

DENEY.6

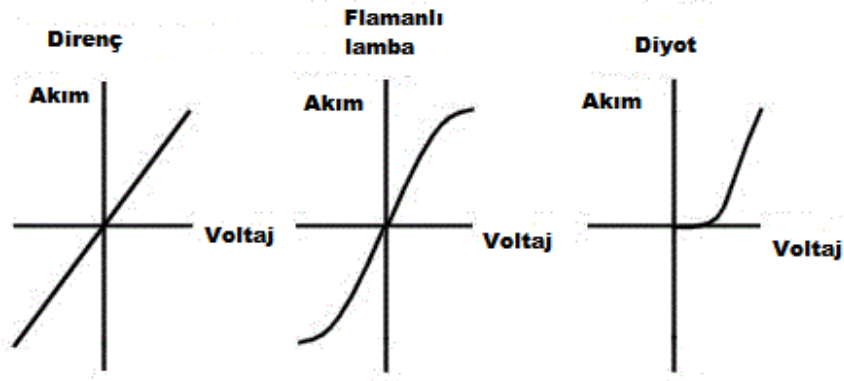
Aralık 2024

OHMİK OLMAYAN DEVRE ELEMANLARI-DİYOTLAR

AMAÇ :

- Ohm kanuna göre I-V karakteristiği göstermeyen devre elemanlarını incelemek

TEORİ: Bir devre elemanının davranışı Ohm yasası ile açıklanamıyorsa yani akım ve voltaj arasında lineer bir oran yok ise bu devre elemanına ohmik olmayan devre elemanı adı verilir. Bu elemanda akım gerilim karakteristiği doğrusal değildir ve sabit bir direnç değerleri yoktur. Bunun aksine dinamik direnç denilen değişen bir direnci vardır. Ohmik olmayan elemanlara örnek olarak diyot, filaman lamba, termistör verilebilir.[1]

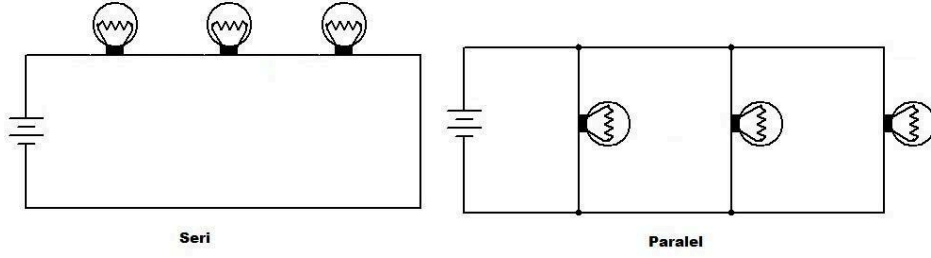


Şekil.6.1. Çeşitli elektronik devre elemanlarının I-V karakteristikleri Ref.[2]

Flaman lamba:

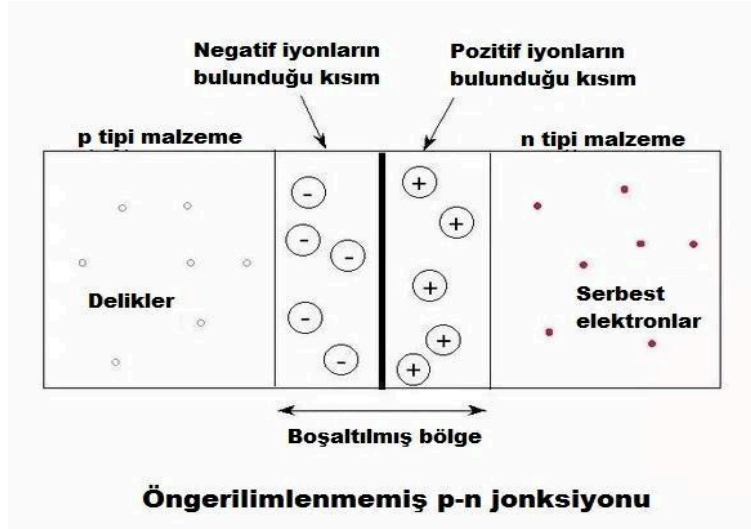
Ohmik olmayan elemanlardan biri filaman lambadır. Eğer lambadan geçen akımı artırırsak lambanın daha fazla ışık yaydığı ve ısındığını görürüz. Akım-Gerilim grafiğini çizersek lineer olmayan bir grafik elde ederiz. Filaman lambada sıcaklığa bağlı bir direnç gözlemlenir. Lambanın direnci gördüğünüz formül ile gösterilir. Burada α tungstenin sıcaklık katsayısıdır.

$$R=R_{\text{room}}[1+\alpha(T-T_{\text{room}})]$$



Şekil.6.2. Seri ve Paralel lamba devresi.

Diyot: Diyotlar akım-gerilim karakteristiği doğrusal olmayan devre elemanlarıdır. Diyotun akım-gerilim karakteristiği sıcaklıkla değişir. Ayrıca diyotun sıcaklığı da içinden geçen akıma bağlıdır. Basitçe diyotlar, iki farklı şekilde katılanmış (P ve ya N tipi) malzemenin çeşitli işlemlerle bir araya getirilmesiyle oluşurlar. Buna p-n eklemi olarak adlandırılır.

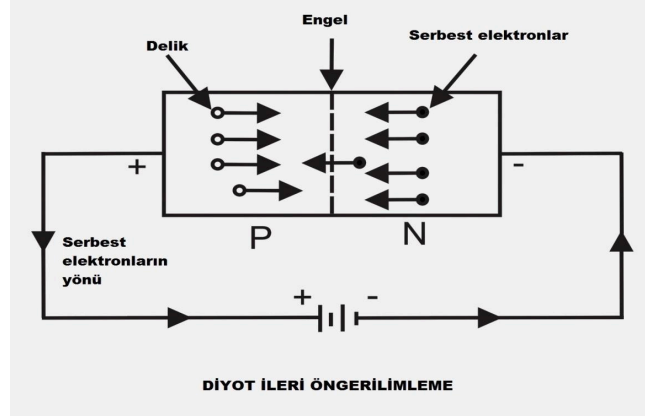


Şekil.6.3. PN eklem diyotların çoğunluk yük taşıyıcı dağılımı Ref.[2]

N bölgesinde elektron yoğunluğu delik (hol) yoğunluğuna göre daha fazladır. Silisyum ve ya Germanyum tabana önceden belirlenmiş sayıda katkı atomu eklenmesiyle oluşturulur. Bunlar beş valans elektronuna sahip antimon, arsenik ve fosfordur. Bu atomlar silisyum atomunun dört elektronuyla kovalent bağ yaparlar fakat katkı atomunun beşinci elektronu serbest olur. Yeni oluşan malzeme nötr durumdadır. Katkıdan gelen bu serbest elektronlar oda sıcaklığında gerekli ısı enerjisiyle iletim bandına geçerler. Bunun sonucunda oda sıcaklığında malzemenin iletkenliği önemli ölçüde artmıştır. P tipi malzeme ise saf bir Germanyum ve ya Silisyum kristaline üç valans elektronuna sahip katkı atomları eklenerek oluşturulur. Bu amaçla en sık kullanılan elementler boron, galyum, ve indiyumdur. Yeni oluşturulan

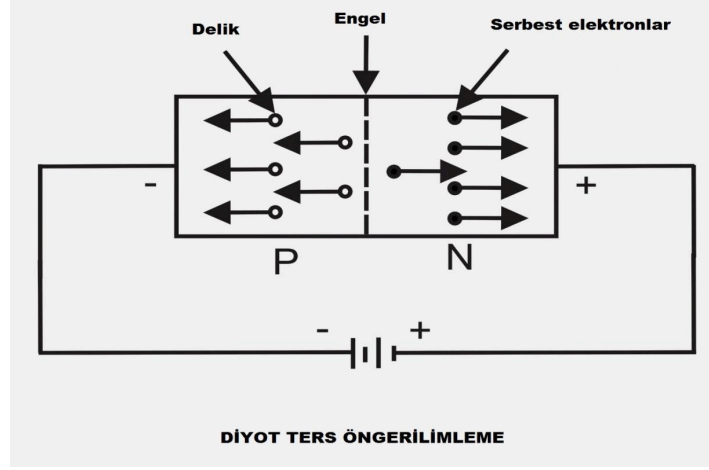
malzemede kovalent bağları tamamlamak için yeterli sayıda elektron olmadığı görülecektir. Sonuçta ortaya çıkan bu boşluğa delik (hol) denir. Ortaya çıkan boşluklar serbest elektronları almaya hazırdırlar. Ve oluşan malzeme yine nötr durumdadır.

Diyot oluşturmak için (Ge veya Si gibi aynı taban olmak şartıyla) çeşitli teknikler uygulayarak iki malzemenin birleştiği anda eklem (junction) bölgesindeki elektronlar ve delikler birleşerek, eklem yakın bölgede bir taşıyıcı eksilmesine yol açarlar. Başlangıçta bir gerilim uygulanmamışsa az miktarda sürüklenen yükler vardır. Fakat bir potansiyel farkı mevcutsa elektronlar eklem bölgesinden geçecek katoda doğru hareket edip p bölgesine sürükleneceklerdir. Yük taşıyıcıları eklemi geçtiğinde bir akım oluşacak ve diyot ileri yönde öngerilimlenmiş olacaktır.



Şekil.6.4.İleri Besleme gerilimi uygulandığı durumda diyot içerisindeki yük taşıyıcıların hareketi Ref.[3]

Ters öngerilimde elektron ve delikler elektrotlar tarafından etkilenmezler dolayısı ile karşılıklı elektrotlara doğru sürüklenmezler. Herhangi bir yük taşıyıcısı hareketi olmaz böylece herhangi bir akım oluşmaz. Yük taşıyıcıları eklem aksi yönde hareketlenmeye başlarlar ve bu bölgede hiç bir yük taşıyıcısı kalmaz böylece eklem bölgesinde bir boşaltılmış bölge oluşur. Bu duruma da ters öngerilimleme denir.

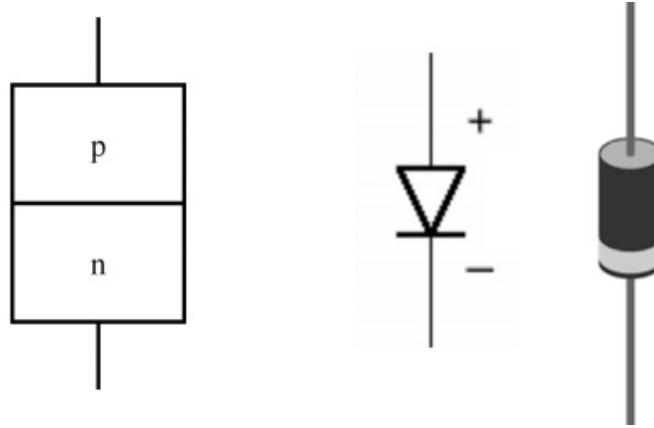


Şekil.6.5. Geri Besleme gerilimi uygulandığı durumda diyot içerisindeki yük taşıyıcıların hareketi Ref.3

Diyotlar ileri öngerilimlemede akım geçirirler fakat ters öngerilimlemede geçirmezler. Yarı iletkenlerde akıma katkıda bulunan yük hareketini oluşturan üç önemli dinamik vardır:

1. **Sürüklenme(Drift):** Yönü belirlenmiş elektrik alanının oluşturduğu harekettir.
2. **Yayılma(Diffusion):** Yönü belirlenmiş yük konsantrasyon dağılımının oluşturduğu harekettir.
3. **Oluşum/Yokolma(Creation/Annihilation):** Elektron ve delikleri oluşumu ve yok olmaları ile oluşan yük harekettir.

Diyot Akım-Gerilim Karakteristikleri:

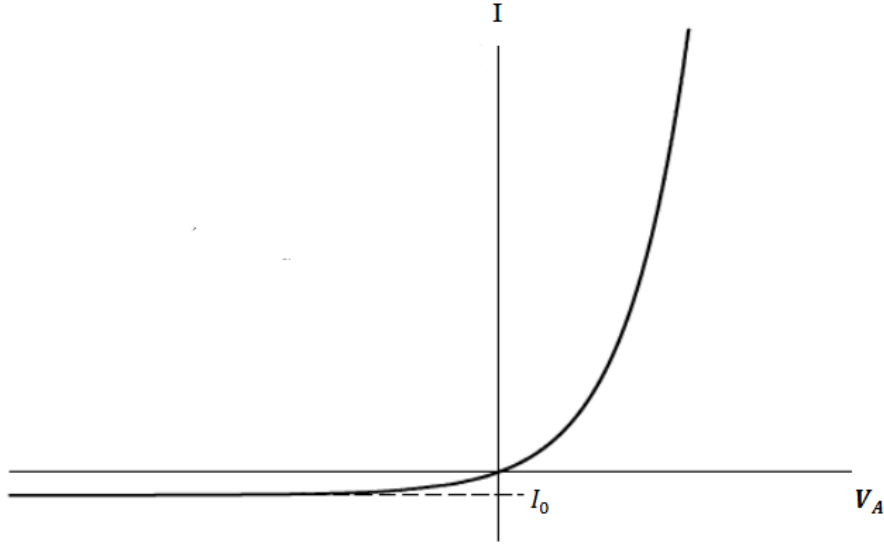


Şekil.6.6. Diyot sembolü

$$I = I_0 e^{(q \cdot V_A / k_B T - 1)}$$

İdeal diyotun akım formülü:

Burada I_0 ters doyum akımı, V_A diyota uygulanan ileri yönde gerilim, T sıcaklık, k_B ise Boltzmann sabitidir. İdeal bir diyotun akım gerilim karakteristiği aşağıda verildiği gibidir, ileri besleme bölgesinde çalışma voltajına yakın bir bölgede akım iletimine başlayan diyot besleme voltajı diyotun çalışma voltajına gelene kadar akım artırmaya devam eder, sonrasında ise besleme voltajı artırılrsa bile diyotun iki ucu arasındaki gerilim çalışma voltajında sabit kalır ve üzerinde yüksek akımlar geçirebilir.



Şekil.6.7. Si diyotun I-V karakteristiği

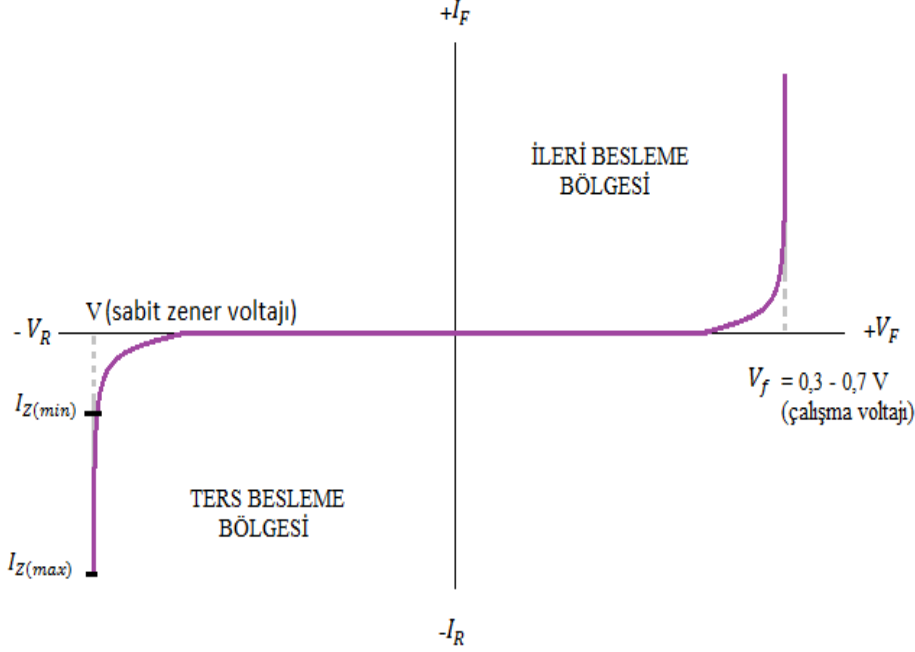
Zener Diyotlar:

Si diyotlar genel olarak ters besleme voltajında akım iletmemektedir, ancak uygulanan ters besleme voltajı diyotun kırınım voltajından daha yüksek bir değere çıktığında P-N eklem yapısı bozulur ve akıma karşı bir kapı görevi göremeyip yüksek akımları geçirmeye başlar. Bu durumdaki süreç tersinmez değildir ve elektronik devre elemanının bozulması ile sonuçlanır.

Zener diyotlar ise basit bir voltaj regülatörü gibi davranır ve zener voltajı denilen bir değerde akım iletir ya da kırılır (her iki durumda da eklem üzerinden akım geçişi olur.)

Zener diyotlar genel anlamda bir sinyal diyot görevi üstlenirler. İleri besleme voltajı verildiğinde akım geçiren normal bir diyot gibi davranırken, ters besleme voltajında bir kırılma voltajına ulaşırlar ve yarıiletkenin tüketim bölgesinden çok yüksek miktarda bir akım akışı oluşur, böylece diyot üzerindeki voltaj artışını engeller. Bu zener diyottan akan akım belli bir

maksimum değere kadar artar, bu noktadan sonra uygulanan voltajın değeri ne kadar arttırılsa da (geniş bir voltaj aralığında) sabit bir doyum akımı değerinde kalmaya devam eder. Geçen bu akımın maksimum değerini devrede seri bağlı direnç belirler. Kırınım voltajı değeri V_B Zener Voltajı denilir ve bir volttan düşük değerlerden binlerce volta kadar değişebilir.



Şekil.6.8. Zener diyotun I-V karakteristiği

Zener diyotun iletme geçebilmesi için zener üzerinden geçen akım; $I_{Z(min)}$ $I_{Z(min)}$ değerinden büyük, $I_{Z(max)}$ $I_{Z(max)}$ değerinden küçük olması gerekir. Başka bir ifadeyle zenere uygulanan ters polarma gerilimi, zener kırılma gerilimi değerinden büyük olmalıdır.

Zener diyotun ters gerilimleme sırasında akım iletimini sağlayan nazı faktörler vardır.

Eklemlenme Kırılması (Junction Breakdown): Ters kutuplama voltajının belli bir değerinde, ters akımın ani olarak artması demek olan eklem kırılması çığ ve tünel etkilerinin sonucudur.

Çığ (avalanche) Etkisi: Ters kutuplama da, gerilim arttıkça daha çok yük diyot uçlarına çekilir ve diyot içindeki elektrik alan artmaya başlar. Yüksek elektrik alanında, yüksek enerji ile sürüklenen elektronlar yolları üzerindeki kristal yapıdaki atomlardan elektron sökerler ve böylece zincirleme elektron çoğalması oluşur ve ters akım artar.

Tünel Etkisi (Zener kırınımı): Safsızlık (impurity) konsantrasyonu çok yüksek diyotlarda ortaya çıkar. Yüksek safsızlık konsantrasyonu, dar eklem bölgesine neden olur. Ters kutuplama voltajı belli bir değere yükseldiğinde P tarafının valans bandı ile N tarafının iletim bandı aynı düzeye gelir ve elektronlar, açıklaması kuantum mekaniğinde yapılan "tünel etkisi" ile N

tarafının iletkenlik bandına geçerler ve ters akımı yüksek ölçüde arttırırlar. PN diyotun tamamen kısa devre olması anlamına gelen eklem kırılmasından, voltaj regülasyonunda (voltajın sabit bir değerde tutulmasında) yararlanılır.

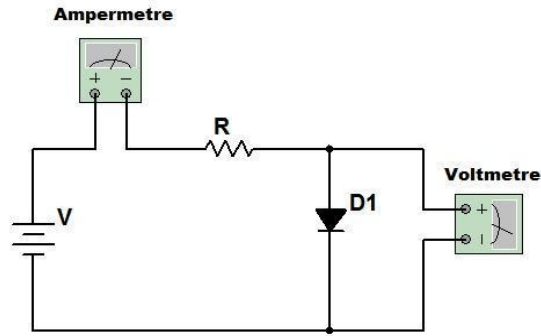
DENEYİN KURULUMU:

Malzemeler:

- 1.) Board
- 2.) Si ve ya Ge Diyot
- 3.) DC güç kaynağı
- 4.) Multimetre
- 5.) Bağlantı kabloları

DENEYİN YAPILIŞI:

Si Diyot Akım-Gerilim Karakteristiği:



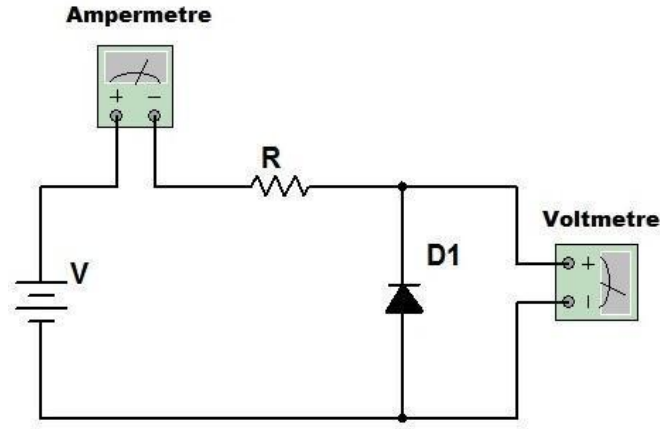
Şekil.6.9. Si diyot -ileri besleme

1.)Şekil 6.9’da verilen devreyi kurunuz.

$$R1=1 \text{ kohm}=\dots\dots\dots$$

2.)Yavaşça gerilimi artırın ampermetreden akımın artıp artmadığını kontrol edin. Çalışma gerilimi civarında akım maksimum olacaktır.

3.)Akım ve gerilim değerlerini en sonda verilen tabloya not edin.



Şekil.6.10. Si diyot -ters besleme

4.) Şekil.6.9 'da verilen şekilde devrede diyotu ters çevirip devreye tekrar takın.

5.) Akım ve gerilim değerlerini en sonda verilen tabloya not edin.

Kaynak Voltajı	İleri besleme		Geri besleme	
	Volt(V)	I(mA)	Volt(V)	I(mA)
0.1				
0.2				
0.3				
0.4				
0.5				
0.6				
0.7				
0.8				
0.9				
1.0				
1.1				

1.2				
1.3				
1.4				
1.5				
1.6				
1.7				
1.8				
1.9				
2.0				
2.3				
2.6				
2.9				
3.2				
3.5				
3.8				
4.1				
4.4				
4.7				
5.0				
5.3				
5.6				
5.9				

6.2				
6.5				
6.8				
7.1				
7.4				
7.7				
8.0				
8.3				
8.6				
8.9				
9.2				
9.5				
9.8				
10.1				
10.4				
10.7				
11				
11.3				
11.6				
11.9				
12.2				

6.)I-V grafiğinizi çiziniz. Bu esnada diyot için ileri ve ters besleme bölgelerini aynı grafik üzerinde birleştirin ve izdiđiniz grafik üzerinden aşağıdakileri bulunuz;

- Diyotunuzun alışma voltajını
- I_0 akım değerini

Sonuçlar ve Yorumlar

Katki**Referanslar**

<http://www.indiastudychannel.com/resources/151970-Formation-of-PN-Junction-and-its-working-as-diode.aspx>

https://schools.look4.net.nz/science/physics/electricity/measuring_current

<http://www.boelectronic.com/2014/10/p-n-junction-diode.html>