

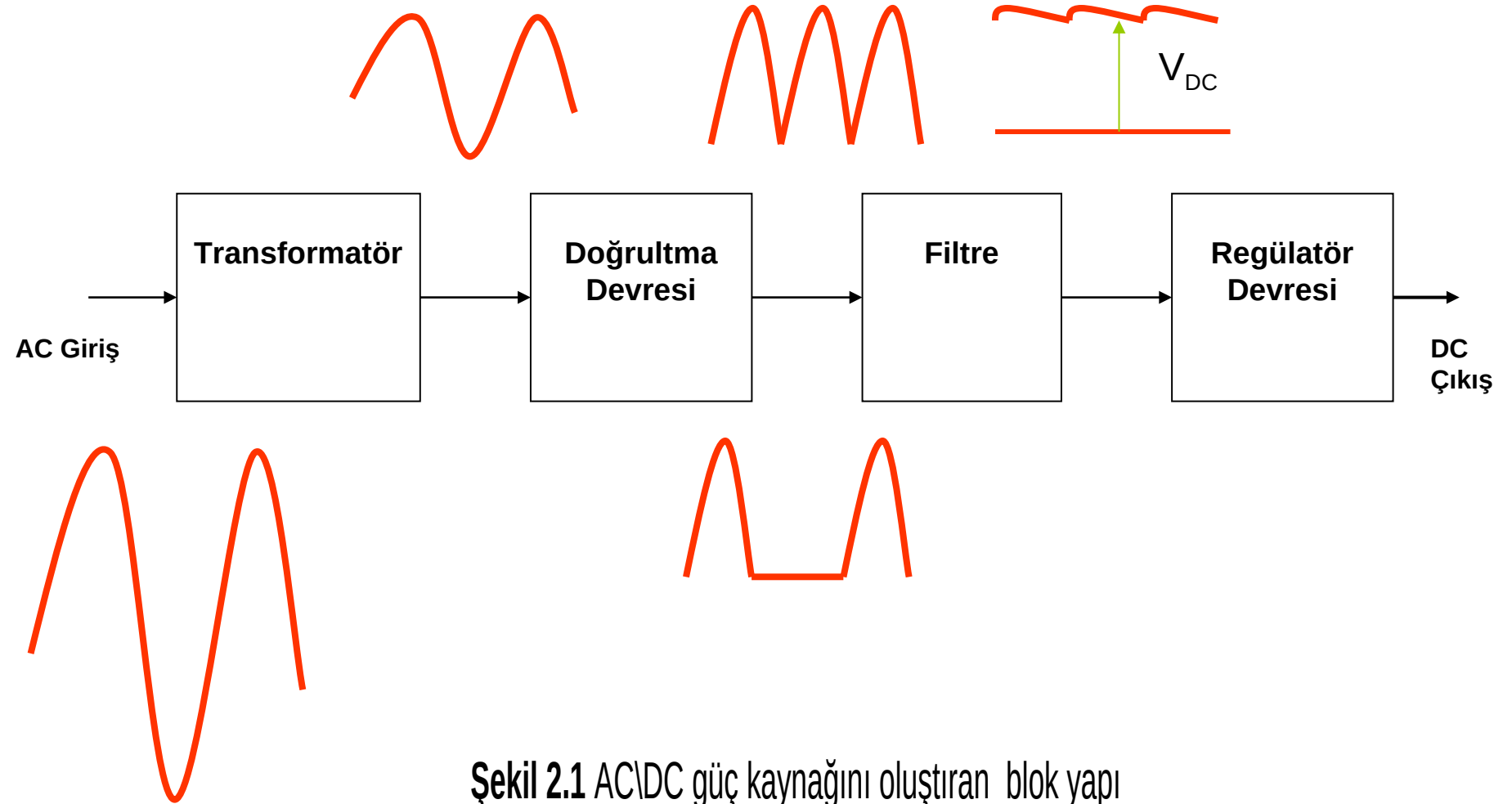
Kısım 2

Diyot Uygulamaları

- 2.1 Giriş**

- AC\DC Güç Kaynakları**
- Dalga Şekillendirici Devreler**
- Gerilim Katlayıcı Devreler**

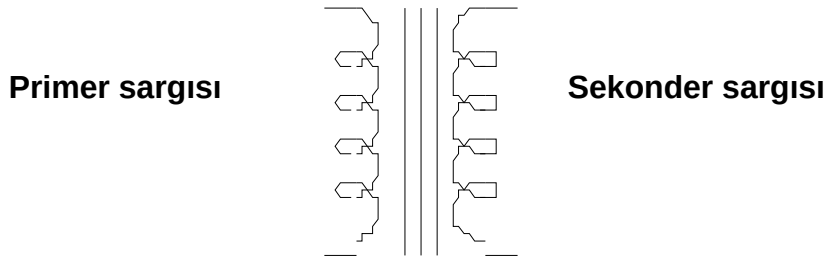
2.2 AC\DC Güç Kaynakları



Şekil 2.1 AC\DC güç kaynağını oluştıran blok yapı

2.2.1 Transformatörler

Transformatörler AC giriş gerilimlerini çıkışlarında yükseltirler veya düşürürler. AC gerilimini çıkışlarında yükselten transformatörlere “**gerilim yükselten transformatör**”, çıkışlarında AC gerilimi düşürenler ise “**gerilim düşüren transformatör**” denir. Bu elemanlar bu görevi gerçeklerken, AC gerilimlerinin frekansını değıştirmezler.



Gerilimler ve sargı sayıları arasındaki ilişki, aşağıdaki ifade ile açıklanmaktadır.

$$\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S} \quad (2.1)$$

Şekil 2.2 Transformatör

Örnek 2.1

Bir transformatörün primerindeki sargı sayısı 200 spir, sekonderinde ise 10 spir dir. Giriş gerilimi 220 Vrms ise

a) Sekonder geriliminin rms değerini bulunuz?

b) Sekonder geriliminin tepe değerini bulunuz?

Çözüm 2.1

a) $N_p = 200$, $N_s = 10$ ve $V_p = 220$ Vrms . Denklem (2.1) kullanarak, V_s değerini bulabiliriz. Başka bir deyişle

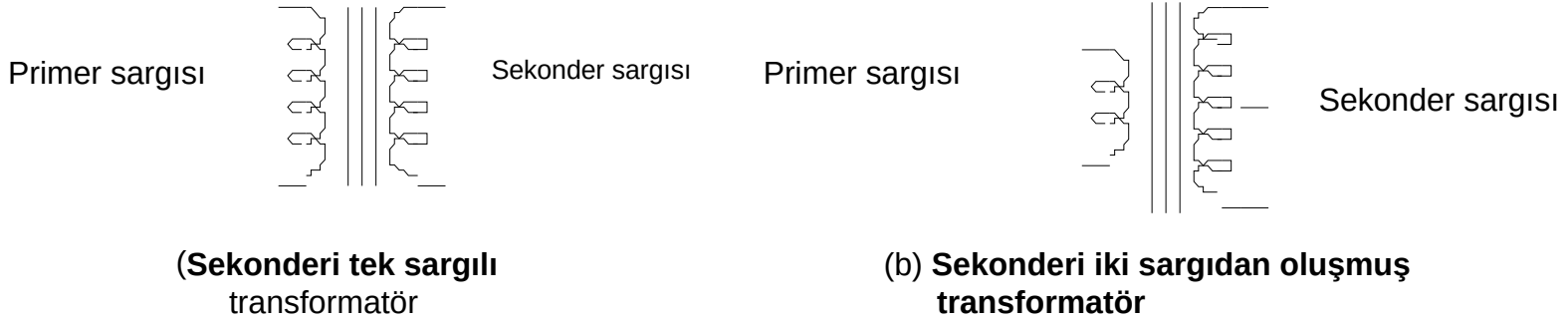
$$\frac{220}{V_s} = \frac{200}{10} = 20 \text{ ifadesinden, } V_s = 11 \text{ Vrms olarak bulunur.}$$

b) Sinüzoidal bir gerilimin rms değeri,

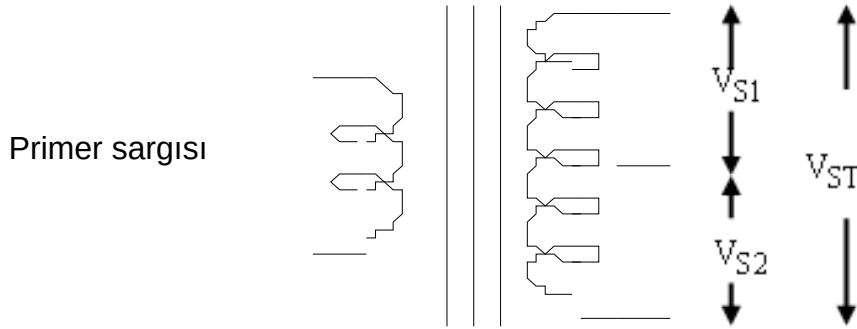
$$V = \frac{V_{\text{tep}}}{\sqrt{2}} = 0.707 \times V_{\text{tepe}}$$

ile ifade edilmektedir. Sekonder geriliminin rms değeri $V_s = 11$ V olduğuna göre,

$$V_{\text{tepe}} = 11 \text{ V} \times \sqrt{2} = 15.51 \text{ V olur.}$$



Şekil 2.3 Çeşitli transformatörler



$$V_{S1} = V_{S2} = \frac{V_{ST}}{2} \dots\dots\dots(2.2)$$

Şekil 2.4 Sekonderi ortak sargılı transformatörde gerilimlerin gösterilimi

Burada vurgulanması gereken bir diğer önemli husus, **her iki sekonder gerilimi arasında 180° faz farkı** olmasıdır.

Örnek 2.2

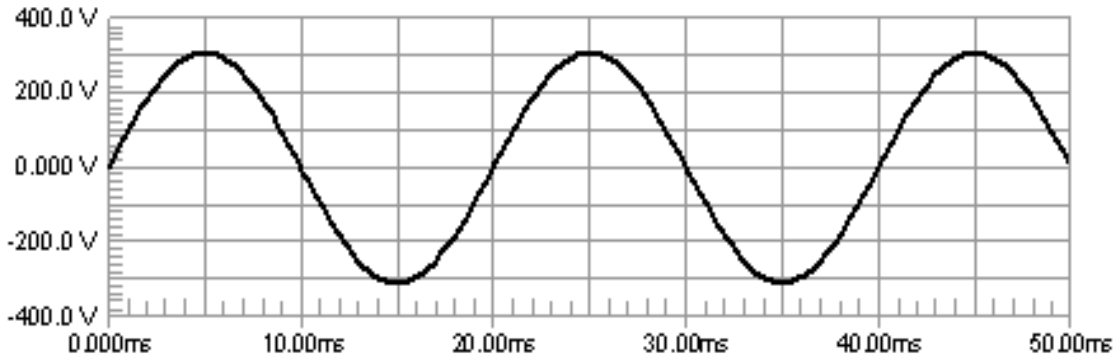
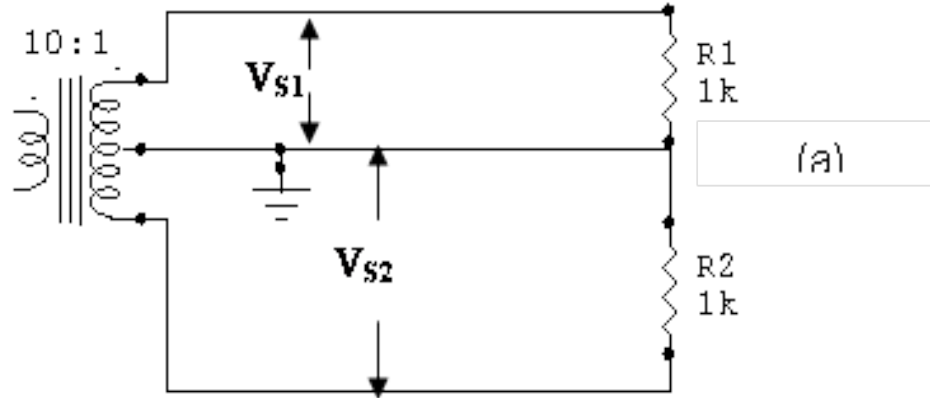
Şekil 2.5 (a) da verilen sekonderi ortak sargılı transformatörün girişine Şekil 2.5 (b) de gösterilen tepe değeri 310 V olan bir gerilim uygulanmaktadır.

Transformatörün sargıları arasındaki oranı dikkate alarak;

a) R1 ve R2 dirençleri üzerindeki gerilimlerin rms değerini bulunuz?

b) R1 ve R2 dirençleri üzerindeki gerilimlerin dalga şekillerini çiziniz?

c) Her iki çıkış gerilimlerinin frekanslarında giriş geriliminin frekansına göre sizce bir değişiklik olmuş mudur?



Şekil 2.5

Çözüm 2.2

- a. Primer sargı geriliminin tepe değerinin 310 V olduğu soruda verilmiştir. Buna karşılık gelen değerin rms değerini $V_{R(m)}$ olarak ifade edersek,

$$V_{R(m)} = \frac{V_{R(Tepe)}}{\sqrt{2}} = \frac{310V}{\sqrt{2}} \cong 220 \text{ V rms olarak bulunur.}$$

Denklem (2.1) kullanarak, transformatörün sekonder sargısının toplam gerilimi V_{ST} bulunur.

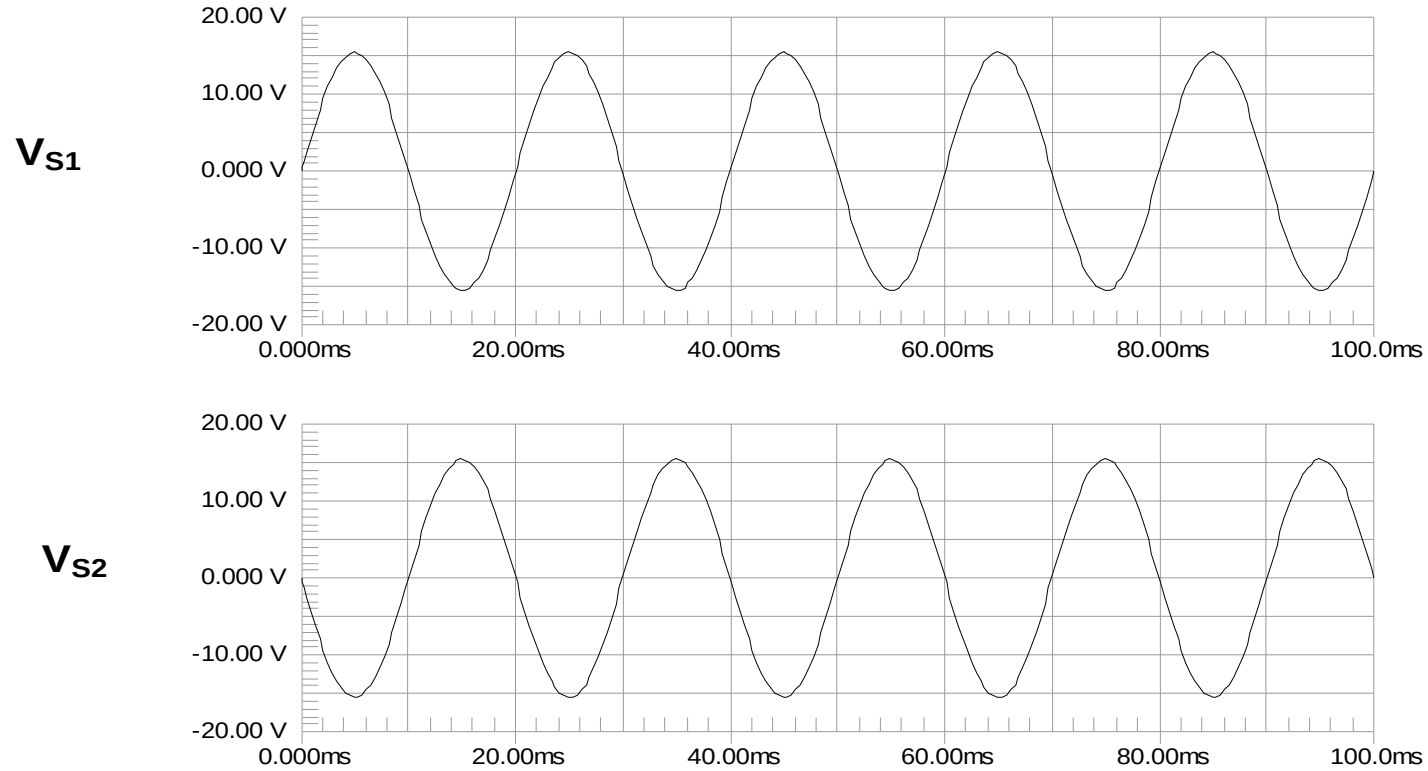
$$\frac{220V}{V_{ST}} = \frac{10}{1} \text{ ifadesinden,}$$

$$V_{ST} = \frac{220}{10} = 22 \text{ V rms olarak bulunur.}$$

Şimdi, denklem (2:2)'yi kullanarak her bir sekonder gerilimini bulmaya çalışalım.

$$V_{S1} = V_{S2} = \frac{V_{ST}}{2} = \frac{22V}{2} = 11V \text{ rms dir.}$$

- a. $V_{S1} = V_{S2} = 11 \text{ V}$ rms değeri bulmuştuk. Bu gerilim değerlerinin tepe değerleri de eşit, fakat transformatörün ortak sargılı olmasından dolayı gerilimler arasında 180° faz farkı olacaktır. $V_{te} = V_{te} = \sqrt{2} \times V_{S1}(\text{rms}) = \sqrt{2} \times V_{S2}(\text{rms}) = \sqrt{2} \times 11 \text{ V} = 15.5 \text{ V}$ değeri olur. Bu gerilimlerin dalga şekilleri, Şekil 2.6 da gösterilmektedir.



Şekil 2.6

c. Giriş geriliminin (Primer sargı gerilimi) periyodu $T = 20 \text{ ms}$ olduğu verilen dalga şeklinden açık olarak görülmektedir. Daga şeklinin frekansı

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{20 \text{ ms}} = 50 \text{ Hz} \text{ ifadesinden bulunur.}$$

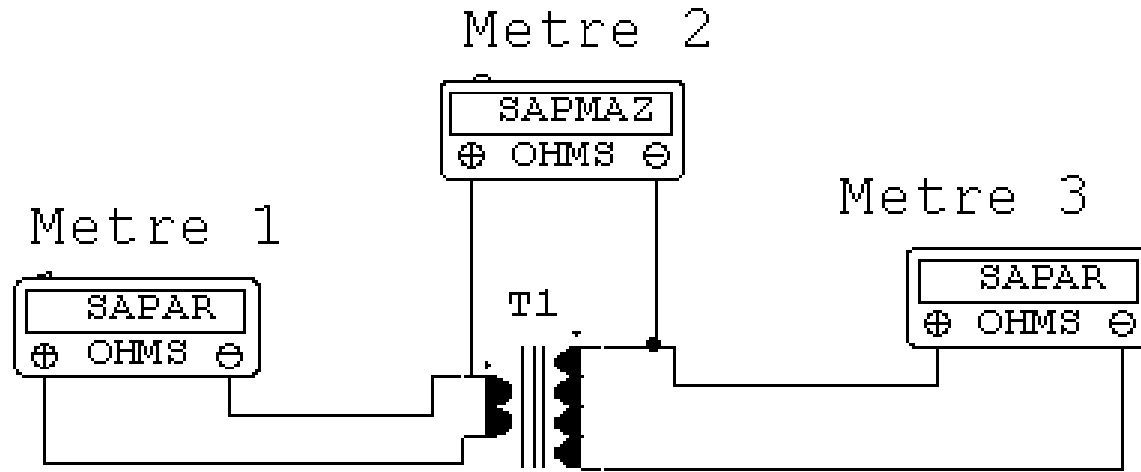
Şekil 2.6 da ise her iki gerilim için bu değerlerin değişmediği açıktır. Daha önce transformatörlerin giriş gerilimlerinin frekanslarını değiştirmediklerini söylemiş olup, bu örneğimizde ise bunun böyle olduğunu görmüş olduk

Transformatörlerin güçleri genelde ambalajlarında veya üzerlerinde belirtilmektedir.Eğer 12 V/ 50 W bir transformatör kullanamak istiyorsanız, bu transformatörün sekonderinden sağlanacak maksimum akımı $P = I \times V$ bağıntısından bulabiliriz. 12 V / 50 W bir transformatörün sekonderinin sağlayacağı maksimum akım

$$I = \frac{50W}{12V} = 4.16 \text{ A dir.}$$

Eğer bu değerin üzerinde akım taşınırsa transformatör zarar görecektir. Buna göre, bir transformatörün bozulmaması için aşağıda belirtilen iki hususa dikkat edilmelidir.

- (i) Transformatörün primerine belirtilen **gerilim** değerinden fazla gerilim **asla** uygulanmamalıdır.
- (ii) Transformatörün sekonderinden belirtilen **akım** değerinden fazla akım **asla** çekilmemelidir.



Şekil 2.7 Transformatör sağlamlık testi

Metre 1	Metre 2	Metre 3
Sapar	Sapmaz	Sapar

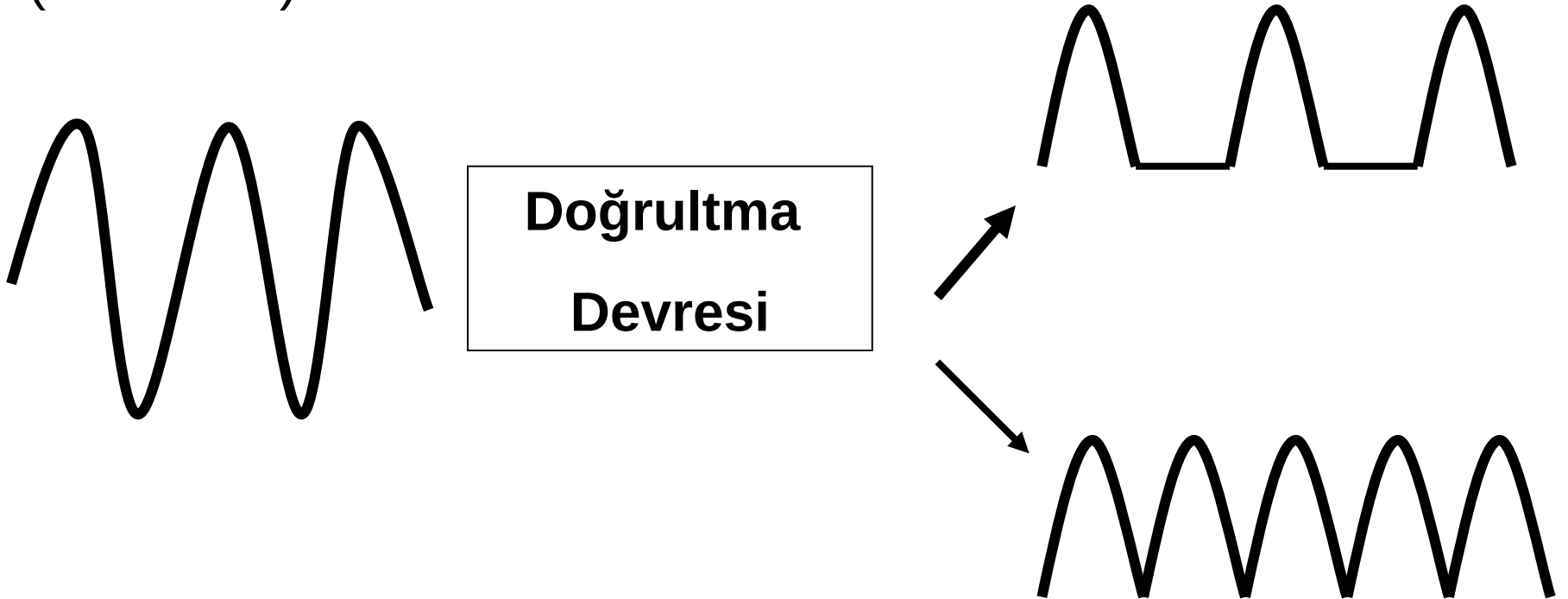
Özet:

AC\DC güç kaynaklarında transformatörlerin görevi:

- a) Primer gerilimini sekonder sargısında azaltmak**
- b) Primer ve sekonder sargıları arasında izolasyon sağlamak**

2.2.2 Doğrultma Devreleri

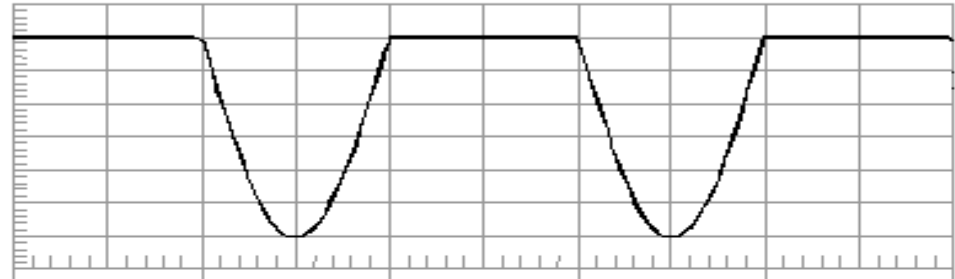
Girişleri doğrudan transformatör çıkışlarına bağlanan ve çıkışları darbeli (pulse) sinüzoidal gerilimlerden oluşan devrelere, **doğrultma** (rectifiers) **devreleri** denir



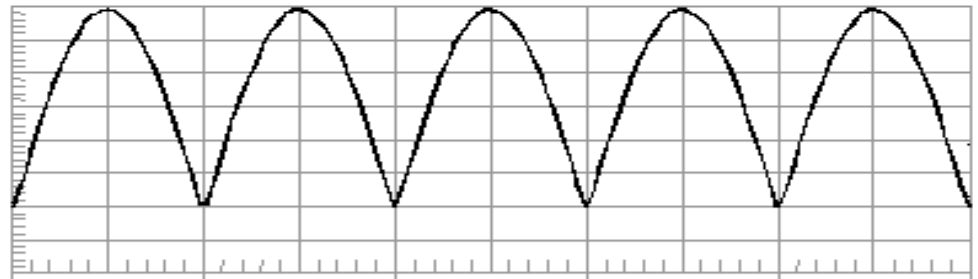
(b) Pozitif yarım dalga gerilimi



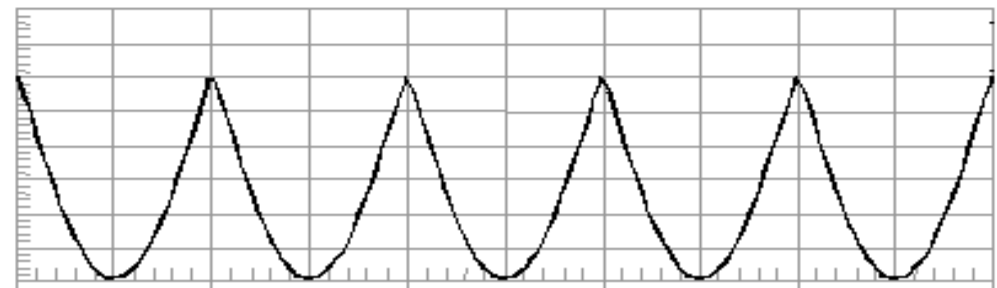
(c) Negatif yarım dalga gerilimi



(d) Pozitif tam dalga gerilimi

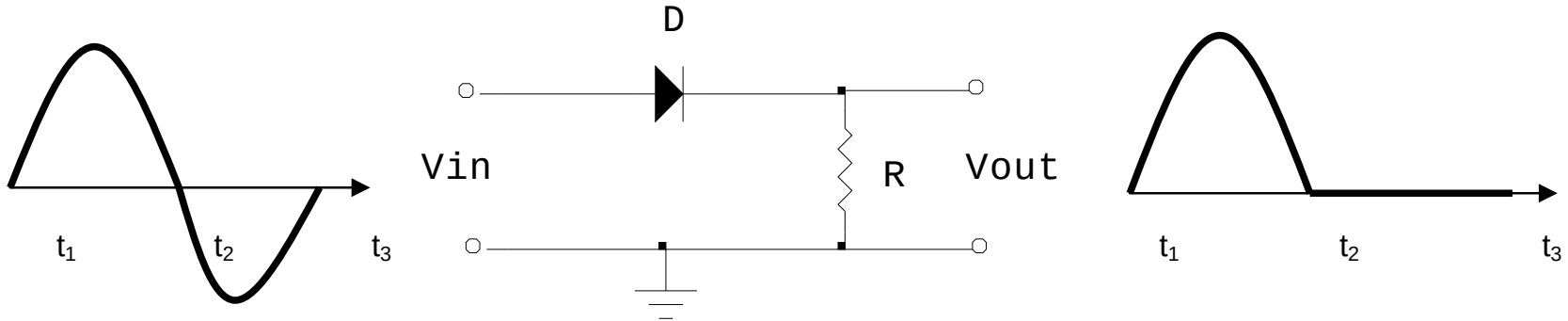


(e) Negatif tam dalga gerilimi



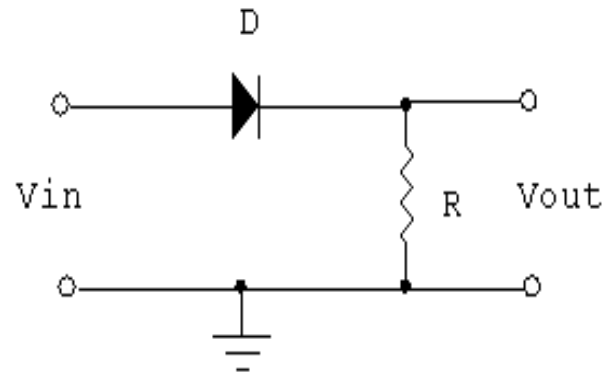
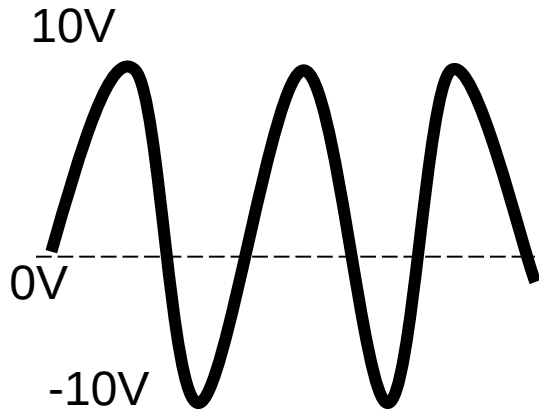
2.2.2.1 Yarım Dalga Doğrultma Devreleri

Yarım dalga doğrultma devreleri girişlerine uygulanan sinüzoidal gerilimin yalnızca bir yarı periyodunda çalışan ve diğer yarı periyodunda çıkış vermeyen devredir. Bir yarım dalga doğrultma devresi tek bir diyot kullanılması ile gerçekleştirilen devredir. Şekil 2.9 da bir yarım dalga doğrultma devresi gösterilmektedir.

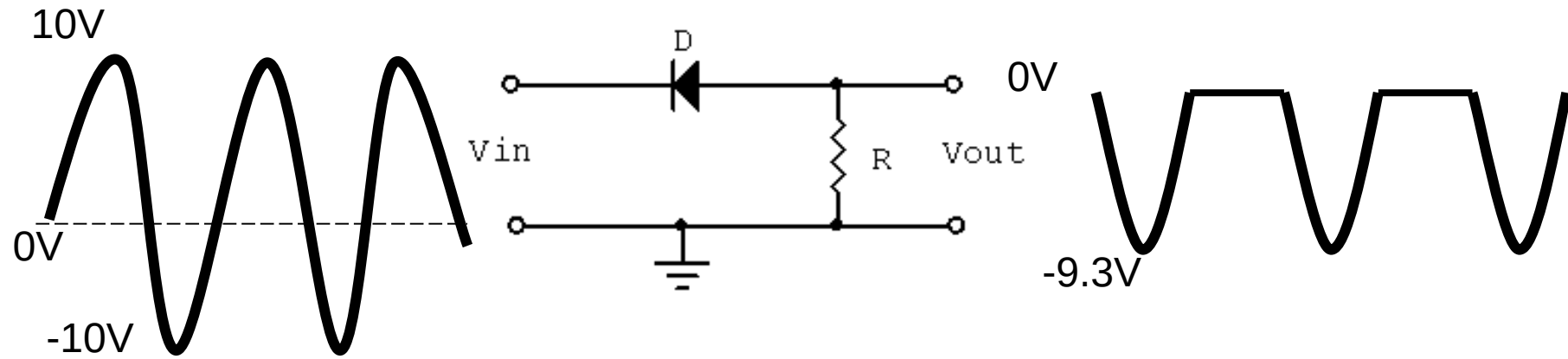


Şekil 2.9 Pozitif yarım dalga doğrultma devresi

$$V_{out} = V_{in} - 0.7 \text{ V}$$



$$V_{\text{out(tepe)}} = - V_{\text{in(tepe)}} + 0.7 \text{ V}$$



Burada açıklanması gereken bir nokta, yarım dalga doğrulma devrelerinde giriş işaretinin frekansı ile çıkış işaretinin frekansı veya giriş işaretinin periyodu ile çıkış işaretinin periyodu aynı değerlerde kalmaktadır. Başka bir deyişle

$$T_{in} = \frac{1}{f_{in}} \text{ ve } T_{out} = \frac{1}{f_{ou}} \text{ ise, } T_{in} = T_{ou} \text{ veya } f_{in} = f_{out} \text{ olur.}$$

Sonuç olarak yarım dalga doğrultma devreleri işaretlerin giriş ve çıkışlarında zaman değerlerini değiştirmemektedir.

Yarım dalga doğrultma devreleri çıkışında oluşan işaretler ortalama gerilim ve ortalama akım değerlerine sahiptirler.

**Çıkış Geriliminin
Ortalama Değeri:**

$$V_{\text{ort}} = \frac{V_{\text{out (tepe)}}}{\Pi} \quad \Pi = 3.14$$

**Yük Direnci Ortalama
Akım Değeri:**

$$I_{\text{ort}} = \frac{V_{\text{ort}}}{R_L}$$

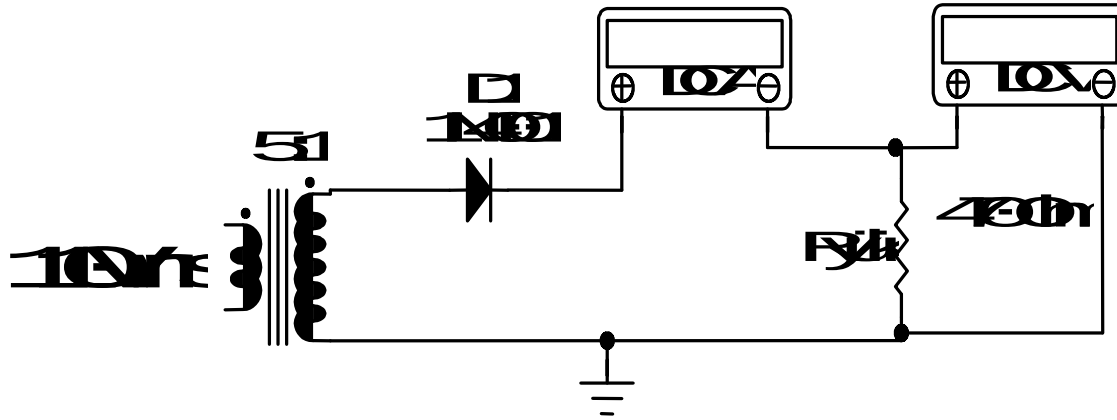
Bu değerleri pratik olarak **avometrenin DC kademesinde** normal gerilim ve akım ölçer gibi veya osiloskop kullanılarak ölçülür.

Örnek 2.5

Şekil 2.14 deki devre için:

(a) Herbir merenin gösterdiği değeri bulunuz.

(b) Yük üzerinde harcanan ortalama gücün (P_{ort}) değerini bulunuz



Şekil 2.14

Çözüm 2.5

$$\frac{110V}{V_S} = \frac{5}{1}$$

$V_S = 22 \text{ V}$ rms olarak bulunur

$$V_{\text{tepe}} = V_{S \text{ rms}} \times \sqrt{2} = 22V \times 1.41 = 31 \text{ V}$$

$$V_{\text{tepe}} = 31 \text{ V} - 0.7 \text{ V} = 30.3 \text{ V}$$

$$V_{\text{ort}} = \frac{V_{\text{tepe}}}{\Pi} = \frac{30.3V}{\Pi} = 9.65 \text{ V}$$

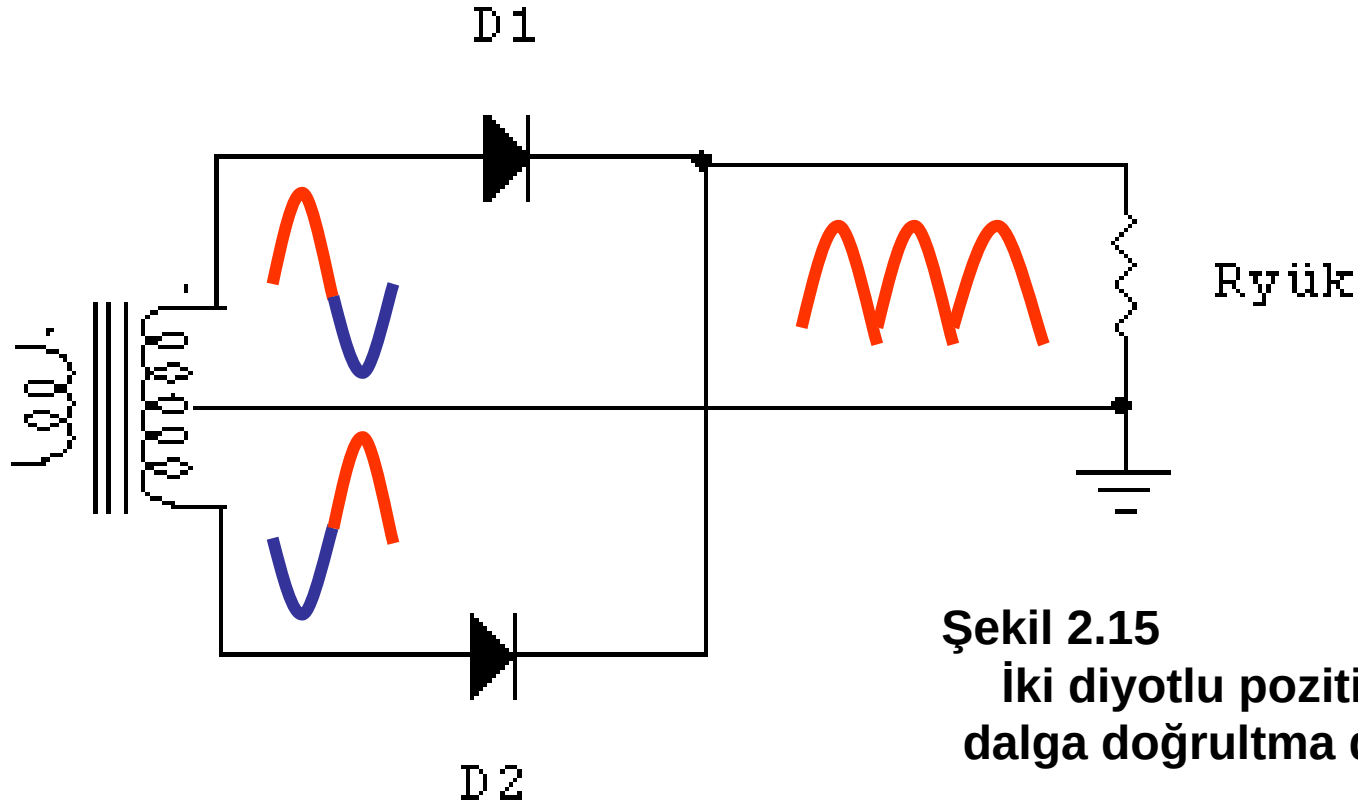
$$I_{\text{ort}} = \frac{V_{\text{ort}}}{R_L} = \frac{9.65V}{470\Omega} = 20.5 \text{ mA}$$

2.2.2.2 Tam Dalga Doğrultma Devreleri

- Tam dalga doğrultma devreleri kendi aralarında iki kısma ayrılmaktadır. Bunalar sırası ile
- **iki diyotlu tam dalga doğrultma devreleri ve**
- **köprü tipi tam dalga doğrultma devreleridir.**

İki Diyotlu Tam Dalga Doğrultma Devreleri

Bu devrelerde dikkat edilecek en önemli husus kullanılacak olan transformatörün ortak sargılı olmasıdır.



Önemli Hususlar:

$$V_{\text{out(tepe)}} = V_{S1(\text{tepe})} - 0.7 \text{ V} = V_{S2(\text{tepe})} - 0.7 \text{ V}$$

$$T_{\text{out}} = \frac{T_{\text{in}}}{2} \dots$$

$$f_{\text{out}} = 2 \times f_{\text{in}}$$

Örneğin bir tam dalga doğrultma devresine giriş periyodu 20 msan olan bir işaret uygularsak, çıkış işaretinin periyodu yine 10 msan olacaktır. Başka bir deyişle bir tam dalga doğrultma devresine giriş frekansı 50 Hz olan bir gerilim uygulanırsa, çıkış işaretinin

$$V_{PIV} = 2 \times V_{\text{tepe}}$$

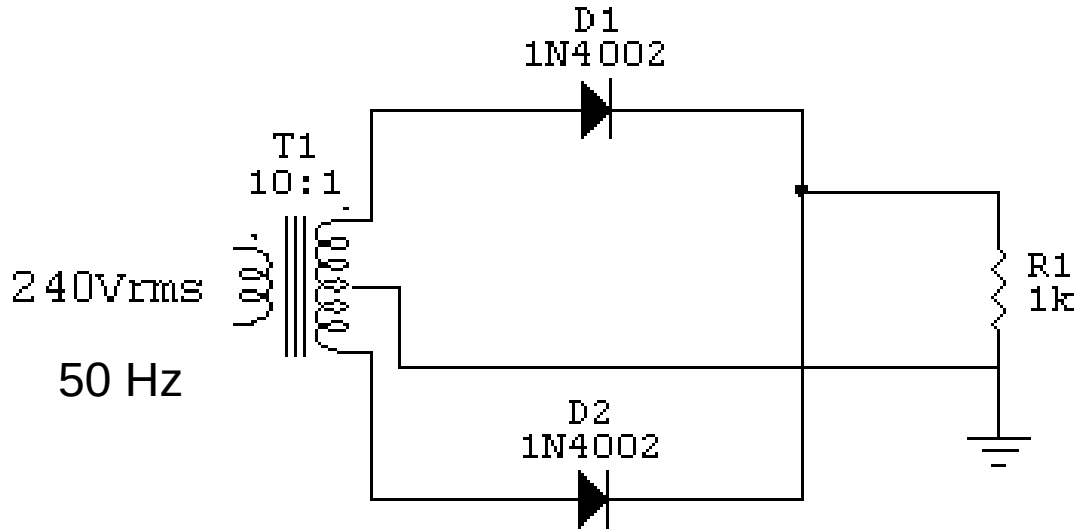
iki diyodlu tam dalga doğrultma devrelerinde diyotların düzgün olarak çalışabilmeleri için

$V_{PIV} < V_{BR}$ olmalıdır.

Örnek 2.6

Şekil 2.19 da verilen devre için;

- (a) Çıkış işaretinin dalga şeklinin osiloskop görüntüsünü çizersiniz?
- (b) Her bir diyodun ters tepe gerilimini bulunuz?
- (c) Devrede kullanılan 1N4002 diyodlarının $V_{BR} = 100 \text{ V}$ dur. Bu diyodların kullanımında sizce bir sakınca var mıdır?



Şekil 2.19

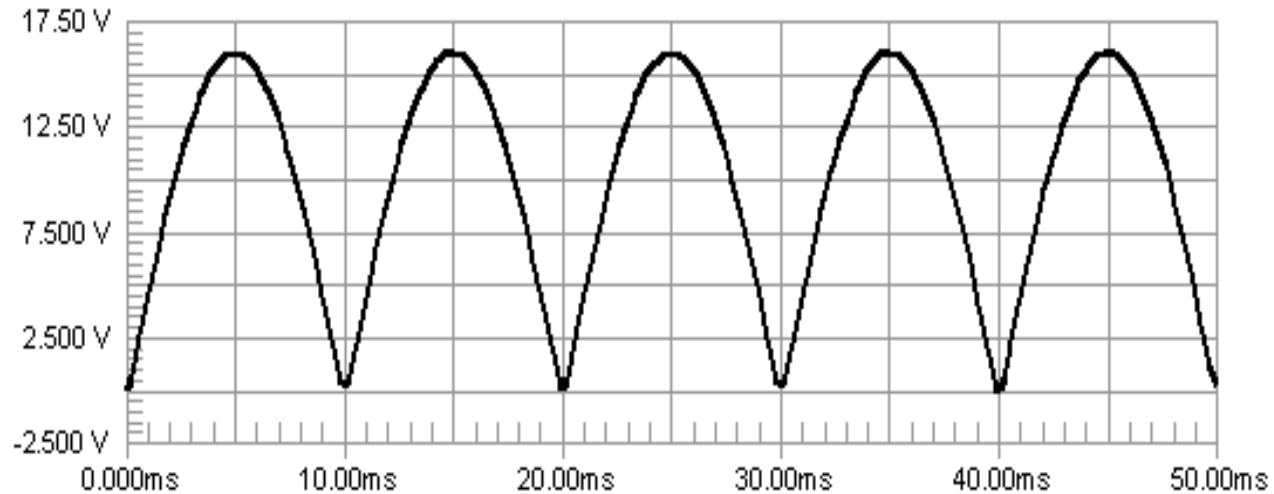
Çözüm 2.6

(a) $\frac{240\text{V}}{V_{ST}} = \frac{10}{1}$ $V_{ST} = \frac{240}{10} = 24\text{ V}$ rms olarak bulunur.

$$V_{S1} = V_{S2} = \frac{V_{ST}}{2} = \frac{24\text{V}}{2} = 12\text{V rms}$$

$$V_{S1}(\text{tepe}) = V_{S2}(\text{tepe}) = \sqrt{2} \times V_{S1}(\text{rms}) = \sqrt{2} \times V_{S2}(\text{rms}) = \sqrt{2} \times 12\text{ V} = 17\text{ V}$$
 değerin de olur.

$$V_{\text{out}(\text{tepe})} = V_{S1}(\text{tepe}) - 0.7\text{ V} = V_{S2}(\text{tepe}) - 0.7\text{ V} = 17\text{V} - 0.7\text{ V} = 16.3\text{ V}$$



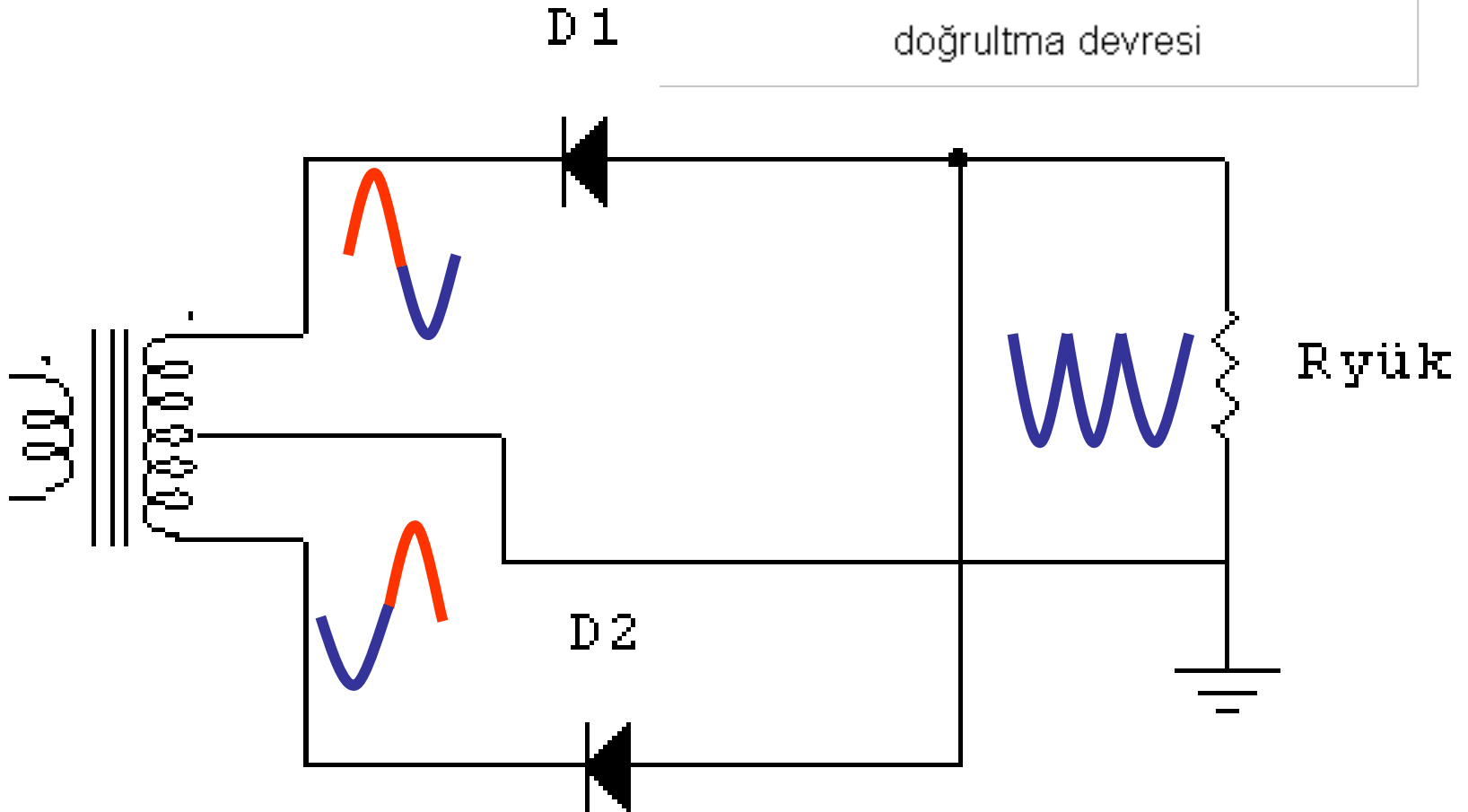
(b)

$$V_{PIV} = 2 \times V_{out(tepe)} = 2 \times 16.3 \text{ V} = 32.6 \text{ V}$$

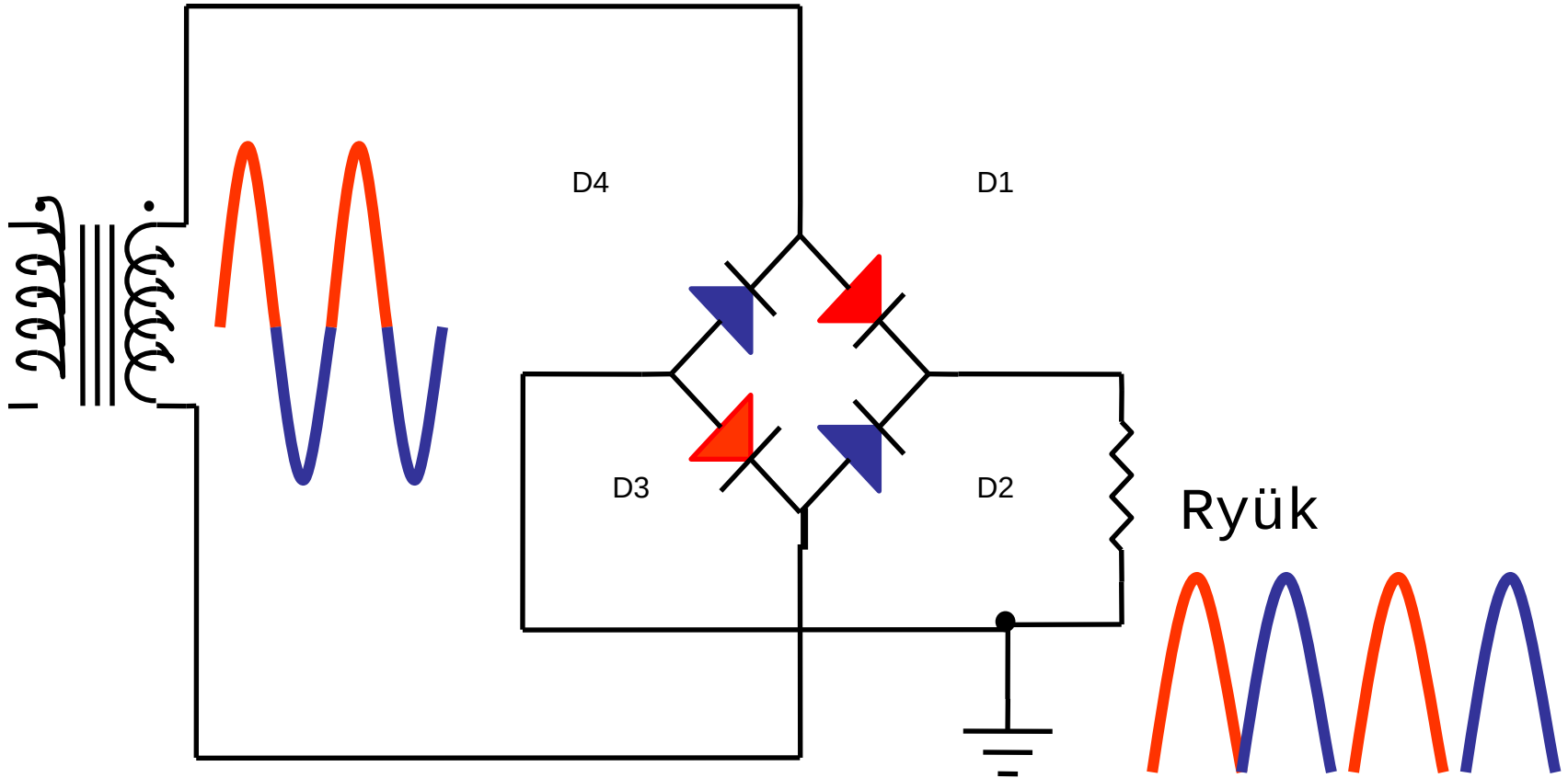
(c)

Dikkat edilecek olunursa $32.6 \text{ V} < V_{BR}$ olmasından dolayı, 1N4002 diyodlarının kullanılmasında hiçbir sakınca yoktur.

Şekil 2.21 İki diyotlu negatif tam dalga doğrultma devresi



Köprü Tipi Doğrultma Devreleri



Şekil 2.25 Köprü tipi pozitif tam dalga doğrultma devresi

Önemli Hususlar:

$$V_{\text{out(tepe)}} = V_S(\text{tepe}) - 1.4 \text{ V}$$

köprü tipi tam dalga doğrultma devrelerinde ters tepe gerilimi

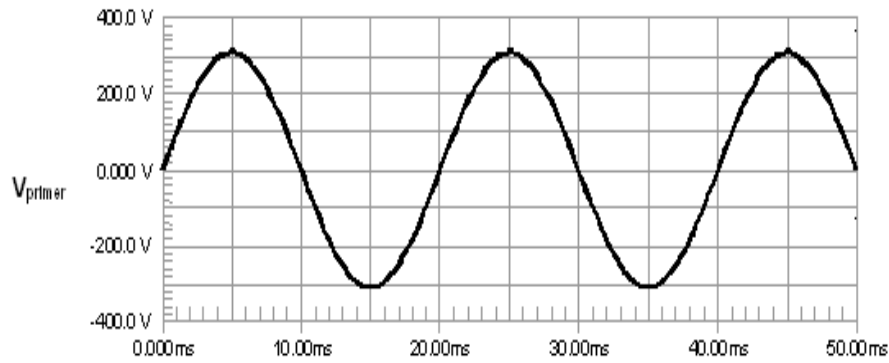
$$V_{\text{PIV}} = V_{\text{out(tepe)}}$$

$$T_{\text{out}} = \frac{T_{\text{in}}}{2} \dots$$

$$f_{\text{out}} = 2 \times f_{\text{in}}$$

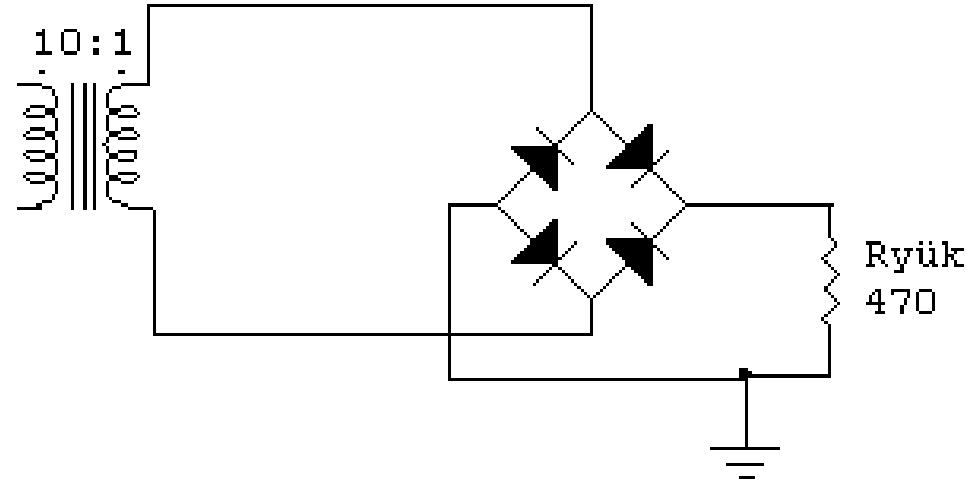
Örnek 2.7

Şekil 2.28 de verilen devrenin primer gerilimini dikkate alarak, yük direnci üzerindeki gerilimin V_{out} osiloskop görüntüsünü çiziniz?



(b) Prime gerilimi

Şekil 2.28

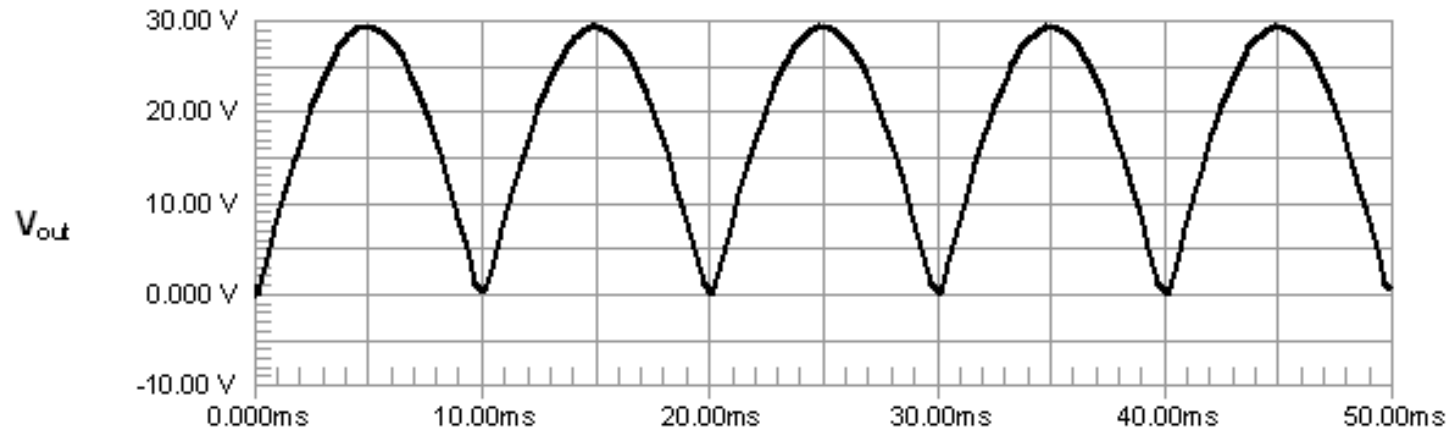


Çözüm 2.7

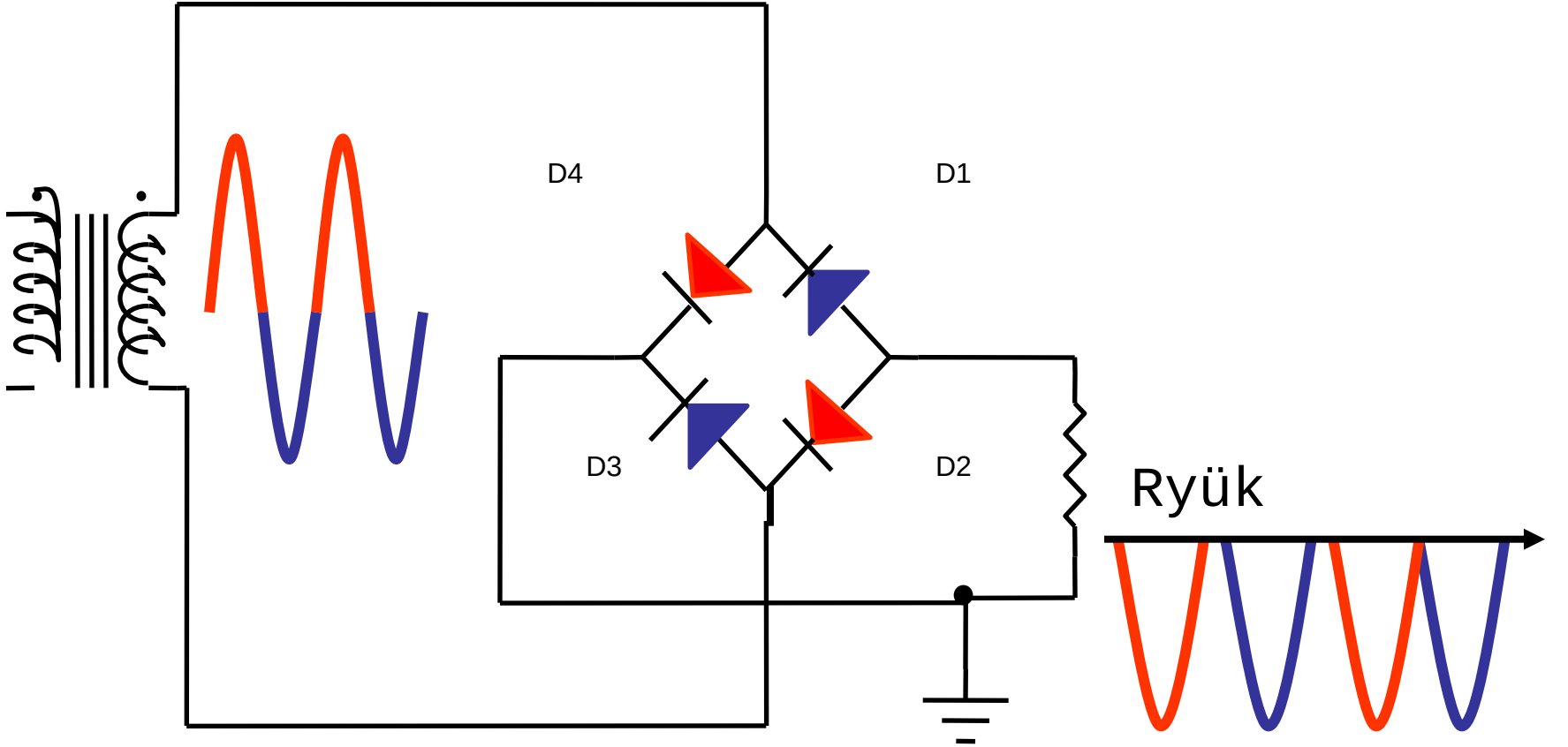
$$\frac{310V}{V_{S(\text{tepe})}} = \frac{10}{1} \text{ ifadesinden,}$$

$$V_{S(\text{tepe})} = \frac{310}{10} = 31 \text{ V olarak bulunur}$$

$$V_{\text{out}(\text{tepe})} = V_{S(\text{tepe})} - 1.4 \text{ V} = 31 \text{ V} - 1.4 \text{ V} = 29.6 \text{ V}$$



Şekil 2.30 Köprü tipi negatif tam dalga doğrultma devresi



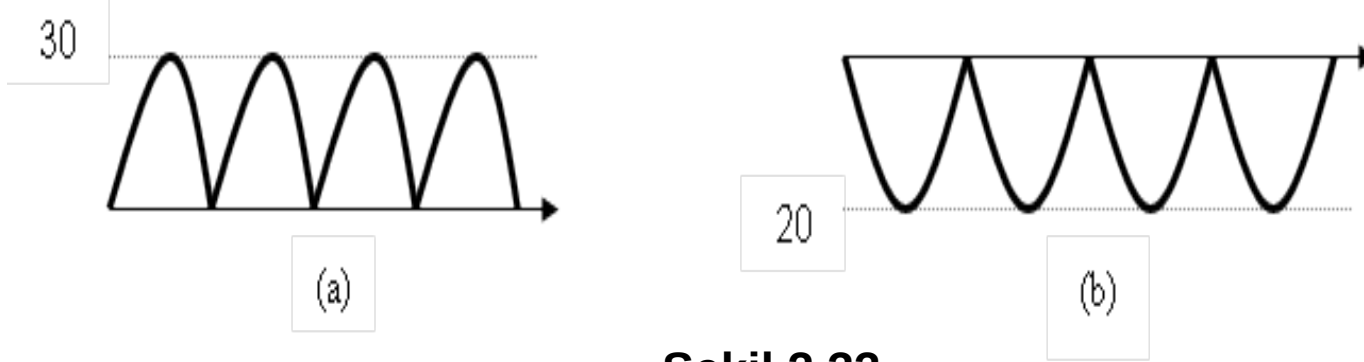
Yarım dalga doğrultma devresinde olduğu gibi tam dalga doğrultma devrelerinde de işaretlerin rms değerlerinin yerine bundan böyle ortalama değerlerinden bahsedeceğiz. Örneğin, **ortalama gerilim** (V_{ort}), **ortalama akım** (I_{ort}) gibi değerlerden söz edilecektir. Bir tam dalga gerilim işaretinin ortalama gerilim değeri, ve ortalama akım değeri aşağıdaki bağıntı ile bulunur.

$$V_{ort} = \frac{2 \times V_{o(tepe)}}{\pi}$$

$$I_{ort} = \frac{V_{ort}}{R_L}$$

Örnek 2.8

Şekil 2.33 de verilen herbir dalga şeklinin **ortalama gerilim** değerlerini bulunuz?



Şekil 2.33

Çözüm 2.8

(a) Şekil 2.33 (a) daki işaretin tepe değeri 30 V değerindedir

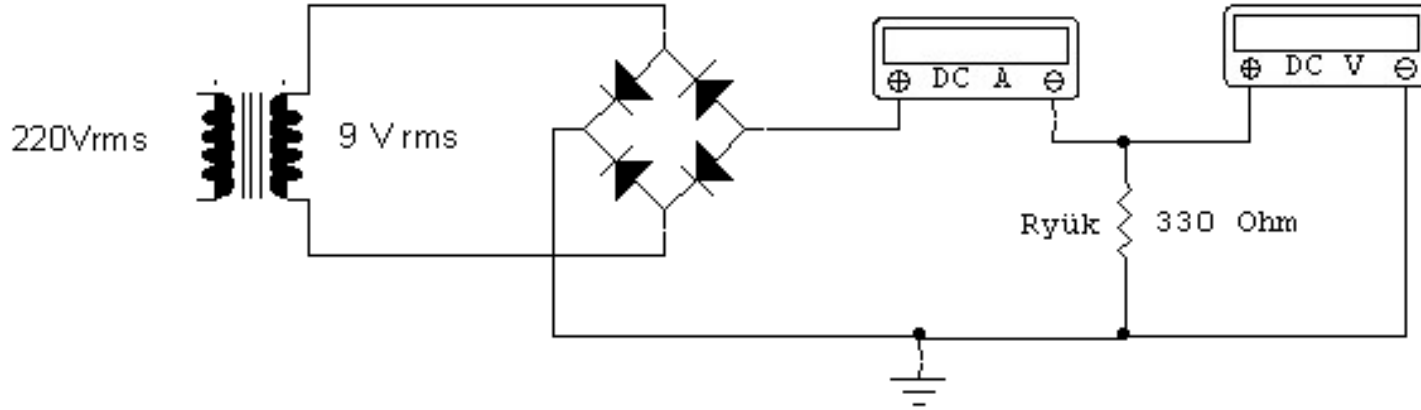
$$V_{\text{ort}} = \frac{2 \times V_{o(\text{tepe})}}{\pi} = \frac{2 \times 30V}{3.14} = 19.1V$$

(b) Şekil 2.33 (b) deki işaretin tepe değeri - 20 V değerindedir.

$$V_{\text{ort}} = \frac{2 \times V_{o(\text{tepe})}}{\pi} = \frac{2 \times (-20V)}{3.14} = -12.7V$$

Örnek 2.9

Şekil 2.34 de verilen devrede kullanılan DC ampermetre ve voltmetrelerin okuyacağı değerleri bulunuz.



Çözüm 2.9

Şekil 2.34

Sekonder geriliminin tepe değeri

$$V_{tepe} = 9 \text{ V} \times \sqrt{2} = 12.7 \text{ V}$$

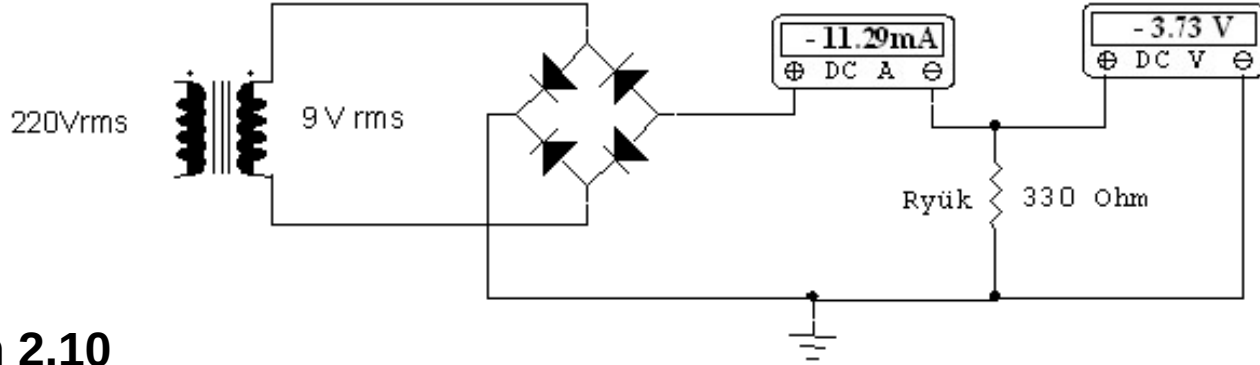
$$V_{ort} = - V_{tepe} + 1.4 \text{ V} = - 12.7 \text{ V} + 1.4 \text{ V} = - 11.7 \text{ V}$$

$$V_{ort} = \frac{2 \times V_{tepe}}{\pi} = - \frac{2 \times 12.7}{\pi} = - 8.05 \text{ V}$$

$$I_{ort} = \frac{V_{ort}}{R_{yük}} = - \frac{8.05}{330} = - 24.39 \text{ mA}$$

Örnek 2.10

Şekil 2.35 de gösterilen devrede metrelerin gösterdiği değerler sizce doğru mu? Doğru değilse, nedenleri ile açıklayınız?



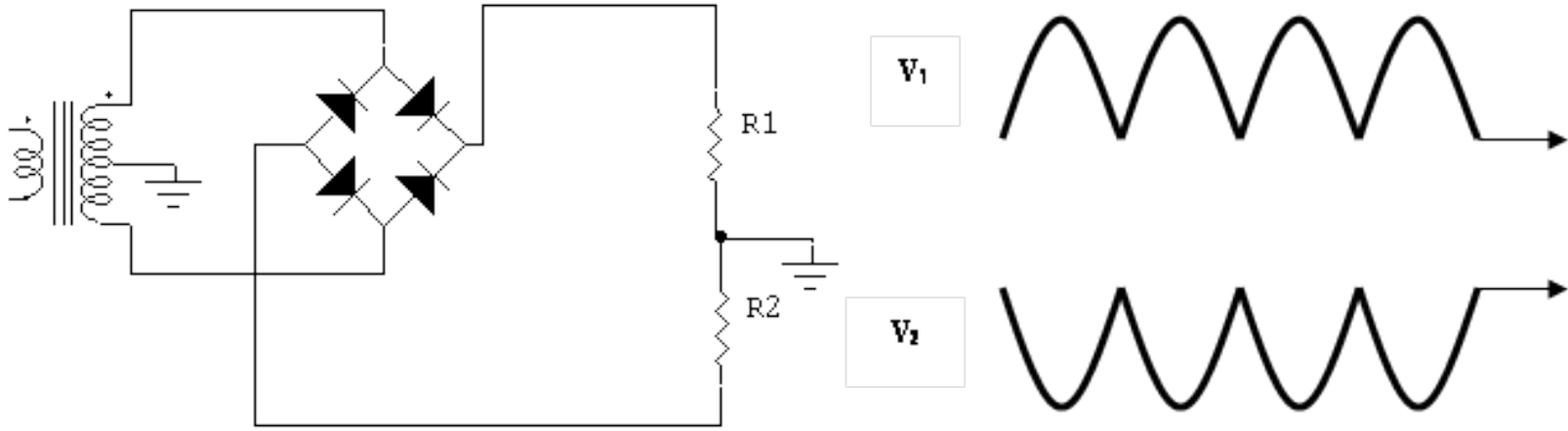
Şekil 2.35

Çözüm 2.10

$$V_{ort} = \frac{2 \times V_{tepe}}{\pi} = -\frac{2 \times 11.7}{\pi} = -7.45 \text{ V} \quad I_{ort} = \frac{V_{ort}}{R_{yük}} = -\frac{7.45}{330} = -22.58 \text{ mA}$$

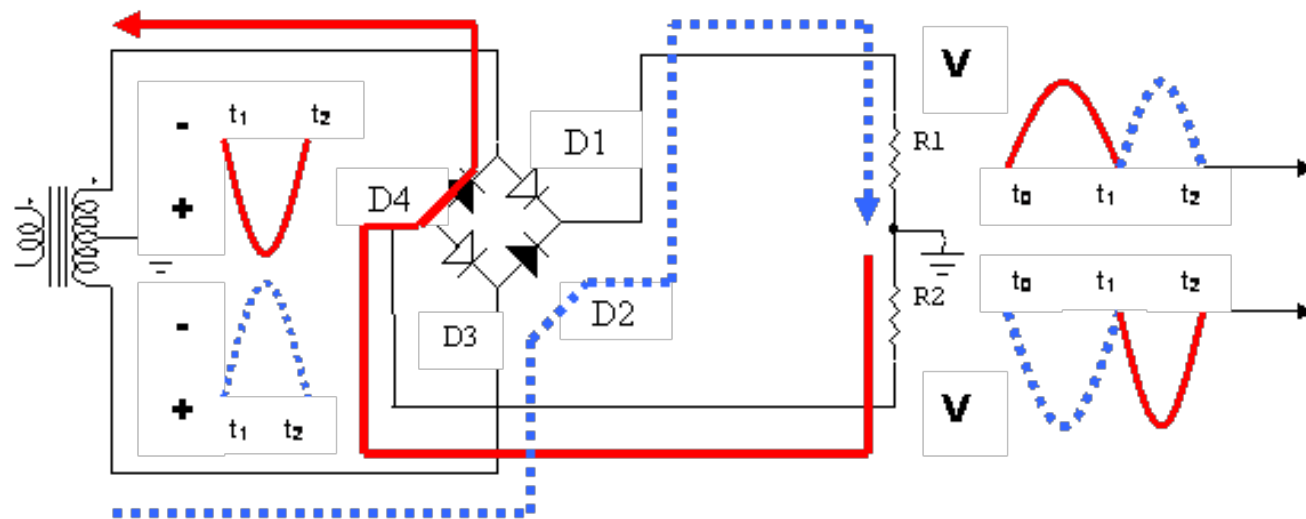
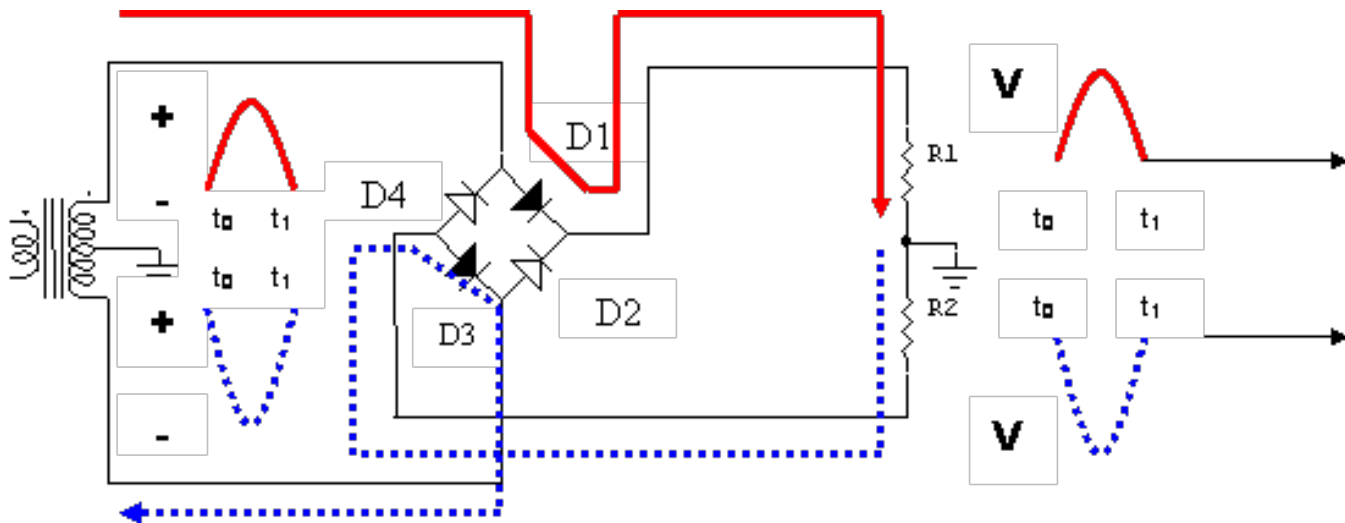
Sonuç olarak tam dalga doğrultma devrelerinde her hangi bir diyot açık-devre olarak arıza gösterirse, tam dalga doğrultma devresi yarım dalga doğrultma devresi olarak davranmaktadır.

Pozitif ve Negatif çıkışlı tam dalga doğrultma devresi



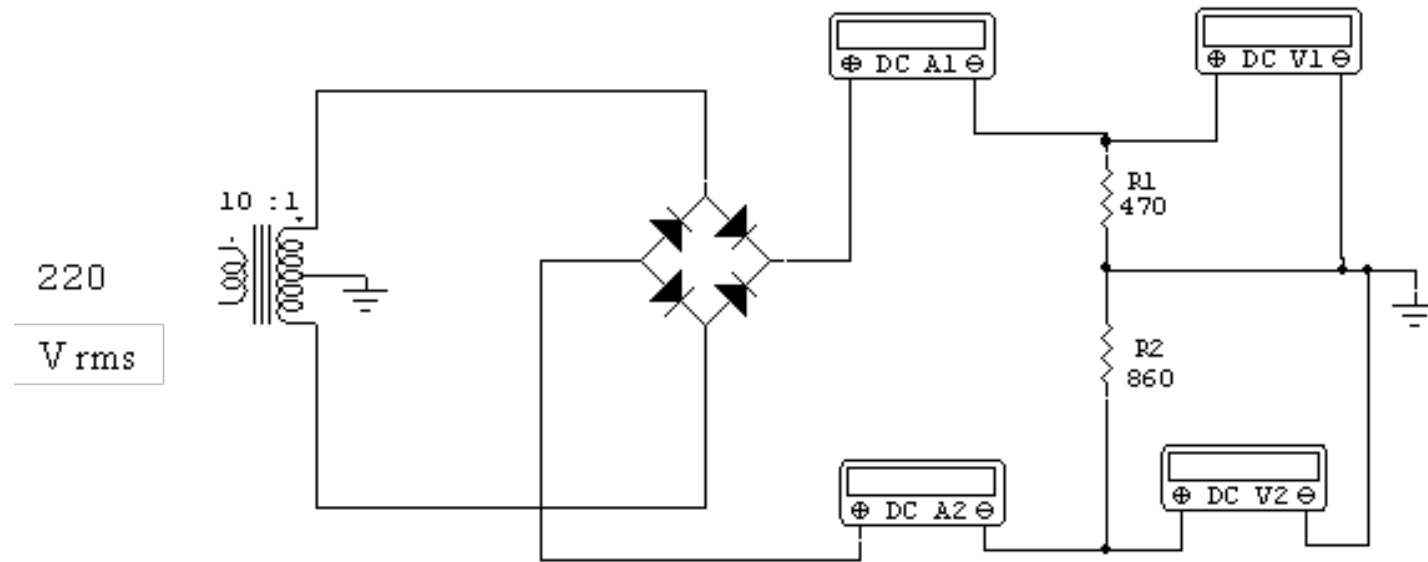
Şekil 2.36

Şekil 2.36`dan da görüldüğü gibi deverede köprü tipi bağlama tekniği kullanılmış olup kullanılan transformatör sekonderi ortargılı transformatör olmalıdır. Örneğin, 2 x 12 V, 2 X 9 V gibi. Sonuç olarak, pozitif ve negatif çıkışlı tam dalga doğrultma devrelerinde her zaman için sekonderi ortargılı transformatör kullanılmalıdır.



Örnek 2.11

Şekil 2.39 da verilen devrede kullanılan her bir metrenin okuyacağı değerleri bulunuz.



Çözüm 2.11

$$\frac{220V}{V_{ST}} = \frac{10}{1}$$



$$V_{ST} = \frac{220}{10} = 22 \text{ V rms}$$

$$V_{S1} = V_{S2} = \frac{V_{ST}}{2} = \frac{22 \text{ V}}{2} = 11 \text{ V rms}$$



$$V_{te} = V_{te} = \sqrt{2} \times V_{S1}(\text{rms}) = \sqrt{2} \times V_{S2}(\text{rms}) = \sqrt{2} \times 11 \text{ V} = 15.7 \text{ V}$$

$$V1 = 15.7 \text{ V} - 0.7 \text{ V} = 15 \text{ V}$$

$$V2 = - 15.7 \text{ V} + 0.7 \text{ V} = - 15 \text{ V}$$

V1 DC Voltmetre:

$$V_{\text{ort}} = \frac{2 \times V_{\text{tepe}}}{\Pi} = \frac{2 \times 15 \text{ V}}{\Pi} = 9.55 \text{ V}$$

V2 Voltmetresi:

$$V_{\text{ort}} = \frac{2 \times V_{\text{tepe}}}{\Pi} = - \frac{2 \times 15 \text{ V}}{\Pi} = - 9.55 \text{ V} \text{ değerinde olur.}$$

A1 DC Ampermetre:

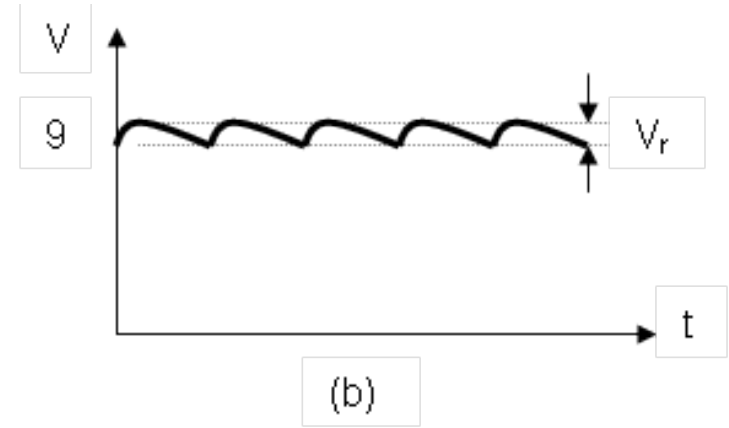
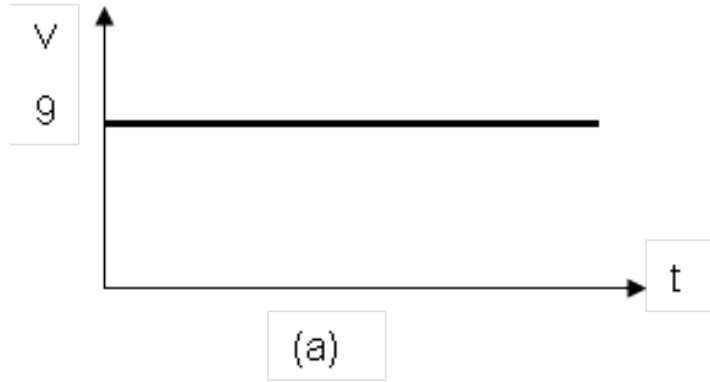
$$I_{\text{ort}} = \frac{V_{\text{ort}}}{R_L} = \frac{9.55 \text{ V}}{470 \Omega} = 20.3 \text{ mA}$$

A2 DC Ampermetre:

$$I_{\text{ort}} = \frac{V_{\text{ort}}}{R_L} = - \frac{9.55 \text{ V}}{860 \Omega} = - 11.1 \text{ mA}$$

2.2.3 Filtre Devreleri

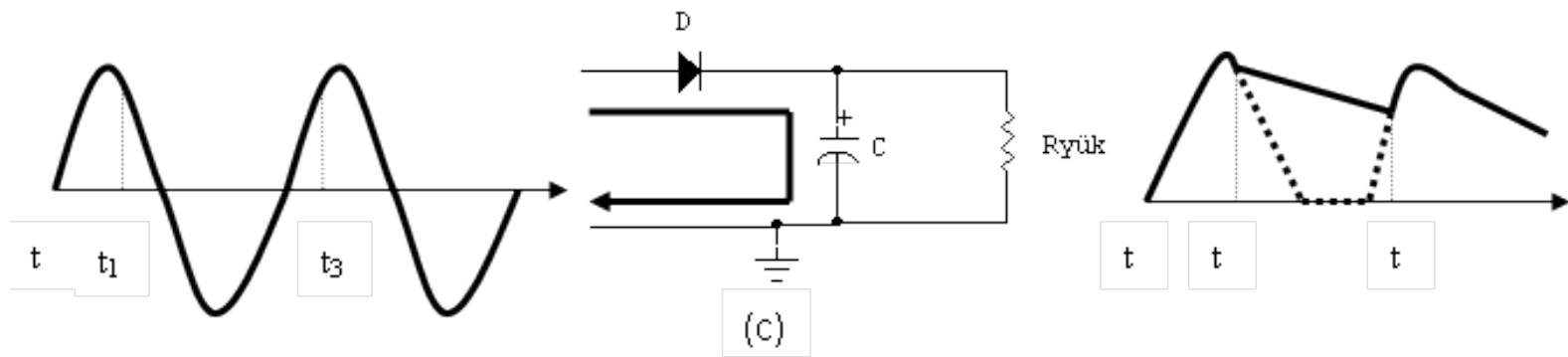
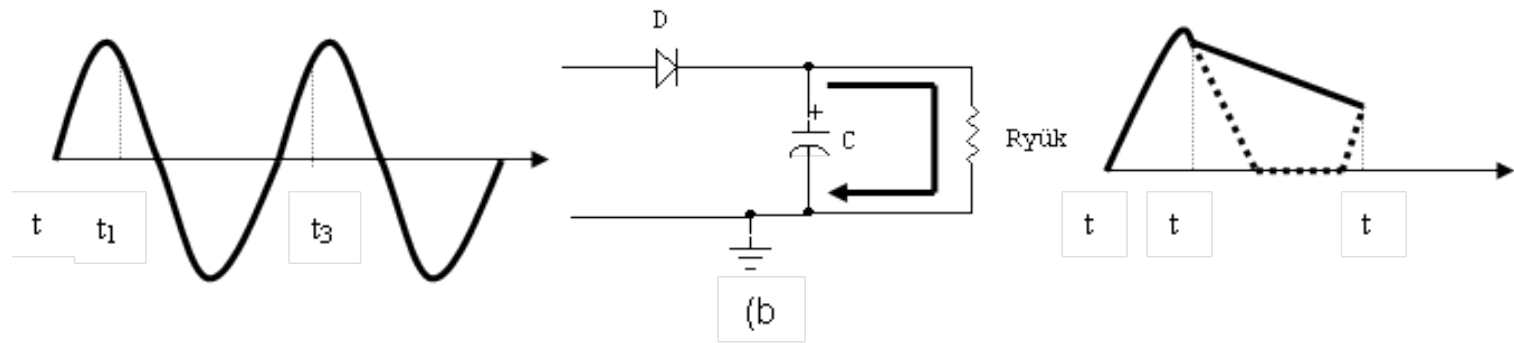
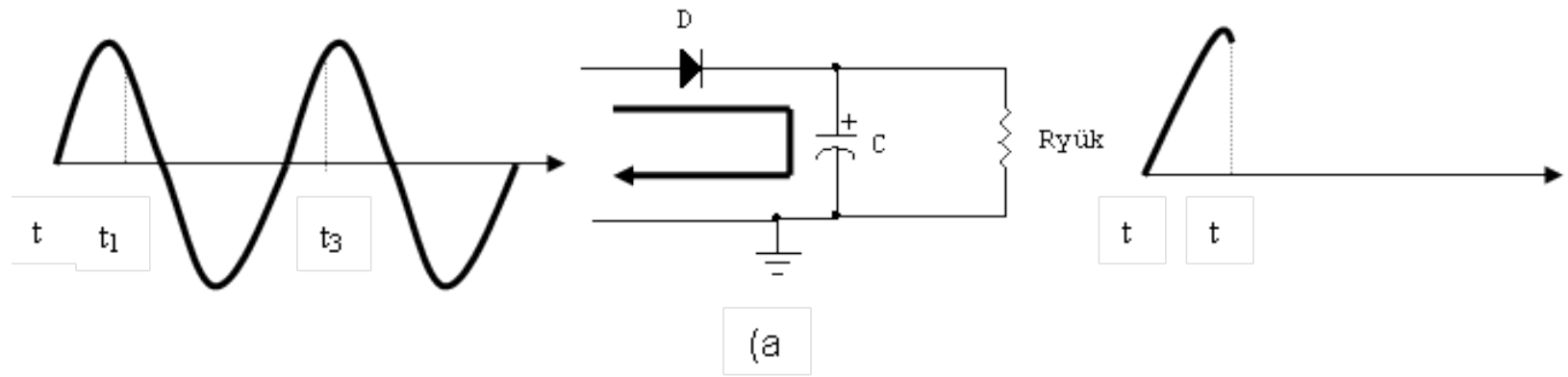
Doğrultucu devrelerin çıkışlarındaki gerilimi DC gerilime yaklaştırmak için filtre devreleri kullanılır.



V_r : Dalgalılık gerilimi

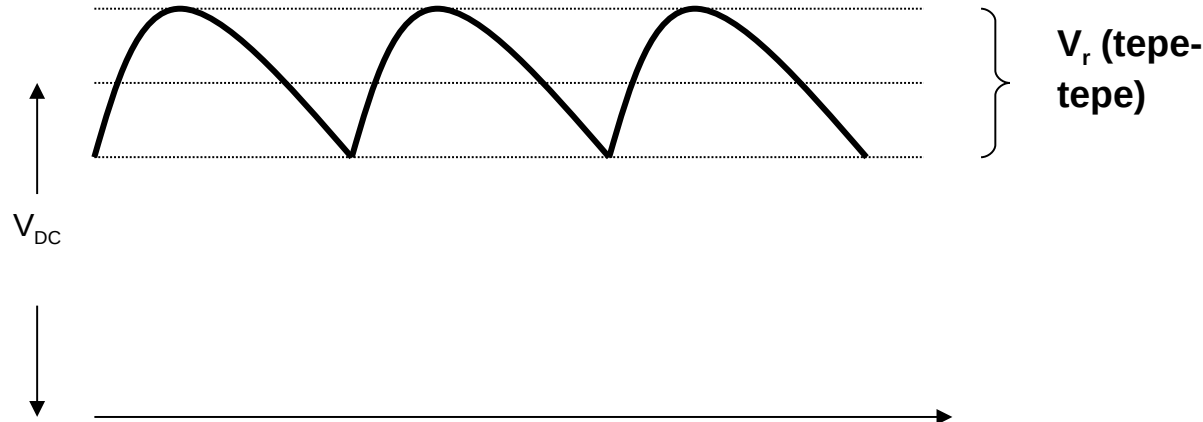
Dalgalılık geriliminin değeri ne kadar küçük olursa, filtre devresinin kalitesi de artmaktadır.

Kapasitörlü filtre devreleri tek bir adet elektrolitik kondansatörün kullanılması ile oluşmaktadır.



Bir filtrenin kalitesi, aşağıda ifade edilen faktörle ölçülmektedir. Burada r sembolü ile ifade edilen faktöre “dalgalılık faktörü” denmektedir.

$$r = \frac{V_r}{V_{DC}} \times 100\%$$



Sizce hangisi iyi?

$r_1=2\%$, $r_2= 3\%$, $r_3=0.1\%$

Sizce hangisinde kondansatör değeri daha büyüktür?

Bir filtre devresinde dalgalılık gerilimi V_r , filtre devresinin giriş işaretinin tepe değeri $V_{p(in)}$, giriş işaretinin periyodu T ve devrenin zaman sabiti ($\tau = R_{yük} \times C$) arasındaki ilişki aşağıdaki bağıntı ile ifade edilmektedir.

$$V_r = \frac{T}{\tau} \times V_{p(in)}$$

$$\frac{T}{\tau} \ll 1$$

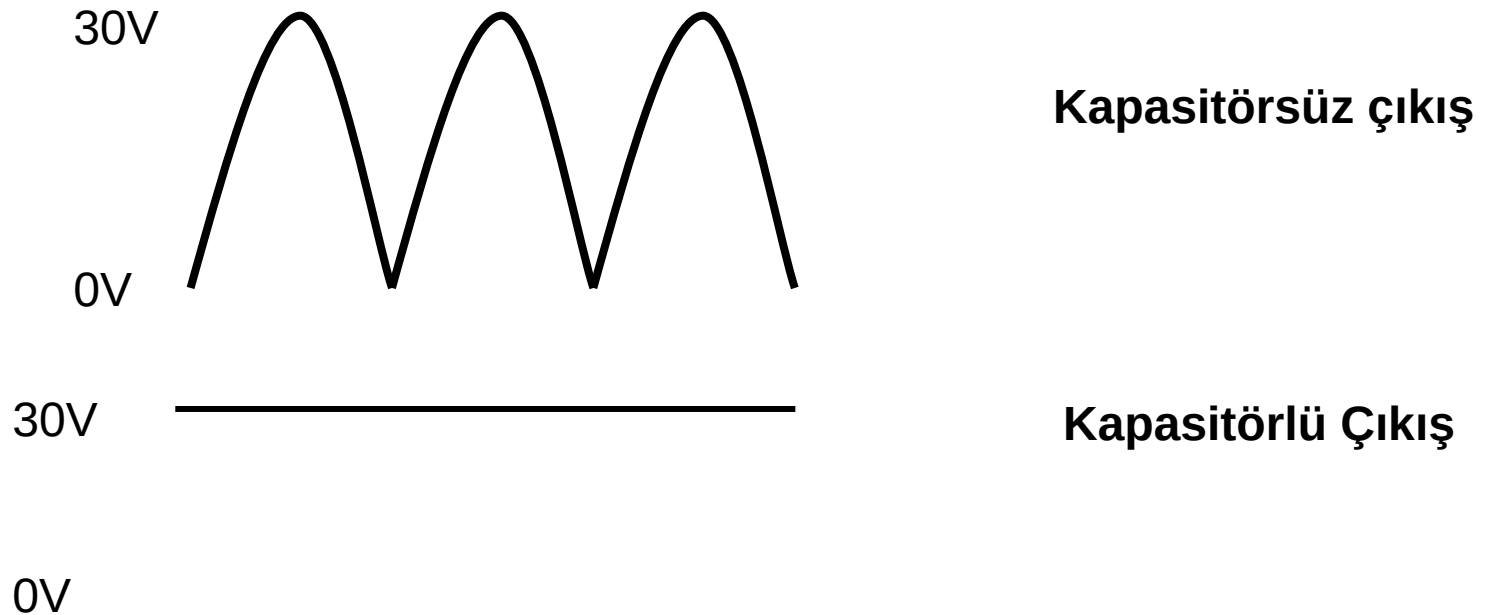
$$V_{p(in)} = V_{DC} + \frac{V_r}{2}$$

$$V_{p(in)} = V_{DC} + \frac{T}{2\tau} \times V_{p(in)}$$

$$V_{DC} = \left[1 - \frac{T}{2\tau}\right] \times V_{p(in)}$$

$$V_{DC} = \left[1 - \frac{1}{2fR_{yük}C}\right] \times V_{p(in)}$$

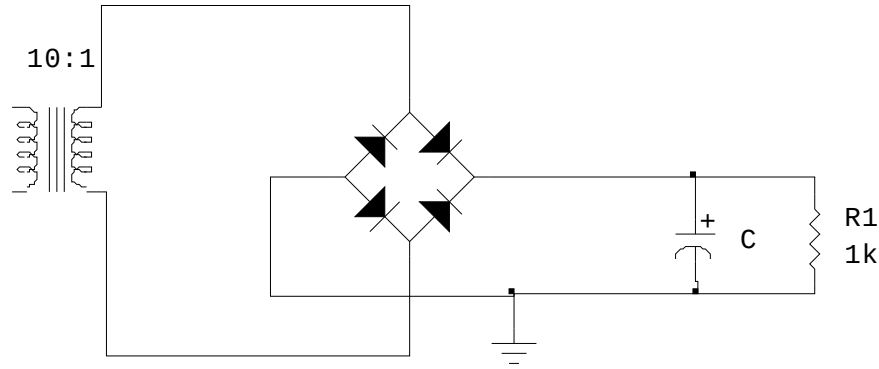
- Buradaki kısımda pratik olarak kapasitör üzerindeki DC gerilim, kondansatörsüz işretin tepe değerine eşit olduğunu kabul edeceğiz. Dalgalılık gerilimi kondansatör büyük değerli seçildiği için ihmal edilmiştir.



Örnek 2.13

Şekil 2.47 de verilen yarım dalga doğrultma devresi C kondansatörü ile filtrelenmiştir. Transformatör girişine ise 220 Vrms, 50 Hz değerinde gerilim uygulanmaktadır. Yük direnci üzerindeki filtrelenmiş gerilimin DC değerini bulunuz.

Şekil 2.47



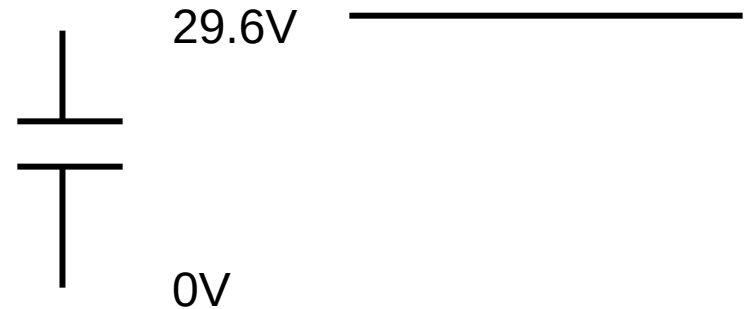
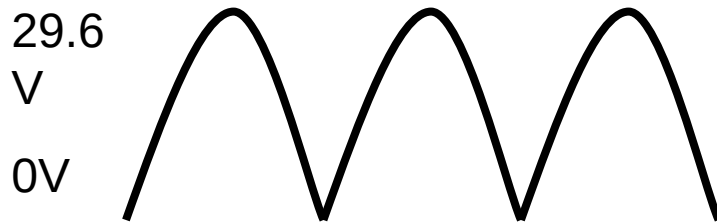
$$\frac{220V}{V_{ST}} = \frac{10}{1}$$

$$V_{ST} = \frac{220}{10} = 22 \text{ V rms}$$

$$V_S(\text{tepe}) = \sqrt{2} \times 22 \text{ V} = 31 \text{ V olarak bulunur.}$$

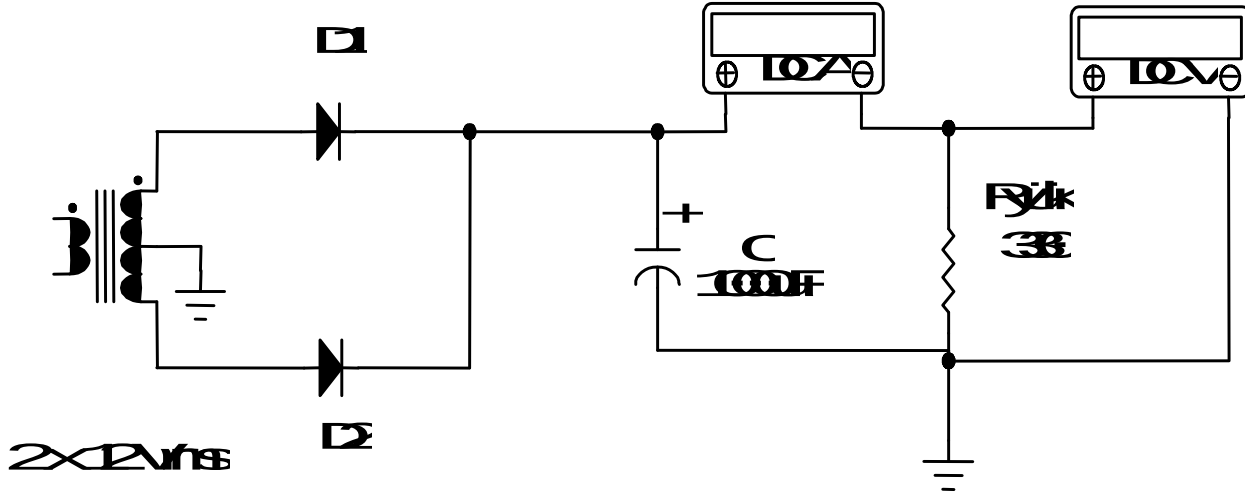
$$V_{\text{out(tepe)}} = V_S(\text{tepe}) - 1.4 \text{ V}$$

$$V_{\text{out}} = 31V - 1.4V = 29.6V$$



Örnek 2.14

Şekil 2.50 de verilen AC\DC doğrultucu devresinde 2 x 12Vrms değerinde ortak sargılı transformatör kullanılmıştır. Devrede kullanılan herbir metrenin okuyacağı değeri **pratik** olarak bulunuz.



Şekil 2.50

$$V_{te} = \sqrt{2} \times 12 \text{ V} = 16.92 \text{ V} \text{ olarak bulunur.}$$

Burada iletim durumunda diyotların üzerindeki gerilim düşümünü 0.7 V olarak alırsak, filtre devresine gelecek olan işaretin tepe değerini $V_{p(in)} = 16.22 \text{ V}$ olarak değerlendirebiliriz. Dalgalılık geriliminin ihmal edilmesinden dolayı, C kondansatörü üzerindeki gerilim 16.22 V değerinde olacaktır. Dolayısı ile devrede kullanılan voltmetre

$$V_{me} = 16.22 \text{ V}$$

$$I_{met} = \frac{V_{metre}}{R_{yük}} = \frac{16.22 \text{ V}}{330 \Omega} = 49.15 \text{ mA}$$

Regülatör Devreleri

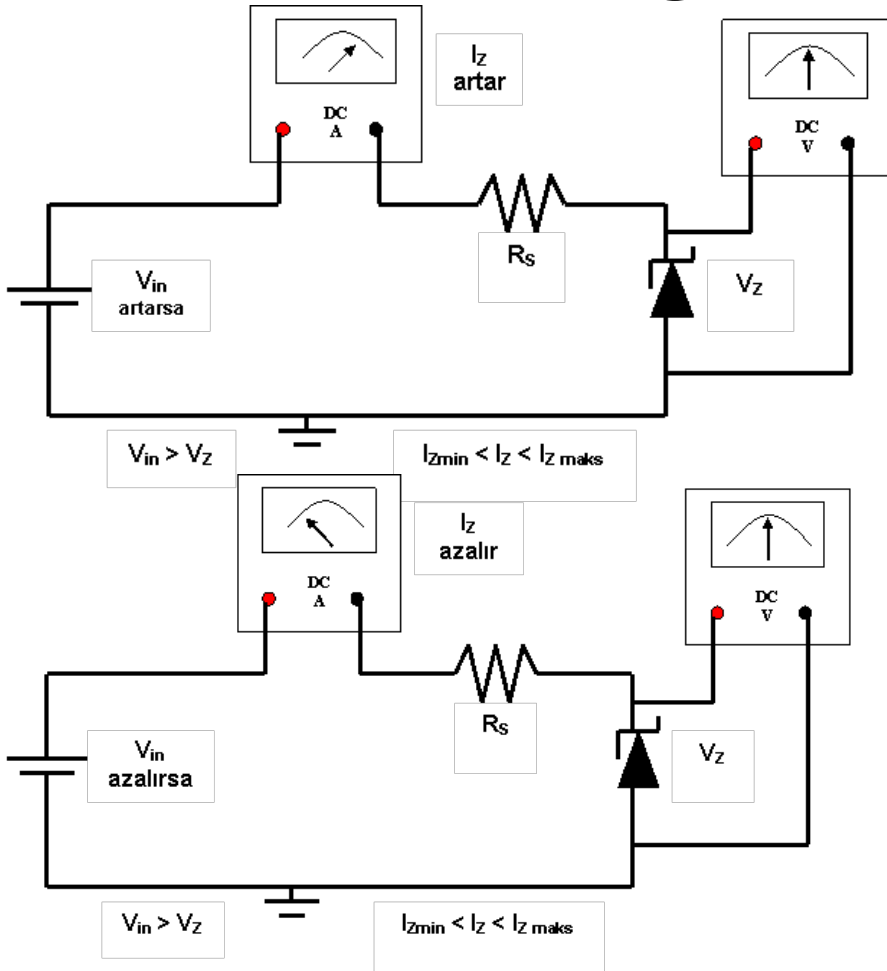
şebeke gerilim değerinde meydana gelen değişiklikler

Eğer şebeke gerilimimiz 230 V değerine çıkarsa kaçınılmaz olarak yük üzerindeki DC gerilim de buna paralel olarak artış gösterecektir.

yük direnç değerlerindeki değişiklikler

Elektronik cihazlara sabit değerli DC gerilim sağlamak için çeşitli tiplerde regülatör devreleri bulunmaktadır. Burada incelemeye alacağımız regülatör devreleri sırası ile Zener diyotlu regülatör devreleri ve Tümleşik devre tipi (Integrated Circuits, IC) regülatörlerdir.

Zener Diyotlu Gerilim Regülatörleri



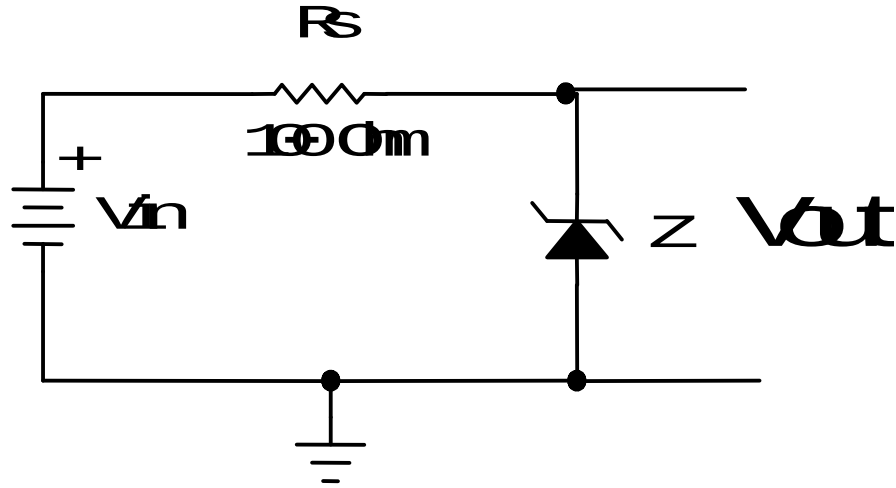
$$V_{in} = I_z \times R_S + V_Z$$

$$V_{in(m)} = I_{zmi} \times R_S + V_Z$$

$$V_{in(M)} = I_{zma} \times R_S + V_Z$$

Örnek 2.15

Şekil 2.53 de gösterilen regülatör devresinde kullanılan zener diyot $I_{Zmi} = 1\text{mA}$, $P_{Zma} = 1\text{ W}$ ve $V_Z = 5\text{V}$ değerindedir. Buna göre devre çıkışının 5V değerinde olabilmesi için giriş gerilim değerinin alabileceği maksimum ve minimum değerlerini bulunuz.



Şekil 2.53

$$I_{Z(ma)} = \frac{P_{Z(maks)}}{V_Z} = \frac{1W}{5V} = 200 \text{ mA}$$

$$V_{in(m)} = I_{Z(mi)} \times R_S + V_Z = 1mA \times 100\Omega + 5V = 5.1V$$

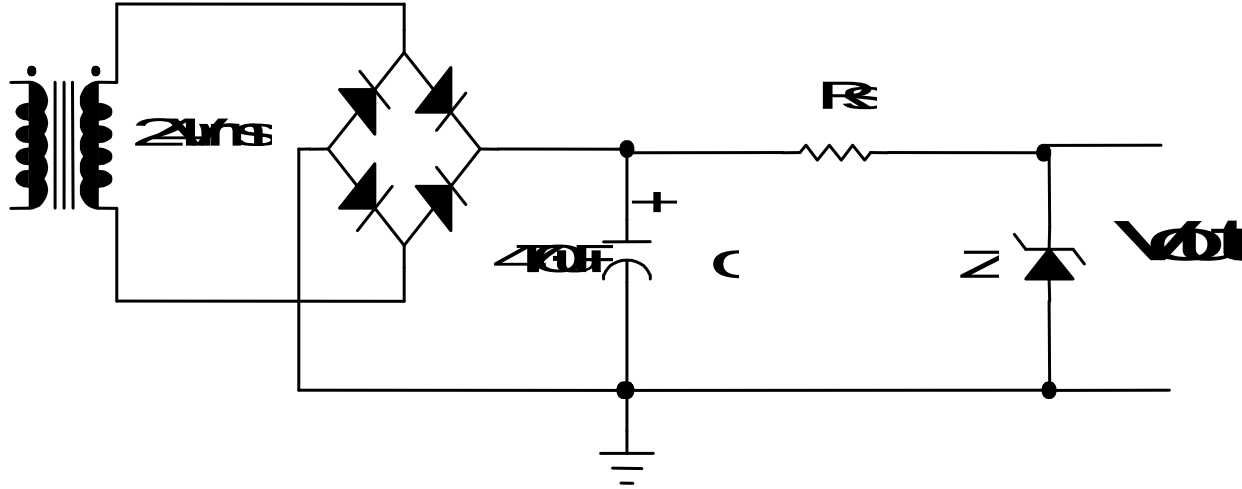
$$V_{in(ma)} = I_{Z(ma)} \times R_S + V_Z = 200 \text{ mA} \times 100 \Omega + 5V = 25V$$

Sonuç olarak devrenin giriş gerilim değeri V_{in} :

$$5.1V < V_{in} < 25V \text{ arasında olmalıdır.}$$

Örnek 2.16

Şekil 2.54 deki AC\DC güç kaynağında kullanılan zener diyot $I_{Zmi} = 1\text{mA}$, $P_{Zma} = 500\text{mW}$ ve $V_Z = 9\text{V}$ değerindedir. Devrede kullanılan akım sınırlama direnci R_S hangi değerde olmalıdır?



Şekil 2.54

$$I_{zm} = \frac{P_{z(maks)}}{V_z} = \frac{500 \text{ mW}}{9 \text{ V}} = 55.55 \text{ mA}$$

Sekonder geriliminin tepe değeri;

$$V_{te} = \sqrt{2} \times 24 \text{ V} = 33.84 \text{ V} \text{ olarak bulunur.}$$

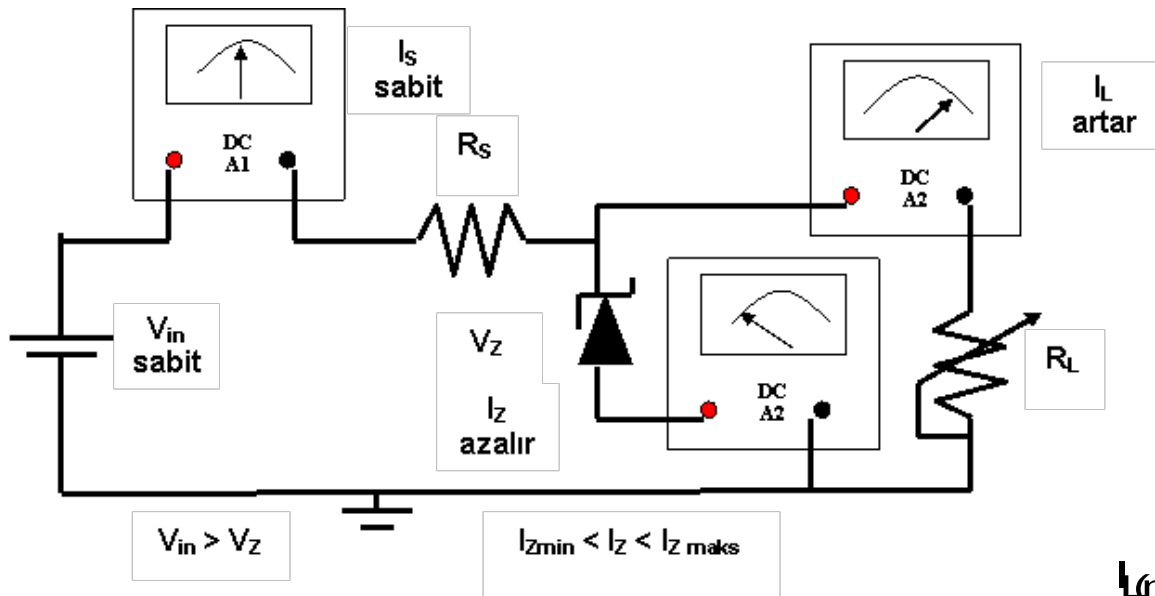
$$V_{pn} = 33.84 \text{ V} - 1.4 \text{ V} = 32.44 \text{ V}$$

$$R_{maks} = \frac{V_{pn} - V_z}{I_{zm}} = \frac{32.44 \text{ V} - 9 \text{ V}}{55.55 \text{ mA}} = 23.44 \text{ k}\Omega$$

$$R_{min} = \frac{V_{pn} - V_z}{I_{zm}} = \frac{32.44 \text{ V} - 9 \text{ V}}{55.55 \text{ mA}} = 422 \Omega$$

Sonuç olarak devrede kullanılacak akım sınırlama direnci R_s :

$$422 \Omega < R_s < 23.44 \text{ k}\Omega$$

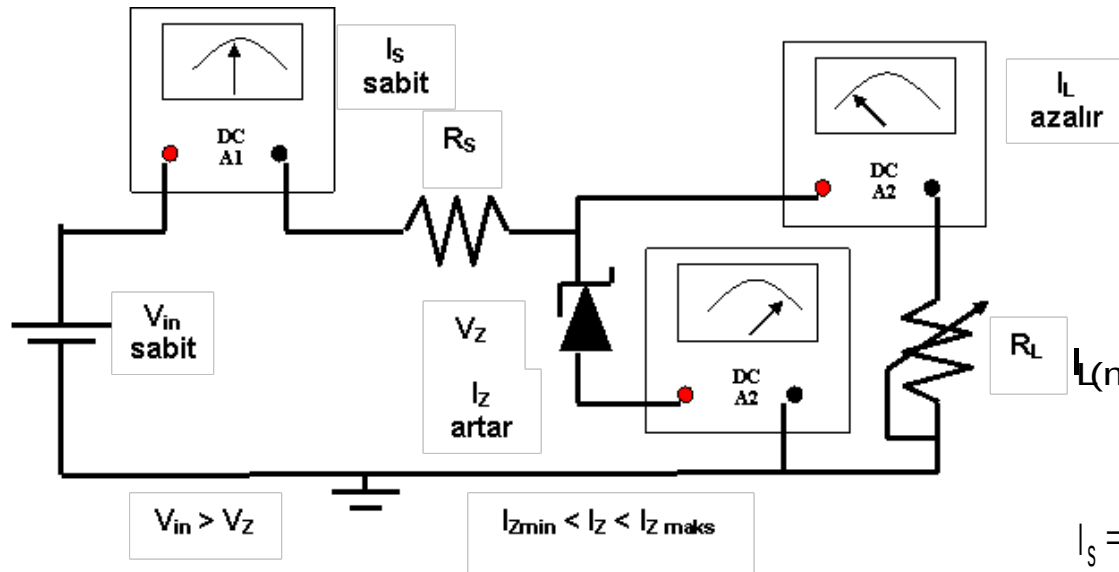


$$I_s = \frac{V_{in} - V_Z}{R_s}$$

$$I_s = I_Z + I_L$$

$$I_{L(max)} = \frac{V_Z}{R_{L(min)}}$$

$$I_s = I_{Zmi} + I_{L(max)}$$



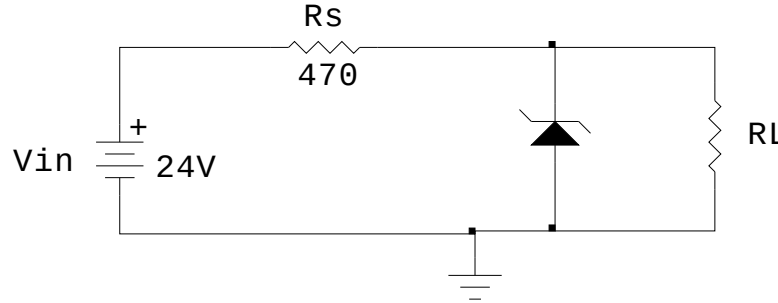
$$I_{L(min)} = \frac{V_Z}{R_{L(max)}}$$

$$I_s = I_{Zma} + I_{L(min)}$$

Örnek 2.17

Şekil 2.57 deki AC\DC güç kaynağında kullanılan zener diyot $I_{Zmi} = 1\text{mA}$, $P_{Zma} = 250\text{mW}$ ve $V_Z = 12\text{V}$ değerindedir. Buna göre;

- (a) Yük direnci üzerindeki gerilimin 12V değerinde regüleli olabilmesi için, yük direnci içerisindeki akan akımın minimum ve maksimum değerlerini bulunuz
- (b) Yük direnci üzerindeki gerilimin 12V değerinde regüleli olabilmesi için devreye bağlanabilecek maksimum ve minimum yük direnç değerlerini bulunuz.
- (c) Yük direnci $400\ \Omega$ olursa, üzerindeki gerilimin değerini bulunuz.



Şekil 2.57

Önce devrede kullanılan zener diyodunun maksimum gücü ve gerilimi bilindiğine göre, zener diyodun maksimum akımını bulmaya çalışalım.

$$I_{Z(ma)} = \frac{P_{Z(maks)}}{V_Z} = \frac{250mW}{12V} = 20.83 \text{ mA}$$

(a) Giriş geriliminin 24 V ve yük direnci üzerindeki gerilimin 12 V da sabit kalacağını kabul edersek, akım sınırlama direnci içerisinde akan akımın değeri de sabit olacaktır. Bu akımın değerini aşağıdaki gibi bulabiliriz.

$$24 \text{ V} = 470 \Omega \times I_s + 12 \text{ V}$$

ifadesinden faydalanarak I_s akımının değeri,

$$I_s = \frac{24V - 12V}{470\Omega} = 25.53 \text{ mA}$$

$$I_{L(\min)} = I_s - I_{Z(\max)} = 25.53 \text{ mA} - 20.83 \text{ mA} = 4.7 \text{ mA}$$

$$I_{L(\max)} = I_s - I_{Z(\min)} = 25.53 \text{ mA} - 1 \text{ mA} = 24.53 \text{ mA}$$

$$R_{L(\min)} = \frac{V_Z}{I_{L(\max)}} = \frac{12\text{V}}{24.53\text{mA}} = 489 \Omega$$

$$R_{L(\max)} = \frac{V_Z}{I_{L(\min)}} = \frac{12\text{V}}{4.7\text{mA}} = 2.55 \text{ k}\Omega$$

$400 \Omega < R_{L(\min)}$ olduğundan, zener diyot içerisinde akan akım minimum değerinden küçük olacaktır. Bu da zener diyodun açık-devre olarak davranmasına neden olacaktır.

$$V_{ou} = \frac{R_L}{R_L + R_s} \times V_{in} = \frac{400}{400 + 21} \times 24 \text{ V} = 11.03 \text{ V}$$

Tümleşik Devre (Entegre) Gerilim Regülatörleri

Tümleşik Devre Gerilim Regülatörleri



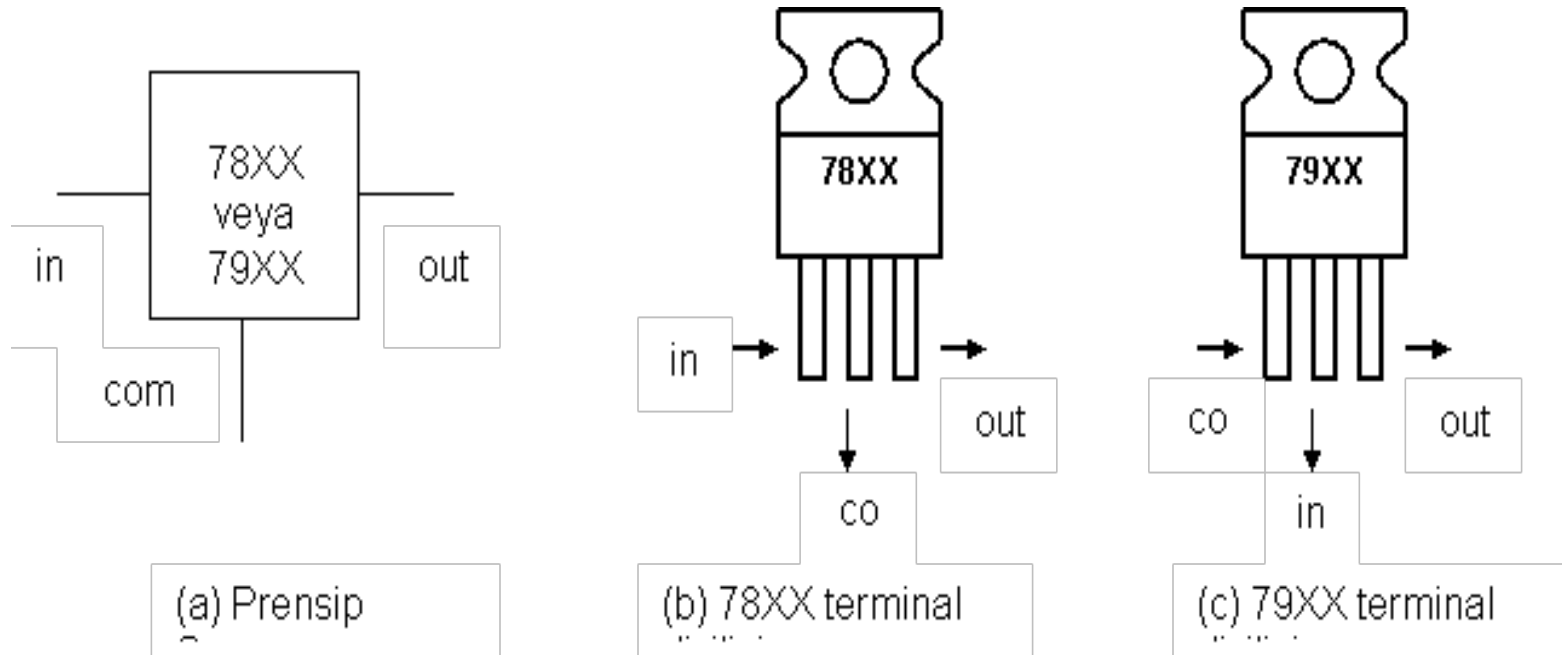
Sabit Çıkışlı Tümleşik Devreler

- Pozitif Çıkışlı Sabit Tümleşik Devreler
78XX serisi
- Negatif Çıkışlı Sabit Tümleşik Devreler
79XX serisi

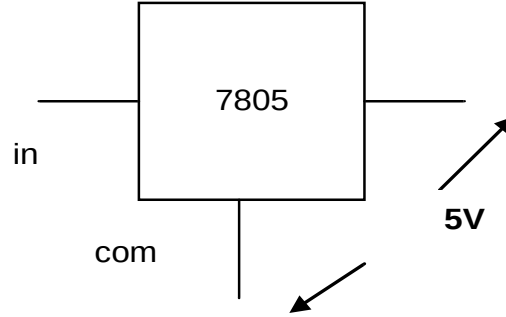
Çıkışları Ayarlanabilen Tümleşik Devreler

- Çıkışı Pozitif, Ayarlanabilen Tümleşik Devreler
LM 317 gibi
- Çıkışı Negatif, Ayarlanabilen Tümleşik Devreler

Sabit Çıkışlı Tümlleşik Gerilim Regülatörleri



(a) Sabit çıkışlı tümleşik regülatör elemanlarının çıkış gerilimleri her zaman için out-com terminalleri arasındaki gerilim değeridir. Örneğin 7805 tümleşiğini kullanıyorsak, out-com terminalleri arasındaki gerilim 5V olacaktır. Bunu Şekil 2.60 da görebiliriz.



Şekil 2.60

- (b) Sabit çıkışlı tümleşik regülatör elemanlarının minimum DC giriş gerilimleri 7V , maksimum DC gerilimi ise 30 V dur.
- (c) Sabit çıkışlı tümleşik regülatör elemanlarının çıkış gerilimlerinin XX V değerinde regüleli olabilmesi için, DC giriş gerilim değeri XX V değerinden **en az** 2 V büyük olmalıdır. Örneğin 7805 tümleşiğini kullanıyorsak, giriş gerilim değeri en az $5V + 2V = 7V$ olmalıdır.

78XX	
IC	Çıkış (V)
7805	5
7806	6
7808	8
7809	9
7812	12
7815	15
7824	24

Tablo 2.3

79XX	
IC	Çıkış (V)
7905	-5
7906	-6
7908	-8
7909	-9
7912	-12
7915	-15
7924	-24

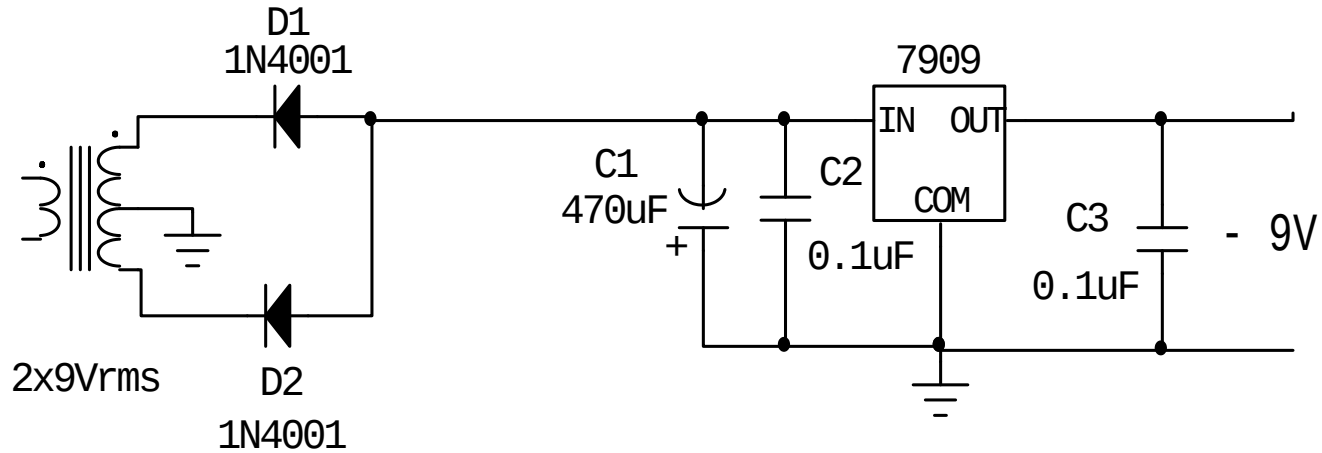
Tablo 2.4

Sabit çıkışlı tümleşik devreler çeşitli gerilim değerlerinde olmalarına ilaveten çeşitli akım değerlerinde de bulunurlar. 78LXX serisi tümleşik devrelerini çıkış akımı 100 mA, 78MXX serisi 500 mA, 78XX serisi 1A, 78SXX serisi 2A, 78HXX serisi 5A ve 78PXX serileri ise 10 A çıkışlıdır. Pozitif değerliler için bulunan akım sınırlamalı tümleşik değerler aynı şekilde negatif tümleşikler için de bulunur.

78XX ve 79XX tümleşik devreleri kullanılırken giriş ve çıkışlarına gerekli olmamasına rağmen kondansatör bağlanır. Bu kondansatörler çıkış geriliminde oluşacak olan olası yüksek frekanslı işaretleri yok etmede kullanılır.

Örnek 2.18

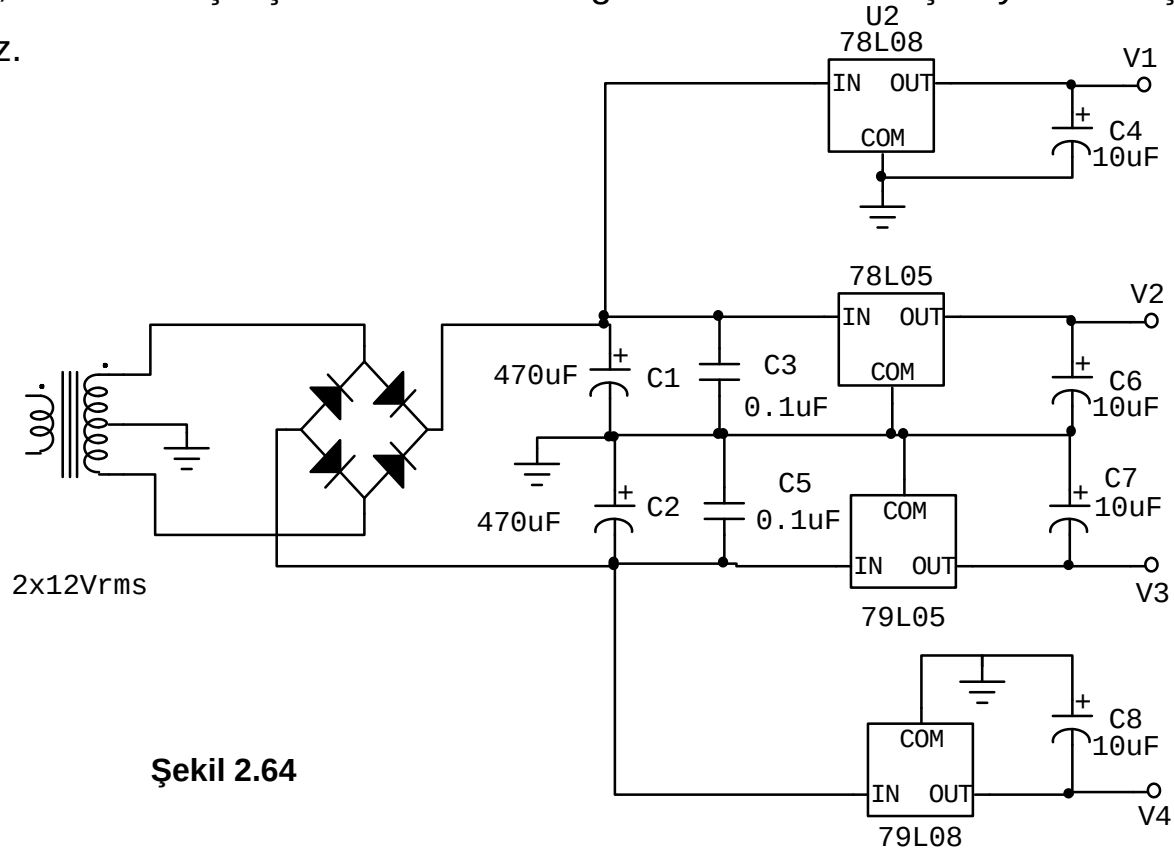
220 V \ 2x 9 V transformatör, 2 adet 1N4001 diyot, 470 μ F elektrolitik, 2 adet 0.1 μ F kondansatör, 7909 sabit çıkışlı tümleşik gerilim regülatörü ile çıkış gerilimi – 9 V olan bir regülatör tasarlayınız.



Örnek 2.20

Şekil 2.64 de verilen devre için aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

- Devrede filtre elemanı olarak kullanılan elektrolitik kondansatörlerin (C1 ve C2) üzerindeki gerilim değerlerini sırası ile bulunuz.
- Sırası ile V1, V2, V3 ve V4 gerilim değerlerini bulunuz.
- V1, V2, V3 ve V4 çıkış terminallerine bağlanabilecek en küçük yük direnç değerlerini bulunuz.



Şekil 2.64

$$V_{te} = V_{te} = \sqrt{2} \times V_{S1}(\text{rms}) = \sqrt{2} \times V_{S2}(\text{rms}) = \sqrt{2} \times 12 \text{ V} = 16.9 \text{ V}$$

$$V_{C1} = 16.92 \text{ V} - 0.7 \text{ V} = 16.22 \text{ V}$$

$$V_{C2} = - (16.92 \text{ V} - 0.7 \text{ V}) = - 16.22 \text{ V}$$

$$V_1 = 8 \text{ V}, V_2 = 5 \text{ V}, V_3 = - 5 \text{ V} \text{ ve } V_4 = - 8 \text{ V}$$

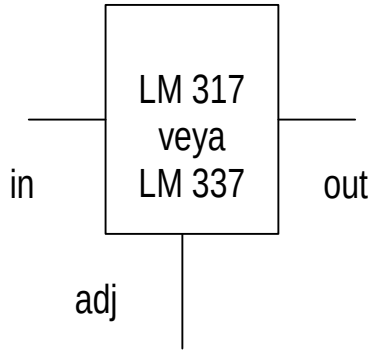
$$R_1 = \frac{V_1}{100 \mu\text{A}} = \frac{8 \text{ V}}{100 \mu\text{A}} = 80 \text{ } \Omega$$

$$R_2 = \frac{V_2}{100 \mu\text{A}} = \frac{5 \text{ V}}{100 \mu\text{A}} = 50 \text{ } \Omega$$

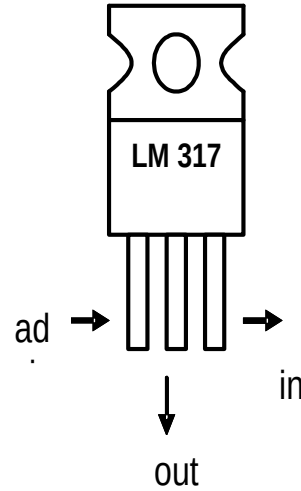
$$R_3 = \frac{V_3}{100 \mu\text{A}} = \frac{5 \text{ V}}{100 \mu\text{A}} = 50 \text{ } \Omega$$

$$R_4 = \frac{V_4}{100 \mu\text{A}} = \frac{8 \text{ V}}{100 \mu\text{A}} = 80 \text{ } \Omega$$

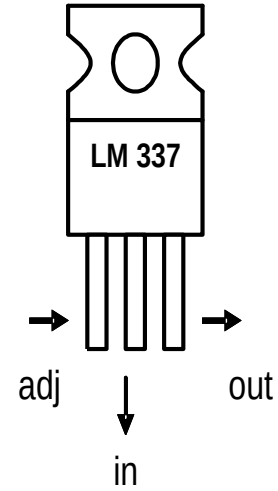
Çıkışları Ayarlanabilen Tümlleşik Gerilim Regülatör Devreleri



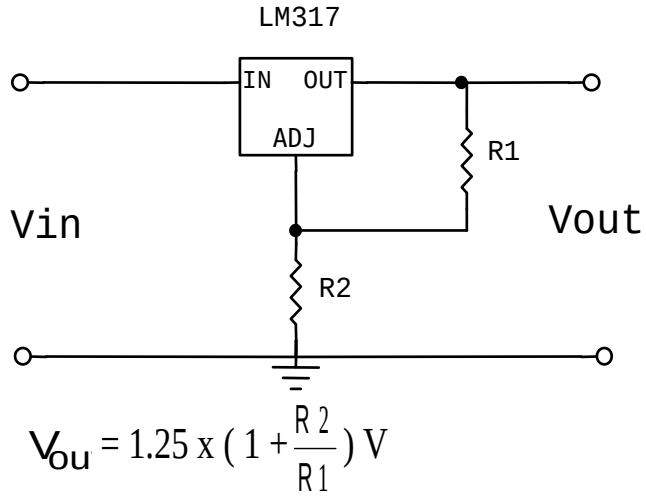
(a) Prensip Şeması



(b) LM 317 terminal diziliş



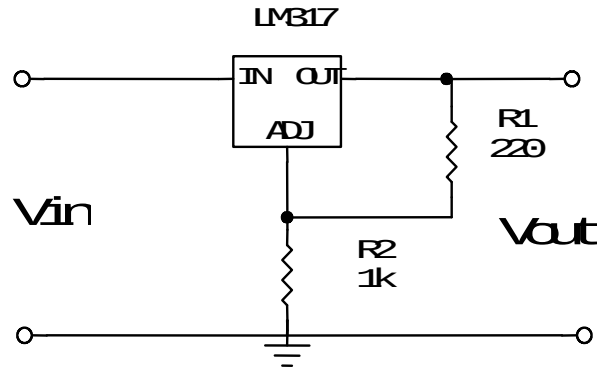
(c) LM 337 terminal diziliş



Şekil 2.66 Çıkışı ayarlanabilen pozitif gerilim regülatörü

Örnek 2.21

Şekil 2.67 de verilen devrenin çıkış gerilim değerini bulunuz?



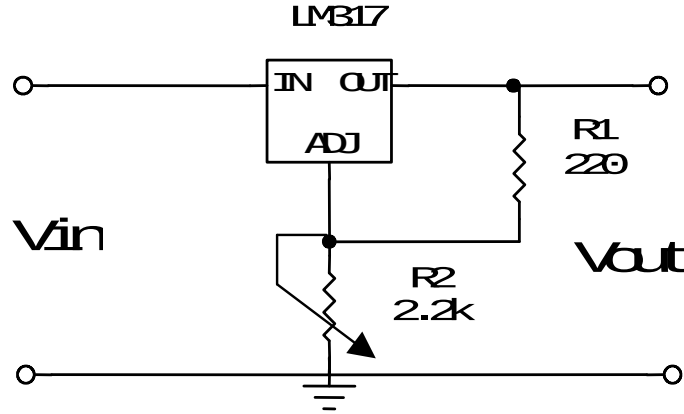
Şekil 2.67

$$V_{Ou1} = 1.25 \times \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V = 1.25 \times \left(1 + \frac{1000\Omega}{220\Omega}\right) = 6.93 V$$

Örnek 2.22

Şekil 2.68 de verilen devre için:

- (a) Çıkış geriliminin alabileceği en az ve en çok gerilim değerlerini bulunuz.
- (b) Devrenin düzenli olarak çalışabilmesi için, giriş gerilim değeri en az değeri kaç volt olmalıdır?



Şekil 2.68

$$V_{ou} = 1.25 \text{ V}$$

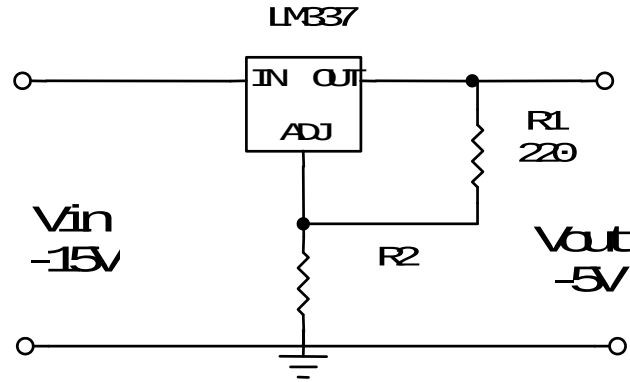
$$V_{ou} = 1.25 \times \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \text{ V} = 1.25 \times \left(1 + \frac{2200\Omega}{220\Omega}\right) = 13.75 \text{ V}$$

$$1.25 \text{ V} \leq V_{ou} \leq 13.75 \text{ V}$$

$$V_{in} = 13.75 \text{ V} + 2 \text{ V} = 15.75 \text{ V}$$

Örnek 2.23

Şekil 2.70 de verilen devrenin çıkış gerilim değerinin – 5V olabilmesi için R2 direncinin değeri kaç Ohm olmalıdır?



Şekil 2.70

Çözüm 2.23

$$-5V = -1.25 \times \left(1 + \frac{R2}{220\Omega} \right)$$

$$4 = 1 + \frac{R2}{220\Omega}$$

$$660 \Omega = R2$$

1.Dalga Şekillendirici Devreler

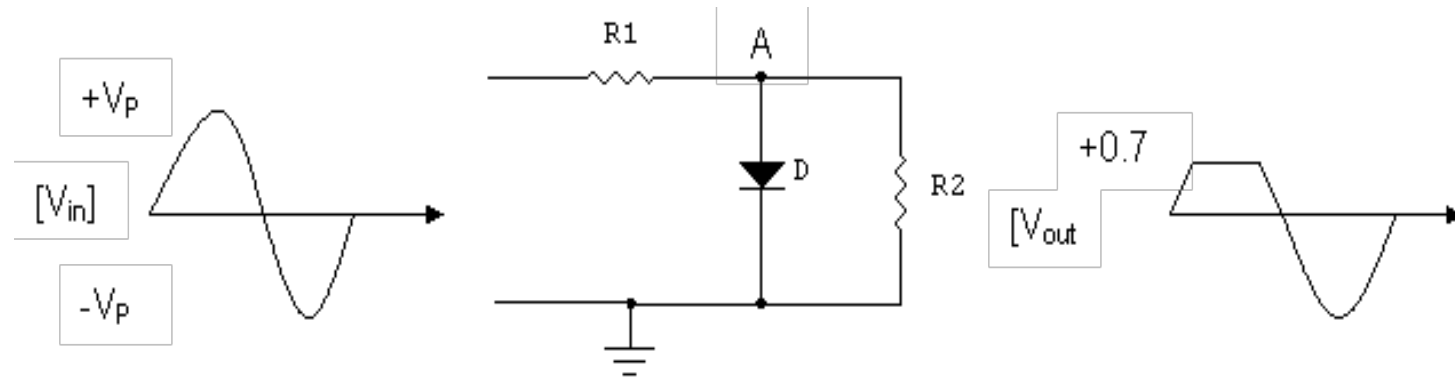
Dalga şekillendirici devreler tamamen diyotların bir uygulaması olup kendi içlerinde iki kısma ayrılmaktadır. Bunlar sırası ile **gerilim sınırlayıcı devreler** (limiters) ve **kenetleyici devreler** (clampers) dir.

Gerilim sınırlayıcı devreler girişlerine gelen elektriksel işaretleri işleyerek, devre çıkışlarında elektriksel işaretlerin tepelerini belli bir gerilim seviyesinden kırpmaktadır.

Kenetleyici devreleri ise girişlerine gelen elektriksel işaretleri işleyerek, devre çıkışında giriş işaretinin şeklini değiştirmeden elektriksel işarete DC gerilim ilave etmektedir.

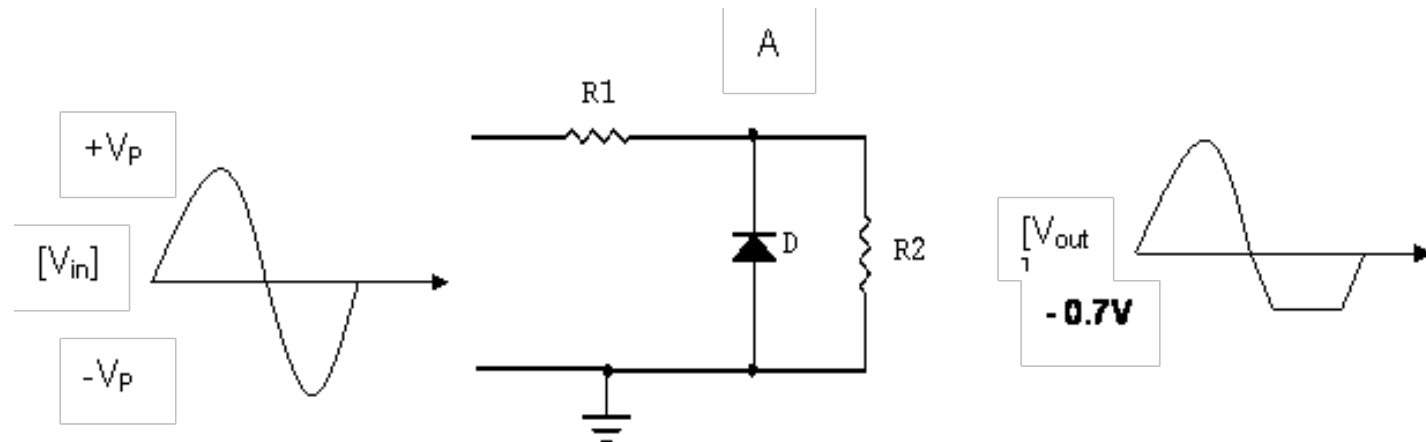
1.1 Gerilim Sınırlayıcı Devreler

- Gerilim sınırlayıcı devreler yapılarına göre girişlerine gelen elektriksel işaretleri işleyerek çıkışlarında elektriksel işaretlerin
- Yalnızca pozitif dalga şeklini değiştirirler.
- Yalnızca negatif dalga şeklini değiştirirler.
- Hem pozitif ve hem negatif dalga şeklini değiştirirler



(a) Pozitif yarı periyodun 0.7V da sınırlanması

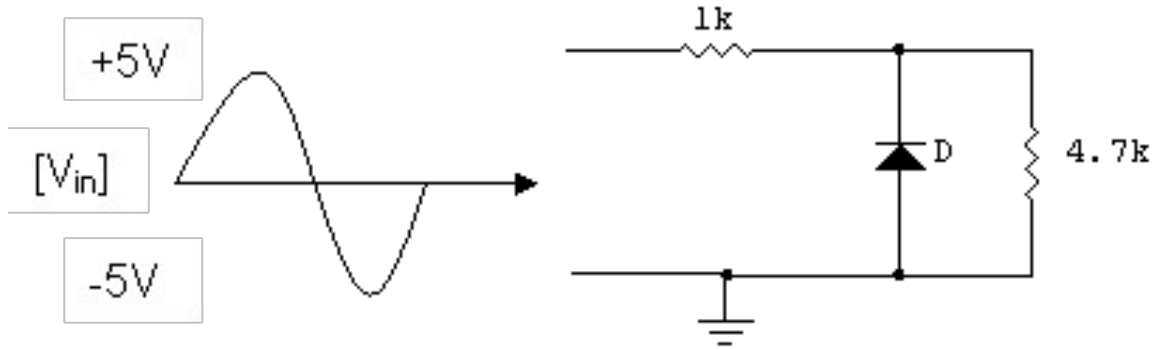
$$V_{out(tepe)} = \frac{R_2}{R_2 + R_1} \times V_{in(tepe)}$$



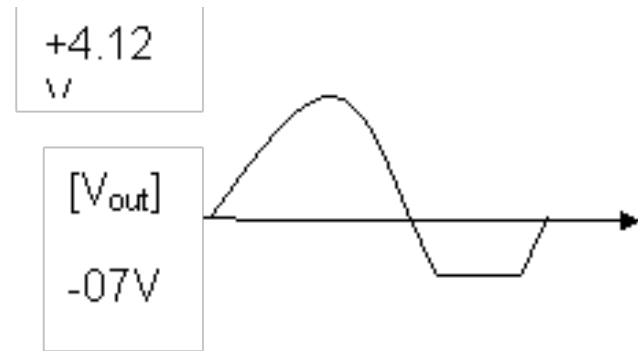
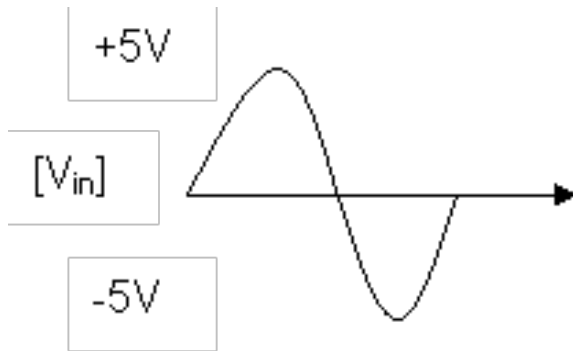
(b) Negatif yarı periyodun - 0.7V da sınırlanması

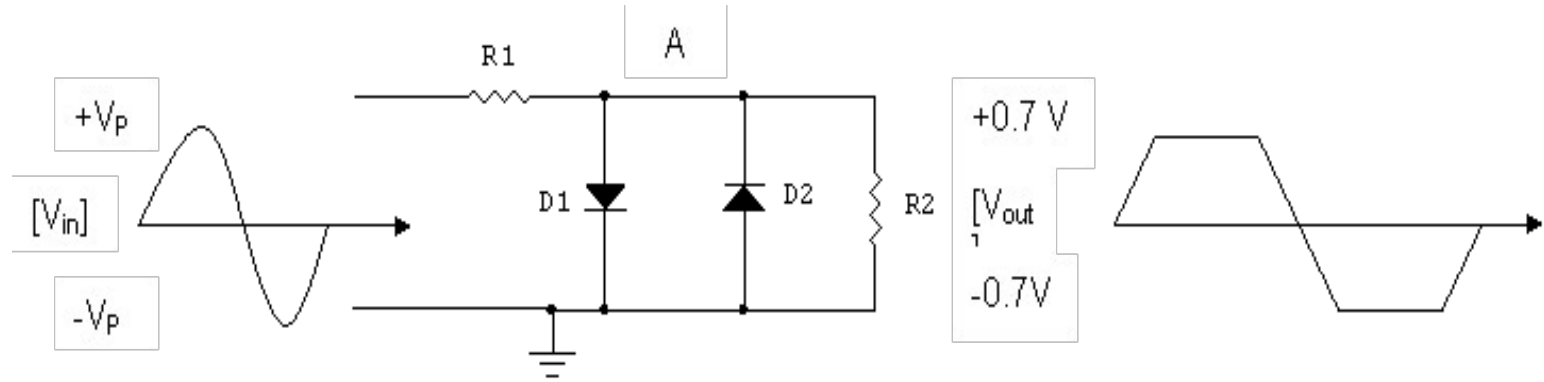
Örnek 2.24

Şekil 2.72 deki devrenin girişine uygulanan elektriksel işareti dikkate alarak, çıkış işaretinin dalga şeklini gerilim değerlerini de belirterek çiziniz.

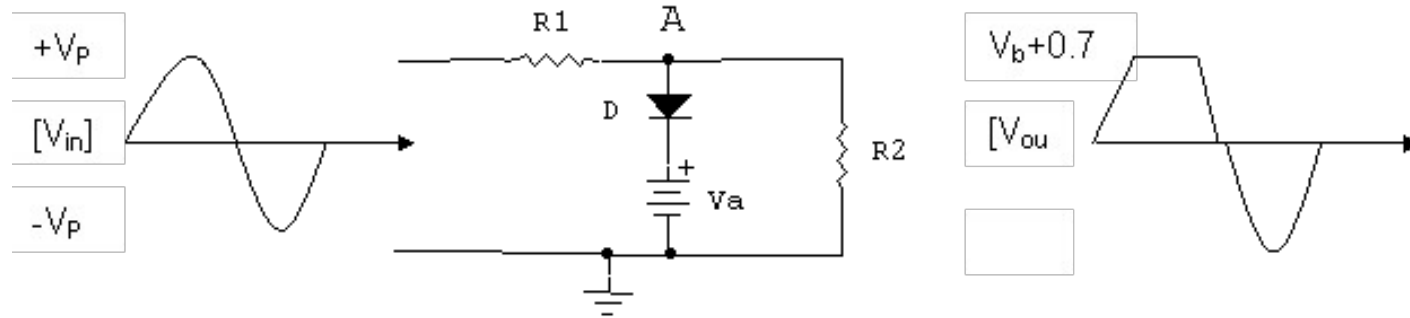


$$V_{out(tepe)} = \frac{R_2}{R_2 + R_1} \times V_{in(tepe)} = \frac{4.7k}{4.7k + 1k} \times 5V = 4.12 V$$

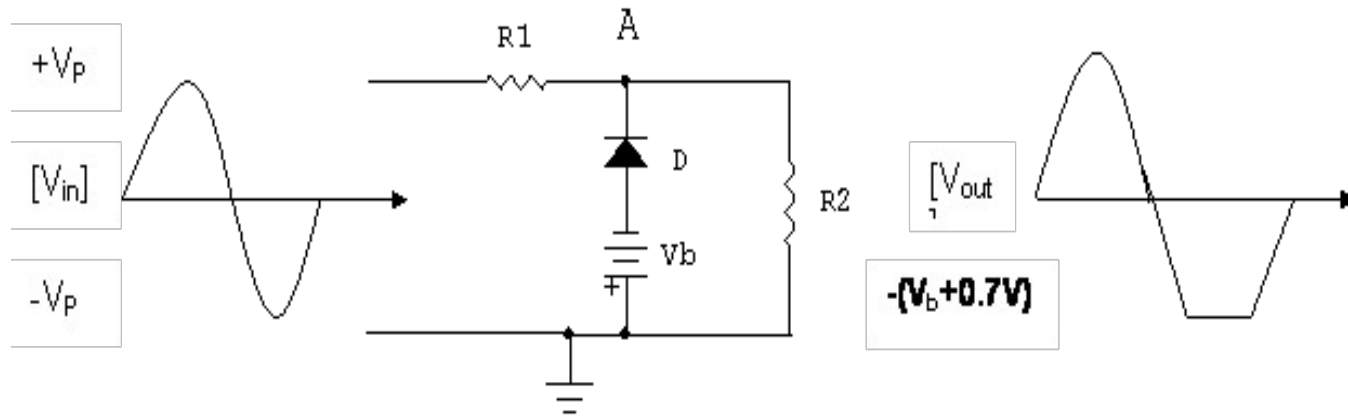




Şekil 2.74 Her iki yarı periyotlarda 0.7V sınırlaması yapan sınırlayıcı



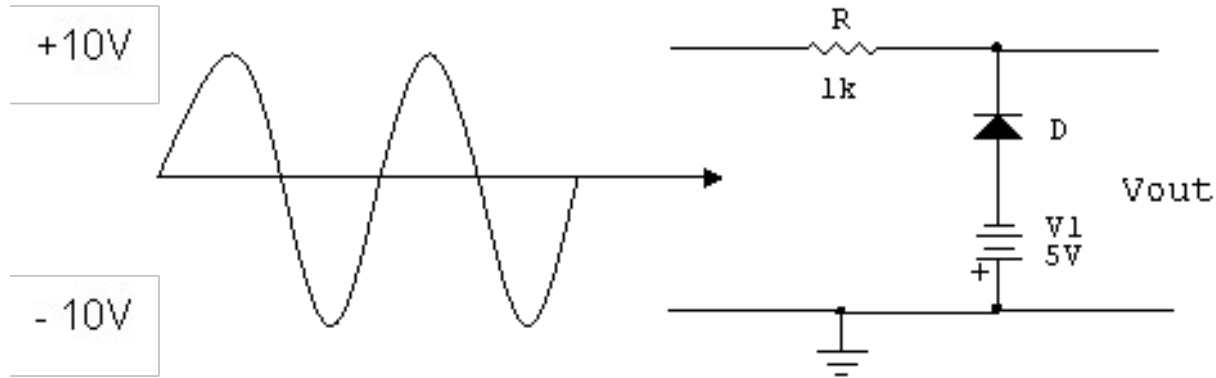
Şekil 2.75 Pozitif yarı periyotlarda $(V_b + 0.7V)$ değerinde bir sınırlayıcı



Şekil 2.76 Negatif yarı periyotlarda $-(V_b + 0.7V)$ değerinde bir sınırlayıcı

Örnek 2.25

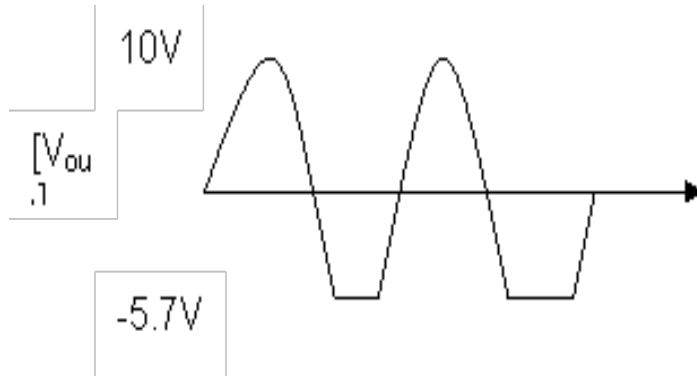
- a) Şekil 2.77 de verilen sınırlama devresinin negatif yarı periyotlarda sınırlama yapabilmesi için girişine uygulanması gereken elektriksel işaretlerin tepe değeri en az kaç volt olmalıdır?
- b) Şekil 2.77 de gösterilen giriş işaretinin devreye uygulandığını düşünürsek, devre çıkışındaki işaretin osiloskop görüntüsünü tepe değerlerini belirterek çiziniz?



a) $V_{AK} = V_A - V_K = 0.7V$ olduğundan ve $V_A = -5V$ olmasından dolayı,

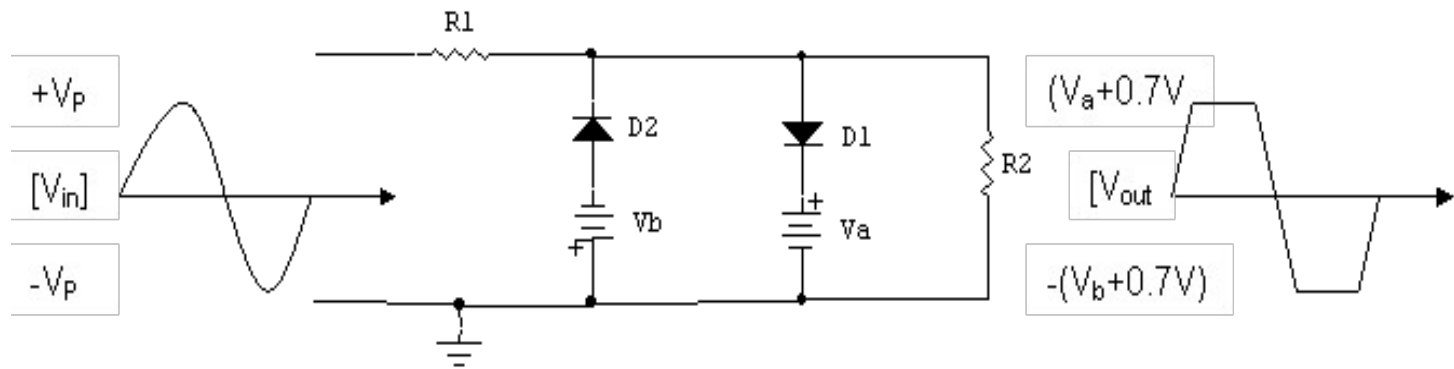
$$V_K = V_A - V_{AK} = -5V - 0.7V = -5.7V \text{ olmalıdır.}$$

b)

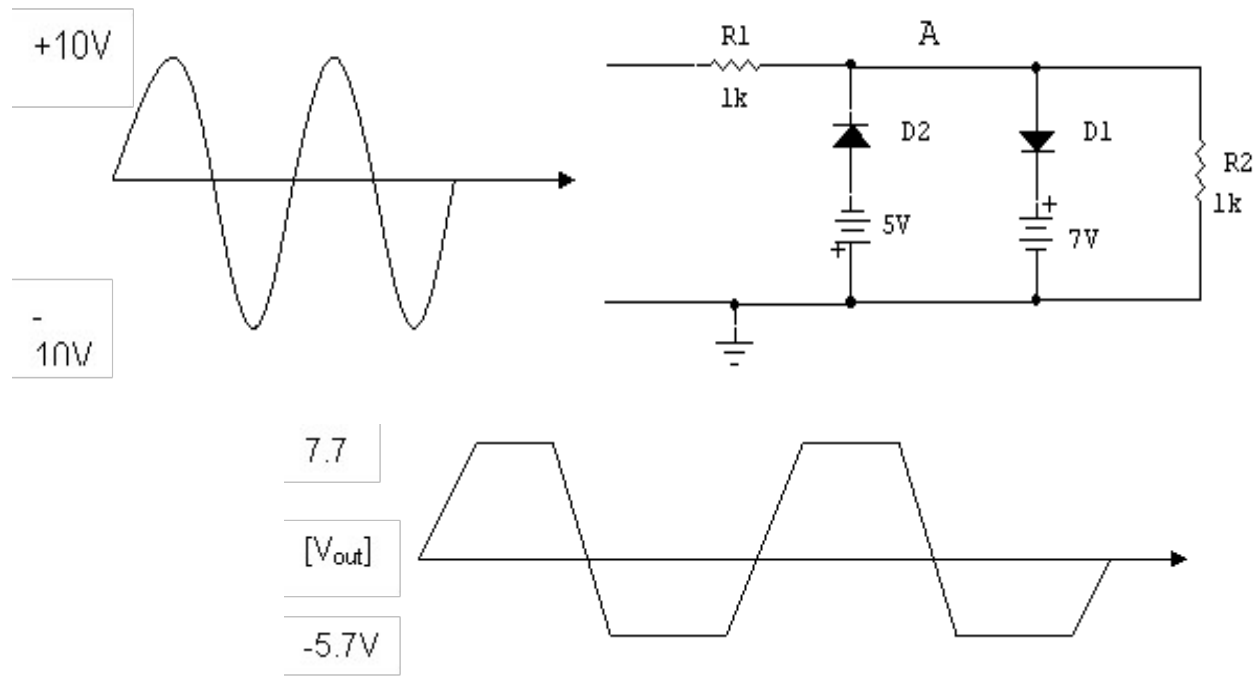


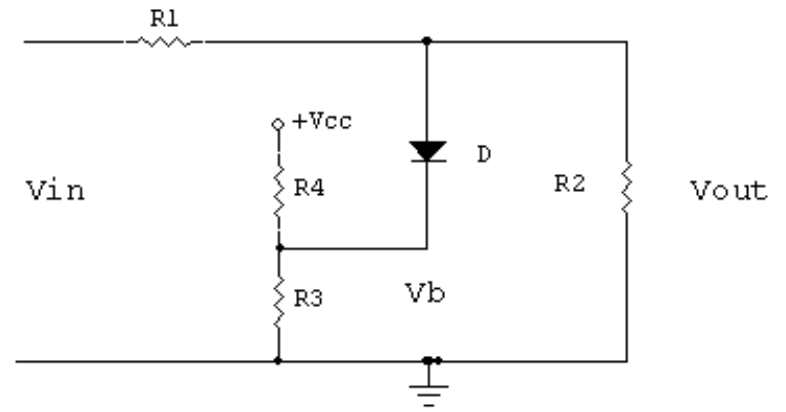
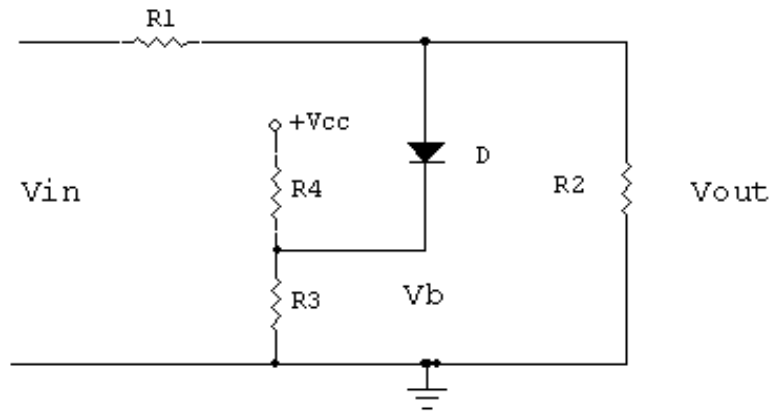
Şekil 2.78

Şekil 2.77 deki devrenin çıkış işareti

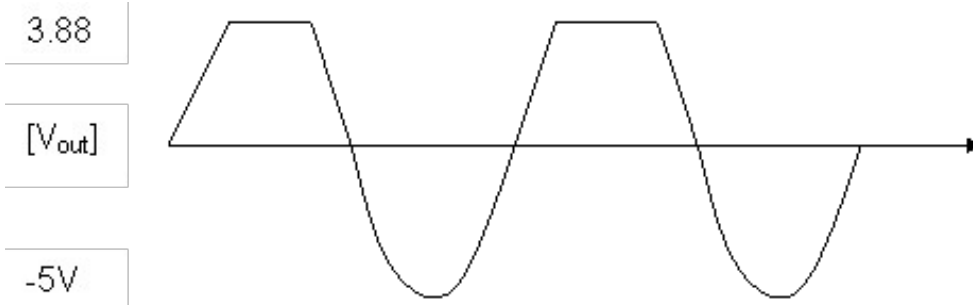
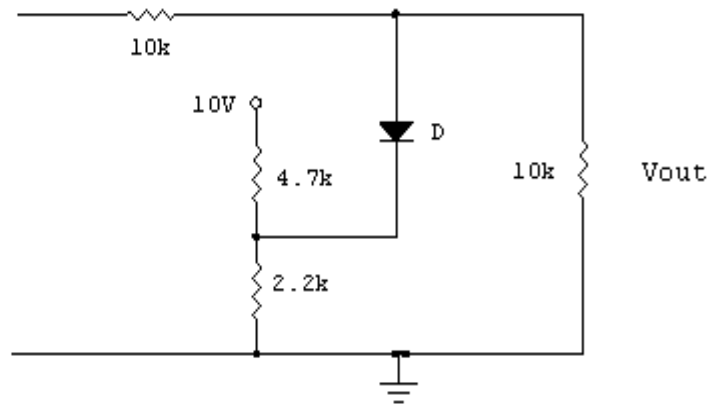
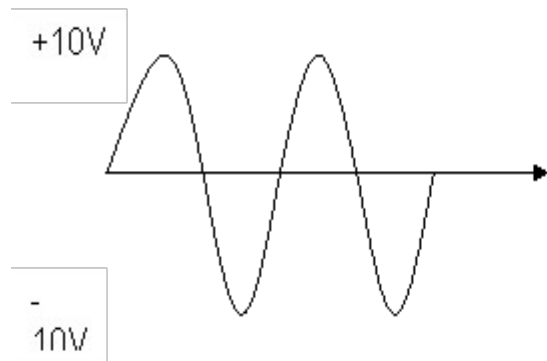


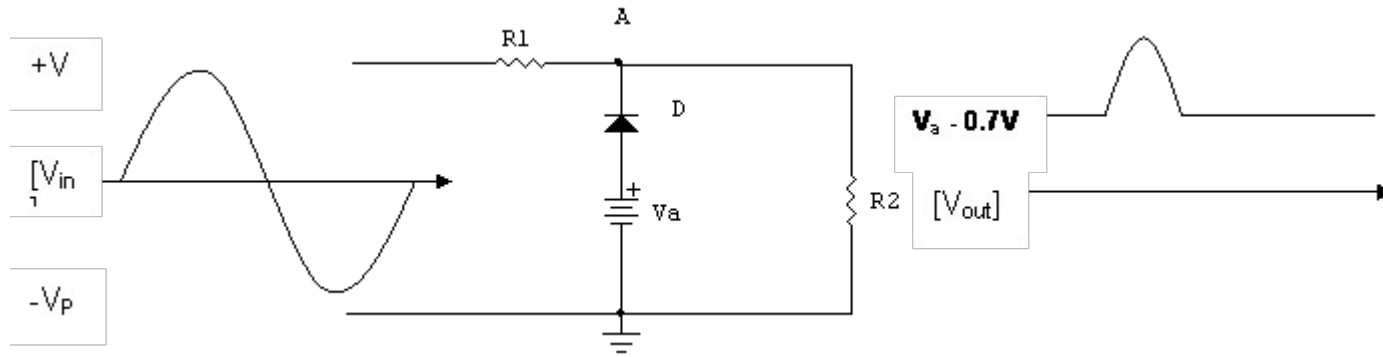
Şekil 2.79 Pozitif ve negatif sınırlayıcı



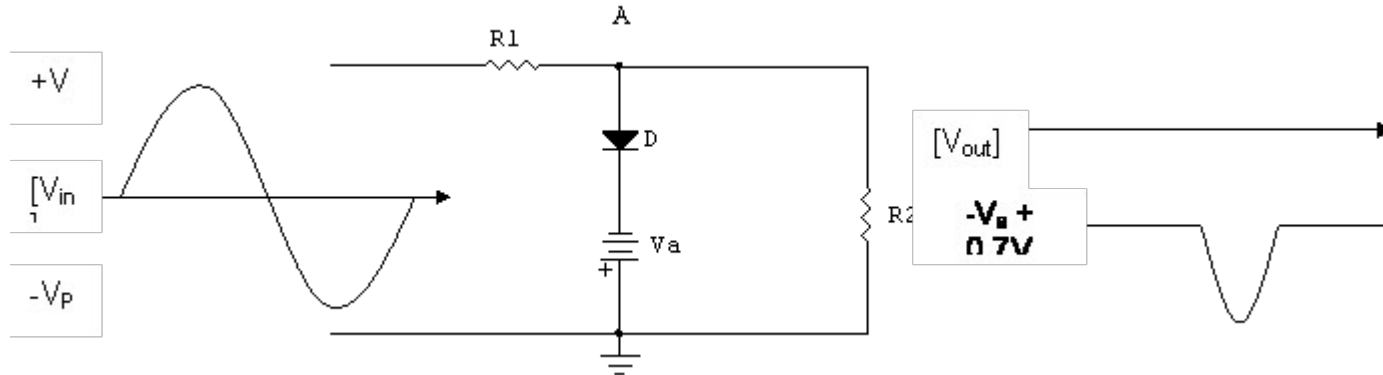


Şekil 2.82 Gerilim bölücülerle gerçekleştirilmiş polarmalı sınırlayıcılar

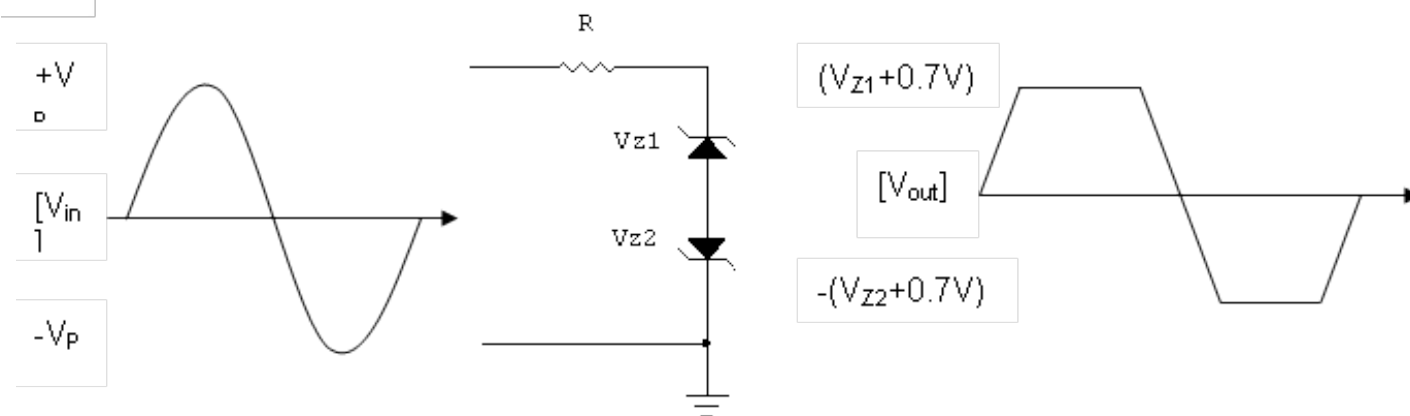
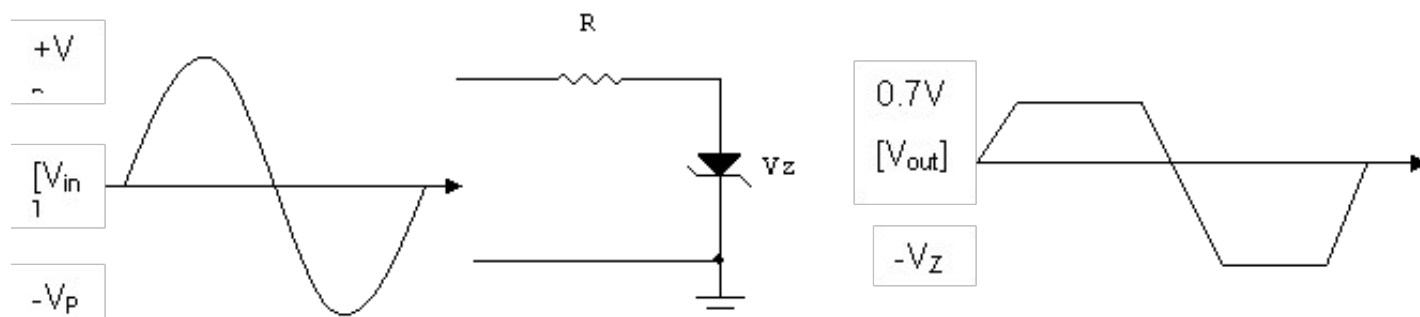
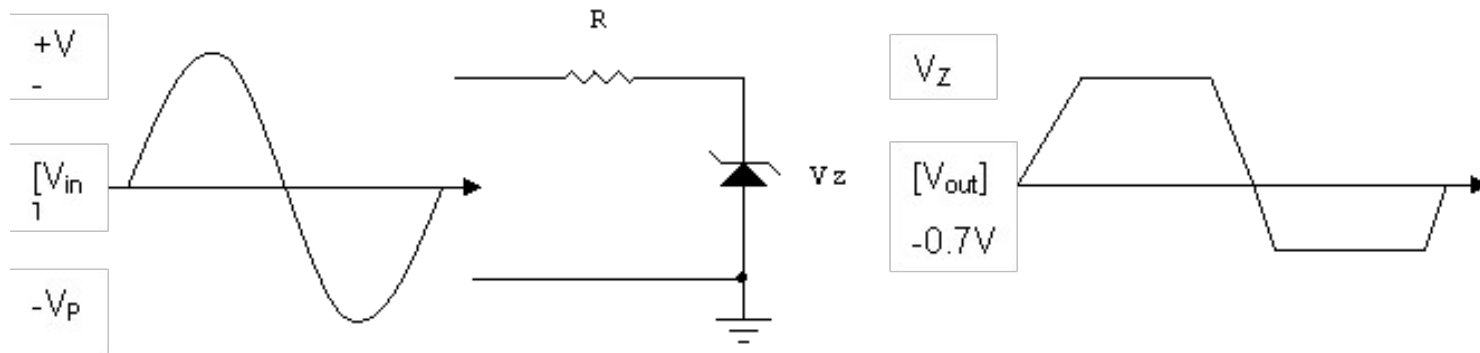


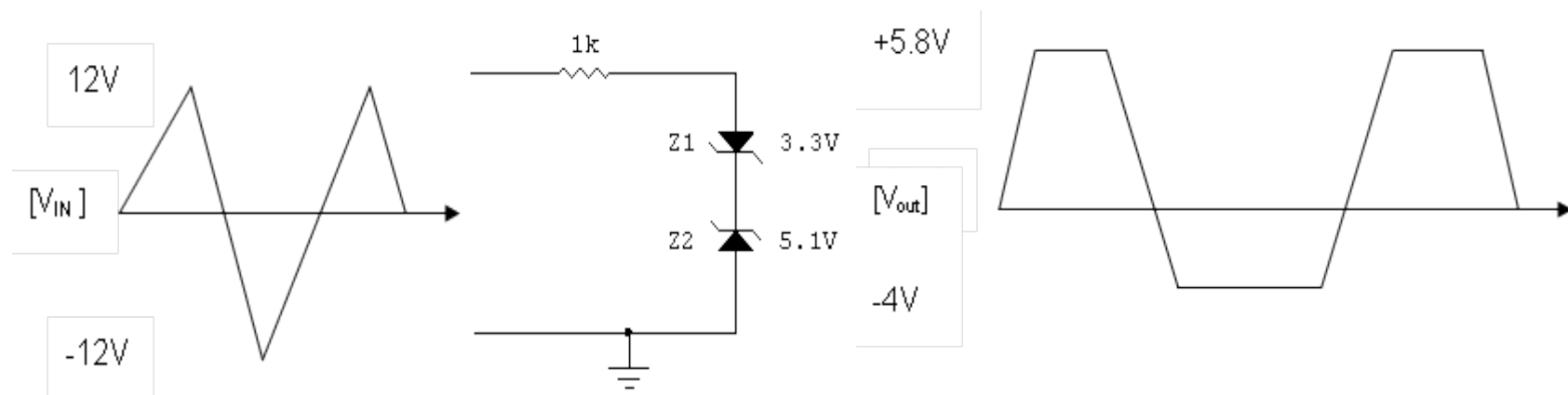
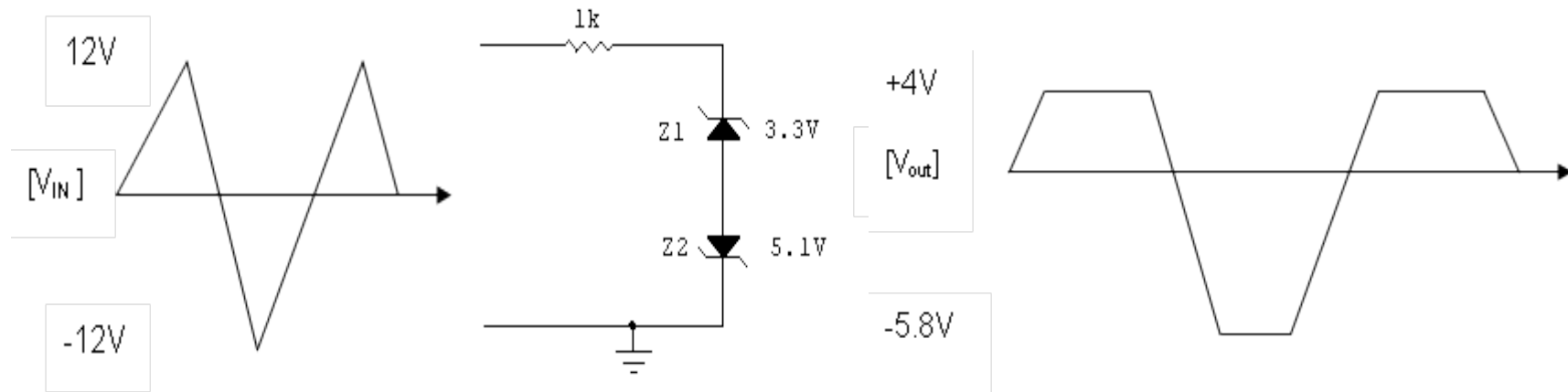


Şekil 2.85 ($V_a - 0.7 \text{ V}$) değerinden küçük giriş işaretlerini sınırlayan devre



Şekil 2.86 $-V_a + 0.7 \text{ V}$ değerinden büyük giriş işaretlerini sınırlayan devre





2.Kenetleyici Devreler

Kenetleyici devreleri, girişlerine uygulanan elektriksel işaretlerin dalga şekillerini bozmadan yalnızca DC bir gerilim ilave ederek çıkışlarına veren devrelerdir.

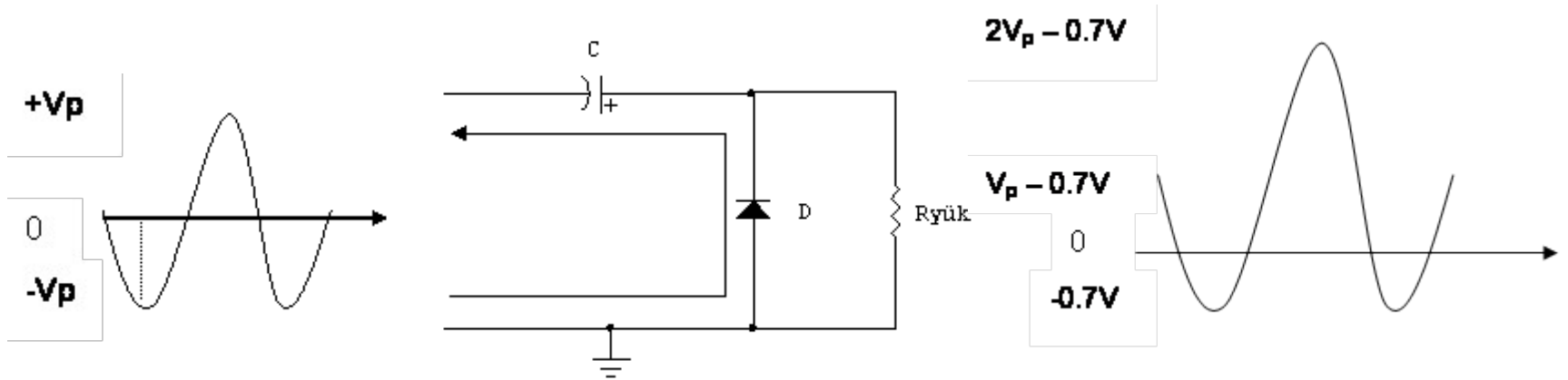
Kenetleyici devreleri giriş işaretlerine ilave ettikleri DC gerilimin polarlamasına göre iki sınıfa ayrılırlar.

Devre çıkışındaki işarete ilave edilen

(i) DC gerilim pozitif ise pozitif kenetleyiciler

(ii) negatif bir DC gerilim ilave edilirse negatif kenetleyici denir.

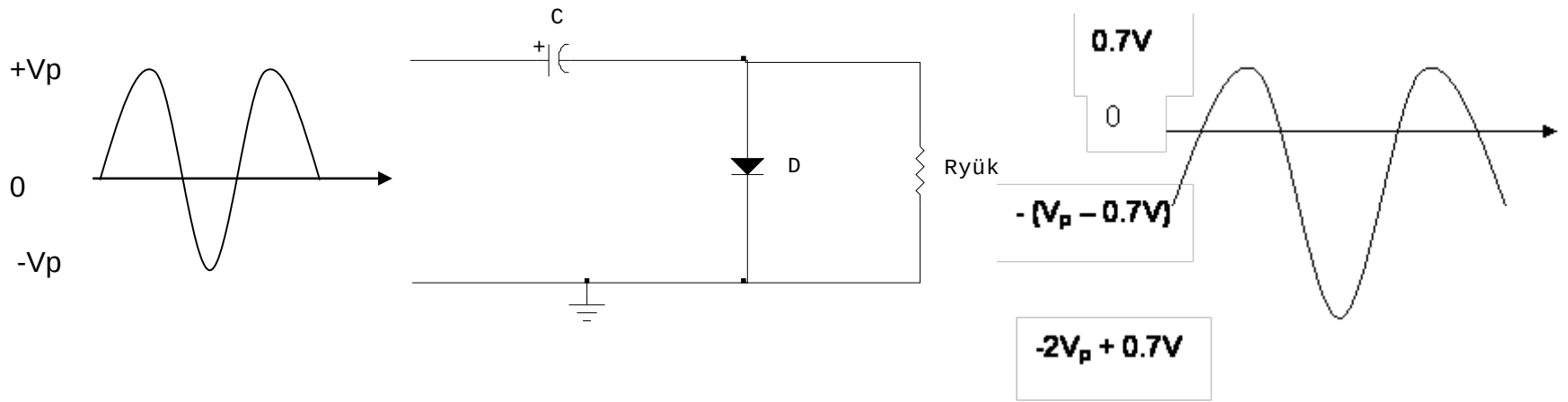
Kenetleyici devrelerde giriş işaretlerine DC gerilim ilave eden eleman elektrolitik kondansatördür.



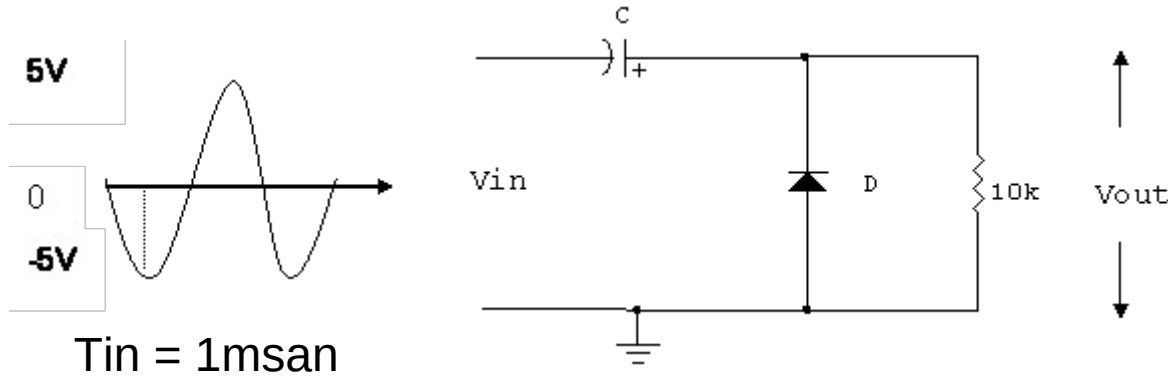
Şekil 2.92 Pozitif kenetleyici devresi

devrenin zaman sabiti ($R_{yük} C$) değerinin giriş işaretinin periyodundan en az on kat büyük olması gerekmektedir.

$$R_{yük} C \geq 10.T_{in}$$



Şekil 2.95 Negatif kenetleyici devresi



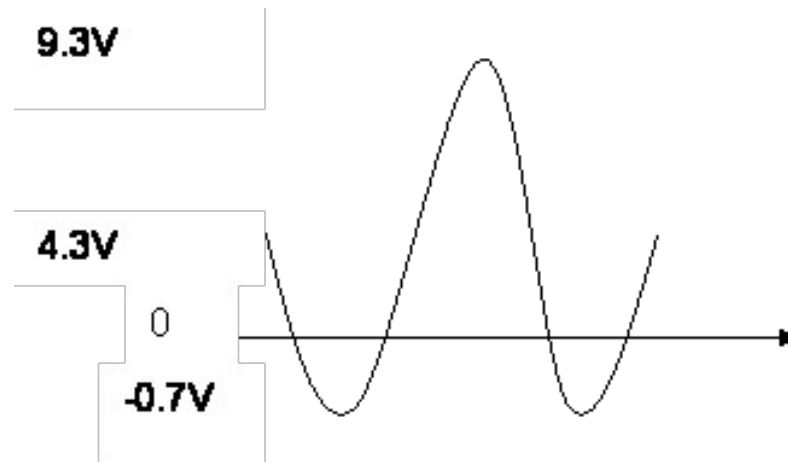
- Devrenin kenetleyici olarak çalışabilmesi için, C kondansatörünün minimum değerini bulunuz
- C kondansatörünün üzerindeki DC gerilim kaç voltdur?
- Devrenin çıkış işaretinin osiloskop görüntüsünü çiziniz

$$10 \text{ k}\Omega \times C \geq (10 \times 1 \text{ ms})$$

$$C \geq \frac{10 \text{ ms}}{10 \text{ k}\Omega}$$

$$C \geq 1 \mu\text{F}$$

$$V_C = V_P - 0.7\text{V} = 5\text{V} - 0.7\text{V} = 4.3 \text{ V}$$

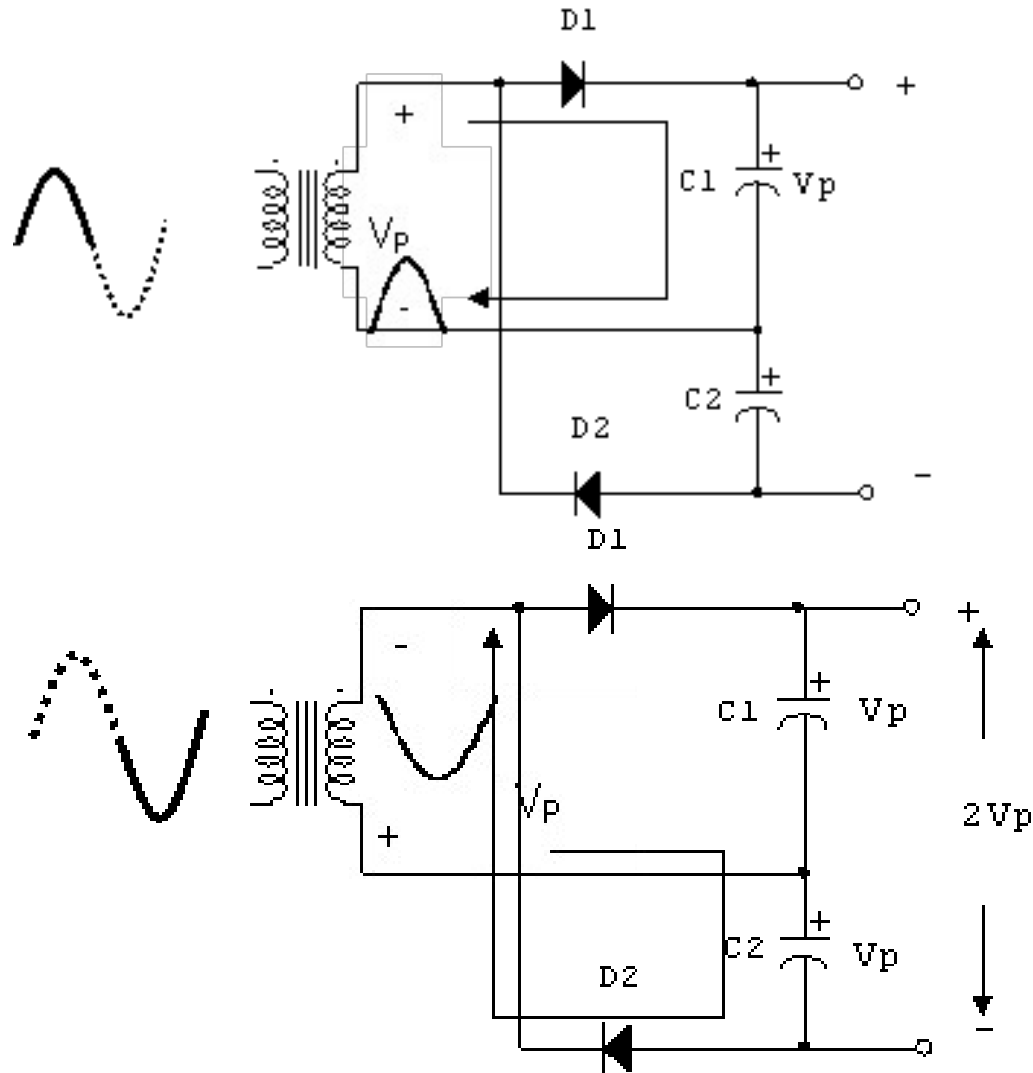


Gerilim Katlayıcıları

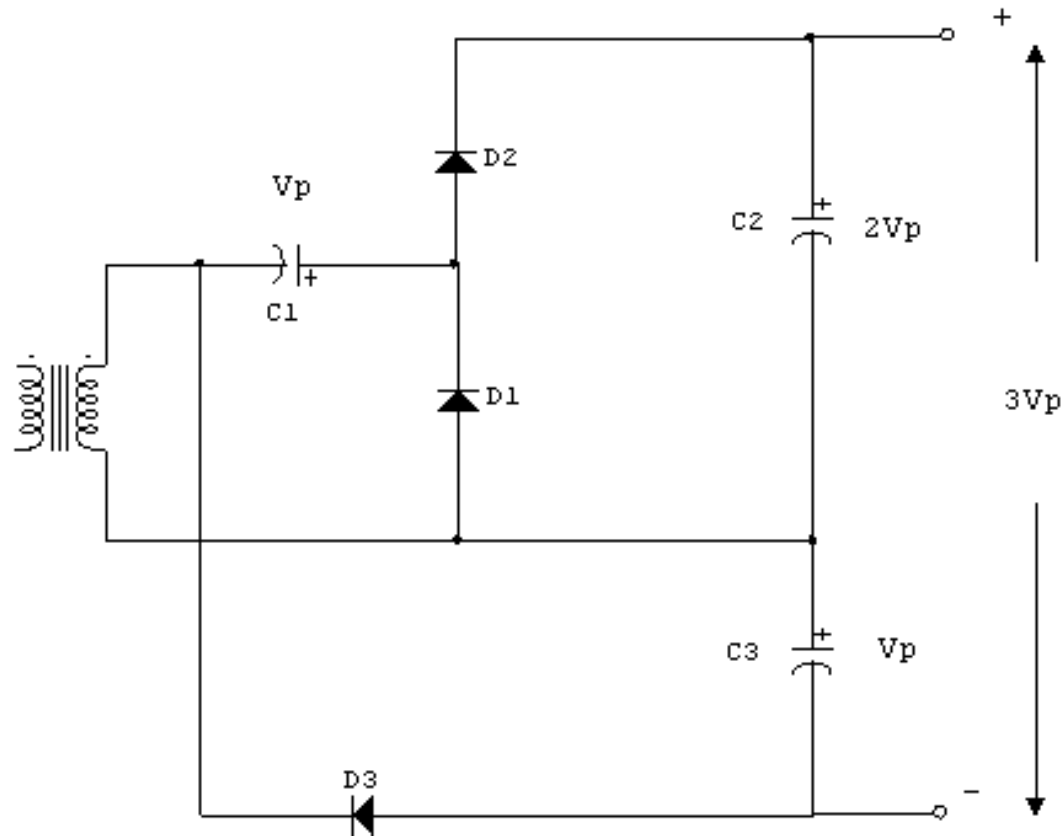
- Gerilim katlayıcı devreler (voltage multipliers) kenetleyici devrelerinin çalışma ilkelerini kullanarak, yeni bir transformatöre gereksinim duymadan, transformatörün sekonder geriliminin tepe değerini kullanarak çıkışlarına bu değer in sırası ile iki, üç veya dört katını DC gerilime dönüştürerek veren devrelerdir.

Gerilim katlayıcı devreleri genellikle çok düşük akım ve çok yüksek gerilim talebinde bulununan yüklerde kullanılır. Örneğin, TV tüpleri (CRT) veya osiloskop tüplerindeki yüksek gerilimlerin sağlanması gibi. Bu kısımda sırası ile gerilim ikileyicileri, ve gerilim üçleyici devreleri incelenecektir.

Gerilim ikileyicisi



Gerilim Üçleyicisi



Örnek

