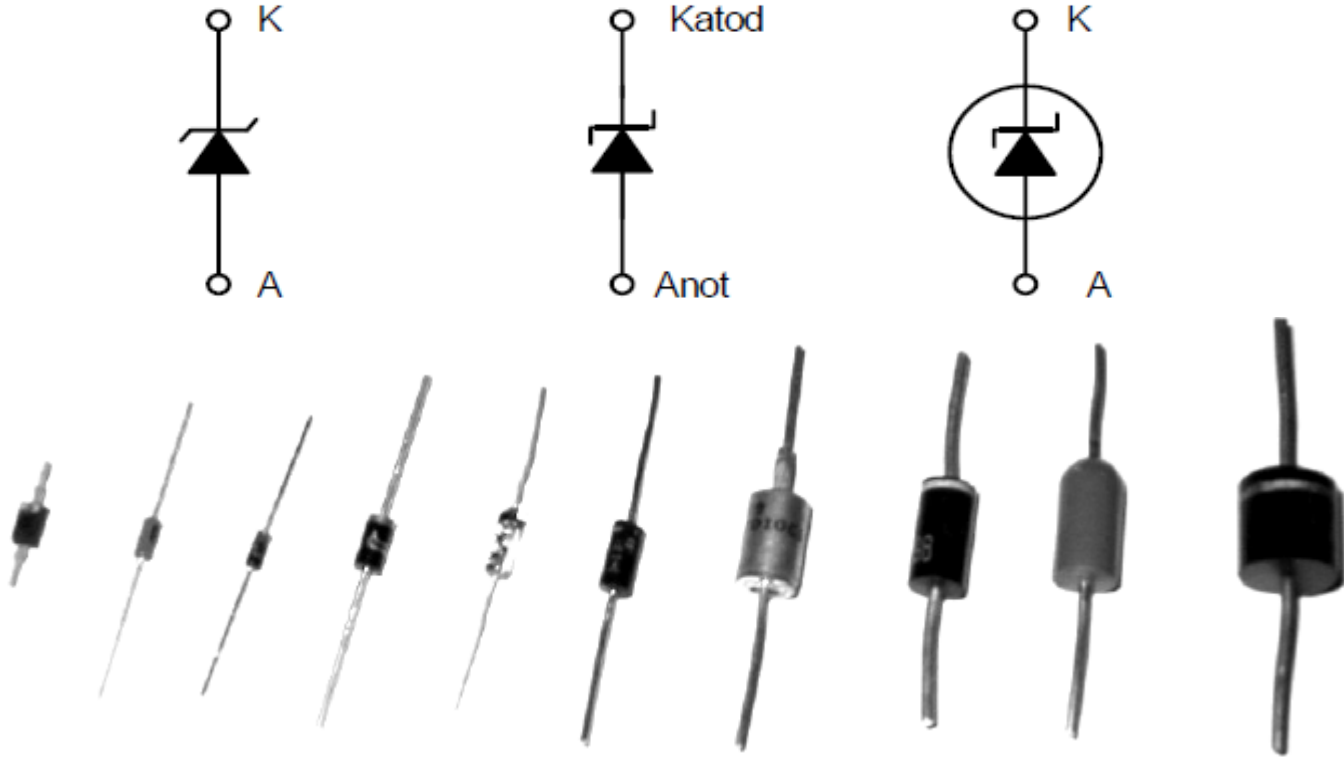


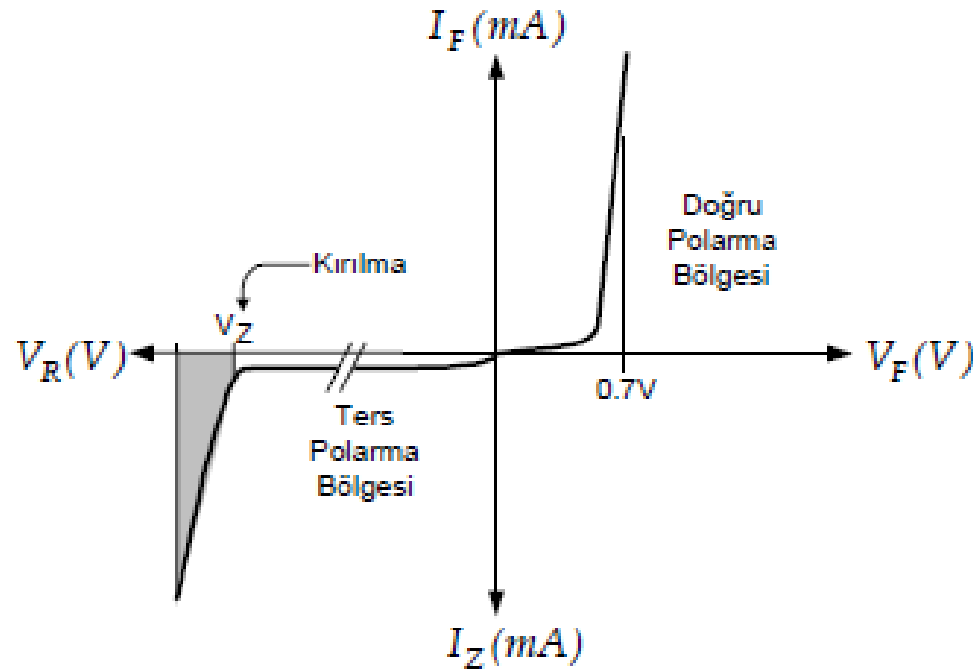
ÖZEL TİP DİYOTLAR

ZENER DİYOT

Ters polarma altında kırılma bölgesinde çalıştırılmak üzere tasarlanmış P-N bitişimli bir devre elemanıdır. Referans gerilimi temin etmek ve gerilim regülasyonu sağlamak amacı ile kullanılır.



Zener diyot; doğru polarma altında silisyum doğrultmaç diyot'ların tüm özelliklerini gösterir. Doğru polarma altında iletkenidir. Üzerinde yaklaşık 0.7V diyot öngerilimi oluşur. Ters polarma altında ise P-N bitişimi sabit gerilim bölgesi meydana getirir. Bu gerilim değeri; “**kırılma gerilimi**” (**Broke-down voltage**) olarak adlandırılır. Bu gerilime bazı kaynaklarda “**zener gerilimi**” denilmektedir.



Zener diyot ile silisyum diyot karakteristikleri arasında ters polarma bölgesinde önemli farklılıklar vardır. Silisyum diyot ters polarma dayanma gerilimi değerine kadar açık devre özelliğini korur. Zener diyot ise bu bölgede zener kırılma gerilimi (V_Z) değerinde ilettime geçer. Zener üzerindeki gerilim düşümü yaklaşık olarak sabit kalır.

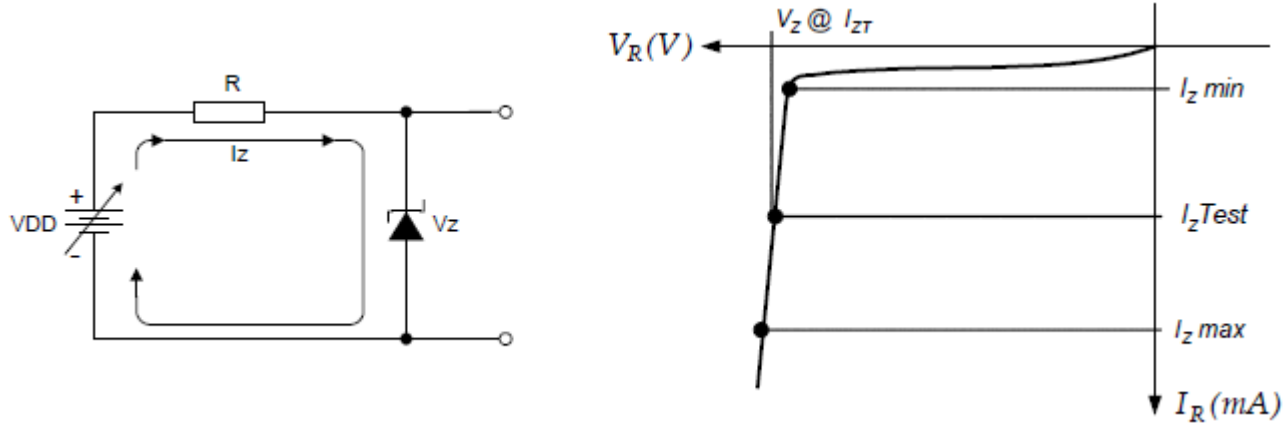
Zener diyotlarda kırılma gerilimi, üretim aşamasında P-N bitişiminin katkı maddesi oranları ayarlanarak belirlenmektedir. Günümüzde 1.8V ile 200V arasında farklı kırılma gerilimlerine sahip zener diyotlar üretilmektedir.

Günümüz piyasasında kullanıcının ihtiyacına uygun olarak; 0.25W ile 50W anma güçleri arasında çalışacak şekilde zener diyot üretimi yapılmaktadır.

Zener diyet, doğru polarma bölgesinde normal silisyum diyet özelliği gösterdiği belirtilmişti. Zener diyetun en önemli özelliği ters polarma bölgesindeki davranışıdır. Zener diyetun ters polarma altında çalışması için gerekli devre bağlantısı ve akım-gerilim karakteristiği aşağıda verilmiştir.

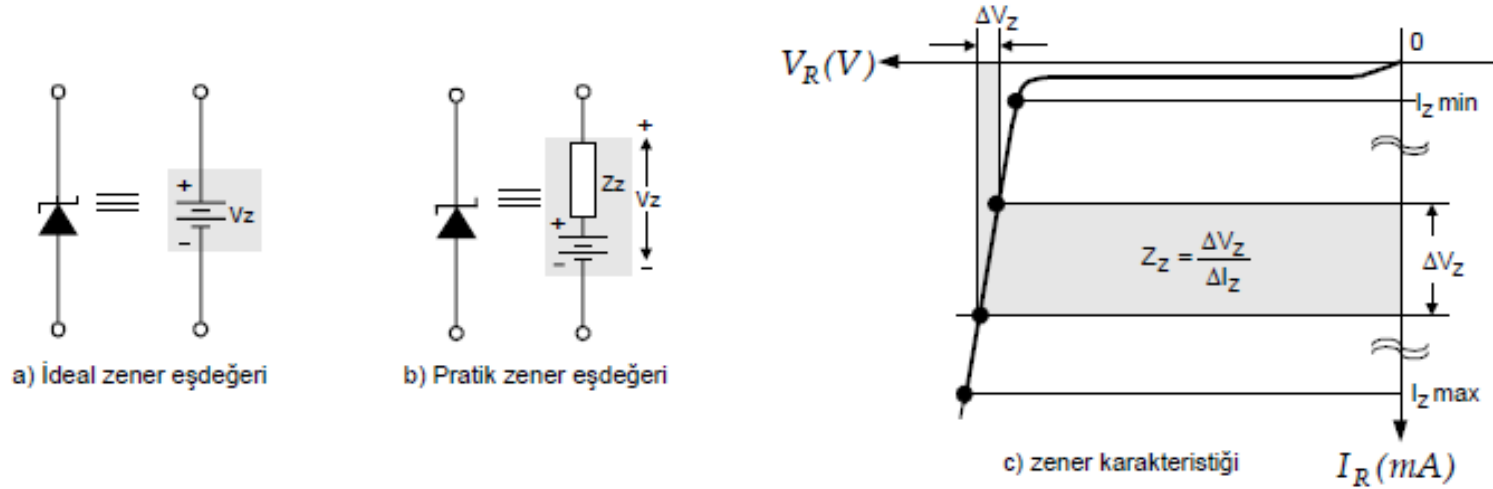
Ters polarma altında zener diyet üzerine uygulanan gerilim değer; zener kırılma gerilimi değerini aştığında zener diyet kırılarak iletime geçer. Ters polarma altında iletime geçen zener diyet, üzerinde sabit bir gerilim değerini oluşturur. Bu gerilime “**zener gerilimi**” (V_z) denir.

Zener diyetun iletime geçebilmesi için zener üzerinden geçen akım; I_{zmin} değerinden büyük, I_{zmax} değerinden küçük olması gerekir.



Zener diyet ters polarma altında iletimde kaldığı sürece üzerinde V_z olarak belirtilen bir gerilim oluşur. Bu gerilime “**zener gerilimi**”, bu işleme ise “**gerilim regölasyonu**” denir. Zener diyet, karakteristikte gösterildiği gibi üzerindeki gerilimi V_z değerinde sabit tutmaktadır.

Zener Eşdeğer Devreleri



İdeal bir zenerin eşdeğer devresi, nominal zener kırılma gerilimi değerine eşit gerilim kaynağı (V_Z) ile gösterilir.

Gerçek (pratik) bir zenerin ters polarma bölgesinde eşdeğer devresi ise, küçük bir iç empedans (Z_Z) ve nominal zener kırılma gerilimini temsilen bir gerilim kaynağından oluşur.

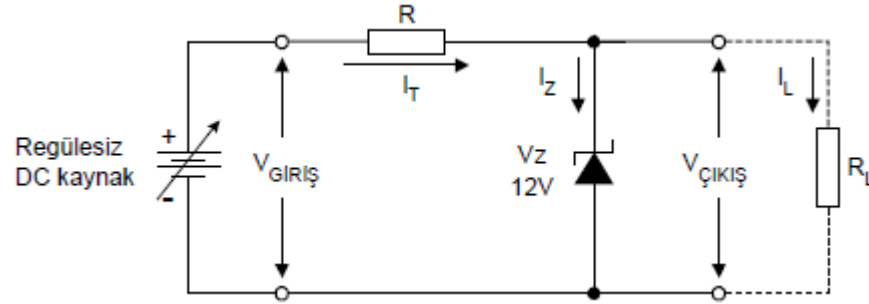
Zener kırılma gerilimi; ideal değildir. Karakteristik eğriden de görüleceği gibi bir miktar değişim gösterir (ΔV_Z). Zener empedansı; değişen zener geriliminin (ΔV_Z), değişen zener akımına (ΔI_Z) oranıdır ve aşağıdaki şekilde belirlenir.

$$Z_Z = \frac{\Delta V_Z}{\Delta I_Z}$$

Zenerin Regölasyonda Kullanılması

Zener diyotların en geniş ve yaygın kullanım alanı gerilim regölasyonudur. Gerilim regölasyonu; gerilimi dış etkilerden bağımsız hale getirip sabit tutabilmektir. Kısaca **gerilimi kararlı hale getirebilmektir**.

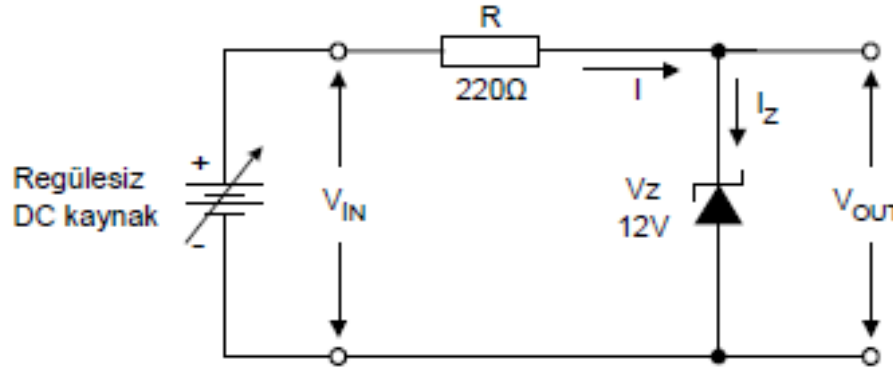
Devre girişine uygulanan regülesiz $V_{GİRİŞ}$ gerilimi, zener diyotla kararlı hale getirilmiştir. Bu işlem için zener diyot ve R direnciyle gerilim bölücü bir devre oluşturulmuştur. Devre girişine uygulanan $V_{GİRİŞ}$ gerilimi değişmektedir. Devrede kullanılan 12V'luk zener diyot, giriş gerilimindeki tüm değişimleri algılamalı ve devrenin çıkış gerilimini $V_{ÇIKIŞ}$ 12V'ta sabit tutmalıdır. Bu işlem gerçekleştirildiğinde zener diyot, gerilim regölasyonu yapıyor diyebiliriz.



- 1- Zener diyot ters polarma altında çalıştırılmalı
- 2- Devreye uygulanan gerilim, zener kırılma geriliminden (V_Z) büyük olmalı. ($V_{in} > V_Z$)
- 3- Zener'den geçecek akım; I_{Zmin} değerinden büyük, I_{Zmax} değerinden küçük olmalı ($I_{Zmin} < I_Z < I_{Zmax}$)

Soru 1

Devrede giriş gerilimi $V_{\text{GİRİŞ}}$, belli bir aralıkta değişmektedir. Devre çıkışında ise 12V'luk sabit çıkış gerilimi alınacaktır. Regüle devresinde 0.5W gücünde 12V'luk zener diyot kullanıldığını varsayalım. Zener diyot'un minimum kırılma akımı ise $I_{Z\min}=0.50\text{mA}$ olsun. Bu durumda devrenin regüle edebileceği giriş gerilimi aralığını bulalım.



$$V_R = R \cdot I_{Z\min} = (220\Omega) \cdot (0.50\text{mA}) = 110\text{mV}$$

$$V_{IN(\text{MIN})} = V_R + V_Z = 12\text{V} + 110\text{mV} = 12.11\text{V}$$

$$I_{Z\max} = \frac{P_{D(\max)}}{V_Z} = \frac{500\text{mW}}{12\text{V}} = 41.6\text{mA}$$

$$V_R = R \cdot I_{Z\max} = (220\Omega) \cdot (41.6\text{mA}) = 9.166\text{V}$$

$$V_{IN(\text{MAX})} = V_R + V_Z = 12\text{V} + 9.166\text{V} = 21.16\text{V}$$

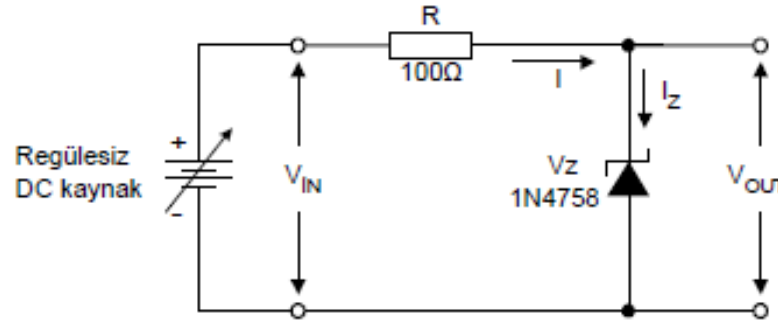
Zener diyot regüle işlemini gerçekleştirebilmesi için;

1- giriş gerilimi minimum $V_{IN(\text{MIN})}=12.11\text{V}$

2- giriş gerilimi maksimum $V_{IN(\text{MAX})}=21.16\text{V}$

Soru 2

Verilen regüle devresinde zenerin regüle işlevini yerine getirebilmesi için giriş geriliminin alabileceği değerler aralığını hesaplayınız. ($V_Z=56V$, $P_D(\max)=1W$, $I_Z(\min)=0.25mA$)



$$V_{IN(\min)} = (I_{Z\min} \cdot R) + V_{OUT}$$
$$V_{IN(\min)} = (0.25mA)(100\Omega) + 56V = 56.25V$$

$$I_{Z\max} = \frac{P_{D(\max)}}{V_Z} = \frac{1W}{56V} = 17.8mA$$
$$V_{IN(\max)} = (I_{Z\max} \cdot R) + V_{OUT}$$
$$V_{IN(\max)} = (17.8mA)(100\Omega) + 56V = 57.8V$$

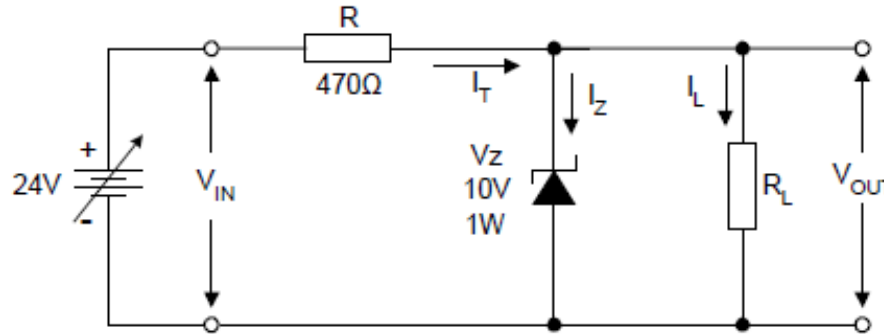
Dolayısıyla verilen regüle devresinde zener diyotun regüle işlevini gerçekleştirebilmesi için giriş gerilimi;

$$56.2V > V_{IN} > 57.8V$$

aralığında olmalıdır.

Soru 3

Verilen regüle devresinde zenerin regüle işlevini yerine getirebilmesi için R_L yük direncinin alabileceği değer aralığını hesaplayınız? ($V_Z=10V$, $P_{D(max)}=1W$, $I_{Z(min)}=1mA$)



$$V_{IN} = R \cdot I_T + V_Z$$
$$I_T = I_{Z(max)} = \frac{V_{IN} - V_Z}{R} = \frac{24 - 10}{470\Omega}$$
$$I_T = I_{Z(max)} = 29.7mA$$

$$I_{Z(max)} = \frac{P_{D(max)}}{V_Z} = \frac{1W}{10V} = 100mA$$

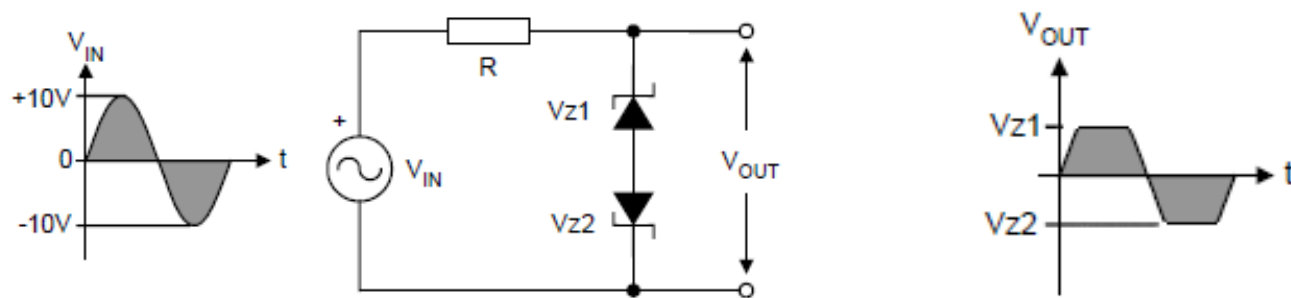
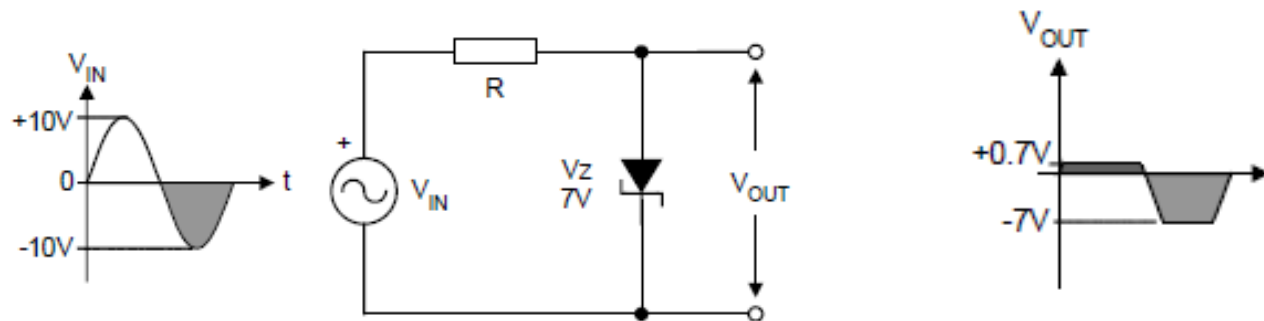
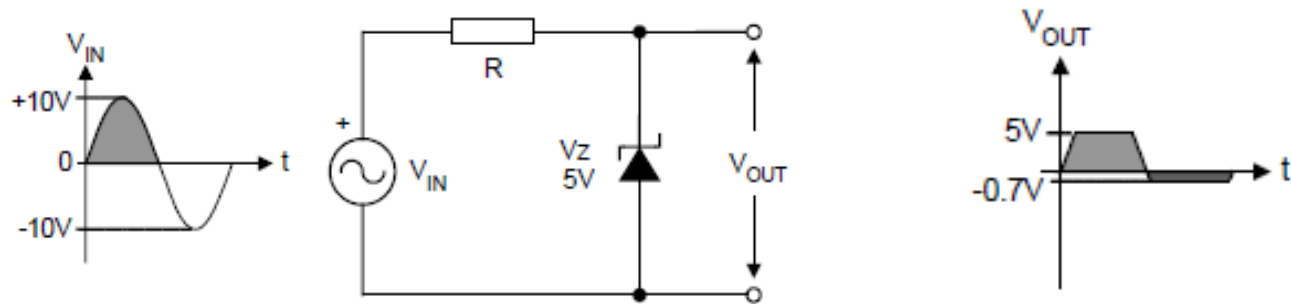
$$I_T = I_{Z(max)} + I_{L(min)} \quad I_T = I_{Z(min)} + I_{L(max)}$$
$$I_{L(max)} = I_T - I_{Z(min)}$$

$$I_{L(max)} = 29.7 - 1mA = 28.7mA$$

$$R_{L(min)} = \frac{V_Z}{I_{L(max)}} = \frac{10V}{28.7mA} = 348\Omega$$

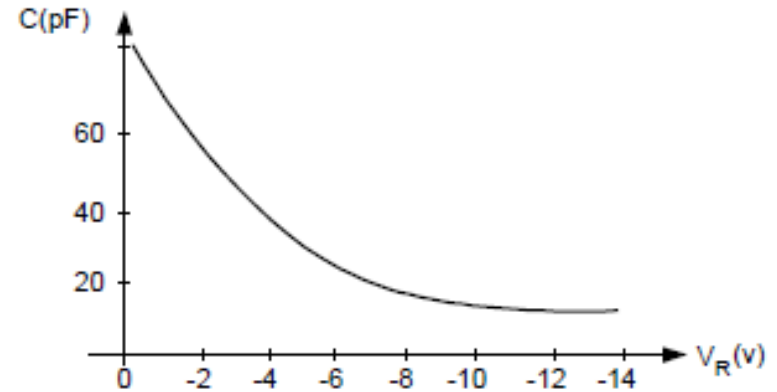
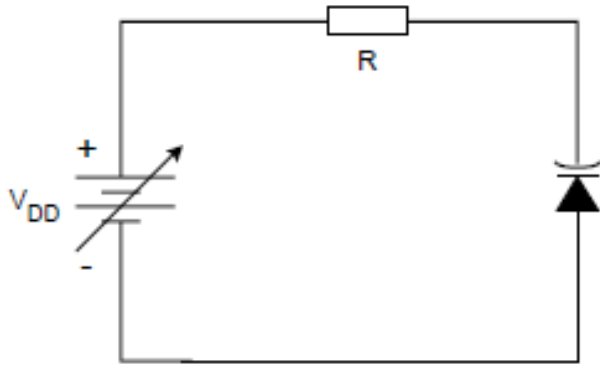
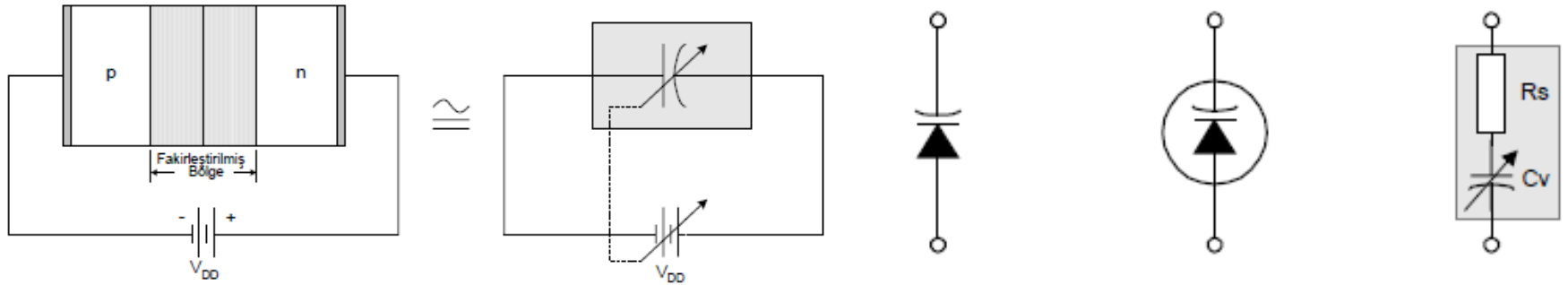
Devremizin regüle işlemini yerine getirebilmesi için R_L yük direncinin alabileceği değer aralığı;
 $398\Omega > RL > \infty$

Zener'le kırpıcı devreler



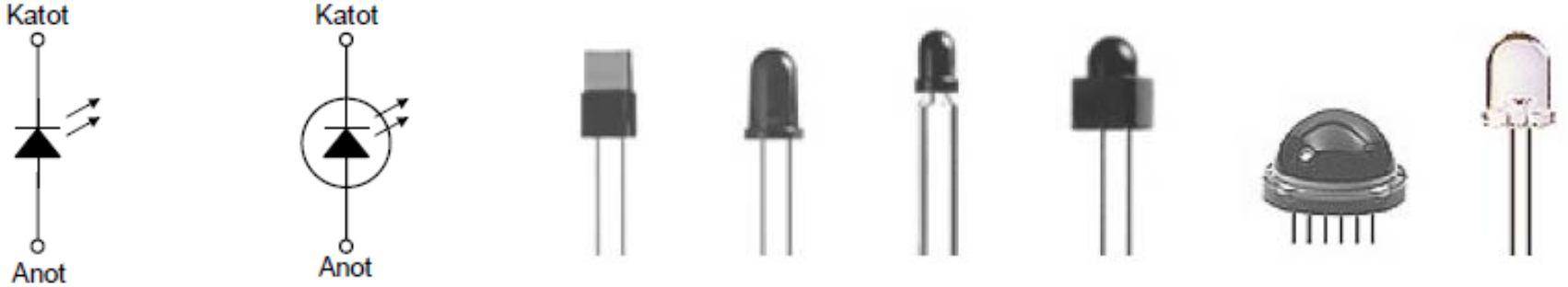
VARİKAP DİYOT

P-N bitişimi ters yönde polarmalandığında bir miktar kapasitif etki oluşturur. P-N bitişiminin bu özelliğinden yararlanılarak varikap diyotlar geliştirilmiştir. Varikap diyot; ters polarma altında kapasitansı değişen diyot veya yarıiletken kondansatör olarak tanımlanabilir.

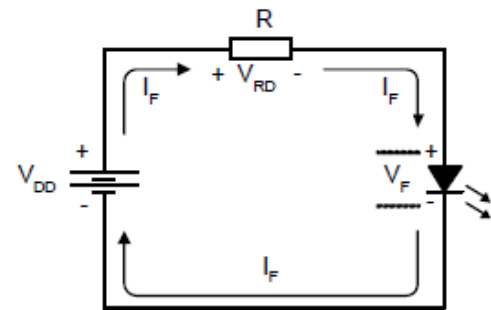


Işık Yayan Diyot (LED)

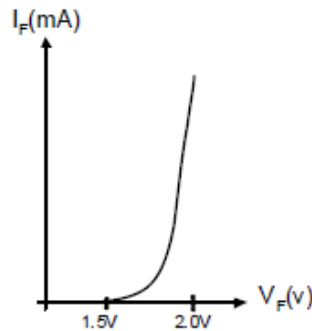
Işık yayan diyot (LED), doğru yönde polarmalandığında görülebilir ışık yayan yarıiletken bir devre elemanıdır. P-N bitişiminden üretilmiştir. LED üretimi için P ve N maddelerinin oluşturulmasında genellikle Galyum arsenit fosfit (GaAsP) veya galyum fosfit (GaP) kullanılır. Bu tür maddeler doğru polarma altında görülebilir ışık elde etmek için yeterlidir.



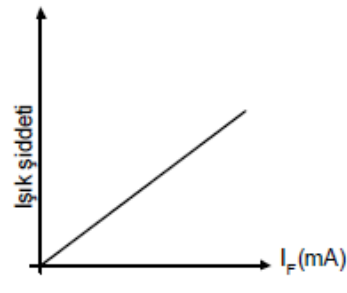
LED, doğru polarma altında iletme geçer ve üzerinden akım akmasına izin verir. Doğru polarma altında üzerinde maksimum 1.2V ile 3.2V arasında bir gerilim düşümüne sebep olur. LED'lerin üzerlerinden akmalarına izin verilen akım miktarı 10-30mA civarındadır. Bu değer; kullanılan LED'in boyutuna ve rengine göre farklılık gösterebilir. Gerekli maksimum değerler üretici kataloglarından temin edilebilir.



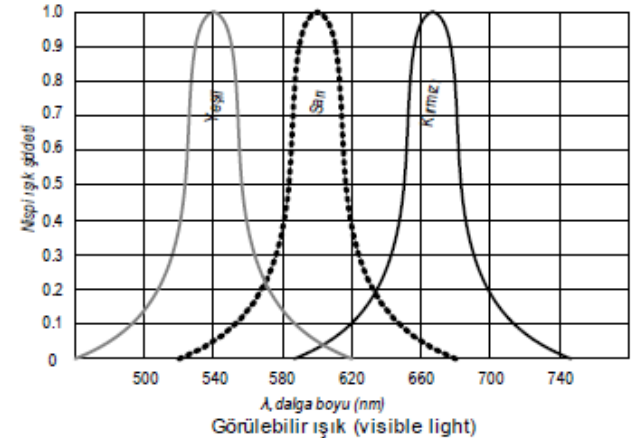
a) LED'in Doğru polarmalanması



b) LED'in V-I Karakteristiği

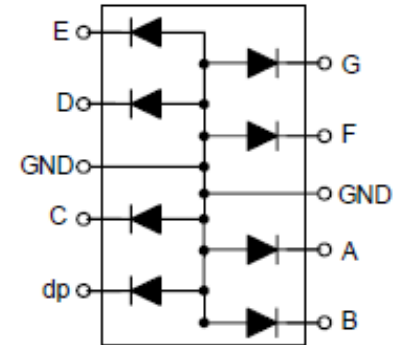
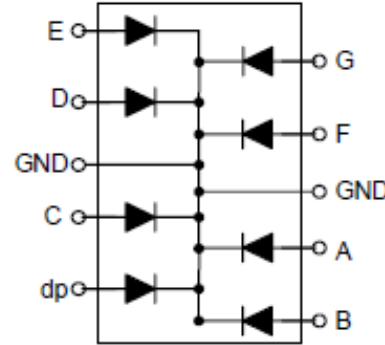
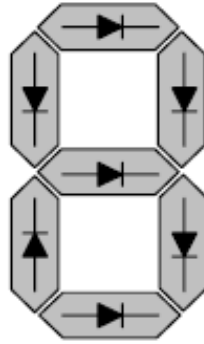
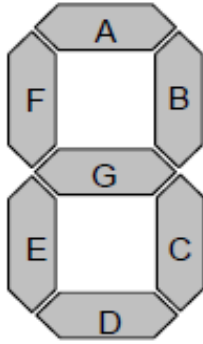


c) LED akımına bağlı olarak ışık şiddeti



LED Gösterge

LED diyotlar günümüzde çeşitli kombinasyonlarda kullanılmaktadır. Özellikle sayısal elektronik uygulamalarında rakam ve yazıların gösterimi bu tür devre elemanları ile yapılır. Yedi parçalı gösterge (seven-segment display) olarak adlandırılan bu tür optik devre elemanları ortak anot veya ortak katot bağlantılı olarak üretilirler. Aşağıda LED göstergelerin temel yapısı ve birkaç tipik LED göstergenin görünimleri verilmiştir.



Led göstergenin oluşturulması

Ortak katodlu gösterge

Ortan anotlu gösterge

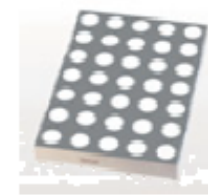
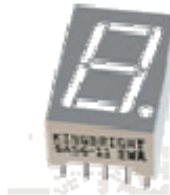
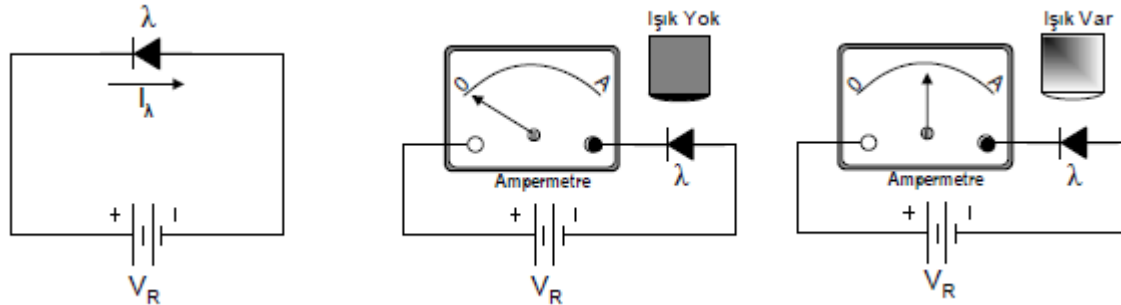


Foto-Diyot

Foto-diyot (Photo-diode), ışık enerjisine duyarlı aktif devre elemanlarındandır. Ters polarma altında çalıştırılmak üzere P-N bitişiminden üretilmiştir. Aşağıda foto-diyot'un sembolü ve birkaç farklı tip foto-diyot'un görünümü verilmiştir. Foto-diyot ışık enerjisine duyarlı bir elemandır. Bu nedenle tüm foto-diyotlar ışık enerjisini algılamaları için şeffaf bir pencereye sahiptir.



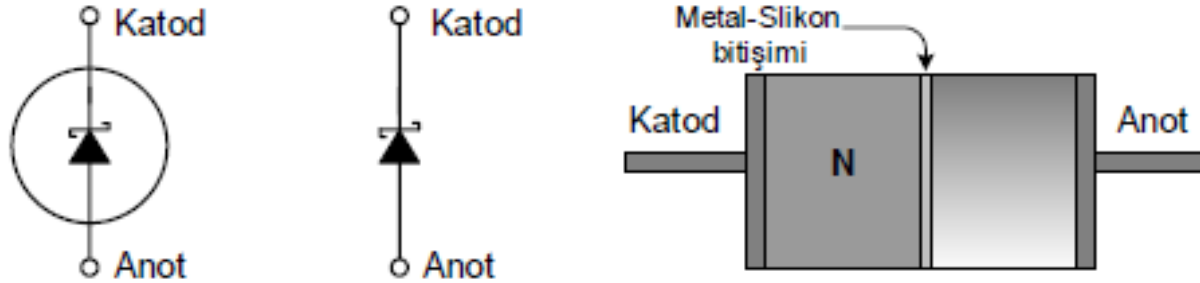
Foto-diyot; doğru polarma altında normal diyotlar gibi iletkenir. Ters polarma altında ise, karanlık ortamda foto-diyot'un direnci maksimumdur ve üzerinden akım akmasına izin vermez. Foto-diyot üzerine bir ışık kaynağı uygulandığında ise μA 'ler seviyesinde bir akım akmasına izin verir.



Şotki (Schottky) Diyot

Şotki diyotlar çok yüksek frekanslarda kullanılmak üzere tasarlanmış özel bir diyot türüdür. Bu diyotlara sıcak taşıyıcı (hot-carrier) diyotları da denilmektedir. Şotki diyotlar çok yüksek anahtarlama hızlarına sahiptirler. Bu nedenle yüksek frekanslarda yapılan çalışmalarda anahtarlama elemanı olarak şotki diyotlar tercih edilir. Kullanım alanlarına örnek olarak sayısal (digital) sistem tasarımlarını verebiliriz.

Şotki diyotların yapısı normal diyotlarla benzerlik gösterir. Sadece P ve N maddesinin birleşim yüzeyi normal diyotlardan farklıdır. Anahtarlama hızını artırmak amacı ile şotki diyotların birleşim yüzeylerinde altın, gümüş veya platin gibi metaller kullanılır. Şotki diyot'un sembolü ve yapısı aşağıda verilmiştir.



PIN Diyot

PIN diyotlarda P ve N eklemleri yoğun bir şekilde katkılandırılmıştır. Fakat bu iki malzeme katkısız bir silisyum malzeme ile ayrılmıştır. PIN diyot, Ters yönde polarlandığında sabit bir kondansatör gibi davranır. Doğru yönde polarlandığında ise değişken bir direnç gibi çalışır. PIN diyot bu özelliklerinden dolayı modülasyon elemanı olarak kullanılır. Hızlı değişiminden dolayı kontrollü mikro dalga anahtarı gibi, ya da direnci akım kontrollü olduğundan zayıflatma uygulamalarında kullanılırlar. PIN diyotun yapısı ve eşdeğer devreleri aşağıda verilmiştir.

