

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi
Fizik Bölümü
Elektronik Laboratuvarı

Deney-4

Diyotların Sağlamlık Testinin Yapılması ve
I-V Karakteristiklerinin Elde Edilmesi ve
Zener Diyotun I-V Karakteristliğini
Çıkarmak, Gerilim Regülatörü Olarak
Kullanımını Öğrenmek

Hazırlayanlar:

Arş. Gör. Mustafa HARBUTOĞLU
Prof. Dr. Muhittin ŞAHAN

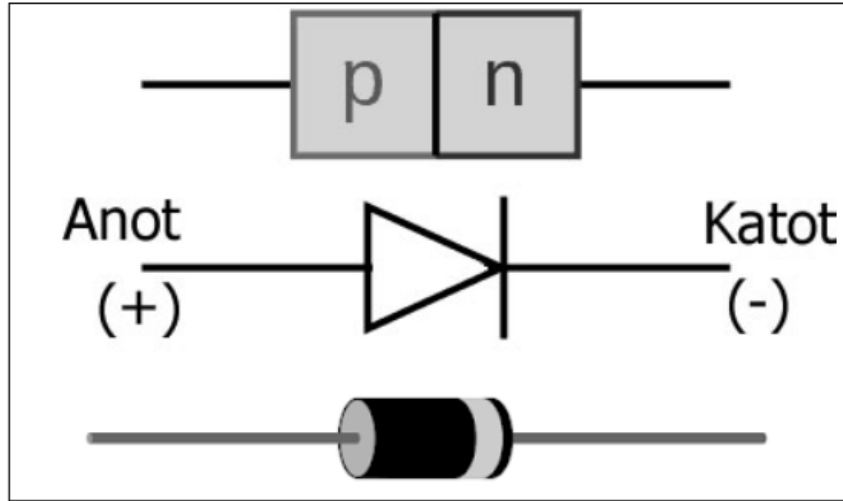
Diyot ve LED'in Sağlamlık Testinin Yapılması

1. Deneyin Amacı

Diyotun teorik ve pratik olarak tanıtılması, diyot sağlamlığının test edilmesi ve Diyetun akım-gerilim karakteristiğinin elde edilmesi.

1.1 Teorik Bilgi

Diyotlar P-tipi ve N-tipi iki malzemenin bir araya gelmesi ile Şekil 4.1'de verilen yapı ortaya çıkar. Diyot, yalnızca bir yönde akım geçiren devre elemanıdır. Bir yöndeki direnci ihmal edilebilecek kadar küçük, öbür yöndeki dirençleri ise çok büyük olan elemanlardır. Direncin küçük olduğu yöne "doğru yön" veya "iletim yönü", büyük olduğu yöne "ters yön" veya "tıkama yönü" denir. Diyot sembolü akım geçiş yönünü gösteren bir ok şeklindedir. Ayrıca, diyotun uçları pozitif (+) ve negatif (-) işaretleri ile de belirlenir. "+" uca anot (A), "-" uca katot (K) denir. Diyotlar üstlerinden geçen akımları anottan kotota doğru geçirmektedirler. Yani, diyotun anoduna, gerilim kaynağının pozitif (+) kutbu, katoduna kaynağın negatif (-) kutbu gelecek şekilde gerilim uygulandığında diyot ilettime geçer. Şekil 1' de diyot çeşitlerinden bazıları gösterilmiştir.

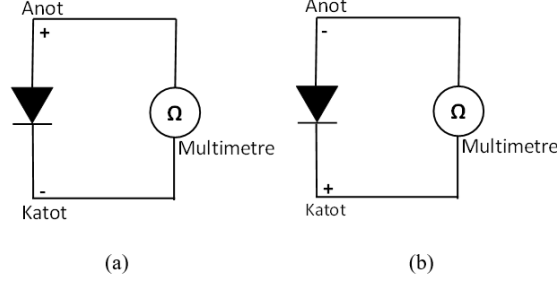


Şekil 1.1 Diyetun Şekli

Temel yarıiletken elemanlardan deney çalışmaları esnasında kullanılacak doğrultma diyodu, zener diyot ve LED (Light Emiting Diode-ışık yayan diyot) gibi elemanların kullanılmadan önce pratik metotlarla test edilmeleri gerekir. Bu amaçla çoğunlukla multimetrelerden faydalanılır.

Multimetrelerin içerisinde voltaj kaynağı olarak kullanılan piller genellikle 1.5V gibi çok küçük olmakla birlikte diyotların ileri yönde kutuplanmaları için yeterlidir. Ölçü aletlerinin pozitif ucu anoda, negatif ucu da katoda irtibatlandırılırsa diyot ileri yönde kutuplanacağından düşük direnç değeri (diyetun ileri yöndeki direnci) gösterir. Eğer negatif uç anoda, pozitif uç da katoda irtibatlandırılırsa bu durumda diyot ters yönde kutuplanacağından yüksek direnç değeri (diyetun ters yöndeki direnci) okunur.

Kısa devre olmuş bir diyot her iki Yönde de yaklaşık $0\ \Omega$ 'luk kısa devre direncine, açık devre olmuş bir diyot ise her iki yönde de sonsuza yakın yüksek direnç değerine sahiptir.



Şekil 1.2 Diyotların Multimetre ile ölçülmesi: a) İleri yönlü kutuplama direncinin ölçülmesi, b) Ters yönlü kutuplama direncinin ölçülmesi.

Diyot Sağlamlık Testi

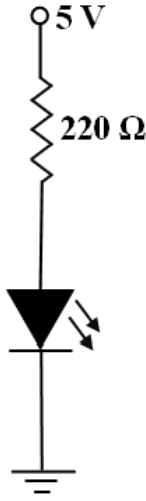
Diyotun sağlamlık testi 2 şekilde yapılır:

- Ohmetre ile;
 1. Multimetreyi direnç ölçüm konumuna getiriniz.
 2. Multimetre problarını Şekil 1.2 (a)'daki gibi diyot uçlarına dokundurunuz ve ileri yönlü kutuplama direncini ölçünüz.
 3. Multimetre problarını Şekil 1.2 (b)'deki gibi diyot uçlarına dokundurunuz ve ters yönlü kutuplama direncini ölçünüz.

Eğer diyot bir yönde küçük direnç (300Ω - 3000Ω) ,problar ters takıldığında ise büyük direnç ($50k\Omega$ - $200k\Omega$) gösteriyorsa sağlamdır.

- Polarlama Gerilimi ile;

Bazı ölçü aletlerinin doğrudan diyot ölçme kademeleri mevcuttur. Digital ölçü aletinin ölçü komütatöründe diyot sembolü varsa bu test yapılabilir. Bu tip ölçü aletleri ya diyot üzerine ileri yönde düşen gerilimi ya da diyotun ileri yöndeki direncini göstermektedir. Komütatör diyot sembolüne getirilir. Yapılan ölçümde bir yönde diyot üzerinde $0.2V$ - $0.95V$ görülür, diğer yönde herhangi bir değer ölçülmez ise diyot sağlamdır.

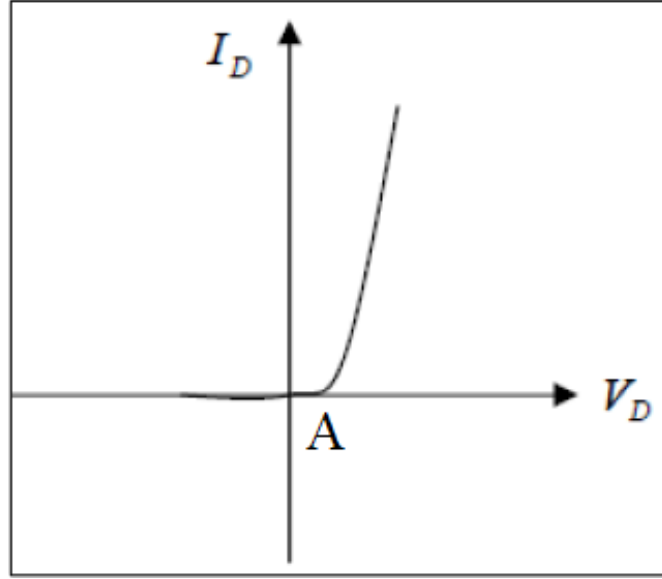


Şekil 1.3 LED'in sağlamlık testi için kullanılan uygulama devresi.

Şekil 1.3'de görüldüğü gibi yaklaşık 220Ω 'luk bir direncin 5 V'luk kaynağa seri bağlanmasıyla LED'in ileri ve ters yöndeki kutuplandırılması yapılabilir. İleri yönde kutuplandırıldığında LED ışık vermeli, ters yönde kutuplandırıldığında ışık vermemelidir.

Diyotun Karakteristik Eğrisi

Diyotun üzerine uygulanan gerilime göre diyot üzerinden geçen akım grafiği Şekil 1.4'de verilmiştir. Şekil 1.4 ideal diyot için besleme ve $I_D - V_D$ ilişkisini göstermektedir. Diyot üzerine uygulanacak ters kutuplamada diyot üzerinden geçen akım değerlerinin sürekli 0 kaldığı yönünde bir yorum yapılabilir, ancak uygulamada durum biraz daha farklıdır. Ters gerilimlemede öyle bir değer için diyot ters yönde de akım akıtmaya başlar. Bu değer diyotun bozulma değeridir, zener bölgesi diye de isimlendirilir. Şekilde A noktasının değeri ise diyot cinsine göre 0.3V ve 0.6-0.7V' dur. Piyasada Ge diyot bulmak oldukça zordur, bu yüzden Si diyotlar tercih edilmektedir. Bu yüzden A noktasının değerini genellikle 0.7V olarak kabul edebiliriz. Şekilde görüldüğü gibi Devreye verilen gerilimne kadar artırılırsa V_D gerilimi arttırılınsın yaklaşık 0.7V da sabit kalmakta ve I_D akımı da sonsuza gitmektedir.



Şekil 1.4 Bir diyotun Üzerine Uygulanan Gerilime Karşın Üzerinden Geçen Akım Değer Grafiği.

2. Diyodun Akım-Gerilim Karakteristiğinin Elde Edilmesi

Deneyin Yapılışı

2.1 Deneyin Kullanılan Elemanlar

- 0...15V ayarlı DC Güç Kaynağı
- 1N4007 Diyot
- Multimetre (2 adet)

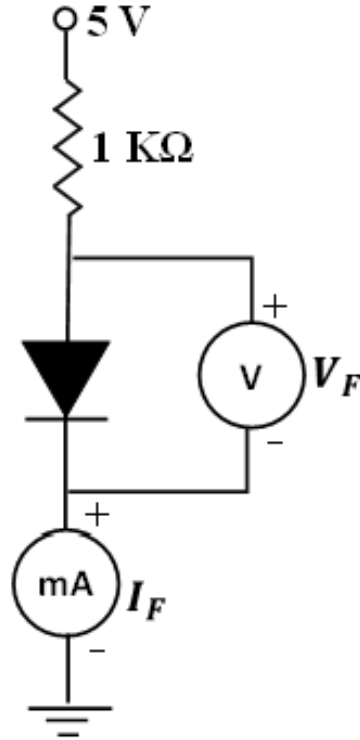
2.2 Teorik Bilgi

Bir diyodun ileri yöndeki gerilimi artırıldıkça, ileri yöndeki akımı da artar. İletimdeki bir diyodun ileri yöndeki direnci Ohm kanunundan $R_F = V_F/I_F$ bağıntısı ile bulunur. Ters kutuplama durumunda diyot direnci R_R çok yüksek olup üzerinden mikroamperler seviyesinde bir akım akar. Diyodun ters direnç değeri yine ohm kanunundan $R_R = V_R/I_R$ ile bulunabilir.

Bir diyotun akım-gerilim karakteristiklerini incelemek üzere aşağıdaki işlemleri sırasıyla gerçekleştiriniz.

1. Şekil 2.1’de verilen devreyi bread-board üzerine kurunuz.
2. Devreye V_F (volt) gerilimini ve I_F (mA) akımını ölçmek için voltmetre ve ampermetre bağlayınız.

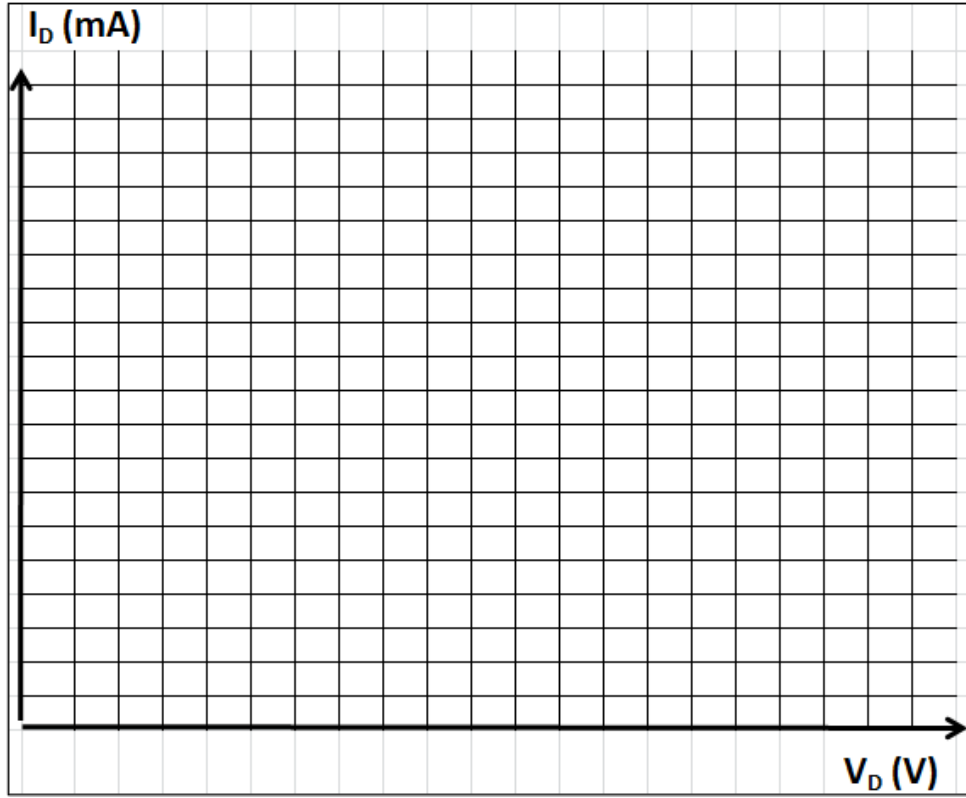
3. Güç kaynağını Tablo 1’de verildiği gibi 0V-1.5V arasında 0. 1 V arttırarak her seferinde V_F (volt) gerilimini ve I_F (mA) akımını ölçünüz ve ölçtüğünüz değerleri Tablo 1’deki ilgili kısma kaydediniz.
4. R_F değerini hesaplayarak ilgili kısma yazınız.
5. Tablodaki değerler yardımıyla diyotun ileri yöndeki akım gerilim karakteristiğini Şekil 2.2’ye çizin.



Şekil 2.1 Diyotun I-V karakteristiğinin elde edilmesinde kullanılacak devre

Table 1: Diyot için ölçüm tablosu

V_F (V)	I_F (mA)	$R_F = \frac{V_F}{I_F}$ (Ω)
0.0		
0.1		
0.2		
0.3		
0.4		
0.5		
0.6		
0.7		
0.8		
0.9		
1.0		



Şekil 2.2 Diyotun akım-gerilim karakteristik grafiği.

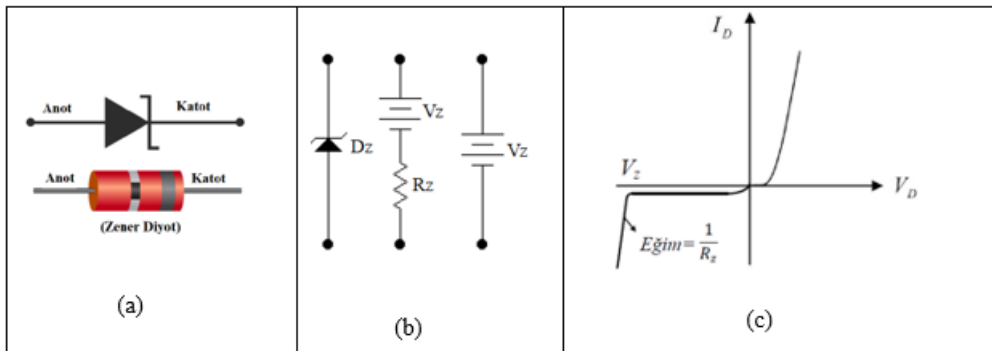
3. Zener Diyodun Akım-Gerilim Karakteristiğinin Elde Edilmesi

3.1 Deneyin Amacı

Zener diyodun akım-gerilim karakteristiğini elde etmek.

3.2 Teorik Bilgi

Zener diyotlar normal diyotlar gibi yarı iletken malzemelerden yapılmış elektronik bileşenlerdir. Zener diyotlar genellikle silisyum maddeden (Silisyum 0.7V) yapılırlar ve bu değerden sonra iletme geçer. Şekil 3.1a'da Zener diyodun şekli ve zener diyodun yaklaşık eşdeğer devresi Şekil 3.1b'de gösterilmektedir. Zener diyotlar normal diyotlardan farklı olarak geri polarma (dönüştürücü) altında çalışan bir gerilim düşürme özelliği sahiptir. Ancak, zener diyotlarının PN birleşimi normal diyotlardan farklıdır. Zener diyotların PN birleşimi daha düşük bir ters çalışma gerilimi ile özel olarak tasarlanmıştır. Yani ters polarma bölgesinde çalışırlar. Zener diyotlarının temel özelliği, ters yöndeki gerilimin belirli bir değerine kadar zener diyot üzerinden yok denecek kadar az bir akım akmaktadır. Ters çalışma geriliminde iken önceden belirlenen bir zener gerilimine (V_Z) ulaşıldığında diyotun geçirgen hale geçmesidir. Yani, ters yöndeki gerilimin belli bir değeri aşması halinde yani kırılma voltajına ulaştığında akım ters yönde büyük bir hızla akmaktadır. Bu zener gerilimi zener diyotun belirli bir gerilim düşürme değeri veya gerilim referansı sağladığı noktadır. Doğrusal polarmanda zener diyotlar normal bir diyot gibi çalışırlar. Ters polarlamada ise belirli bir gerilimin ardından iletme geçerler. Zener diyotlarelelektronik devrelerde istikrarlı bir gerilim sağlamak için kullanılırlar. Yüksek hassasiyet basit yapı ve düşük maliyet avantajları zener diyotları popüler hale getirir.



Şekil 3.1 a) Zener diyodun şekli b) Zener diyodun yaklaşık eşdeğer devresi ve c) akım-gerilim karakteristiği

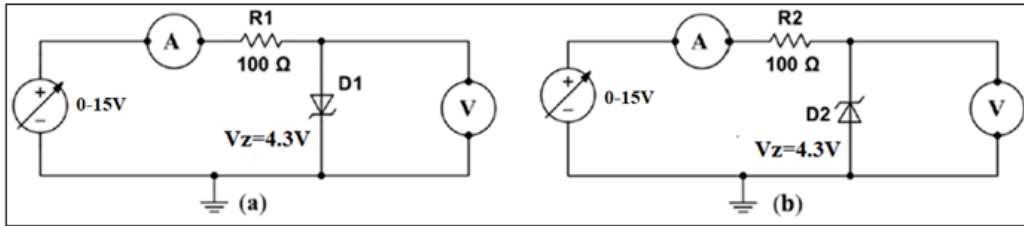
Deneyin Yapılışı

3.3 Deneyde Kullanılan Elemanlar

- 0...15V Ayarlı DC Güç Kaynağı
- Direnç: $100\Omega/0.5W$
- Zener Diyot: $V_Z = 4.3V$
- Multimetre (2 adet)

İşlem Basamakları:

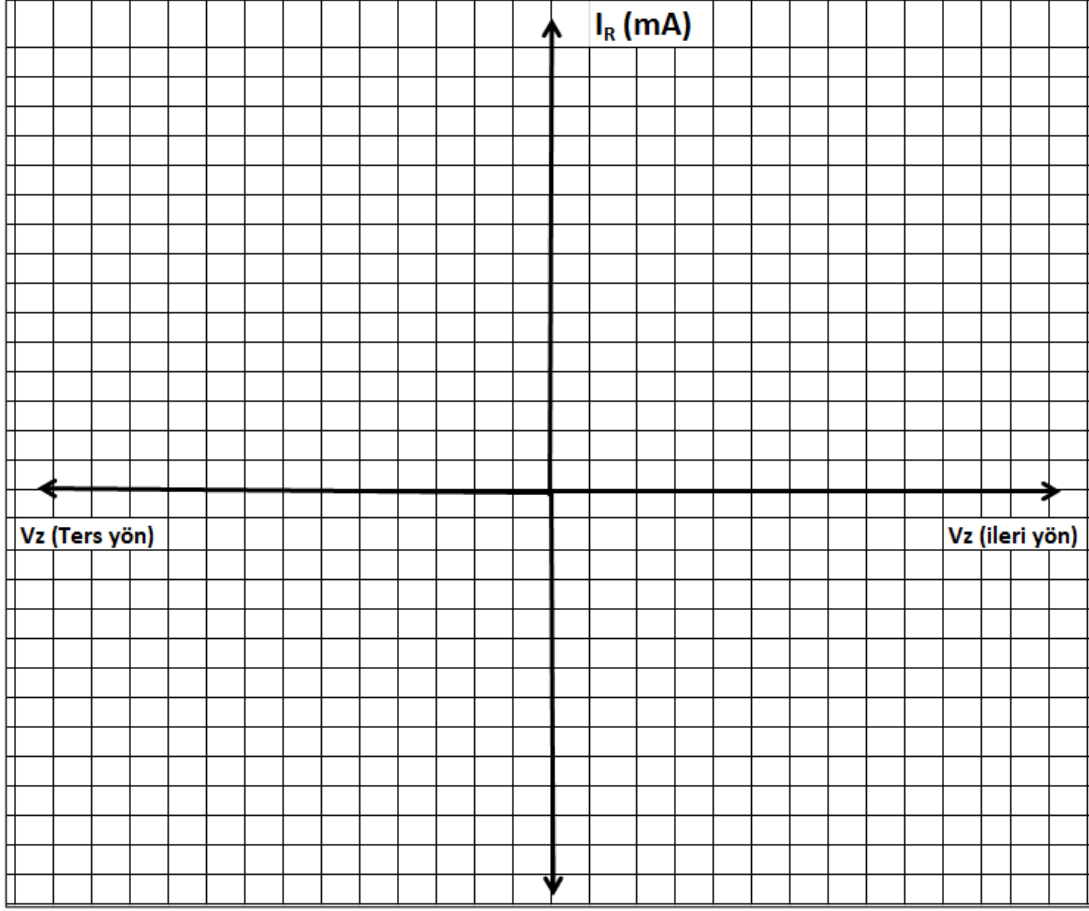
1. Şekil 3.2. (a)'daki devreyi bread-board üzerine kurunuz.
2. Tablo 2'de verilen V_i giriş değerlerinin sırasıyla uygulayarak 4.3V'luk zener diyot üzerindeki V_Z gerilim ve I_R akım değerlerini ölçünüz. Sonuçları Tablo 2a'ya yazınız.
3. Şekil 3.2. (b)'deki devreyi kurunuz. Tablo 2'de verilen V_i giriş değerlerinin sırasıyla uygulayarak 4.3V'luk zener diyot üzerindeki V_Z gerilim ve I_R akım değerlerini ölçünüz. Sonuçları Tablo 2b'ye yazınız.
4. Tablo 2.a ve Tablo 2.b'de verilen değerleri kullanarak sırasıyla Şekil 3.2 üzerinde I-V grafiklerini çiziniz.
5. 4.3V'luk diyot için gerilim fonksiyonu olarak akım akış grafiğini çiziniz.
6. Zener diyotun iletim bölgesini karşılaştırarak yarı iletken karakteristiğini ifade ediniz.



Şekil 3.2 Zener diyot karakteristiği ile ilgili deney devreleri (a) İleri yönde polarma (b) Ters yönde polarma.

Table 2: (a) İleri yönde polarma (b) Ters yönde polarma yönlerinde zener diyot içinden geçen akıma göre V_z gerilimi.

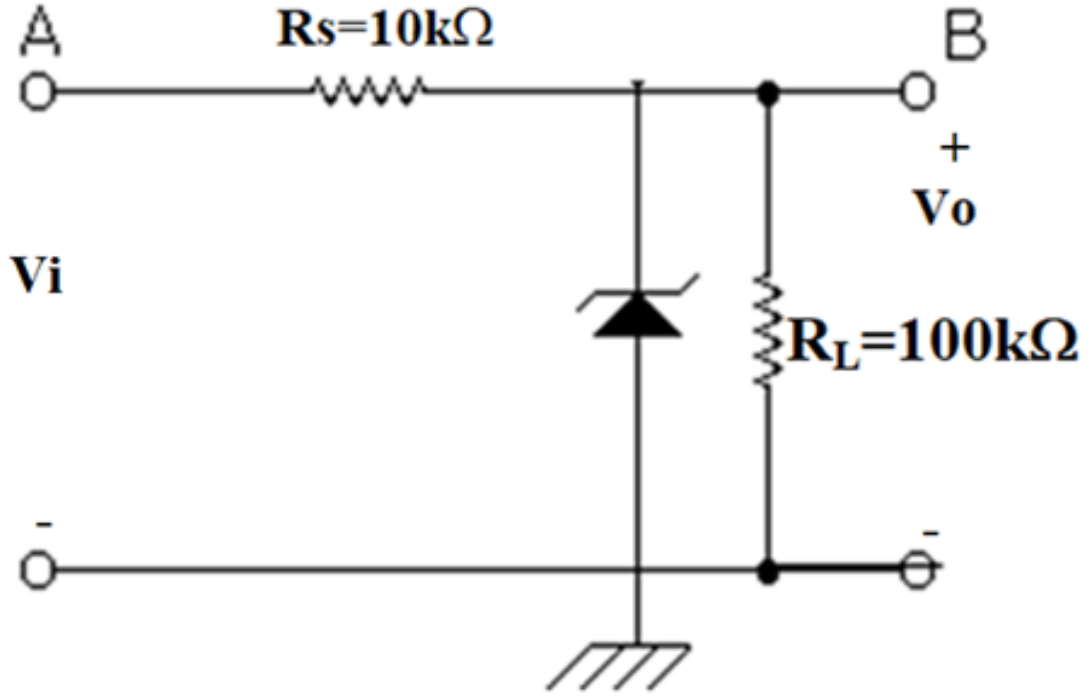
(a) İleri Yönde Zener Diyot			(b) Ters Yönde Zener Diyot		
V_i (V)	V_z (V)	I_R (mA)	V_i (V)	V_z (V)	I_R (mA)
0			0		
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
6.5			6.5		
7			7		
8			8		
9			9		
10			10		
11			11		
12			12		
13			13		
14			14		
15			15		



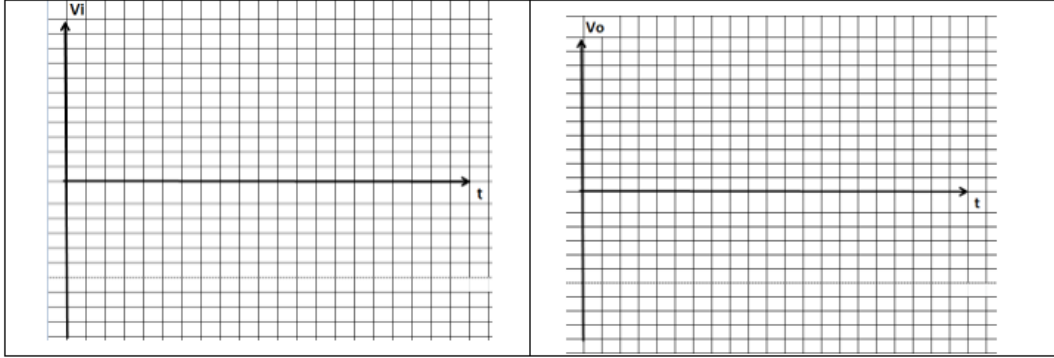
Şekil 3.3 Kesim ve İletim Bölgesinde 4.3 V'luk Zener Diyotun I-V Karakteristik Grafiği

3.4 Bir Uygulama (Paralel Zener Diyotlu Limiter Devresi)

1. Şekil 3.4'deki devreyi bread-board üzerine kurunuz.
2. V_i giriş AC gerilimini 6V ve giriş sinyal frekansını 1 kHz (A noktası) olarak ayarlayınız.
3. V_o çıkış sinyalini gözlemek için Osiloskobun ikinci kanalını (CH2) çıkışa bağlayınız (B noktası) ve çıkış gerilimini osiloskopta gözlemleyiniz. Elde ettiğiniz sonuçlara göre; V_o geriliminin tepe değerlerini ölçüp not alınız.
4. $R_L = 100k\Omega$ ve $R_s = 10k\Omega$ daki gerilimleri voltmetre yardımıyla ölçünüz. Zener diyodun " V_z " gerilimini ölçünüz. $V_{R2} = V_z$ arasında nasıl bir ilişki vardır? Yorumlayınız.
5. I_{R2} ve I_{R1} R_1 ve I_z akımlarını voltmetre yardımıyla ölçünüz.
6. Osiloskoptan gözlemlediğiniz giriş ve çıkış sinyalini aşağıda verilen Şekil 3.5'de çiziniz.



Şekil 3.4 Paralel Zener Diyotlu Limiter Devresi.



Şekil 3.5 Giriş ve Çıkış Sinyalleri Grafikleri.

Teorik olarak $V_L = V_Z$ gerilim;

$$V_L = \frac{R_L}{R_L + R_S} V_i$$

ile elde edilir. Yük akımı ise;

$$I_L = \frac{V_L}{R_L} = \frac{V_Z}{R_L}$$

ile elde edilir. Diyotun iletim durumuna geçtikten sonra R_S üzerindeki gerilimi;

$$V_S = V_{I-V_Z}$$

ile sabit kalır ve I_S ,

$$I_S = \frac{V_S}{R_S}$$

olarak elde edilir. Zener akımı ise Bu denklemler kullanılarak hesaplanabilir.

$$I_Z = I_S - I_L$$

Burada I_S sabit olduğu için, I_L maksimumken minimum bir I_Z akımına ve I_L minimumken maksimum bir I_Z akımına yol açar.

Deneyssel olarak ölçtüğünüz değerler ile teorik olarak hesapladığınız değerleri karşılaştırınız. Aralarında nasıl bir ilişki vardır? % Hata hesabı yapınız.