

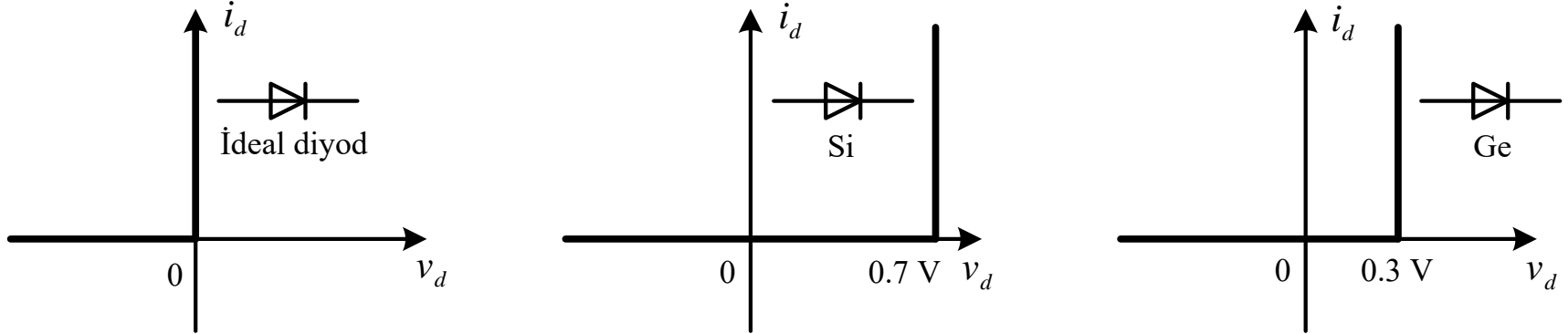
HAFTA 5

**DIYOT
UYGULAMALARI**

DİYOT UYGULAMALARI

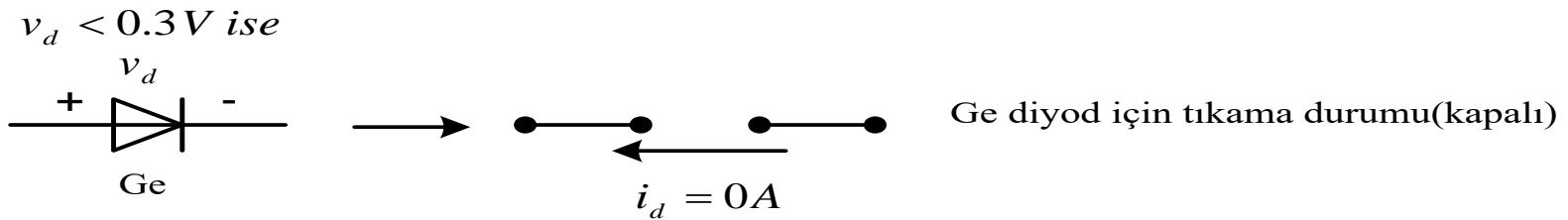
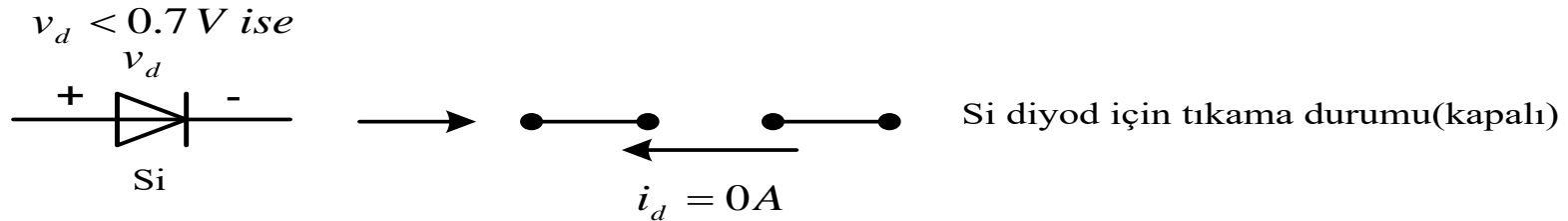
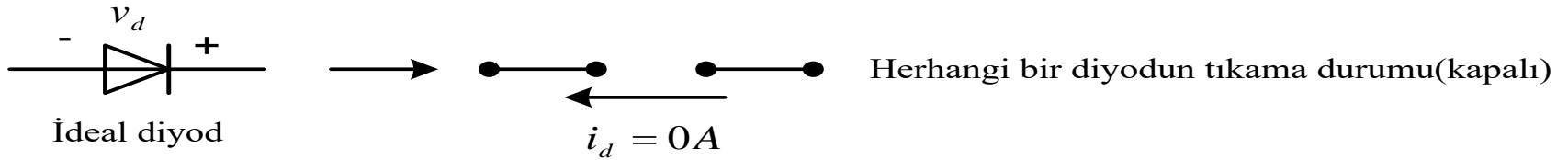
DC girişli seri diyot devreleri

Bundan sonraki analizlerde, yaklaşık diyot modeli için Şekil 1'de verilen semboller kullanılacaktır.

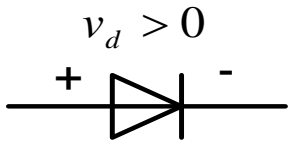


Şekil 1. Yaklaşık diyot modelleri

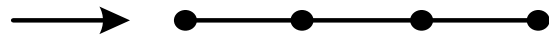
Bu modeller için, uygulanan gerilimin polaritesine göre diyotların iletim veya tıkama durumları Şekil 2.(a) ve (b) de verilmiştir.



Şekil 2.(a) Çeşitli diyot modelleri için iletim veya tıkama durumları

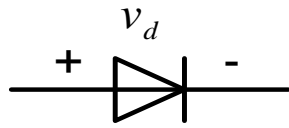


İdeal diyod



Herhangi bir diyodun iletim durumu(açık)

$v_d \geq 0.7 V$ ise



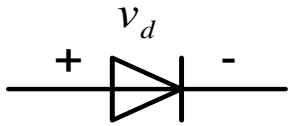
Si



0.7 V

Si diyod için iletim durumu(açık)

$v_d \geq 0.3 V$ ise



Ge

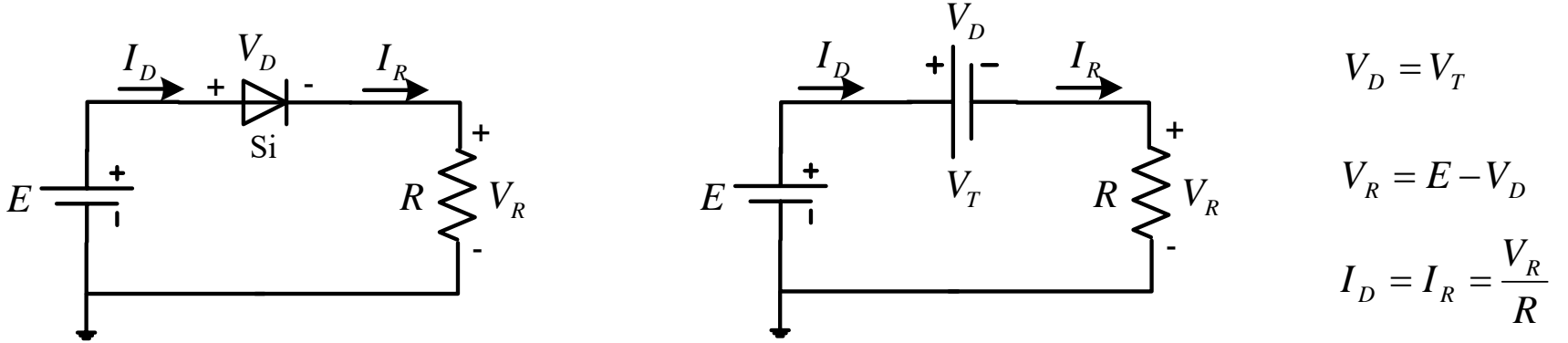


0.3 V

Ge diyod için iletim durumu(açık)

Şekil 2.(b) Çeşitli diyot modelleri için iletim veya tıkama durumları

Şekil 3'deki devrede, V_T ters karşı koyma gerilimini karşılamaya yeterli gerilim olduğu sürece diyot iletim (açık) durumdadır. Yani $E > V_T$ ise diyot iletimdedir.



Şekil 3. Diyot iletim durumu

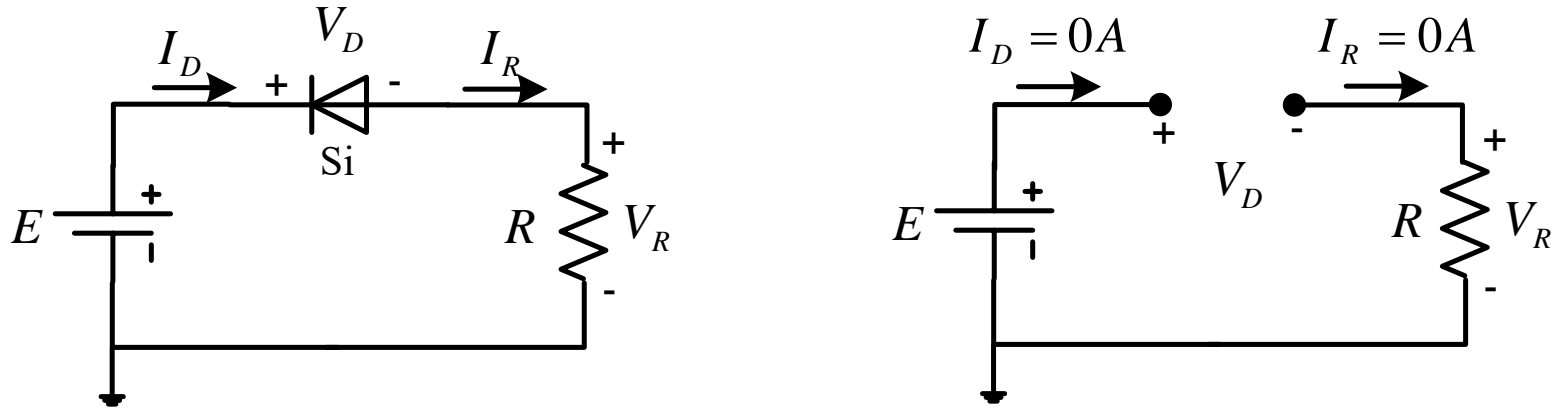
Yine Şekil 3'deki devrede, $E = 8V$, $R = 2.2 k\Omega$ ve diyot silisyum ($V_T = 0.7 V$) ise, V_D , V_R ve I_R 'yi bulalım.

$$V_D = 0.7 V$$

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

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

Aynı işlemi diyotu ters çevirerek tekrarlayacak olursak Şekil 4'deki devreye geliriz.



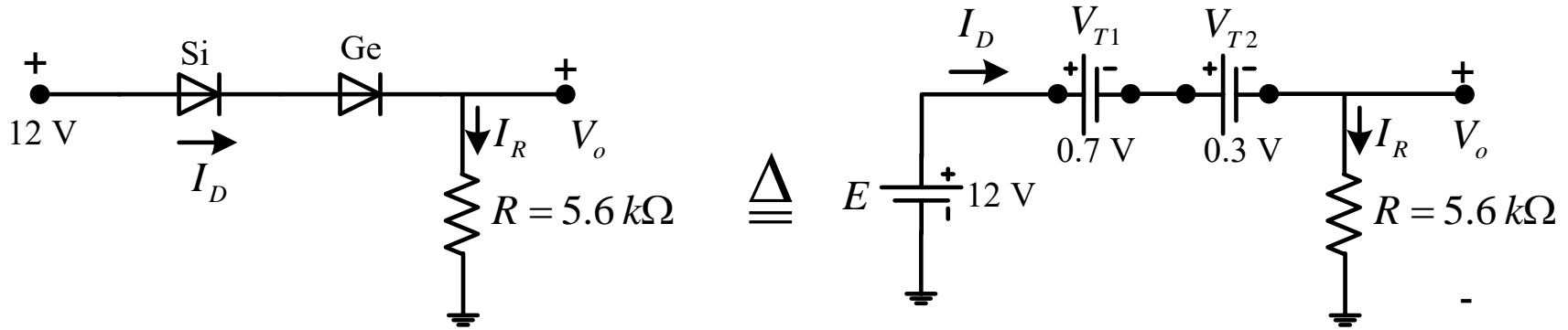
Şekil 4. Diyot tıkama durumu

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

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

$$I_R = I_D = \frac{V_R}{R} = \frac{0}{2.2k\Omega} = 0A$$

Örnek: Şekil 5'deki seri devre için V_o ve I_D 'yi bulunuz.



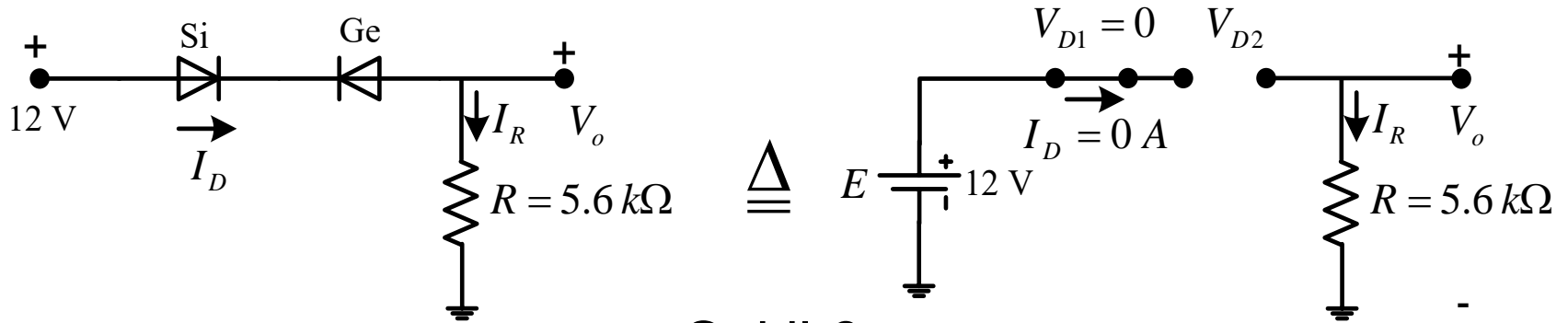
Şekil 5.

$12 > 0.7 + 0.3 = 1$ olduğundan diyotlar iletim durumundadırlar.
Bu durumda;

$$V_o = E - (V_{T1} + V_{T2}) = 12 - (0.7 + 0.3) = 11\text{ V}$$

$$I_D = I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{V_o}{R} = \frac{11\text{ V}}{5.6\text{ k}\Omega} \cong 1.96\text{ mA}$$

Örnek: Şekil 6'daki devre için I_D , V_{D2} ve V_o 'ı bulunuz.



Şekil 6.

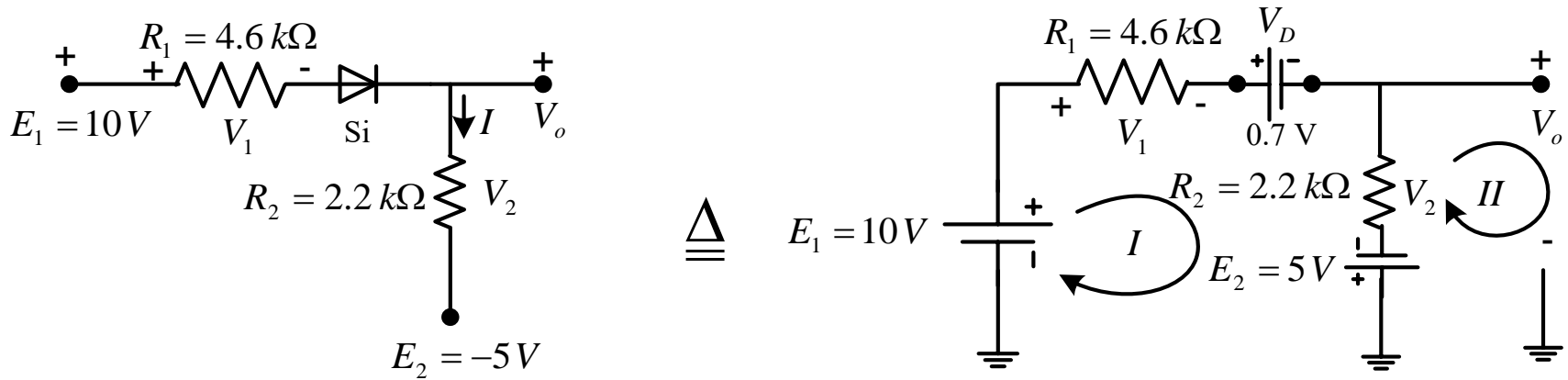
$$V_R = R.I_R = R.I_D = (5.6\text{ k}\Omega) \times 0 = 0\text{ V}$$

$$V_{D2} = V_{\text{acik devre}} = E = 12\text{ V}$$

$$E - V_{D1} - V_{D2} - V_o = 0 \quad V_o = 0\text{ V}$$

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

Örnek: Şekil 7'deki seri bağlı dc devresi için I , V_1 , V_2 ve V_o 'ı bulunuz.



Şekil 7.

Görüldüğü gibi diyot iletim durumundadır. Birinci çevre için Kirchhoff gerilim yasasını uygularsak aşağıdaki sonucu elde ederiz.

$$-E_1 - E_2 + V_D + R_1.I + R_2.I = 0$$

Buradan akımı çekersek aşağıdaki sonucu elde ederiz.

$$I = \frac{E_1 + E_2 - V_D}{R_1 + R_2} = \frac{10V + 5V - 0.7V}{4.6k\Omega + 2.2k\Omega} = \frac{14.3V}{6.8k\Omega} \cong 2.1mA$$

$$V_1 = R_1.I = 4.6k\Omega \times 2.1mA = 9.66V$$

$$V_2 = R_2.I = 2.2k\Omega \times 2.1mA = 4.62V$$

İkinci çevre için Kirchhoff gerilim yasasını uygularsak;

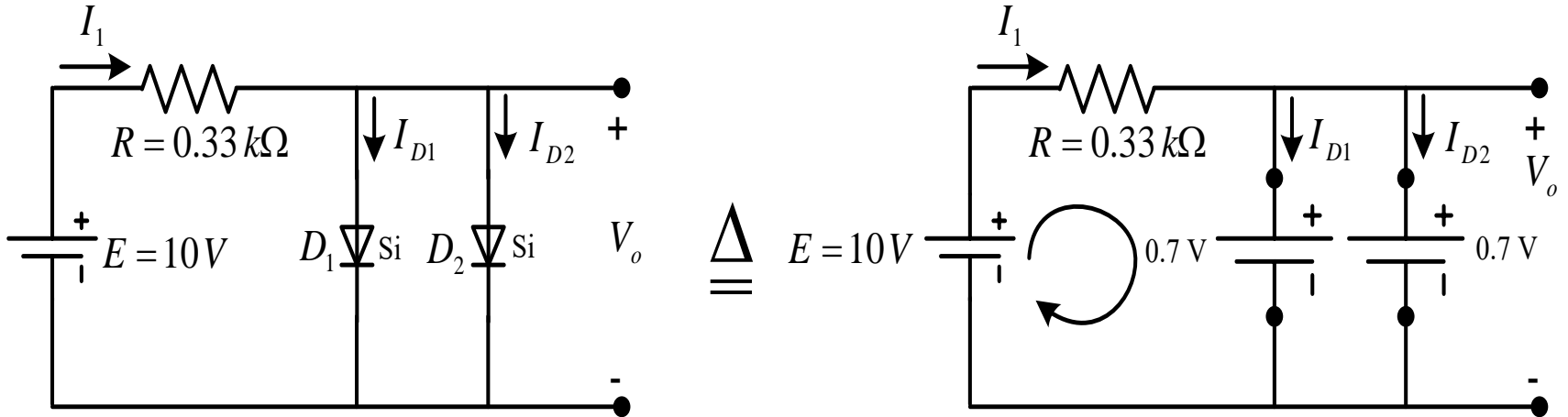
$$V_o + E_2 - V_2 = 0$$

$$V_o = V_2 - E_2 = 4.62 - 5 = -0.38 V$$

(-) işareti V_o 'ın yukarıdaki şekilde gösterilen polaritenin tersi bir polariteye sahip olduğunu gösterir.

Paralel ve seri-paralel devreler

Örnek: Şekil 8'deki paralel diyot devresi için V_o , I_1 , I_{D1} ve I_{D2} 'yi bulunuz.



Şekil 8.

$$V_o = 0.7 V$$

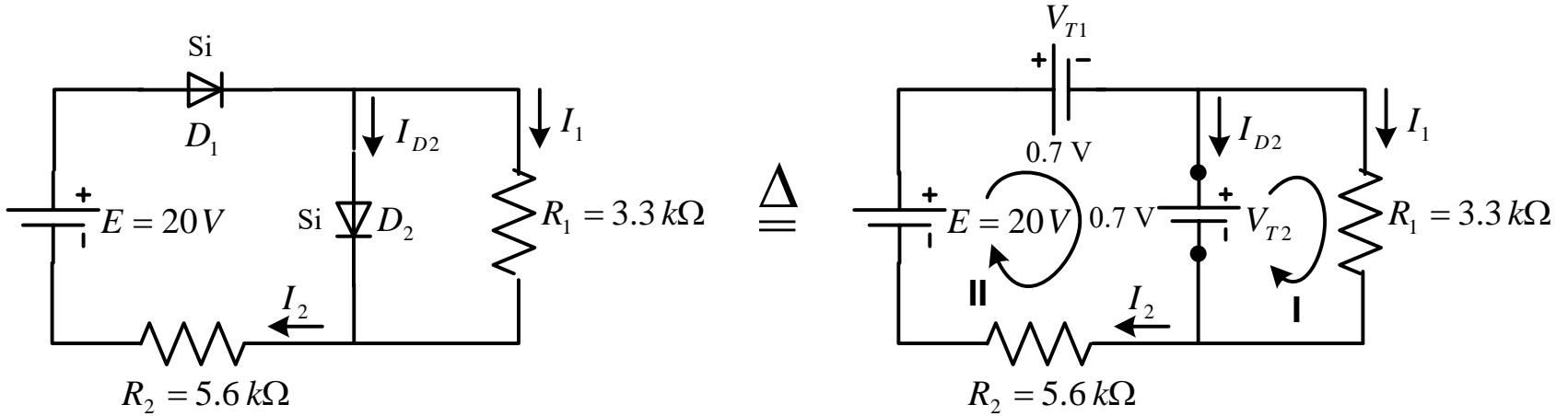
$$-E + R.I_1 + V_D = 0 \quad \Rightarrow \quad I_1 = \frac{E - V_D}{R} = \frac{10 V - 0.7 V}{0.33 k\Omega} = 28.18 mA$$

Şekil 8'deki diyotlar benzer karakteristiklere sahip olduklarından

$$I_{D1} = I_{D2} = \frac{I_1}{2} = \frac{28.18 mA}{2} = 14.09 mA$$

Bu devrede şayet tek diyot olsa idi ve bu diyotun anma akımı 20 mA olsaydı, devreden 28.18 mA akacağı için bu diyot hasar görürdü. Paralel iki diyot kullanmak suretiyle aynı uç gerilimi ile akım 14.09 mA gibi güvenli bir düzeyde sınırlandırılmıştır.

Örnek: Şekil 9'daki devrede I_1 , I_2 , ve I_{D2} akımlarını bulunuz.



Şekil 9.

Birinci çevre için Kirchhoff gerilim yasasını uygularsak;

$$I_1 = \frac{V_{T2}}{R_1} = \frac{0.7\text{ V}}{3.3\text{ k}\Omega} = 0.212\text{ mA}$$

İkinci çevre için Kirchhoff gerilim yasasını uygularsak;

$$-E + V_{T1} + V_{T2} + R_2.I_2 = 0$$

$$I_2 = \frac{E - V_{T1} - V_{T2}}{R_2} = \frac{20V - 0.7V - 0.7V}{5.6k\Omega} = \frac{18.6V}{5.6k\Omega} = 3.32mA$$

$$I_2 = I_{D2} + I_1$$

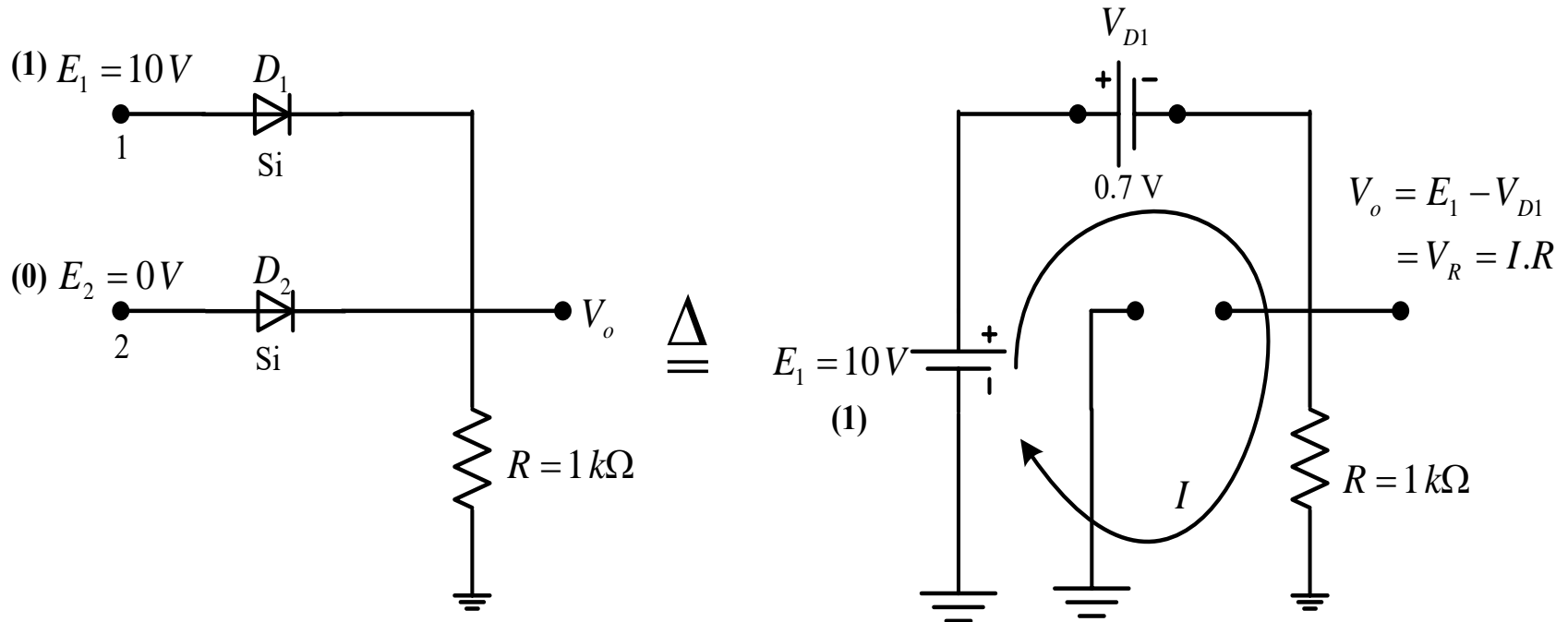
$$I_{D2} = I_2 - I_1 = 3.32mA - 0.212mA = 3.108mA$$

VE / VEYA mantık kapıları

10 V düzeyi Boole cebrine göre **(1)**, 0 V düzeyi ise Boole cebrine göre **(0)** olarak verilir.

VEYA kapısı girişlerden biri veya ikisi birden 1 olduğu zaman çıkış gerilim düzeyini 1 yapar. Her iki giriş sıfır olduğunda çıkış da sıfırdır.

Örnek: Şekil 10'daki VEYA kapısı için çıkış düzeyini bulunuz.



Şekil 10.

D_1 diyotu 1 ucuna uygulanan 10 V'dan dolayı iletim, D_2 diyotu da 2 ucundaki 0 V'dan dolayı tıkama durumundadır. D_1 in iletim durumu $V_o = E_1 - V_{D1}$ düzeyinde yani $V_o = 10 - 0.7 = 9.3 V$ 'luk bir gerilim oluşturmaktadır. D_2 'nin (-) katod tarafına 9.3 V ve anod (+) tarafında 0 V ile, D_2 kesinlikle tıkama durumundadır. Çıkış gerilim düzeyi 10 V'luk düzeyde değildir ama 9.3 V'luk bir değer çıkışın 1 düzeyinde olduğunu kabul etmek için yeteri kadar büyüktür. Akım ise aşağıdaki gibi elde edilebilir.

$$I = \frac{E_1 - V_{D1}}{R} = \frac{10V - 0.7V}{1k\Omega} = 9.3mA$$

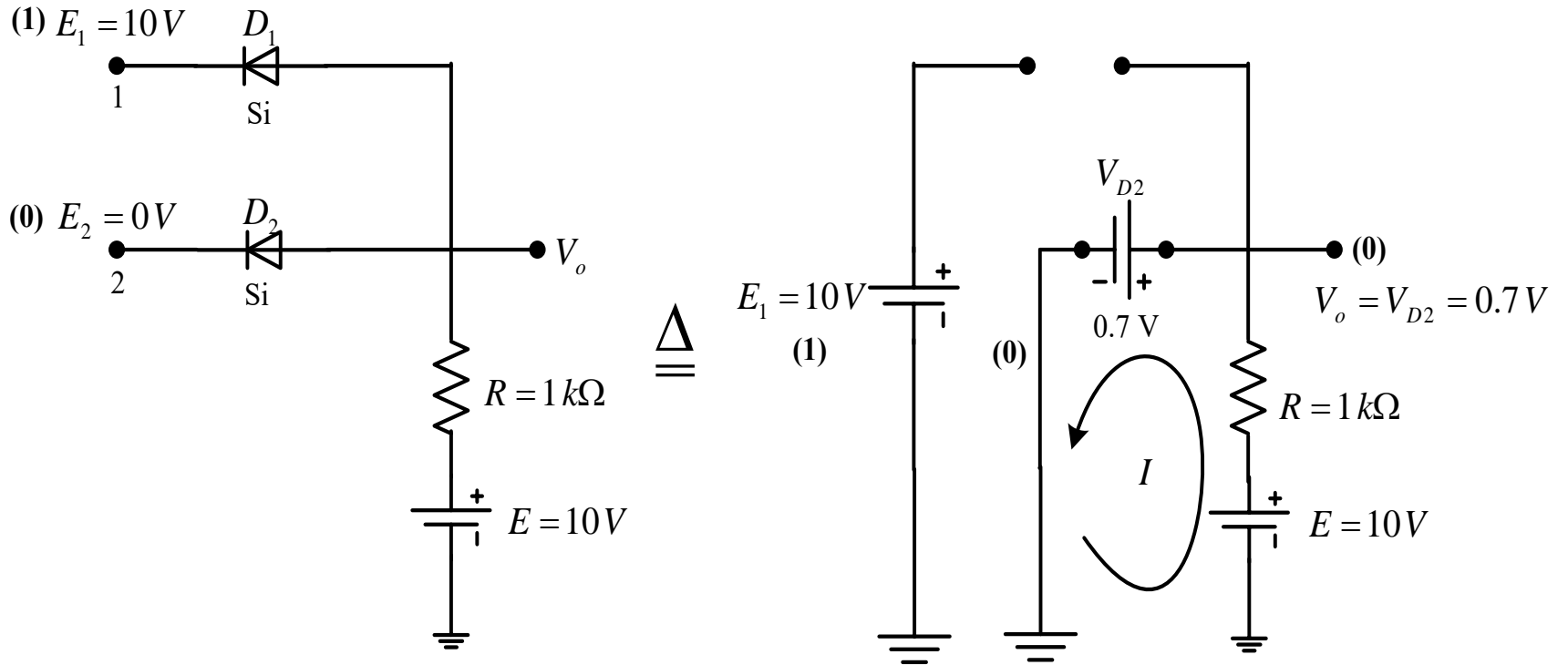
Örnek: Şekil 11'deki VE kapısı için çıkış düzeyini bulunuz.

D_2 diyotu iletimde olduğundan $V_o = 0.7 V$ düzeyindedir. D_1 in anodunda $0.7 V$, katodunda da $10 V$ olduğu için kesinlikle tıkamadadır. Bu durumda saat yönünün tersi istikamette iç taraftaki devreye Kirchhoff gerilim yasasını uygularsak aşağıdaki sonucu elde ederiz.

$$-E + V_{D2} + R.I = 0$$

$$I = \frac{E - V_{D2}}{R} = \frac{10 V - 0.7 V}{1 k\Omega} = 9.3 mA$$

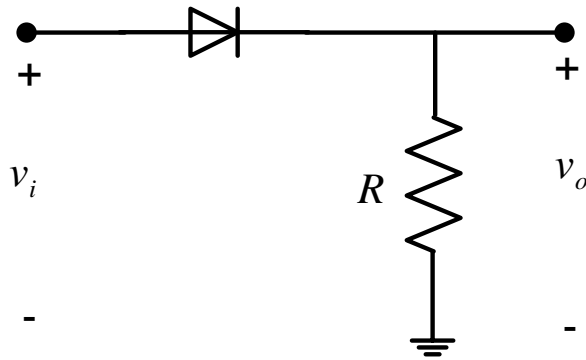
Bu nedenle Şekil 11'den de görüleceği üzere, VE kapısında girişlerden biri (0) seviyesinde ise çıkışın da (0) seviyesinde olacağı kanıtlanmış olur.



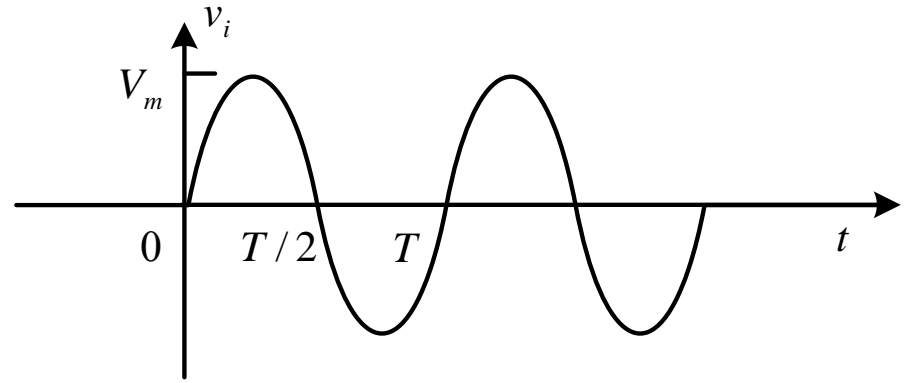
Şekil 11.

Yarım dalga doğrultma

Şekil 12’de gösterilen devreye T periyotlu sinüzoidal bir işaret (gerilim) uyguladığımızı düşünelim. İdeal diyot modelini kullanmak suretiyle devreyi analiz edelim.



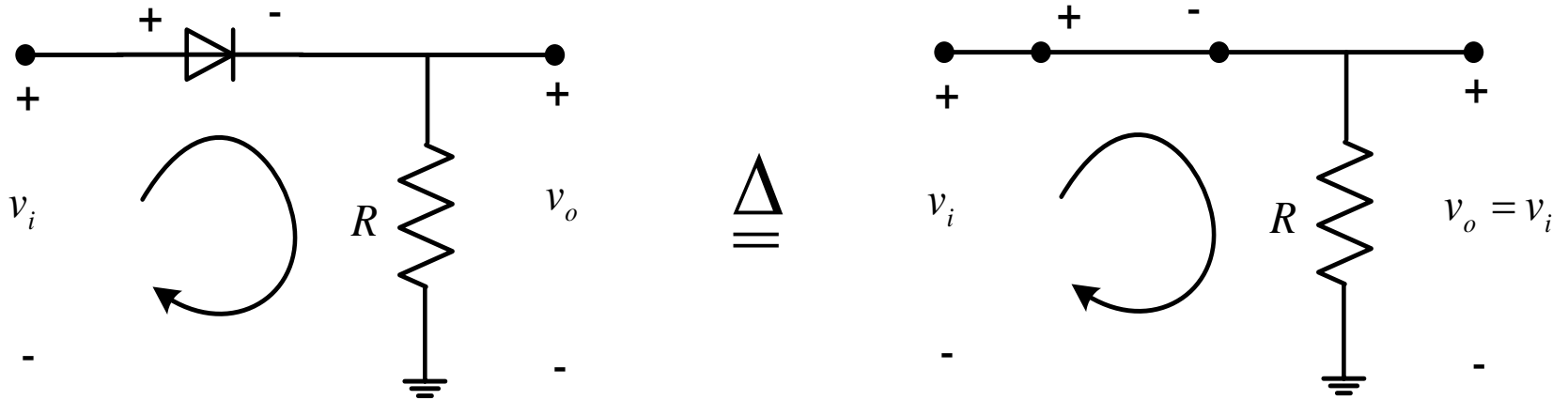
Yarım dalga doğrultucu



$$v_i = V_m \sin \omega t$$

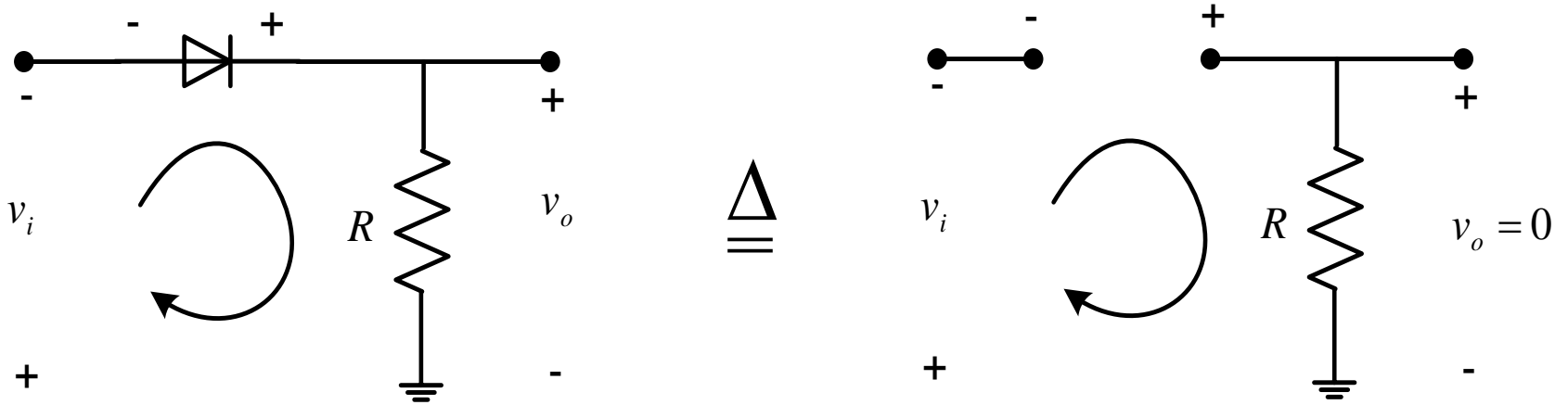
Şekil 12.

Şekil 13'den de görüldüğü üzere, $0 - T/2$ periyodu aralığında $v_o = v_i \Rightarrow i = v_o / R$ olur.



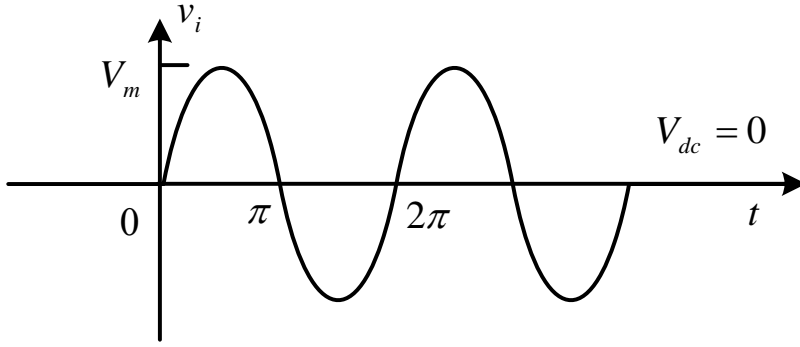
Şekil 13.

Şekil 14'den de görüldüğü üzere, $T/2 - T$ periyodu aralığında $v_o = 0 \Rightarrow i = v_o / R = 0$ olur.

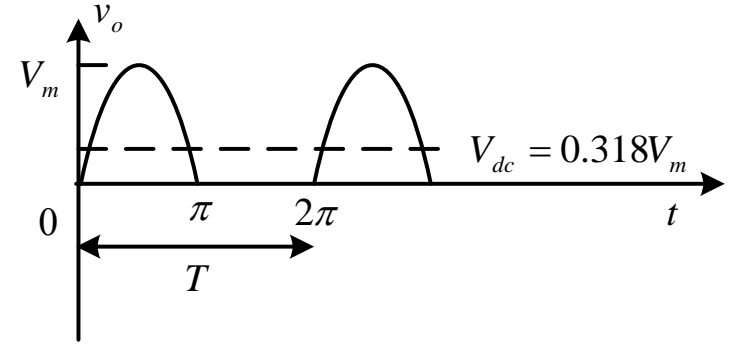


Şekil 14.

Bu analiz neticesinde v_o çıkış geriliminin dalga şekli, Şekil 15'deki gibi olacaktır.



$$v_i = V_m \sin \omega t$$

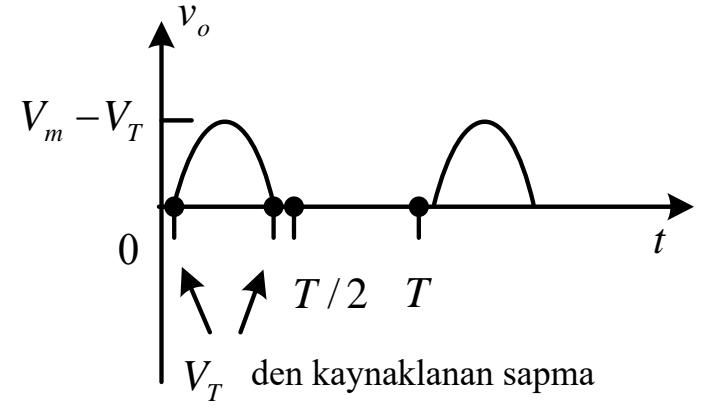
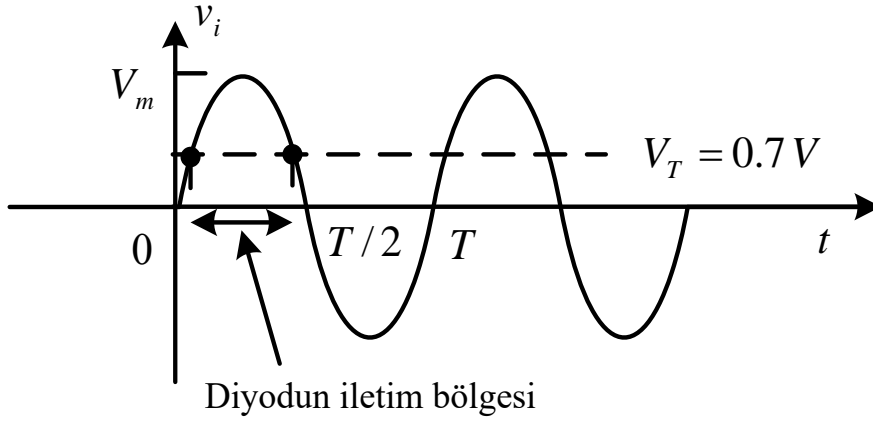


Şekil 15. v_o çıkış geriliminin dalga şekli

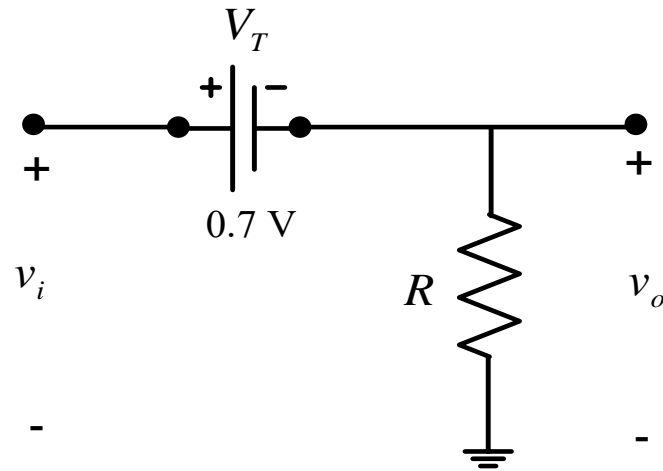
Şekil 15'den de görüldüğü gibi, ilk yarı periyotta işaret var, ikinci yarı periyotta işaret yoktur. Dolayısı ile çıkışta doğrultulmuş gerilimin ortalama değeri aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$\begin{aligned} V_{dc} &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} V_m \sin \omega t \, d(\omega t) = -\frac{V_m}{2\pi} \cos \omega t \Big|_0^{\pi} \\ &= -\frac{V_m}{2\pi} (-1 - 1) = \frac{V_m}{\pi} = 0.318V_m \text{ Volt} \end{aligned}$$

$V_T = 0.7 \text{ V}$ olan bir silisyum diyot durumunda, giriş ve çıkış dalga şekilleri ile eşdeğer devre bir sonraki slayttaki Şekil 16'daki gibi olacaktır.



Şekil 16.

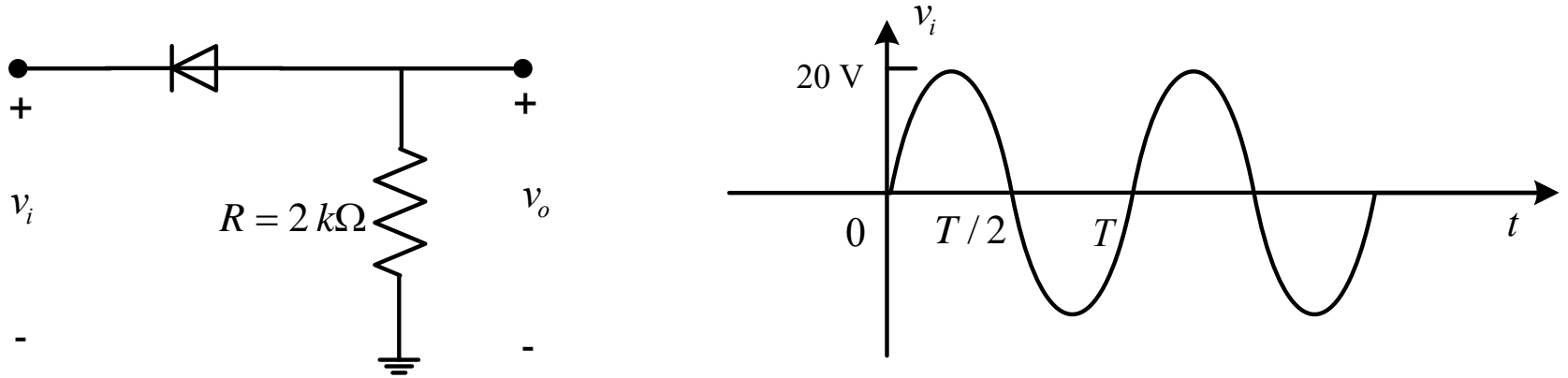


Şekil 17.

Şekil 17'deki 0,7 voltluk net etki, eksen üzerinde kalan alanın küçülmesi şeklinde ortaya çıkacaktır. Bu da, doğal olarak sonuçta elde edilen dc gerilim düzeyini düşürecektir. Eğer $V_m \gg V_T$ ise, V_T ihmal edilip, $V_{dc} \equiv 0.318V_m$ alınabilir. V_m nispeten V_T ye yakın bir düzeyde ise, tepe değerini, kayma gerilimi (V_T) kadar düşürerek kullanmak suretiyle yaklaşık bir değer bulunabilir. Sağ ve sol kenarlardaki saçaklama alanlarının ihmal edilmesi nedeniyle meydana gelen farklılık, normalde ciddi sorun yaratmayacak büyüklüktedir. Bu nedenle V_{dc} aşağıdaki gibi hesaplanır.

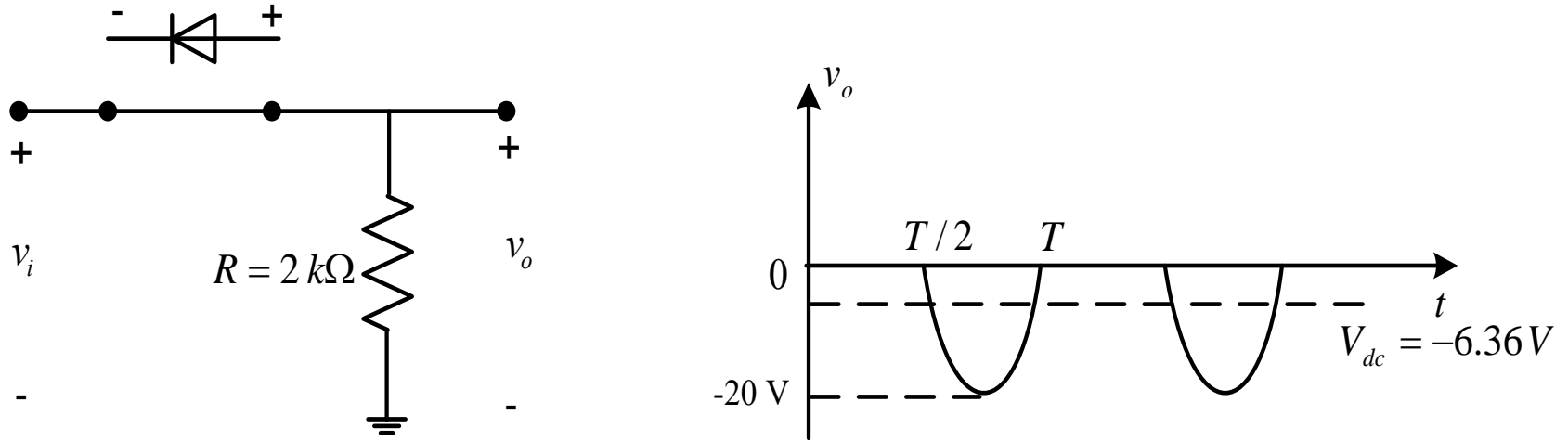
$$V_{dc} = 0.318(V_m - V_T)$$

Örnek: Şekil 18'deki devrede V_o çıkışını, ideal diyot ve silisyum diyot durumları için ayrı ayrı çizin ve çıkışın dc düzeyini bulunuz.



Şekil 18.

İdeal diyot durumu için eşdeğer devre ve çıkış gerilimi dalga şekli aşağıdaki gibi verilir.



Şekil 19.

Bu durumda diyot, girişin negatif yarısı boyunca iletimde olacak ve V_o aynen görünecektir. Buna göre ideal diyot için dc düzeyi, bir tam periyot için aşağıdaki gibi verilir.

$$V_{dc} = -0.318V_m = -0.318 \times 20 = -6.36 V$$

Ayrıca Si diyot için dc düzeyi ise, bir tam periyot için aşağıdaki gibi verilir.

$$\begin{aligned} V_{dc} &= -0.318(V_m - 0.7) = -0.318(20 - 0.7) \\ &= -0.318 \times 19.3 \cong -6.14 V \end{aligned}$$

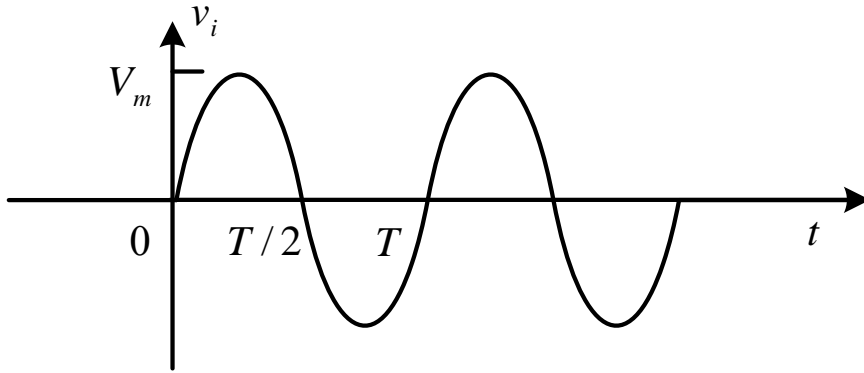
Sonuçta dc düzeyindeki düşme 0.22V yani %3.5 kadardır.

Diyotun ters tepe gerilimi(PIV-Peak Inverse Voltage) anma (nominal) değeri, doğrultucu sistemlerin tasarımında önemlidir. Bunun, geri öngerilimleme bölgesinde çalışıldığında, aşılmaması gereken anma gerilim değeri olduğunu, aksi takdirde diyotun, zener çık bölgesine gireceği unutulmamalıdır. Yarım dalga doğrultucu için gereken PIV anma değeri, Kirchhoff gerilim yasası uygulandığında, uygulanan gerilimin tepe değerine eşit olması veya onu aşmaması gerektiği görülür. Buradan aşağıdaki ifade yazılabilir.

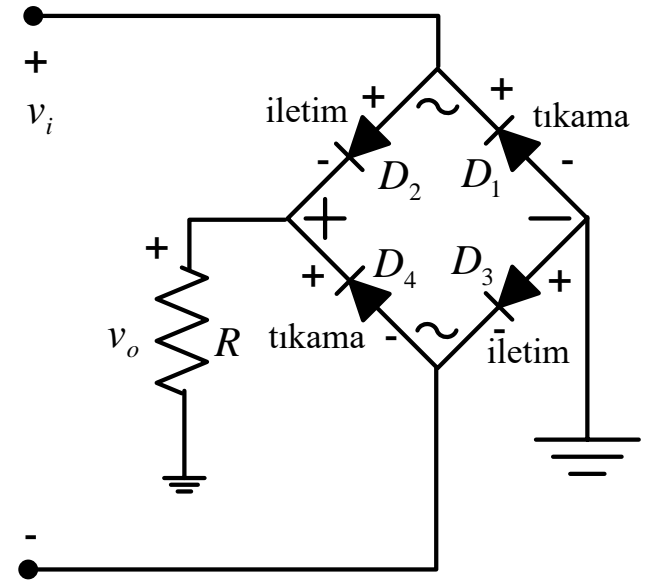
$$(PIV)_{\text{anma degeri}} = (V_m)_{\text{yarimdalga dogrultucu}}$$

Tam dalga doğrultma (köprü doğrultucu)

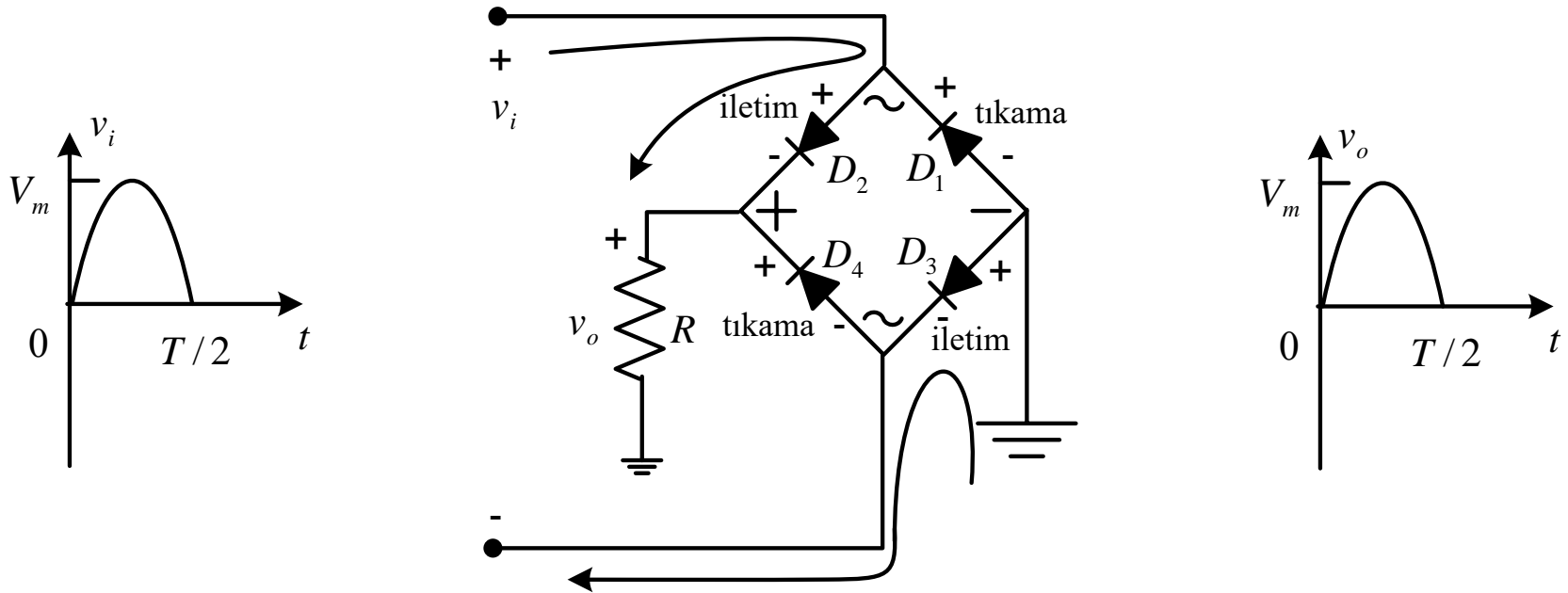
Bunun için kullanılan en yaygın devre, köprü düzeninde bağlanmış dört diyotlu devre Şekil 20’de gösterilmiştir. Girişin polaritesi (kutuplanması), t ‘nin sıfırdan $T/2$ ‘ye kadar olan periyotta, Şekil 21’de gösterildiği gibidir.



Şekil 20.

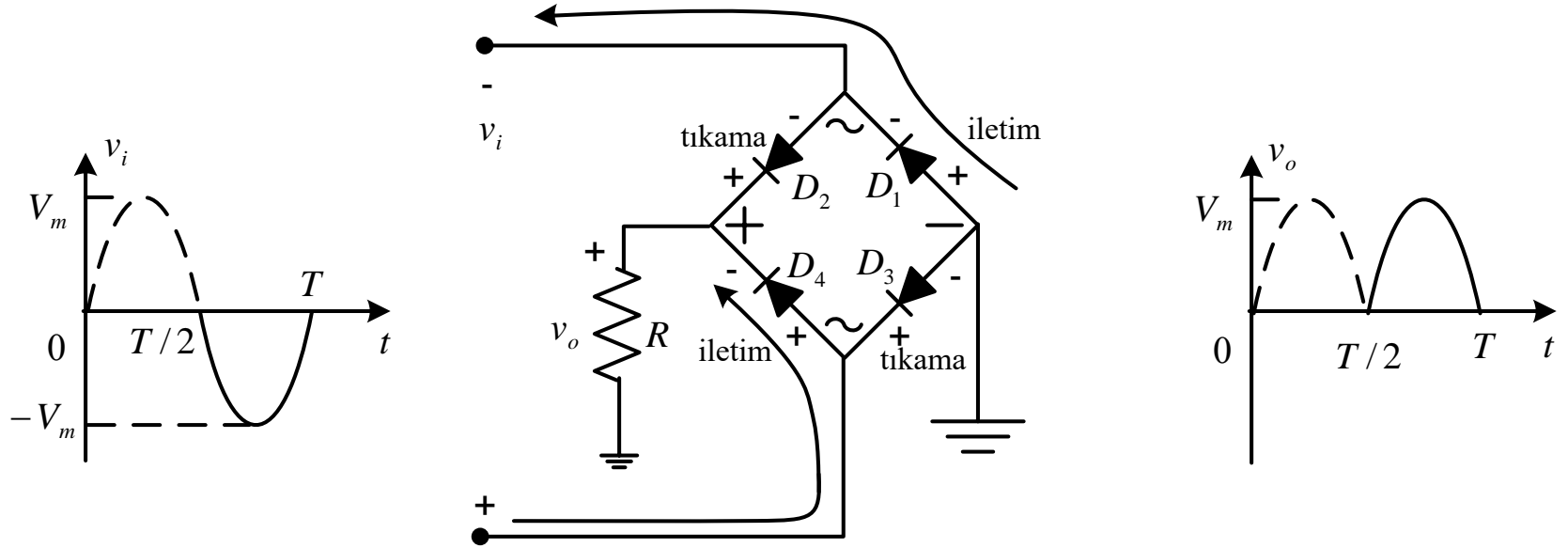


Girişin pozitif bölgesinde, D_2 ve D_3 diyotları iletimde iken, negatif bölgesinde D_1 ve D_4 diyotları iletimdedir. Diyotlar ideal kabul edildiği için, R yük direnci üzerindeki yük gerilimi $v_o = v_i$ olur. Her iki periyod için iletim durumları Şekil 21 ve Şekil 22'de gösterilmiştir. 0- $T/2$ aralığında;



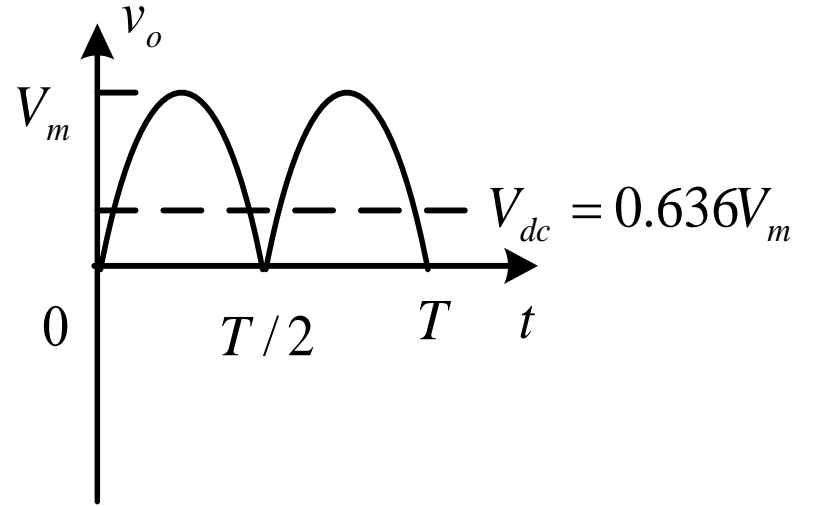
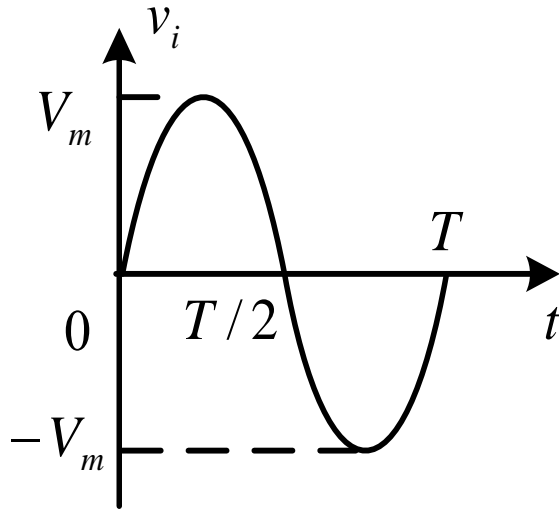
Şekil 21.

$T/2 - T$ aralığında;



Şekil 22.

Bu iki aralık için yapılan analiz neticesinde elde edilen çıkış dalga biçimi Şekil 23'deki gibi olup, bunun integrasyonu sonucunda elde edilen doğru gerilim (ortalama değer) bir sonraki slaytta gösterildiği gibi hesaplanır.



Şekil 23.

$$\begin{aligned}
 V_o &= \frac{1}{\pi} \int_0^{T/2} V_m \sin \omega t \, d(\omega t) = \frac{1}{\pi} \cdot V_m (-\cos \omega t) \Big|_0^{T/2=\pi} \\
 &= -\frac{V_m}{\pi} (-1 - 1) = \frac{2V_m}{\pi} = 0.636V_m
 \end{aligned}$$

Yukarıdaki elde edilen gerilim $V_m \gg 2V_T$ olması durumunda geçerlidir. Eğer V_m , $2V_T$ 'ye yakın ise, ortalama değer $V_{dc} \cong 0.636(V_m - 2V_T)$ şeklinde hesaplanır. Her bir ideal diyot için gereken PIV, giriş sinyalinin pozitif bölgesindeki tepe değerinden elde edilebilir. Tam dalga köprü doğrultucu için $PIV = V_m$ 'dir.