

P-N Birleşimli Diyotlar



Hedefler

Bu üniteyi çalıştıktan sonra;

-  P-N birleşimini tanıyacak, ileri ve ters polarma altında P-N birleşiminin davranışını anlayacak, birleşim yüzeyli diyotları ve çalışma prensiplerini kavrayacaksınız.
-  Diyot karakteristiklerinin elde edip ve yorumlayabilecek, diyot parametrelerini öğreneceksiniz.
-  Diyotun DC gerilim ve akım altında kullanılmasını anlayacak, diyotun AC gerilim ve akım devrelerindeki pratik uygulamalarını kavrayacaksınız.
-  Diyotların DC ve AC devrelerdeki temel davranışlarını yorumlayabileceksiniz.
-  Diyotların transistörlerin temel yapısının tanımlanmasında ve transistör devrelerinin DC ve AC analizinde sıkça kullanıldığını bileceksiniz.

İçindekiler

P-N BİRLEŞİMLİ DİYOTLAR

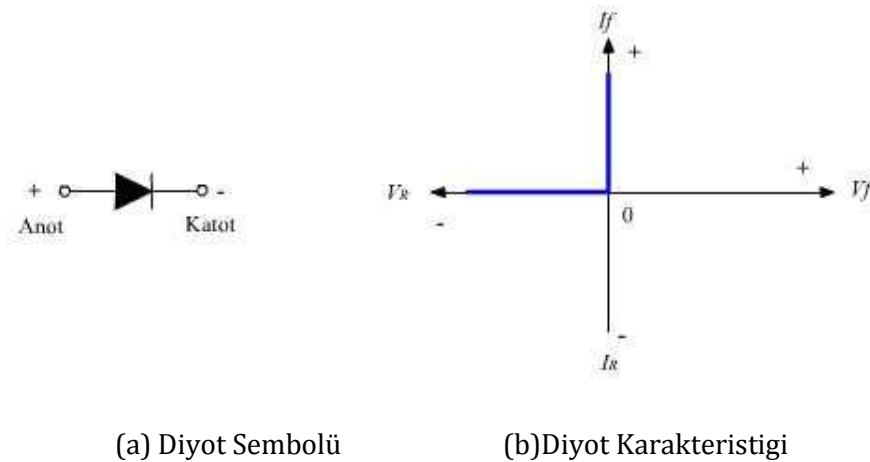
- Diyotlar
- Polarmasız PN Birleşimi
- Polarmalı PN Birleşimi
- Ters Polarma
- Doğru Polarma
- P-N Birleşimli Diyotlara Giriş
- Örnek 2.1
- Germanyum-Silisyum Karşılaştırması
- P-N Birleşimli Diyotlar ve Karakteristikleri
- Diyotlarda DC veya Statik Direnç
- Örnek 2.2
- Ortalama AC Direnç
- Eşdeğer Devreler ve Diyot Modelleri
- Diyot Karakteristik Özellikleri
- Diyot Uygulamaları
- DC Girişli Seri Diyot Devreleri
- Örnek 2.3
- Örnek 2.4
- Örnek 2.5
- Örnek 2.6
- Örnek 2.7
- Örnek 2.8
- Doğrultma Devreleri
- Yarım Dalga Doğrultma
- Örnek 2.9
- Örnek 2.10
- Tam Dalga Doğrultma
- İki Diyotlu Tam Dalga Doğrultma
- Dört Diyotlu (Köprü Tipi) Tam Dalga Doğrultma
- Örnek 2.11
- Örnek 2.12
- Kırpıcı Devreler
- Seri Kırpıcı Devreler
- Örnek 2.13
- Örnek 2.14
- Paralel Kırpıcı Devreler
- Örnek 2.15
- Örnek 2.16

P-N Birleşimli Diyotlar

Diyotlar

Diyot, üzerinden sadece tek yönde akım geçişine izin veren aktif bir devre elemanıdır. Yarı iletken elemanların en basiti olmasına rağmen, basit bir anahtarinkine benzeyen karakteristikleri ile elektronik sistemlerde çok önemli rol oynarlar.

Gerçek bir diyodun yapısını ve karakteristiklerini incelemeden önce, karşılaştırma olanağı vermek amacıyla, ideal diyottan bahsetmekte yarar vardır. İdeal diyot sırasıyla Şekil 2.1a ve Şekil 2.1b'deki sembol ve karakteristiklere sahip iki uçlu bir elemandır. Anot (+) ucu, Katot (-) ucu ifade eder. Karakteristik eğri eksenlerindeki V_f , diyotun ileri yön polarmasını, V_R ise ters yön polarmasını ifade eder veya bir başka deyişle diyota doğru veya ters yönlü gerilim uygulanmasını ifade eder. Aynı şekilde I_f diyot üzerinden doğru yönde yani anottan katoda doğru akan diyot akımını, I_R ise katottan anoda doğru akan ters yön akımını ifade eder.



Şekil 2.1: İdeal Diyot

Şekil 2.1.b deki diyot karakteristiğini incelersek şu sonuçları elde ederiz; koordinat sisteminin sağ tarafında V_f gerilimi 0 iken akımın artış gösterdiğini görürüz. Bu durum ideal diyotun direncinin 0(sıfır) olduğunu gösterir. Bu ise diyodun iletimde(kısa devre) bulunduğunu gösterir. Diyotun iletim durumunda gösterdiği direnç değerinin matematiksel ifadesi şu şekildedir:

$$R_f = \frac{V_f}{I_f} = \frac{0}{1mA, 3mA, 3mA, \dots, \infty} = 0\Omega$$

V_f diyot üzerindeki ileri yön gerilimi, I_f ise diyottan geçen ileri yön akımıdır

Burada koordinat sisteminin sol tarafında ise VR gerilimin arttığı fakat akımın sabit olarak 0 değerinde kaldığı görülmektedir. Bunun anlamı diyotun kesime gittiğidir(yalıtımda). Diyotun yalıtım durumunda gösterdiği direnç değerinin matematiksel ifadesi şu şekildedir;

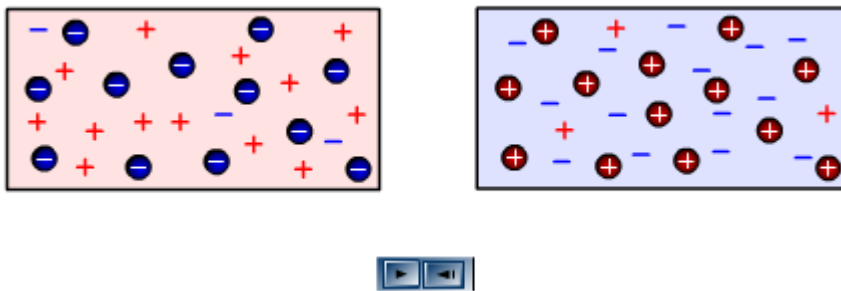
$$R_R = \frac{V_R}{I_R} = \frac{-5, -4, \dots}{0} = \infty$$

VR ters yön gerilimidir, IR ise diyottan ters yönde akan akımı ifade etmektedir.

Diyotlar imal şekline bağlı olarak, nokta temaslı diyotlar ve PN yüzey birleşmeli diyotlar olmak üzere iki ana grupta toplanırlar. Nokta temaslı diyotlar; düşük akım, sıcaklık ve güçlerde çalıştıklarından yerlerini daha iyi özellikleri olan PN yüzey birleşmeli diyotlara bırakmışlardır. Günümüzde nokta temaslı diyotların kullanım alanı çok kısıtlıdır.

Polarmasız PN Birleşimi

Şekil 2.2 deki animasyonda da görüldüğü gibi bir P tipi madde ve N tipi madde birleştirildiğinde N tipi maddedeki çoğunluk taşıyıcıları P tipi maddeye geçerek burada çoğunluk taşıyıcısı olan oyukları doldururlar. Bundan dolayı birleşim yüzeyine yakın yerlerde çoğunluk taşıyıcılarında eksilme olur. Bu durum yalnızca birleşime yakın bölgelerde geçerlidir. Maddelerin birleşim yüzeyine uzak bölgelerinde bulunan çoğunluk taşıyıcıları, öngerilim olmadan diğer bölgeye geçemezler. Animasyonda da görüleceği gibi birleşim yüzeyine yakın bölgede yalnızca alıcı ve verici iyonlar kalırlar. Bu iyonlar bu bölgede bir potansiyel fark oluştururlar. Bu potansiyel fark madde içindeki daha fazla elektron ve oyukların birleşmesine engel olur. Bu potansiyel farkın oluşturduğu bölgeye boşaltılmış bölge denir.



Şekil 2.2: Harici öngerilimlemenin olmadığı durumda PN jonksiyonu

Yukarıda bahsettiğimiz boşaltılmış bölgenin potansiyel farkı diyotun yapıldığı maddeye göre değişir. Eğer diyot Germanyumdan yapılmışsa bu potansiyel fark 0.3V'tur, Silisyumdan yapılmışsa potansiyel fark 0.7 V'tur. Eğer biz N tipi maddedeki bir elektronu P tipi maddeye göndereceksek elektronun boşaltılmış bölge potansiyelini aşacak kadar bir enerjiye sahip olması gerekir. Yani Germanyumdan yapılmış bir diyotu iletme sokabilmek için en az 0.3 Volt'a, Silisyumdan yapılmış diyotu iletme sokmak içinde en az 0.7 Volt'a ihtiyacımız vardır.

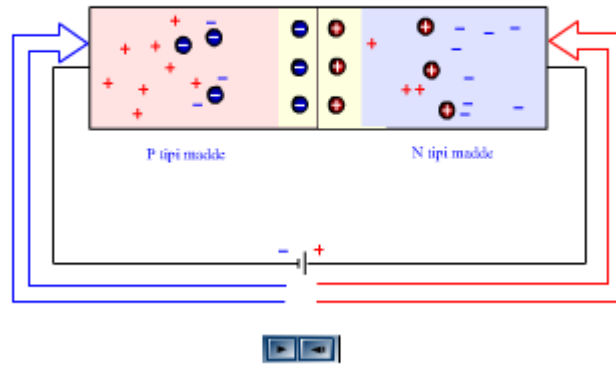
Polarmalı PN Birleşimi

Bir diyodun uçlarına DC bir güç kaynağıyla gerilim uygulama işlemine diyodun polarmalandırılması denir(Bazı kaynaklarda polarmalandırma yerine kutuplama veya öngerilimleme terimleri de kullanılmaktadır). Polarmalandırma gerilim kaynağının diyot uçlarına bağlanma şekline göre değişir. Diyotun iki türlü polarmalandırılması söz konusudur. Bunlar;

1. Ters polarma ve
2. Doğru polarma diye adlandırılır

Ters Polarma

Bir PN birleşiminde, P tipi maddeye(Anot) gerilim kaynağının negatif ucunun, N tipi maddeye de(Katot) pozitif ucunun bağlanmasına diyotun ters polarmalandırılması denir. Şekil 2.3 deki animasyonda bir PN birleşiminin ters polarma altındaki etkisi gösterilmektedir.



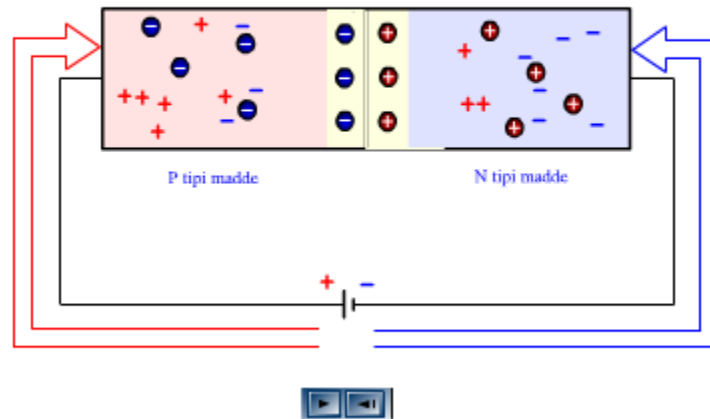
Şekil 2.3: Ters Polarmalandırılmış Diyot Animasyonu

Buradaki animasyonda görüleceği gibi P tipi maddeye eksi kutup uygulandığından, bu madde içindeki oyuklar eksi kutup tarafından çekilecektir. Aynı zamanda P tipi madde de bulunan ve azınlık taşıyıcıları olan elektronlar (-), birleşim yüzeyine doğru itilecektirler. Bu olaylarla aynı zamanlı olarak N tipi maddeye de pozitif kutup geldiğinden, bu madde içerisindeki çoğunluk taşıyıcıları olan elektronlar (-) kutba doğru çekilecektir. Aynı zamanda P tipi madde içerisinde bulunan ve azınlık taşıyıcıları olan oyuklar(+) birleşim yüzeyine doğru itilecektirler. Bu sırada birleşim yüzeyine itilen elektronların bir kısmı oyuklar ile birleşirler. Geriye kalan elektronlar yollarına devam ederek, kaynağın pozitif ucuna ulaşırlar. Bunun sonucu olarak ta, elektron akışının ters yönünde küçük bir sızıntı akımı oluşur. Animasyonda görülen sızıntı akımı, genelde I_s sembolü ile temsil edilmektedir. Bu sızıntı akımı bazı yüksek güç elemanları dışında nA veya μA seviyesindedir, yani oldukça düşük değerlidir. Sızıntı akımı, uygulanan gerilim miktarı ve PN birleşiminde oluşan ısı değeri ile doğru orantılıdır. Bunun yanı sıra PN birleşiminin yapıldığı madde özelliklerine bağlı olarak ta değeri değişir.

Ortamdaki ısı arttıkça diyottan geçen sızıntı akımı da artar. Sızıntı akımı yaklaşık olarak her 10 derecelik sıcaklık artışına karşı ikiye katlanır, örneğin 25 derecede 100 nA sızıntı akımı akıyorsa, aynı diyot 35 derecede çalıştırıldığında üzerinden ters yönde yaklaşık 200 nA sızıntı akımı geçer. Diğer taraftan germanyum diyotlarda sızıntı akımı, silisyum diyotlara göre daha fazladır. Uygulanan ters polarma gerilimi (VR) , diyotun ters yönde dayanabileceği maksimum gerilim olan V_z değerine yaklaştığında, diyot içerisindeki azınlık taşıyıcıları olan elektronlar hızlanır. Bu durumda diyotun kristal yapısında bozulma olur ve diyottan aşırı bir akım akmaya başlar yani diyot yanar (bozulur).

Doğru Polarma

Bir diyodun doğru polarma altında çalıştırılabilmesi için diyodun anoduna gerilim kaynağının + kutbu, katoduna ise gerilim kaynağının - kutbu bağlanmalıdır. Bu durumda aşağıdaki animasyonda da görüleceği gibi bir PN birleşiminin P tipi maddesine gerilim kaynağının + kutbu, N tipi maddesine ise gerilim kaynağının - kutbu bağlanmış olur.



Şekil 2.4: Doğru Polarmalandırılmış Diyot Animasyonu

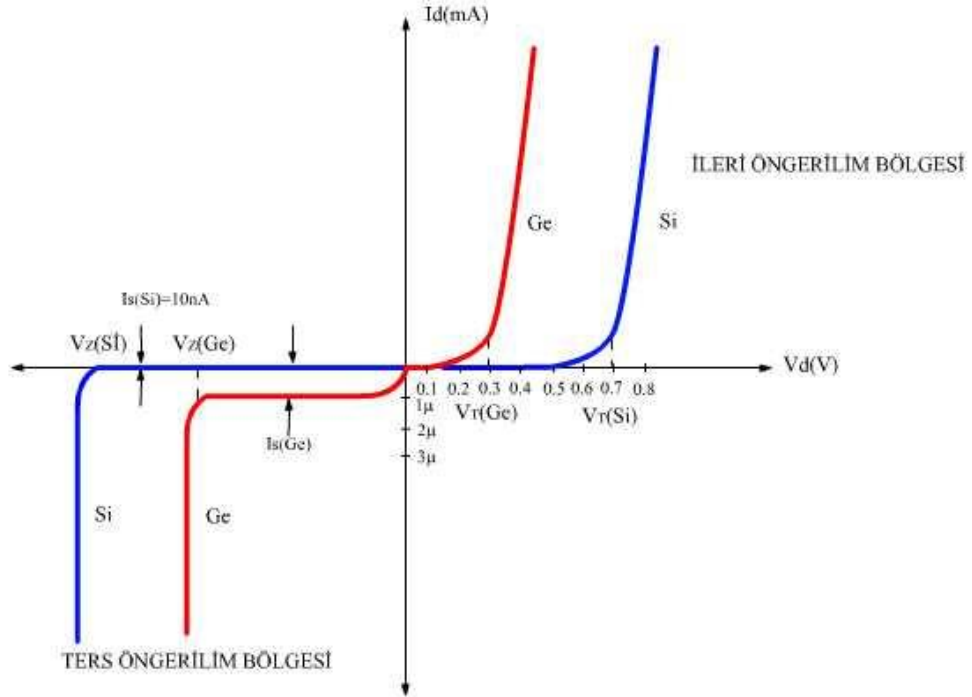
Diyota bir gerilim uygulandığında N tipi maddeye - kutup bağlandığından, bu madde içinde bulunan ve çoğunluk taşıyıcıları olan elektronlar P tipi maddeye doğru itilir. Aynı zamanda P tipi maddeye de gerilim kaynağının + kutbu bağlandığından bu maddede bulunan ve çoğunluk taşıyıcıları olan oyuklar N tipi maddeye doğru itilir. Gerilim kaynağının - kutbu tarafından itilen elektronlar P tipi maddeye geçer. Buraya geçen elektronların bir kısmı oyuklarla birleşir. Bu birleşmeden bir enerji açığa çıkar ve bu enerji normal diyotlarda kendisini ısı olarak gösterir, yani diyot ısınır. Dolayısı ile ne kadar çok elektron oyuk birleşmesi olursa diyot o kadar fazla ısınır. Geriye kalan elektronlar ise yoluna devam ederek kaynağın pozitif(+) ucuna ulaşır, elektron akışının tersi yönünde ise büyük bir diyot akımı akar. Kaynağın negatif ucu sürekli olarak elektron salar ve pozitif ucu da diyot üzerinden gelen elektronları toplar, böylece elektron akış yönünün tersi yönünde yani kaynağın pozitif ucundan, negatif ucuna doğru sürekli bir akım akışı sağlanmış olur.

Ancak bir diyodun ilettime geçebilmesi için, gerilim kaynağından uygulanan gerilimin, diyodun eşik gerilimini geçmesi gerekir. Eşik gerilimi ise diyodun ilettime geçebilmesi için uçları arasına uygulanması gerekli olan minimum gerilim değeri olarak tanımlanabilir. Bu değer diyotun yapıldığı maddeye göre değişir. Bu gerilim değerleri silisyum(Si) için 0,7V, germayum(Ge) için ise 0,3 voltur. Bu değerler ortamın ısısına bağlı olarak değişim gösterebilirler. Bunun sebebi ise elektronların ısı yükseldikçe daha rahat serbest hale geçmeleridir(ısı ile sahip oldukları enerji miktarı artıyor). Bundan dolayı diyotların eşik gerilimi ısı ile ters orantılı olarak değişir. Isı arttıkça eşik gerilimi düşer ve diyot daha çabuk ilettime geçer. Diyot eşik değeri olan 0,7 volt veya 0,3 volt, normal oda sıcaklığı olan 25° C de geçerli olan değerlerdir.

Karakteristik grafiğinde ileri öngerilim bölgesi olarak adlandırılan alan, diyotun doğru polarma altındaki tepkisinin grafiksel gösterimidir. Ters öngerilim bölgesindeki alan ise diyodun ters polarmada verdiği cevapların grafiksel gösterimidir. Grafiğe dikkat edilirse ileri yönde silisyum diyot(mavi grafik), 0,7 V'a kadar üzerinden bir akım geçirmiyor (veya bu değere yaklaştıkça küçük bir akım geçiyor), uygulanan gerilim değeri 0,7 V'u geçtiğinde ise üzerinden ileri yönde çok büyük bir diyot akımı geçirmektedir yani iletim durumundadır. Ters yönde ise V_z değerine kadar çok küçük bir sızıntı akımı geçerken, V_z 'den sonra ters yönlü büyük bir akım geçmektedir zira diyot ters yön dayanma gerilimini aşmış ve bozulmuştur, dolayısı ile diyot özelliğini yitirip ters yönde de akım geçirmektedir.

P-N Birleşimli Diyotlara Giriş. Örnek 2.1

Diyotlar Şekil 2.5 deki karakteristik eğrisinden de anlaşılabileceği gibi ters öngerilim bölgesinde V_z gerilimine kadar büyük bir direnç gösterirler ve akım geçişini engellerler. V_z değerinde bir ters gerilim uygulandığında ise diyodun kristal yapısında bozulmalar olur ve bu gerilimden sonra diyottan aşırı bir akım geçer. Bu sebepten dolayı diyot yanar. Bu değere Diyotun PIV noktası denir. PIV(Peak Inverse Voltage - Ters tepe gerilimi) diyota uygulanabilecek maksimum ters gerilimdir. Eğer daha yüksek bir PIV değerine ihtiyacımız varsa aynı karakteristiğe sahip bir kaç diyot seri bağlanarak bu değer arttırılabilir. Eğer akım taşıma kapasitesini arttırmak istiyorsak diyotları paralel bağlamamız gerekir.



Şekil2.5:Silisyum ve Germanyum diyot karakteristikleri

Germanyum-Silisyum Karşılaştırması

- Silisyum transistörün PIV gerilimi(ters yönde dayanabileceği maksimum gerilim), Germanyum diyota göre daha yüksektir. Silisyum diyotlarda PIV gerilimi 1000 Voltlara kadar çıkabilirken, germanyum diyotun PIV gerilimi ancak 400 Voltlar civarında kalmaktadır.
- Silisyum diyotun çalışma anında dayanabileceği sıcaklık germanyum diyota göre daha yüksektir. Örnek bir silisyum diyotun dayanabileceği sıcaklık 273 °C civarında iken germanyum bir diyotta bu sıcaklık ancak 100 °C civarında kalmaktadır.
- Germanyum diyotun kırılma gerilimi 0,3 volt iken Silisyum diyotun kırılma gerilimi 0,7 voltur. Buda germanyumdan yapılan yarıiletken malzemelerin, silisyumdan yapılan yarıiletken malzemeye olan üstünlüğüdür.
- Silisyum diyotlar doğadan daha kolay elde edilirler, dolayısı ile ucuzdurlar.
- Silisyum diyotların sızıntı akımı daha küçük değerlerdedir.

Tüm bu karşılaştırmalar sonucunda, yarıiletken üretiminde silisyumun germanyumdan daha çok kullanıldığı anlaşılabılır

P-N Birleşimli Diyotlar ve Karakteristikleri

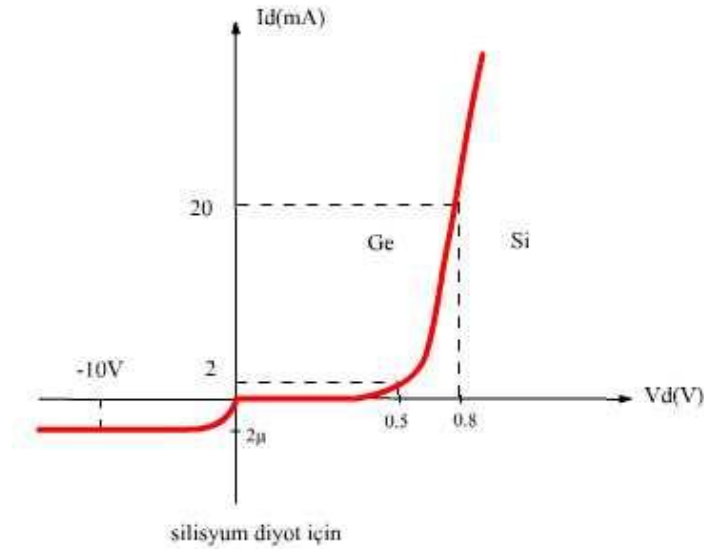
Diyotlarda DC veya Statik Direnç

Diyotun belli bir çalışma noktasındaki(Q çalışma noktası) direncine veya üzerinden geçen sabit bir akıma karşı gösterdiği dirence DC veya statik direnç denir. Doğru polarma altında diyot gerilimi arttıkça, DC direnç azalma gösterir. Ters polarmada ise teorik olarak sonsuz direnç gösterir.

$$R_{dc} = \frac{V_D}{I_D}$$

Örnek 2.2

Silisyum diyota ait Şekil 2.6'daki grafik yardımıyla, farklı gerilimlerdeki DC dirençlerin bulunması.



Şekil-2.6 Silisyum diyota ait karakteristik grafiği

Yukarıdaki grafik üzerinden elde edeceğimiz $I_D = 20 \text{ mA}$, $I_D = 2 \text{ mA}$ ve bu değerlere karşılık gelen gerilimler için, Ters polarmada ise $I_D = - 2 \text{ mA}$ ve $V = - 10 \text{ V}$ için DC direnç değerlerini hesaplayın.

$I_D(\text{Diyot Akımı}) =$ mA SONUÇ
 $V =$ V $R_{dc} \text{ (dc direnç)} =$ Ω

HESAPLA

Şimdi bulduğunuz sonuçların doğruluğundan emin olmak için örnek bir noktadaki DC direnci beraber hesaplayalım.

Yukarıdaki örnekte $I_d = 20 \text{ mA}$ için DC direnç değeri istenmektedir. Grafik üzerinden 20 mA 'e karşılık gelen noktadan yatay izdüşümü ile grafiğin kesiştiği nokta bulunur ve oradan da dikey olarak yatay eksene izdüşüm elde edilirse, $V_D = 0.8 \text{ V}$ olarak bulunur. Bu iki değeri yukarıdaki formülde yerine koyarsak;

$R_{dc} = 0.8 \text{ V} / 20 \text{ mA} = 40 \text{ Ohm}$ elde edilir. Bu sonucu yukarıdaki hesaplama programı yardımı ile de bulmuş olmalısınız.

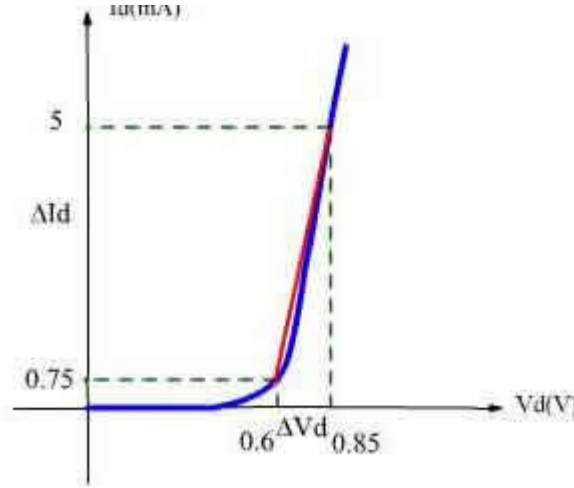
Konunun başında da bahsettiğimiz ve elde edilen sonuçlardan da anlaşılabileceği gibi, diyota uygulanan gerilim ve akım arttıkça DC direnç düşmektedir. Ters polarmada ise diyot çok yüksek direnç göstermektedir.

Ortalama AC Direnç

Bilindiği gibi diyot sadece DC devrelerde değil aynı zamanda AC devrelerde de kullanılmaktadır. Bu durumda diyota değişken bir AC sinyal uygulansa bu sinyale karşı göstereceği direnç değeri ne olur? Bu sorunun cevabını DC direnç değeri veremez zira DC direnç değeri sabit sinyaller için geçerli idi. Bu durumda diyotun AC(değişken) sinyallere karşı gösterdiği direnci yani AC direnci bulmamız gereklidir. Ortalama AC direnç, diyotun girişine uygulanan sinyalinin en yüksek ve en düşük değerlerinin, Şekil-2.8 de gösterildiği gibi karakteristik eğrisini kestiği noktalar arasına çizilen düz bir çizgi aracılığı ile belirlenir. Bunun için grafiğin 2. bölgesini genel olarak kapsaması amacı ile 2. bölgenin başlangıç ve üst değerlerine yakın iki nokta belirlenir ve bu iki nokta düz bir çizgi ile birleştirilir. Buna noktadan noktaya anlamına gelen point to point veya kısaca p-p denir. Daha sonra bu iki noktanın yatay ve dikey izdüşümleri alınarak koordinat sistemini kestiği noktalar ve bu noktalara karşılık gelen akım ve gerilim değerleri bulunur. Bu değerlerin kendi aralarındaki farkları bulunarak ($\Delta V = V_{d2} - V_{d1}$ ve

$\Delta I = I_{d2} - I_{d1}$ olarak), bu değerler, $r_{av} = \Delta V / \Delta I$

formülünde yerine konularak ortalama ac direnç değeri bulunur. Bu değer diyot eşdeğer modellerinde, genel olarak ac diyot iç direncini temsil amacı ile kullanılır



Şekil-2.8 Ortalama AC direnç grafiği

Şimdi yukarıda verilen grafik için 2. bölgenin ortalama ac direnç değeri olan r_{av} değerini hesaplayalım.

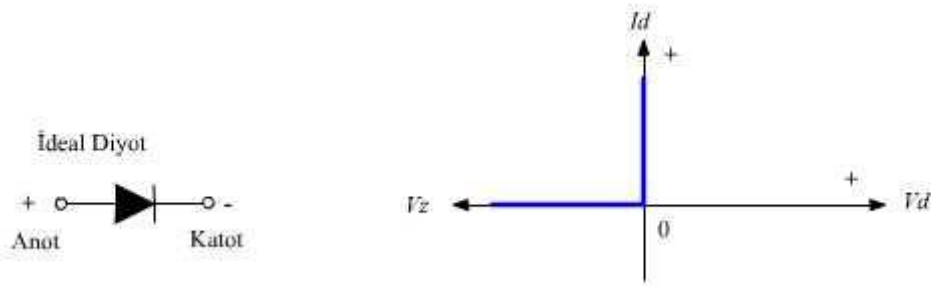
$$r_{av} = \frac{\Delta V_d}{\Delta I_d} \bigg|_{p-p} = \frac{0.85 - 0.6}{5 - 0.75(mA)} = 58.8$$

Buradan da görüldüğü gibi diyotun ikinci bölgedeki ortalama direnci $r_{av}=58,8$ Ohm olarak bulundu.

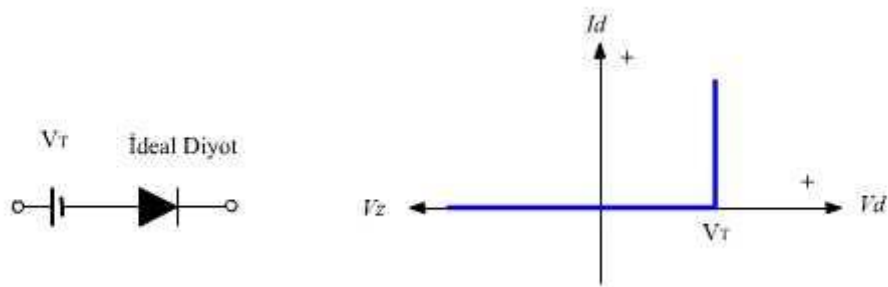
Eşdeğer Devreler ve Diyot Modelleri

Eşdeğer devreler; eleman, sistem vb.'nin gerçek uç karakteristiklerini en iyi temsil edecek uygun elemanlar kombinasyonudur. Yani, bir kez eşdeğer devre belirlendiğinde, elemanın sembolü şemadan çıkartılıp yerine (sistemin genel davranışı önemli ölçüde etkilenmeksizin) eşdeğer devre konabilir.

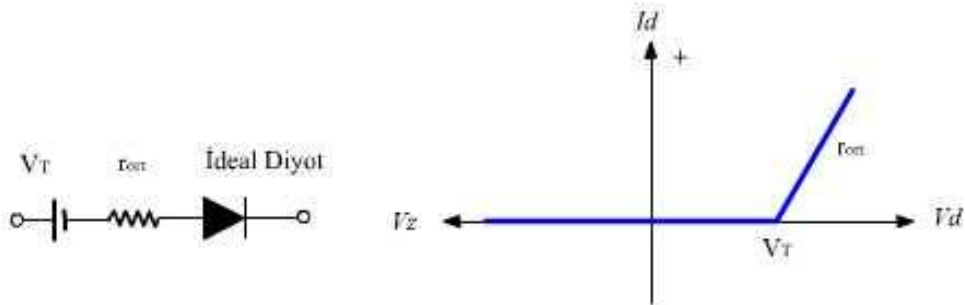
Bir silisyum yarıiletken diyodu, yaklaşık 0,7V kırılma gerilimine ulaşmadan iletim durumuna geçmediği için, eşdeğer devrede bu değere karşı koyan bir V_T (Threshold Voltage - Eşik gerilimi) pil geriliminin görünmesi gerekir. Bu ise, eşdeğer devredeki ideal diyot öngerilimlenmeden önce, diyot üzerine düşen toplam ileri yön gerilimi V_D 'nin V_T 'den daha büyük olması gerektiğini gösterir. Endüstride diyot eşdeğer devresi terimi yerine diyot modeli kullanılır. Aşağıdaki şekillerde diyot modelleri ve parça bazında doğrusal karakteristikler verilmiştir.



Şekil-2.9 İdeal Diyot



Şekil-2.10 Kısmen doğrusal diyot eşdeğeri



Şekil-2.11 Komple diyot eşdeğeri

Diyot Karakteristik Özellikleri

Diyot üreticileri diyot bilgilerini bir katalogda toplayarak, her bir diyot hakkında detaylı bilgiler verirler. Bu bilgilerin arasında en önemlileri olarak aşağıda verilen değerleri sayabiliriz. Bu değerler her bir diyot için farklı değerdedir ve kullanırken bu katalog değerlerinden faydalanırız. Örneğin katalogda verilen maksimum ileri yön gerilimi 100 V ise, kullanıcı bu diyotu pratik uygulamalarda çalıştırırken üzerine 100 V'tan büyük bir gerilimin gelmemesini sağlamak zorundadır. Aksi takdirde diyot zarar görecektir. Buna göre en önemli katalog değerlerini aşağıda verelim.

1-Diyotun harcayabileceği veya verebileceği maksimum güç üretici firmalar tarafından kataloglarda **PD(max) olarak verilir.**

Diğer taraftan, diyotun normal çalışma sırasında harcadığı güç ise;

$$PD = VD \cdot ID$$

Formülünden hesaplanabilir. Burada VD diyot üzerindeki(uçları arasındaki) gerilimi, ID ise diyot üzerinden geçen akımı temsil etmektedir. Buradan bulunan PD güç değerinin, katalogta verilen PD(max) değerinden büyük olmaması gereklidir, aksi takdirde diyot zarar görerek özelliğini yitirecektir. Dizayn işlemleri sırasında bu husus göz önüne alınmalıdır.

2-Diyota ileri yönde uygulanabilecek maksimum gerilim **VF** dir. Bu gerilimden daha büyük bir gerilimin diyota uygulanması, diyota zarar verecektir. Yine bu VF değeride üretici firma kataloglarında verilmektedir.

3-Diyotun dayanabileceği maksimum birleşim yüzeyi (jonksiyon) sıcaklığı **TJ(max)** ile gösterilir. Yine diyot çalışırken eğer diyot sıcaklığı bu değeri aşarsa, diyot zarar görür, bu yüzden eğer zorunlu olarak bu değere ulaşıyorsa diyota soğutucu (alüminyum veya başka metallere yapılmış) bağlanarak soğutulması sağlanmalıdır.

4- Diyot üzerinden geçirilebilecek maksimum akım değeri **ID(max)** ile kataloglarda verilmektedir. Diyot üzerinden bu akım değerinden büyük akım geçirilmemelidir.

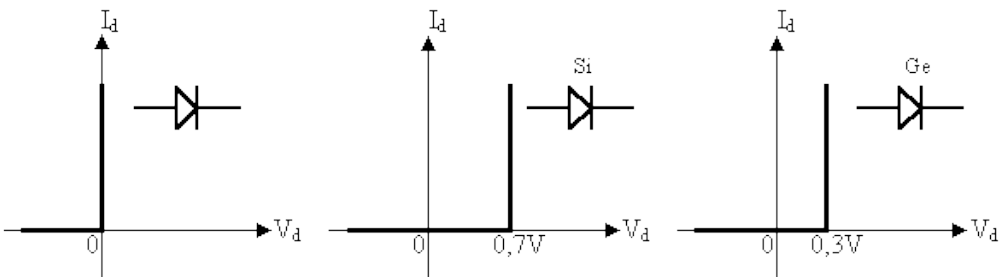
5- **PIV** oranı ise diyota ters yönde uygulanabilecek maksimum gerilim değerini belirtir. Eğer üretici tarafından belirtilen bu değerden daha büyük bir voltaj diyota ters olarak uygulanırsa, diyot fiziksel olarak zarar görür ve işlevselliğini yitirir.

Kataloglarda verilen bu değerlerin büyük bölümü aksi belirtilmedikçe 25 derecelik normal oda sıcaklığındaki çalışma için geçerli olan değerlerdir. Eğer sıcaklık artarsa, diyottan çekilebilecek maksimum akım ve güç azalır, yine diyotun ters yönde dayanabileceği maksimum gerilim değeri(PIV) azalır. Bu yüzden yarıiletkenlerde ısı mutlaka kontrol edilmelidir.

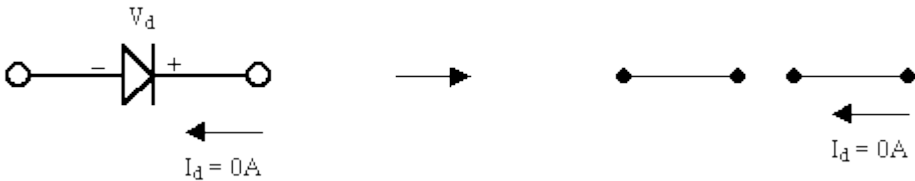
Diyot Uygulamaları

DC Girişli Seri Diyot Devreleri

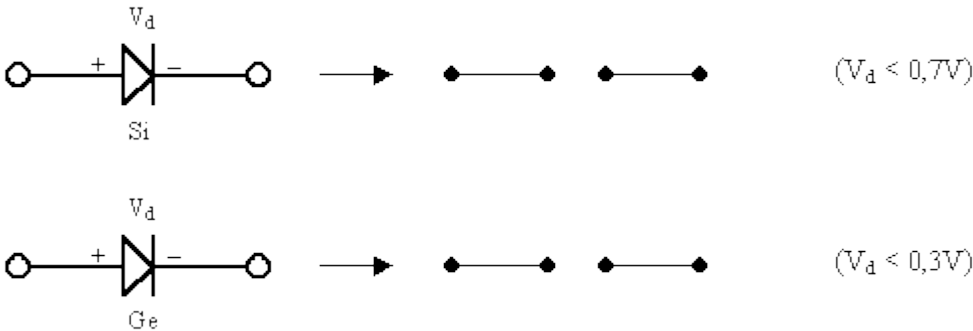
Analizler için yaklaşık diyot modeli kullanılacaktır. Şekil 2.12 'nin tüm modelleri için, Şekil 2.13'de verilen polarite ile diyot üzerine uygulanan bütün gerilim değerleri açık devreye neden olacaktır. Yaklaşık modeller durumunda ise, silisyumda 0,7 V ve germanyumda 0,3 V'dan düşük ve Şekil 2.14 'deki polariteye sahip gerilimler bir açık devre eşdeğerine yol açacaklardır. Şekil 2.15 'de gösterilen polariteye sahip pozitif gerilimler diyoda uygulandığı takdirde, kısa devre eşdeğeri sağlanmış olacaktır.



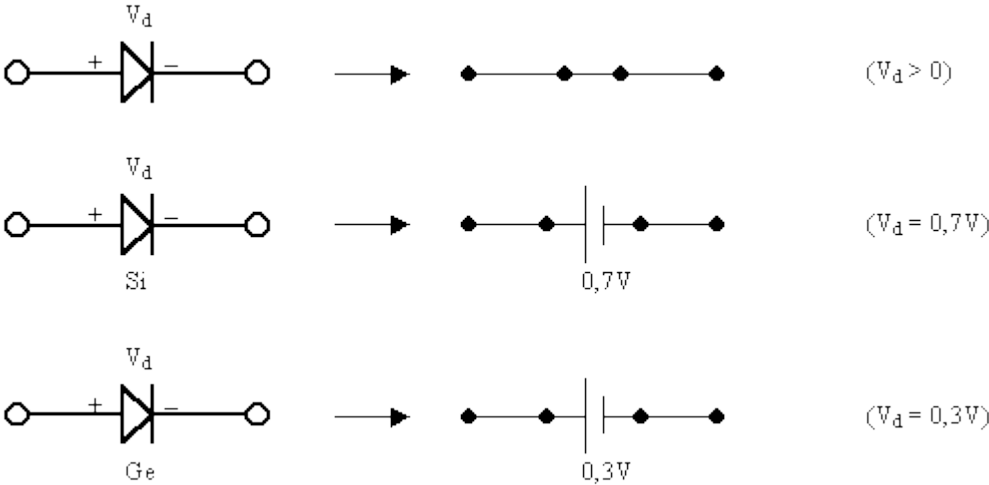
Şekil 2.12 : Diyodun ideal ve yaklaşık karakteristikleri



Şekil 2.13 : Herhangi bir diyodun açık devre durumu



Şekil 2.14 : Si ve Ge diyotların “açık devre” durumları

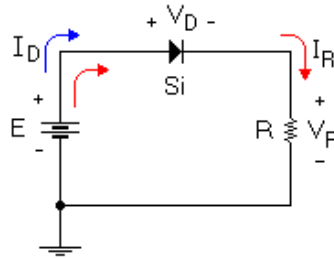


Şekil 2.15 : İdeal ve yaklaşık eşdeğer diyotların “kısa devre” durumları

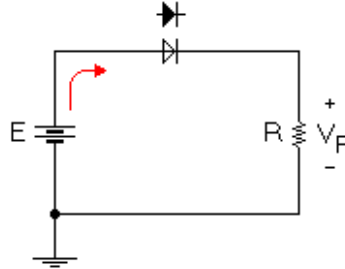
Eşdeğer devrelerde yer alan 0,7 V ve 0,3V'luk gerilim kaynakları bağımsız enerji kaynakları değildirler. Örneğin; diğer devre elemanlarından yalıtılmış tek başına bir diyodun uçlarına bir voltmetre bağlandığında 0,7 V veya 0,3V'luk değerler göstermeyecektir. Bu, diyodu ideal karakteristiktan ayıran sapma geriliminin etkilerini dahil etmek için kullanılan bir yöntemdir.

Uygulanan ileri öngerilimin büyüklüğü diyodun davranışları üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir. Akım düzeyi ise, açık devre durumu için 0 A'dır. Eğer kısa devre durumu söz konusuysa akım; diyodun bağlı olduğu devre tarafından belirlenecektir.

DC girişli seri bağlı diyot devrelerinin analizinde, örnek olarak Şekil 2.16'daki devreyi kullanabiliriz. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, diyodun açık devre durumunda mı, yoksa kısa devre durumunda mı olduğunun tespitidir. Eğer akımın yönü (Şekil 2.17 'de olduğu gibi), diyot sembolündeki okun yönüyle aynı ise ve devrede diyodun V_T eşik gerilimini karşılamaya yeterli gerilim varsa diyot iletim durumundadır.



Şekil 2.16: Seri bağlı diyot devresi Şekil



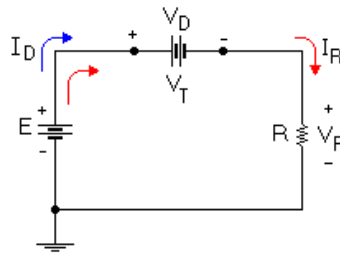
2.17 : Diyot durumunun belirlenmesi

$E > V_T$ olduğunu varsayarsak, diyot iletim durumundadır ve Şekil 2.18 'deki eşdeğer devre ortaya çıkar.

$$V_D = V_T \quad (2.1)$$

$$V_R = E - V_T \quad (2.2)$$

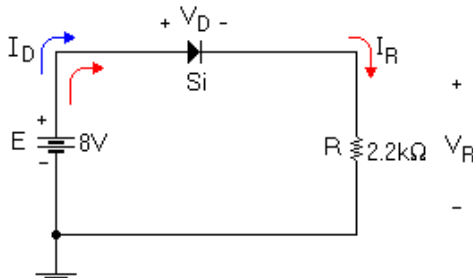
$$I_D = I_R = V_R / R \quad (2.3)$$



Şekil 2.18 : Si diyodun iletim durumundaki eşdeğer devresi

Örnek 2.3

Şekil 2.19'daki seri diyot devresi için V_D , V_R ve I_D değerlerini bulunuz.



Şekil 2.19

Çözüm:

Uygulanan gerilim, saat yönünde bir akımın akmasına neden olduğundan diyot iletimdedir.

$$V_D = 0.7V$$

$$V_R = E - V_D = 8 - 0.7 = 7.3V$$

$$I_D = I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{7.3}{2.2k\Omega} \cong 3.32mA$$

Örnek 2.4

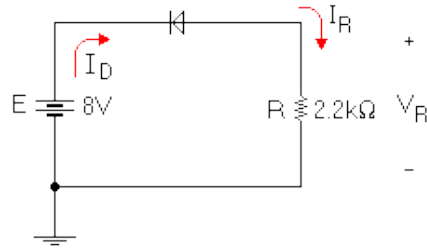
Örnek 2.3 'ü diyodu ters yönde çevirerek tekrarlayınız.

Çözüm:

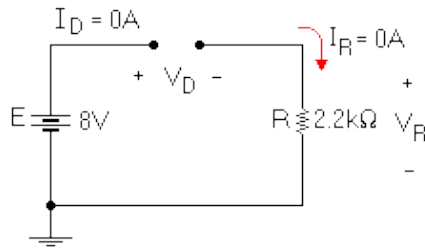
Diyodu ters yönde bağladığımızda I akımının yönü, Şekil 2.20 'deki diyot sembolündeki ok yönüne göre ters olacaktır. Dolayısıyla hangi model kullanılırsa kullanılsın diyot eşdeğeri açık devre durumundadır. Sonuçta Şekil 2.21 'deki devre elde edilir. Burada $I_D = 0 A$ 'dır. $V_R = I_R R$ olduğu için, $V_R = (0)R = 0 V$ 'dur. Çevre boyunca Kirchhoff gerilim yasası uygulanırsa;

$$E - V_D - V_R = 0$$

$$V_D = E - V_R = E - 0 = 8V$$



Şekil 2.20



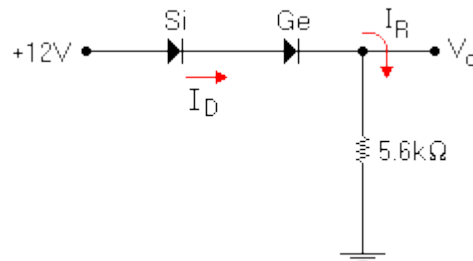
Şekil 2.21

Diyot yalıtkan durumda olmasına rağmen üzerinde yüksek bir gerilim düşümü söz konusudur. Akım sıfırdır, ancak gerilim anlamlı bir düzeydedir. Buradan şu sonuçlar çıkarılır;

1. Bir açık devrenin uçlarına herhangi bir gerilim uygulanmış olabilir. Ancak akan akım daima sıfırdır.
2. Bir kısa devrenin uçlarındaki gerilim düşümü daima sıfırdır. Ancak akan akımın büyüklüğü sadece çevreleyen devreyle sınırlıdır.

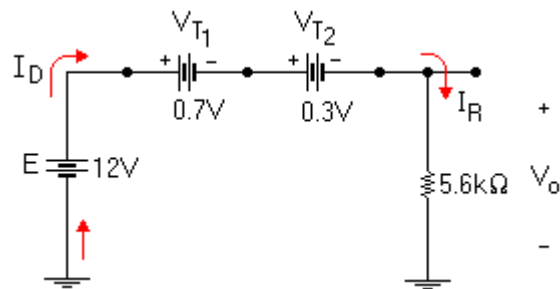
Örnek 2.5

Şekil 2.22 'deki seri devre için V_o ve I_D 'yi bulunuz.



Şekil 2.22

Çözüm:



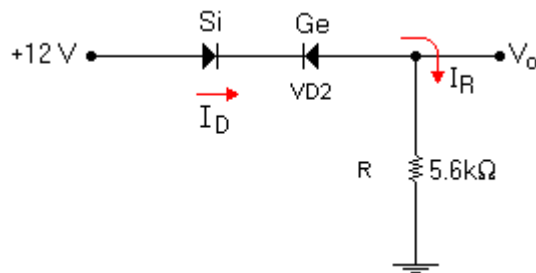
Şekil 2.23

Şekil 2.22’deki devrede akan akımın yönü, her iki diyodun sembolleriyle aynı yöndedir. Buradan Şekil 2.23 ’deki devre elde edilir. Oluşan gerilim ise;

$$V_O = E - V_{T1} - V_{T2} = 12 - 0.7 - 0.3 = 11V$$
$$I_D = I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{V_O}{R} = \frac{11}{5.6k\Omega} \cong 1.96mA$$

Örnek 2.6

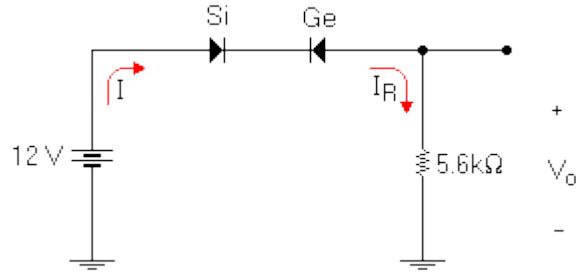
Şekil 2.24 ’deki devre için ID, VD2 ve VO ’ı bulunuz.



Şekil 2.24

Çözüm:

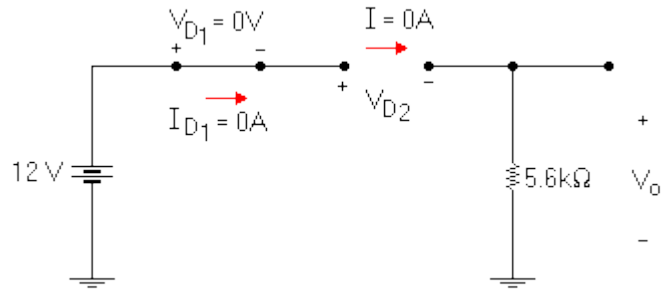
Şekil 2.25 ’deki devrede akan akımın yönü ile silisyum diyot iletim durumuna, germanyum diyot ise yalıtım durumuna geçmektedir. Bir kısa devrenin bir açık devre ile seri olarak düzenlenmesi her zaman açık devreye yol açar. Şekil 2.26 ’da gösterildiği gibi ID = 0 A olur.



Şekil 2.25

$$V_R = I_R R = I_D R = (0)R = 0V$$

$$V_{D2} = V_{\text{akıldevre}} = E = 12V$$



Şekil 2.26

Kirchoff gerilim yasası saat yönünde uygulanırsa,

$$E - V_{D1} - V_{D2} - V_o = 0$$

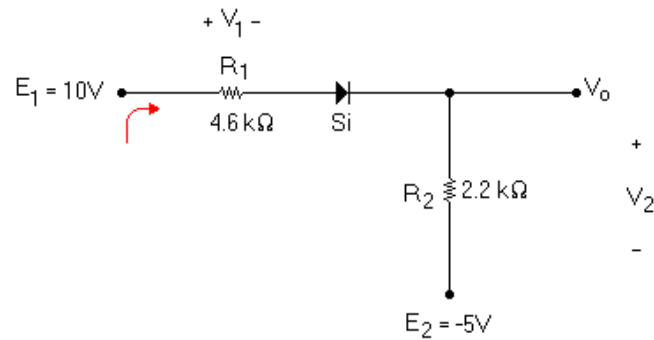
$$V_{D2} = E - V_{D1} - V_o = 12 - 0 - 0 = 12V$$

$$V_o = 0V$$

olarak bulunur.

Örnek 2.7

Şekil 2.27 'deki seri bağlı DC devresi için I, V1, V2 ve VO 'ı bulunuz.



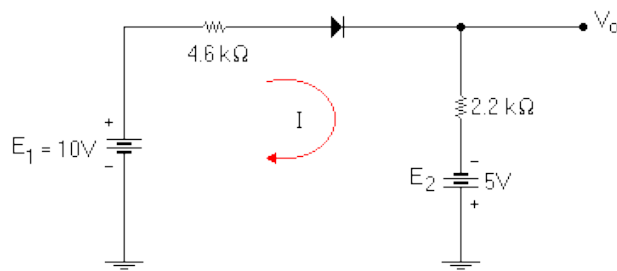
Şekil 2.27

Çözüm:

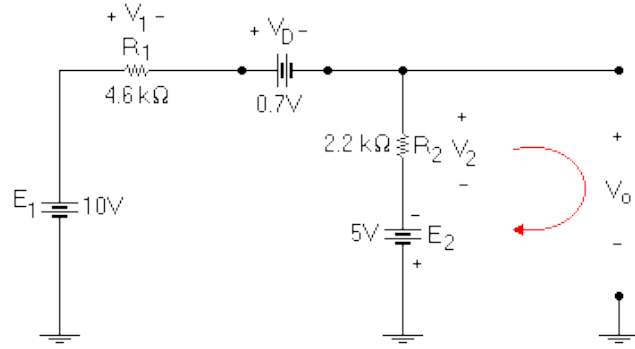
Şekil 2.28 'de gösterildiği gibi kaynaklar çizilmiş ve akım yönleri belirlenmiştir. Diyot iletim durumundadır ve yaklaşık eşdeğer model Şekil 2.29 'da yerine konmuştur.

$$I = \frac{E_1 + E_2 - V_D}{R_1 + R_2} = \frac{10 + 5 - 0,7}{4,6K\Omega + 2,2K\Omega} = \frac{14,3V}{6,8K\Omega} \cong 2,1mA$$
$$V_1 = I \times R_1 = (2,1mA)(4,6K\Omega) = 9,66V$$
$$V_2 = I \times R_2 = (2,1mA)(2,2K\Omega) = 4,62V$$

Çıkışa Kirchhoff gerilim yasası saat yönünde uygulanırsa,



Şekil 2.28



Şekil 2.29

$$-E_2 + V_2 - V_D = 0 \quad \text{ve} \quad V_D = V_2 - E_2 = 4.62 - 5 = -0.38V \quad \text{olarak bulunur.}$$

Eksi işareti, V_D 'nin Şekil 2.23'dekinin tersi bir polariteye sahip olduğunu gösterir.

Örnek 2.8

Seri diyotlu bir devrenin çalışmasını daha iyi anlamak ve farklı değerler için devreden geçen akım miktarını hesaplamak için aşağıda görülen şekil üzerindeki E ve R kutucuklarına farklı değerler girerek, silisyum veya germanyum diyot için devreden geçen akımı, ilgili hesaplama butonuna basarak görünüz. Hesaplanan değeri, kendinizin hesapladığı değerle karşılaştırarak sonucun doğru olduğundan emin olunuz. Hesaplama yaparken, silisyum diyot için $V_D = 0,7$ V, germanyum diyot içinse $V_D = 0,3$ V olarak alınız.

Gerilim ve direnç değerlerini giriniz

E= R= kΩ

SONUÇ

Id= mA

SİLİSYUM İÇİN HESAPLA

GERMANYUM İÇİN HESAPLA

Şekil 2.29