

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
OF TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
ELEKTRONİK VE HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ



Elektronik Laboratuvarı - I
Deney 1 – Diyot Karakteristikleri

Deney 1 - Diyot Karakteristikleri

DENEY 1-1 PN-Jonksiyon Diyot Karakteristikleri

DENEYİN AMACI

1. PN-jonksiyon diyotlarının karakteristiklerini anlamak.
2. Farklı diyot tiplerinin kendine özgü özelliklerini tanımak.
3. Çeşitli ölçü aletleri yardımıyla farklı türde diyotların karakteristiklerinin nasıl test edileceğini öğrenmek.

GENEL BİLGİLER

Katkılama

Bir yarıiletkenin daha yüksek elektrik akımı iletebilmesi için, üç valans elektronuna sahip elementler (boron, galyum veya indiyum gibi) ya da beş valans elektronuna sahip elementler (antimon, arsenik veya fosfor gibi), daha fazla delik yada serbest elektron elde etmek amacıyla, saf yarıiletken içerisine eklenirler.

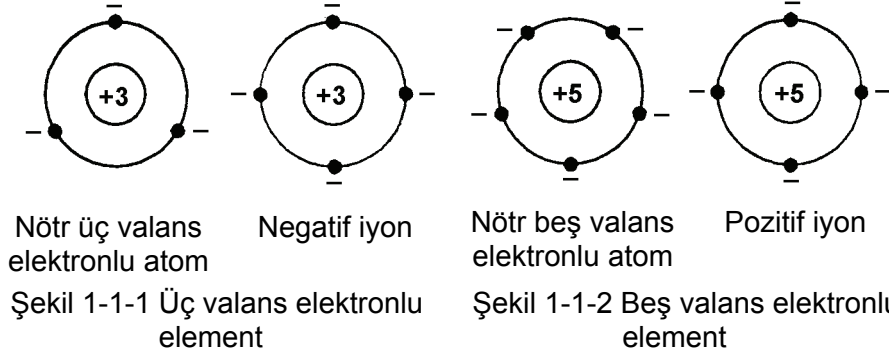
Bu işleme katkılama adı verilirken, ifade edilen üç yada beş valans elektronlu elementler katkı elementi olarak adlandırılır.

İyon

Eğer bazı nedenlerden dolayı, atomun en dış yörüngesine bir veya daha fazla elektron katılırsa ya da en dış yörüngesinden bir veya daha fazla elektron ayrılırsa, bu atom bir "iyon"a dönüşür.

Üç valans elektronuna sahip bir elemente, yeni bir elektron eklenirse, bu element Şekil 1-1-1'de gösterildiği gibi negatif bir iyon dönüşür.

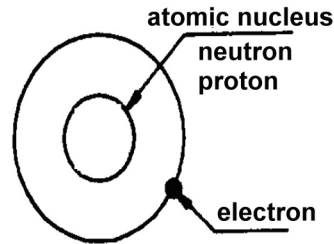
Beş valans elektronuna sahip bir element bir elektron kaybederse, bu element de Şekil 1-1-2'de gösterildiği gibi pozitif bir iyon dönüşür.



Kısaca ifade etmek gerekirse, diyot p-tipi ve n-tipi yarıiletkenlerin birleşiminden oluşur. Bir takım p yada n-tipi yarıiletken parçalarının uygun kombinasyonu, farklı elektriksel karakteristikler ortaya çıkacak ve farklı fonksiyonlara sahip yarıiletken elemanlar elde edilecektir. Diyot karakteristiklerinin tam olarak anlaşılabilmesi için, atom, valans elektronu ve yarıiletken gibi kavramlar hakkında bilgi sahibi olunmalıdır.

Atomun Yapısı

Şekil 1-1-3, atomun yapısını göstermektedir. Atom çekirdeği, pozitif yüklü protonlardan ve yüksüz nötronlardan oluşmuştur.



Şekil 1-1-3 Atom yapısı

Çevre yörüngelerde bulunan ve atom çekirdeğinin etrafında dönen elektronlar, negatif yüke sahiptir.

Atom çekirdeğindeki protonlar tarafından taşınan yük miktarı, çevre yörüngelerdeki elektronlar tarafından taşınan yük miktarına eşit olduğu için, atomun kendisi elektriksel olarak nötrdür.

Valans Elektronu

Atomik yörüngedeki elektronların sayısı $2n^2$ şeklinde hesaplanır. Burda n ilgili yörüngenin katman numarasıdır. Şekil 1-1-4'te, bu şekilde düzenlenmiş elektronlar gösterilmektedir.

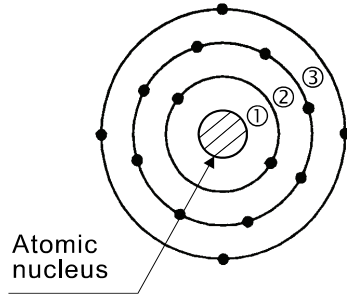
En dış yörüngede bulunan elektronlar, valans elektronları olarak adlandırılırlar.

Malzemelerin elektriksel karakteristikleri, valans elektronlarının sayısına göre açıklanabilir.

Yalıtkan: Çoğunlukla 8 valans elektronuna sahiptir, elektronlarını serbest bırakması (serbest elektron) ve iletken hale gelmesi çok zordur.

İletken: Çoğunlukla 1 valans elektronuna sahip olması bakımından, elektronlarını serbest bırakması ve iletken hale gelmesi en kolay olan malzeme türüdür.

Yarıiletken: Bir yarıiletkenin valans elektronu sayısı, iletken ve yalıtkanın valans elektron sayıları arasında bir değerdir ve tipik olarak 4'tür. Yarı iletkenin iletkenlik düzeyi de iletken ile yalıtkan arasında yer almaktadır.



$2n^2$, n: katman numarası

① $2 \times 1^2 = 2$

② $2 \times 2^2 = 8$

③ en-dış katmanda 4 Toplam 14 elektron.

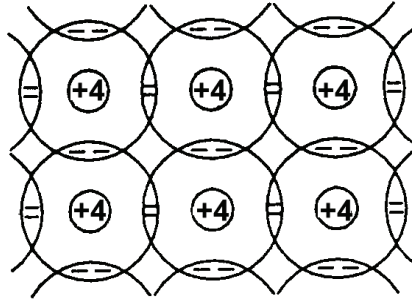
Şekil 1-1-4 Yörüngelerde yer alan elektronlar

Saf Yarı İletken

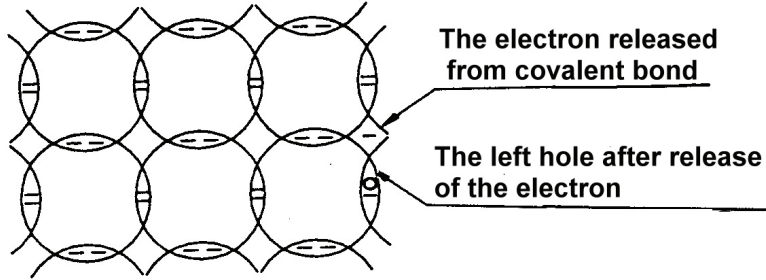
Saf yarıiletkene hiçbir katkı eklenmemişken, en dış yörüngedeki dört elektron komşu atomlarla birleşerek, Şekil 1-1-5'te gösterildiği gibi, bir sekiz-yüzeyle (octahedron) oluştururlar. Burada, ilgili elektron çiftleri bir kovalent bağ oluşturmaktadır. Kovalent bağ sonrasında, elektronlar atomlara bağlandığı için, saf yarıiletken iletmeyen durumdadır. Bununla birlikte, ortam sıcaklığı mutlak sıfırdan (-273°C) büyük olduğunda, yüksek sıcaklığın etkisiyle bazı elektronların hareketi artacak ve sonuç olarak bu elektronlar kovalent bağdan kurtularak, Şekil 1-1-6'da gösterildiği gibi, serbest elektron gibi davranacaklardır.

Elektron kovalent bağdan koptuktan sonra, yerinde "delik" olarak adlandırılan bir boşluk bırakır. Normalde elektriksel olarak nötr olan atomdan bir elektronun ayrılmasıyla, bu atom pozitif yüklü pozitif bir iyon dönüşür.

Oda sıcaklığında, silisyum ve germanyumda birkaç serbest elektron bulunduğu için (ve buna eşit sayıda delik, $n=p$), saf yarıiletken tam olarak yalıtkan değildir.



Şekil 1-1-5 Sekiz-yüzeylelinin (octahedron) yapısı



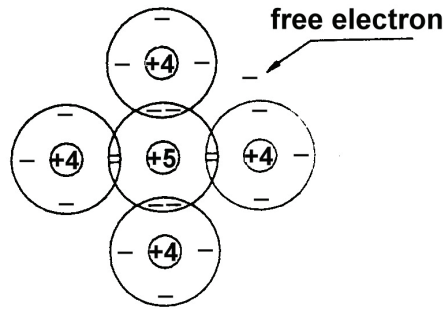
Şekil 1-1-6 Kovalent bağdan kopan elektron

N-Tipi Yarı İletken

Beş valans elektronuna sahip elementlerin, düzgün dağılımlı olarak, germanyum yada silisyuma eklenmesi sonucunda, valans elektronları birbirleriyle kovalent bağ oluştururlar. Bu şekilde, her beş valans elektronlu elementin, komşu dört valans elektronlu elementlerle (germanyum, silisyum) kovalent bağ yapması, Şekil 1-1-7'de gösterildiği gibi, fazladan bir elektronla sonuçlanır. Bu şekilde oluşan yarıiletkene, N-tipi yarıiletken denir. (N: elektriksel olarak negatif; elektron negatif yüke sahip olduğu için).

Eklene katkı atomu, yarıiletken malzemeye elektron katkısında bulunduğu için, beş valans elektronuna sahip katkı maddesine “katkı atomu” yada “donör atomu” adı verilir.

Beş valans elektronuna sahip elementlerin saf yarıiletkene eklenmesiyle, serbest elektron sayısı oldukça artar. Elektronlar, deliklere göre çoğunlukta oldukları için, "çoğunluk taşıyıcıları" olarak adlandırılırken, delikler "azınlık taşıyıcıları" olarak adlandırılırlar.

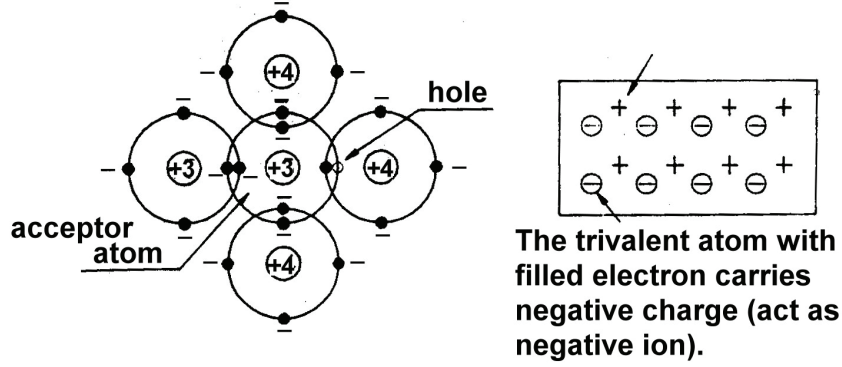


Şekil 1-1-7 N-tipi yarıiletkenin yapısı

P-Tipi Yarı İletken

Üç valans elektronuna sahip elementlerin (Boron, Galyum yada İndiyum), düzgün dağılımlı olarak, germanyum yada silisyuma eklenmesi sonucunda, valans elektronları birbirleriyle kovalent bağ oluştururlar. Bu şekilde, her üç valans elektronlu elementin, komşu dört valans elektronlu elementlerle (germanyum, silisyum) kovalent bağ yapması, yeterli elektron bulunmamasından dolayı, bir boşlukla sonuçlanır. Şekil 1-1-8’de gösterilen bu boşluk, delik olarak adlandırılır. Üç valans elektronlu elementin eklenmiş olduğu yarıiletkene, P-tipi yarıiletken denilir (P: Pozitif, delik elektriksel olarak pozitif kabul edilir).

Saf yarıiletkene üç valans elektronlu elementlerin eklenmesiyle ortaya çıkan boşluklar, serbest elektronları almaya hazır olduğundan, üç valans elektronlu katkı elementleri, alıcı (akseptör) atomlar olarak adlandırılır.

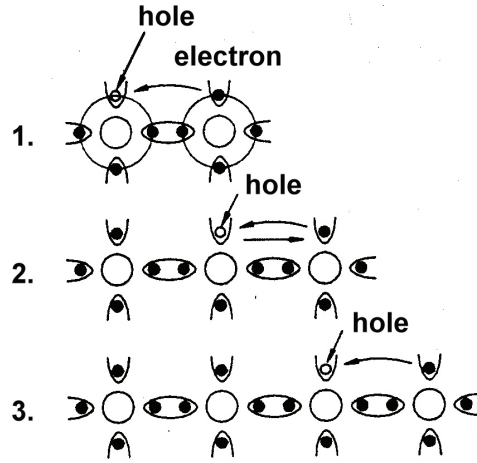


Şekil 1-1-8 P-tipi yarıiletkenin yapısı

Üç valans elektronuna sahip elementlerin saf yarıiletkene eklenmesiyle, delik sayısı oldukça artar. Delikler, elektronlara (serbest elektronlar) göre çoğunlukta oldukları için, "çoğunluk taşıyıcıları" olarak adlandırılırken, elektronlar "azınlık taşıyıcıları" olarak adlandırılırlar.

Genellikle delik, elektriksel olarak pozitif kabul edilir. Bir valans elektronu kovalent bağını koparmaya yetecek enerjisi alır ve komşu atomlardaki herhangi bir deliği doldurursa, bu durumda elektronu bırakan kovalent bağda bir boşluk oluşur. Bu yeni boşluk da, başka bir kovalent bağdaki bir elektronla doldurulmaya hazırdır. Bu işlem sürekli tekrarlanır ve bu şekilde delik, elektron hareketinin ters yönünde hareket eder.

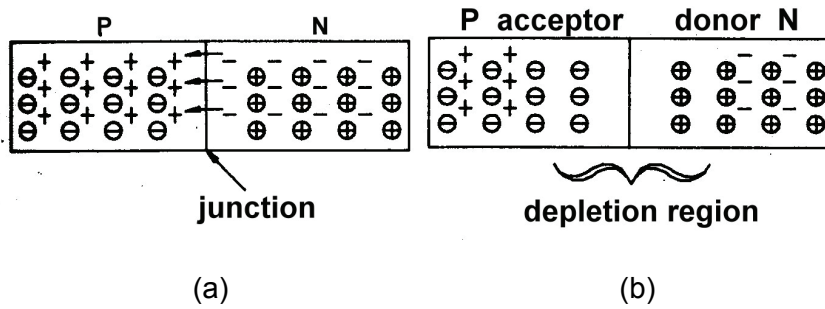
Şekil 1-1-9'da gösterildiği gibi, tam bir kovalent bağdaki elektron, boşluğu doldurmak için kovalent bağını kopardığında, bu elektron, 1. ve 2. satırda görüldüğü gibi, sağdan sola doğru hareket eder. Delik ise, elektronun aksine, soldan sağa doğru hareket eder. Başka bir ifadeyle, elektron akış yönü, delik akış yönünün tersidir. Negatif yük taşıyan elektron bir deliği doldurabilir, çünkü deliğin bulunduğu kovalent bağ, bir oktahedron oluşturabilmek için diğer elektronları çekmektedir. Elektron ve delik arasındaki ilişki, pozitif ve negatif yükler arasındaki çekim ilişkisine benzemektedir. Elektron negatif yüklü olduğu için, deliğin de pozitif yüke sahip olduğu kabul edilir.



Şekil 1-1-9 Elektronların hareketi

PN-Jonksiyon Diyodu

Şekil 1-1-10'da gösterildiği gibi, P-tipi bir yarıiletkenin, N-tipi yarıiletkenle birleştiğini kabul edelim. P-tipi yarıiletkende çok sayıda delik, N-tipi yarıiletkende ise çok sayıda elektron bulunduğundan, P-N birleşimi durumunda, jonksiyona yakın olan elektronlar, jonksiyona yakın olan delikleri, Şekil 1-1-10(a)'da gösterildiği gibi, doldurur. N-tipi yarıiletkenin jonksiyona yakın olan kısmı elektron kaybettiği için pozitif iyon dönüşürken, P-tipi yarıiletken ise delik kaybettiği için negatif iyon dönüşür (Şekil 1-1-10(b)).



Şekil 1-1-10 P- ve N-tipi yarıiletkenlerin birleşimi

Böylece, jonksiyona yakın bölgede taşıyıcılar (elektronlar ya da delikler) azalırken, sadece pozitif yada negatif yüklü iyonlar mevcut olur ve bu bölge boşaltılmış bölge olarak adlandırılır. Boşaltılmış bölgedeki pozitif yüklü iyonlar delikleri, negatif yüklü iyonlar da elektronları ittiği için, elektron ve delikler arasındaki bu birleşimin devam etmesi engellenmiş olur.

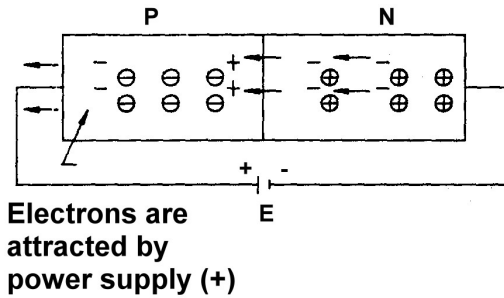
Boşaltılmış bölgedeki iyonların, elektron ve deliklerin jonksiyondan geçmesini engelleyen etkisi, engel (eşik) gerilimi olarak adlandırılır. Germanyum (Ge) için P-N jonksiyonundaki tipik engel gerilim değeri 0.2~0.3V, silisyum (Si) için P-N jonksiyonundaki tipik engel gerilimi ise 0.6~0.7V civarındadır.

İleri Öngerilileme

Şekil 1-1-11'de gösterildiği gibi, güç kaynağının artı ve eksi uçları sırasıyla P ve N'ye bağlanırsa, bu bağlantı "ileri öngerilileme" olarak adlandırılır.

Eğer ileri öngerililemede uygulanan gerilim, engel gerilimini aşmak için yeterliyse, elektronlar güç kaynağının artı ucu tarafından çekilirken, eksi ucu tarafından da itilirler. N-tipi yarıiletkendeki elektronlar böylece P-N jonksiyonunu geçerek, deliklerle birleşmek için P-tipi yarıiletkene girerler. Harici güç kaynağı (E) tarafından üretilen elektronlarla birlikte, elektronların iyonizasyonu sonucu N-tipi yarıiletkeninde çok sayıda delik oluşur. Elektronlar, güç kaynağının (E) etkisiyle sürekli olarak, E'nin eksi ucundan artı ucuna doğru bir elektron akışı oluşturacak şekilde, hareket ederler. Bu elektron akış yönü, geleneksel elektrik akım yönüne göre terstir.

Diyodun P-N jonksiyonuna uygulanan ileri öngerilim, I_F ile gösterilen bir ileri yön akımı oluşturur. I_F 'nin değeri harici güç kaynağı (E) ile doğru orantılı ve diyodun iç direnci (r) ile ters orantılıdır.



Şekil 1-1-11 İleri öngerilileme

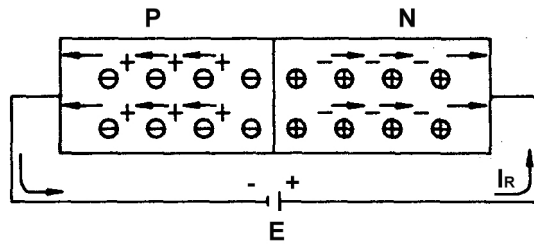
Difüzyon Kapasitesi: Enjekte edilen yüklerin, gerilime göre değişim hızı olarak tanımlanılır.

$$C_d = \frac{dQ}{dV} = \tau \frac{dI}{dV} \quad (Q = I\tau)$$

Difüzyon kapasitesi, I akımı ile doğru orantılıdır.

Tersine Öngerilimleme

Şekil 1-1-12'de görüldüğü gibi, eğer güç kaynağının artı ve eksi uçları sırasıyla N ve P'ye bağlanırsa, hem elektronlar hem de delikler E tarafından çekilirler ve jonksiyon bölgesinden uzaklaşırlar. Bunun sonucunda da boşaltılmış bölge genişler ve hiçbir elektron yada delik jonksiyonu geçip birleşemez. Harici gerilimi bu şekilde uygulamak "tersine öngerilimleme" olarak adlandırılır.



Şekil 1-1-12 Tersine öngerilimleme

P-N jonksiyonuna ters öngerilim uygulandığında, ideal durumda ters yönde hiç akım akmaz. Fakat sıcaklık etkisinden dolayı, ısı enerjisi yarıiletkende azınlık elektron-delik çiftleri meydana getirir. P-N jonksiyonuna ters öngerilim uygulandığında; P-tipi yarıiletkendeki azınlık elektronları, N-tipi yarıiletkendeki azınlık taşıyıcıları olan deliklerle birleşebilmek için P-N jonksiyonun geçebilirler. Pratikte P-N jonksiyonuna ters öngerilim uygulandığında, çok küçük bir akım akar. Bu akım, kaçak akım veya ters doyma akımı olarak adlandırılır ve I_R veya I_S ile gösterilir.

I_R , ters öngerilim değerinden bağımsızdır, ancak sıcaklık ile ilişkilidir. Germanyum ya da silisyum olmasından bağımsız olarak, her 10^0C 'lik sıcaklık artışında I_R iki katına çıkar. Aynı sıcaklık koşullarında, silisyum diyodun I_R (I_S) değeri, germanyum diyodunkinin sadece %1-%0.1'i kadardır. 25°C oda sıcaklığında, ters öngerilim uygulanmış germanyum diyodun I_R değeri $1\sim 2 \mu\text{A}$ 'dir ve bu durumda diyot açık devre kabul edilir.

Ters öngerilim sonucu, boşaltılmış bölgenin genişliği artar ve bunun sonucunda geçiş kapasitesi ($C = \epsilon \frac{A}{d}$) küçülür. Diğer bir ifadeyle, daha yüksek ters öngerilim değeri, daha büyük d ve daha küçük kapasite değerine sebep olur.

Kırılma (Breakdown)

İdeal PN-jonksiyon diyoduna ters öngerilim uygulandığı durumda, I_R akımı çok küçük olur. Ancak, uygulanan ters öngerilim çok yüksek olursa (nominal değerden daha yüksek), azınlık taşıyıcıları, çarpışma ve kovalent bağları koparma yoluyla, önemli miktarda elektron-delik çifti oluşturmaya yetecek enerjiye sahip olurlar. Bu yeni üretilen elektron ve delikler de, yüksek ters öngerilimden aldıkları enerjiyle diğer kovalent bağları koparırlar. Serbest elektronların hareketinin hızlanmasıyla, ters yönde akan akım önemli ölçüde artmış olur. Bu olay "kırılma" olarak adlandırılır.

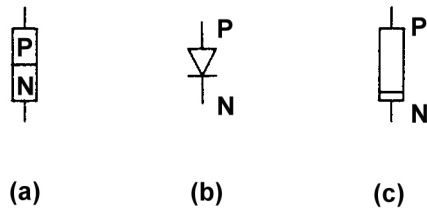
Diyotta, artan ters öngerilim nedeniyle, kırılma olayı ortaya çıktığında akım sınırlanmazsa, diyot yanar.

Kırılma olayı gerçekleşmeyecek şekilde diyoda uygulanabilecek maksimum ters öngerilim değerine, ters tepe gerilimi (PIV yada PRV) adı verilir.

Diyodun Montajı ve Sembolü

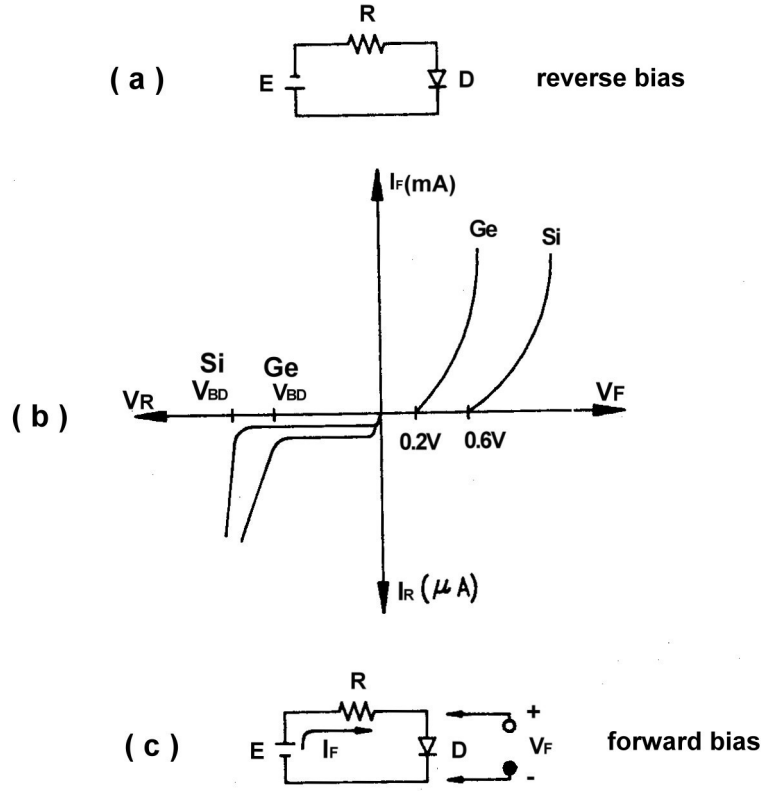
Diyodun üretimi, P-N jonksiyon gövdesine iki kurşun tel eklenmesi ve daha sonra da gövdenin seramik veya cam ile kaplanmasıyla tamamlanır (yüksek güçlü diyotlara, ısı yayılımını sağlamak için, demir muhafaza da eklenir).

Diyodun, PN-jonksiyon yapısı Şekil 1-1-13(a)'da, devre sembolü 1-1-13(b)'de ve katot ucunun bir band ile işaretlenmesi de 1-1-13(c)'de gösterilmiştir.



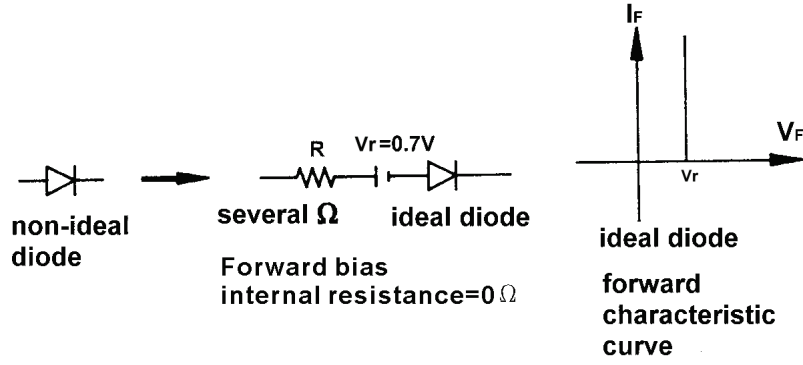
Şekil 1-1-13 PN-jonksiyon diyodu için devre sembolleri

Diyodun Karakteristik Eğrisi (V-I Eğrisi)



Şekil 1-1-14 Diyotların karakteristik eğrileri

İleri öngerilim karakteristik eğrisi, Şekil 1-1-14(b)'nin birinci bölgesinde gösterilmiştir. Karakteristik eğriden, diyoda uygulanan ileri öngerilim değeri eşik geriliminden (V_F) küçük olduğunda, akımın çok küçük olduğu görülmektedir. İleri öngerilim değeri, eşik gerilimini aştığında (germanyum diyot için 0.2V, silisyum diyot için 0.6V), I_F akımı çok hızlı bir şekilde artar, bir anlamda diyot kısa devre gibi çalışır (V_F , yaklaşık 0.7V olacak şekilde). Diyodun eşdeğer devresi şekil 1-1-15'te gösterilmiştir.



Şekil 1-1-15 İdeal diyodun karakteristik eğrisi

Şekil 1-1-14'teki devre için ileri öngerilim akımı I_F şu şekilde hesaplanır.

$$I_F = \frac{E - V_F}{R + r} = \frac{E - 0.7V}{R + r}, \text{ Burada } r, \text{ diyodun iç direncidir.}$$

Sıcaklığın artması durumunda, diyot üzerinde ileri yöndeki gerilim düşümü azalır ve bu azalma miktarı şu şekilde hesaplanır;

$$\Delta V_F = K \times \Delta T$$

ΔT : Sıcaklıktaki değişim (artış)

$$K = -2.5\text{mV}/^\circ\text{C} \text{ (silisyum) ve } -1.3\text{mV}/^\circ\text{C} \text{ (germanyum)}$$

Diyodun ters öngerilim karakterisitk eğrisi, Şekil 1-1-14(b)'nin 3. bölgesinde gösterilmiştir ve aşağıdaki şekilde ifade edilir:

- (1) Kırılmadan önceki ters yön akımı çok küçüktür ve diyot açık-devre olarak değerlendirilebilir.
- (2) Oda sıcaklığında 25°C , germanyum diyodun I_R değeri birkaç μA iken, silisyum diyot için I_R değeri, germanyum diyodununkinin %1~%0.1'i kadardır.
- (3) Silisyum yada germanyum olmasından bağımsız olarak, diyodun I_R değeri, her 10°C 'lik sıcaklık artışında, ikiye katlanır.
- (4) Ters öngerilim değeri kırılma gerilimine ulaştığında, I_R büyük bir hızla artar.

Silisyum ve Germanyum Diyotların Karşılaştırması

Aynı üretim şartları altında, silisyum ve germanyum diyotlar arasındaki bir karşılaştırma Tablo 1-1-1'de gösterilmiştir.

Tip \ Özellik	PIV	Sıcaklık Aralığı	Eşik Gerilimi (V_f)	Sızıntı Akımı (I_r)
Silisyum	Yüksek	200°C	0.7V (0.6V)	Germanyumun %1~%0.1'i
Germanyum	Düşük	100°C	0.3V (0.2V)	Birkaç μ A

Tablo 1-1-1 Diyot karakteristiklerinin Karşılaştırılması

Diyodun Karakteristik Parametreleri

Doğrultucu diyodun temel parametreleri şu şekilde tanımlanır:

- (1) Nominal Akım : Yük olarak direnç kullanıldığında diyottan geçebilecek "ortalama akım"dır ve üretici kataloglarında genellikle I_o ile gösterilir.
- (2) Ters Tepe Gerilimi (PIV) : Üretici kataloglarında genellikle V_R ile gösterilir.

Diyodun İsimlendirilmesi

- (1) 1Sxxx : Japon standardı, örneğin 1S1604
- (2) OAxxx : Avrupa standardı, örneğin OA200
- (3) 1Nxxx : Amerikan standardı, örneğin 1N4001

Bunlar arasında en bilineni ve en çok kullanılanı 1N diyotlarıdır. Diğer isimlendirme standartları için mevcut ticari kataloglara bakılabilir. Sık kullanılan bazı diyotlara ilişkin parametreler Tablo 1-1-2'de gösterilmiştir.

İsimlendirme	Parametre	İsimlendirme	Parametre
1N4001	1A/50V	1N5400	3A/50V
1N4002	1A/100V	1N5401	3A/100V
1N4003	1A/200V	1N5402	3A/200V
1N4004	1A/400V	1N5403	3A/300V
1N4005	1A/600V	1N5404	3A/400V
1S1905	1A/100V	1S1996	3A/200V
1S1906	1A/200V	1S1997	3A/400V
1S1907	1A/400V	1S1998	3A/600V

Tablo 1-1-2 Sık kullanılan bazı diyotlara ilişkin parametreler

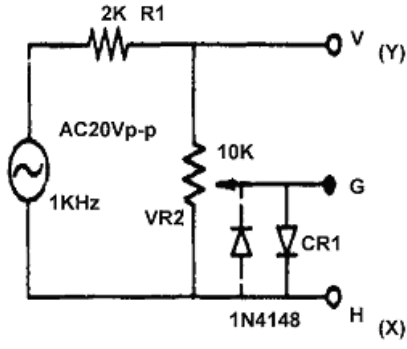
KULLANILACAK ELEMANLAR

1. KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneđi
2. KL-25001 Diyot, Kırpıcı ve Kenetleyici modülü
3. Osiloskop
4. Multimetre

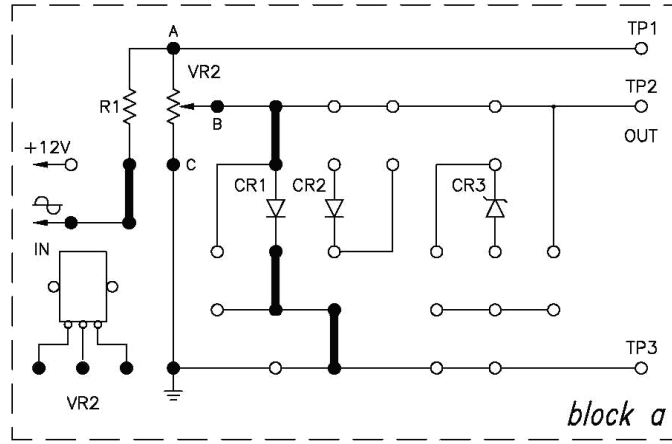
DENEYİN YAPILIŞI

A. Si Diyodun V-I Eğrisinin Çizilmesi (I) - Osiloskop Yöntemi

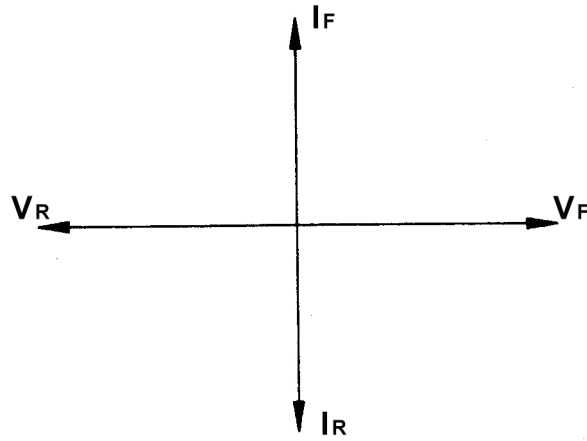
1. KL-25001 modülünü, KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneğinin üzerine koyun ve a bloğunun konumunu belirleyin.
2. Şekil 1-1-16'daki devre ve Şekil 1-1-17'deki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın. Bağlantı kablolarını kullanarak VR2 potansiyometresini devreye bağlayın.
3. KL-22001 Düzeneğinin üzerindeki Fonksiyon Üreticini kullanarak, IN ucuna 1KHz, 20 V_{pp}'lik bir sinüzoidal işaret uygulayın.
4. Osiloskobun CH2(Y), GND ve CH1(X) girişlerini sırasıyla TP1, TP2 ve TP3'e bağlayın. Bu durumda CH1(X) girişi diyodun gerilimini ölçmek ve göstermek için kullanılırken, CH2(Y) girişi diyodun akımını ölçmek ve göstermek için kullanılır.
5. Osiloskobu X-Y moduna ve DC giriş bağlantı konumuna ayarlayın. Osiloskoptaki grafiği gözleyin ve Şekil 1-1-18'e kaydedin.
6. VR2(10K)'yi ayarlayın ve eğrideki değişimi gözleyin.



Şekil 1-1-16 V-I eğrisinin ölçüm devresi



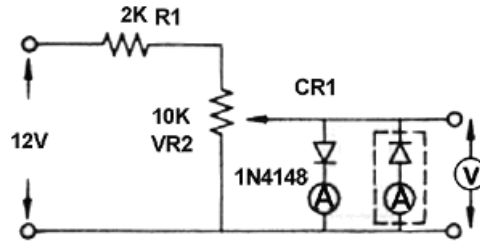
Şekil 1-1-17 Bağlantı diyagramı (KL-25001 blok a)



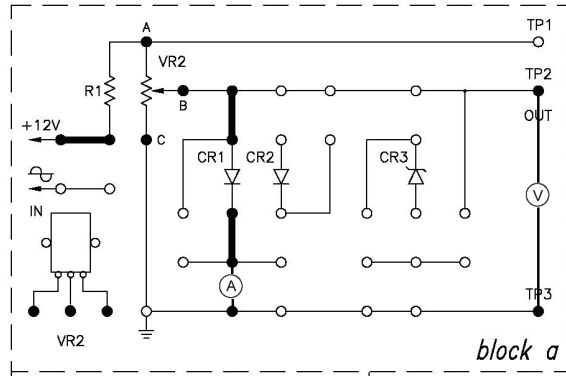
Şekil 1-1-18 Ölçülen V-I eğrisi

B. Si Diyodun V-I Eğrisinin Çizilmesi (II) – Voltmetre-Ampermetre Yöntemi

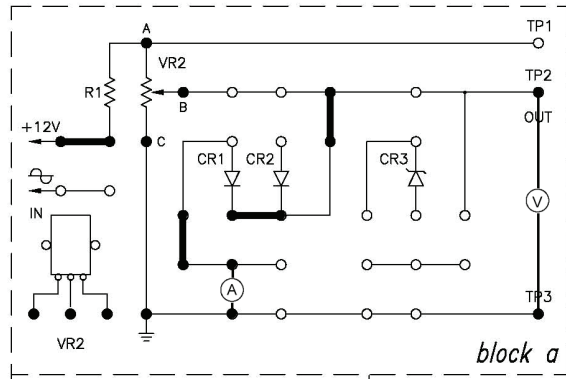
1. KL-25001 modülünü, KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzenekinin üzerine koyun ve a bloğunun konumunu belirleyin.
2. Şekil 1-1-19'daki devre ve Şekil 1-1-20(a)'daki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın. Voltmetre ve ampermetreyi bağlayın. Bağlantı kablolarını kullanarak VR2 potansiyometresini devreye bağlayın.
3. KL-22001 Düzenekindeki sabit 12VDC güç kaynağını, KL-25001 modülüne bağlayın.
4. VR2 (10K) potansiyometresini, diyodun uçları arasına 0.1V'luk aralıklarla, 0.1V ile 0.7V arasında gerilimler uygulayacak şekilde ayarlayın. Her gerilim değerine karşılık gelen I_F ileri yön akımını ölçün ve Tablo 1-1-3'e kaydedin.
5. Şekil 1-1-19'daki devre ve Şekil 1-1-20(b)'deki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın(ters bağlantı), voltmetre ve ampermetreyi bağlayın.
6. VR2 (10K) potansiyometresini, diyodun uçları arasına 1V'luk aralıklarla, 1V ile 5V arasında V_R gerilimleri uygulayacak şekilde ayarlayın. Her gerilim değerine karşılık gelen I_R akımını ölçün ve Tablo 1-1-4'e kaydedin.
7. Tablo 1-1-3 ve 1-1-4'teki değerleri kullanarak, V-I eğrisini Şekil 1-1-21'de çizin.



Şekil 1-1-19



(a) İleri öngerilimleme



(b) Ters öngerilimleme

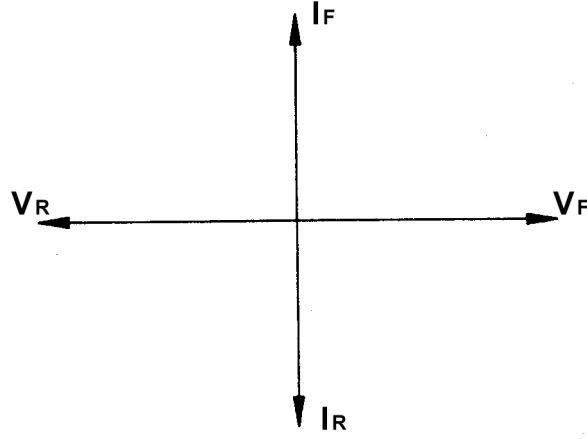
Şekil 1-1-20 Bağlantı diyagramları (KL-25001 blok a)

V_F (V)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
I_F (μA)							

Tablo 1-1-3

V_R (V)	1	2	3	4	5
I_R (μA)					

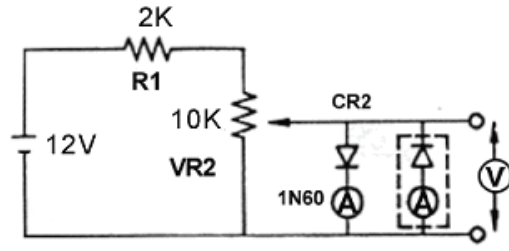
Tablo 1-1-4



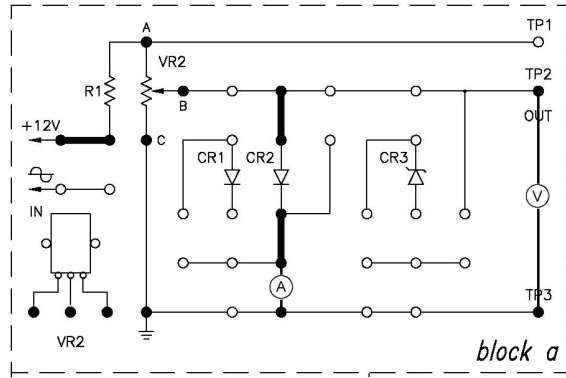
Şekil 1-1-21 Ölçülen V-I eğrisi

C. Ge Diyodun V-I Eğrisinin Çizilmesi (I) – Voltmetre-Ampermetre Yöntemi

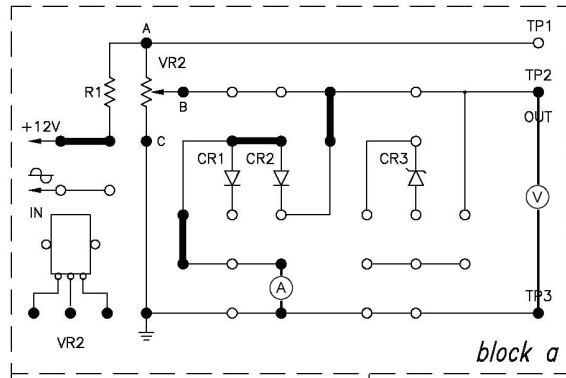
1. KL-25001 modülünü, KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneğinin üzerine koyun ve a bloğunun konumunu belirleyin.
2. Şekil 1-1-22'deki devre ve Şekil 1-1-23(a)'daki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın. Bağlantı kablolarını kullanarak VR2 potansiyometresini devreye bağlayın. KL-22001 Düzeneğindeki sabit 12VDC güç kaynağını, KL-25001 modülüne bağlayın.
3. VR2(10K) potansiyometresini, diyodun uçları arasına 0.1V'luk aralıklarla, 0.1V ile 0.7V arasında gerilimler uygulayacak şekilde ayarlayın. Her gerilim değerine karşılık gelen I_F ileri yön akımını ölçün ve Tablo 1-1-5'e kaydedin.
4. Şekil 1-1-22'deki devre ve Şekil 1-1-23(b)'deki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın(ters bağlantı), voltmetre ve ampermetreyi bağlayın.
5. VR2(10K) potansiyometresini, diyodun uçları arasına 1V'luk aralıklarla, 1V ile 5V arasında V_R gerilimleri uygulayacak şekilde ayarlayın. Her gerilim değerine (kırılmanın olmadığı) karşılık gelen I_R akımını ölçün ve Tablo 1-1-6'ya kaydedin.
6. Tablo 1-1-5 ve 1-1-6'daki değerleri kullanarak, V-I eğrisini Şekil 1-1-24'te çizin.



Şekil 1-1-22 I_F ve I_R 'yi ölçme devresi



(a) İleri öngerilimleme



(b) Ters öngerilimleme

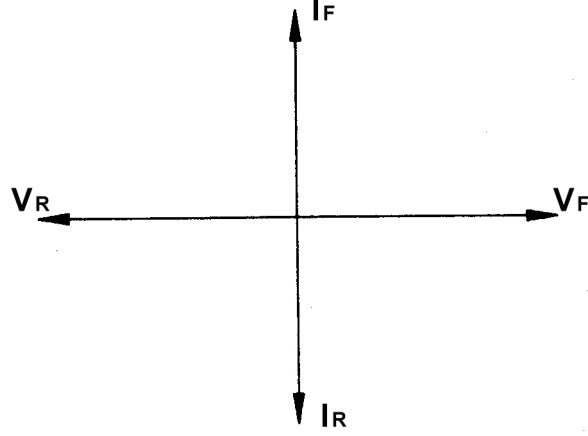
Şekil 1-1-23 Bağlantı diyagramları (KL-25001 blok a)

V_F (V)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
I_F (μA)							

Tablo 1-1-5

V_R (V)	1	2	3	4	5
I_R (μ A)					

Tablo 1-1-6

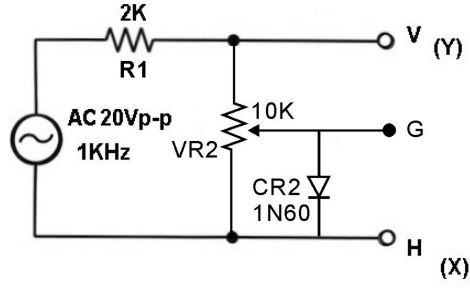


Şekil 1-1-24 Ölçülen V-I eğrisi

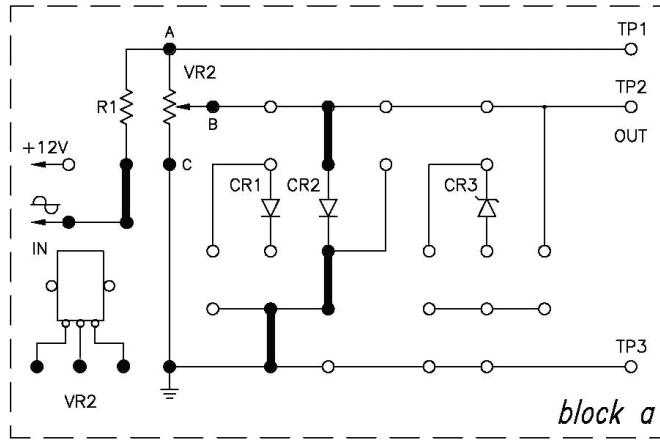
D. Ge Diyodun V-I Eğrisinin Çizilmesi (II) - Osiloskop Yöntemi

1. KL-25001 modülünü, KL-22001 Temel Elektrik Devreleri Deney Düzeneğinin üzerine koyun ve a bloğunun konumunu belirleyin.
2. Şekil 1-1-25'deki devre ve Şekil 1-1-26'daki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın. Bağlantı kablolarını kullanarak VR2 potansiyometresini devreye bağlayın.
3. KL-22001 Düzeneğinin üzerindeki Fonksiyon Üreticini kullanarak, IN ucuna 1KHz, 20 V_{pp} 'lik bir sinüzoidal işaret uygulayın.
4. Osiloskobun CH2(Y), GND ve CH1(X) girişlerini sırasıyla TP1, TP2 ve TP3'e bağlayın. Bu durumda CH1(X) girişi diyodun gerilimini ölçmek ve göstermek için kullanılırken, CH2(Y) girişi diyodun akımını ölçmek ve göstermek için kullanılır.
5. Osiloskobu X-Y moduna ve DC giriş bağlantı konumuna ayarlayın. Osiloskoptaki grafiği gözleyin ve Şekil 1-1-27'ye kaydedin.

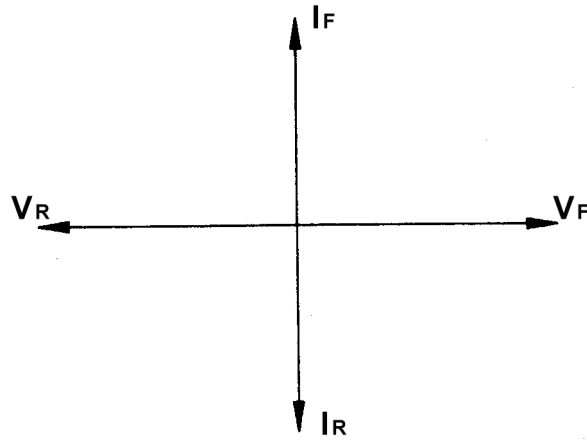
6. VR2(10K)'yi ayarlayarak egrideki deęişimi gözleyin.



Şekil 1-1-25



Şekil 1-1-26 Bağlantı diyagramı (KL-25001 blok a)



Şekil 1-1-27 Ölçülen V-I eğrisi