

Türkiye'nin en fazla
Akredite
edilmiş programlarına sahip
Üniversitesi
54 Akredite
Olan Program

Gelişime Açık Olan...

İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ

www.gelisim.edu.tr

www.gelisim.edu.tr

İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ

İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
UYGULAMALI BİLİMLER FAKÜLTESİ
HAVACILIK ELEKTRİK VE ELEKTRONİĞİ BÖLÜMÜ

TEMEL ELEKTRONİK I
HEE 105

DOÇ. DR. İNDRİT MYDERRİZİ

SUNU-2

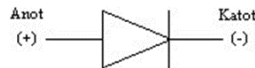
ÖZET

➤ Diyotlar

- Diyotlar: Semboller – Karakteristikler – Özellikler
- PN Jonksiyonu (Birleşimi)
 - Polarmasız PN Jonksiyonu
 - PN Jonksiyonun İletimi – Doğru (İleri Yönde) Polarma
 - PN Jonksiyonun Yalıtkanlığı – Ters (Geri Yönde) Polarma
- Yarıiletken Diyot
- Diyot I-V Karakteristiği
- Diyot Testi

1

Diyotlar, yalnızca bir yönde akım geçiren devre elemanıdır. Diğer bir deyimle, bir yöndeki dirençleri ihmal edilebilecek kadar küçük, öbür yöndeki dirençleri ise çok büyük olan elemanlardır. Direncin küçük olduğu yöne "doğru yön", büyük olduğu yöne "ters yön" denir. Diyot sembolü, aşağıda görüldüğü gibi, akım geçiş yönünü gösteren bir ok şeklindedir.



Diyot genel sembolü

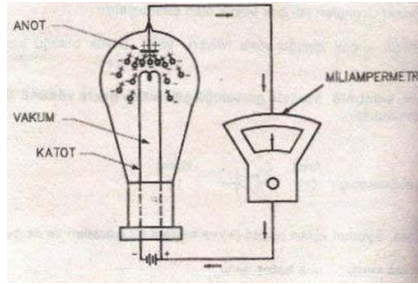
Ayrıca, diyotun uçları pozitif (+) ve negatif (-) işaretleri ile de belirlenir. "+" ucu anot, "-" uca katot denir. Diyotun anoduna, gerilim kaynağının pozitif (+) kutbu, katoduna kaynağın negatif (-) kutbu gelecek şekilde gerilim uygulandığında diyot ilettime geçer.

Diyotun kullanım alanları: Diyotlardan, elektrik alanında redresör (doğrultucu), elektronikte ise; doğrultucu, detektör, modülatör, limitör, anahtar olarak çeşitli amaçlar için yararlanılmaktadır.

2

Diyotlar başlıca üç ana gruba ayrılır:

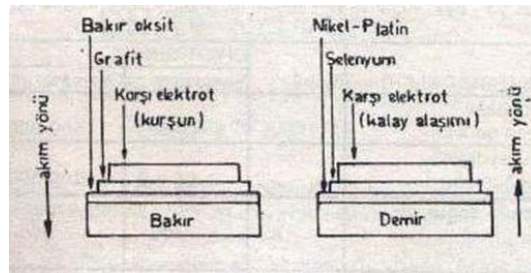
Lamba Diyotlar: Lamba diyotlar en yaygın biçimde redresör ve detektör olarak kullanılmıştır. Sıcak katotlu lamba, cıva buharlı ve tungar lambalar bu gruptandır. Şekilde sıcak katotlu lamba diyotun iç görünüşü ve çalışma şekli verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi flaman vasıtasıyla ısıtılan katottan fırlayan elektronlar anot tarafından çekilmekte ve devreden tek yönlü bir akım akışı sağlanmaktadır. Eskiden kalanların dışında bu tür diyotlar artık kullanılmamaktadır.



Lamba diyotun çalışma şekli

3

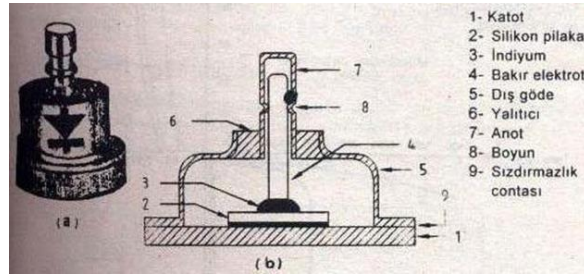
Metal Diyotlar: Bakır oksit (CuO) ve selenyumlu diyotlar bu gruba girmektedirler. Bakır oksitli diyotlar ölçü aletleri ve haberleşme devreleri gibi küçük gerilim ve küçük güçle çalışan devrelerde, selenyum diyotlar ise birkaç kilovat (kW)'a kadar çıkan güçlü devrelerde kullanılır. Şekilde metal diyotların kesiti gösterilmiştir.



Metal diyotların kesiti a) Bakır oksit b) Selenyum

4

Yarıiletken Diyotlar: Yarıiletken diyotları, P ve N tipi Germanyum veya Silisyum yarı iletken kristallerinin bazı işlemler uygulanarak bir araya getirilmesiyle elde edilen diyotlardır. Hem elektrikte hem de elektronikte kullanılmaktadır. Şekilde tipik bir örnek olarak kuvvetli akımda kullanılan bir Silisyum diyot verilmiştir.



Kuvvetli akımda kullanılan silisyum diyot

5

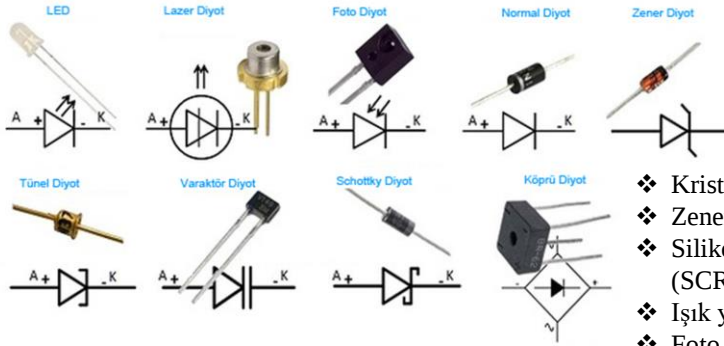
Metal ve yarıiletken diyotlarına ait bazı değerler

DİYOT KARAKTERİSTİKLERİ	Birimi	DİYOT CİNSİ		
		Selenyum	Germanyum	Silisyum
Ters yöndeki dayanma gerilimi	V	40 - 60	500 - 800	1500 - 4000
Aktif yüzeydeki akım yoğunluğu	A / cm ²	0.89 - 0.9	100 - 300	100 - 300
Maksimum doğru yön akımı	A	400	200	1000
Gerilim düşümü	V	0.6 - 1	0.6	1.2
Maksimum dayanma sıcaklığı	°C	80°C	65°C	140°C
Ters yön akımının doğru yön akımına oranı	IR / ID	0.1 - 0.03	0.0002	0.00001

6

Diyot Sembolleri

Günümüzde diyotlar, germanyum ve silisyumdan imal edilir. Yapılarındaki malzemeye göre germanyum ve silisyum diyotlar olarak iki sınıfa ayrılır. Kullanım alanına göre ise aşağıdaki gibi sınıflara ayrılır:

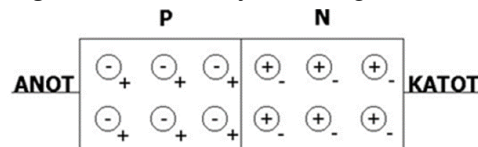


- ❖ Kristal diyot
- ❖ Zener diyot
- ❖ Silikon kontrollü doğrultucu (SCR, Tristörler)
- ❖ Işık yayan (LED) diyotlar
- ❖ Foto diyot
- ❖ Varikap diyot
- ❖ Tünel diyot
- ❖ Doğrultucu diyot
- ❖ Köprü diyotlar

7

Diyot Karakteristikleri ve Özellikleri

Yarıiletken Diyotların Temel Yapısı: Yarıiletken diyotları, PN yüzey birleşmeli (jonksiyon) diyotlar ve nokta temaslı diyotlar olmak üzere iki ana grupta toplanır. Yarıiletken diyotları, ilk olarak nokta temaslı kristal diyot halinde kullanıma girmiştir. Zamanla bunların yerini yüzey birleşmeli diyotlar almıştır. PN yüzey birleşmeli diyot diğer adıyla jonksiyon diyot, P ve N tipi kristallerin, özel yöntemler ile şekilde görüldüğü gibi, ardarda birleştirilmesi yoluyla elde edilir. Birleşme yüzeyine jonksiyon da denir. Jonksiyon diyot deyimi buradan gelmektedir. Jonksiyon kalınlığı 0.01 mm'dir.



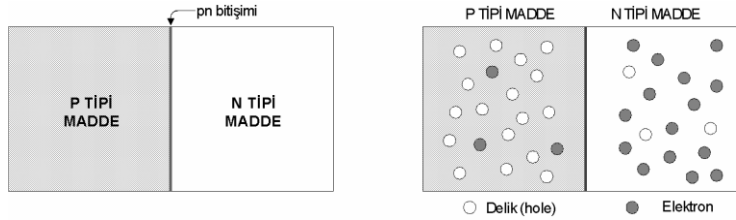
⊖ : Alıcı katkı maddesi atomları ⊕ : Verici katkı maddesi atomları
(+) : Pozitif elektrik yükleri (oyuklar) (-) : Serbest elektronlar

Jonksiyon birleşmeli diyot

Diyotun anot ve katot uçları: Diyotun P bölgesinden çıkarılan bağlantı ucuna ANOT ucu, N bölgesinden çıkarılan bağlantı ucuna da KATOT ucu denir. Anot "+" katot "-" ile gösterilir.

PN Jonksiyonu (Birleşimi)

PN Jonksiyonu (Birleşimi): Yarısay P-tipi, diğer yarısay N-tipi malzemeden oluşan iki bölümlü bir silisyum parçasından oluşmaktadır. Bu temel yapı biçimine “yarıiletken diyot” denir. N bölgesinde daha çok serbest elektron bulunur. Bunlar akım taşıyıcısı olarak görev yaparlar ve “çoğunluk akım taşıyıcısı” olarak adlandırılırlar. Bu bölgede ayrıca ısı etkisi ile oluşturulan birkaç delik de bulunur. Bunlara ise “azınlık akım taşıyıcıları” adı verilir.



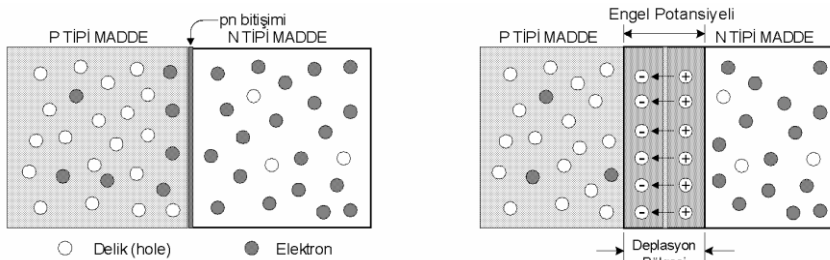
Basit bir PN yapısının oluşumu

P bölgesi ise çok sayıda delikler içerir. Bunlara “çoğunluk akım taşıyıcıları” denir. Bu bölgede ısı etkisi ile oluşan birkaç serbest elektron da bulunur. Bunlara ise “azınlık akım taşıyıcıları” denir.

9

Fakirleşmiş (Depletion) Bölge

P maddesinde elektron noksanlığı (delik), N maddesinde ise elektron fazlalığı vardır. Elektron ve deliklerin hareket yönleri birbirine zıttır. Birleşim olduğu anda N maddesindeki serbest elektronlar, P maddesinde fazla olan deliklerle birleşirler. Bu durumda P maddesi net bir (-) yük, N maddesi ise (+) yük kazanmış olur. Bu olay olurken P maddesi (-) yüke sahip olduğundan N maddesindeki elektronları iter. Aynı şekilde, N maddesi de (+) yüke sahip olduğundan P maddesindeki delikleri iter. Böylece P ve N maddesi arasında daha fazla elektron ve delik akmasını engellerler. Yük dağılımının belirtildiği şekilde oluşması sonucunda PN birleşiminin arasında taşıyıcı açısından fakirleşmiş ve gerilim engeli (bariyeri) oluşturan bir bölge oluşur. İletim dengesi sağlandığında fakirleşmiş bölge, PN birleşiminde iletim elektronu bulunmadığı noktaya kadar genişler.



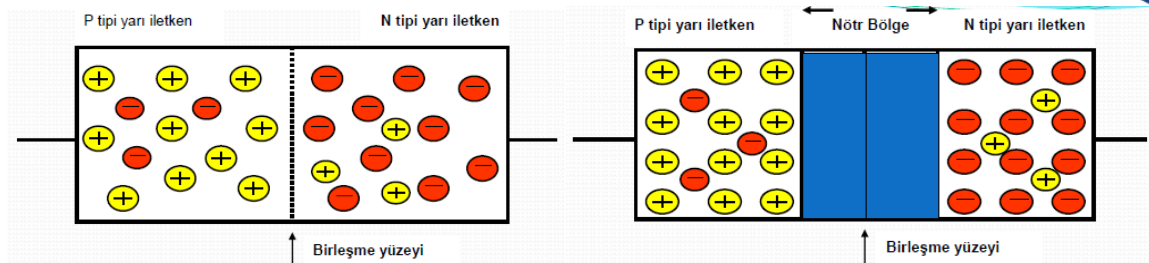
PN birleşiminin denge iletimi.

10

- Silisyum (Si) veya Germanyum (Ge) kristaline yeterli oranda katkılayıcılar eklenerek, P-tipi ve N-tipi malzemeler oluşturulmuştur. Bu malzemeler yalın halde elektriksel işlevleri yerine getiremezler. P ve N-tipi malzeme birarada kullanılırsa, bu birleşime PN jonksiyonu (birleşimi) denir.
- Şekilde PN birleşim bölgesinde pozitif ve negatif iyonlarla oluşturulan gerilim bariyeri görülmektedir. Oluşan bu gerilim bariyeri, 25° C’de silisyum için 0.7 V, germanyum için 0.3 V civarındadır. Bu gerilime “diyot öngerilimi” denir. Diyot öngerilimi ısıdan etkilenir. Örneğin sıcaklık miktarındaki her 1° C’lik artış, diyot öngeriliminin yaklaşık 2.3 mV azalmasına neden olur.
- PN jonksiyonuna dışarıdan hiçbir şekilde enerji kaynağı uygulanmıyorsa, bu duruma polarmasız PN birleşimi (polarmasız diyot) denir. PN jonksiyonuna dışarıdan herhangi bir şekilde enerji kaynağı uygulanıyorsa, PN yapıya polarmalı PN birleşimi denir.
 - Polarmalı PN yapının iletken olma durumuna, doğru polarma
 - Polarmalı PN yapının yalıtkan olma durumuna, ters polarma

11

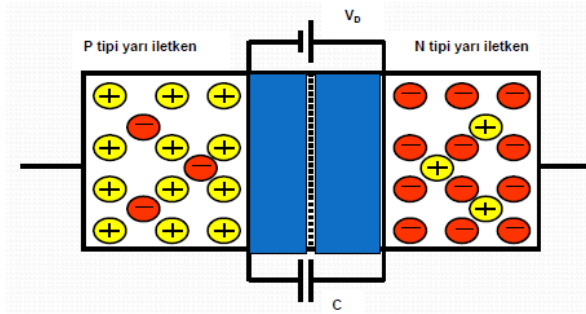
Polarmasız PN Jonksiyonu



- Bu bölge bir gerilim bariyeri (duvarı) gibi davranarak, elektron ve deliklerin karşı bölgelere geçmesini önlemektedir.
- Artık denge durumunda olan bağlantının uçlarından elektrik akımının (elektronların) geçebilmesi için elektriksel bir engel gerilimi, V_D oluşmuştur. Bu engel jonksiyonun arasında kalan fakirleşmiş (nötr) bölgedir.
- Bu gerilim değeri özellikle küçük işaret uygulamalarında çok önemlidir. Aynı zamanda ortası yalıtkan iki dış kenarı yarı iletken olan jonksiyon bir kapasite C olarak da davranmaktadır.

12

- Oluşturulan bu jonksiyon kapasitesi yüksek frekanslarda çalışan diyot, transistör gibi malzemeler için istenmez, fakat varikap diyot gibi kapasitesi gerilimle değişen diyotlar için özellikle istenir. Bu özellikleri sağlamak için yarıiletken üreticilerinin özel teknikleri bulunmaktadır.

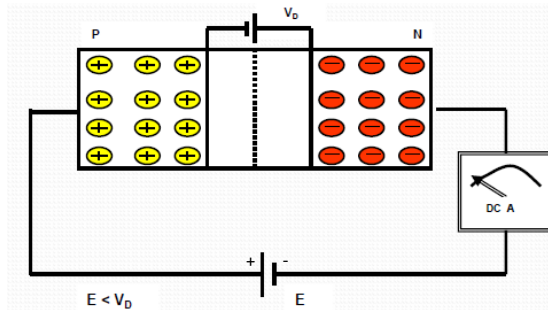


Fakirleşmiş bölgede gerilim bariyeri ve jonksiyon kapasitesi oluşumu

13

PN Jonksiyonun İletimi – Doğru (İleri Yönde) Polarma

- PN jonksiyonun P tarafına pozitif, N tarafına negatif gerilim uygularsak yapı ilettime geçer. Bu bağlantıya Doğru (İleri Yönde) Polarma denir.



Doğru polarlanmış PN birleşimi (Polarma gerilimi engel geriliminden daha küçüktür)

- PN birleşiminde meydana gelen gerilim bariyeri, Silisyumda 0.7 V, Germanyumda ise 0.3 V civarındadır. Polarma geriliminin potansiyeli bu değere ulaştığında, PN birleşiminde iletim başlar.

14

Doğru Polarmada Diyot İçerisindeki Gelişmeler:

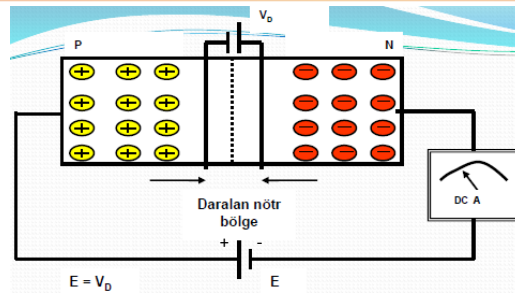
Doğru yönde polarılmış diyotta, N bölgesindeki serbest elektronlar, gerilim kaynağının negatif kutbu tarafından itilir, pozitif kutbu tarafından çekilir. Benzer şekilde, P bölgesi pozitif elektrik yükleri de kaynağın pozitif kutbu tarafından itilir, negatif kutbu tarafından çekilir. Bu sırada, pozitif elektrik yüklerinin tersi yönde hareket eden elektronlar da, P bölgesinden çıkarak kaynağın pozitif (+) kutbuna doğru akar. P bölgesinden kaynağa giden her elektrona karşılık, kaynağın negatif kutbundan çıkan bir elektron da N bölgesine gelir. Böylece devrede bir akım doğar.

Dış devredeki akım yönü: Herkes tarafından kabul edilen, elektron akışının tersi yönde, yani kaynağın pozitif kutbundan diyoda doğru ve oradan da kaynağın negatif kutbuna doğrudur. Kısacası; akım "+" dan, "-" ye doğru akar.

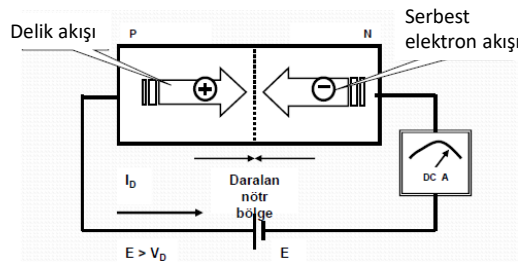
Diyottan geçirilebilecek akımın büyüklüğü: Bir diyottan geçirilebilecek olan akımın büyüklüğü diyot türüne ve yapısına göre değişir. Geçirilebilecek maksimum akım değeri diyot kataloglarında verilmiştir.

Eğer akımın büyük değerlere ulaşmasına izin verilirse, meydana gelen sıcaklık diyotun yapısını etkiler ve diyot bozulur.

15



Doğru polarlanmış PN birleşimi (Polarma gerilimi engel gerilimine eşittir)

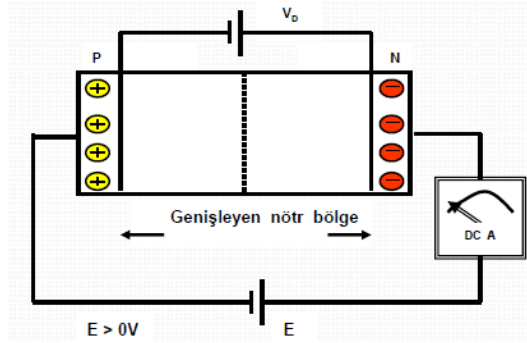


Doğru polarlanmış PN birleşimi (Polarma gerilimi engel geriliminden daha büyüktür)

16

PN Jonksiyonun Yalıtkanlığı – Ters (Geri Yönde) Polarma

- PN jonksiyonun P tarafına negatif, N tarafına pozitif gerilim uygularsak yapı yalıtkan gibi olur (akım akmaz). Bu bağlantıya Ters (Geri Yönde) Polarma denir.



Ters polarlanmış PN birleşimi

- Ters polarlamada yarıiletken içindeki azınlık taşıyıcılarından dolayı mikroamper seviyelerinde de olsa bir akım akar. Bu akıma *sızıntı akımı* (kaçak akım) denir. Azınlık taşıyıcıları sıcaklığın artması ile artacağı için PN jonksiyonunda sızıntı akımı, sıcaklığın artması ile artar.

17

Ters Polarma Halinde Diyot İçerisindeki Gelişmeler:

P bölgesindeki pozitif elektrik yükleri (oyuklar) kaynağın negatif kutbu tarafından, N bölgesindeki serbest elektronlar ise pozitif kutbu tarafından çekilecek ve jonksiyondan herhangi bir akım geçmeyecektir. Bu durumda, ortadaki boşluk bölgesi de büyümektedir.

Kaçak akım (leakage current): P ve N tipi yarıiletken kristalinin incelenmesi sırasında, P tipi kristalde, azınlık taşıyıcısı olarak bir miktar serbest elektronun bulunduğu, keza N tipi kristalde de bir miktar, aktif halde pozitif elektrik yükü (delik) bulunduğunu belirtmiştik. İşte ters polarma sırasında, bu azınlık taşıyıcıları etkinlik göstererek, diyot içerisinden ve dolayısıyla da devreden ters yönde çok küçük bir akım geçmesine neden olur. Bu akıma "Kaçak Akım" veya "Sızıntı Akımı" denir.

Kaçak akım ihmal edilebilecek kadar küçük olup normal çalışma şartlarında diyotun çalışmasını etkilememektedir. Ancak ısınmayla artma gösterir.

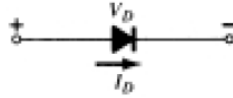
18

Yarıiletken Diyot

Diyot, tanım olarak elektrik akımını bir yönde geçiren, diğer yönde ise geçirmeyen bir elektronik yarıiletken devre elemanıdır. Diyot, PN birleşmesinden meydana gelir.



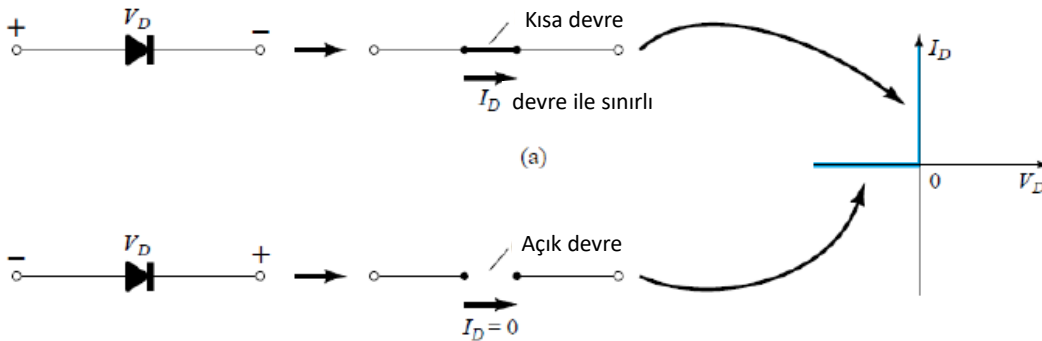
Diyot: Yarıiletken Yapısı, Sembolü ve Fiziksel Yapı



Diyot; akımı sadece tek bir yönde ileten elektronik malzemedir.

19

İdeal Diyot Davranışı



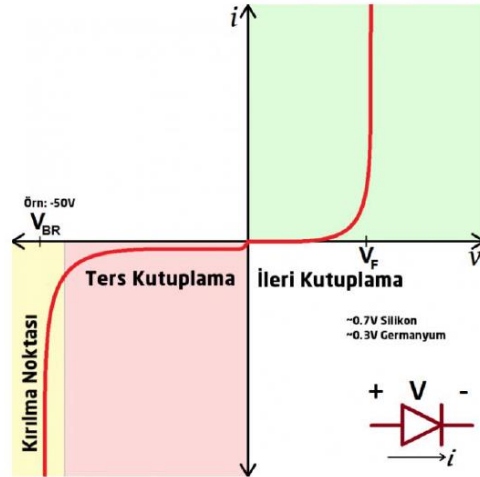
Devre akımı diyot ile aynı yönde ise diyot iletimde, ters yönde ise diyot kesimdedir.

20

Diyot I-V Karakteristiği

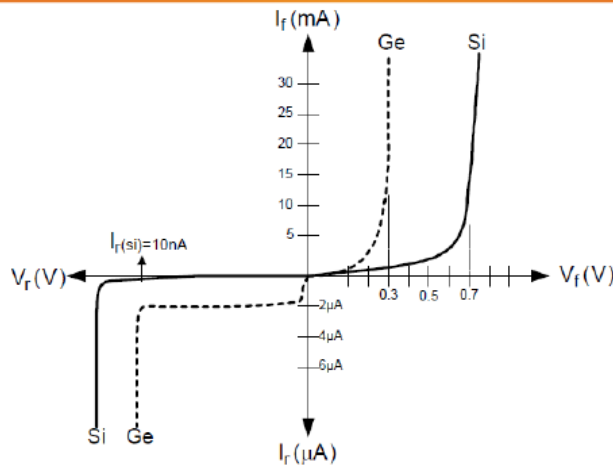
- ✓ Diyotun ileri kutuplama (polarma) bölgesinde çalışırken akım geçirmesi için V_F ile belirtilen eşik gerilimine ulaşması gereklidir. Genellikle bu değer silikon diyotlarda 0.7 V, germanyum diyotlarda ise 0.3 V civarındadır.
- ✓ Diyot ters kutuplama (polarma) bölgesinde V_{BR} ile belirtilen maksimum ters gerilimine kadar akım geçirmez. Bu değer aşıldığında ise diyot artık kırılma (belverme) bölgesindedir, yani diyot üzerinden ters yönde de akım geçişi olur.

Örnek verecek olursak, 1N4001 diyot için bu değer 50 V'tur.



Diyot I-V Karakteristiği

21



Si ve Ge Diyotların I-V Karakteristiği

Germanyum diyotların sızıntı akımı çok daha büyüktür. Bu nedenle günümüzde silisyum diyotlar özellikle tercih edilir. Germanyum diyotlar, ise öngerilimlerinin küçük olmaları nedeniyle (0.2-0.3 V) özellikle alçak güçlü yüksek frekans devrelerinde kırpıcı olarak kullanılmaktadırlar.

22

Diyotun Delinmesi

Ters akımın birden büyümesi halinde, diyotun delinmesi, bu andaki gerilime de delinme gerilimi denir. Delinme olayında, ters akımın birden büyümesinin nedenleri:

- Uygulanan büyük değerli ters gerilimin pozitif kutbu, N bölgesindeki serbest elektronları kuvvetle çekmekte, negatif kutbu da P bölgesindeki azınlık taşıyıcı durumundaki elektronları kuvvetle itmektedir.
- Büyük bir hareketlilik kazanan elektronlar, atomlara hızla çarparak, valans elektronlarının serbest hale geçmesine neden olur.
- Bu şekilde hem P, hem de N bölgesinde hızla çoğalan elektronlar kaynağın pozitif kutbunun çekme kuvvetine kapılarak, büyük oranda kaynağa doğru akar.
- Bu arada P - N bölgeleri arasındaki boşluk bölgesi kalkmış ve P bölgesinde de çok sayıda elektron oluşmuş bulunduğundan P - N ayrımı kalmaz. Diyot iletken bir madde haline dönüşür.
- Aşırı elektron hareketinden dolayı diyot ısınarak yanar.
- Ayrıca dış ortamın sıcak olması da olayı hızlandırmaktadır.

Bu nedenle, diyotlar çok sıcak ortamlarda kullanılmamalı veya soğutucu ile kullanılmalıdır. ²³
Germanyum diyotun maksimum çalışma sıcaklığı 90°C, Silisyum diyotu ise 175°C dir.

- Bir diyodun doğru polarma altında içerisinde akabilecek en büyük akımına, maksimum ileri yön akımı denir. Devreden akan akım, bu akım değerinden büyük olursa, diyot zarar görecektir.
- Ters polarma koşulu altında diyodun dayanabileceği V_{BR} gerilime, kırılma (belverme) gerilimi denir. Ters polarma koşulunda $V_{AK} > V_{BR}$ ise diyot zarar görür.
- Bir diyot doğru olarak polarlandığı zaman, içerisinde geçen akım artar veya azalırsa üzerine düşen gerilim, başka bir deyişle her zaman için $V_{AK} = V_A - V_K = 0.7 \text{ V}$ değerinde sabit kalır (Silisyum diyot için).

Diyot Testi

Diyot sağlamlık açısından, dijital veya analog bir multimetre yardımıyla basitçe test edilebilir.

- 1) Analog bir multimetre ile ölçme işlemi Ω konumunda yapılır. Sağlam bir diyotun ileri yön direnci minimum (birkaç Ω), ters yön direnci ise sonsuz bir değerdir (büyük direnç; birkaç $k\Omega$). Test işlemi sonucunda diyotun anot ve katod terminalleri de belirlenebilir.
- 2) Dijital multimetrenin “Diyot” konumunda yapılır. Multimetrenin gösterdiği değer diyot üzerindeki öngerilimdir. Bu gerilim; doğru polarmada silisyum diyotlarda 0.7 V civarındadır. Germanyum diyotlarda ise 0.3 V civarındadır. Ters polarmada her iki diyot tipinde multimetrenin pil gerilimi (örneğin 1.2 V) görülür. ²⁴

Bizi Dinlediğiniz İçin Teşekkür Ederiz.

🐦 f gelisimedu 📷 igugelisim

0212 422 70 00



www.gelisim.edu.tr