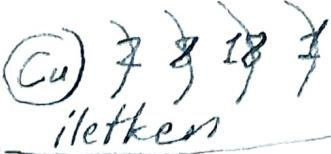


Elektronik

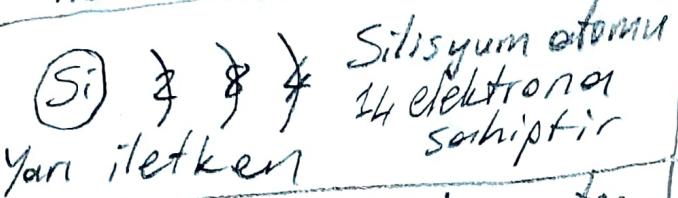
1



Alüminyum atomu 13 elektrona sahiptir



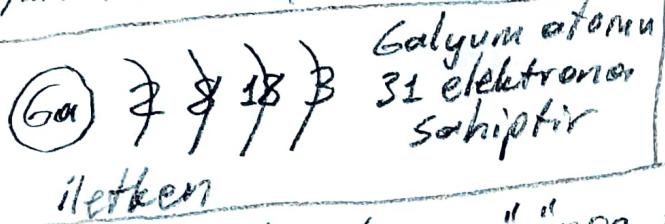
Başka atomu 29 elektrona sahiptir



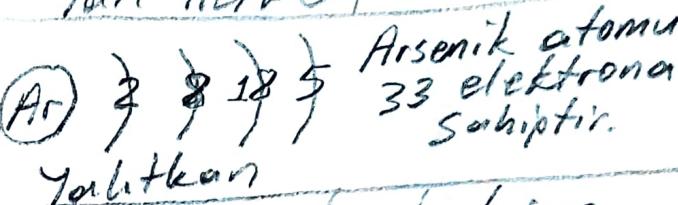
Silisyum atomu 14 elektrona sahiptir



Germenyum atomu 32 elektrona sahiptir.



Galyum atomu 31 elektrona sahiptir



Arsenik atomu 33 elektrona sahiptir.

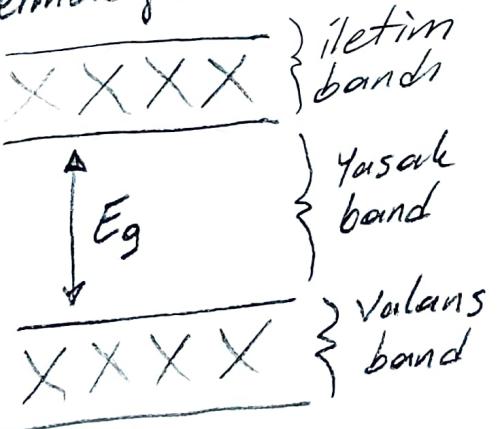
Atomlar kas tane yörünge varsa o kadar band oluştur.
En dış yörüngeye valans band, bu yörünpede bulunan elektronlar ise valans elektronları denir. Valans bandta en fazla 8 elektron bulunur. Valans elektron sayısı 4'ten az ise iletken, 4'ten fazla ise yalıtkandır. 4 ise yarı iletkenlidir.

Valans elektron sayısı ne kadar az ise iletkenlik o derece iyidir. Yarı iletkenlerin iletkenlikleri; iletkenler gibi ne çok iyi, yalıtkanlar gibi ne çok kötüdür.

Bir maddenin iletken hale getirmek ısın dışarıdan bir enerji vermek gereklidir. Bu enerji 3 ayrı band oluşmasını sağlar.

İletkenlerde yasak band yoktur. Valans band ile iletim bandı birbirine biraz geçmiştir.

Valans bandtaki elektronların serbest hale gelmesi ısın gereklili enerji.



$Eg > 5\text{ eV}$ Yarılıtken

$$W = Q \cdot V = (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})(1\text{ V}) = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\left. \begin{aligned} Eg &= 0.67 \text{ eV (6e)} \\ Eg &= 1.1 \text{ eV (Si)} \\ Eg &= 1.43 \text{ eV (GaAs)} \end{aligned} \right\} \text{Yarı iletken}$$

iletken

$$= 1 \text{ eV}$$

Valans elektronları diğer elektronları nazarından otom çekirdeği tarafından daha zayıf çekilirler.

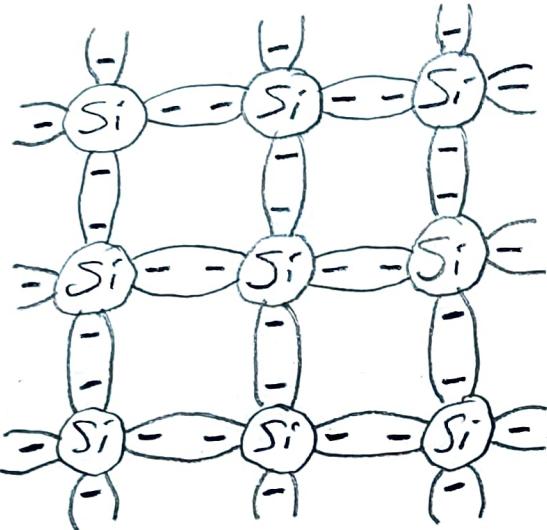
Bu yüzden, serbest hale geçirip maddenin iletkenlik kazanmaları daha kolaydır. iletim bandına geçen elektronlar serbest elektronlardır.

(2)

Proton sayısı elektron sayısının eşit olduğuundan atomlar normalde elektriksel olarak nötrdürler. Dışarıdan elektron alan atom (-) yüklü iyon, dışarıya elektron veren atoma (+) yüklü iyon denir.

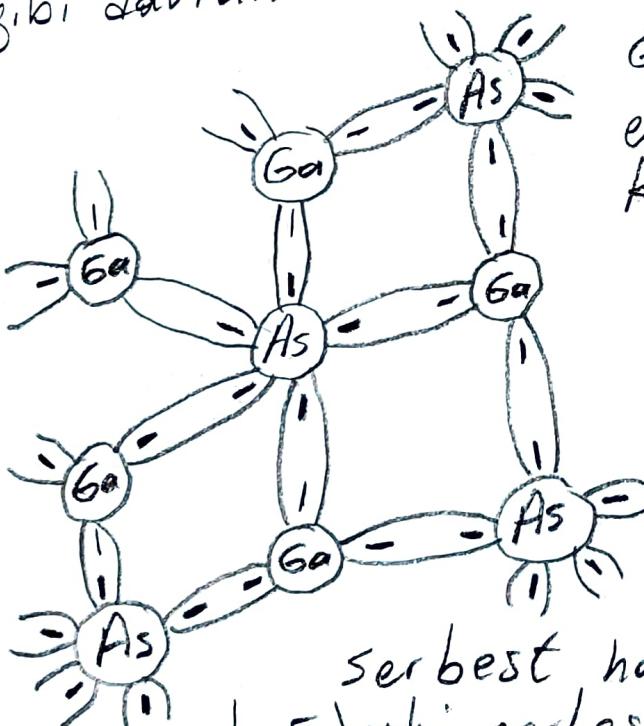
Serbest elektronların terk ettiği yerlerde oyuklar oluşur. Serbest elektronlar negatif yüklü, oyuklar ise pozitif yüklidir.

Elektronik cihazların yapımından en çok kullanılan yarı iletkenler Si, Ge, GaAs maddeleridir.



Si ve Ge gibi yarı iletkenler, yabancı atomlardan arındırılıp saflaştırıldıklarında oldukça düzgün bir kristal yapıya sahip olurlar. Dış yöringe dehisi varans elektronların paylaşımıyla oluşan bu yapıya Kovalent Bağ denir.

Kovalent bağda her atom 8 valans elektronu sahipmiş gibi davranır. Kovalent bağ gensekte 3 boyutluur.



Galyum 3, Arsenik 5 valans elektronlu sahipmiş olsa da, kovalent bağ oluştururlar.

Kovalent bağ, her ne kadar sağlam bir yapıya sahip olsa da, varans elektronlar doğal sebeplerle dışarıdan yeteri kadar kinetik enerji alıp bağdan koparak,

serbest hale gelebilirler. Kovalent bağdaki serbest elektronların diper valans elektronlara oranı trilyonda bir gibi çok düşük bir seviyedendir.

Si ve Ge maddeleri 10 milyonda bir gibi çok yüksek bir saflıkta üretilebilir. Bu maddelere milyonda bir gibi katki maddesi ilavesi, onları nispeten iyi bir iletken'e dönüştürür. (3)

Si atomunun valans elektronları 3. yörünpede iken, Ge atomunkiler 4. yörünpede olduğundan, Ge atomunun valans elektronlarını koparmakla daha kolaydır.

Si ve Ge maddeleri çok miktarда bulunmakta ve kolay elde edilmektedir. Ge maddesi kullanılarak 1939 yılında Diyon, 1947 yılında Transistor keşfedilmiştir. Ge maddesi sıcaklığın karşı hassas olduğundan o dönemde kullanılan diyon ve transistörler yeterince güvenilir ve sağlam değildi. Daha sonra teknolojinin gelişmesiyle Si maddesi yüksek saflıkta üretilmistiir.

N tipi Malzeme

Si ve Ge gibi yarı iletken bir malzemeye 5 valans elektronlu yabanlı atomlar katılmışla elde edilir. 5 valans elektronum 4 valans elektronu kovalent bağa katılır. 5 elektron serbest haldedir. Oda sıcaklığında, bir 10^{-2} Si malzemede her 10^{12} atoma yaklaşık 1 serbest elektron düşer. Katki dozeyi 10 milyonda 1 olursa, $\frac{10^{12}}{10^7} = 10^5$ yani taşıyıcı yoğunluğu 100.000 kat artar. Taşıyıcı yoğunluğunun derece yükseliş ise iletkenlik o derece iyidir.

N tipi malzemede elektron sayısı oyuk sayılarından fazla olduğundan elektronlar yoğunluk taşıyıcı, oyuklar ise azurlik taşıyıcıdır. Yani, elektronlar akım taşıyıcıdır. Verici (Donör) atomun 5. elektronu atomdan ayrıldığında atom pozitif yüklü olur. Donör iyonu $(+)\text{ simgesiyle}\text{ possterrilir}$.

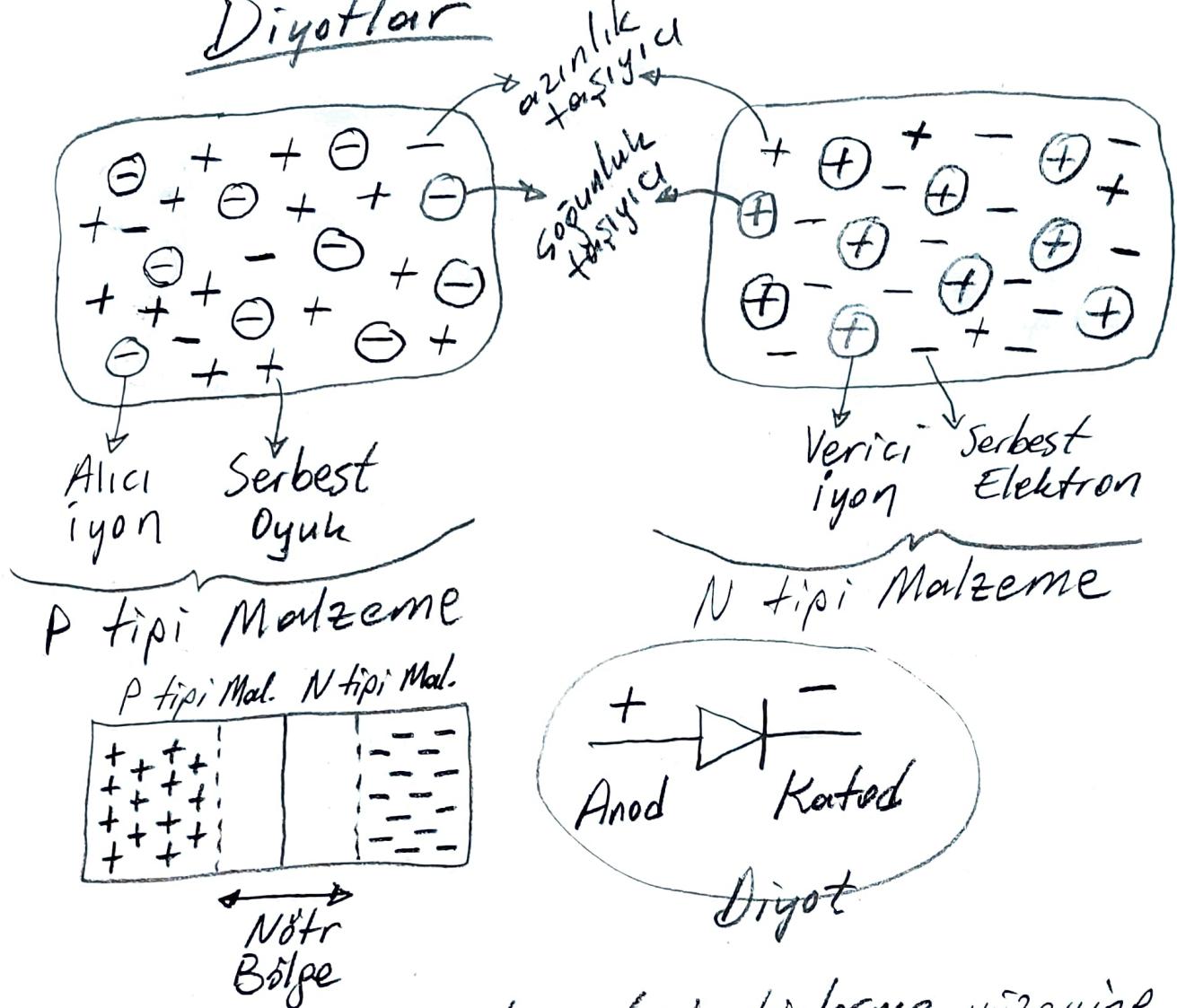
P tipi Malzeme

Si ve Ge gibi yarı iletken bir malzemeye 3 valans elektronlu yabanlı atomlar katılmışla elde edilir. 3 valans elektron kovalent bağa katılır. 4 elektron olmadığı için bir oyuk oluşur. Kısık bir enerji ile bu oyuk konusunda elektron veren atomda bir oyuk oluşur.

P tipi malzemede oyuk sayısı elektron sayılarından fazla (4) olduğundan oyuklar soğutuluk taşıyıcı, elektronlar arızılık taşıyıcıdır. Yani, oyuklar akım taşıyıcıdır.

Alici (Ekseptör) atomunun bir elektronu eksik olduğu için dışarıdan bir elektron alınca negatif yük olur. Ekseptör iyonu Θ^- simgesi ile gösterilir.

Diyotlar

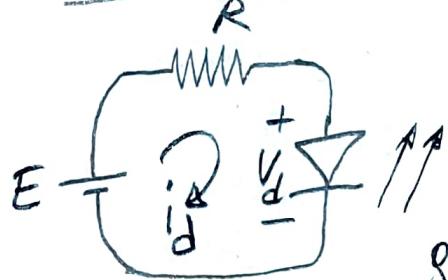


Diyot

P tipi ve N tipi malzemelerin birleşme yüzeyine yakın kısımlarındaki oyuklar ve elektronlar birleşerek yüksüz halde gelirler. Oluşan nötr bölge, akım taşıyıcı olmadığından, yalıtkan özelliğini gösterir. Katan diğer oyukların ve elektronların birleşmesine engel olur.

İşik Yayan Diyot (LED-Light Emitting Diode)

5



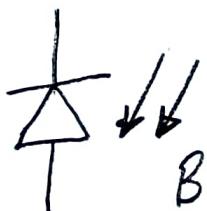
Doğru polarimada yeterli düzeyde gerilim olursa ışma yapan şeffaf muhafazaklı diyottur. Diyot, üzerinde geçen akımla doğru orantılı bisinde ışık yayar. ışma yapabilmesi ışın bilesin yüzeyine

(Jonksiyon) GaAs (Kırmızısı), GaAsP (Kırmızı), GaP (Yeşil), GaN (Mavi) gibi maddeler katılır.

Kırmızısı (insan gözü göremez) ışık yayamına infraruj LED denir. Infraruj LED, uzaktan kumandalı sistemlerin verici kısmında bilgi aktarımı için kullanılır. Diğerleri gösterge lambası ve ekranlarda kullanılır.

Si ve Ge maddeleri, LED'in yapısında tercih edilirler. Çünkü bu maddeler akım geçişini sırasında ışıkta ziyade sıcaklık ıretirler.

Foto Diyot



Devreye ters bağlanır. ışığa karşı duyarlı olarak iletme geçer. Yarı iletkenler; ışık ve ışık şeklindeki enerjilere duyarlıdır.

Bu duyarlılık, çalışma anında istenmeyen etkilerle sebep olabilir, bu durumdan yararlanılarak bare kontrol devreleri tasarlanabilir.

İşik tipki elektrik gibi bir enerji geçidi olup, yarı iletken maddelerin is direnclerini düşürerek ıglarinden akım geçmesine sebep olur.

Ters polarimada bilesin yüzeyine ışık düşene kadar diyot yanmaz. Ters polarimada, diyottan geçen sızıntı akımı ışın ışınlık faktör kararlılığıne oranla 100 ile 1000 kat arasında artabilir. Kumandalı araçlarda ve ışık sensörlerinde kullanılır.

Sotki Diyot



N tipi yarı iletken bir malzeme ile metalin (Altın, Gümüş, Platin vb.) birleşmesinden elde edilir. ⑥

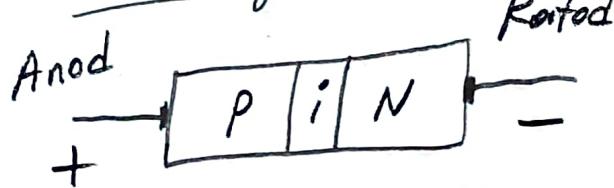


N tipi yarı iletken malzemelerin katkılıma düzeyi yükseltilir.

N tipi malzemedeki elektronlar bileşin yüzeyini aşarak metale geçerler. Yarı iletken tarafından boşalmış bir bölge, metal tarafından elektronlardan oluşan negatif bir duvar oluşur. Böylece elektron akışı son bulur. Boşaltılmış bölgenin genişliği çok kısıtlı olduğundan doğru polarmada gerilim değişimlerine karşı hızlı cevap verir. Doğru polarmada gerilim 0.3V civarındadır. Ters polarmada, sızıntı akımları ve dayanım gerilimleri normal diyotlara oranla daha düşüktür.

Yüksek frekanslarda, gerilimin hızlı durum değiştirmesine karşılık verebildikleri için, sotki diyotlar dedektör, modulator, demodulator devrelerinde, anahtarlama devrelerinde ve yüksek hızlı logik entegrelerde kullanılır.

Pin Diyot



Katod

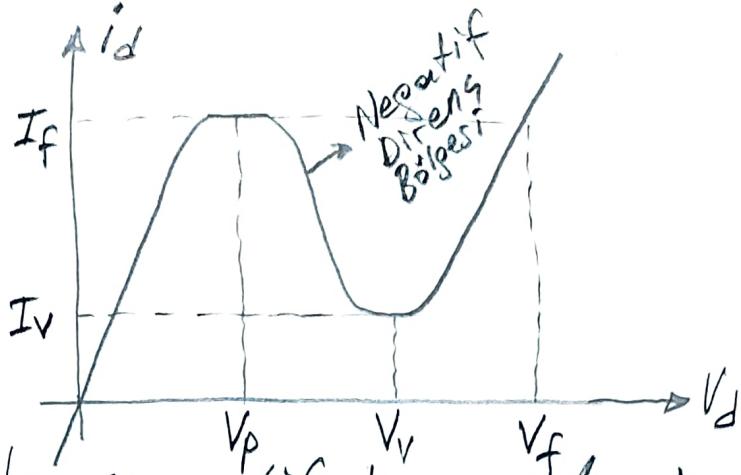
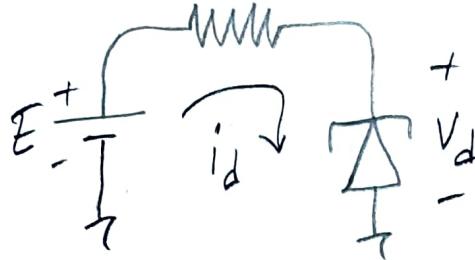
Yüksek oranda katkılanmış P ve N tipi Si malzemeler arasında katkısız yarı iletken Si malzemenin eklenmesiyle elde edilir. Katkısız bölge direnci diğer bölgelere oranla çok büyükterdir. Doğru polarmada ayarlanabilir direnç özelliğini gösterir. Ters polarmada neredeyse sabit değerli bir kapaçitor gibi davranışır.

Pin diyotlar ; modulator, limitör, zayıflatıcı ve anahtarlama devrelerinde kullanılır.

Pin diyotlar yüksek frekanslı, derre uygulamalarında ayarlanabilir direnç olarak kullanılır.

Tunel Diyot

(7)



Ters polarizasyon altında negatif direnç bölgesinde galistirilirlar. Nötr bölge genişliği çok dar olduğundan anahtarlama hızları ($\sim 10 \text{ GHz}$) çok yüksektir. Yüksek frekanslı devrelerde en çok yükseltes ve osilatör elementi olarak kullanılır.

Güç tüketimleri 1 mW civarındadır. Ancak güç sarfı atları çok düşüktür. Negatif dirençli bölgelerde kulanıldıkları için kontrolleri zordur.

Negatif direnç sayesinde kaynaktan geçen akımı artırmaktır, dolayısıyla devredeki gücü yükseltmektedirler.

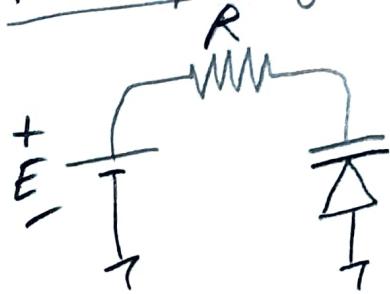
Gün Diyotu

Yüksek gücü gerektiren devrelerde genellikle gün diyotları kullanılır. İçerisinden çok fazla akım gereği için soğutucuya ihtiyaç duyular. Dayanma gücü 2 W 'ın üstindedir. $1000 \text{ A}'e$ kadar dayanabilenler vardır.

Si yarı iletkenler diğer yarı iletkenlere göre daha dayanıklı olduğunu için tercih edilirler. Diyotta yüksek akım geçmesi için PN bilesiminin geniş ve ileri yön direncinin küçük olması gerekmektedir.

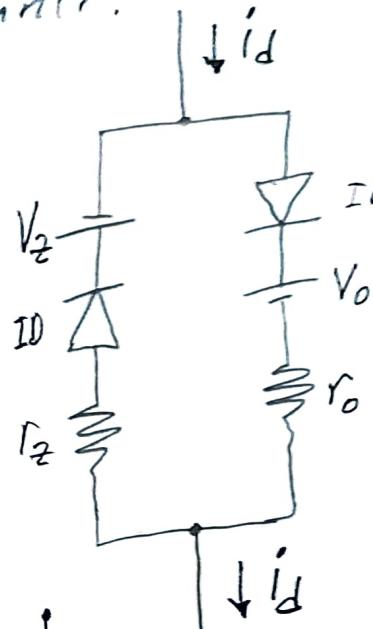
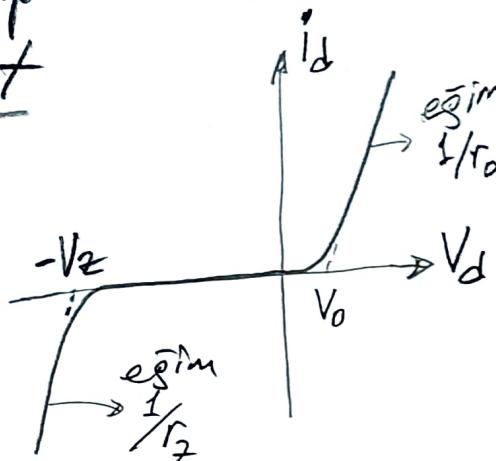
Gün diyotları genellikle yüksek AC gerilimini DC gerilimine sevirendoğrultucu devrelerde kullanılır.

Varikap Diyot



Ters polarizada çalışır.
Ters polarizasyon gerilimi arttıkça
nötfür bölge genişler, buna karşılık
kondansatör değeri düşer.
Ters polarizma altında ayarlanabilir kapasitör
olarak kullanılır. Tüm diyotlar ters polarizasyon
altından kapasitör gibi davranış.

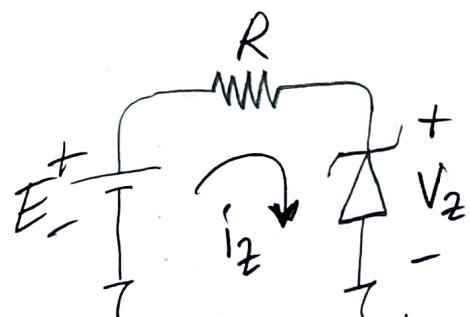
Zener Diyot



Zener diyot gerilim dizenleyici
devrelerde sıkılıkta kullanılır.

zener diyot
zener bölgesinde
kullanılır.

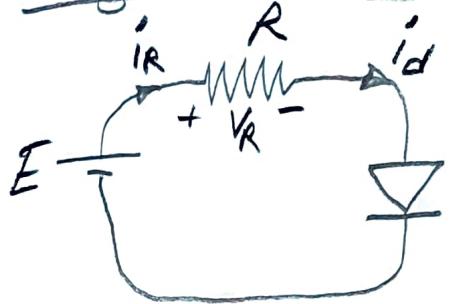
$$\frac{I}{r_2} \approx \frac{I}{r_2} V_2 / g \text{ direnç ihmal edilirse}$$



Doğru polarizada normal diyot
gibi davranışır. Ters polarizada
üzerindeki gerilim zener voltajının
altından ise diyot yahut mindaşır. Çok az akım
(sıvıntı akımı) geçer. Zener voltajının üstünde
ise akım geçer. Bu akım seri bir direnç ile
sinirlendirilmaz ise zener diyot bozulabilir.

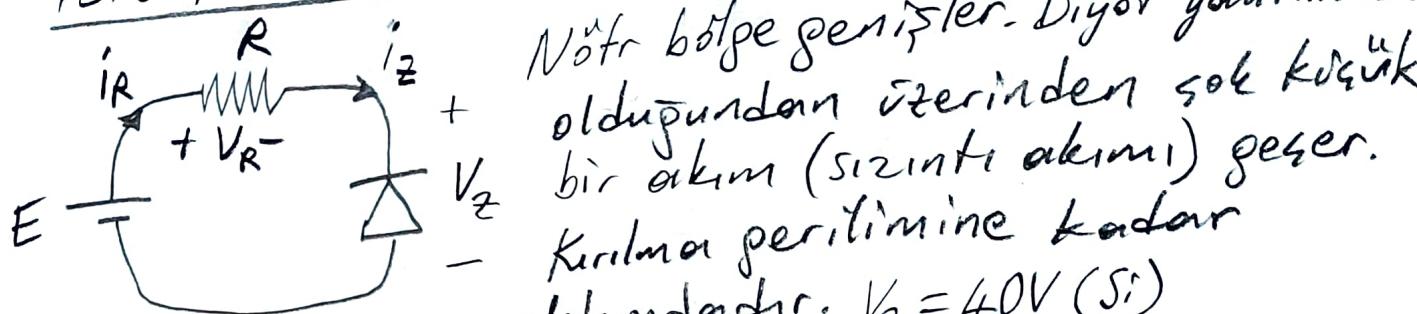
Ters polarizasyon gerilim regülatörü
(dizenleyici) olarak kullanılır.

Doğru Polarma (İleri Önerilimleme)

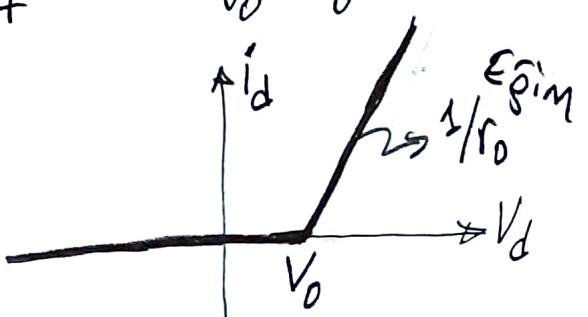
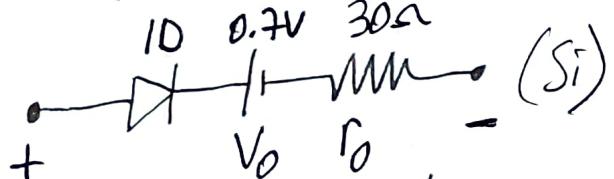
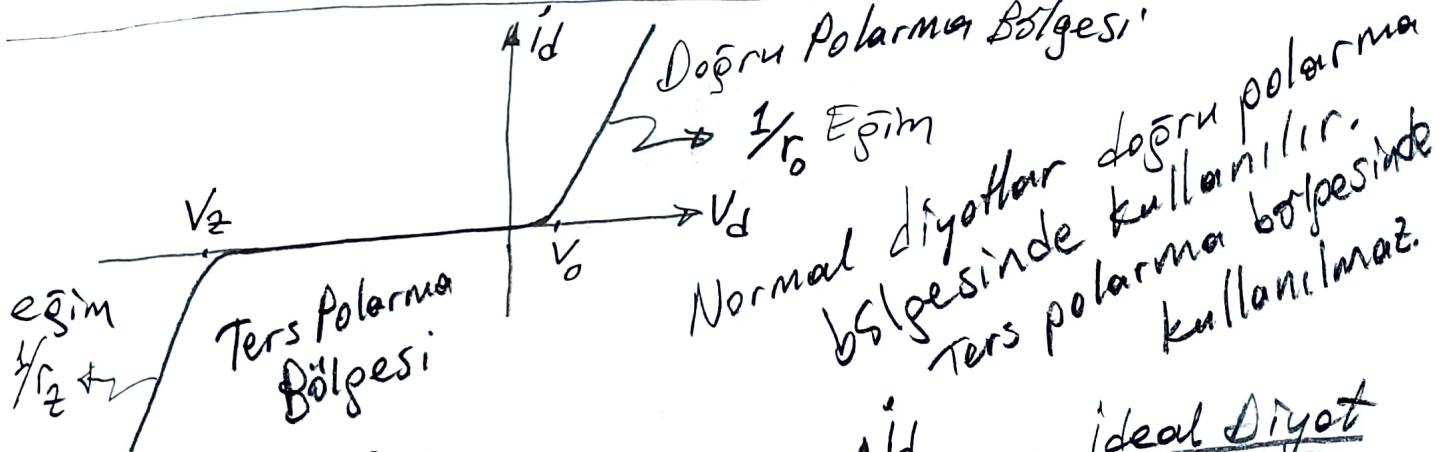


Nötr bölge konutur. Esik gerilimi
gesilince akımın karşı kısım
bir direnç gösterir. Fazla akım
sekerse dijot bozulabilir.
Akım geçişini azaltmak için
seri dirençler bağlanır. Esik gerilimi Si için 0.7V,
Ge için 0.3V civarındadır.

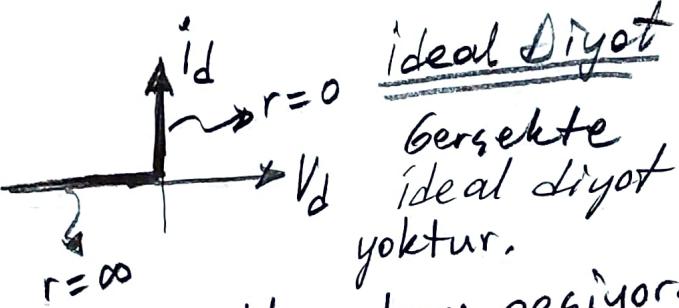
Ters Polarma (Ters Önerilimleme)



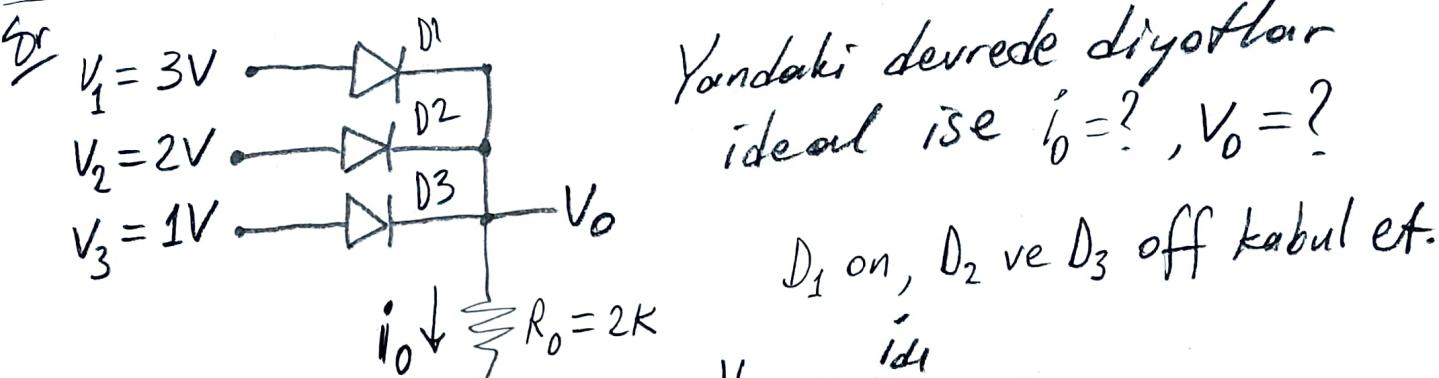
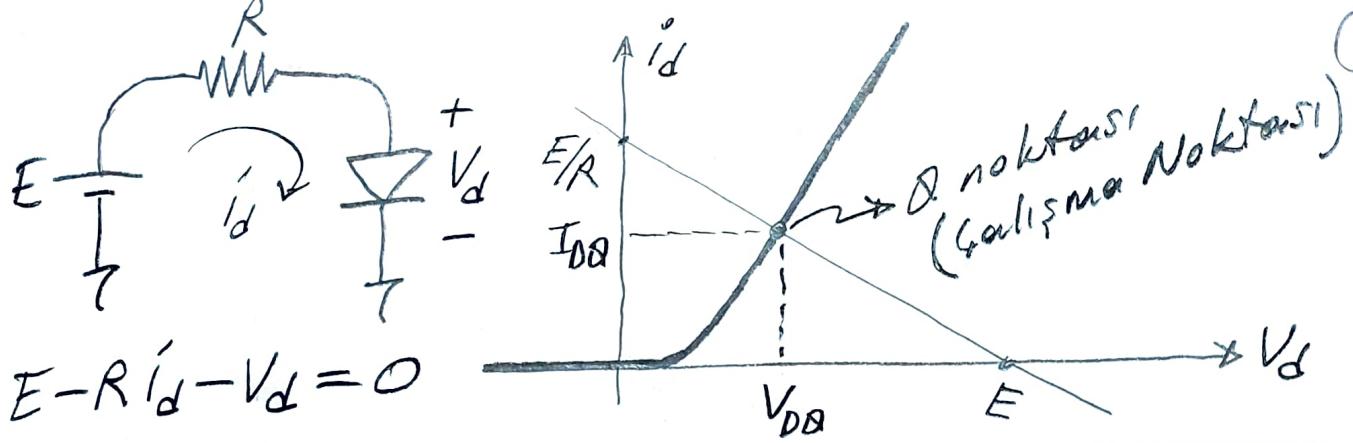
$E < V_z$ için $i_z = I_s \approx 0$ Nötr bölge genişler. Dijot yahutundan
olduğundan üzerinden çok küçük
bir akım (sıvı akımı) geçer.
Kirılma gerilimine kadar
yahutundadır. $V_z = 40V$ (Si)
Normal dijot zener bölgelerinde
kullanılırsa bozulur.



Normal dijotlar doğru polarma
bölgelerinde kullanılır.
Ters polarma bölgelerinde
kullanılmaz.



ideal dijotlar akım geçirirsa
 $V_d = 0$ alınır. Akım geçmeyen
ise yani $i_d = 0$ ise
 $V_d < 0$ olur.



$$V_0 = V_1 = 3V$$

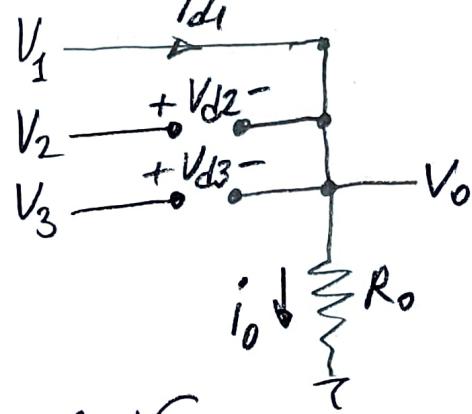
$$i_0 = \frac{V_0}{R_0} = \frac{3V}{2k} = 1.5mA$$

Diyoottları kontrol et

$$i_{d1} = i_0 = 1.5mA \quad \checkmark$$

$$V_{d2} = V_2 - V_0 = 2V - 3V = -1V < 0 \quad \checkmark$$

$$V_{d3} = V_3 - V_0 = 1V - 3V = -2V < 0 \quad \checkmark$$



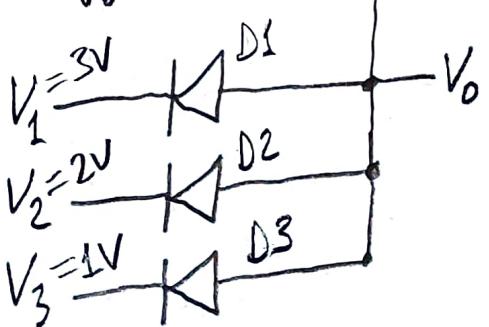
ör

D_1 ve D_2 off, D_3 on kabul et.

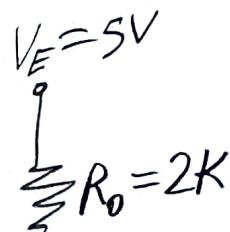
Diyoottları ideal

ise $i_0 = ?$ ve

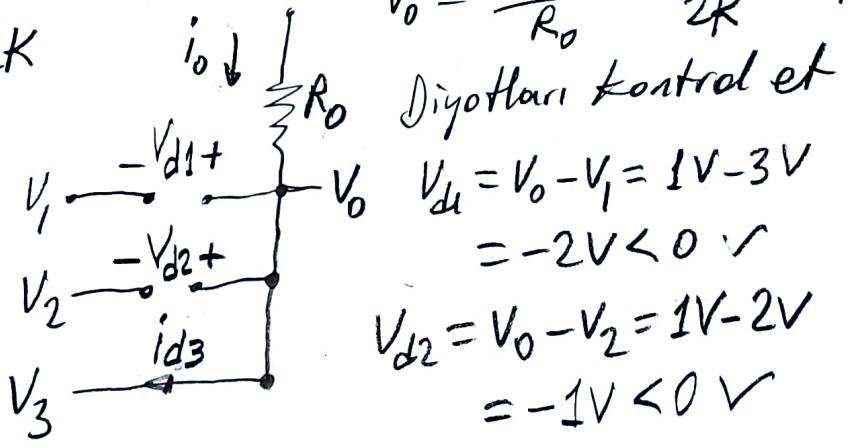
$V_0 = ?$



$$V_E = 5V$$



D_1 ve D_2 off, D_3 on kabul et.



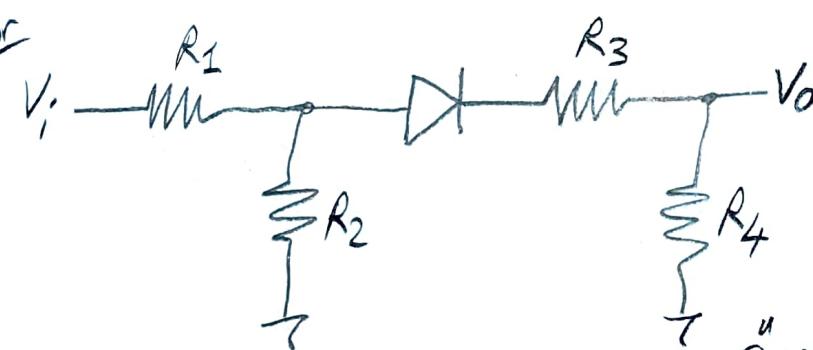
$$i_{d3} = i_0 = 2mA > 0 \quad \checkmark$$

$$V_0 = \frac{V_E - V_0}{R_0} = \frac{5V - 1V}{2k} = 2mA$$

Diyoottları kontrol et

$$V_{d1} = V_0 - V_1 = 1V - 3V = -2V < 0 \quad \checkmark$$

$$V_{d2} = V_0 - V_2 = 1V - 2V = -1V < 0 \quad \checkmark$$



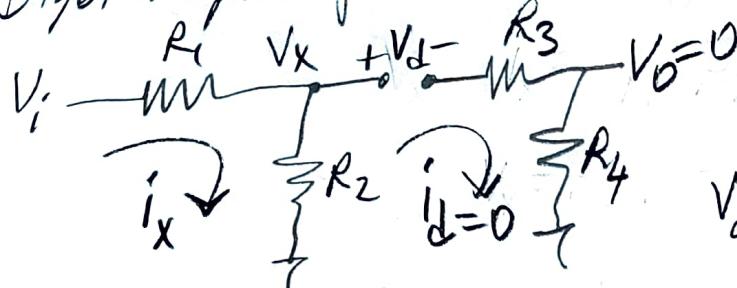
$$V_i = 30V, R_1 = 2k \Omega, R_2 = 4k \Omega, R_3 = 2k \Omega$$

$$R_4 = 3k \Omega \text{ veriliyor}$$

Önce diyotu kapalı farz edip devreyi incele. Sonra V_o, V_d, i_d değerlerini bul.

Devredeki Diyot Modeli

Diyot kapalı farz edilirse

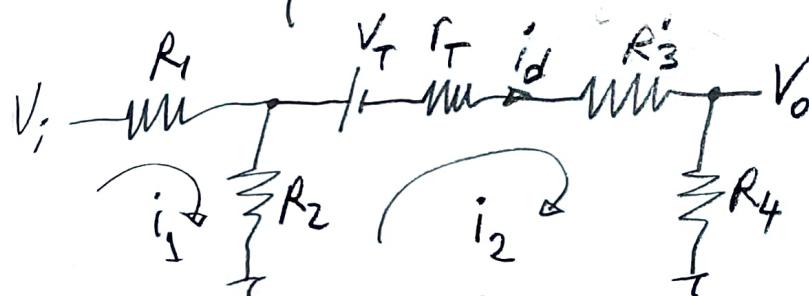


$$i_x = \frac{V_i}{R_1 + R_2} = \frac{30V}{6k \Omega} = 5mA$$

$$V_x = R_2 i_x = 4k \Omega \times 5mA = 20V$$

$$V_d = V_x = 20V > 0.7V$$

Diyot açık olmalı.



$$V_i - (R_1 + R_2) i_1 + R_2 i_2 = 0$$

$$30 - 6i_1 + 4i_2 = 0$$

$$3i_1 - 2i_2 = 15 \quad \text{1. denklem}$$

$$R_2 i_1 - (R_2 + r_T + R_3 + R_4) i_2 - V_T = 0$$

$$4i_1 - 9.1i_2 = 0.7 \quad \text{2. denklem}$$

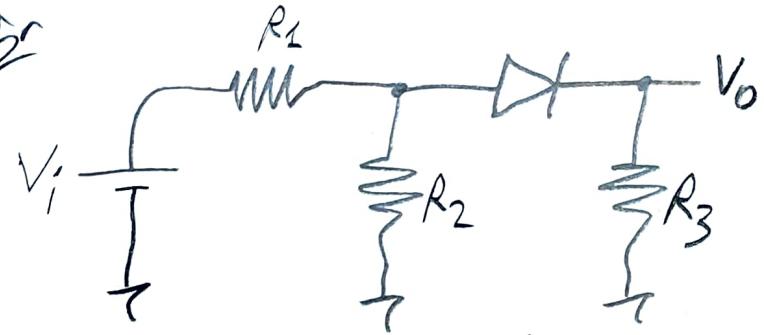
$$\begin{bmatrix} 3 & -2 & 15 \\ 4 & -9.1 & 0.7 \end{bmatrix} \sim \begin{bmatrix} 3 & -2 & 15 \\ 1 & -7.1 & -14.3 \end{bmatrix} \sim \begin{bmatrix} 0 & 19.3 & 57.9 \\ 1 & -7.1 & -14.3 \end{bmatrix}$$

$$\sim \begin{bmatrix} 1 & -7.1 & -14.3 \\ 0 & 1 & 3 \end{bmatrix} \sim \begin{bmatrix} 1 & 0 & 7 \\ 0 & 1 & 3 \end{bmatrix} \quad i_1 = 7mA, i_2 = 3mA$$

$$i_d = i_2 = 3mA$$

$$V_d = V_T + r_T i_d = 0.7V + 0.1k \Omega \times 3mA = 0.7V + 0.3V = 1V$$

$$V_o = R_4 i_d = 3k \Omega \times 3mA = 9V$$



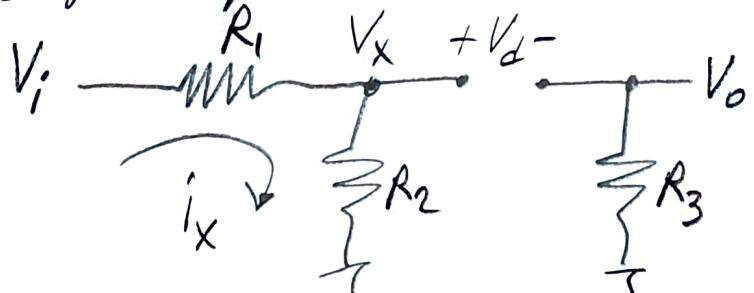
Yanda verilen devre
için $V_i = 9V$, $R_1 = 1K$,
 $R_2 = 3K$, $R_3 = 5K$ alınıyor.



$$10 \quad 0.7V \quad 0.3K$$

Devredeki diyotun durumunu
inceleyip diyon akımını i_d , diyon voltajını V_d ve
çıkış voltajını V_o bulunuz.

Diyot kapak kabul edilirse



$$i_x = \frac{V_i}{R_1 + R_2} = \frac{9V}{1K + 3K}$$

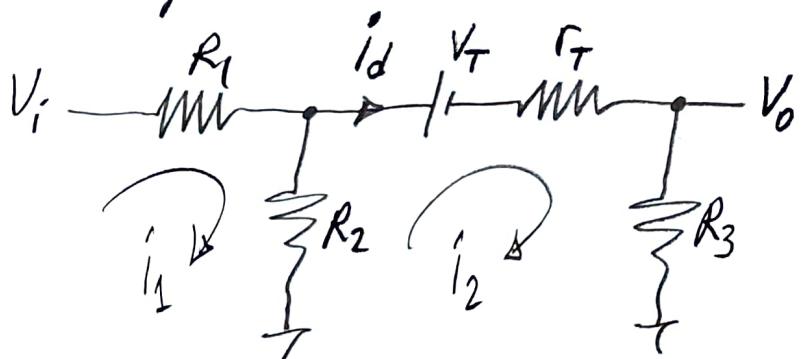
$$= \frac{9V}{4K} = 2.25mA$$

$$V_x = R_2 i_x = 3K \times 2.25mA$$

$$= 6.75V$$

$$V_d = V_x - V_o = V_x = 6.75V > 0.7V$$

Diyot açık olmalı.



$$R_2 i_1 - (R_2 + R_T + R_3) i_2 - V_T = 0$$

$$3i_1 - 8.3i_2 = 0.7 \quad \text{2. denklem}$$

$$V_i - (R_1 + R_2) i_1 + R_2 i_2 = 0$$

$$9 - 4i_1 + 3i_2 = 0$$

$$4i_1 - 3i_2 = 9 \quad \text{1. denklem}$$

$$i_2 = \frac{4i_1 - 9}{3} = \frac{4}{3}i_1 - 3 \quad \text{3. eku}$$

2. denklemde yerine koyma

$$3i_1 - 8.3\left(\frac{4}{3}i_1 - 3\right) = 0.7$$

$$i_1 = 3mA$$

$$i_2 = \frac{4i_1 - 9}{3}$$

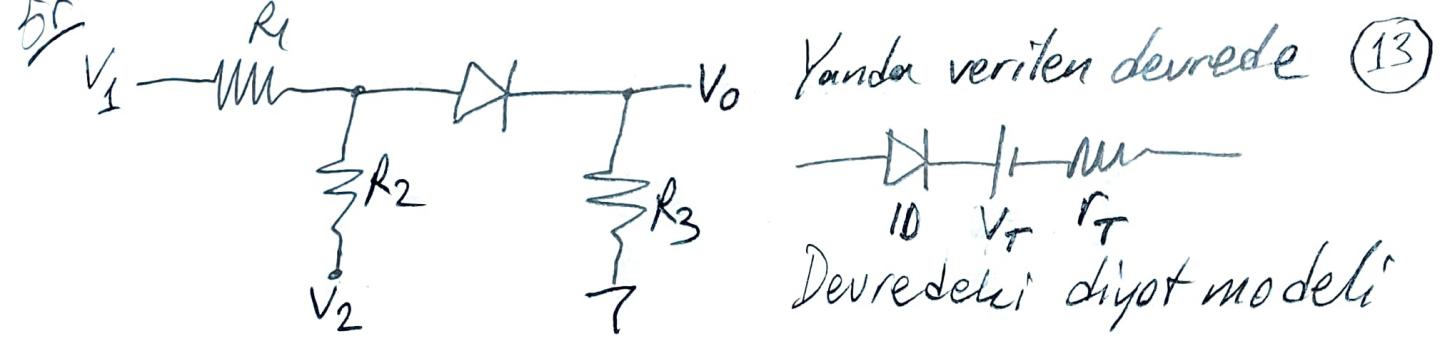
$$= \frac{4 \times 3 - 9}{3}mA$$

$$= 1mA$$

$$V_d = V_T + R_T i_d = 0.7V + 0.3K \times 1mA$$

$$= 0.7V + 0.3V = 1K$$

$$V_o = R_3 i_2 = 5K \times 1mA = 5V$$

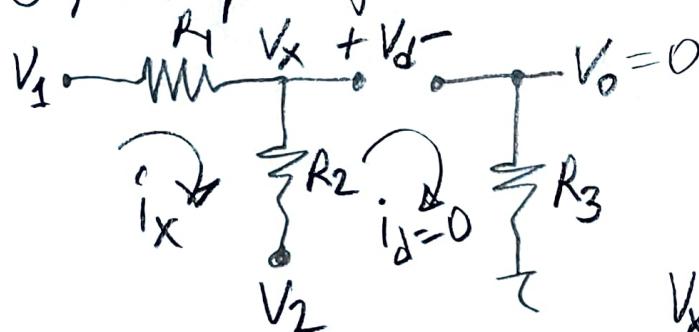


$R_1 = 2K$, $R_2 = R_3 = 3K$, $V_1 = 30V$, $V_2 = 10V$, $V_T = 0.7V$, $r_T = 60\Omega$

Önce dijotu kapaklı farz edip devreyi incele.

Sonra i_d , V_d , V_0 değerlerini bul.

Dijot kapaklı farz edilirse

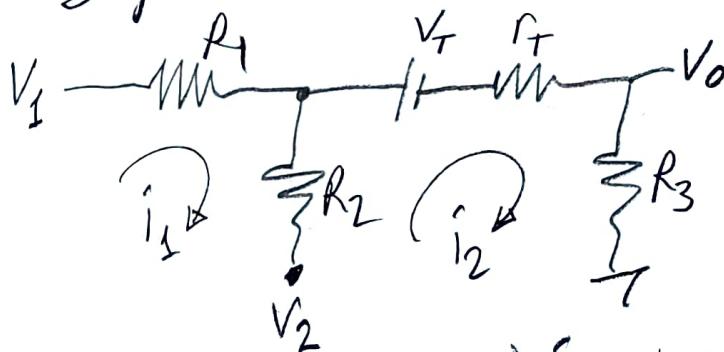


$$i_x = \frac{V_1 - V_2}{R_1 + R_2} = \frac{30V - 10V}{2K + 3K} = \frac{20V}{5K} = 4mA$$

$$V_x = V_2 + R_2 i_x = 10V + 3K \times 4mA = 10V + 12V = 22V$$

$$V_d = V_x - V_0 = 22V > 0.7V$$

Dijot açıkta olursa



$$V_1 - (R_1 + R_2)i_1 + R_2 i_2 - V_2 = 0$$

$$30 - 5i_1 + 3i_2 - 10 = 0$$

$$5i_1 - 3i_2 = 20 \quad \text{1. denklem}$$

$$V_2 + R_2 i_1 - (R_2 + r_T + R_3)i_2 - V_T = 0 \Rightarrow 3i_1 - 6.06i_2 = -9.3 \quad \text{2. denklem}$$

$$1. \text{ denklemde } i_1 = 0.6i_2 + 4 \text{ sek}$$

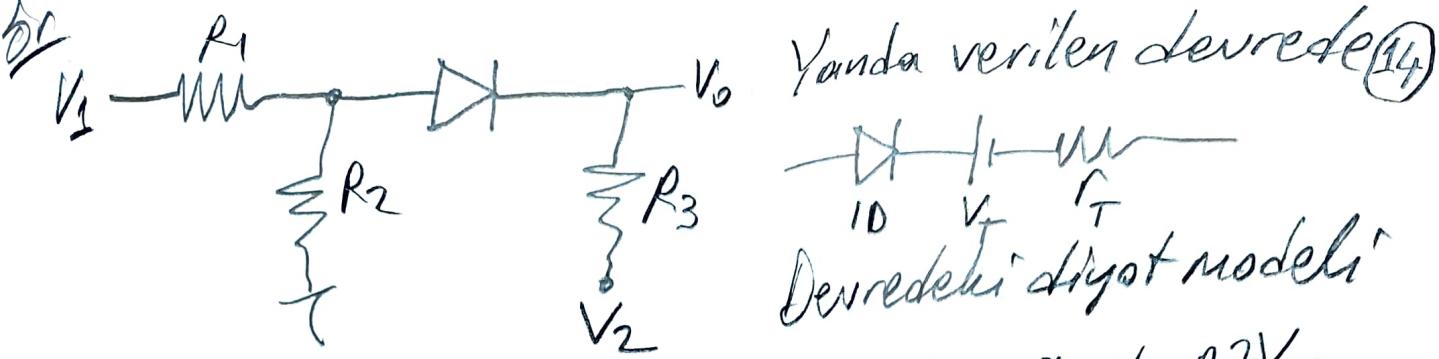
$$2. \text{ denklemde yerine koy } 3(0.6i_2 + 4) - 6.06i_2 = -9.3$$

$$(6.06 - 1.8)i_2 = 12 + 9.3 \Rightarrow i_2 = \frac{21.3}{4.26} = 5mA \Rightarrow i_1 = 0.6i_2 + 4 = 7mA$$

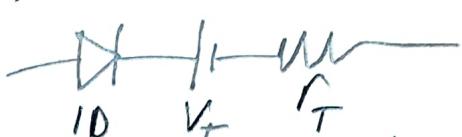
$$i_d = i_2 = 5mA$$

$$V_d = V_T + r_T i_d = 0.7V + 60\Omega \times 5mA = 0.7V + 0.3V = 1V$$

$$V_0 = R_3 i_2 = 3K \times 5mA = 15V$$



Yanda verilen devrede (14)



Devrededeki dijot modeli

$$R_1 = R_3 = 2\text{k}, R_2 = 8\text{k}, V_1 = 30\text{V}, V_2 = 5\text{V}, V_T = 0.7\text{V}, I_T = 60\text{mA}$$

Önce dijot kapaklı farz edip devreyi incele
Sonra I_d , V_d , V_o değerlerini bul.

Dijot kapaklı farz edilince

$$V_1 - \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_d = V_0 = V_2$$

$$I_x = \frac{V_1}{R_1 + R_2} = \frac{30\text{V}}{2\text{k} + 8\text{k}} = \frac{30\text{V}}{10\text{k}} = 3\text{mA}$$

$$V_x = R_2 I_x = 8\text{k} \times 3\text{mA} = 24\text{V}$$

$$V_d = V_x - V_0 = 24\text{V} - 5\text{V} = 19\text{V} > 0.7\text{V}$$

Dijot doğru olmamı

$$V_1 - \frac{R_1}{R_1 + R_2} i_1 + \frac{V_T}{R_2} + R_2 i_2 = 0$$

$$30 - 10i_1 + 8i_2 = 0$$

$$i_1 = 3 + 0.8i_2$$

$$R_2 i_1 - (R_2 + r_T + R_3) i_2 - V_T - V_2 = 0$$

$$8i_1 - 10.06i_2 - 0.7 - 5 = 0$$

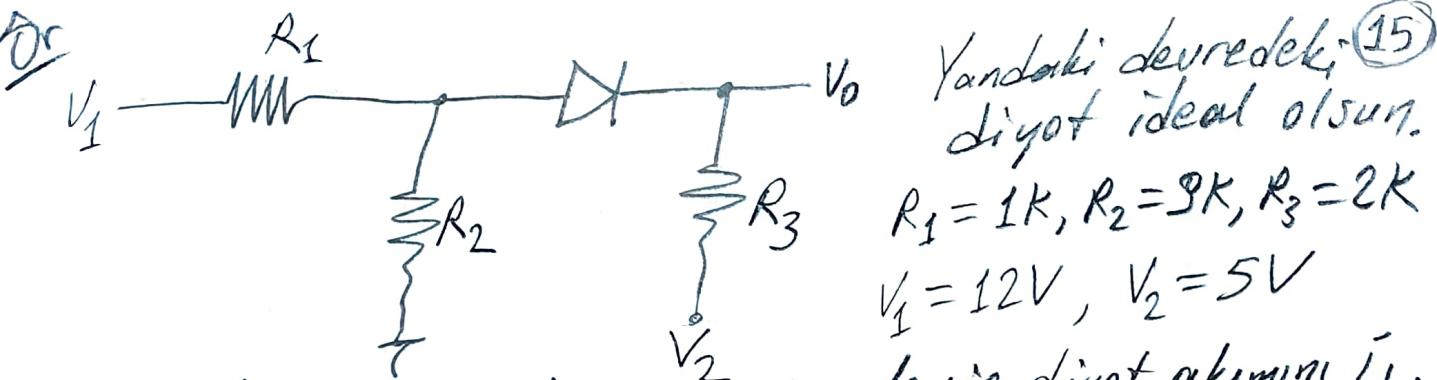
$$8(3 + 0.8i_2) - 10.06i_2 - 5.7 = 0$$

$$(10.06 - 6.4)i_2 = 24 - 5.7$$

$$3.66i_2 = 18.3 \Rightarrow i_2 = 5\text{mA}$$

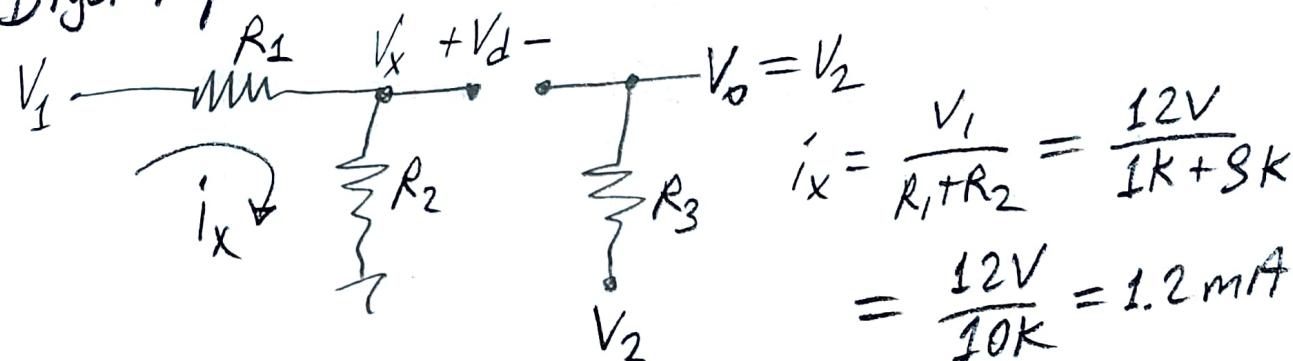
$$i_1 = 3 + 0.8i_2 = 7\text{mA}$$

$$\begin{aligned} I_d &= i_2 = 5\text{mA} \\ V_d &= V_T + r_T i_d \\ &= 0.7\text{V} + 60\text{mA} \times 5\text{mA} \\ &= 0.7\text{V} + 0.3\text{V} = 1\text{V} \\ V_0 &= V_2 + R_3 i_2 \\ &= 5\text{V} + 2\text{k} \times 5\text{mA} \\ &= 5\text{V} + 10\text{V} = 15\text{V} \end{aligned}$$



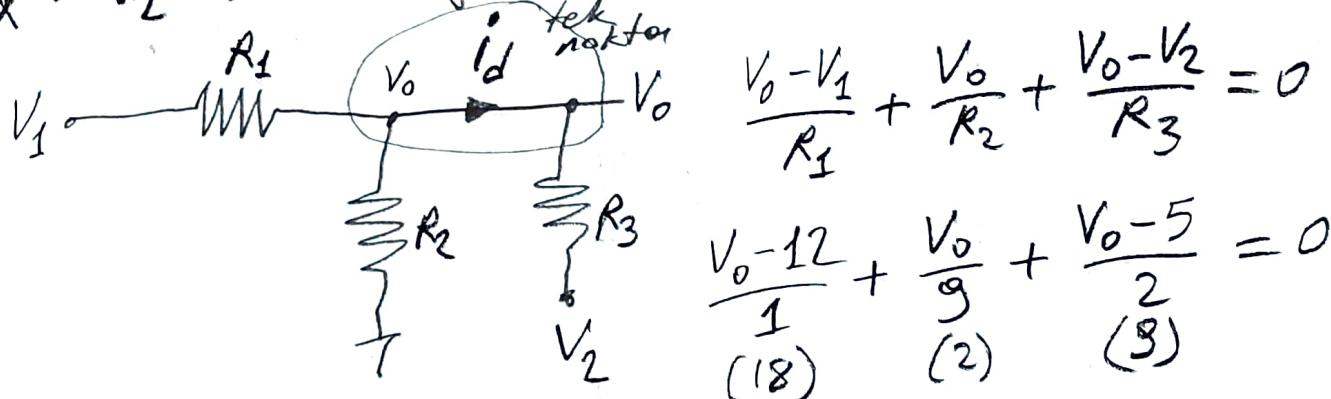
Devredeki dijotun durumunu inceleyip dijot akımını i_d , dijot voltagını V_d ve çıkış voltagını V_0 bulunuz.

Dijot kapali kabul edilirse



$$V_x = R_2 i_x = 9K \times 1.2mA = 10.8V$$

$V_x > V_2 = 5V$ olduğundan dijot asık olmaz.

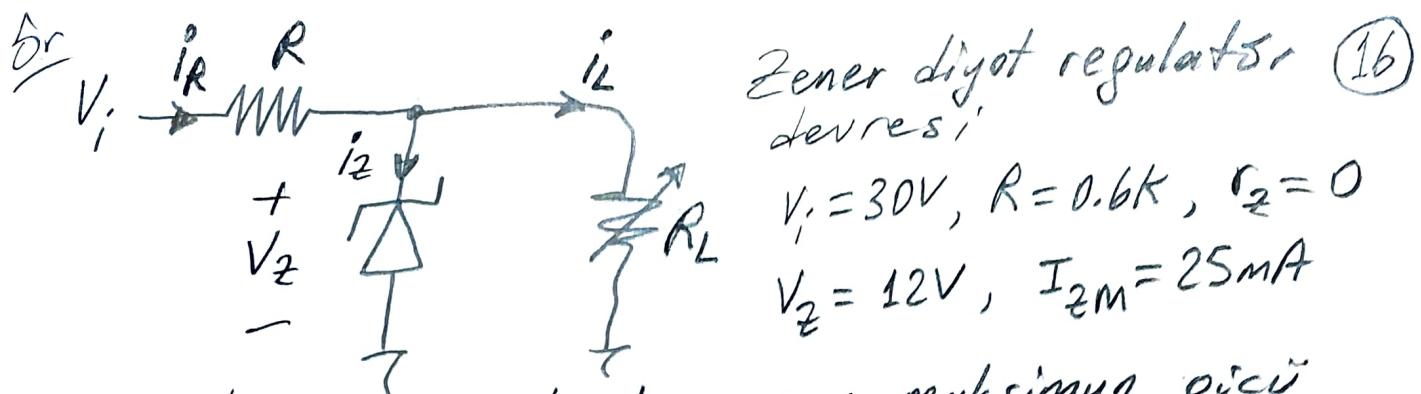


$$18(V_0 - 12) + 2V_0 + 9(V_0 - 5) = 0$$

$$(18 + 2 + 9)V_0 = 12 \times 18 + 5 \times 9 \Rightarrow V_0 = \frac{261}{29}V = 9V$$

$$i_d = \frac{V_0 - V_2}{R_3} = \frac{9V - 5V}{2K} = \frac{4V}{2K} = 2mA$$

$V_d = 0$ ideal olduğundan



Zener dijot regülator
devresi' ⑯

$$V_i = 30V, R = 0.6K, V_z = 0$$

$$V_z = 12V, I_{zM} = 25mA$$

Zener dijot üzerinde harcanan maksimum gücü bulunuz. R_L ve i_L aralıklarını bulunuz.

$$P_{max} = V_z \cdot I_{zM} = 12V \times 25mA = 300mW = 0.3W$$

$$i_R = \frac{V_i - V_z}{R} = \frac{30V - 12V}{0.6K} = \frac{18V}{0.6K} = 30mA$$

$i_z = 0$ için i_{Lmax} ve R_{Lmin} olur.

$$i_{Lmax} = i_R = 30mA, R_{Lmin} = \frac{V_z}{i_{Lmax}} = \frac{12V}{30mA} = 0.4K$$

$i_z = I_{zM}$ için i_{Lmin} ve R_{Lmax} olur.

$$i_{Lmin} = i_R - I_{zM} = 30mA - 25mA = 5mA \quad 5mA \leq i_L \leq 30mA$$

$$R_{Lmax} = \frac{V_z}{i_{Lmin}} = \frac{12V}{5mA} = 2.4K \quad 0.4K \leq R_L \leq 2.4K$$

Σr Yukarıdaki devre resmi $V_i = 50V, R = 1K, V_z = 10V, I_{zM} = 32mA$ olson idi $P_{max} = ?$, R_L ve i_L aralıklarını bulunuz.

$$P_{max} = V_z I_{zM} = 10V \times 32mA = 320mW = 0.32W$$

$$i_R = \frac{V_i - V_z}{R} = \frac{50V - 10V}{1K} = \frac{40V}{1K} = 40mA$$

$i_z = 0$ için i_{Lmax} ve R_{Lmin} olur.

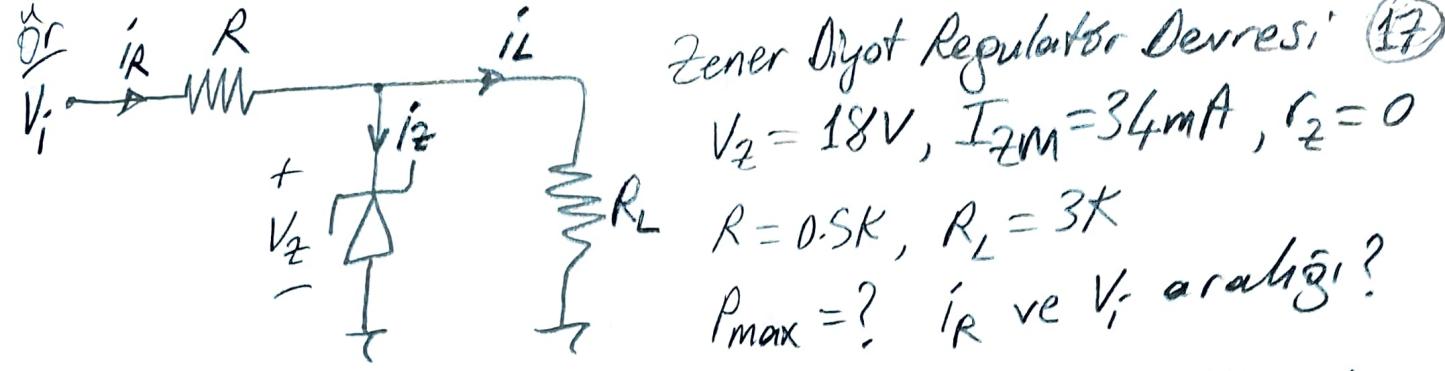
$$i_{Lmax} = i_R = 40mA, R_{Lmin} = \frac{V_z}{i_{Lmax}} = \frac{10V}{40mA} = 0.25K$$

$i_z = I_{zM}$ için i_{Lmin} ve R_{Lmax} olur.

$$i_{Lmin} = i_R - I_{zM} = 40mA - 32mA = 8mA$$

$$R_{Lmax} = \frac{V_z}{i_{Lmin}} = \frac{10V}{8mA} = 1.25K$$

$4mA \leq i_L \leq 40mA$
 $0.25K \leq R_L \leq 1.25K$



Zener Diyon Regülator Devresi' 17

$$V_2 = 18V, I_{2M} = 34mA, R_2 = 0$$

$$R = 0.5k, R_L = 3k$$

$P_{max} = ?$ i_R ve V_i aralığı?

$$P_{max} = V_2 I_{2M} = 18V \times 34mA = 612mW = 0.612W$$

$$i_L = \frac{V_2}{R_L} = \frac{18V}{3k} = 6mA$$

$i_2 = 0$ igin i_{Rmin} ve V_{imin} olur.

$$i_{Rmin} = i_L = 6mA, V_{imin} = V_2 + R i_{Rmin} = 18V + 0.5k \times 6mA = 18V + 3V = 21V$$

$i_2 = I_{2M}$ igin i_{Rmax} ve V_{imax} olur.

$$i_{Rmax} = i_L + I_{2M} = 6mA + 3mA = 9mA$$

$$V_{imax} = V_2 + R i_{Rmax} = 18V + 0.5k \times 9mA = 18V + 20V = 38V$$

$$6mA \leq i_R \leq 9mA, 21V \leq V_i \leq 38V$$

Dr. Yukarıdaki devrede $V_2 = 24V, I_{2M} = 50mA, R = 0.3k, R_L = 1.2k$ olsaydı $P_{max} = ?$ i_R ve V_i aralıkları?

$$P_{max} = V_2 I_{2M} = 24V \times 50mA = 1200mW = 1.2W$$

$$i_L = \frac{V_2}{R_L} = \frac{24V}{1.2k} = 20mA$$

$i_2 = 0$ igin i_{Rmin} ve V_{imin} olur.

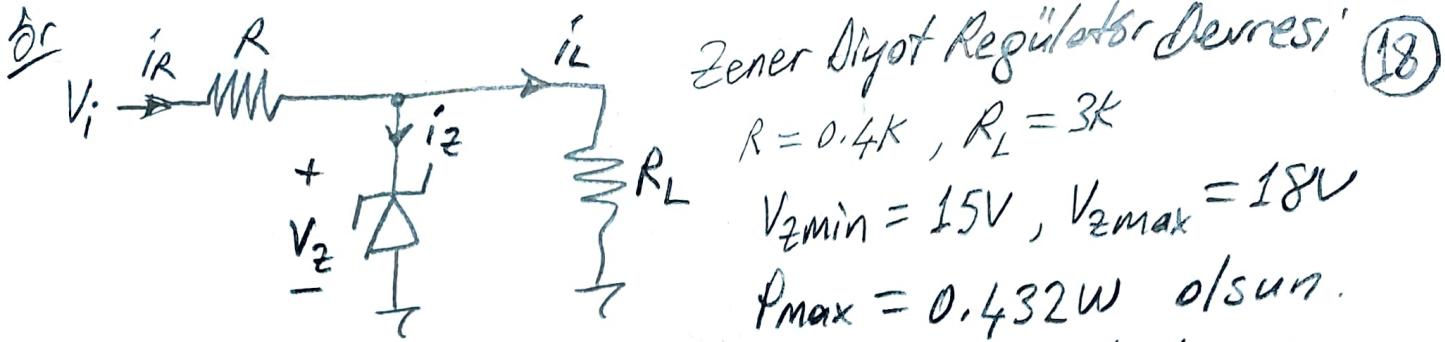
$$i_{Rmin} = i_L = 20mA, V_{imin} = V_2 + R i_{Rmin} = 24V + 0.3k \times 20mA = 30V$$

$i_2 = I_{2M}$ igin i_{Rmax} ve V_{imax} olur.

$$i_{Rmax} = i_L + I_{2M} = 20mA + 50mA = 70mA$$

$$V_{imax} = V_2 + R i_{Rmax} = 24V + 0.3k \times 70mA = 24V + 21V = 45V$$

$$20mA \leq i_R \leq 70mA, 30V \leq V_i \leq 45V$$



$I_{zm} = ? \quad r_2 = ? \quad i_L, i_R, V_1$ aralıklarını bulunuz.

$$I_{zm} = \frac{P_{max}}{V_{zmax}} = \frac{0.432W}{18V} = 24mA$$

$$r_2 = \frac{V_{zmax} - V_{zmin}}{I_{zm}} = \frac{18V - 15V}{24mA} = \frac{3V}{24mA} = 125\Omega$$

$$i_{Lmin} = \frac{V_{zmin}}{R_L} = \frac{15V}{3k} = 5mA, \quad i_{Rmin} = i_{Lmin} = 5mA$$

$$V_{imin} = V_{zmin} + R i_{Rmin} = 15V + 0.4k \times 5mA = 17V$$

$$i_{Lmax} = \frac{V_{zmax}}{R_L} = \frac{18V}{3k} = 6mA$$

$$i_{Rmax} = i_{Lmax} + I_{zm} = 6mA + 24mA = 30mA$$

$$V_{imax} = V_{zmax} + R i_{Rmax} = 18V + 0.4k \times 30mA = 30V$$

Yukarıdaki devrede $V_1 = 30V, R = 0.6k, V_z = 12V, P_{max} = 0.3W$
olsa i_L ve R_L aralığını bulunuz.

$$I_{zm} = \frac{P_{max}}{V_z} = \frac{0.3W}{12V} = 25mA, \quad i_R = \frac{V_1 - V_z}{R} = \frac{30V - 12V}{0.6k} = 30mA$$

$$i_{Lmax} = i_R = 30mA$$

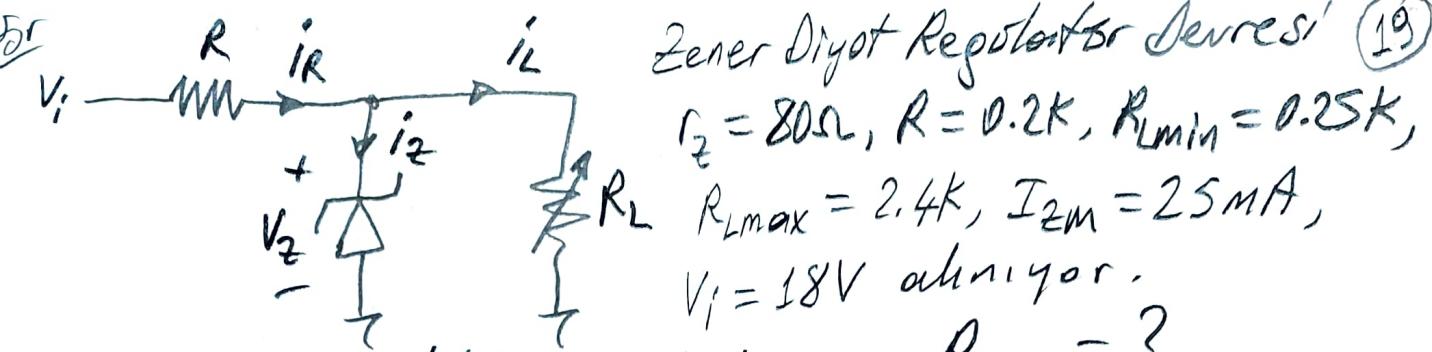
$$R_{Lmin} = \frac{V_z}{i_{Lmax}} = \frac{12V}{30mA} = 0.4k$$

$$i_{Lmin} = i_R - I_{zm} = 30mA - 25mA = 5mA$$

$$R_{Lmax} = \frac{V_z}{i_{Lmin}} = \frac{12V}{5mA} = 2.4k$$

$$5mA \leq i_L \leq 30mA$$

$$0.4k \leq R_L \leq 2.4k$$



Zener Diyon Regülator Serisi' 19
 $r_z = 80\Omega$, $R = 0.2k$, $R_{Lmin} = 0.25k$,
 $R_{Lmax} = 2.4k$, $I_{2M} = 25mA$,
 $V_i = 18V$ alınıyor.

V_z , i_z , i_R araklıklarını bulunuz. $P_{max} = ?$

$$i_{Rmax} = i_{Lmax} = \frac{V_i}{R + R_{Lmin}} = \frac{18V}{0.2k + 0.25k} = \frac{18V}{0.45k} = 40mA$$

$$V_{zmin} = R_{Lmin} i_{Rmax} = 0.25k \times 40mA = 10V$$

$$V_{zmax} = V_{zmin} + r_z I_{2M} = 10V + 80\Omega \times 25mA = 10V + 2V = 12V$$

$$i_{Rmin} = \frac{V_i - V_{zmax}}{R} = \frac{18V - 12V}{0.2k} = \frac{6V}{0.2k} = 30mA$$

$$i_{Lmin} = i_{Rmin} - I_{2M} = 30mA - 25mA = 5mA$$

$$10V \leq V_z \leq 12V \quad P_{max} = V_{zmax} I_{2M} = 12V \times 25mA$$

$$5mA \leq i_L \leq 40mA \quad = 300mW = 0.3W$$

$$30mA \leq i_R \leq 40mA$$

$\Sigma r_z = 125\Omega$, $R = 0.4k$, $R_L = 3k$, $I_{2M} = 24mA$, $P_{max} = 432mW$
 alınsayı V_z , V_i , i_L , i_R araklıklar?

$$V_{zmax} = \frac{P_{max}}{I_{2M}} = \frac{432mW}{24mA} = 18V$$

$$V_{zmin} = V_{zmax} - r_z I_{2M} = 18V - 125\Omega \times 24mA = 18V - 3V = 15V$$

$$i_{Rmin} = \frac{V_{zmin}}{R_L} = \frac{15V}{3k} = 5mA$$

$$i_{Rmin} = i_{Lmin} = 5mA$$

$$i_{Rmax} = \frac{V_{zmax}}{R_L} = \frac{18V}{3k} = 6mA$$

$$i_{Rmax} = i_{Lmax} + I_{2M} \\ = 6mA + 24mA = 30mA$$

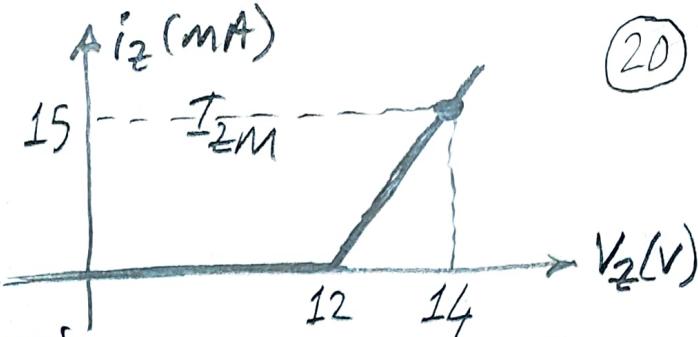
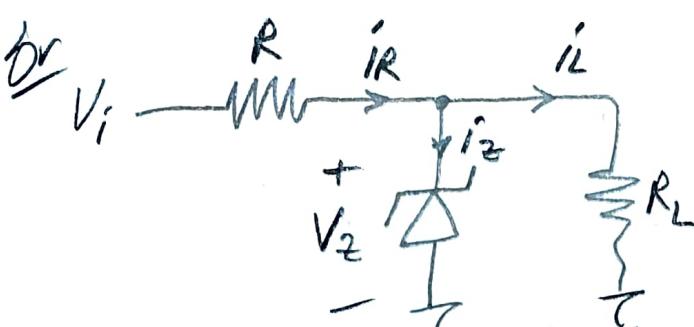
$$V_{imin} = V_{zmin} + R i_{Rmin} \\ = 15V + 0.4k \times 5mA = 17V$$

$$V_{imax} = V_{zmax} + R i_{Rmax} \\ = 18V + 0.4k \times 30mA = 30V$$

$$15V \leq V_z \leq 18V \quad 5mA \leq i_L \leq 6mA$$

$$17V \leq V_i \leq 30V \quad 5mA \leq i_R \leq 30mA$$

(20)



Zener Diyot Regülator Devresi

$R = 0.5\text{K}$, $R_L = 2\text{K}$, $P_{\max} = ?$ i_L , i_R , V_i aralıkları?

$$P_{\max} = V_{2\max} \cdot I_{2M} = 14\text{V} \times 15\text{mA} = 210\text{mW} = 0.21\text{W}$$

$$i_{R\min} = \frac{V_{2\min}}{R_L} = \frac{12\text{V}}{2\text{k}} = 6\text{mA}, \quad i_{R\max} = i_{L\min} = 6\text{mA}$$

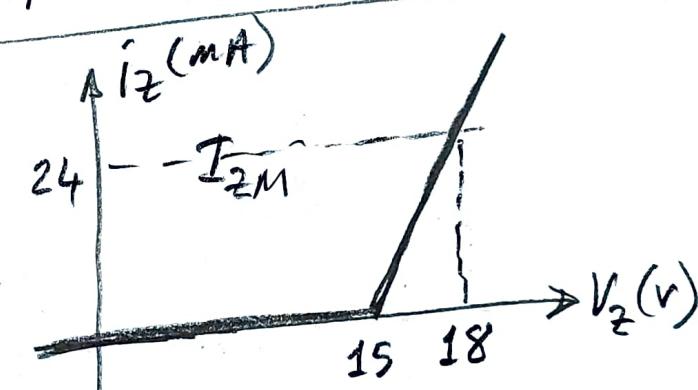
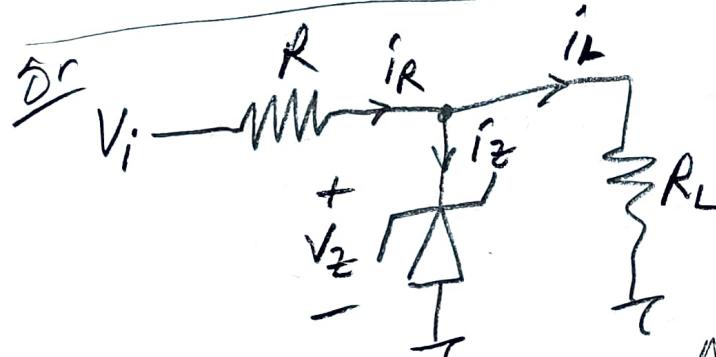
$$V_{i\min} = V_{2\min} + R_i i_{R\min} = 12\text{V} + 0.5\text{k} \times 6\text{mA} = 15\text{V}$$

$$i_{L\max} = \frac{V_{2\max}}{R_L} = \frac{14\text{V}}{2\text{k}} = 7\text{mA}$$

$$i_{R\max} = i_{L\max} + I_{2M} = 7\text{mA} + 15\text{mA} = 22\text{mA}$$

$$V_{i\max} = V_{2\max} + R_i i_{R\max} = 14\text{V} + 0.5\text{k} \times 22\text{mA} = 25\text{V}$$

$$\begin{aligned} 6\text{mA} &\leq i_L \leq 7\text{mA} \\ 6\text{mA} &\leq i_R \leq 22\text{mA} \\ 15\text{V} &\leq V_i \leq 25\text{V} \end{aligned}$$



Zener Diyot Regülator Devresi

$R = 0.4\text{K}$, $R_L = 3\text{K}$, i_L , i_R , V_i aralıkları

Zener Diyotinde Tüketilen 6V'cu bulsunuz.

$$P_{\max} = V_{2\max} \cdot I_{2\max} = 18\text{V} \times 24\text{mA} = 432\text{mW} = 0.432\text{W}$$

$$i_{R\min} = \frac{V_{2\min}}{R_L} = \frac{15\text{V}}{3\text{k}} = 5\text{mA}, \quad i_{R\max} = i_{L\min} = 5\text{mA}$$

2 devam

(21)

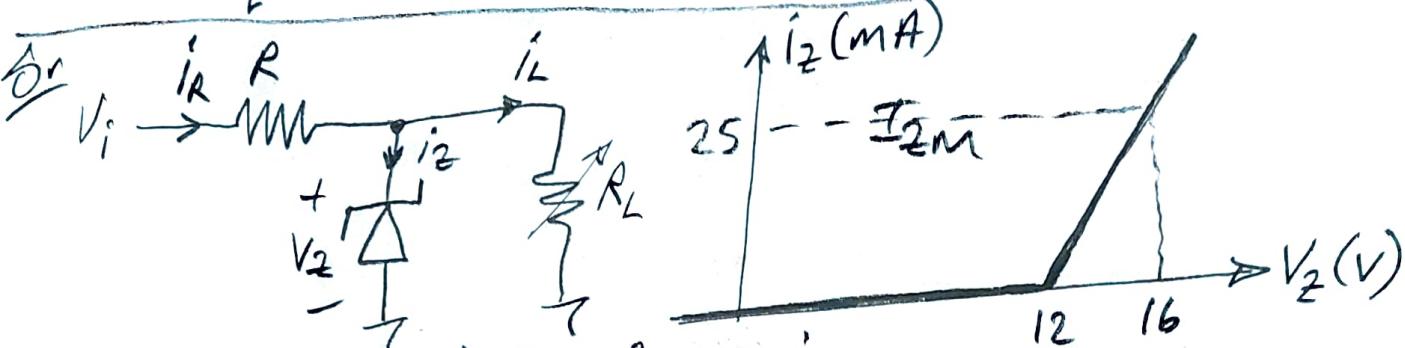
$$V_{imin} = V_{zmin} + R i_{Rmin} = 15V + 0.4K \times 5mA = 17V$$

$$i_{max} = V_{zmax}/R_L = \frac{18V}{3K} = 6mA$$

$$i_{Rmax} = i_{max} + I_{zm} = 6mA + 24mA = 30mA$$

$$V_{imax} = V_{zmax} + R i_{Rmax} = 18V + 0.4K \times 30mA = 30V$$

$$5mA \leq i_R \leq 6mA, 5mA \leq i_R \leq 30mA, 17V \leq V_i \leq 30V$$



Zener Diyot Regülator Devresi

$$R = 0.8K, V_i(t) = 34 + 6 \sin \omega t \text{ ise } P_{max} = ?$$

i_R, i_L, R_L aralıkları?

$$P_{max} = V_{zmax} \cdot I_{zm} = 16V \times 25mA = 400mW = 0.4W$$

$$V_i(t) = 34 + 6 \sin \omega t \text{ için } V_{imin} = 28V, V_{imax} = 40V$$

$$i_{Rmin} = \frac{V_{imin} - V_{zmin}}{R} = \frac{28V - 12V}{0.8K} = \frac{16V}{0.8K} = 20mA$$

$$i_{Rmax} = i_{Lmin} = 20mA$$

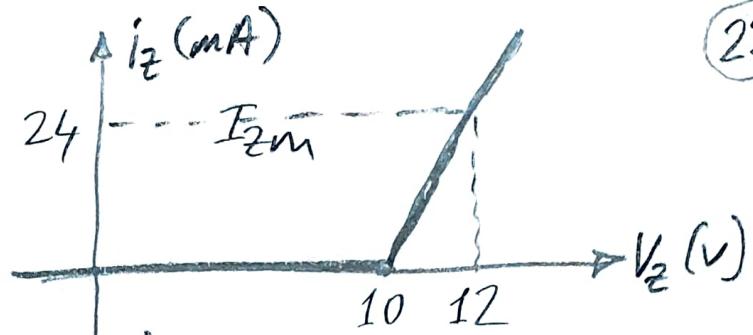
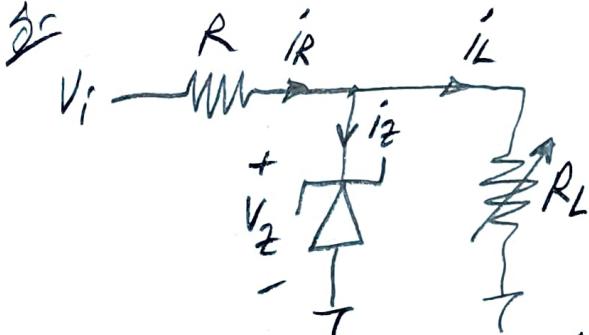
$$R_{min} = \frac{V_{zmin}}{i_{Rmax}} = \frac{12V}{20mA} = 0.6K$$

$$i_{Rmax} = \frac{V_{imax} - V_{zmax}}{R} = \frac{40V - 16V}{0.8K} = 30mA$$

$$i_{Rmin} = i_{Rmax} - I_{zm} = 30mA - 25mA = 5mA$$

$$R_{max} = \frac{V_{zmax}}{i_{Rmin}} = \frac{16V}{5mA} = 3.2K$$





Zener Diyot Regülatör Devresi:

$$R = 0.5\text{K}, V_i(t) = 20 + 5\sin \omega t \quad P_{\max} = ?$$

i_R, i_L, R_L aralarındaki均衡 bulunuz.

$$P_{\max} = V_{z\max} I_{2M} = 12V \times 24\text{mA} = 288\text{mW} = 0.288\text{W}$$

$$V_i(t) = 20 + 5\sin \omega t \text{ için } V_{i\min} = 15V, V_{i\max} = 25V$$

$$i_{R\min} = \frac{V_{i\min} - V_{z\min}}{R} = \frac{15V - 10V}{0.5\text{K}} = \frac{5V}{0.5\text{K}} = 10\text{mA}$$

$$i_{L\max} = i_{R\min} = 10\text{mA}$$

$$R_{L\min} = \frac{V_{z\min}}{i_{L\max}} = \frac{10V}{10\text{mA}} = 1\text{K}$$

$$i_{R\max} = \frac{V_{i\max} - V_{z\max}}{R} = \frac{25V - 12V}{0.5\text{K}} = \frac{13V}{0.5\text{K}} = 26\text{mA}$$

$$i_{L\min} = i_{R\max} - I_{2M} = 26\text{mA} - 24\text{mA} = 2\text{mA}$$

$$R_{L\max} = \frac{V_{z\max}}{i_{L\min}} = \frac{12V}{2\text{mA}} = 6\text{K}$$

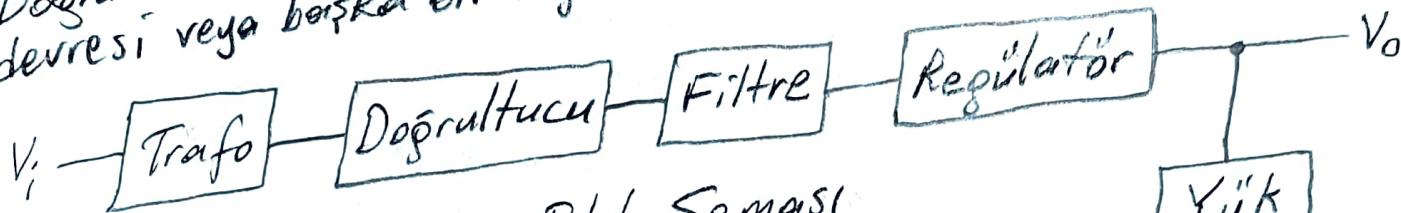
$$10\text{mA} \leq i_R \leq 26\text{mA}$$

$$2\text{mA} \leq i_L \leq 10\text{mA}$$

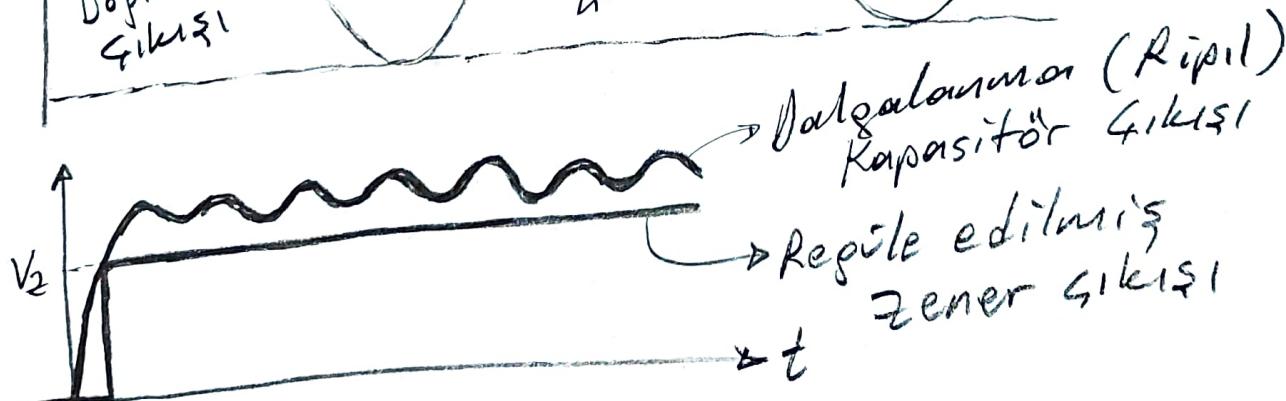
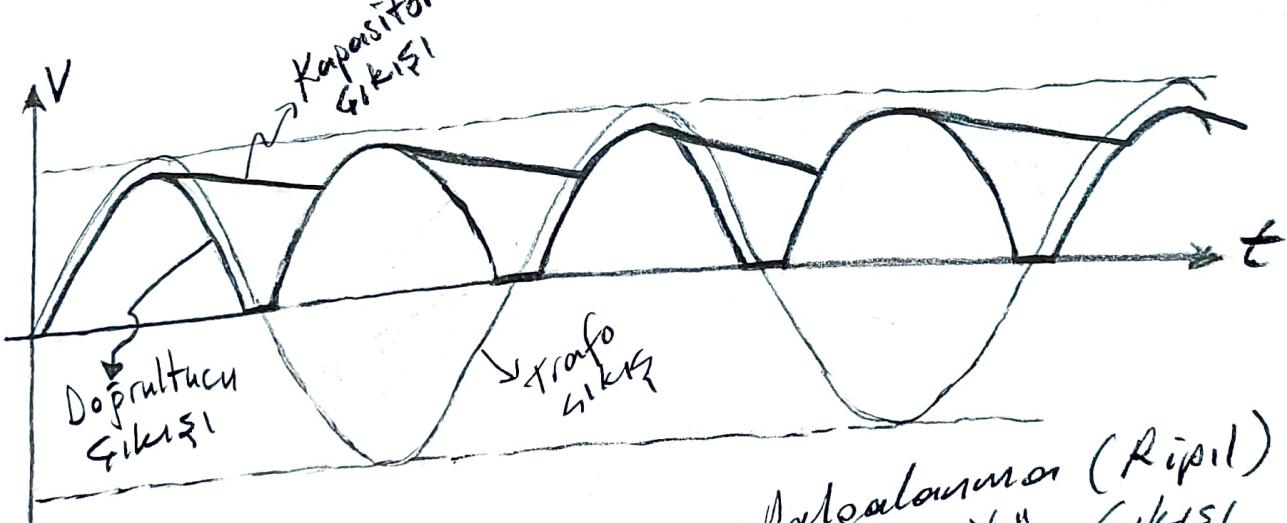
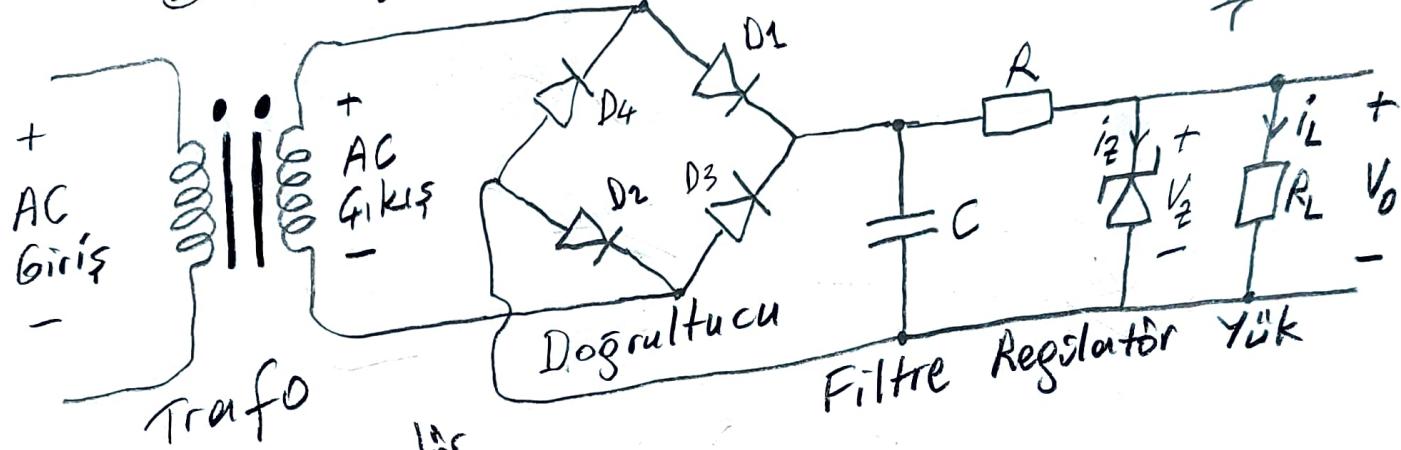
$$1\text{K} \leq R_L \leq 6\text{K}$$

Doğrultucu Devreler

(23) Bir çok elektronik devrenin ve devre elemanının görevini yerine getirebilmesi için DC gerilime ihtiyaç vardır. Bu gerilim; pil ve akül gibi DC bir kaynaktan doğrudan veya gerilim; AC sebeke geriliminin işlenmesiyle dolaylı yoldan elde edilir. AC sebeke gerilimi, DC gerilime çevrilirken genlik düşürülür. AC sebeke gerilimi, DC gerilime çevrilirken genlik düşürülür. Doğrultucu devre doğrultur. Kapasitör filtreler. Zener diyot devresi veya başka bir regülatör devresi çıkışı sabitler.

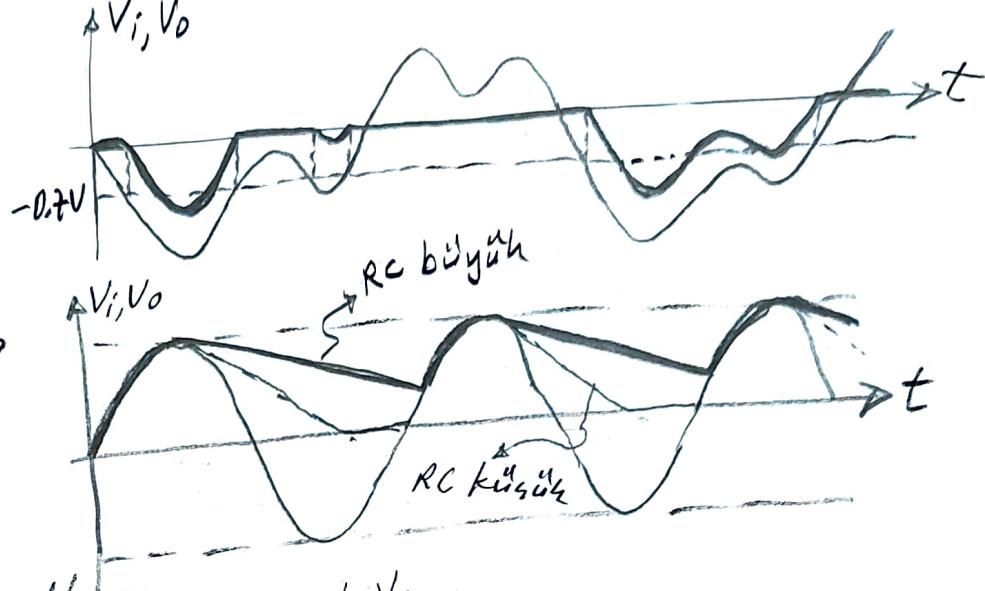
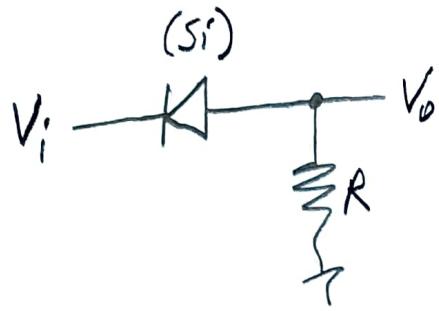
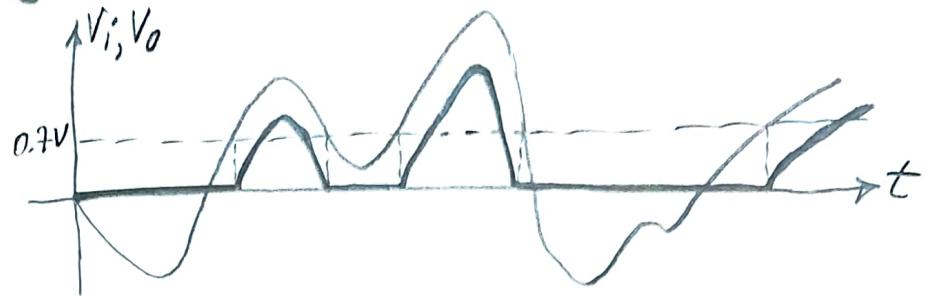


Güç Kaynağı Blok Şeması

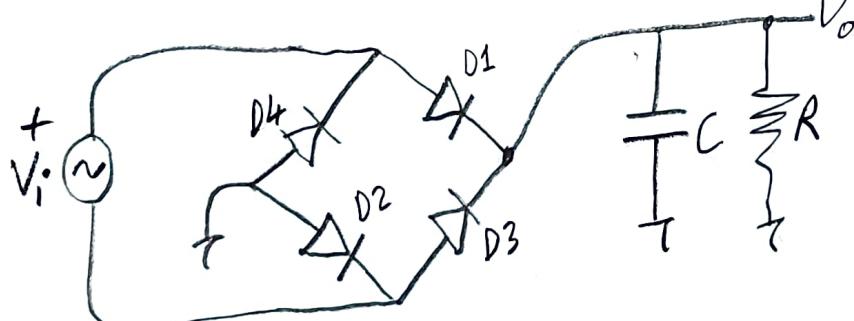
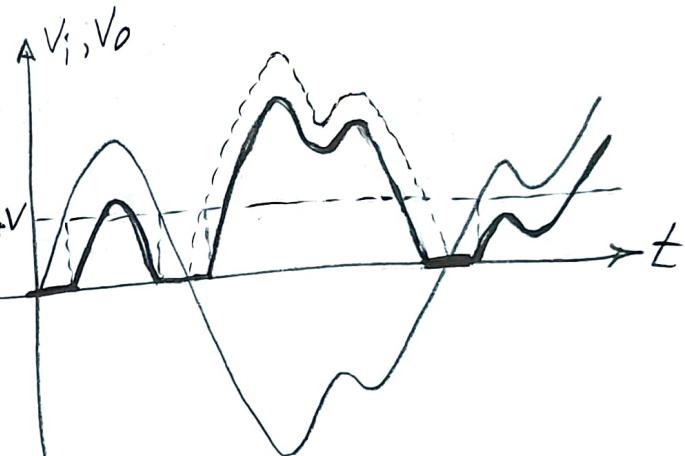
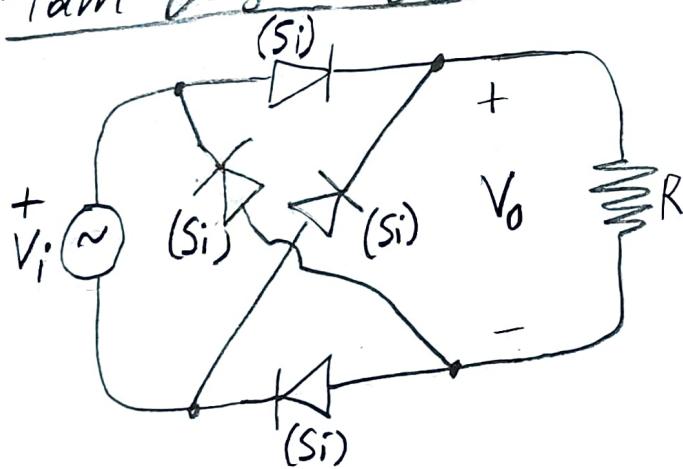


Hasan Temurtaş

Yarım Dalga Degrultucu



Tam Dalga Degrultucu



Diyotların ideal olsun

$V_i > 0$ iken

D_1, D_2 on ; D_3, D_4 off

$V_i < 0$ iken

D_1, D_2 off ; D_3, D_4 on

