

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

*Gelişime Açık Olan...*

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-8

## ÖZET

- Zener Diyot
- Zener Diyot Kullanım Alanları
  - Kırpma Devresi
  - Gerilim Regülatörü
- Diyot Uygulamaları: Gerilim Çiftleyiciler ve Üçleyiciler
  - Gerilim Çiftleyiciler
  - Gerilim Üçleyiciler

1

## Zener Diyot

Ters polarma gerilimi altında sabit çıkış gerilimi veren gerilim regülasyonunda kullanılan diyotlardır.



*Zener diyot sembolleri ve çeşitleri*

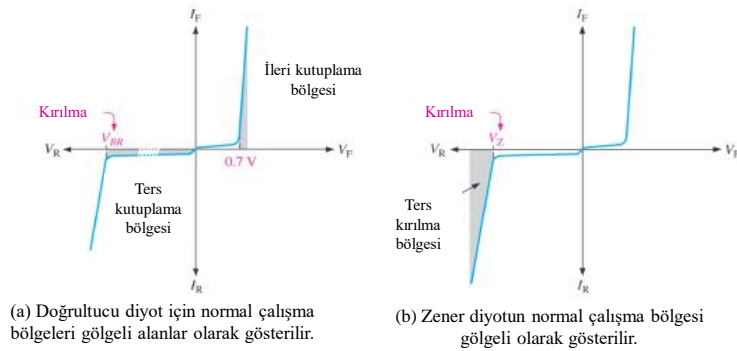
Normal diyotlara göre P ve N tipi yarıiletkenlerde katkı maddeleri oranı daha yüksektir. Zener diyota uygulanan gerilim arttıkça diyot büyük bir direnç gösterir ve mA seviyesinde akım geçirir. Bu gerilimin belirli bir değerinde aniden diyottan ters yönde akım geçmeye başlar. Bu gerilimin değerine Zener gerilimi denir. Gerilim artmaya devam edilirse akım da artar ancak Zener uçlarındaki gerilim sabit kalır. Normal bir diyot ise ters polarma altında Zener geriliminden sonra delinir.

2



Zener diyotu, giriş gerilimindeki değişikliklere rağmen kararlı bir çıkış referans gerilimi sağlamak için kullanılır.

- Regüle edilmiş güç kaynaklarında (gerilim regülatörü devresinde) referans olarak kullanılır.
- Zener diyot, gerilimin çok çeşitli ters akım değerleri için neredeyse sabit kaldığı ters kırılma bölgesinde çalışmak üzere tasarlanmıştır.



3

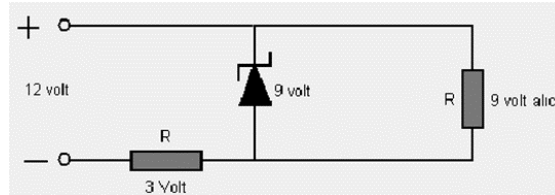
## Zener Diyotun Özellikleri

- Doğru polarlamada normal bir diyot gibi çalışır.
- Ters polarlamalı hâlde belirli bir gerilimden sonra iletme geçer. Bu gerilime Zener gerilimi denir.
- Ters gerilim kalkınca Zener diyot da normal hâline döner.
- Devrelerde ters yönde çalışacak şekilde kullanılır.

Bir Zener diyot, Zener gerilimi ile anılır. Örneğin, 12 voltluk Zener dendiğinde 12 voltluk ters gerilimde çalışmaya başlayan Zener diyot demektir. Zener diyot, ters yönde çalışması sırasında oluşacak olan aşırı akımdan dolayı bozulabilir. Bu durumu önlemek için devresine daima seri bir koruyucu direnç bağlanır.

4

Zener diyotların ters polarmada iletme geçme gerilimleri farklı imal edilir. (3 volt, 4 volt, 6 volt, 7.5 volt, 9 volt, 12 volt vb.). Ters polarma gerilimi üzerinde yazan gerilime geldiğinde iletme geçer. Düz polarmada ise ters polarma gerilimi farklı bütün silisyum Zener diyotlar 0.6–0.8 voltta iletme geçer. Sağlamlık kontrolü diğer diyotlarda olduğu gibi ohmmetre ile yapılır.

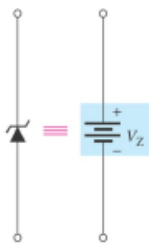


*Zener diyotun devreye bağlanması*

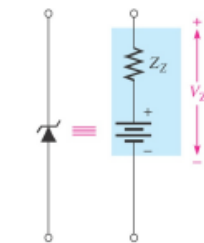
Yukarıdaki devreye 9 voltluk Zener bağlanmıştır. 12 volt gerilim uygulandığında Zener diyottan bir akım geçer. Geçen akım R direncinde 3 voltluk bir gerilim düşümü oluşturur. 12 volt besleme geriliminin 3 voltu direnç üzerinde düşerken 9 voltu zener diyot uçlarında bulunur.

5

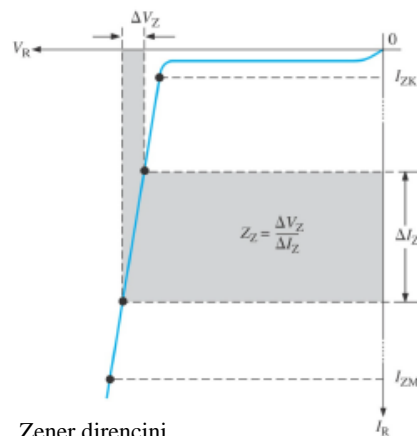
### Zener Eşdeğer Modeller



İdeal Model



Parçalı Doğrusal Model  
(gerçek davranışa daha yakın)



Zener direncini belirlemek için karakteristik eğri

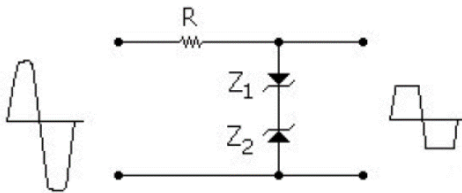
6

## Zener Diyotun Kullanım Alanları

### Kırpma Devresi

İki Zener diyot ters bağlandığında basit ve etkili bir kırpma devresi elde edilir.

Örnek: Devre girişine tepe değeri 10 V olan bir AC gerilim uygulansın ve kırpma işlemi için, Zener gerilimi 5 V olan iki  $Z_1$ ,  $Z_2$  Zener diyotu kullanılsın.



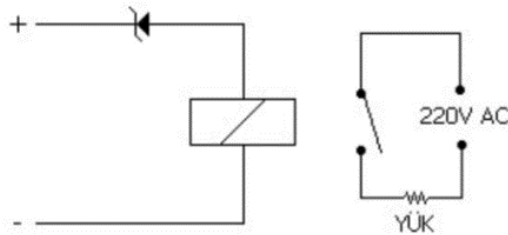
*Zener diyotun kırpma devresinde kullanılması*

AC gerilimin pozitif alternansı başlangıcında  $Z_1$  Zeneri doğru polarmalı ve iletimde,  $Z_2$  Zeneri ise ters polarmalı ve kesimde olacaktır. Giriş gerilimi +5V'a ulaştığında  $Z_2$ 'de ilettime geçer ve dolayısıyla da çıkış uçları arasında +5V oluşur. Keza, R direnci üzerindeki gerilim düşümü de 5V 'tur. AC gerilimin diğer alternansında da  $Z_1$  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.

7

### Zener Diyotlu Röle Devresi

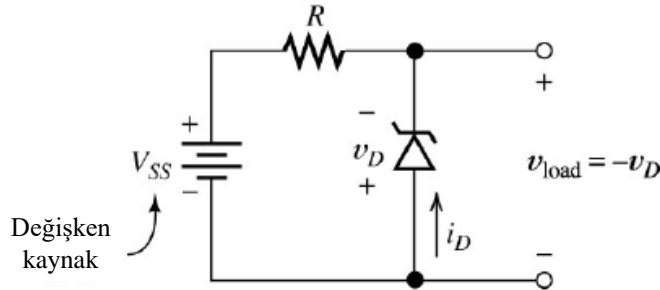
Şekilde Zener diyot, röleye seri ve ters yönde bağlanmıştır. Röle, ancak uygulanan gerilimin, Zener gerilimi ile röle üzerinde oluşacak gerilim düşümü toplamını aşmasından sonra çalışmaktadır.



*Zener diyotla rölenin belirli bir gerilim değerinden sonra çalışması*

8

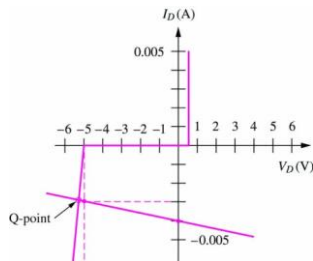
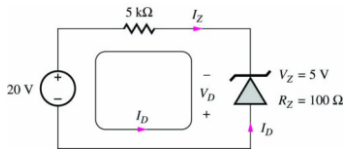
## Zener Diyot Gerilim Regülatörü



- ✓ Değişken besleme geriliminden neredeyse sabit bir çıkış gerilimi sağlayan basit bir regülatör devresi.
- ✓ Gerilim regülatöründe Zener diyot, yaklaşık olarak sabit gerilim sağlayan kırılma bölgesinde çalışır.
- ✓ Gerilim regülatörü yüke sabit gerilim sağlar.

9

Örnek: Zener diyotlu devreyi inceleyip diyotun Q noktasını belirleyin.

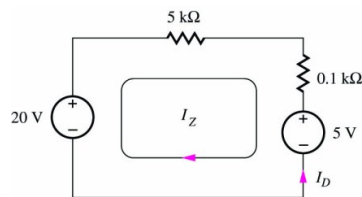


Yük doğrusunu kullanarak:

$$-20 = V_D + 5000I_D$$

Yük doğrusunu çizmek için 2 nokta seç (0V, -4 mA) ve (-5 V, -3 mA).  
Bu I-V karakteristiğinin Q-noktası: (-2.9 mA, -5.2 V) ile çıkarılır.

Parçalı doğrusal model kullanarak:



$$I_Z = -I_D > 0$$

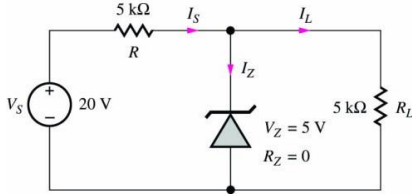
$$20 - 5100I_Z - 5 = 0$$

$$I_Z = \frac{(20-5)V}{5100\Omega} = 2.94 \text{ mA}$$

$I_Z > 0$  olduğundan ( $I_D < 0$ ), sonuç Zener kırılma bölgesi çalışması ile tutarlıdır.

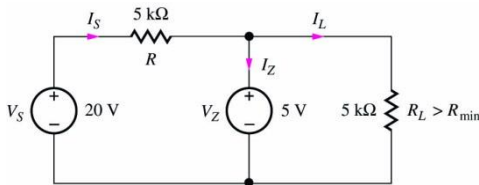
10

Örnek: Zener diyotlu devrede uygun regülasyon yapılabilmesi için yük direncin değeri ne olmalı?



$$I_S = \frac{V_S - V_Z}{R} = \frac{(20-5)V}{5k\Omega} = 3 \text{ mA}$$

$$I_L = \frac{V_Z}{R_L} = \frac{5V}{5k\Omega} = 1 \text{ mA} \quad | \quad I_Z = I_S - I_L = 2 \text{ mA}$$



Zener diyot  $R_L$  yük direnci üzerindeki gerilimi sabit tutar.  
Zener için  $I_Z > 0$ .

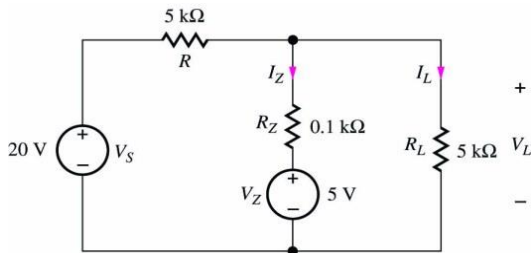
Uygun düzenleme (regülasyon) için, Zener akımı pozitif olmalıdır. Akım sıfırdan küçük olursa Zener diyot yük direncinin gerilimini kontrol edemez.

$$I_Z = \frac{V_S}{R} - V_Z \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{R_L} \right) > 0 \quad | \quad R_L > \left( \frac{R}{\frac{V_S}{V_Z} - 1} \right) = R_{\min}$$

11

Örnek: Aşağıdaki devre için Zener diyot akımını ve çıkış gerilimini hesaplayın.

$$V_S = 20 \text{ V}, R = 5 \text{ k}\Omega, R_Z = 0.1 \text{ k}\Omega, V_Z = 5 \text{ V}$$



$$\frac{V_L - 20V}{5000\Omega} + \frac{V_L - 5V}{100\Omega} + \frac{V_L}{5000\Omega} = 0$$

$$V_L = 5.19 \text{ V}$$

$$I_Z = \frac{V_L - 5V}{100\Omega} = \frac{5.19V - 5V}{100\Omega} = 1.9 \text{ mA} > 0$$

12

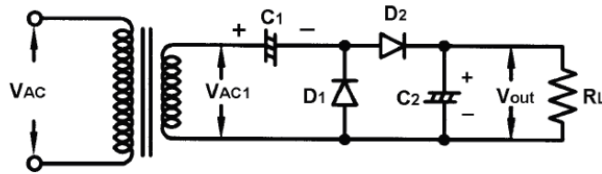
## Gerilim Çiftleyiciler ve Üçleyiciler (Voltaj Dublörleri ve Triplerleri)

Gerilim katlayıcılar, değiştirilmiş bir kapasitör filtre devresi olup, giriş AC geriliminin tepe değerini katlayarak çıkışa veren devrelerdir. Gerilim katlayıcıları yüksek gerilim düşük akım gerektiren TV tüplerinde, osiloskop ve bilgisayar ekranlarında kullanılırlar.

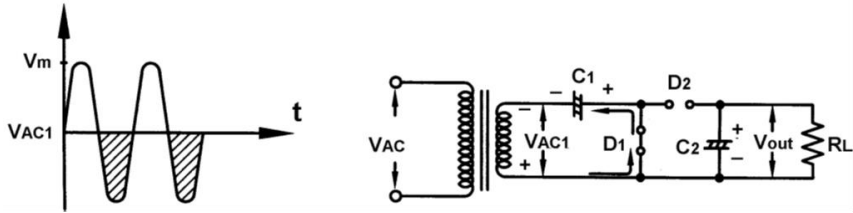
### Gerilim Çiftleyiciler

Yarım dalga ve tam dalga olmak üzere iki çeşittir.

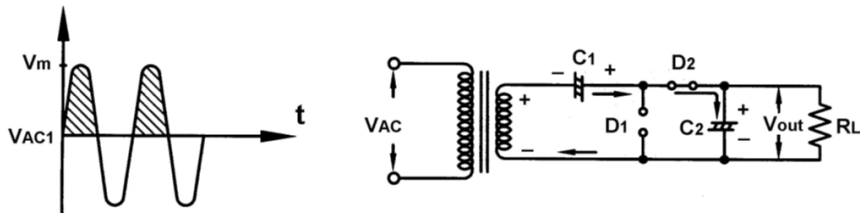
**Yarım dalga gerilim çiftleyiciler:** Girişteki  $V_{AC1}$  geriliminin negatif alternansında  $D_1$  diyotu iletimde,  $D_2$  diyotu kesimdedir. Bu durumda  $C_1$  kondansatörü giriş AC geriliminin tepe değerine şarj olur.  $C_1$  kondansatörünü şarj polaritesi şekilde görüldüğü gibi olacaktır. Bu durumda  $R_L$  yükünü  $C_2$  kondansatörü besleyecektir. Dolayısıyla  $C_2$ 'nin gerilimi düşmeye başlayacaktır.



13



*Negatif giriş gerilim alternansında yarım dalga gerilim çiftleyici*



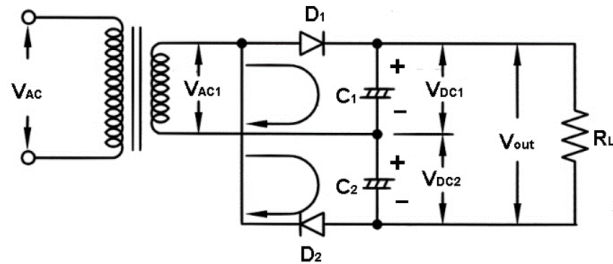
*Pozitif giriş gerilim alternansında yarım dalga gerilim çiftleyici*

14



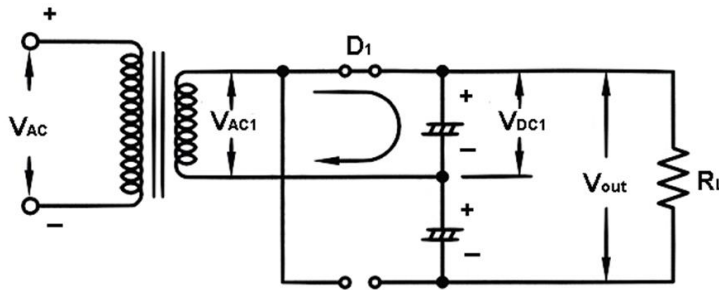
Giriş geriliminin pozitif alternansında ise  $D_1$  diyotu kesime gidecektir. Çünkü  $D_1$  diyotunun anoduna negatif, katoduna ise  $C_1$  kondansatörünün pozitif ucu bağlanmıştır. Aynı zamanda  $V_{AC1}$ 'in maksimum değerine şarj olan  $C_1$  kondansatörü ile kaynak gerilimi seri bağlanmış olacaktır. Bu sırada  $D_2$  diyotunun anoduna bu gerilim, katoduna da yüke deşarj olan  $C_2$  kondansatöründeki daha küçük bir gerilim uygulanacağından iletme girecektir. Böylece,  $C_2$  kondansatörü  $2*V_{AC1}$  maks gerilimine şarj olacaktır. Her iki kondansatörün de şarj edilmesinde bir direnç olmadığı için çok kısa sürede şarj olurlar. Ancak yükün direnci küçükse yani yük fazla akım çekerse kondansatörlerin deşarjı hızlı olur ki bu durumda çıkıştaki gerilimin değeri düşer.

**Tam Dalga Gerilim Çiftleyiciler:**  
Pozitif alternansta  $C_1$ , negatif alternansta ise  $C_2$  kaynak geriliminin maksimum değerine şarj olur. Bu iki kondansatör birbirine seri bağlı olduğundan çıkışta kaynak geriliminin tepe değerinin iki katı gerilim elde edilir.



15

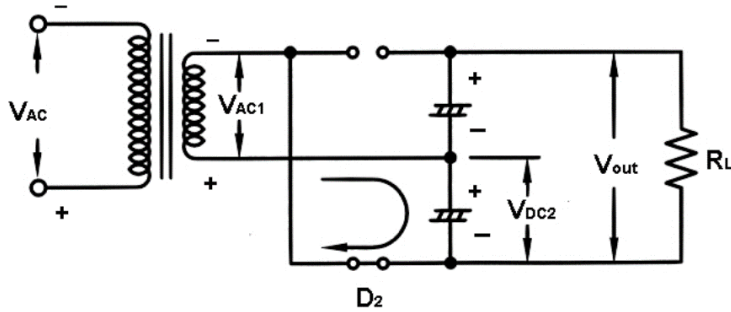
Şekilde pozitif alternans için devrenin çalışması gösterilmiştir.  $D_1$  iletimde  $D_2$  diyotu kesimdedir. Üstteki kondansatör  $V_{AC1}$  geriliminin tepe değerine şarj olur. Eğer çıkışta herhangi bir yük tarafından akım çekilmiyorsa kondansatör bu gerilimde kalır. Ancak yük akımı fazla olursa kondansatör gerilimi giriş tepe değerinden aşağı doğru düşer



*Pozitif giriş gerilim alternansında tam dalga gerilim çiftleyici*

16

Şekilde negatif gerilim alternansında tam dalga gerilim çiftleyicinin çalışması gösterilmiştir. Bu durumda  $D_1$  ters polarlandığı için kesime girerken  $D_2$  doğru polarlandığından ilettime girer ve alttaki kondansatörü  $V_{DC2}$  gerilimine şarj eder. Uçlarında  $V_{DC1}$  gerilimi bulunan kondansatörle alttaki kondansatör seri bağlı olduğu için çıkışta bu kondansatör uçlarındaki gerilimlerin toplamı kadar bir gerilim görülür.

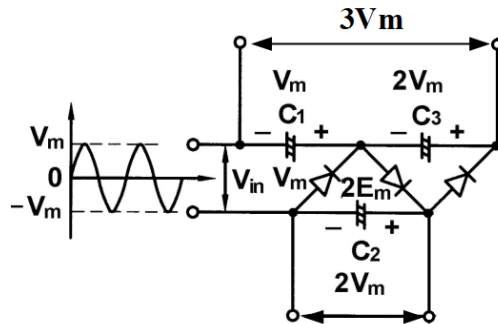


*Negatif giriş gerilim alternansında tam dalga gerilim çiftleyici*

17

### Gerilim Üçleyiciler

Gerilim üçleyici yarım dalga gerilim çiftleyicinin genişletilmiş halidir. Giriş geriliminin negatif alternansında  $C_1$  kondansatörünün  $D_1$  diyotu vasıtasıyla  $V_m$  gerilimine şarj olduğunu, pozitif alternansta da diğer ikinci diyotun ilettime girerek  $C_2$  kondansatörünü  $2V_m$  gerilimine şarj etmektedir.  $C_2$  kondansatörü  $2V_m$  gerilimine şarjlı iken  $C_1$  kondansatörü  $D_1$  diyotu üzerinden şarj olurken,  $C_3$  kondansatörü de  $D_3$  diyotu üzerinden  $2V_m$  gerilimine şarj olacaktır. Şekilde görüldüğü gibi sonuçta  $C_1$  ve  $C_3$  kondansatörü birbirini destekleyici yönde seri bağlı olduğundan  $3V_m$  gerilimi elde edilmiş olacaktır.



18

# Bizi Dinlediğiniz İçin Teşekkür Ederiz.



[gelisimedu](https://www.facebook.com/gelisimedu)

[igugelisim](https://www.instagram.com/igugelisim)

0212 422 70 00



[www.gelisim.edu.tr](http://www.gelisim.edu.tr)