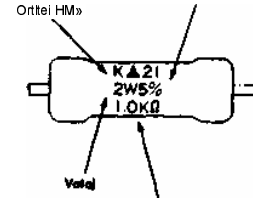
Bandlar elemanın bir ucundan diğerine doğru yerleştirilmişlerdir. Eğer direnç soldan bu uca doğru düzenlenmişse, bandlar soldan sağa doğru şu şekilde okunur : En soldaki ilk bandın rengi, elemanın değerinin ilk rakamını, ikinci bandın rengi, ikinci rakamı ve bu sırayla her renk, direnç değerinin rakamlarını sırayla belirtir. Eğer bandların direncin bir ucuna doğru olan düzenlenmesi pek açık olarak farkedilemiyorsa, en iyi yol önce toleransın banddaki yerini bularak o rengi ayarlamaktır. Tolerans bandı rengi olarak bugünlerde en çok kullanılan E12 serisinde gümüş, E 24 serisinde ise altın renkleridir.

Modern dirençlerin üzerlerindeki renkler direncin çeşidini belirlemek için de kullanılır. Karbon film dirençlerinin üzerlerindeki renk çok parlak açık kahverengi gibidir. Karbon bileşimli dirençlerin üzeri biraz daha koyu kahverengi ve metal film dirençlerde ise kahverengidir. Bu kahverengi renk, bileşimli dirençlerin renginden her yönüyle ayrılabilir niteliktedir. E48, E96, E192 serilerindeki gibi kararlılığı yüksek dirençler sarımsı pembe renkleri ile tespit edilirler. Bu renk direncin tüm yüzeyinde veya beşinci bandında olur.



Şekil 11. Standart direnç kodlaması.
Dim*

ek 11 zellikler e de er zerne kodl n i ol n d ren



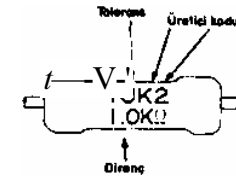
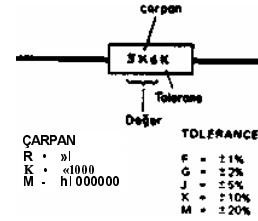
Tablo 1: Standart direnç kod renkleri

Basamak Değeri
Renk Çarpan

| | | |
|---|-----------------|---|
| 0 | 1 | |
| 1 | 10 | |
| 2 | 10 ² |) |
| 3 | 10 ³ | |
| 4 | 10 ⁴ | |
| 5 | 10 ⁵ | |
| 6 | 10 ⁶ | |
| 7 | 10 ⁷ | |
| 8 | 10 ⁸ | |
| | 10 ⁹ | |
| | 0,1 veya 0 -1 | |
| | 0,01 | |

Altın
Gümüş
Renksiz

Siyah
Kahverengi
Kırmızı
Turuncu
Sar
Yeşil
Mavi
Mor
Gri
Beyaz



Tolerans

±%
1
2

5
10
20

ekil 1
Drenajlar
zerindek
tikr k
kodlar

