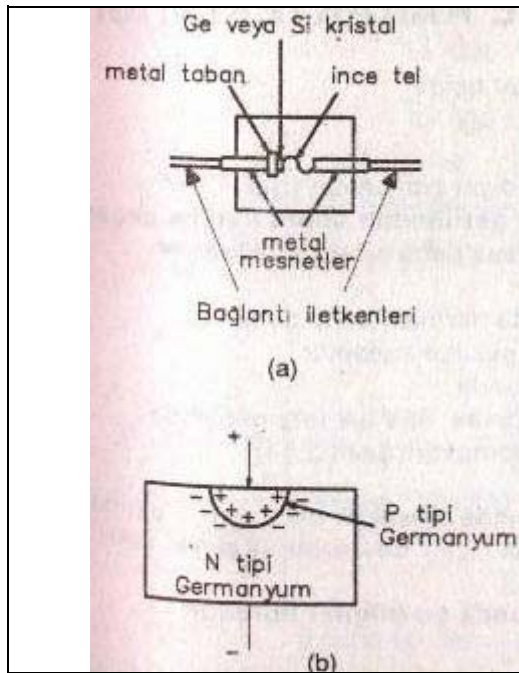


## KRİSTAL DİYOT VE KARAKTERİSTİĞİ

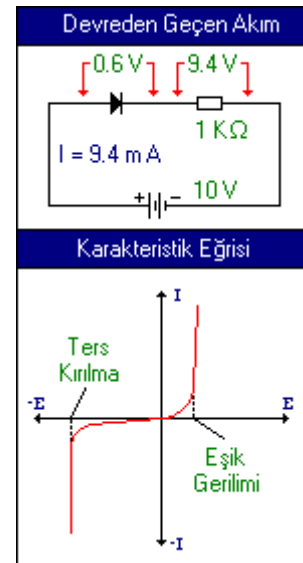
**Nokta temaslı diyot elektronik alanında ilk kullanılan diyottur.** 1900-1940 tarihleri arasında özellikle radyo alanında kullanılan galenli ve prit 'li detektörler kristal diyotların ilk örnekleridir. Şekil 3.12 (a) 'da görüldüğü gibi galen veya prit kristali üzerinde gezdirilen ince fosfor-bronz tel ile değişik istasyonlar bulunabiliyordu. Günlük hayatta bunlara, **kristal detektör** veya diğer adıyla **kristal diyot** denmiştir. 1940 'tan sonra, Şekil 3.12 (b) 'ye benzeyen nokta temaslı germanyum veya silikon diyotlar geliştirilmiştir.

Germanyum veya silikon **nokta temaslı diydun esası**; 0.5 mm çapında ve 0.2 mm kalınlığındaki **N** tipi kristal parçacığı ile "fosfor-bronz" veya "berilyum bakır" bir telin temasını sağlamaktan ibarettir.



Şekil 3.12 - Nokta temaslı diyot

- a) Genel yapısı
- b) P bölgesinin oluşumu



Şekil 3.13 - Nokta temaslı germanyum diydun karakteristik eğrisi

Bu tür diyotta, N tipi kristale noktasal olarak büyük bir pozitif gerilim uygulanır. Pozitif gerilim temas noktasındaki bir kısım kovalan bağı kırarak elektronları alır. Böylece, çok küçük çapta bir P tipi kristal ve dolayısıyla da PN diyot oluşur. Bu oluşum şekil 3.12 (b) 'de gösterilmiştir.

Bugün nokta temaslı diyotların yerini her ne kadar jonksiyon diyotlar almış ise de, yinede elektrotları arasındaki kapasitenin çok küçük olması nedeniyle **yüksek frekanslı devrelerde** kullanılma alanları bulunmaktadır.

Ters yön dayanma gerilimleri düşük olup dikkatli kullanılması gerekir. Şekil 3.13 'teki karakteristik eğrisinde de görüldüğü gibi

Böyle bir diyodun elektrotlar arası kapasitesi 1 pF 'ın altına kadar düşmektedir. Dolayısıyla yüksek frekanslar için diğer diyotlara göre daha uygun olmaktadır.

#### **Nokta temaslı diyotların kullanım alanları:**

Nokta temaslı silikon diyotlar en çok mikro dalga karıştırıcısında, televizyon, video dedeksiyonunda, germanyum diyotlar ise radyofrekans ölçü aletlerinde (voltmetre, dalgametre, rediktör vs...) kullanılır.

## **ZENER DİYOT VE KARAKTERİSTİĞİ**

Zener diyot jonksiyon diyodun özel bir tipidir.

#### **Zener Diyodunun Özellikleri:**

- Doğru polarmalı halde normal bir diyot gibi çalışır (Şekil 3.14).
- Ters polarmalı halde, belirli bir gerilimden sonra iletme geçer. Bu gerilime **zener dizi gerilimi**, veya daha kısa olarak **zener gerilimi** denir (Şekil 3.14-VZ).
- Ters gerilim kalkınca, zener diyotta normal haline döner.
- Devrelerde, ters yönde çalışacak şekilde kullanılır.
- Bir zener diyot **zener gerilimi** ile anılır. **Örn:** "30V 'luk zener" denildiğinde, 30V 'luk ters gerilimde çalışmaya başlayan zener diyot demektir.(Şekil 3.14).
- Silikon yapılıdır.

Zener diyot, ters yön çalışması sırasında oluşacak olan aşırı akımdan dolayı bozulabilir. Bu durumu önlemek için devresine daima seri bir koruyucu direnç bağlanır (Şekil 3.16-RS).

**Her zaman zener diyodun kataloğunda şu bilgiler bulunur:**

- Gücü
- Ters yön gerilimi(VZ),
- Maksimum ters yön akımı(IZM),
- Ters yöndeki maksimum kaçak akımı,
- Maksimum direnci
- Sıcaklık sabiti.

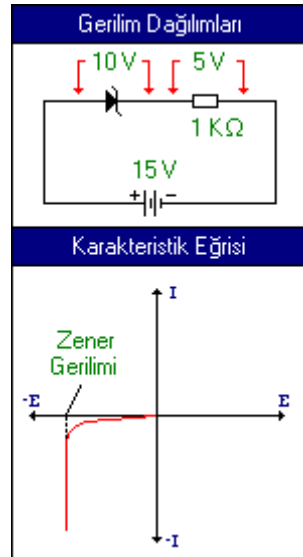
**Şu limit değerlerde çalışan zener diyotlar üretilmektedir:**

- Maksimum zener akımı (IZM): **12A**
- Zener gerilimi (VZ): **2 - 200V** arası
- Maksimum gücü: **100Watt**
- Maksimum ters yön kaçak akımı: **150 $\mu$ A** (mikro amper)
- Maksimum çalışma sıcaklığı: **175°C**.

Çalışma ortamı sıcaklığı arttıkça zener gerilim küçülür.

**Zener geriliminin ayarı:**

Zener gerilimin ayarı birleşme yüzeyinin iki tarafında oluşan boşluk bölgesinin (nötr bölge) genişliğinin ayarlanması yoluyla sağlanmaktadır. Bunun içinde çok saf silikon kristal kullanılmakta ve katkı maddesi miktarı değiştirilmektedir. Boşluk bölgesi daraldıkça zener diyot daha küçük ters gerilimde iletme geçmektedir.



### Zener gücünün ayarı:

Zener gücü, birleşme yüzeyinin büyüklüğüne ve diyodun üretiminde kullanılan silikonun saflık derecesiyle, katkı maddesinin miktarına bağlıdır. **Ayrıca diyot ısındıkça gücünde düşeceğinden**, soğutulmasıyla ilgili önlemlerin alınması da gerekir.

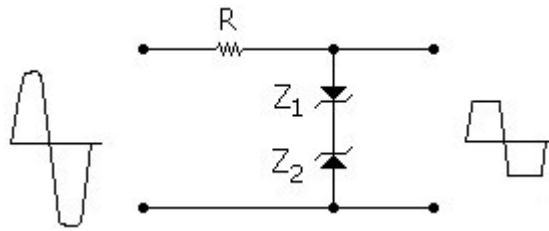
## ZENER DİYODUN KULLANIM ALANLARI

### 1 - Kırpma Devresinde:

Şekil 3.15 'de görüldüğü gibi iki zener diyot ters bağlandığında basit ve etkili bir kırpma devresi elde edilir.

#### Örneğin:

Devre girişine tepe değeri 10V olan bir AC gerilim uygulansın ve kırpma işlemi için, zener gerilimi 5V olan iki Z1, Z2 zener diyodu kullanılsın.



Şekil 3.15 - İki zener diyotlu tam dalga kırpma devresi

AC gerilimin pozitif alternansı başlangıcında Z1 zeneri doğru polarmalı ve iletimde, Z2 zeneri ise ters polarmalı ve kesimde olacaktır. Giriş gerilimi +5V 'a ulaştığında Z2 'de iletime geçer ve dolayısıyla da çıkış uçları arasında +5V oluşur. Keza, R direnci üzerindeki gerilim düşümü de 5V 'tur.

AC gerilimin diğer alternansında da Z1 ters polarmalı hale gelir ve bu defa da çıkışta tepesi kırılmış 5V 'luk negatif alternans oluşur. R direnci, devreden akacak akımın Zener diyotları bozmayacak bir değerde kalmasını sağlayacak ve 5V 'luk gerilim düşümü oluşturacak şekilde seçilmiştir.

### 2 - Zener Diyodun Gerilim Regülatörü Olarak Kullanılması:

Zener diyottan, çoğunlukla, DC devrelerdeki gerilim regülasyonu için yararlanılmaktadır. Buradaki regülasyondan amaç, gerilimin belirli bir değerde sabit tutulmasıdır.

Bunun için zener diyot, şekil 3.16 'da görüldüğü gibi, gerilimi sabit tutmak istenen devre veya yük direncine paralel ve ters polarmalı olarak bağlanır.

Diyot uçlarına gelen gerilim, zener değerine ulaştığında diyot iletme geçer ve uçları arasındaki gerilim sabit kalır.

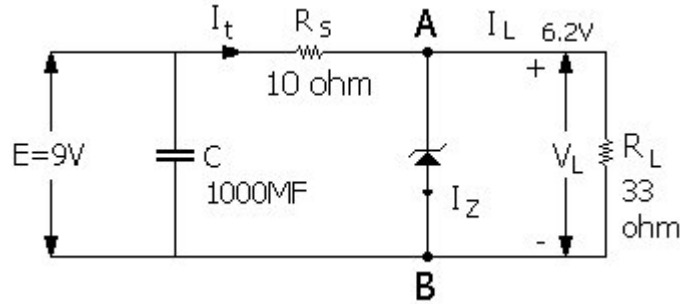
### Örnek:

Şekil 3.16 'da verilmiş olan devrede RL yük direnci uçları arasındaki VL gerilimi 6.2V 'ta sabit tutulmak istensin.

Bunu sağlamak için, şekilde görüldüğü gibi RL 'e paralel bağlı **zener diyodun** ve seri bağlı bir **RS direncinin** seçimi gerekir.

Ayrıca, bir de C kondansatörünün paralel bağlanmasında yarar vardır. Bu kondansatör, gerilim dalgalanmalarını ve başka devrelerden gelebilecek parazit gerilimlerini önleyici görev yapar. Değeri, devre geriliminin büyüklüğüne göre, hesaplanır. Şekildeki bir devre için 30V - 1000µF 'lık bir kondansatör uygundur.

Burada birinci derecede önemli olan, **RS direnci** ile **zener diyodun** seçimidir.



Şekil 3.16 - Zener diyodun gerilim regülatörü olarak kullanılması

### Seri RS direncinin seçimi:

Önce RS direncine karar vermek gerekir;

Kaynak gerilimi:  $E=V=9V$

Yük direnci ve uçları arasındaki gerilim:  $R_L=33\text{ Ohm}$ ,  $V_L=6.2V$

Bu durumda, zener diyot dikkate alınmadan,  $V_L=6.2V$  'u oluşturabilmek için kaç ohm 'luk bir RS direncinin gerektiği hesaplanmalıdır.

$E=I_L \cdot R_S + V_L$  ve  $I_L = V_L / R_L$  'dir.

Birinci formüldeki  $I_L$  yerine, ikinci formüldeki eşitini yazıp, değerler yerine konulursa :

$$9 = 6,2/33 \cdot R_S + 6,2 \text{ olur.}$$

Buradan  $R_S$  çözülürse:

$$R_S = (9 - 6,2)33/6,2 \text{ 'den, } \mathbf{R_S = 14.9 = 15} \text{ (ohm) olarak bulunur.}$$

$R_S = 15$  Ohm 'luk direnç bağlandığında, "E" gerilimi 9V 'ta sabit kaldığı sürece  $R_L$  yük direnci uçları arasında sürekli olarak 6.2V oluşacaktır.

"E" geriliminin büyümesi halinde, A-B noktaları arasındaki VA-B gerilimi de 6.2V 'u aşacağından, 6.2V 'luk bir ZENER diyot kullanıldığında,  $R_L$  uçları arasındaki gerilim sabit kalacaktır. Ancak, yalnızca gerilime göre karar vermek yeterli değildir.

Bu durumda nasıl bir zener diyot kullanılmalıdır?

### Zener diyodun seçimi:

Zener gerilimi 6.2V olan bir zener diyot  $R_L$  direncine paralel bağlandığında  $V_L = 6.2V$  'ta sabit kalır.

Ancak, E giriş geriliminin büyümesi sırasında zener diyottan akacak olan akımın, diyodun dayanabileceği "**maksimum ters yön zener akımından**" (IZM) büyük olması gerekir. Zener diyot buna göre seçilmelidir.

6.2V 'luk olup ta değişik IZM akımlı olan zener diyotlar vardır.

### Örneğin:

Aşağıdaki tabloda, bir firma tarafından üretilen, 6.2V 'luk zenerlere ait IZM akımı ve güç değerleri verilmiştir.

<b>Zener Maksimum akımı (IZM) (mA)</b>	33	60	146	1460	7300
<b>Zener Gücü (W)</b>	0.25	0.4	1	10	50

Bu zenerler den hangisinin seçileceğine karar vermeden önce yük direncinden geçecek akımı bilmek gerekir:

Şekil 3.16 'daki devrenin yük direncinden geçen akım aşağıdaki gibi olur.

$$I_L = V_L / R_L = 6.2 / 33 = 0.188A = 188mA$$

E geriliminin büyümesi halinde oluşacak devre akımının 188mA 'in üstündeki miktarı zener diyottan akacaktır.

**Örneğin:,**

E geriliminin ulaştığı maksimum gerilim; E = 12.2V olsun.

**Zener diyottan geçecek olan akımın değeri şu olacaktır:**

Kirchoff kanununa göre:

$$12.2 = I_t \cdot R_S + 6.2 \text{ (} I_t \text{ devreden akan toplam akımdır.)}$$

$R_S = 15$  yerine konarak  $I_t$  çözülürse;

$$I_t = (12.2 - 6.2) / 15 = 6 / 15 \text{ 'den } I_t = 0.4A = 400mA \text{ olur.}$$

Bu 400mA 'den 188mA 'i  $R_L$  yük direncinden geçeceğine göre;

**Zener diyottan geçecek olan  $I_Z$  akımı:  $I_Z = 400 - 188 = 212mA$  'dir.**

Bu değer, yukarıdaki tabloya göre:

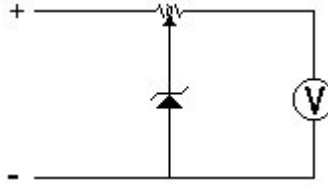
10W 'lık zenerin maksimum akımı olan 1460mA 'den küçük, 1W 'lık zenerin maksimum akımı olan 146mA 'den büyüktür.

Böyle bir durumda 10W 'lık zener kullanılacaktır.

Aslında, 212mA 'lık zener için 1460mA 'lık zener kullanmakta doğru değildir. Daha uygun bir zener seçimi için başka üretici listelerine de bakmak gerekir.

### **3 - Ölçü Aletlerinin Korunmasında Zener Diyot**

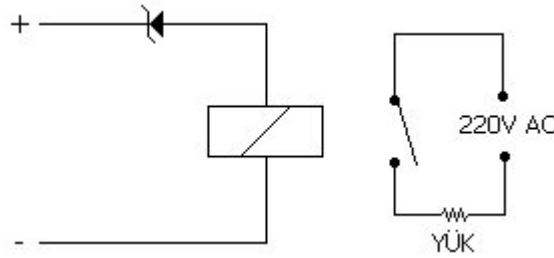
Döner çerçeveli ölçü aletlerinin korunmasında, zener diyot şekil 3.17 'deki gibi paralel bağlanır. Bu halde zener gerilimi, voltmetre skalasının son değerine eşittir. Ölçülen gerilim zener gerilimini aşınca diyot ters yönde iletken hale geçerek ölçü aletinin zarar görmesini engeller. Ayar olanağı sağlamak için birde potansiyometre kullanılabilir.



Şekil 3.17 - Döner çerçeveli ölçü aletinin zener diyot ile korunması

#### 4 - Rölenin Belirli Bir Gerilimde Çalıştırılmasında Zener Diyot

Şekil 3.18 'deki gibi zener diyot, röleye seri ve ters yönde bağlanmıştır. Röle, ancak uygulanan gerilimin, Zener gerilimi ile röle üzerinde oluşacak gerilim düşümü toplamını aşmasından sonra çalışmaktadır.



Şekil 3.18 - Ancak zener gerilimi üstünde çalışabilen röle devresi

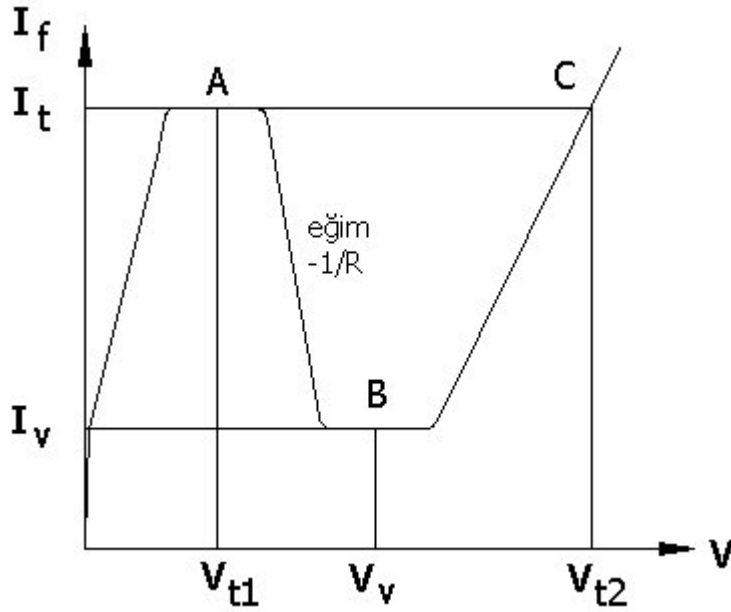
## TÜNEL DİYOT VE KARAKTERİSTİĞİ

Tünel diyotlar, özellikle mikro dalga alanında yükselteç ve osilatör olarak yararlanılmak üzere üretilmektedir. Tünel diyoda, esaslarını 1958 'de ilk ortaya koyan Japon Dr. Lee Esaki 'nin adından esinlenerek "Esaki Diyodu" dan denmektedir.

### Yapısı:

P-N birleşme yüzeyi çok ince olup, küçük gerilim uygulamalarında bile çok hızlı ve yoğun bir elektron geçişi sağlanmaktadır. Bu nedenledir ki Tünel Diyot, 10.000 MHz 'e kadar ki **çok yüksek frekans devrelerinde en çok yükselteç ve osilatör elemanı** olarak kullanılır.





Şekil 3.19 - Tünel diyodun karakteristik eğrisi.

**Çalışması:**

Şekil 3.19 'da da görüldüğü gibi, tünel diyoda uygulanan gerilim  $V_{t1}$  değerine gelinceye kadar gerilim büyüdükçe akım da artıyor. Gerilim büyümeye devam edince, akım A noktasındaki  $I_t$  değerinden düşmeye başlıyor. Gerilim büyümeye devam ettikçe, akım B noktasında bir müddet  $I_v$  değerinde sabit kalıp sonra C noktasına doğru artıyor. C noktası gerilimi  $V_{t2}$ , akımı yine  $I_t$  'dir. Bu akıma "**Tepe değeri akımı**" denilmektedir.

**Gerilimi,  $V_{t2}$  değerinden daha fazla arttırmamak gerekir. Aksi halde geçen akım,  $I_t$  tepe değeri akımını aşacağından diyot bozulacaktır.**

$I=f(V)$  eğrisinin A-B noktaları arasındaki eğimi negatif olup,  $-1/R$  ile ifade edilmekte ve diyodun bu bölgedeki direnci de **negatif direnç** olmaktadır.

Tünel diyot A-B bölgesinde çalıştırılarak negatif direnç özelliğinden yararlanılır.

**Tünel Diyodun Üstünlükleri:**

- 1) Çok yüksek frekansta çalışabilir.
- 2) Güç sarfiyatı çok düşüktür. 1mW 'ı geçmemektedir.

**Tünel Diyodun Dezavantajları:**

- 1) Stabil değildir. Negatif dirençli olması nedeniyle kontrolü zordur.
- 2) Arzu edilmeyen işaretlere de kaynaklık yapmaktadır.

**Tünel Diyodun Kullanım Alanları:****1. Yükselteç Olarak Kullanılması:**

Tünel diyot, negatif direnci nedeniyle, uygun bir bağlantı devresinde kaynaktan çekilen akımı arttırmakta, dolayısıyla bu akımın harcadığı devredeki gücün yükselmesini sağlamaktadır.

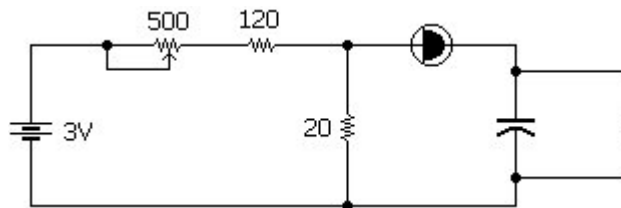
**2. Osilatör Olarak Kullanılması:**

Tünel diyotlardan MHz mertebesinde osilatör olarak yararlanılabilmektedir. Bir tünel diyot ile osilasyon sağlayabilmek için negatif direncinin diğer rezonans elemanlarının pozitif direncinden daha büyük olması gerekir. Tünel diyoda Şekil 3.20 'de görüldüğü gibi seri bir rezonans devresi bağlanabilecektir. Tünel diyodun negatif direnci - R=80 Ohm olsun.

Rezonans devresinin direnci 80 Ohm 'dan küçük ise tünel diyot bu devrenin dengesini bozacağından osilasyon doğacaktır.

**3. Tünel Diyodun Anahtar Olarak Kullanılması:**

Tünel diyodun önemli fonksiyonlarından biri de elektronik beyinlerde multivibratörlerde, gecikmeli osilatörlerde, flip-flop devrelerinde ve benzeri elektronik sistemlerde anahtar görevi görmesidir. Ancak bu gibi yerlerdeki kullanıma durumları daha değişik özellik gösterdiğinden ayrı bir inceleme konusudur.



Şekil 3.20 - Tünel diyot osilatörü

## IŞIK YAYAN DİYOT (LED)

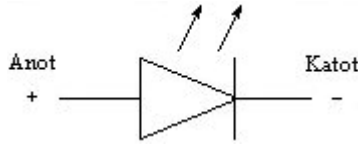
Işık yayan diyotlar, doğru yönde gerilim uygulandığı zaman ışıyan, diğer bir deyimle elektriksel enerjiyi ışık enerjisi haline dönüştüren özel katkı maddeli PN diyotlardır.

Bu diyotlara, aşağıda yazılmış olduğu gibi, İngilizce adındaki kelimelerin ilk harfleri bir araya getirilerek **LED** veya **SSL** denir.

**LED:** Light Emitting Diode (Işık yayan diyot)

**SSL:** Solid State Lamps (Katkı hal lambası)

**Sembolü:**



**Işık yayan diyotlar şu özelliklere sahiptir:**

- Çalışma gerilimi 1.5-2.5V arasındadır. (Katalogunda belirtilmiştir.)
- Çalışma akımı 10-50mA arasındadır. (Katalogunda belirtilmiştir.)
- Uzun ömürlüdür. (ortalama  $10^5$  saat)
- Darbeye ve titreşime karşı dayanıklıdır.
- Kullanılacağı yere göre çubuk şeklinde veya dairesel yapılabilir.
- Çalışma zamanı çok kısadır. (nanosaniye)
- Diğer diyotlara göre doğru yöndeki direnci çok daha küçüktür.
- Işık yayan diyotların gövdeleri tamamen plastikten yapıldığı gibi, ışık çıkan kısmı optik mercek, diğer kısımları metal olarak ta yapılır.

### 1. IŞIK YAYMA OLAYI NASIL GERÇEKLEŞMEKTEDİR

Bilindiği gibi, bir PN diyoda, doğru polarmalı bir besleme kaynağı bağlandığı zaman, N bölgesindeki, gerek serbest haldeki elektronlar, gerekse de kovalan bağlarını koparan elektronlar P bölgesine doğru akın eder.

Yine bilinmektedir ki, elektronları atomdan ayırabilmek için, belirli bir enerji verilmesi gerekmektedir. Bu enerjinin miktarı iletkenlerde daha az, yarı iletkenlerde daha büyük olmaktadır. **Ve bir elektron bir atomla birleşirken de aldığı enerjiyi geri vermektedir.**

Bu enerji de maddenin yapısına göre ısı ve ışık enerjisi şeklinde etrafa yayılmaktadır.

Bir LED 'in üretimi sırasında kullanılan değişik katkı maddesine göre verdiği ışığın rengi değişmektedir.

**Katkı maddesinin cinsine göre şu ışıklar oluşur:**

- **GaAs (Galliyum Arsenid):** Kırmızı ötesi (görülmeyen ışık)
- **GaAsP (Galliyum Arsenid Fosfat):** Kırmızıdan - yeşile kadar (görülür)
- **GaP (Galliyum Fosfat):** Kırmızı (görülür)
- **GaP (Nitrojenli):** Yeşil ve sarı (görülür)

Şekil 3.21(a) ve (b)' de gerilim uygulanan bir LED devresi ve ışık yayan diyodun tabii büyüklükteki resmi verilmiştir.

Diyot kristali, Şekil 3.21(c) 'de görüldüğü gibi iki parçalı yapıldığında uygulanacak gerilimin büyüklüğüne göre kırmızı, yeşil veya sarı renklerden birini vermektedir.

Işık yayan diyot ısındıkça, ışık yayma özelliği azalmaktadır.

Bu hal Şekil 3.21(d) 'de etkinlik eğrisi olarak gösterilmiştir. Bazı hallerde fazla ısınmayı önlemek için bir soğutucu üzerine monte edilir.

Ayrıca LED 'in aşırı ısınmasına yol açmamak için kataloğunda belirtilen akımı aşmamak gerekir. Bunun için Şekil 3.21(b) 'de gösterilmiş olduğu gibi devresine seri olarak bir R direnci konur. Bu direncin büyüklüğü LED 'in dayanma gerilimi ile besleme kaynağı gerilimine göre hesaplanır.

**Örneğin:**

Şekil 3.21(b) 'deki devrede verilmiş olduğu gibi, besleme kaynağı 9V 'luk bir pil ve LED 'de 2V ve 50mA 'lik olsun.

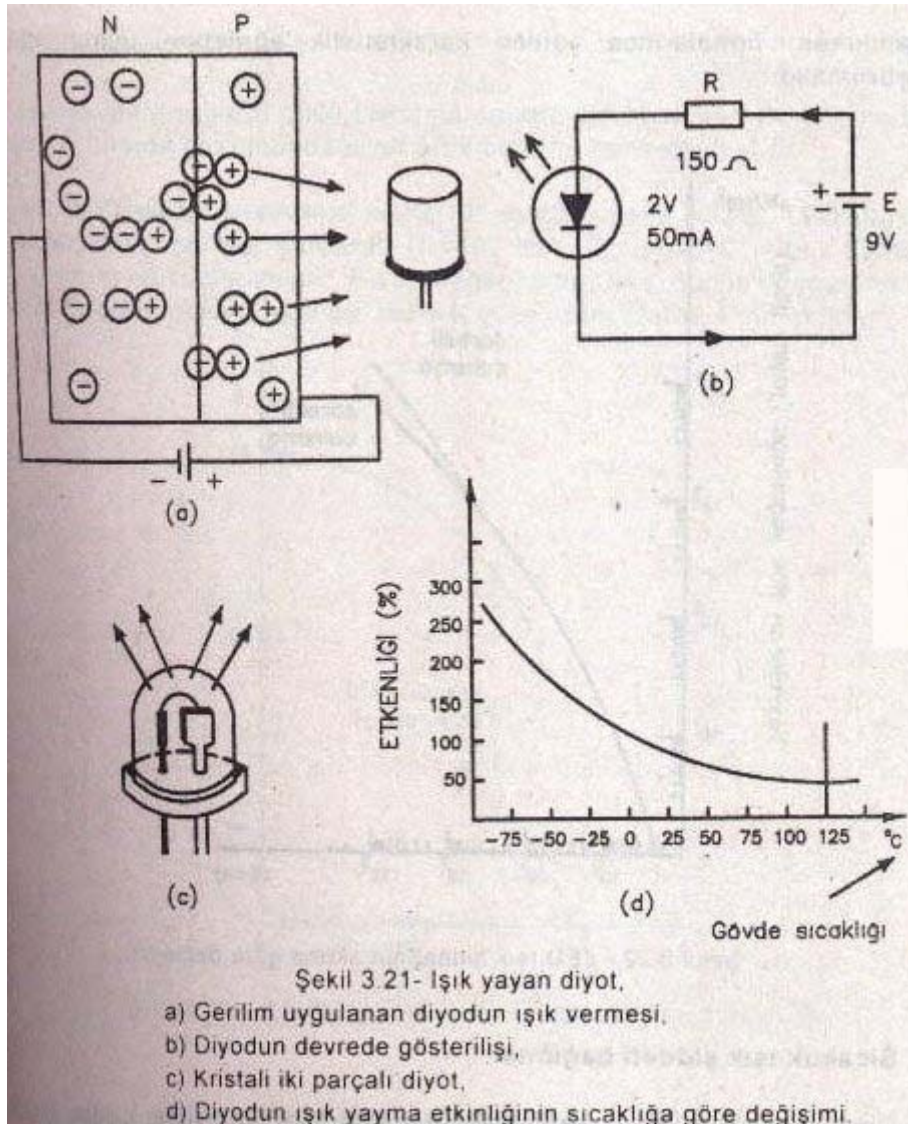
**R direnci:**

Kirşof kanununa göre:  $9 = I \cdot R + 2$  'dir.  $I = 0.05A$  olup

$R = 9 - 2 / 0.05 = 7 / 0.05 = 140 \text{ Ohm}$  olarak bulunur.

140 Ohm 'luk standart direnç olmadığından en yakın standart üst direnci olan 150 Ohm 'luk direnç kullanılır.



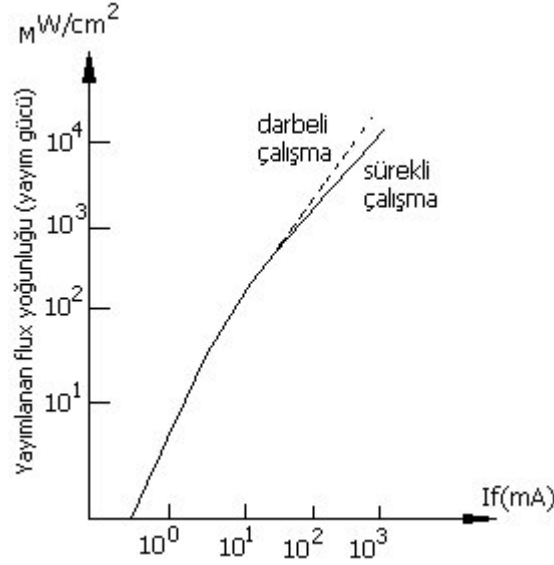


## 2. LED İÇİNDEKİ ELEKTRİK-OPTİK BAĞLANTILAR

### Akım-Işık şiddeti bağlantısı:

LED diyodunun ışık şiddeti, içinden geçen akım ile doğru orantılı olarak artar. Ancak bu artış; Şekil 3.22 'de görüldüğü gibi akımın belirli bir değerine kadar doğrusaldır. Daha sonra bükülür.

Eğer diyoda verilen akım, **eşik değeri** adı verilen doğrusallığın bozulduğu noktayı aşarsa diyot **aşırı ısınarak bozulur**. Bu nedenle diyotlar kullanılırken, firmalarınca verilen karakteristik eğrilerine uygun olarak çalıştırılmalıdır.



Şekil 3.22 - Led ışık şiddetinin akıma göre değişimi

**Sıcaklık-ışık şiddeti bağıntısı:**

Diyot ısındıkça, akım sabit kaldığı halde, verdiği ışık şiddeti Şekil 3.21(d) 'de görüldüğü gibi küçülür.

Bu düşme diyodun cinsine göre şöyle değişir.

GaAs diyotta düşme: Her derece için %0,7

AaAsP diyotta düşme: Her derece için %0,8

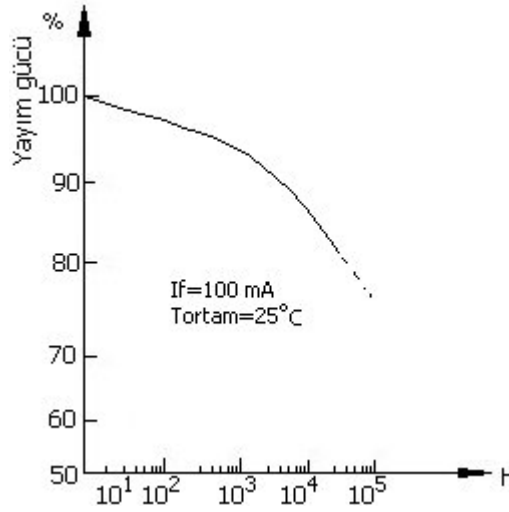
GaP diyotta düşme: Her derece için %0,3

Normal çalışma şartlarında bu düşmeler o kadar önemli değildir. Ağır çalışma şartlarında ise soğutucu kullanılır veya bazı önlemler alınır.

**Güç-zaman bağıntısı:**

Işık yayan diyotların gücü zamanla orantılı olarak düşer. Bu güç normal gücünün yarısına düştüğünde diyot artık ömrünü tamamlamıştır.

Bir LED diyodun ortalama ömrü  $10^5$  saattir. Şekil 3.23 'te, LED diyodun yayım gücünün, normal şartlarda ( $I_F=100\text{mA}$ ,  $T_{\text{ortam}}=25^\circ\text{C}$  iken,) zamana göre değişim eğrisi verilmiştir. Bu tip değerlendirmede, gücün düşme miktarı direk güç değeri olarak değil de, normal güce oranı olarak alınmaktadır.



Şekil 3.23 - Led diyodun yayım gücünün zamana karşı değişimi

### 3. IŞIK YAYAN DİYODUN VERİMİ

Işık yayan diyodun verimi; yayılan ışık enerjisinin, diyoda verilen elektrik enerjisine oranıyla bulunur. Diyoda verilen elektrik enerjisinin hepsi ışık enerjisine dönüşmemektedir. Yani harekete geçirilen elektronların hepsi bir pozitif atom ile birleşmemekte, sağa sola çarparak enerjisini ısı enerjisi halinde kaybetmektedir.

### 4. IŞIK YAYAN DİYOTLARIN KULLANIM ALANLARI

Işık yayan diyotların en yaygın kullanılma alanı, dijital ölçü aletleri, dijital ekranlı bilgisayarlar, hesap makinaları ve yazıcı elektronik sistemlerdir. Bu kullanma şeklinde, çoklu ışık yayan diyotlardan yararlanılmaktadır. Bazı hallerde ışık yayan diyotlardan işaret lambası ve ışık kaynağı olarak da yararlanılır. **Optoelektronik kuplör** de bir LED uygulamasıdır.

### 5. OPTOELEKTRONİK KUPLÖR

Optoelektronik kuplör veya daha kısa deyimle **Opto Kuplör** ya da **Optik Kuplaj** Şekil 3.24 'te görüldüğü gibi bir **ışık yayan diyot (LED)** ile bir fotodiyot veya fototransistörden oluşmaktadır. Bunlar aynı gövdeye monte edilmişlerdir. Gövde plastik olup ışık iletimine uygundur.

Işık yayan diyot genellikle Ga As katkı maddeli olup kızıl ötesi ışık vermektedir. Işık yayan diyodun uçları arasına bir gerilim uygulandığında çıkan ışık ışınları fotodiyot veya fototransistörü etkileyerek çalıştırmaktadır. Böylece bir devreye uygulana bir gerilim ile 2. bir devreye kumanda edilmektedir. Aradaki bağlantı, bir takım tellere gerek kalmaksızın ışık yoluyla kurulmaktadır. Bu nedenle, **optoelektronik kuplör** edı verilmiştir.

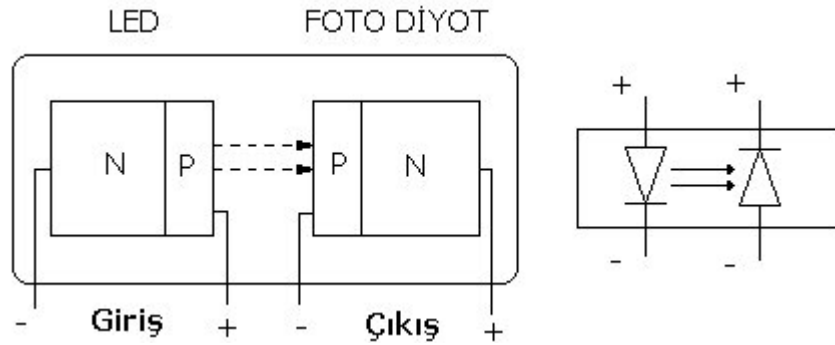
Optokuplör bir elektronik röledir.

**Optokuplörün mekanik röleye göre şu üstünlükleri vardır:**

- Mekanik parçaları yoktur.
- İki devre arasında büyük izolasyon vardır.
- Çalışma hızı çok büyüktür.

**Dezavantajları:**

- Gücü düşüktür.

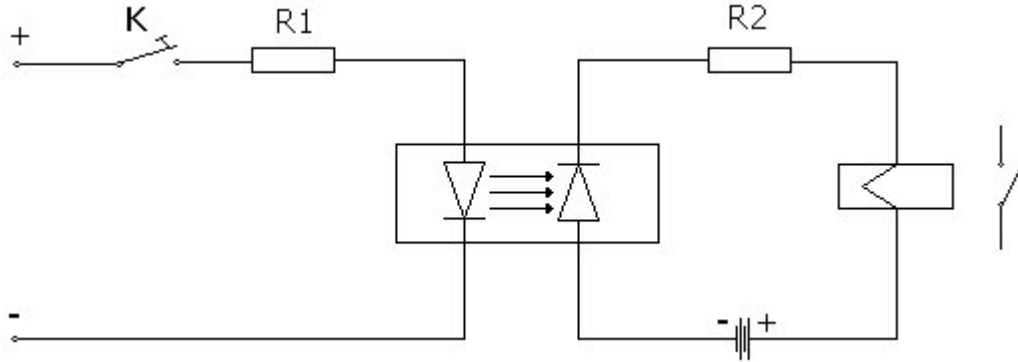


Şekil 3.24 - Opto elektronik kuplör.

Opto kuplör dere şeması Şekil 3.25 'te görüldüğü gibi çizilir. Burada LED 'in doğru polarmalı, fotodiyodun ise ters polarmalı olduğuna dikkat edilmelidir. R1 ve R2 dirençleri koruyucu dirençlerdir.

"K" anahtarı kapatılarak giriş devresi çalıştırıldığında, çıkış devresi de enerjilenerek bir işlem yapar. Örneğin, devreye bir motorun kontakları bağlanırsa motor çalışır.





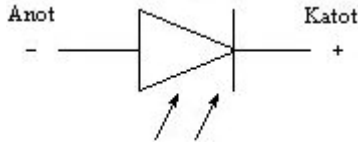
Şekil 3.25 - Opto kuplör ile bir kontaktörün çalıştırılması.

## FOTO DİYOT

Foto diyot ışık enerjisiyle iletme geçen diyottur.

Foto diyotlara polarma geriliminin uygulanışı normal diyotlara göre ters yöndedir. Yani anoduna negatif (-), katoduna pozitif (+) gerilim uygulanır.

### Sembolü:



### Başlıca foto diyotlar şöyle sıralanır:

- Germanyum foto diyot
- Simetrik foto diyot
- Schockley (4D) foto diyodu

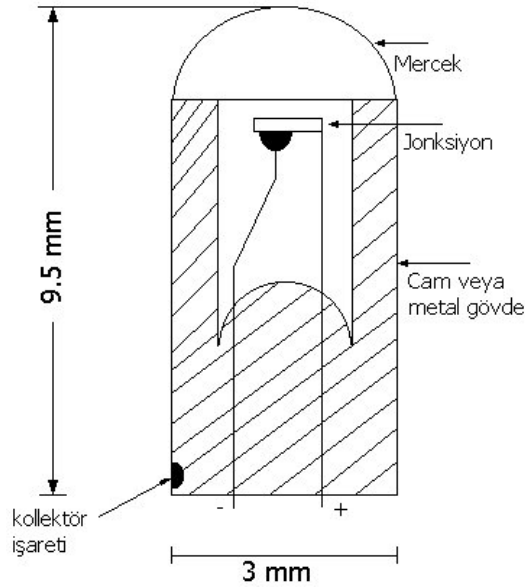
## 1. GERMANYUM FOTODİYOT

Aslı alaşım yoluyla yapılan bir NP jonksiyon diyotudur. Cam veya metal bir koruyucu içerisine konularak iki ucu dışarıya çıkartılır. (Şekil 3.26).

Koruyucunun bir tarafı, ışığın jonksiyon üzerinde toplanmasını sağlayacak şekilde bir mercek ile kapatılmıştır.

**Diyodun devreye bağlanması sırasında firmasının uçlarına konulan işarete dikkat etmek gerekir.** Hassas yüzeyi çok küçük olduğundan, 1.-3mA 'den daha fazla ters akıma dayanamaz.

Aşırı yüklemeyi önlemek için, bir direnç ile koruyucu önlem alınır. Işık şiddeti arttırıldıkça ters yön akımı da artar.



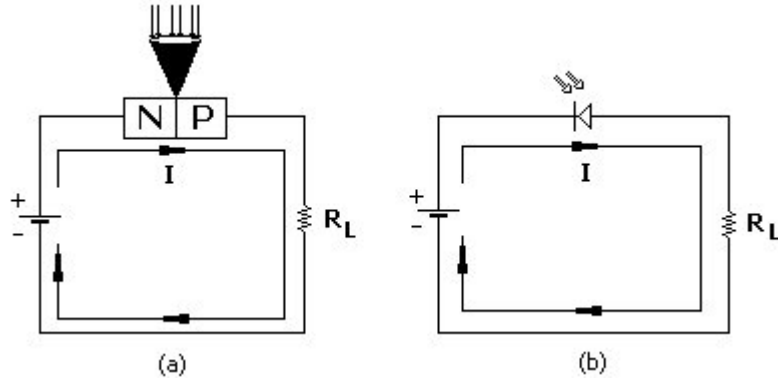
Şekil 3.26 - Germayum Foto diyot

### **FOTODİYODUN ÇALIŞMA PRENSİBİ:**

Foto diyot ters polarmalı bağlandığından üzerine ışık gelmediği müddetçe çalışmaz. Bilindiği gibi ters polarma nedeniyle P-N birleşme yüzeyinin iki tarafında "+" ve "-" yükü bulunmayan bir nötr bölge oluşmaktadır.

Şekil 3.27 'de görüldüğü gibi birleşme yüzeyine ışık gelince, bu ışığın verdiği enerji ile kovalan bağlarını kıran P bölgesi elektronları, gerilim kaynağının pozitif kutbunun çekme etkisi nedeniyle N bölgesine ve oradan da N bölgesi serbest elektronları ile birlikte kaynağa doğru akmaya başlar.

Diğer taraftan, kaynağın negatif kutbundan kopan elektronlar, diyodun P bölgesine doğru akar.,,

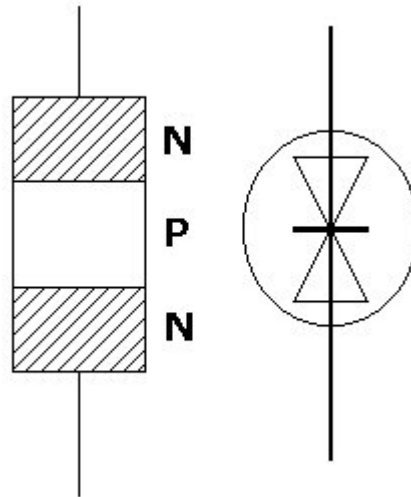


Şekil 3.27 - Foto diyodun çalışması

- a) Yapısal gösterimi
- b) Sembolik gösterimi

## 2. SİMETRİK FOTODİYOTLAR

Alternatif akım devrelerinde kullanılmak üzere, Şekil 3.28 'de görüldüğü gibi NPN veya PNP yapılı simetrik fotodiyotlar da üretilmektedir.

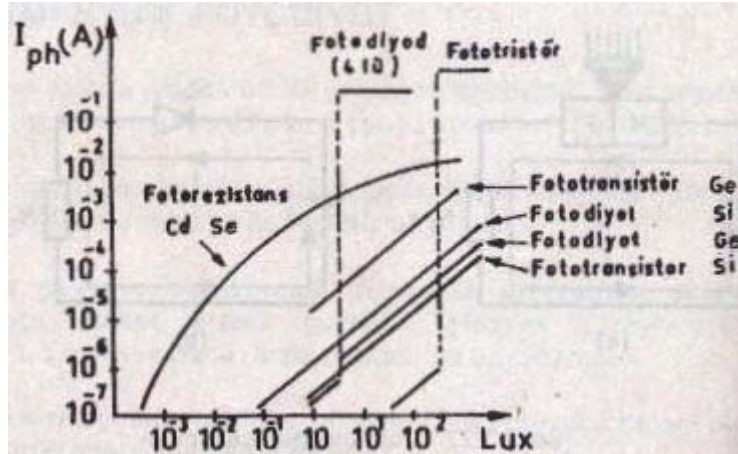


Şekil 3.28 - Simetrik foto diyot

### İşığa Duyarlı Diyotların Kullanım Alanları:

Uzaktan kumanda, alarm sistemi, sayma devreleri, yangın ihbar sistemleri, elektronik hesap makineleri, gibi çeşitli konuları kapsamaktadır.

Şekil 3.29 'da ışığa duyarlı elemanların, foto elektrik akımının ( $I_{ph}$ ) ışık şiddetine göre değişimleri verilmiştir.



Şekil 3.29 - Çeşitli ışığa hassas elemanların akımlarının ışık şiddeti ile değişimleri

### AYARLANABİLİR KAPASİTELİ DİYOT (VARAKTÖR-VARİKAP)

Bir P-N jonksiyon diyoda ters yönde gerilim uygulandığında, temas yüzeyinin iki tarafında bir boşluk (nötr bölge) oluştuğu ve aynen bir kondansatör gibi etki gösterdiği, kondansatörler bölümünde de açıklanmıştır.

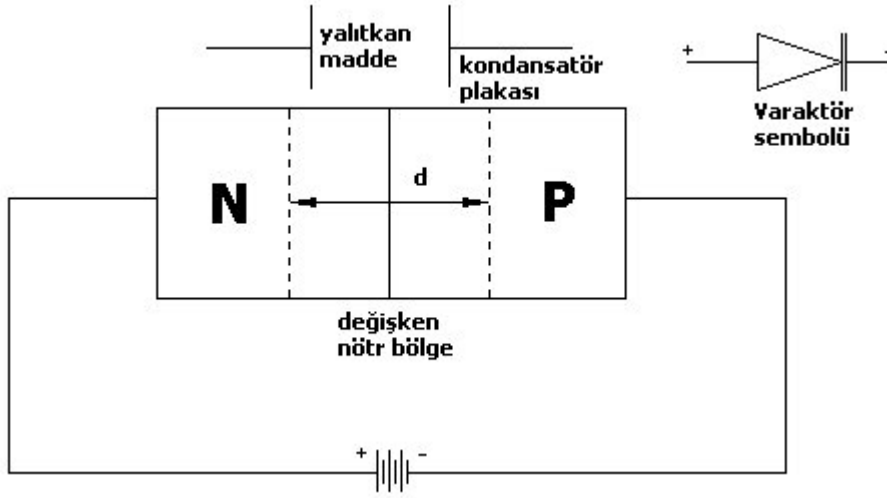
Varaktör diyotta da P ve N bölgeleri Şekil 3.30 'da görüldüğü gibi kondansatörün plakası görevi yapmaktadır.

$$C = \epsilon A/d = \epsilon \cdot \text{Plaka Yüzeyi} / \text{Plakalar Arası Açıklık}$$

kuralına göre:

Küçük ters gerilimlerde "d" boşluk bölgesi dar olduğundan varaktör kapasitesi ("C") büyük olur.

Gerilim arttırıldıkça d boşluk bölgesi genişleyeceğinden, "C" de küçülmektedir.



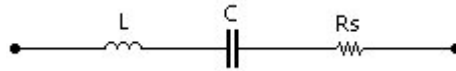
Şekil 3.30 - Ters polarmalı bağlantı

**Varaktör değişken kondansatör yerine kullanılabilmekte ve onlara göre hem ucuz olmakta, hem de çok daha az yer kaplamaktadır.**

Kaçak akımının çok küçük olması nedeniyle varaktör olarak kullanılmaya en uygun diyotlar silikon diyotlardır.

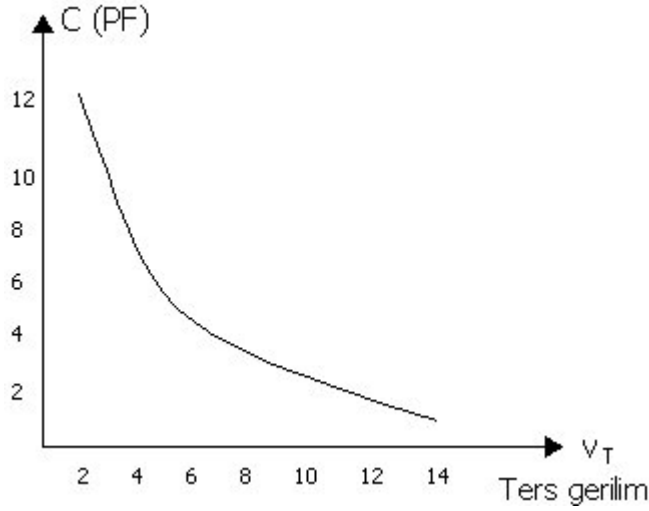
#### Varaktörün Tipik Özellikleri:

- Koaksiyel cam koruyuculu, mikrojonksiyon varaktör 200GHz 'e kadar görev yapabilmektedir.
- Kapasitesi 3-100pF arasında değiştirilebilmektedir.
- 0-100V gerilim altında çalışabilmektedir.
- Varaktöre uygulana gerilim 0 ile 100V arasında büyütüldüğünde, kapasitesi 10 misli küçülmektedir.
- Varaktörün eşdeğer devresi Şekil 3.31 'de verilmiştir. Yüksek frekanslarda L selfi birkaç nanohenri (nH), Rs birkaç Ohm olmaktadır.



Şekil 3.31 - Bir varaktörün eşdeğer devresi

Şekil 3.32 'de, VT ters yön gerilimine göre "C" kapasitesinin değişim eğrisi verilmiştir.



Şekil 3.32 - Varaktör kapasitesinin ters yön gerilimine göre değişimi.

### Varaktörün başlıca kullanım alanları:

Ayarlı devrelerin uzaktan kontrolü, TV ve FM alıcı lokal osilatörlerinde otomatik frekans kontrolü ve benzeri devrelerde kullanılır.

Telekomünikasyonda basit frekans modülatörleri, arama ayar devreleri, frekans çoğaltıcılarda, frekansın 2-3 kat büyütülmesi gibi kullanım alanları vardır.

## DİĞER DİYOTLAR

### MİKRODALGA DİYOTLARI

**Mikrodalga frekansları;** uzay haberleşmesi, kıtalar arası televizyon yayını, radar, tıp, endüstri gibi çok geniş kullanım alanları vardır. **Giga Hertz (GHz)** mertebesindeki frekanslardır.

Mikro dalga diyotlarının ortak özelliği, çok yüksek frekanslarda dahi, yani devre akımının çok hızlı yön değiştirmesi durumunda da bir yönde küçük direnç gösterecek hıza sahip olmasıdır.

### Mikrodalga bölgelerinde kullanılabilen başlıca diyotlar şunlardır:

- Gunn (Gan) diyotları
- Impatt (Avalanş) diyotları
- Baritt (Schottky)(Şotki) diyotları

- Ani toparlanmalı diyotlar
- P-I-N diyotları

## GUNN DİYOTLARI

İlk defa 1963 'te J.B. Gunn tarafından yapıldığı için bu ad verilmiştir. Gunn diyodu bir osilatör elemanı olarak kullanılmaktadır.

Yapısı, N tipi Galliyum arsenid (GaAs) veya İndiyum fosfat (InP) 'den yapılacak ince çubukların kısa kısa kesilmesiyle elde edilir.

Gunn diyoda gerilim uygulandığında, gerilimin belirli bir değerinden sonra diyot belirli bir zaman için akım geçirip belirli bir zamanda kesimde kalmaktadır. Böylece bir osilasyon oluşmaktadır.

**Örnek:** 10 $\mu$ m boyundaki bir gunn diyodunun osilasyon periyodu yaklaşık 0,1 nanosaniye tutar. Yani osilasyon frekansı 10GHz 'dir.

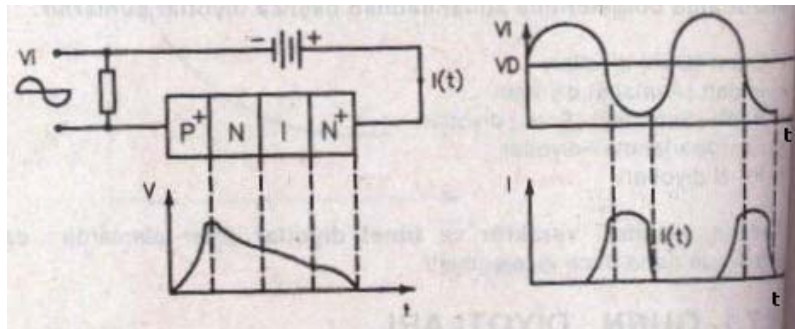
## IMPATT (AVALANŞ) DİYOT

Impatt veya avalanş (çığ) diyotlar Gunn diyotlara göre daha güçlüdürler ve çalışma gerilimi daha büyüktür. Mikrodalga sistemlerinin osilatör ve güç katlarında yararlanılır.

1958 'de Read (Rid) tarafından geliştirilmiştir. Bu nedenle Read diyodu da denir. Şekil 3.33 'te görüldüğü gibi P<sup>+</sup> - N - I - N<sup>+</sup> veya N<sup>+</sup> - P - I - P<sup>+</sup> yapıya sahiptir. **Ters polarmalı olarak çalışır.**

Yapımında ana elemanlar olarak Silikon ve Galliyum arsenid (GaAs) kullanılır. Diyot içerisindeki P<sup>+</sup> ve N<sup>+</sup> tipi kristaller, içerisindeki katkı maddeleri normal haldekinden çok daha fazla olan P, N kristalleridir.

"I" tabakası ise iyonlaşmanın olmadığı bir bölgedir. Taşıyıcılar buradan sürüklenerek geçer ve etrafına enerji verirler.



## **BARITT (SCHOTTKY) DİYOT**

Baritt Diyotlar 'da nokta temaslı diyotlar gibi metal ve yarı iletken kristalinin birleştirilmesi ile elde edilmektedir. Ancak bunlar jonksiyon diyot tipindedir. Değme

düzeyi (jonksiyon) direnci çok küçük olduğundan doğru yön beslemesinde 0.25V 'ta dahi kolaylıkla ve hızla iletim sağlamaktadır. Ters yöne doğru akan azınlık taşıyıcıları çok az olduğundan ters yön akımı küçüktür. Bu nedenle de gürültü seviyeleri düşük ve verimleri yüksektir.

Farklı iki ayrı gruptaki elemandan oluşması nedeniyle baritt diyotların dirençleri (lineer) değildir.

Dirençlerin düzgün olmaması nedeniyle daha çok mikrodalga alıcılarında karıştırıcı olarak kullanılır. Ayrıca, modülatör, demodülatör, detektör olarak ta yararlanır.

## **ANİ TOPARLANMALI DİYOT**

Ani toparlanmalı (Step-Recovery) diyotlar varaktör diyotların daha da geliştirilmişlerdir. Varaktör diyotlar ile frekansların iki ve üç kat büyütülmeleri mümkün olabildiği halde, ani toparlanmalı diyotlar ile 4 ve daha fazla katları elde edilebilmektedir.

## **PİN DİYOT**

P-I-N diyotları  $P^+ - I - N^+$  yapıya sahip diyotlardır.  $P^+$  ve  $N^+$  bölgelerinin katkı maddesi oranları yüksek ve I bölgesi büyük dirençlidir.

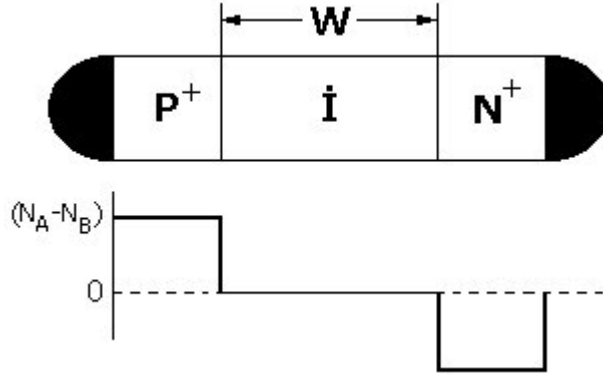
Şekil 3.34 'te P-I-N diodunun yapısı verilmiştir.

Alçak frekanslarda diyot bir P-N doğrultucu gibi çalışır. Frekans yükseldikçe I bölgesi de etkinliğini gösterir. Yüksek frekanslarda I bölgesinin doğru yöndeki direnci küçük ters yöndeki direnci ise büyüktür.

Diyodun direnci uygulama yerine göre iki limit arasında sürekli olarak veya kademeli olarak değiştirilebilmektedir.

P-I-N diyotlar değişken dirençli eleman olarak, mikrodalga devrelerinde, zayıflatıcı, faz kaydırıcı, modülatör, anahtar, limitör gibi çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır.





Şekil 3.34 - P-İ-N Diyot.

### BÜYÜK GÜÇLÜ DİYOTLAR

2W 'ın üzerindeki diyotlar Büyük Güçlü Diyotlar olarak tanımlanır. Bu tür diyotlar, büyük değerli DC akıma ihtiyaç duyulan galvano-plasti, ark kaynakları gibi devrelere ait doğrultucularda kullanılmaktadır.

Tablo 3.1 'de belirtilmiş olduğu gibi 1500-4000V arası ters gerilime ve 1000A 'e kadar doğru akımına dayanabilen SİLİKON DİYOTLAR üretilmektedir.

Şekil 3.35 'te 200A 'lık bir silikon diyot örneği verilmiştir. Bu tür diyotlar aşırı akım nedeniyle fazla ısındığından Şekilde görüldüğü gibi soğutuculara monte edilirler.

