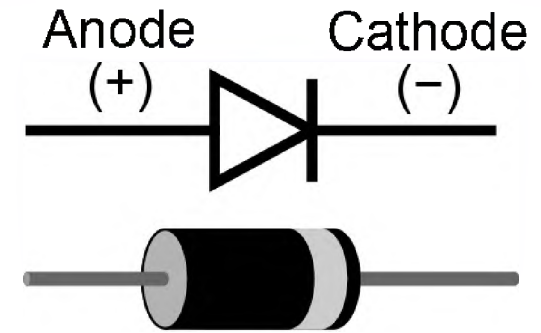


TEMEL YARI İLETKEN ELEMANLAR - DİYOT

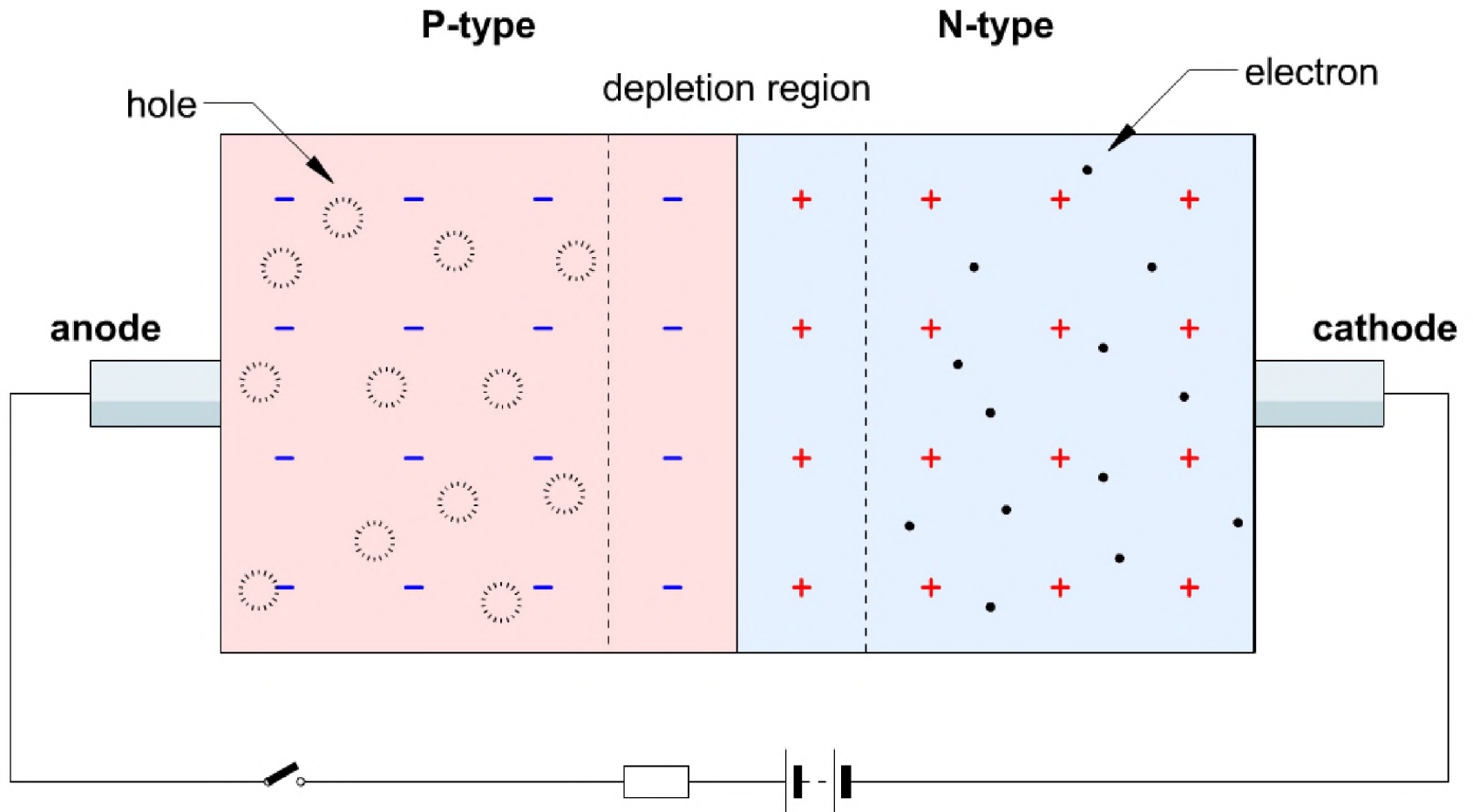
Mustafa NUMANOĞLU

Diyot

- Diyot, silisyum gibi bir yarı iletken maddenin P ve N tipi olarak elde edilmiş iki türünün birleşiminden oluşan iki uçlu bir devre elemanıdır. Pozitif elektriksel özellik gösteren kutbu Anot (P-maddesi), negatif elektriksel özellik gösteren kutbu katot (N-maddesi) olarak adlandırılır.
- Diyotlar genel olarak "D" harfi ile gösterilir.
- Anoda artı, katoda eksi uçlar bağlanarak gerilim verilirse diyot doğru polarize olur ve bir akım akmaya başlar. Ters yönde bağlanırsa (anot eksi, katot artı) bir akım geçişi olmaz. Buna ters polarizasyon adı verilir.

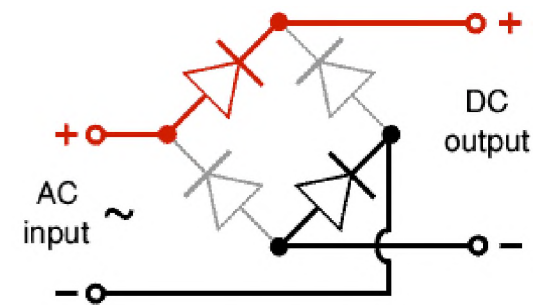
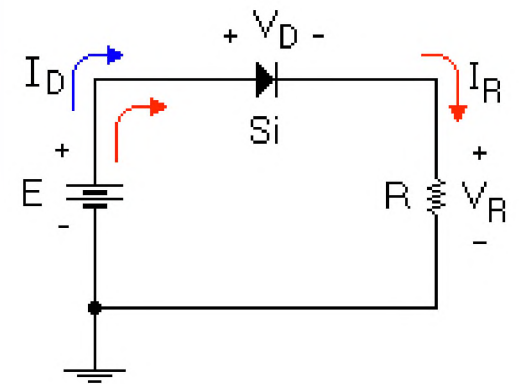


The PN Junction Diode Animation



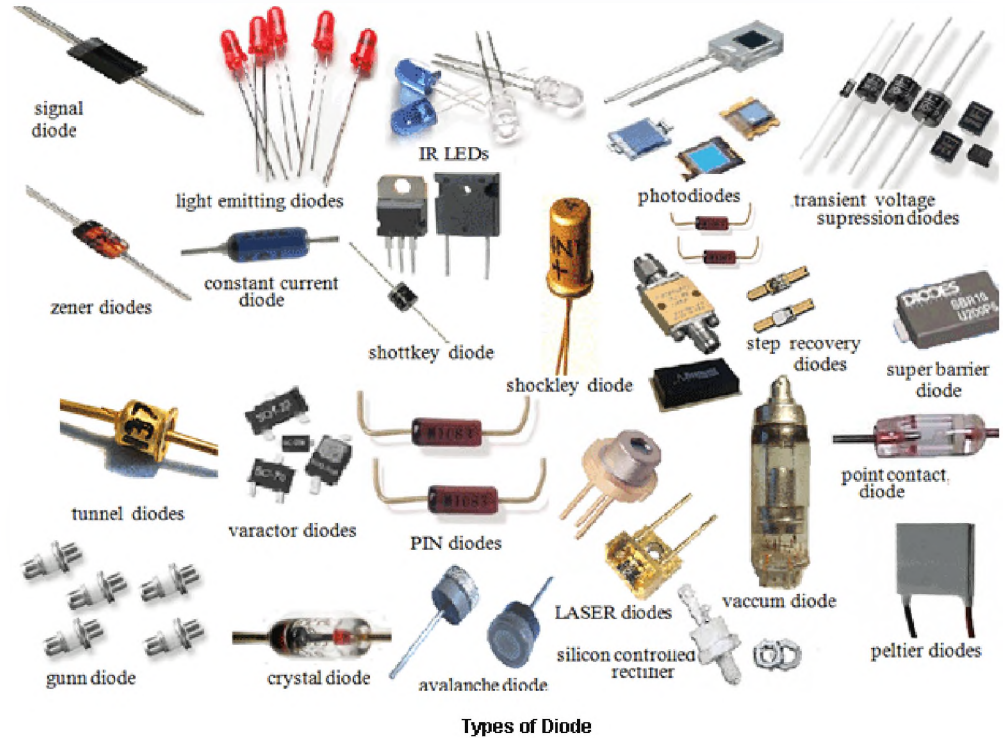
Diyot

- Diyotun en önemli elektriksel özelliği akımı tek yönde iletmesidir. Eğer anot-katot arası gerilim silisyum diyotlar için yaklaşık olarak $0,7V$ 'un üzerindeyse diyot anottan katoda doğru iletme geçer.
- Diyotlar germanyum ve silisyum tipi maddelerden yapılmıştır. Germanyum tipi diyotlar anahtarlama ve dedektör olarak kullanılır. İletime geçme gerilimleri $0,2-0,3 V$ arasındadır. Silisyum tipi diyotlar ise doğrulama devrelerinde (AC'yi DC'ye çevirmek için) kullanılır. İletime geçme gerilimleri $0,6-0,7 V$ arasındadır.



Diyot Çeşitleri

- Diyotun uygulamada çok değişik türleri bulunmaktadır. Amaca göre hangi diyotun kullanılması gerektiği iyi bilinmelidir.
- Normal (Kristal) diyotlar, zener diyotlar, foto diyotlar ve ışık yayan diyotlar en çok kullanılan diyot çeşitleridir.



Diyot Sembolleri



Normal Diyot



Zener Diyot

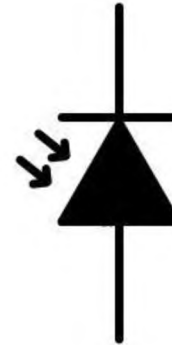


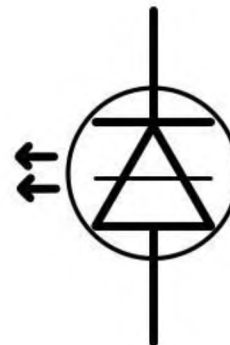
Foto Diyot



Led Diyot



Schottky Diyot



Lazer Diyot



Tünel Diyot

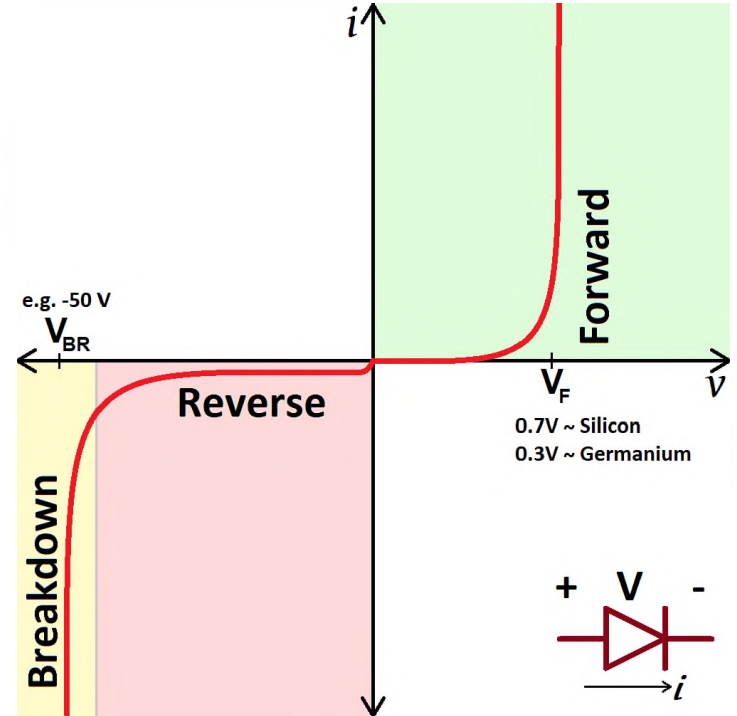
Diyot Çeşitleri

- **Kristal Diyotlar:** Kristal diyotlar çoğunlukla alternatif gerilimin doğrultulması gereken yerlerde ya da elektronik devrelerin kısa devreden korunması istenen yerlerde kullanılır. En çok kullanılan diyotlardır. Ebatları güçlerine göre değişir. Büyük ebatta yapılanlar büyük güçlüdür. Çok yüksek güçte yapılanların dış muhafazası metal olup soğutucu plakalara monte edilir.

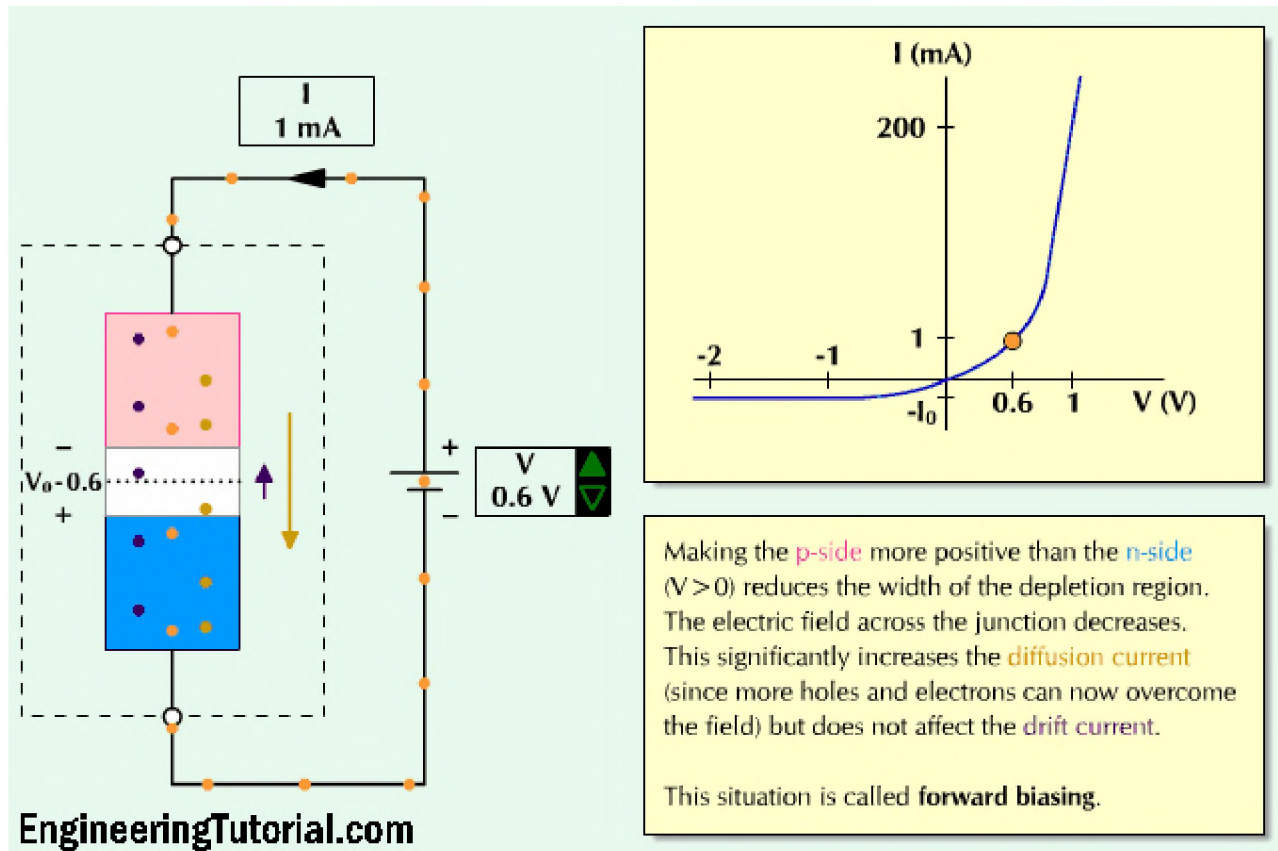


Diyot Çeşitleri

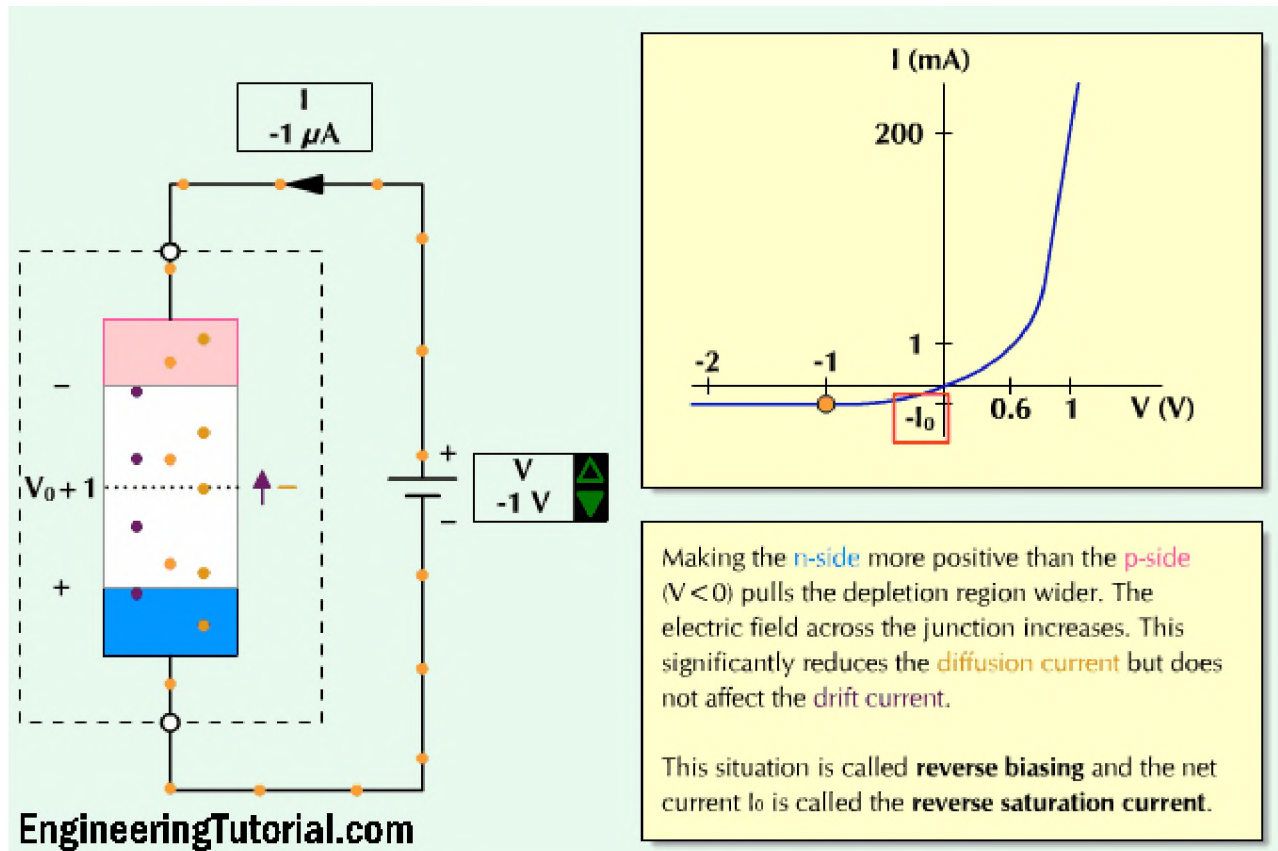
- Diyotun doğru ve ters yön akım-gerilim eğrisi gösterilmiştir. Grafikten görüldüğü gibi diyot üzerindeki gerilim 0,7 V dolayındayken diyot iletme geçmektedir.
- Diyot üzerine ters gerilim uygulandığında belli bir değere kadar direnç gösterecektir. Ancak gerilim çok yükseltirse diyot delinir ve içinden yüksek miktarda akım geçer. Bu noktaya diyotun ters kırılma gerilimi denir ve çığ bölgesi olarak adlandırılır.



Forward Bias Diode Working



Reverse Bias Diode Working

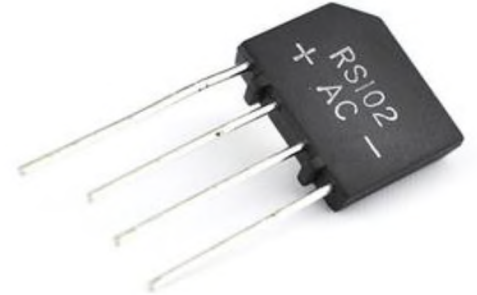


Making the **n-side** more positive than the **p-side** ($V < 0$) pulls the depletion region wider. The electric field across the junction increases. This significantly reduces the **diffusion current** but does not affect the **drift current**.

This situation is called **reverse biasing** and the net current I_0 is called the **reverse saturation current**.

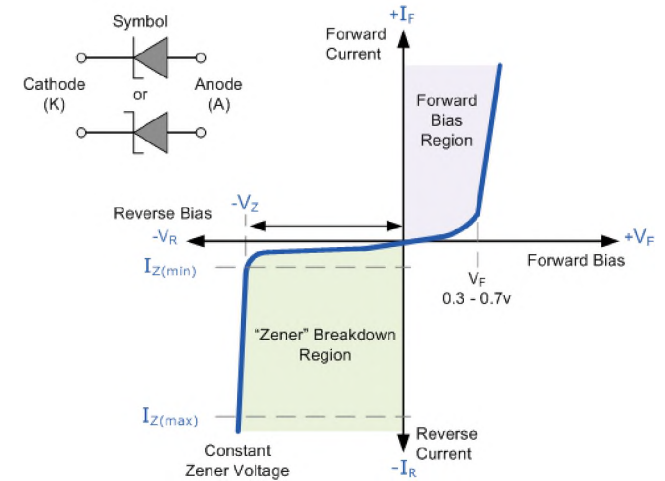
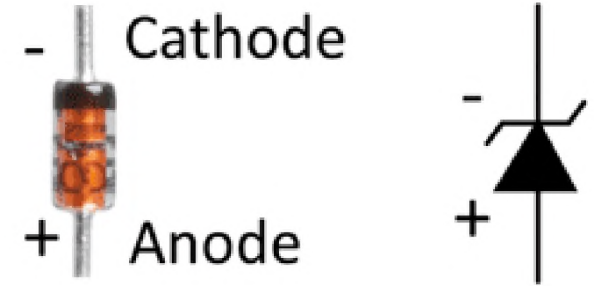
Diyot Çeşitleri

- Değişik çalışma gerilimi ve akımlarına sahip kristal diyotlar vardır. En sık kullanılanları 1N4xxx serisi diyotlardır.
- Kristal diyotların günümüzde çok farklı kılıf tiplerinde üretilen SMD türleri de bulunmaktadır.
- Ayrıca köprü diyot olarak adlandırılan ve 4 adet kristal diyotun bir paket halinde üretildiği dört bağlantı noktasına sahip diyotlar vardır. Çoğunlukla güç kaynaklarında ve dijital devreleri ters beslemeden korumak için kullanılırlar. Bu diyotların yüksek akımlı olanlarına güç diyotları denir.



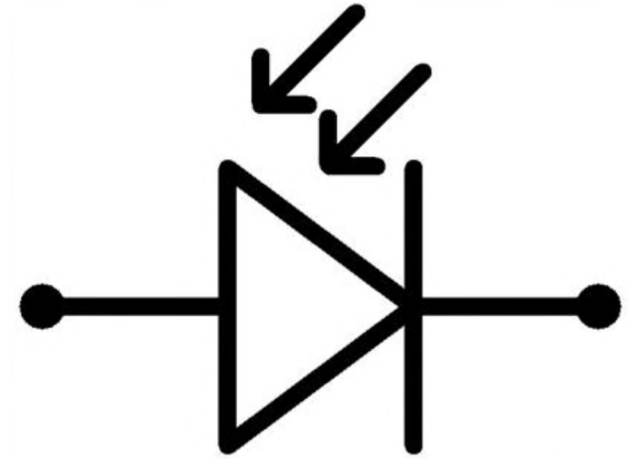
Diyot Çeşitleri - Zener Diyot

- **Zener Diyotlar:** Zener diyot, ters kırılma gerilimi tek yüzey birleşimli diyottan daha küçük olan bir diyot çeşididir. Bu özellikleri sayesinde genellikle ufak genlikli sabit referans voltajı elde edilmek istenen yerlerde kullanılırlar. Bu nedenle devreye ters bağlanırlar. Uçlarına uygulanan gerilim (V), değişse de zener gerilimi (V_Z) daima sabit kalır. Bunun için $V_{giriş} \geq V_Z$ olmalıdır. Aksi takdirde gerilim V_Z 'ye ulaşamazsa zener akım geçirmez.



Diyot Çeşitleri - Foto Diyot

- **Foto Diyotlar:** Işığa duyarlı olarak ilettime geçen diyotlardır. Foto sensörlerde, ışık ölçüm aygıtlarında, ışık dedektörlerinde, elektronik alarm düzeneklerinde, elektronik flaşlarda, optokuplörlerde yaygın olarak kullanılır. Bir optoelektronik devre elemanıdır. Fotodiyotlar devreye ters bağlanır, bu nedenle katot ucundan anot ucuna doğru elektrik akımı geçirirler. Üzerine düşen ışıkla beraber içinden geçmeye başlayan ters yöndeki sızıntı akımları yükselir. Bu akım kontrol amaçlı kullanılır.



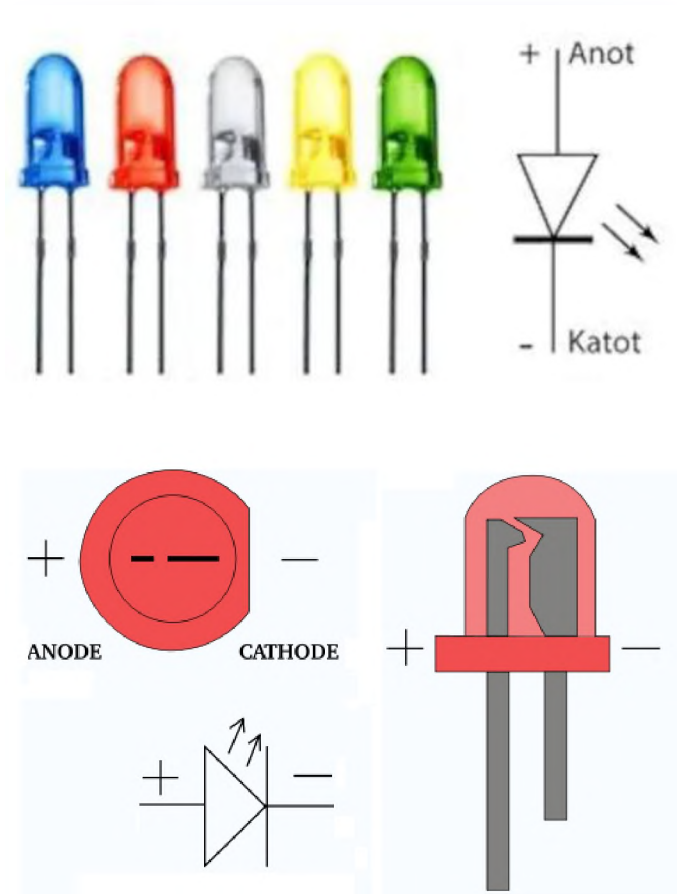
Diyot Çeşitleri - Işık Yayan Diyotlar

- **Işık Yayan Diyotlar:** Işık yayan diyotların çalışma ilkesi kristal diyotla aynıdır. P ve N maddelerinin birleşim yüzeyine elektrik gerilimiyle beraber ışık saçılmasını sağlayan katkı maddeleri eklenmiştir. Işık yayan diyotlar LED'ler ve enfraruj diyotlar olarak iki başlık altında incelenebilir.

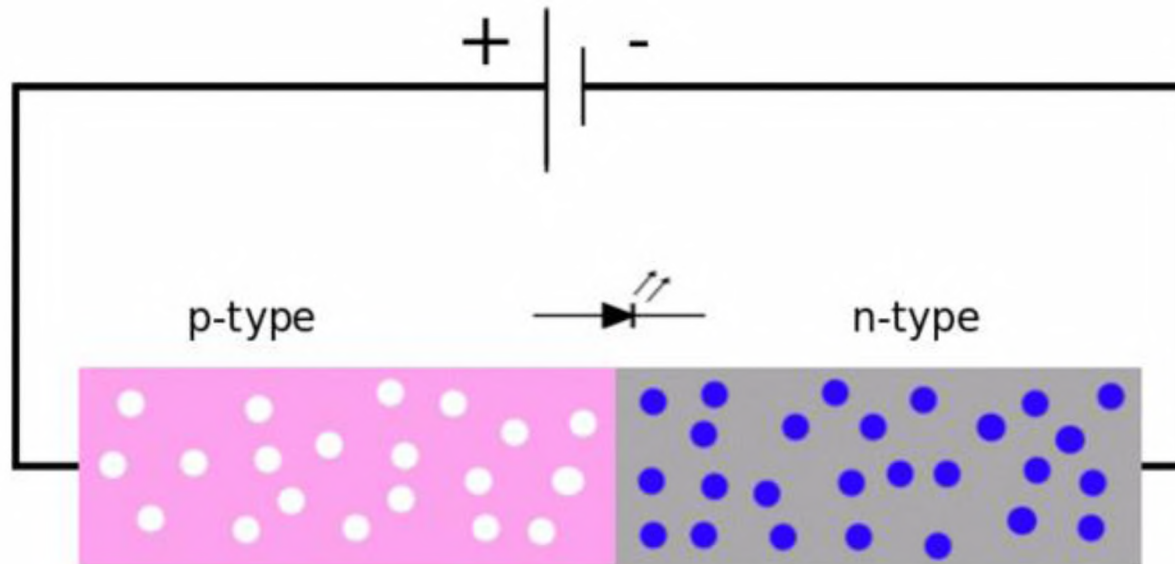


Diyot Çeşitleri - LED

- **LED'ler (Light Emitting Diode):** Işık yayan flamansız yarı iletken (diyot) lambalara LED (light emitting diode, ışık yayan diyod, solid state lamp) denir. Bu elemanlar çeşitli boyutlarda (1-1,9-2-2,1-3-5-10 mm vb.) üretilir. 2-20 mA gibi çok az bir akımla çalıştılarından ve sarsıntılara dayanıklı olduklarından her türlü elektronik devrede kullanılırlar.

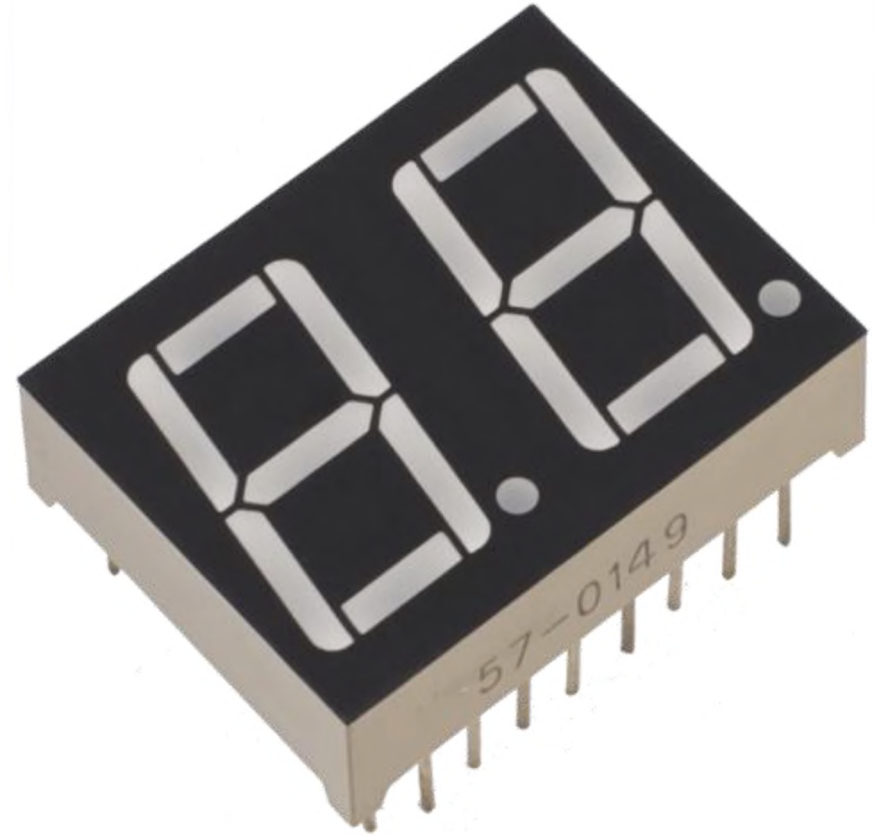


Diyot Çeşitleri - LED



Diyot Çeşitleri - LED

- LED'lerin yaydığı ışınların renkleri kırmızı, sarı, yeşil, turuncu, mavi, pembe vb.dir. Bunlardan kırmızı LED en yüksek verimli olan tiptir. Ayrıca LED'ler normal koşullarda yaklaşık 100.000 saat boyunca ışık verebilirler. LED diyotların yapısında kullanılan maddelere göre ortaya çıkan ışığın rengi de farklı olmaktadır.



Diyot Çeşitleri - LED

- **Kırmızı LED** en az **1,5 - 1,6** volt ile çalışırken **turuncu 1,7** volt, **sarı 1,8** volt, **yeşil 2,2 -2,4** voltta ışık yaymaya başlar. Yaklaşık 2,5 ile 4 volttan yüksek gerilimler LED'lerde bozucu etki yapar. LED'lerde uzun ayak anot, kısa bacak katottur. Yüksek DC gerilimlere bağlanacak LED'lere seri olarak ön direnç bağlanır. LED'e bağlanması gereken direncin değeri:
- $R_{seri} = (Besleme\ gerilimi - Led\ gerilimi) / Led\ akımı$
- (Pratikte LED akımı 10mA ile 20mA arasında bir değer seçilir.)



Diyot Çeşitleri - LED

- Üç renkli LED'lerde katot ucu ortak kullanılmak üzere toplam üç bacak bulunur. Bu tür LED'ler şekilde görüldüğü gibi yeşil ve kırmızı olmak üzere iki adet LED birleşiminden oluşsa da yeşil ve kırmızı bir arada kullanıldığında sarı renk de oluşacağından üç renkli LED olarak anılır.

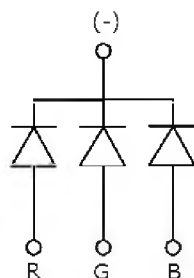
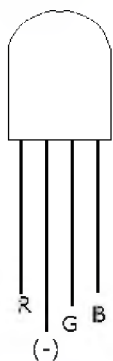


Diyot Çeşitleri

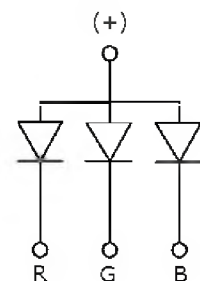
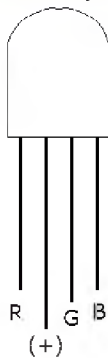
- RGB LED'ler, normal LED'lerden farklı olarak tek paket içerisinde 3 farklı renk (kırmızı, yeşil ve mavi) LED'i bir arada bulundurur. LED'lerde anot ve katot uçları bulunurken RGB LED'lerde ise LED'in üretim şekline göre anot veya katot bağlantıları ortak olarak bulunmaktadır.

- RGB LED

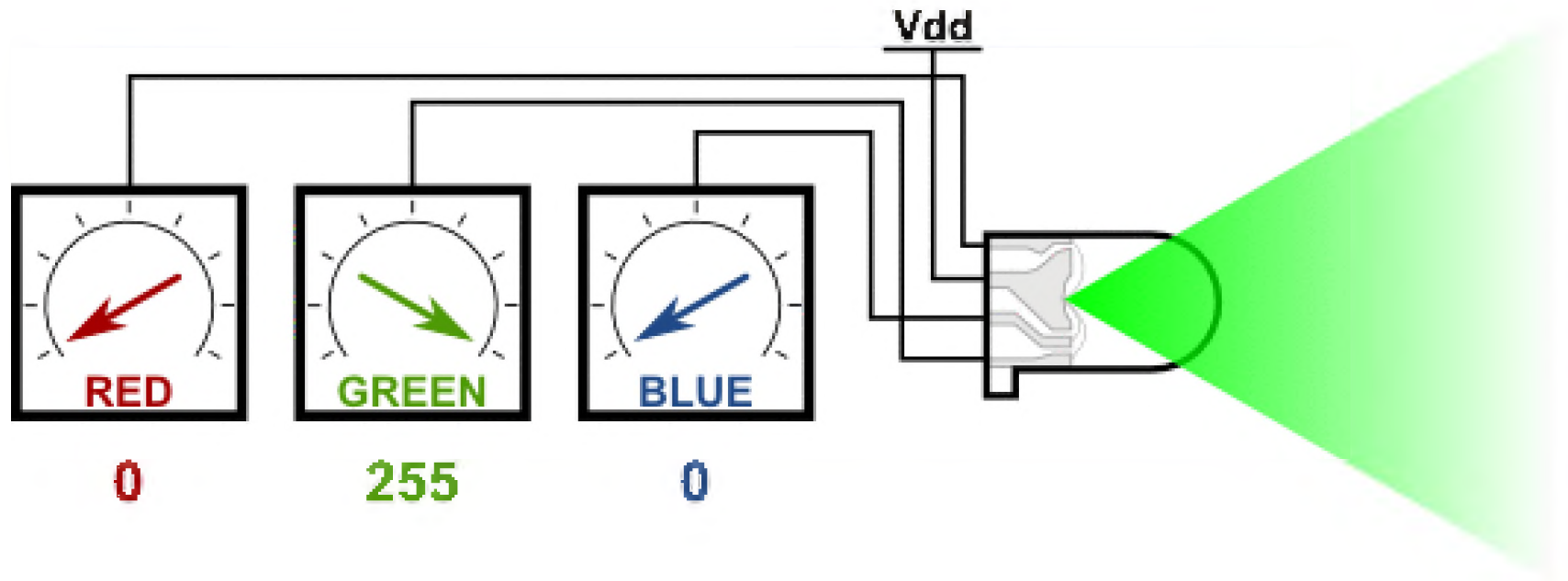
Ortak
Katot (-)



Ortak
Anot (+)



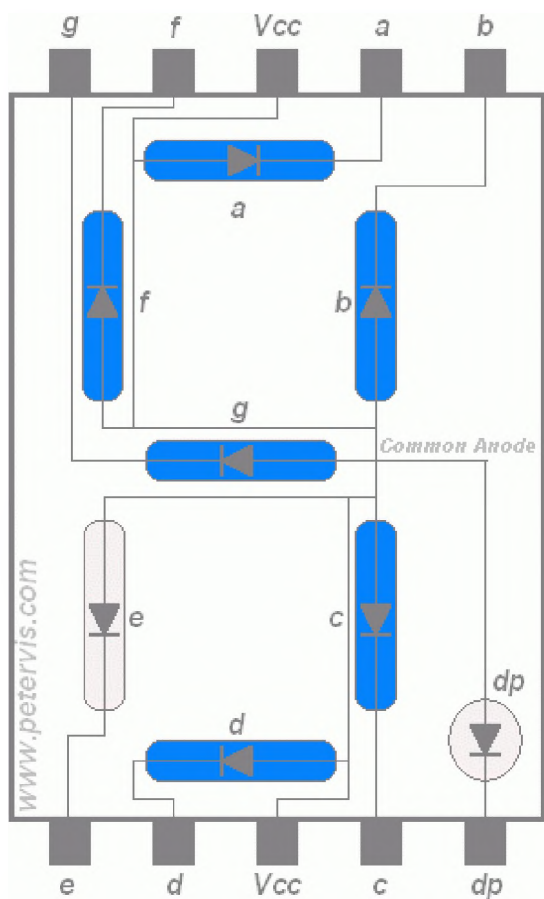
Diyot Çeşitleri - RGB LED



Diyot Çeşitleri -

- **LED'li Displeyler (Display, Rakam-Harf Göstergeler):** LED kullanılarak yapılan rakam, harf gösterici devre elemanlarına displey denir. Yaygın olan yedi parçalı LED göstergeler "anodu şase (ortak)" ve "katodu şase" olmak üzere iki tipte üretilirler.

– LED DISPLAY



Diyot Çeşitleri -

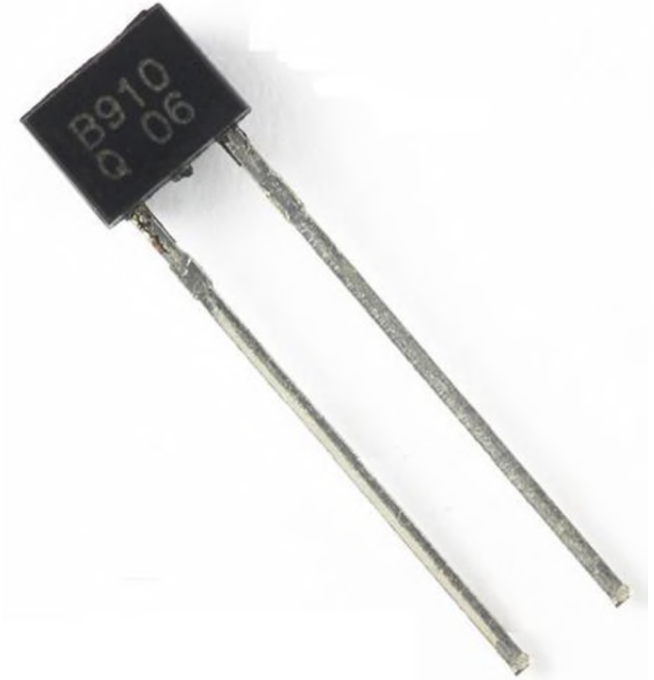
- **Enfraruj Diyotlar:** İnsan gözünün göremeyeceği frekansta ışık yayan diyottur. Çalışma ilkesi LED'le aynıdır. Dış görünüm olarak LED diyotlara benzeyen enfraruj diyotlar en çok, uzaktan kumandalı sistemlerin verici kısmında kızıl ötesi bilgi iletimi sağlamak amacıyla kullanılırlar.

- Enfraruj Diyot



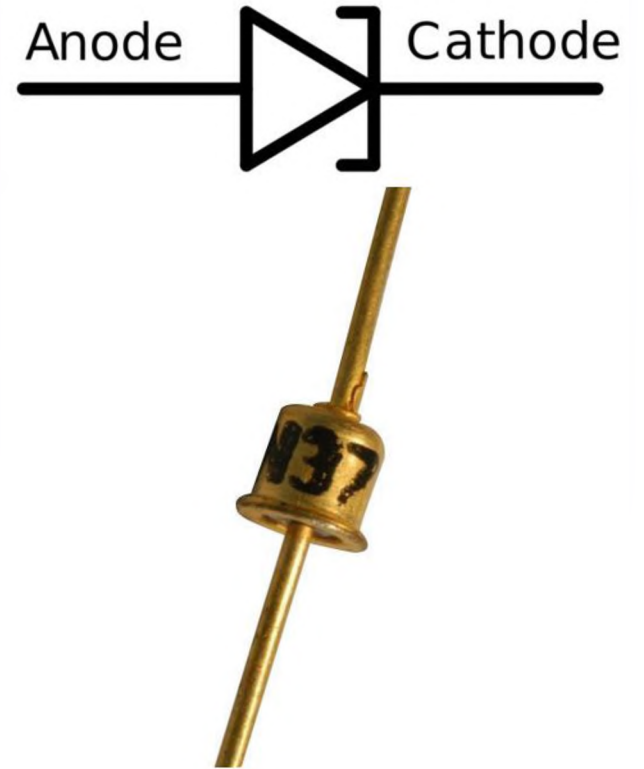
Diğer Diyot Çeşitleri

- **Kapasitif Diyotlar (Varikap, Varaktör):** Uçlarına uygulanan ters polariteli gerilime bağlı olarak kapasite değeri değişen elemanlara kapasitif diyot denir. Yarı iletkenlerde P-N birleşmesinde, geçiş bölgesi, ters polarite ile genişletilebilmekte ve bu sayede de diyotun kapasite değeri değişmektedir. Kapasitif diyotlar, tv, radyo vb. cihazların yayın (frekans) seçici (tuner) devrelerinde kullanılırlar.



Diğer Diyot Çeşitleri

- **Tünel (Tunnel, Tunel, Esaki) Diyotlar:** Doğru polarma altında çalışan, gerilime göre dirençleri değişen devre elemanlarıdır. Bu elemanlar küçük polarma gerilimlerinde iletken duruma geçebilirler. Ayrıca diğer diyotlardan daha iyi iletkenlerdir. Tünel diyotlar çok küçük güçlü olup, çoğunlukla, çalışma frekansı 10.000 MHz'e kadar olan osilatörlerde, yükselteçlerde ve hızlı anahtarlama devrelerinde (multivibratörler, gecikmeli osilatörler) vb. kullanılırlar.



Diğer Diyot Çeşitleri

- **Gunn (Gan) Diyotlar:**
Gunn diyotlar polarma gerilimi uygulandığında belli voltaj değerinden sonra sürekli olarak iletim ve kesime giderek kare dalgaya benzeyen sinyallerin oluşmasını sağlarlar. Daha çok osilatör devrelerinde kullanılırlar.



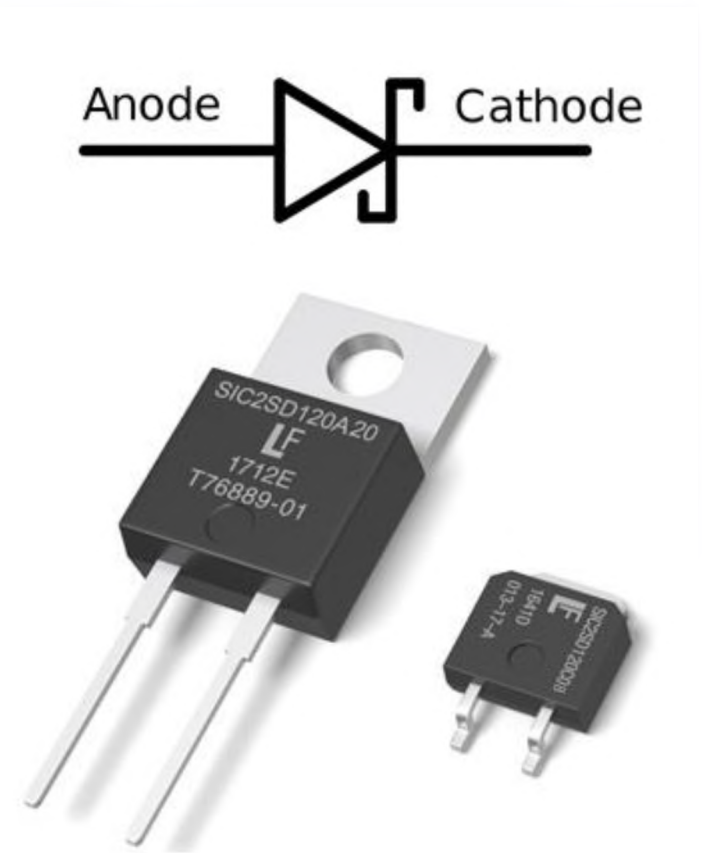
Diğer Diyot Çeşitleri

- **Impact (İmpatt, Avalanş, Çığ) Diyotlar:** Gunn diyotlara göre P ve N maddesindeki yabancı madde oranları fazladır. Ayrıca çalışma gerilimleri ve güçleri Gunn diyotlardan daha büyüktür. Çığ diyotlar silikon ve galyum arsenik kullanılarak üretilirler. Düşük gürültü ve hızlı tepki zamanı gerektiren yüksek frekanslı devrelerde kullanılırlar.



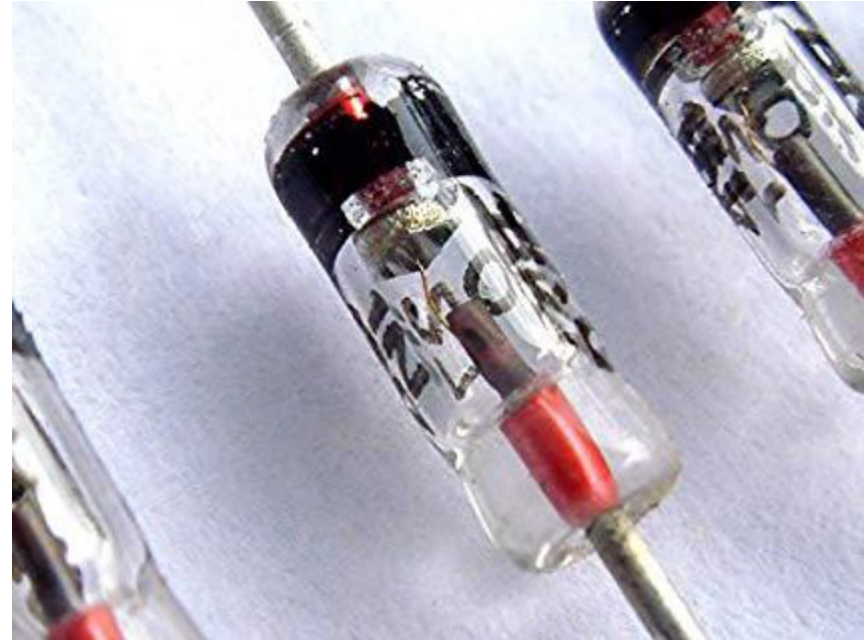
Diğer Diyot Çeşitleri

- **Schottky (Şotki, Baritt, Hot Carrier) Diyotlar:** Çok hızlı olarak iletim-kesim olabilen diyotlardır. Ayrıca bu elemanların iletme geçme gerilimleri çok düşüktür. Mikro dalga alıcıları, modülatörler, demodülatörler, dedektör devreleri vb. yerlerde kullanılırlar.



Diğer Diyot Çeşitleri

- **Nokta Temaslı (Kedi Bıyığı, Dedektör) Diyotlar:** Nokta kontaklı diyotların iki ucu arasında oluşan kapasite 1-2 pF gibi küçük bir değere düşürülebildiğinden bu elemanlar, yüksek frekanslı dedektör (seçme, ayırma) devrelerinde vb. kullanılırlar.



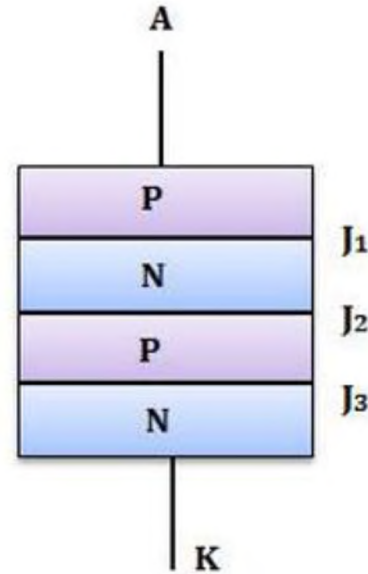
Diğer Diyot Çeşitleri

- **Yarı İletken Lazer (Laser) Diyotlar:** Lazer, çıkarılan ışığın yükseltme yoluyla canlandırılıp yayılması anlamına gelir. Bu yolla ışık ışınları ince ve yoğun bir ışık hüzmesi (demeti) haline getirilir. Yarı iletken lazerler, fiber optik kablolarla bilgi iletiminde, gece görme aygıtlarında, mesafe ölçmede, tıbbi aygıtlarda, barkod okuyucularda vb. kullanılırlar.



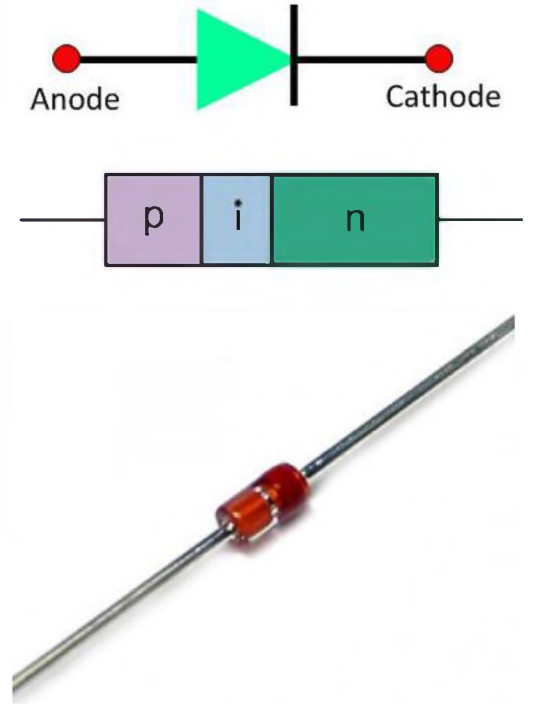
Diğer Diyot Çeşitleri

- **Shockley (Şokley, PNPN, Dört Tabaka, 4D) Diyotlar:** Başlangıçta ters polarmalı normal diyotlar gibi, tutma geriliminden sonra düz polarmalı normal diyotlar gibi çalışır. Bu iki çalışma noktası arasında gerilim düşerken akımın arttığı bir karakteristik gösterirler. İşte bu özellikleri nedeniyle, darbe jeneratörleri, hafıza devreleri vb. de kullanılırlar



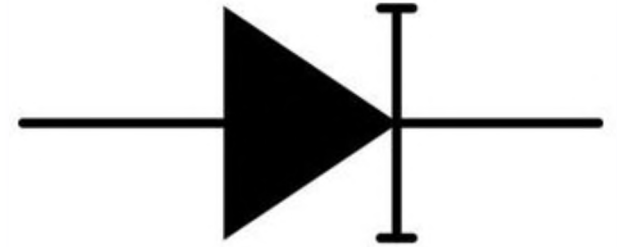
Diğer Diyot Çeşitleri

- **PIN (Pin, P-I-N, Pozitif-Has-Negatif) Diyotlar:** Katkı madde oranları yüksek P ve N tipi yarı iletken maddelerinden oluşan diyotun P-N eklemi arasına ince bir yalıtkan tabaka olan "I" parçası yerleştirilmiştir. Bu diyotlar doğru polarmada ayarlı bir direnç, ters polarmada ise sabit değerli bir kondansatör gibi çalışırlar. Pin diyotlar, alçak frekanslı (AF) ses sinyalleriyle, yüksek frekanslı (YF, HF) radyo sinyallerinin modülasyonunda (karıştırılmasında), doğru polarma gerilimi değiştirilerek elektronik zayıflatıcı olarak kullanılırlar.



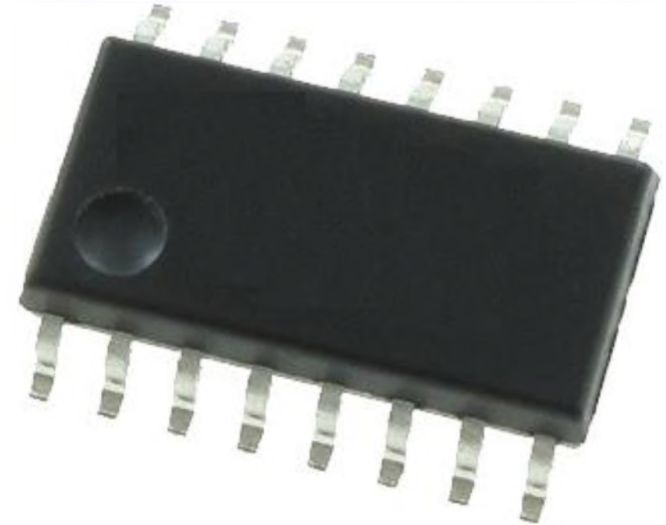
Diğer Diyot Çeşitleri

- **Sabit Akımlı Diyotlar:** Gerilimdeki değişmelere rağmen akımı sabit tutabilen diyotlardır. Örneğin 1N5305 kodlu diyota uygulanan gerilim 2 - 100 V arasında değişmesine rağmen geçen akım 2 mA olarak sabit kalır. Bu elemanlar akım regülasyonunu sağlamak için kullanılırlar.



Diğer Diyot eřitleri

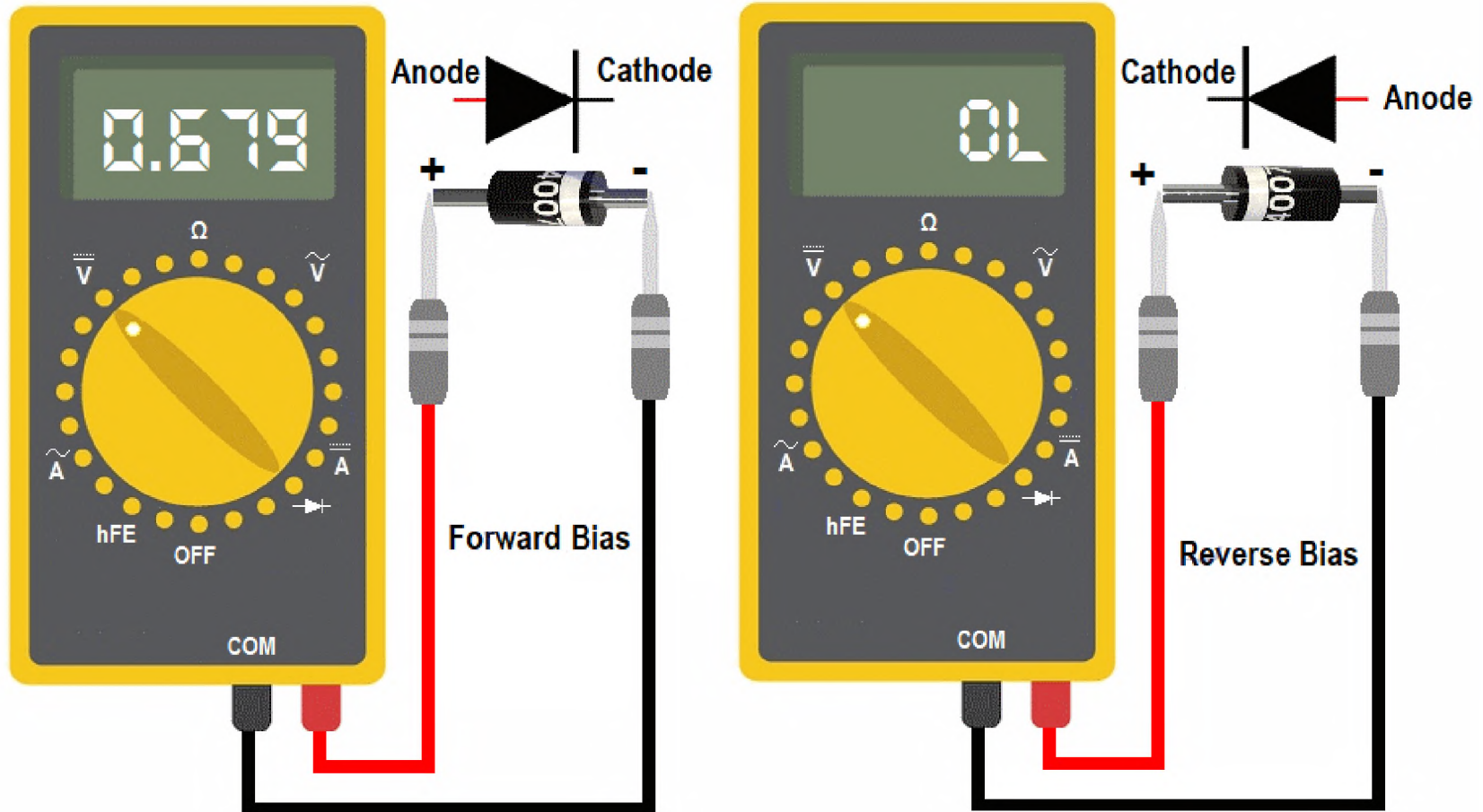
- **Entegre Tipi Diyotlar (Diyot Dizileri):** Karmaşık yapılı elektronik devrelerde diyotlar entegreye benzer şekilde bir gövde içinde toplanmış halde olabilmektedir.



Analog-Dijital Ölçü Aletiyle Diyotun Sağlık Kontrolü

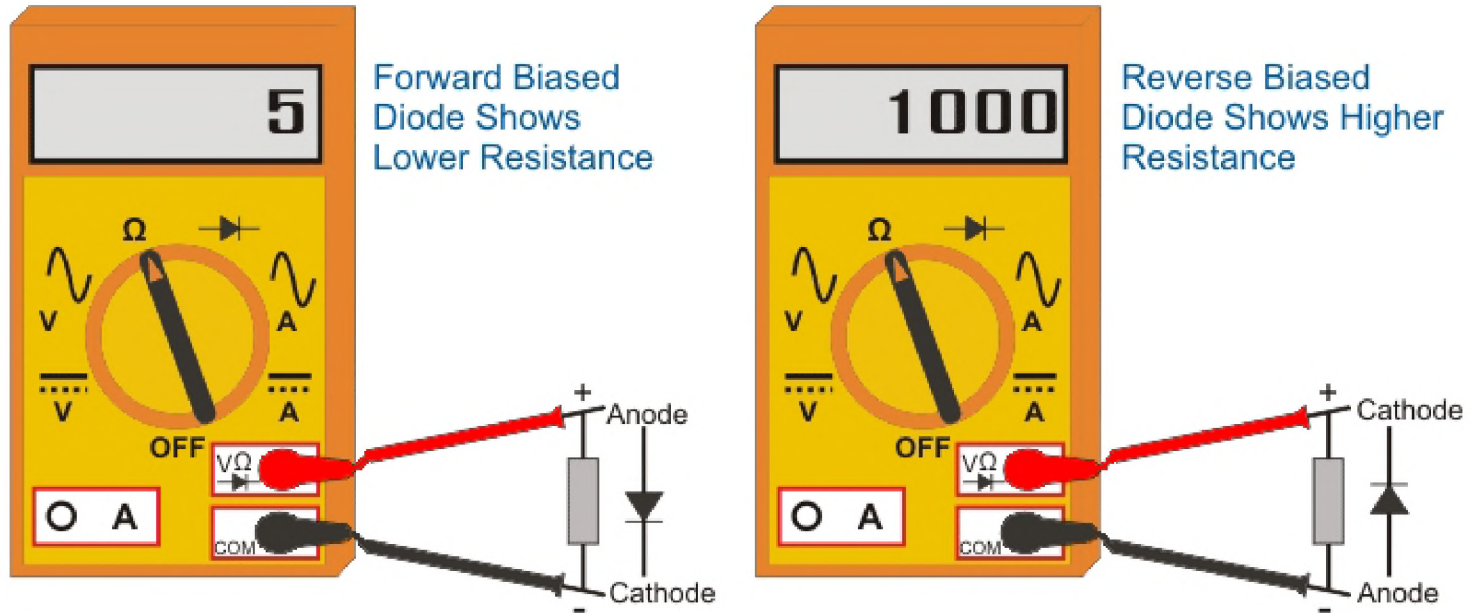
- Avometre yarı iletken ölçümleri kademesine alınır. Eğer analog avometre kullanılıyorsa ohm (Ω) kademesine alınır. Ölçü aletinin propları diyot uçlarına değdirilir. Ölçü aletinin değer gösterip göstermediğine bakılır. Uçlar yer değştirilir ve işlem tekrarlanır. İşlemlerin, sadece birinde ölçü aleti değer gösteriyorsa diyot sağlamdır.
- Değer gösterdiği durumda, dijital ölçü aletinin (+) probuna bağlı diyot ucu anot, (-) probuna bağlı uç katottur. Analog ölçü aletinde diyot uçları proplara göre tam ters olarak isimlendirilir.
- Ölçü aletinde okunan değer diyodun eşik gerilimidir. Her iki durumda da değer gösteriyorsa (diyot kısa devre) veya göstermiyorsa (diyot açık devre) bozuktur. Sonuç olarak sağlam bir diyotun tek bir bağlantı yönünde ilettime geçtiği görülmelidir.

Analog-Dijital Ölçü Aletiyle Diyotun Sağlamlık Kontrolü



Analog-Dijital Ölçü Aletleriyle Diyotun Uçlarının Bulunması

- Diyotun sağlam olduğu anlaşıldıktan sonra anot-katot uçları bulunur. Dijital ölçü aletlerinde diyotun ilettime geçtiği anda kırmızı probun bağlı olduğu diyot ayağı anot, siyah probun bağlı olduğu ayaksa katottur.



İlgili Videolar

- <https://www.youtube.com/watch?v=bJxcXpBZvx4>
- <https://www.youtube.com/watch?v=ay9snxINAaU>