

# GÜÇ ELEKTRONİĞİ

## ENERJİ ŞEKİLLERİNİN BİRBİRİNE DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

Sayıta

①

» Dönüştürücü

②

③

» Kılıcı

④

Silyum ve germyumsa diyotla ; V<sub>γ</sub> esik gerilimi vardır.

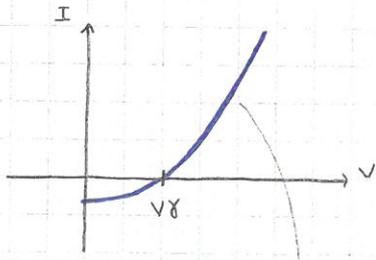
$$0,2 \div 0,3 \text{ V}$$

$$0,6 \div 0,7 \text{ V}$$

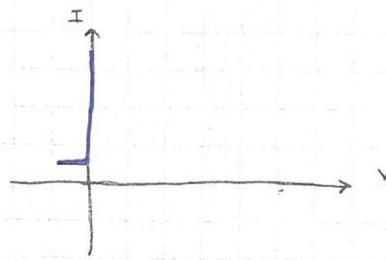
## DIYOTUN YAPISI



- Gerilim yönünü değistirirsek tıkanmaya yol açar. Yani off konumundadır. Teorik olarak akım akmaz diye kabul ederiz fakat gerçekte çok çok küçük bir akım akar, fakat bizim kullanabileceğimiz bir akım değildir.



Fiziksel diyot



ideal diyot

doęunun eğimi

$$I = I_0 \cdot (e^{\frac{V}{\eta V_T}} - 1)$$

diyot akımı      sızıntı akımı

V → diyot gerilimi

V<sub>T</sub> → sıcaklık esdeğeri gerilimi

q → Boltzman sabiti

T(K) → Sıcaklık

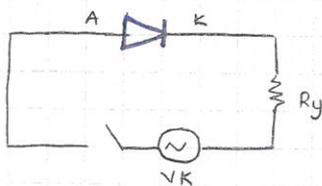
η → düzeltme katsayısı

$$V_T = \frac{k_b T}{q} = \frac{T}{11600}$$

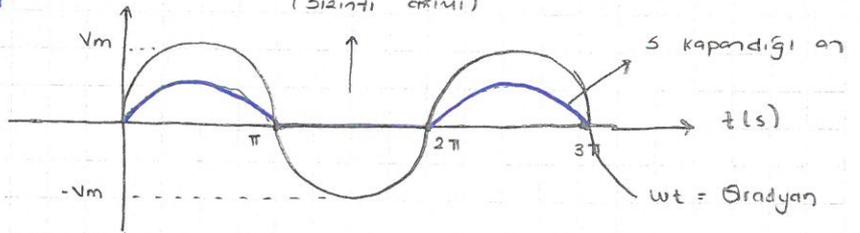
→ Bir diyotun sıcaklık esdeğerli gerilimi.

**NOT**  $e^{\frac{V}{\eta V_T}} \gg 1$  olduğunda hesaplamalarda daha hızlı çalışabilmek için -1 ihmal edilir.

## DIYOTUN AC DAVRANISI



Aslında çok küçük bir akım akar. (Sızıntı akımı)



$$I_{ort} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} I_0(\theta) d\theta$$

$$I_{ek^2} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} I_0^2(\theta) d\theta$$

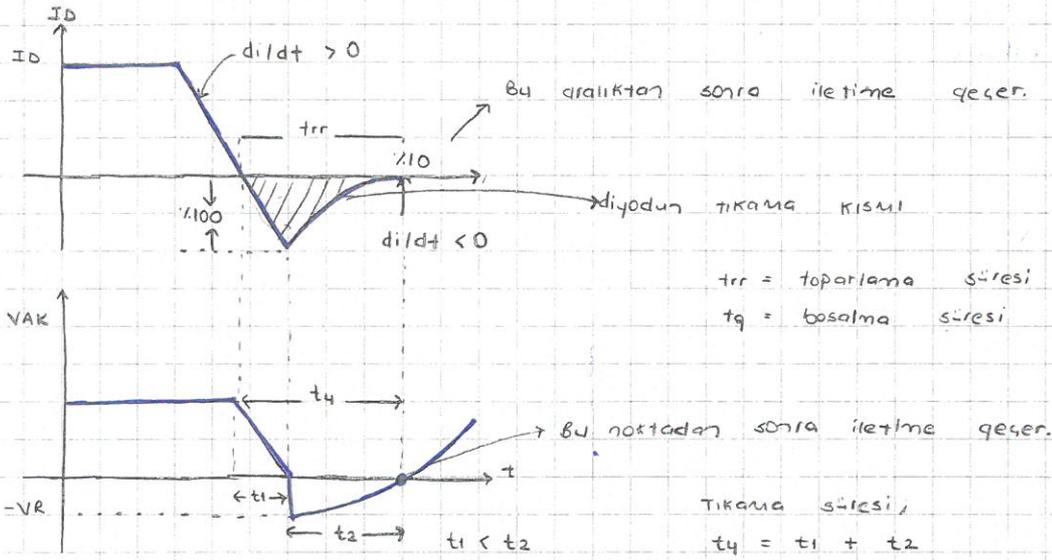
$$|V_m| < |V_{BR}|$$

↓  
kırılma gerilimi

Diğer bir yönde akım geçisi yapar diğer yönde yapmayan devre elemanıdır.  
AC akımı DC'ye çevirmeye kullanılır. Anot ve katot olmak üzere 2 ucu vardır.

## BİR DİYODUN TIKAMA SÜRESİ

Bir diyet iletmedeyken uzay yükü bölgesinden taşıyıcıların elması gerekir. Diyet iletmedeyken tikamaya geçmesi için uzay yükü bölgesinin bu yüklerden temizlenmesi gerekir. Bu temizleme zamanı ihtiyas duyar bu süreye tikama süresi (basılma süresi) denir. Bu esnada meydana gelen kayıplara tikama kayıpları denir.



Örneğin;

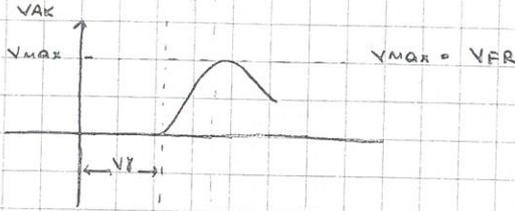
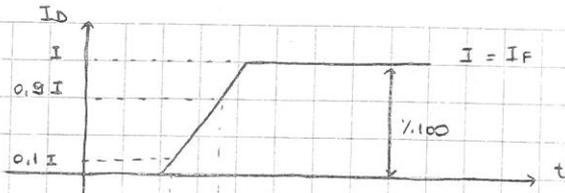
BV x 71 serisi 2 Amperlik bir diyetin  $q_s = 700 \text{ nC}$  tir zamanı 450 ns civarındadır.

$$\frac{di}{dt} = 5 \text{ A / } \mu\text{sn}$$

## DIYODUN İLETİME GEĞMESİ

Diyotlar iletim kosullarına girer girmez hemen iletme geçmez yani usları arasında büyük bir gerilim düşümü vardır. Bunun nedeni yeteri kadar çoğunluk taşıyıcısı oluşmamasıdır. Bu taşıyıcılar oluşur oluşmaz diyetin usları arasındaki gerilim düşmeye baslar. İste böyle ortaya çıkan şekildeki grafikte gösterilen süreye iletme geçme süresi denir.

Bu süre büyüdükçe  $V_{max}$  büyür.  $I = I_F$  büyüdükçe yine  $V_{max}$  büyür. Eklem sıcaklığının  $q_s$  ve  $t_{rr}$ 'ye etkisi ... büyük olmasına rağmen  $t_r$  ve  $V_{max}$ 'a etkisi zayıftır.



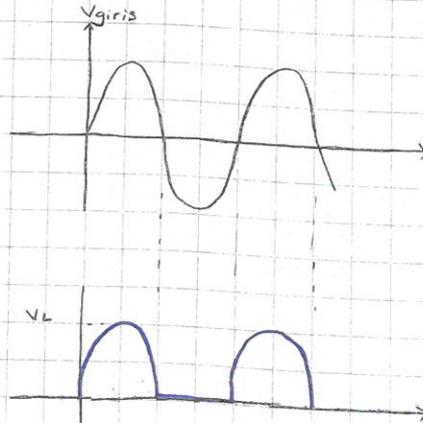
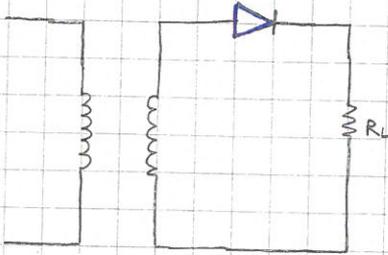
## İLETİME GİRME VE İLETİMDEN ÇIKMA SÜRELERİ ( $t_r - t_{rr}$ )

Diyodun çalışmasını etkileyen önemli etkenlerdir. Örneğin yüksek frekanslı hızlı anahtarlamalarda mümkün olduğu kadar küçük olması istenir. Bu diyotlar 2'ye ayrılır.

- 1) Hızlı diyotlar
- 2) Yavaş diyotlar

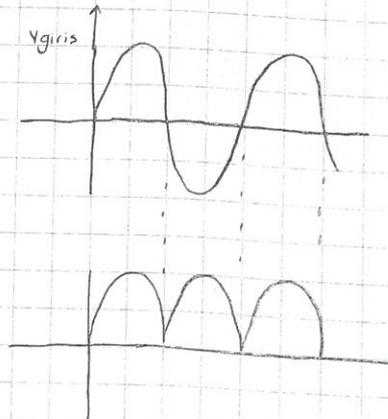
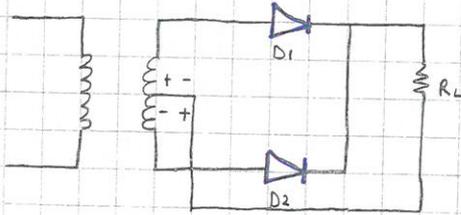
- ! İletime geçmesinin tipik değeri  $I = I_F = 25 \text{ A}$  akım değerinde  $25^\circ \text{C}$  sıcaklıkta  $0,5$  mikrosaniye civarındadır.

## Yarım Dalga Doğrultma; (Çalışma Prensibi Önemli)



Yarı dalga doğrultmada bir diyot vasıtasıyla iletilen sinyalin pozitif alternansı çıkışa aktarılırken negatif alternansı kıyılır.

## Tam Dalga Doğrultma;

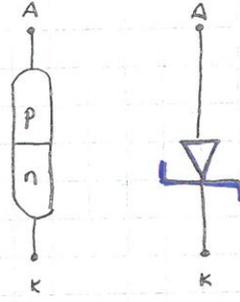
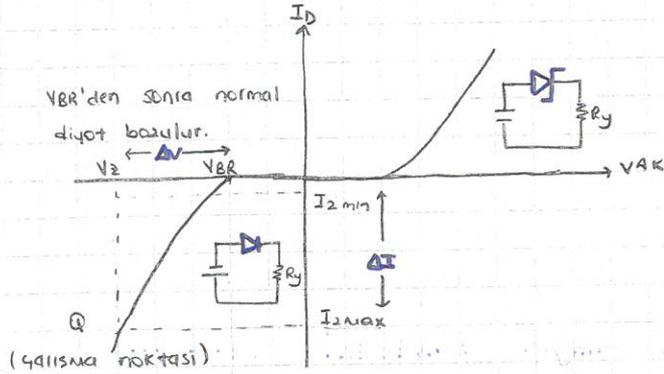


Tam dalga doğrultucu devrede her iki alternansı da doğrultarak çıkışa verir.

$V_{BR} \rightarrow$  kırılma gerilimi

## ZENER DİYOTLAR

AKIM - gerilim karakteristik eğrisi

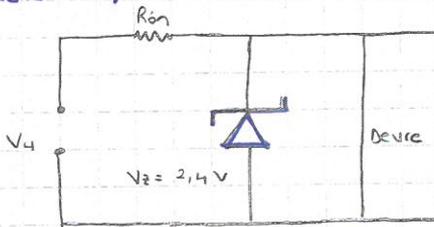


Ters yönde uygulanan gerilim  $V_{BR}$  değerine ulaştığında **gig olayı** veya zener olayı sonucunda normal diyotların karakteristik yapısı bozulur, yani diyot kullanılmaz hale gelir. Zener diyotlar ise  $V_{BR}$  gerilimi civarında çalışacak şekilde tasarlanır. Sembol ve karakteristik şekilleri yukarıda yer alın. Zener diyotların ileri yönde karakteristikleri  $\pm$  nolmuş normal doğrultucu benzeri olup, ters yöndeki karakteristikleri farklıdır.

Zener diyotlar ters yönde belli bir değere kadar bozulmadan akım akıtabilirler. Bu akım grafikte  $I_{Zmax}$  olarak gösterilmiştir. Eğer bu akım aşılsa zener diyot bozulur. Bunun kullanılacağı devre öyle tasarlanmalıdır ki  $I_{Zmax}$  aşılmaması ve bu akıma karşı düşen  $P_{Dmax}$  gücü ile  $V_{zener}$  gerilimini verir. Bunlardan hareket ile belirlenir.

Örneğin; N5221 serisinde bir zener diyot için  $V_Z = 2,4 V$   
 $P_{Dmax} = 50 MW$   
 $I_{Zmax} = \frac{P_{Dmax}}{V_Z} = \frac{50 MW}{2,4 V} = 15 mA$

### Zener Diyotun Normal Çalışma Göstermesi için;



$$R_0 = R_{min} = \frac{U - V_Z}{I_{Zmax}}$$

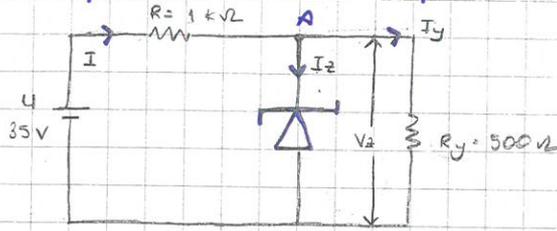
a- Zener diyota ters yönde bir gerilim uygulanmalı ve bu gerilim değeri katododaki  $V_Z$  değerini aşmalı. Böyle bir durumda zener uçları arasındaki gerilim  $V_Z$ 'a eşit olarak alınır.

b- Zener diyottan akan akım  $I_{Zmax}$ 'ten küçük olmalıdır. Bu akım ters alınarak ön direns bağlanır. Ön direncin değeri belirlendikten sonra seçilecek olan direns değeri bu değerden büyük olmalıdır.

$U = 35 V$     $V_Z = 10 V$     $I_{Zmax} = 10 mA$     $R_{min} = \frac{35 - 10}{10} = 2,5 k\Omega$

c- Zener diyotun zener değerinde çalışabilmesi için içinden akan akımın belirli bir değerden küçük olmaması gerekir.

### Yük Doğrusunun Zener Diyota Etkileri



A noktasındaki denklemler;  
 $-I + I_z + I_y = 0$   
 $I - I_z - I_y = 0$

Yük direnci açık devre iken;  
 $I_y = 0$ ,  $I_z = I$  olmalıdır.

$V_z = 10 \text{ V}$   
 $P_{max} = 500 \text{ mW}$  } katalog değerleri

$$I = \frac{U - V_z}{R} = \frac{(35 - 10) \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega} \rightarrow I = 25 \text{ mA}$$

$$I_y = \frac{V_z}{R_y} = \frac{10 \text{ V}}{500 \Omega} = 20 \text{ mA}$$

$$I_z = I - I_y = 25 - 20 = 5 \text{ mA}$$

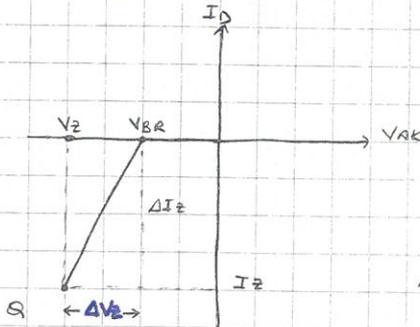
(zenerin min akım değeri)

$I_{zmax}$  ise;

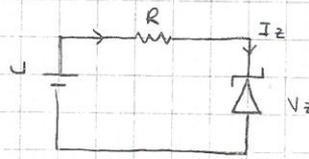
$$I_{zmax} = \frac{P_{max}}{V_z} = \frac{500 \text{ mW}}{10 \text{ V}}$$

$$I_{zmax} = 50 \text{ mA}$$

### Yük Doğrusu ve Zener Direnci

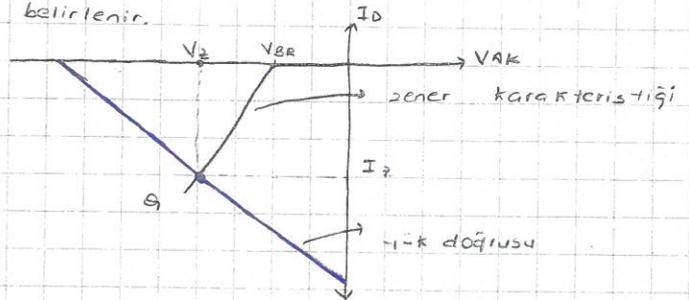


$$I_z = \frac{\Delta V_z}{\Delta I_z}$$



$$V_z = V_{BR} + R_z \cdot I_z$$

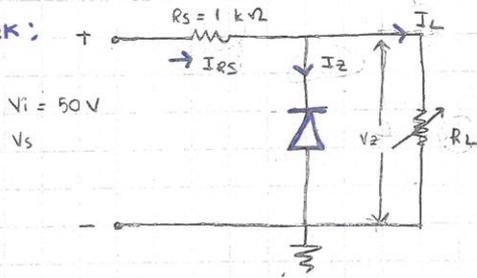
Ayrıca devrede yük doğrusu  $V_z = U - R \cdot I$  yazılabilir. Bu iki bağıntının ortak çözümü ile çalışma noktası belirlenir.



### Zener Diyotun Kullanıldığı Yerleri

- 1) Sabit dalgalanmayan voltaj gerektiğinde,
- 2) Kırıcı devreler olarak kullanılır.
- 3) Voltaj regülatörlerinde
- 4) Asırı gerilime karşı korumada

ÖRNEK;



- a) Şekildeki devrede  $V_{RL}$ 'yi 10 voltta tutacak  $R_L$  ve  $I_L$  aralığını bulunuz.  
 b) Diyodun bir regülatör olarak max  $\theta$ -s değerini bulunuz.

$$V = I \cdot R \quad I = \frac{V_i - V_z}{R_s}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$V_z = 10 \quad I_{z\max} = 32 \text{ mA}$$

a-  $R_{L\min} = \frac{R_s \cdot V_z}{V_i - V_z} = \frac{1 \text{ k}\Omega \cdot 10 \text{ V}}{50 - 10} = 250 \Omega$  ] Zener diyot yokmuş gibi çevre denklemi

$R_s$  direnci üzerindeki gerilim düşümü;

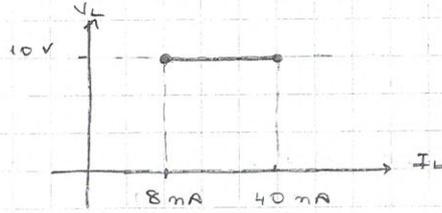
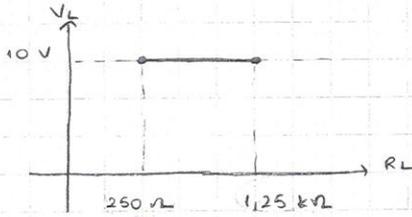
$$V_{RS} = V_i - V_z = 50 - 10 = 40 \text{ V}$$

$$I_{RS} = \frac{40}{1 \text{ k}\Omega} = 40 \text{ mA}$$

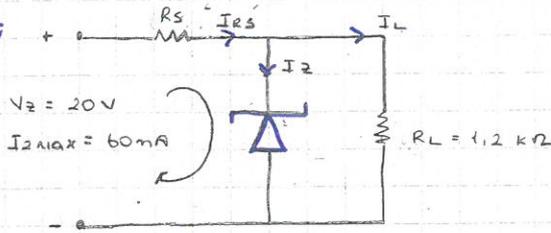
$$I_{L\min} = I_{RS}; \quad I_{z\max} = 40 - 32 = 8 \text{ mA}$$

$$R_{L\max} = \frac{V_z}{I_{L\min}} = \frac{10 \text{ V}}{8 \text{ mA}} = 1,25 \text{ k}\Omega$$

b-  $P_{D\max} = 10 \text{ V} \cdot 32 \text{ mA} = 320 \text{ mW}$  (nma Değeri)



ÖRNEK ;



Zener diyodu aşık (çalışır) durumda tutacak  $V_i$  değer aralığını bulunuz?

min hesabında;

Zener devrede yokmuş gibi kabul edilir.  $I_{z\max}$  değeri alınır.  $R_s = 220 \text{ m}\Omega$

$$V_{\min} = \frac{(R_L + R_s) \cdot V_z}{R_L} = \frac{(1200 + 220) \cdot 20}{1200} = 23,67 \text{ V}$$

Zener diyot devrede yokken;  $I_{RS} = I_L$ ;  $I_{RS} = \frac{V_i}{R_s + R_L} = \frac{V_z}{R_L}$

$$I_L = \frac{V_L}{R_L} = \frac{V_z}{R_L} = 16,67 \text{ mA} \quad (I_L \text{ min değeri})$$

yük değeri

$$\frac{20}{1,2} = 16,67 \text{ mA}$$

ve  $I_{R\max}$  için

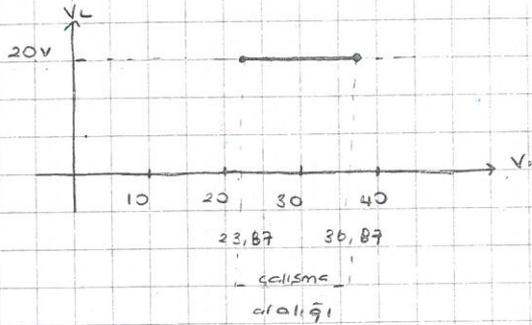
$$I_{R\max} = I_{z\max} + I_{L\min} \text{ hesaplanır.}$$

$$\text{Düğüm denklemleri} = -I_{R_{\max}} + I_{Z_{\max}} + I_L = 0$$

$$I_{R_{\max}} = I_{Z_{\max}} + I_L = 60 + 16,67 = 76,67 \text{ mA}$$

$$V_{i_{\max}} = I_{R_{\max}} \cdot R_s + V_z \rightarrow \text{Sevriyeden; } -V_{i_{\max}} + R_s \cdot I_{R_{\max}} + V_z = 0$$

$$= (76,67 \text{ mA}) \cdot 0,22 \text{ k}\Omega + 20 = 16,87 + 20 = 36,87 \text{ V}$$



- Min giriş geriliminde zener devrede yokmuş gibi kabul edilir. Min yük en fazla gerilimi seçecektir.
- Zener max sekiyorsa yük min akım seçer.

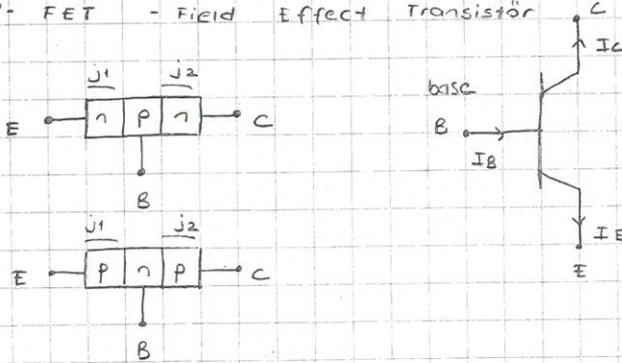
## TRANSİSTÖRLER

→ Diyottan farkı 3 katmanlı olmasıdır. (E, B, C)  
→ Gerilim düzenleyici

(Transformasyon - Rezistör)

Yapısal bakımdan 3 çeşidi vardır,

- 1- BJT - bipolar junction Transistör
- 2- UJT - U. junction Transistör
- 3- FET - Field Effect Transistör

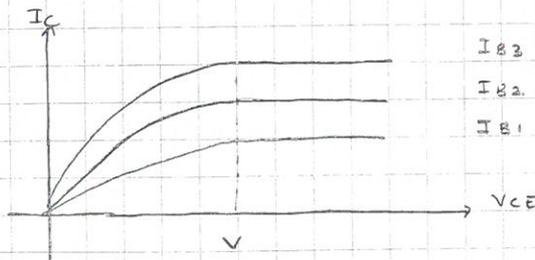
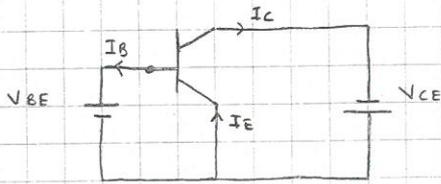


npn  
pnp

$$I_B = I_C + I_E$$

collector

- Transistör akımı kontrol eden bir elemandır.
- Diyottan farkı 3 katmanlı bir elemandır.



$I_{B3}$   
 $I_{B2}$   
 $I_{B1}$

$$I_{B1} < I_{B2} < I_{B3}$$

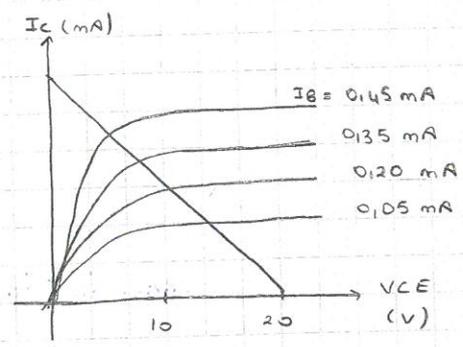
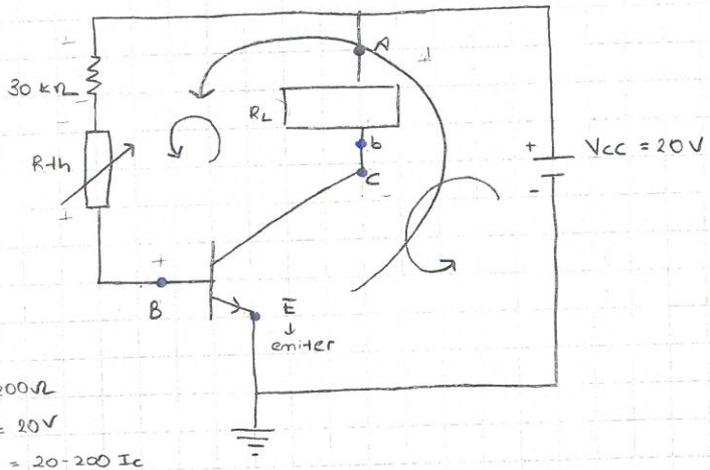
**ÖRNEK** = Şekildeki devrede Philipsin BC413 serisinde bir transistör kullanılmakta olup;

$$I_c = f. (V_{CE})$$

Karakteristikleri grafikte verilmektedir.  $R_{th}$  transistörün

- 1)  $10^\circ C$ 'de  $358 \text{ k}\Omega$
- 2)  $150^\circ C$ 'de  $13,1 \text{ k}\Omega$

Bu sınır değerlere karşı düşen röle bobininin uçları arasındaki gerilimleri bulunuz.



$R_L = 200 \Omega$   
 $V_{CC} = 20V$   
 $V_{CE} = 20 - 200 I_c$

gerimden ;  $-V_{CC} + V_{BE} + (R_{th} + 30) \cdot I_B = 0$

a)  $R_{th} = 358 \text{ k}\Omega$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{(R_{th} + 30) \cdot 10^3}$$

$$I_B = \frac{20 - 0,6}{(358 + 30) \cdot 10^3}$$

$I_B = 0,05 \text{ mA}$   
 $I_{C1} = 20 \text{ mA}$   
 $V_{CE1} = 16V$

$$V_{ab} = V_{CC} - V_{CE} = 20 - 16 = 4V$$

$$V_{ab} = R_L \cdot I_{C1} = 200 \Omega \cdot 20 \text{ mA} = 5,8V$$

$$V_{CC} - V_{CE} - V_{ab} = 0$$

b)  $R_{th} = 13,1 \text{ k}\Omega$

$I_{C2} = 88 \text{ mA}$

$$I_B = \frac{20 - 0,6}{(13,1 + 30) \cdot 10^3} = 0,45 \text{ mA}$$

$$V_{CA} = R_L \cdot I_{C2} = 88 \times 200 \times 10^{-3} = 17,5V$$

\*  $I_{CO} \rightarrow$  sızma akımı

Transistör de yarı iletken malzemeden oluştuğu için negatif bir gerilim uyguladığımızda npn transistörüne kolektörden jonksiyona doğru bir akım akar. Buna sızma akımı (yani sızıntı akımı) denir ve ihmal edilebilir.

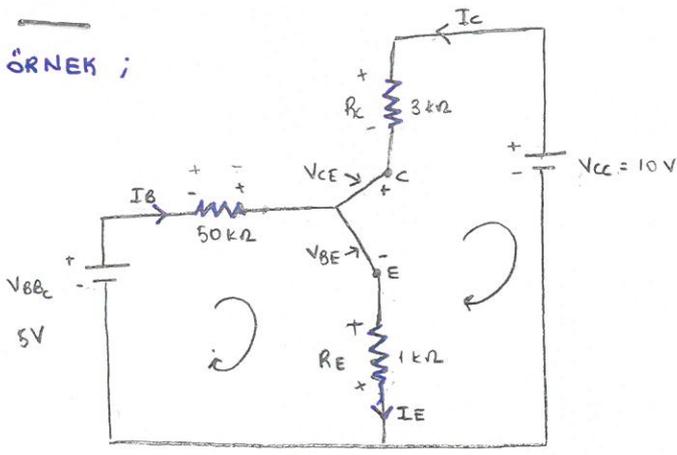
$V_{BE}$  gerilim  $0,7V$   
 Silisyumdan kaynaklı gerilimdir.

$\beta$  : transistörün kazanc faktörü

Kollektör akımı  $\rightarrow I_C = \beta \cdot I_B + (1 + \beta) \cdot I_{CO}$

$$I_C \approx \beta \cdot I_B$$

ÖRNEK ;



Silisyum transistörün doyumda olup olmadığını gösteriniz.  $I_B$  ve  $I_C$  akımlarını bulunuz.

$$V_{BE} = 0,8 \text{ V}$$

$$V_{CE} = 0,2 \text{ V}$$

$$h_{FE} = 100$$

Katoloda verilen değerler.

Loopun olduğu yerlerde bir çevre denklemi yazalım.

$$1) -V_{BB} + R_B \cdot I_B + V_{BE} + R_E \cdot I_E = 0$$

$$2) -V_{CC} + R_C \cdot I_C + V_{CE} + R_E \cdot I_E = 0$$

$$3) I_E = I_B + I_C \quad (\text{VC 2'de yerine yazı.})$$

$$-5 + 50 \cdot I_B + 0,8 + 1 \cdot (I_B + I_C) = 0$$

$$-10 + 3 I_C + 0,2 + 1 \cdot (I_B + I_C) = 0$$

$$I_B = 5,47 \text{ mA}$$

$$I_C = 1,537 \text{ mA}$$

$$I_C = \beta \cdot I_B + (1 + \beta) \cdot I_{C0} \rightarrow I_C \approx \beta \cdot I_B \quad \rightarrow \text{hf kazans katsayısı}$$

$$I_{B \text{ min}} = \frac{I_C}{\beta} = \frac{1,957 \text{ mA}}{100} = 19,57 \text{ mA}$$

$I_{B \text{ min}} < I_B$  olmalı ancak değil. Bu nedenle değerler uyumlu değil.

$$4) 51 I_B + I_C = 4,2$$

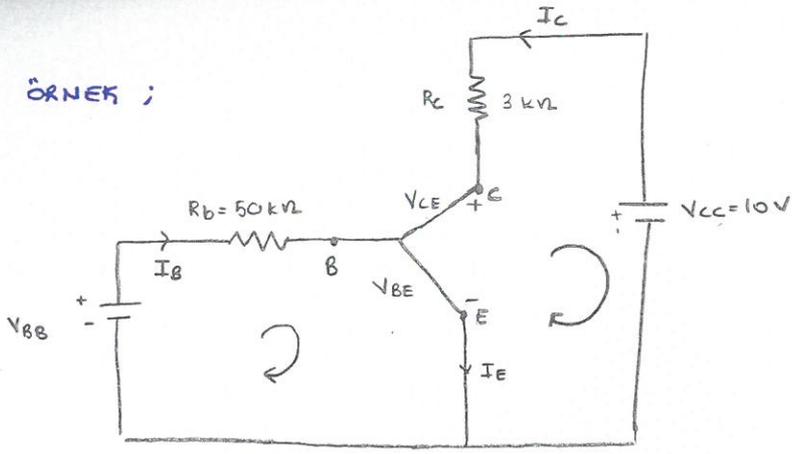
$$1 I_B + 4 I_C = 9,8$$

$$-204 I_B - 4 I_C = -16,8$$

$$-203 I_B = -7$$

$$I_B =$$

ÖRNEK ;



Silisyum transistörün doyuma  
olmadığını gösteriniz.  $I_B$  ve  $I_C$   
akımlarını gösteriniz.

$$V_{BE} = 0,8 \text{ V}$$

$$V_{CE} = 0,2 \text{ V}$$

$$h_{FE} = 100$$

$$1) -V_{BB} + R_B \cdot I_B + V_{BE} = 0$$

$$2) -V_{CC} + R_C \cdot I_C + V_{CE} = 0$$

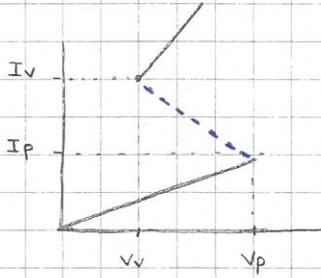
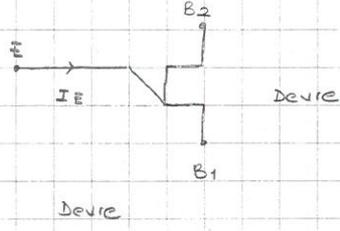
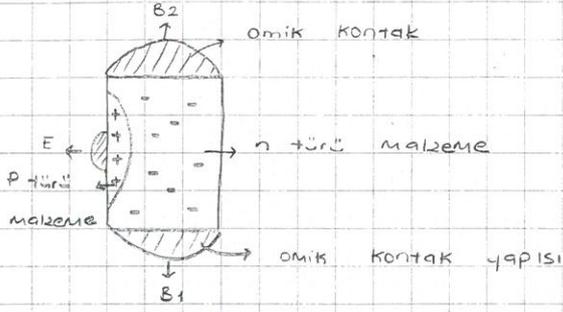
$$3) I_E = I_B + I_C \quad (\text{1. ve 2. 'de yerine yazı})$$

$$-5 + 50 \cdot I_B + 0,8 = 0 \quad \rightarrow I_B = 84 \mu\text{A}$$

$$-10 + 3 I_C + 0,2 = 0 \quad \rightarrow I_C = 3,267 \text{ mA}$$

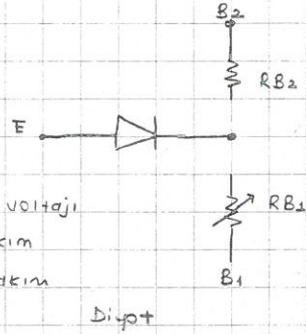
$$I_{B \text{ min}} = \frac{I_C}{\beta} = \frac{3,267 \text{ mA}}{100} = 32,67 \mu\text{A} < I_B = 84 \mu\text{A}$$

## UJT (Unijunction Transistor)



$V_p$  : tepe voltajı  
 $I_p$  : tepe akım  
 $I_v$  : vadi akım

Statik Karakteristik eğrisi  $I_v > I_p$  Diyot



Bu elemanların iki kararlı durumu vardır. Ya iletimde yada kesim durumundadır. Kesim durumunda iletimden çok küçük akım akacaktır. İletim durumunda iletimden çok küçük gerilim vardır. Bu özellikleri ile statik bir anahtar görevi yaparlar. Küçük bir kontrol gerilimiyle iletime geçerler ancak bu gerilim esik bir gerilim değeri üzerinde alınmalıdır. Bu esik değere tepe (pick) değer denir. UJT lerin uygulama alanları ;

- 1- Voltaj seviyesi seçiminde
- 2- Testere biçiminde gerilim üretiminde
- 3- Zaman ölçümünde
- 4- Darbe (pulse) üretiminde
- 5- Osilatörlerde kullanılmaktadır.

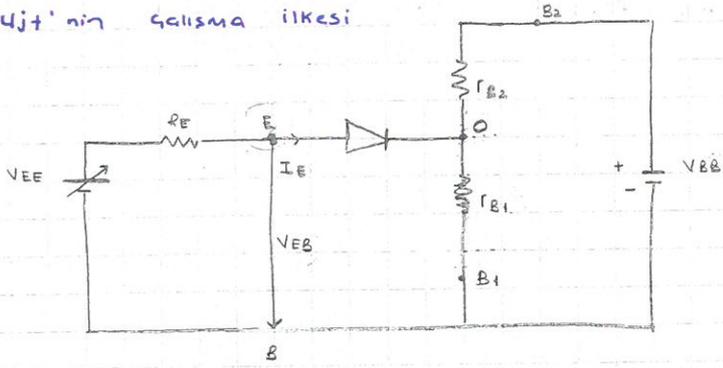
UJT 'nin B1 ve B2 uçları arasında görünen direnç  $r_{BB}$  'ye  $r_{B1}$  direnci denir. Bu direnç ölçülebilir (ohmmetre ile) ancak ohmmetrenin gerilimi küçük olmalıdır.  $r_{BB}$  'nin tipik değerleri 4 ile 10 k $\Omega$  arasındadır.

$$r_{BB} = r_{B1} + r_{B2}$$

tipik değer

$$\eta = \frac{r_{B1}}{r_{BB}} \cdot (0,4 - 0,8)$$

## UJT'nin Çalışma İlkesi



$$V_{EB} = V_D + M V_{BB}$$

Şekildeki devreyi esas alarak UJT çalışmasını inceleyelim. Esdeğer devrede görüleceği gibi;

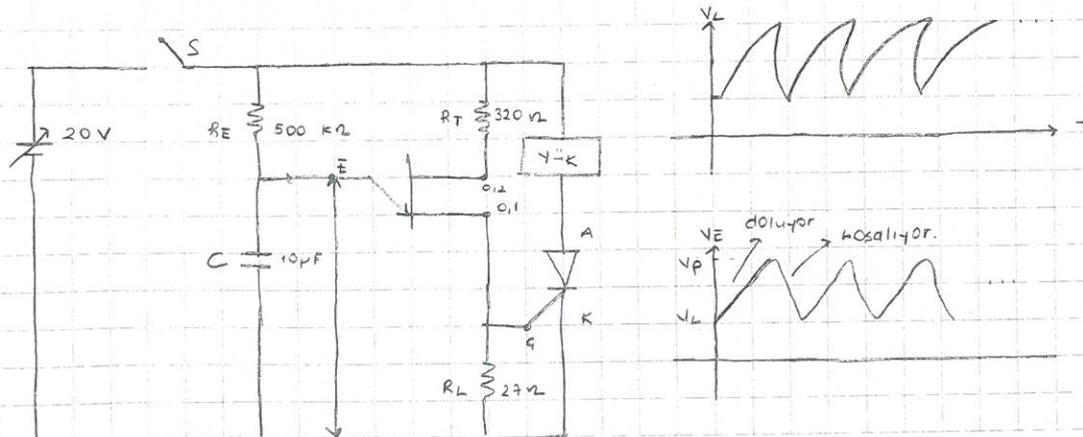
$$\frac{r_{B1}}{r_{BB}} \cdot V_{BB} = V_{EB}$$

gerilimi.  $r_{B1}$  direnci uçları arasında görünür. Bu gerilim yeterli seviyede ise diyot tıkanarak iletimden çıkar. Eğer şeklideki E noktası O noktasının potansiyeline göre daha büyük pozitif bir gerilim uygulanırsa diyot ilettime girerek  $r_{B1}$  üzerinden akım akıtmaya başlar. Diyodun üzerindeki gerilim düşümünü  $0,5 \text{ V}$  alınarak

$$V_{EB} = V_D + \eta V_{BB} \text{ ye eşit olur.}$$

Eğer  $V_{EB}$  gerilimi grafikte gösterilen  $V_P$  değerine erişirse diyot aniden ilettime geçerek B1 noktasına doğru akım akışı başlar. Yani  $r_{B1}$  direnci hızla düşer. İşte bu nedenle esdeğer devrelerde  $r_{B1}$  değişken direnç olarak gösterilmektedir. Oysa  $B_2$  ucu  $V_{BB}$  den dolayı pozitif olarak kutuplandırıldığından herhangi bir akım akışı olmaz, dolayısıyla herhangi bir akım akışı olmaz yani  $r_{B2}$  değişmez.

$I_V$  vadi akımı iletimin başladığı andaki akıdır. İletim karakteristiği üzerinde herhangi bir noktada çalışma  $I_E = f(V_{EB})$  'dir. Sonuç olarak  $V_{BE}$  'yi eğer  $V_{PE}$  'den küçük yaparsak UJT çalışmaz. Eğer bu gerilimi  $V_P$  'den büyük yada eşit yaparsak UJT ilettime geçer. Eğer  $V_{EB}$  'yi değişken yaparsak UJT'nin ilettime giriş çıkışı zamanla değişir. Örneğin şeklideki gibi bir ateşleme devresini ele alacak olursak

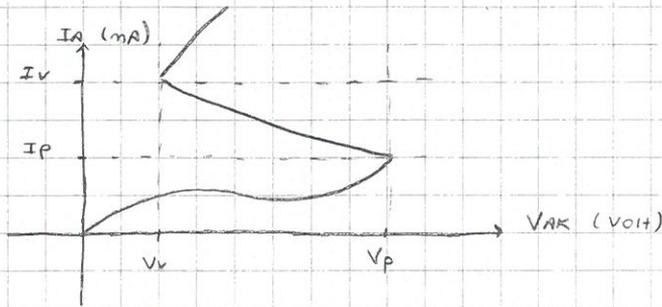


S anahtarı kapandığı an C kondansatörü  $R_E$  direnci üzerinden 20 V kaynak tarafından doldurulurken E noktasının potansiyeli  $V_p$ 'ye erişirse UJT iletme geçecek ve C kondansatörü  $R_L$  direnci üzerinden boşalmaya başlayacak ve kondansatörün boşalmasıyla E noktasının potansiyeli düşecek. Belirli bir değere düşünce UJT iletimden çıkar C kondansatörü tekrar dolmaya başlar ve olay periyodik bir şekilde böylece devam eder.  $V_L$ 'nin uçları arasındaki gerilim yukarıdaki şekilde gösterilmektedir.

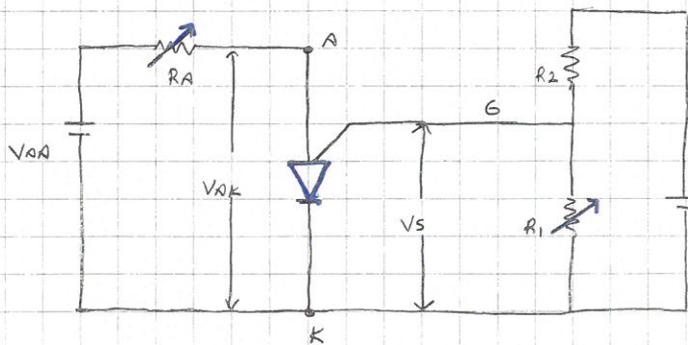
### PUT (Programlanabilir UJT)

UJT'de  $V_p = 0,5 + \eta V_{BB}$  idi.

Sabit  $V_{BB}$  için  $V_p$  bu bağıntı gereğince sabit kalır. Çünkü  $\eta$  sabit i  $\eta$ 'in değişken olmasını sağlamak için PUT kullanılır. PUT 4 tabakalı, 3 eklemli bir yarıiletken olup n tabakasından sıkıştırılmış bir katısı bulunmaktadır. (Anoda yakın tabaka) Bu katı yardımıyla  $\eta$ 'a değişimin sağlayarak  $V_p$ 'nin değişimini sağlar. PUT'un statik karakteristiği grafikte görüldüğü gibidir.



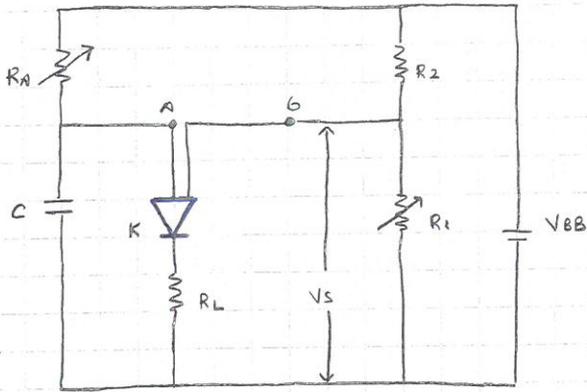
$V_p$  = iletme geçme gerilimi  
 $V_v$  = iletimden çıkma gerilimi



$$V_s = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot V_{BB} = \eta \cdot V_{BB} \text{ 'dir.}$$

$$V_p = 0,5 + V_s$$

$V_p$  bağıntısına bakacak olursak  $V_s$  nedeniyle  $\eta$ 'a dolayısıyla  $R_1$ 'e bağlıdır.  $R_1$ 'i değiştirdikse  $V_p$  iletme geçme gerilimi değişecektir. Oysa UJT'de bu gerilim sabit değerde kalıyordu.



★★ Periyot hesabı = Grafikteki iki tepe arası ;

$$T = R_A \cdot C \cdot \ln \left( \frac{V_{BB} - V_K}{V_{BB} - V_P} \right)$$

iletme pesme perii

SORU :

$$R_{BB} = 10 \text{ k}\Omega$$

$$\eta = 0,55$$

$$V_V = 1,2 \text{ V}$$

$$I_V = 5 \text{ mA}$$

$$I_P = 50 \text{ }\mu\text{A}$$

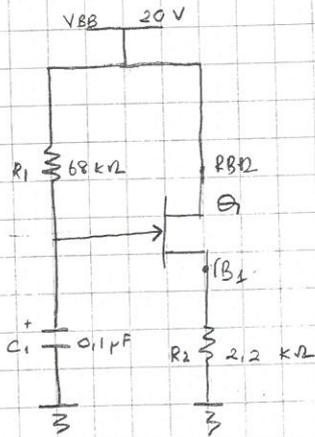
$$R_{B1} = 200 \text{ }\Omega \quad (\text{deşarj süresince})$$

a-  $I_E = C$  A'de  $R_{B1}$  ve  $R_{B2}$  değerlerini,

b- UJT'yi ilettime geçirmek için gerekli  $V_p$  gerilimi?

c-  $R_1$  direncinin uygun aralıkta olup olmadığını hesaplayarak bulunuz

d- Deşarj esnasında  $R_{B1} = 200 \text{ }\Omega$  ise osilasyon frekansını bulunuz.



$$a) \eta = \frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}} \rightarrow 0,55 = \frac{R_{B1}}{10 \text{ k}\Omega}$$

$$R_{B1} = 5,5 \text{ k}\Omega$$

$$R_{BB} = R_{B1} + R_{B2}$$

$$R_{B2} = 10 - 5,5 = 4,5 \text{ k}\Omega$$

m.

$$b) V_p = 0,7 + \frac{R_{B1} + R_2}{R_{B1} + R_{B2} + R_2} \cdot V_{BB}$$

$$V_p = 0,7 + \frac{5,5 + 2,2}{10 + 2,2} \cdot 20 = 13,3 \text{ V}$$

$$c) \frac{V - V_V}{I_V} < R_1 < \frac{V - V_P}{I_P} \rightarrow \frac{20 - 1,2}{5 \cdot 10^{-3}} < R_1 < \frac{20 - 13,3}{50 \cdot 10^{-6}}$$

$$3,76 \text{ k}\Omega < R_1 < 134 \text{ k}\Omega$$

$$d) t_2 = (R_{B1} + R_2) \cdot C \cdot \log_e \frac{V_P}{V_V} = (5,5 + 2,2) \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-7} \cdot \log_e \frac{13,3}{1,2}$$

$$t_2 = 0,77 \cdot 10^{-3} \cdot 2,4 = 1,85 \text{ ms}$$

$$t_1 = R_1 \cdot C \cdot \log_e \frac{V - V_V}{V - V_P} = 68 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} \cdot \log_e \frac{20 - 1,2}{20 - 13,3}$$

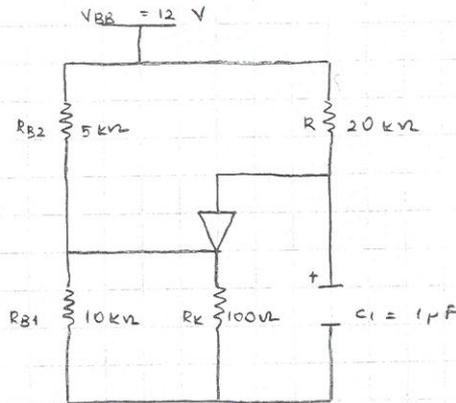
$$t_1 = 6,8 \cdot 10^{-3} \cdot \log_e \frac{18,8}{6,7} = 6,8 \cdot 10^{-3} \cdot 1,03 \approx 7 \text{ ms}$$

$$T = t_1 + t_2 = 7 + 1,85 = 8,85 \text{ ms}$$

$$f_{osilasyon} = \frac{1}{T} = \frac{1}{8,85 \cdot 10^{-3}} = 113 \text{ Hz} //$$

SORU =

- $V_{BB} = 12 \text{ V}$
- $R = 20 \text{ k}\Omega$
- $C = 1 \text{ pF}$
- $R_K = 100 \text{ }\Omega$
- $R_{B1} = 10 \text{ k}\Omega$
- $R_{B2} = 5 \text{ k}\Omega$
- $I_P = 100 \text{ }\mu\text{A}$
- $V_V = 1 \text{ V}$
- $I_V = 5,5 \text{ mA}$



- a-  $V_P = ?$
- b-  $R_{max}$  ve  $R_{min}$ ?
- c-  $T$  ve osilasyon frekansı?
- d-  $V_A$ ,  $V_B$ ,  $V_K$  nin dalga şekilleri?

a)  $V_P = \eta \cdot V_{BB} + V_D = \frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}} \cdot V_{BB} + V_D = \frac{10}{10+5} \cdot 12 + V_D = 8 + 0,7 = 8,7 \text{ V}$

*genelde 0,7 alınır.*

b)  $R_{max} = \frac{V_{BB} - V_P}{I_P}$   $R_{max} = \frac{12 - 8,7}{100 \cdot 10^{-6}} = 332 \text{ k}\Omega$

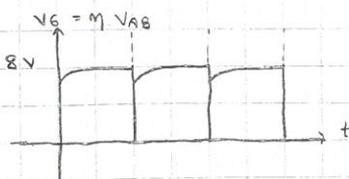
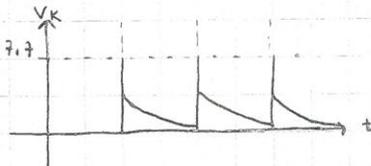
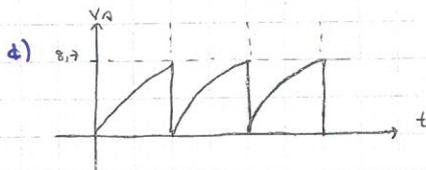
*retive jime*

$R_{min} = \frac{V_B - V_V}{I_V}$   $R_{min} = \frac{12 - 1}{5,5 \cdot 10^{-3}} = 2 \text{ k}\Omega$

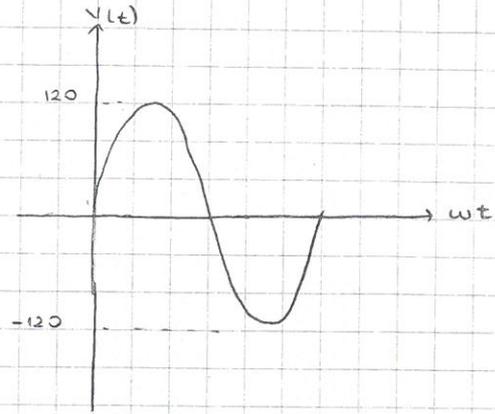
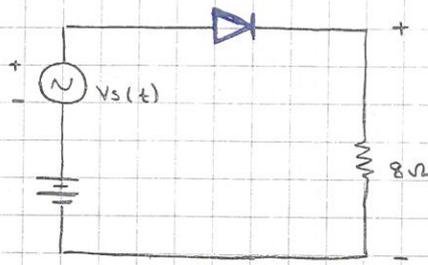
*iletimden sikma*

c)  $T = R \cdot C \cdot \log_e \frac{V_{BB}}{V_{BB} - V_P} = 20 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \cdot \log_e \frac{12}{12 - 8,7} = 0,02 \cdot \log_e \frac{12}{3,3} \rightarrow T = 25,8 \text{ }\mu\text{s}$

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{25,8 \cdot 10^{-3}} = 38,8 \text{ Hz}$



ÖRNEK ;

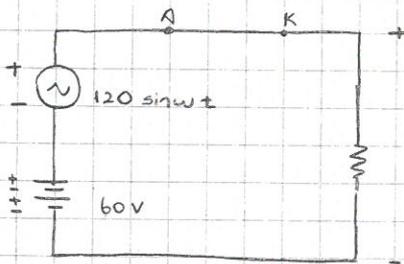
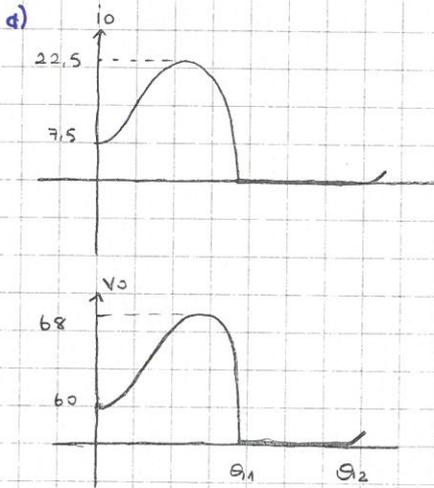


$$V_s(t) = 120 \sin \omega t$$

(-diyotu ideal kabul ediniz)

a-  $i_o$  ve  $V_o$  grafiklerini çiziniz.

b-  $i_o$ 'in ortalaması değerini hesaplayınız.



$$V = I \cdot R \rightarrow 180 \text{ V} = I \cdot 8 \Omega$$

$$I = 22,5 \text{ A}$$

$$60 = I \cdot 8 \Omega$$

$$I = 7,5 \text{ A}$$

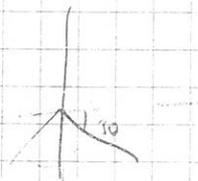
$$\theta_1 = 120 \sin \theta_1 = -60$$

$$\sin \theta_1 = \frac{-1}{2}$$

$$\theta_1 = 210$$

$$\theta_1 = \frac{7\pi}{6}$$

$$\theta_2 = 330^\circ$$



çıkış gerilimi ;

$$0 \leq \theta < \theta_2 \quad \text{ve} \quad \theta_2 < \theta < 2\pi \quad \text{için ;} \quad V_o = 60 + 120 \sin \theta$$

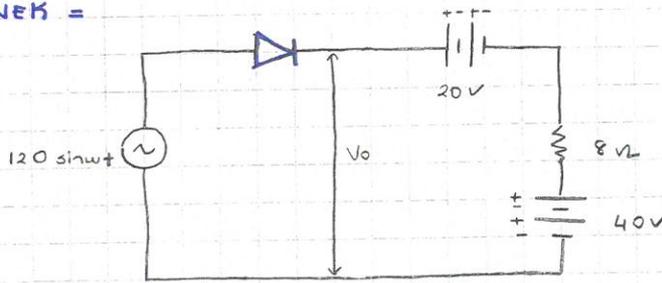
$$i_o = \frac{V_o}{R} = \frac{60 + 120 \cdot \sin \theta}{8} = 7,5 + 15 \sin \theta \quad \text{A}$$

$$I_o = \frac{1}{2\pi} \int \left[ \int_0^{7\pi/6} (7,5 + 15 \sin \theta) \cdot d\theta + \int_{11\pi/6}^{2\pi} (7,5 + 15 \sin \theta) \cdot d\theta \right]$$

$$= \frac{1}{2\pi} \left[ \left( 7,5 \theta - 15 \cos \theta \right) \Big|_0^{7\pi/6} + \left( 7,5 \theta - 15 \cos \theta \right) \Big|_{11\pi/6}^{2\pi} \right]$$

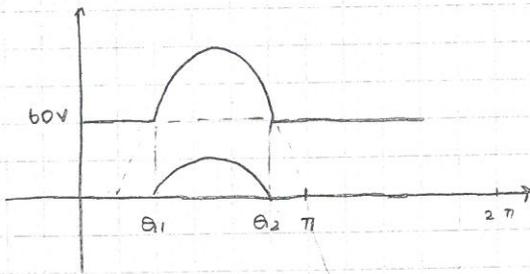
$$= \frac{1}{2\pi} (10\pi + 15 \cdot 0,866 + 15 \cdot 0,866) = 7,135 \text{ A}$$

ÖRNEK =



- $i_o$ ,  $i_s$  ve  $V_o$  grafiklerini çiziniz.
- $V_o$  ortalama gerilimini bulunuz.

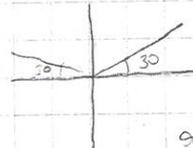
a)



b)  $\theta_1$ 'de  $V_s \cdot \theta_1 = 60 \text{ V}$

$$120 \cdot \sin \theta_1 = 60 \text{ V}$$

$$\sin \theta_1 = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad \theta_1 = 30^\circ \quad \theta_1 = \frac{\pi}{6}$$



$$\theta_1 = 30^\circ \quad \theta_2 = 150^\circ$$

sinüssten dolayı ;

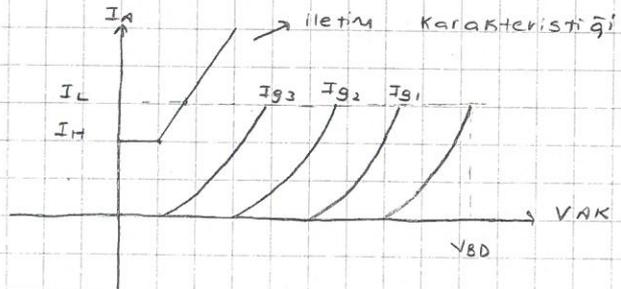
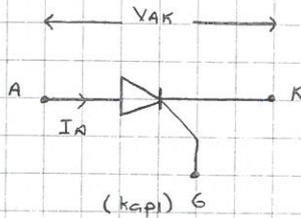
$$\theta_2 = 180 - \theta_1 \rightarrow 180 - 30 = 150^\circ \quad \gg \quad \theta_2 = 150^\circ \quad \theta_2 = 5\pi/6$$

$$V_o = \frac{1}{T} \int_0^T V_o \cdot dT \rightarrow V_o = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\theta_1} 60 \cdot d\theta + \int_{\theta_1}^{\theta_2} 120 \cdot \sin\theta \cdot d\theta + \int_{\theta_2}^{2\pi} 60 \cdot d\theta$$

$$V_o = \frac{1}{2\pi} \left[ \frac{60 \cdot \pi}{6} + 120 \cdot \left( -\cos \frac{5\pi}{6} + \frac{\cos \pi}{6} \right) + 60 \cdot \left( 2\pi - \frac{5\pi}{6} \right) \right]$$

$$V_o = \frac{1}{2\pi} \cdot \left( 10\pi + 120 \cdot 1,9321 + 70\pi \right) = 73,081 \text{ V}$$

## TRİSTÖRLER



$$I_{g3} > I_{g2} > I_{g1}$$

$I_L$  = kilitleme akımı

$I_H$  = tutma akımı

Tristör katman ve eklem yapısı bakımından 4 katmanlı 3 ekleni yarı iletkenidir. PNT gibi bir yapıya sahip olmasına rağmen G kapısı katoda yakın P katmanından sıkıştırılır. Bu nedenle PNT kapısı anot tarafında, tristörün kapısı katot tarafındadır. Ancak tristörün iletme geçmesi için anodun katoda göre pozitif potansiyelde olmasına ek olarak G kapısı devresinden yeterli düzeyde akım akıtılması yeterlidir. Kapı devresinden akım akıtmadan tristörün iletme geçmesi, arzu edilen bir durum olmasına rağmen mümkündür. ( $V_{AK} > V_{BO}$ )

Böylece tristörler, transistörler gibi akılla iletme geçmesine rağmen tristörün iletimde kalması kapı akımına bağlı değildir. Yani iletimdeyken kapıdan akım akarsa da akmasa da iletim devam eder. iletimden çıkma için tristörden akan akımı yukarıdaki grafikte gösterilen tutma akımı denilen akımdan küçük olması gerekir.

SORU = Bir pn eklemi ısıdığı zaman direnci artar mı azalır mı?  
Neden?

SORU = UJT'yi PUT ile, MOSFET'i BJT ile, BJT'yi triyotlerle karşılaştırınız.

SORU = UJT'li bir darbe üretici devre çalışmasını anlatınız.

SORU = Triyotün iletme geçme ve iletimden çıkma koşulları nelerdir?

SORU = Triyotün iletimدهyken kayıpları neden üzerinden akan akım dalgası baskısına bağlıdır?

SORU = Triyotün tetikleme (ateşleme) darbelerinden beklenen özellikler nelerdir?

SORU = Triyotlerde  $dV/dt$  ve  $di/dt$  değişimleri ne tür etkilere yol açar?

MOSFET'te sıcaklık artarsa akım azalır direnci artar.  
BJT

$\frac{dI}{A}$

4- Vak'ın  $V_{max}$ 'in  $1/10$ 'una düşmesi gerekir.

Gate kapısında akım akmalı.

Eğer  $\Rightarrow I_g = 0$  ise pozitif olmalı  $K'$ 'ya göre.  $\rightarrow$

## Tristörün Dinamik Davranışı

### Tristörün İletime Geçmesi

Tristörün statik karakteristiğine bakacak olursak kilitlenme akımına ( $I_L$ ) iki şekilde erişebilir.

- 1)  $I_g = 0$   $V_{AK} = V_{BO}$  (bozulma gerilimi)
- 2)  $V_{AK} < V_{BO}$   $I_g > 0$

Tristörün G kapısından akımı akıtmaya tetiklenme veya ateşleme denir. Ateşleme başladığı anda kapı civarında akım dağılımı mikro sarıyeller mertebesinde kısa bir zamanda bütün ekleme yayılır.

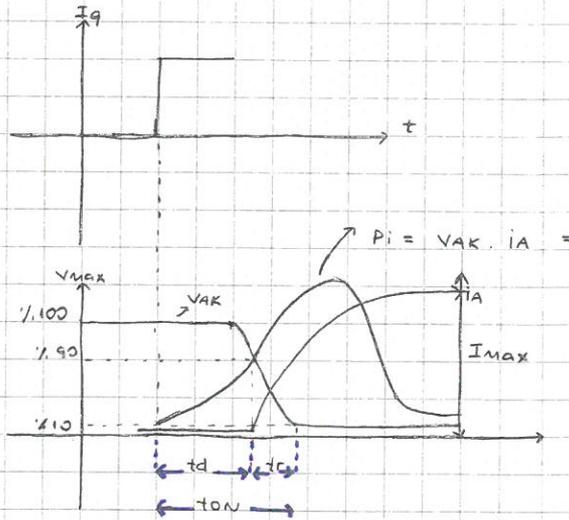
Akımın bu hızlı değişimi şu sonuçları doğurur;

1- İletime geçen kısımlarda aşırı ısınmalar olur. Öyle ki bu ısınmalar ekleme yapısını bozabilir. Bu nedenle  $\frac{di_A}{dt}$  değerinin büyük değerlere ulaşmasını önlemek için dayanıklı bobinler (SOAK) kullanılır.

2-  $\frac{di_A}{dt}$ 'nin hızlı değişimi  $I_A$  akımının aktığı bobinlerde büyük gerilimler endüklenir.  $\frac{di_A}{dt}$  bu nedenle imalatçı tarafından sınırlanmıştır.

Örneğin BSTL90 Philips firmasının ürettiği tristörün  $\frac{di}{dt} = 50 = 100 \text{ A}/\mu\text{s}$

tipik değerleri  $50 \div 200 \text{ A}/\mu\text{s}$



Tristör tetiklenince yeni  $I_B$  akımı akıtmaya başlayınca grafikte gösterilen bir  $t_d$  gecikmesinden sonra uçları arasındaki gerilim düşmeye başlar. Bu süre sonunda şekilde gösterilen  $t_r$  süresince gerilim max değerinin  $\%10$ 'una düşer. Böylece ortaya çıkan  $t_{on} = t_d + t_r$  süresine tristörün ilettime geçme süresi denir.  $\frac{di_A}{dt}$ 'nin değişimi  $\frac{di}{dt}$  değerinin değişimine

bağlı olup bu devre;

a) Endüktif bir devre ise  $\frac{dI}{dt} <$

b) Omik veya kapasitif bir devre ise  $\frac{dI}{dt} >$

İletim esnasında kayıp enerji:

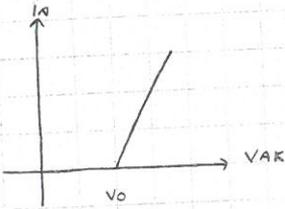
$$W_{\text{on}} \approx \left( \frac{V_{\text{mak}} \cdot I_{\text{mak}}}{4} \right) \cdot t_r$$

$$\text{Kayıp Güç } P_{\text{on}} = \frac{V_{\text{mak}} \cdot I_{\text{mak}}}{4} \quad \text{taşı } t_r \text{ 'dir.}$$

### Tristörün Sürekli İletimdeyken Kayıpları

VAK gerilimi max gerilimin  $\gamma \cdot 10$ 'una düştüğü andan itibaren tristörün sürekli iletme geçtiği varsayılır. Tristör sürekli iletimdeyken statik karakteristiği aşağıdaki grafikteki gibi olup bu karakteristiktir;

$V_{AK} = V_0 + r_f \cdot I_A$  ile ifade edilebilir. Bu bağıntı yardımıyla iletim esnasında ortaya çıkan kayıplar;



$$P_f(t) = V_{AK} \cdot I_A$$

$$P_f(t) = V_0 \cdot I_A + r_f \cdot I_A^2$$

Ortalama  $\rightarrow$   $P_f = \frac{1}{T} \int_0^T P_f(t) \cdot dt$   
Kayıp

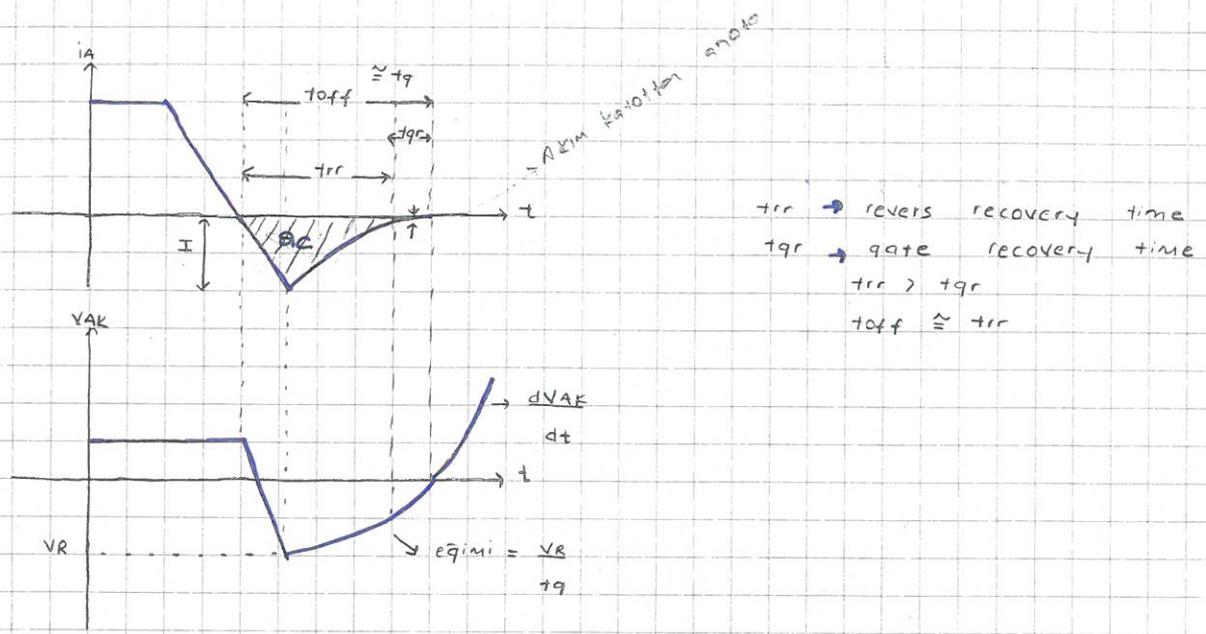
$$P_f = V_0 \cdot \left( \frac{1}{T} \int_0^T I_A \cdot dt \right) + r_f \cdot \left( \frac{1}{T} \int_0^T I_A^2 \cdot dt \right)$$

ortalama

etkin

Bu bağıntıdan görüleceği gibi sürekli iletimde ortaya çıkan kayıplar  $I_A$  akımının zamana değişimine bağlı olup, idealitesi muhtemel  $I_A(t)$  biçimine ait kayıpları ayrı ayrı verir.

## Tristörün İletimden Çıkması (Sönüm Olayı)



İletim halinde olan bir tristör akımı için imalatçı firma belirlemiş olan  $I_H$  (tutma akımı) akımının altına düşecek olursak tristör kendiliğinden iletimden çıkar. Tristör akımını düşürme aşağıya doğru zorunlu olarak yapılabilir. Bu düşürme olayı doğal ve zorunlu olarak yapılır. Doğal durumu AC devrelerde, zorunlu durumu DC devrelerde görülür.

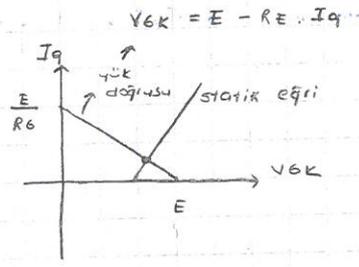
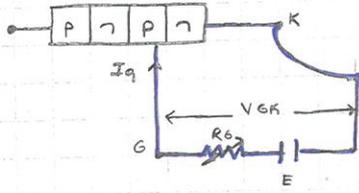
Tristörün anot - katot arası geriliminin  $V_{AK}$ 'nın negatif olmaya başlaması ile  $I_A$  akımı sıfıra doğru düşer ve kısa bir süre için negatif değer alır. Yani akım katottan anota doğru akar. Bunun nedeni uzay yükü bölgesinde boşluk yükleri ( $\theta_c$ )'dir. Uzay yükü bölgesinin yüklerden boşalması  $t_{rr}$  gibi bir zaman alır.  $t_{rr}$ 'nin tanımı grafikte yapılmaktadır. Boşluk yükleri yeni uzay yükü bölgesindeki taşıyıcılara bağlıdır. ( $\theta_c$ ).  $t_{rr}$  tipik değerleri  $10-30 \approx \mu s$ .  $t_{rr}$  süresince (tıkama süresi)  $P_{off} = V_{AK} \cdot I_A$  ile oluşan güce tıkama gücü, bunun ortalamasına ise tıkama kayıpları denir.

Bu kayıpların küçük olması için  $t_{rr}$ 'nin, dolayısı ile  $\theta_c$ 'nin küçük olması gerekir. Sonuç olarak; (ortalama olarak)

- 1- İletime girerkenki kayıplar
- 2- İletimden çıkarkenki kayıplar
- 3- İletimdeyken kayıplar
- 4- Kapı kayıpları

Yukarıdaki kayıplar nedeni ile tristör ısınır. Özellikle salınma sıcaklığı büyük olan tristörlerde bu kayıplar dolayısı ile ısınma büyük olur. Bu ısıyı dış ortama iletmek için soğutucu kullanılır.

## Tristörlerin Ateslenmesi (Tetiklenmesi)

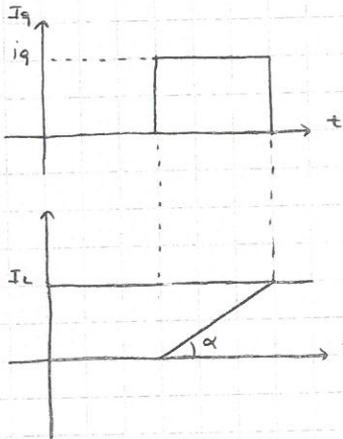
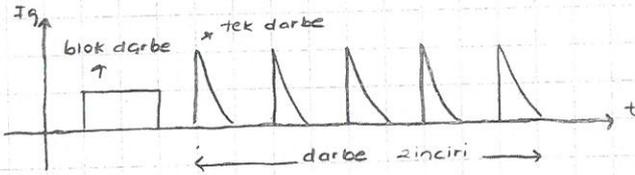


$$-E + R_g \cdot I_g + V_{gk} = 0$$

$$V_{gk} = E - R_g \cdot I_g$$

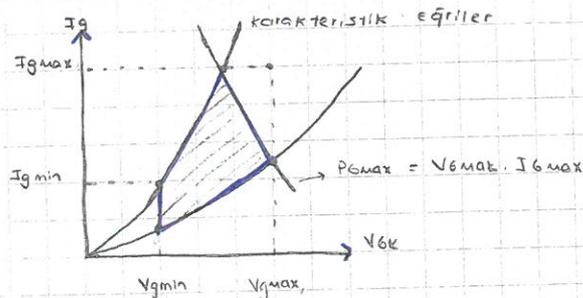
Kapı devresinden akım çıkarma işlemine daha önce belirtildiği gibi ateşleme veya tetikleme denir. Gate (kapı) akımının belirli bir değerde belirli bir biçimde olması gerekmektedir.  $I_b$  kapı akımında beklenen özellikler;

- 1- Tristörü en kısa zamanda ilettime geçirmesi için hızla yükselen akım olmalı. (dikdörtgen kenarı gibi)
- 2-  $I_b$ 'nin sürekli uzun bir süre akması kapı devresi kayıplarını artırır. Bu nedenle bir blok darbe yerine tek bir darbe veya darbe zinciri kullanılır.



$\alpha$ 'yı sabit tutup  $T(t_0)$  darbe süresi  $At$  kadar artırmak gerekir.

Darbe süresi kısa olursa tristör ilettime girmeyebilir. Bu nedenle darbenin belirli bir süre devam edebilir. Darbe süresi öyle olmalı ki, tristörün iletisinden akan akım  $I_b$ 'ye eşit olmalıdır.  $I_q$  darbe akımını aşağıdaki grafikte gösterilen alan içinden seçmeliyiz.

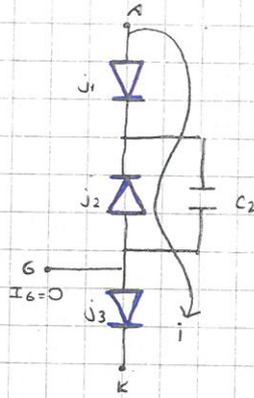
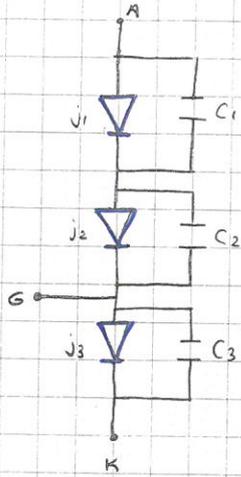
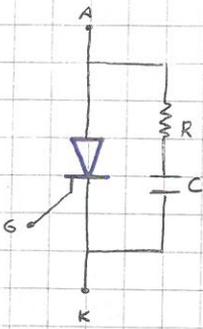


Tristörlerde

Gerilim beşisiminin

Etkileri

$$\left( \frac{dV_{AK}}{dt} \right)$$



$$= C_2 \cdot \frac{dV_{AK}}{dt}$$

$$V_{AK} = V_{BO}$$

Tristörün diyot eşdeğeri

V<sub>DWM</sub> triyör ileri yönde tükamada iken uyları arasındaki  
çalıma gerilimidir.

triyör ileri yönde tükamada iken uyları arasındaki  
tükama noktası

triyör ileri yönde tükamada iken uyları arasındaki  
tekrarlanmayan tepe değeri

V<sub>VRWM</sub> triyör ters yönde tükamada iken uyları arasındaki  
max çalıma gerilimi

V<sub>VRM</sub> triyör ters yönde tükama  
tekrarlanmayan tepe değeri

V<sub>VRSM</sub> triyör ters yönde tükamada iken uyları arasında  
tekrarlanmayan tepe değeri

V<sub>T</sub> triyör tükamadayken uyları arasındaki max gerilim.

### ANMA AKIMLARI

$I_T$  = Triyör iletimdeyken sürekli akımın max değeri

$I_{TAV}$  = Triyör iletimdeyken akımın ortalama değeri

$I_{TSM}$  = Triyör iletimdeyken tekrarlanmayan tepe değeri

$I_{TRM}$  = " " tekrarlanmayan tepe değeri

$(I_T)_{RMS}$  = Triyör iletimdeyken sürekli akımın etkin değerinin üst sınırı

$I_{IRM}$  = Triyör ters yönde uyarıldığında ortaya çıkan akım değeri

$I^2(t)$  = Triyörün darbe akımı yeteneği

Bu akımlardan  $I_{TAV}$  önemli olup artarılan akımın dalga biçimini,  
akımın akış süresine, triyörün sıcaklığına, (dolayısı ile güç kaybına)  
bağlıdır. Bu bağıllık kataloglarda verilir.

### KAPı DEVRESİ ANMA BÜYÜKLÜKLERİ

$T_{6T}$  = Minimum ateşleme akımı

$V_{6T}$  = " " gerilimi

$I_{6m}$  = MAX " akımı

$V_{6m}$  = " " gerilimi

$I_{6RM}$  = Ters yönde max ateşleme akımı

$V_{6RM}$  = " " " " gerilimi

$P_{6AV}$  = mäsade edilebilir kapı devresi kayıpları

$I_H$  = triyörün max tutma akımı

$I_L$  = " " killtlenme "

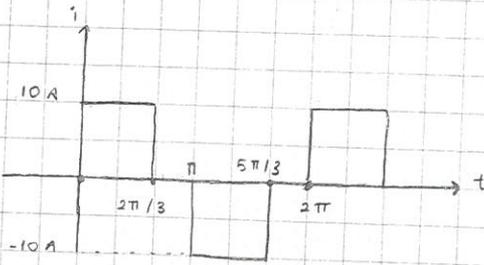
$S_I$  =  $di/dt$ 'nin max değeri

$S_U$  =  $dv/dt$ 'nin max değeri

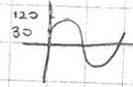
$t_{off}$   $\approx$   $t_f$  = tükama zamanı

$t_{on}$   $\approx$   $t_r$  = iletme geçme zamanı

ÖRNEK =



Dalga şekli farklı olabilir.



30 + sin 90  
V<sub>max</sub> sin ωt

diyot  
4jt  
Böyle soru  
Ortalama değer hesabı  
Sözel  
transistör  
Zener diyot

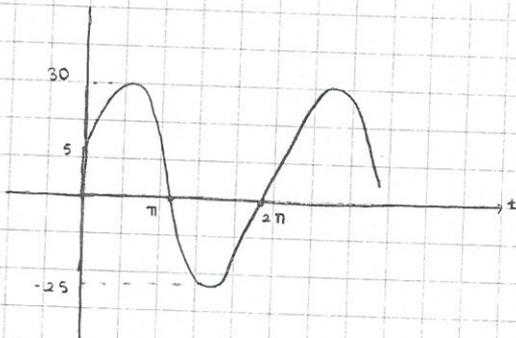
1) RMS değerini bulunuz.

$$I_{rms}^2 = \frac{1}{2\pi} \left[ \int_0^{2\pi/3} (10)^2 d\theta + \int_{\pi}^{5\pi/3} (-10)^2 d\theta \right] = \frac{100}{2\pi} \left[ \theta \Big|_0^{2\pi/3} + \theta \Big|_{\pi}^{5\pi/3} \right]$$

$$= \frac{100}{2\pi} \cdot \left( \frac{2\pi}{3} + \frac{2\pi}{3} \right)$$

$$I_{rms}^2 = \frac{100}{2\pi} \cdot \frac{4\pi}{3} = \frac{200}{3}$$

$$I_{rms} = 8,165 \text{ A}$$



$$I = 5 + \sin 25 \theta$$

$$I_{RMS}^2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (5 + 25 \sin \theta)^2 d\theta$$

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (25 + 250 \sin \theta + 625 \sin^2 \theta)$$

$$\sin^2 \theta = \frac{1 - \cos 2\theta}{2}$$

bunu bul!

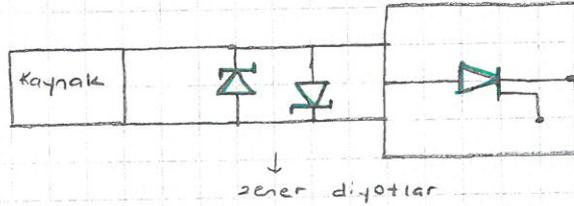
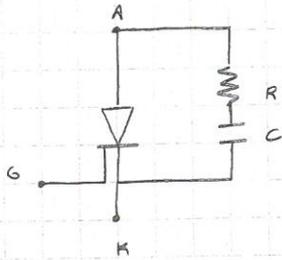
1

## Tristörün Koruması

Tristörün ani akım darbelerine karşı korumasına karşı sigorta kullanılabılır. Ancak çok hızlı olmalıdır. Akımdaki değişim  $di/dt$ 'in artmasına karşı sok bobini kullanılır.

### Asırı Gerilime Karşı Koruma

Endüktanslı devrelerde aşırı kapama olayı olduğu zaman asırı gerilimler ortaya çıkar. Örneğin bir doğru akım motoru tristör üzerinden beslenmesi durumunda asırı gerilimler ortaya çıkabilir, bunlara karşı korumak için gerilim bastırıcı olan seri bağlı R-C devresinden faydalanılır. Birden fazla tristör olduğunda tristörü köprü devrelerinin asırı gerilime karşı korunması için köprü girişine gerilim kırpıcı koyulur.



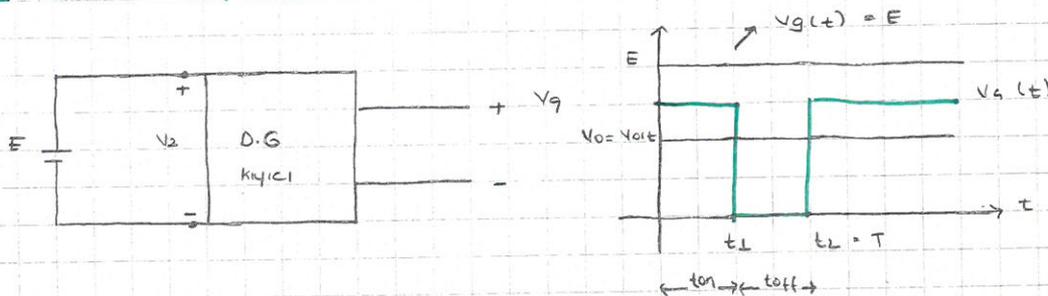
## Komutasyon

Tristörün iletimden çıkartılma işlemine komutasyon denir. Bu olayın geçtiği süre komutasyon süresi olarak adlandırılır. Güç transistörlerini iletimden çıkartmak için yeni kesime sokmak için baz taban akımını sıfır yapmak yeterliydi. MOSFET'leri iletimden çıkartmak için  $V_{GS} = 0$  yapmak yeterliydi. Oysa tristörlerde iletimden çıkartmak için özel devrelerce basıdırılır. Bunlara komutasyon devreleri denir. Komutasyon süresi dış devre elemanlarına bağlı olduğu gibi, tristörün etlemlerindeki boşluk yükü bölgelerinin durumuna da bağlıdır.

### Komutasyon Kesitleri ;

- 1- Doğru komutasyon ;
- 2- yük komutasyon
- 3- zorunlu komutasyon ( voltaj komutasyonu)
- 4- Resonans devreleri ile komutasyon

## DC Gerilim Kısıcılar



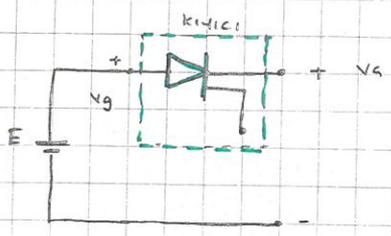
$V_g(t)$ 'nin ortalama değeri =  $V_g$

$t_{on}$  = Kısıcıcının kapalı olduğu süre

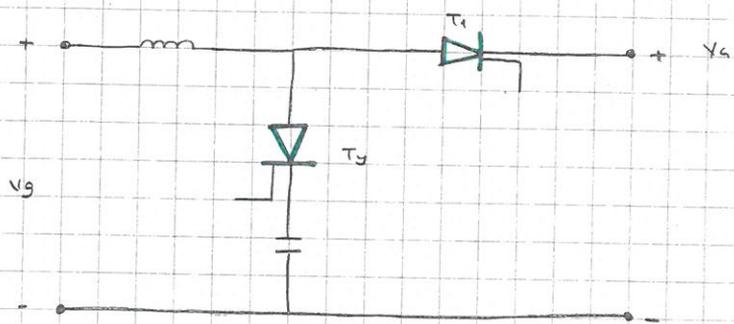
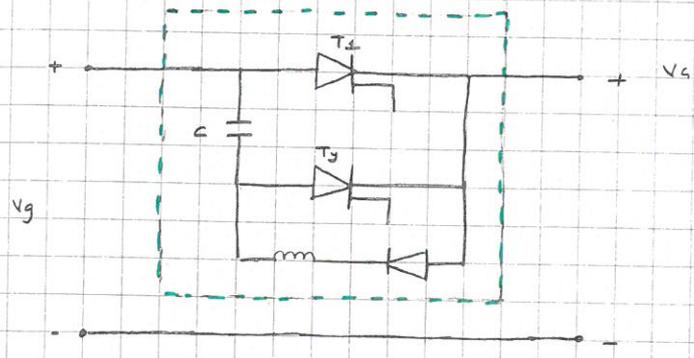
$t_{off}$  = " " " " " "

$T = t_{on} + t_{off}$

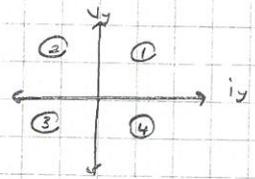
$f = \frac{1}{T}$  → çalışma frekansı



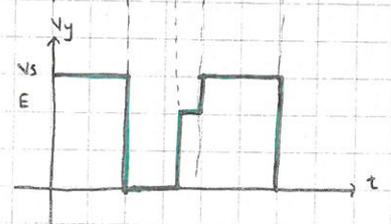
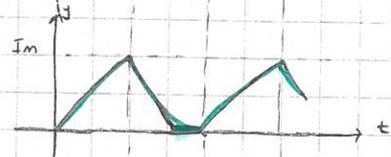
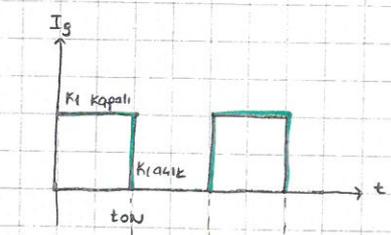
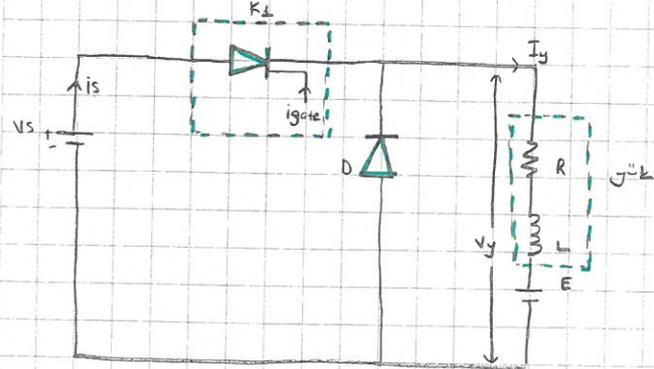
Birden fazla triyistor ;



$V_y, I_y +$  ise güç alır,  
 $V_y, I_y -$  ise güç verir



1. Katmanda Çalisan Kıyıcı



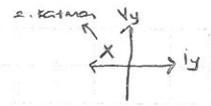
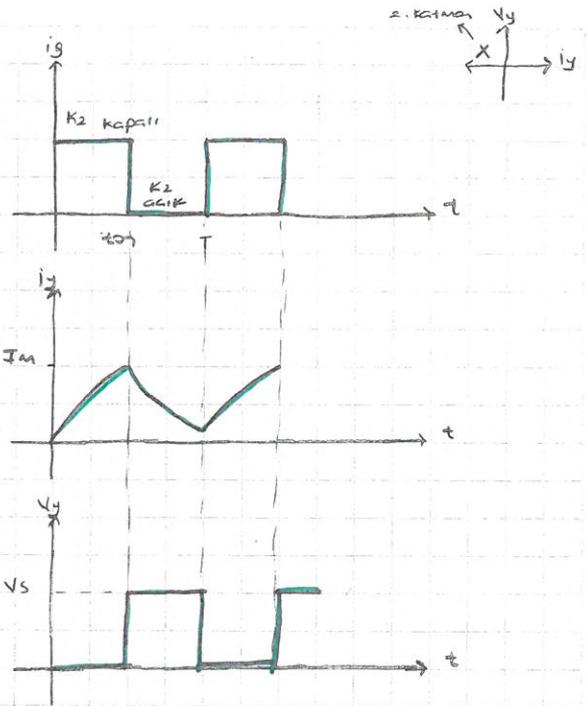
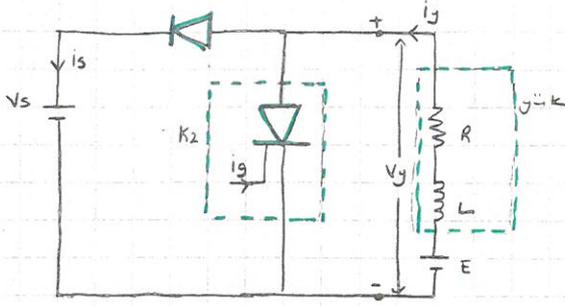
$$L \cdot \frac{di_y}{dt} + R \cdot i_y = V_s - E \quad t=0 \quad i_y=0,$$

$$I = I_y \quad (t \rightarrow \infty) = \frac{V_s - E}{R}$$

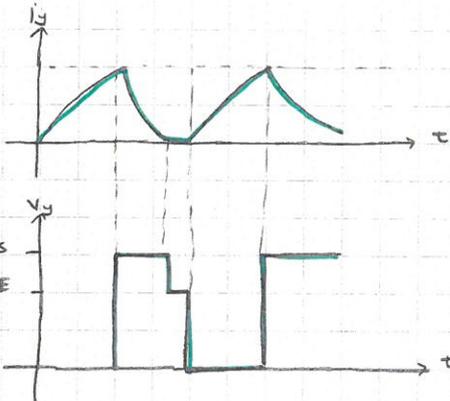
$$I_{max} = I_y \quad (t = t_{on})$$

L büyüğe akım sürekli hale gelir.  
 Akım sürekli olursa yük gerilimi  
 $V_s$ 'ye eşit olur.

3) 2. Katmanda Galisan Kiyici



$i_y$ 'yi deęistirip  $L$ 'nin durumuna göre,  $L < i_s$  ise  $t_{on}$ 'den sonra sifira duser.



$$L \cdot \frac{di_y}{dt} + R i_y = -V_s + E$$

$$i = i_y (t \rightarrow \infty) = \frac{V_s - E}{R}$$

ÖRNEK ;

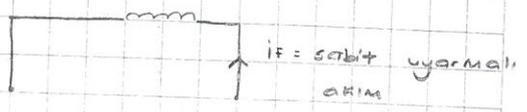
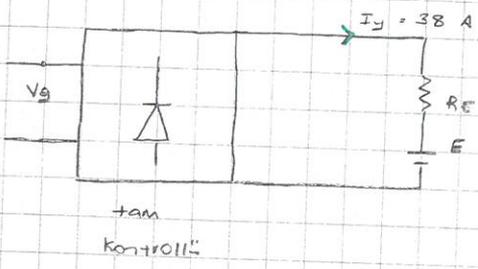
10 hp 230 V 1200 devir/dk serbest uyarmalı bir doğru akım motorunun hızı tek fazlı tam kontrollü doğultucu bir ropu ile yapılmaktadır. Anma akımı 38 A olan motorun parametreleri ;

$$R_E = 0,3 \Omega$$

$$K_E = 0,182 \text{ V / (devir/dk)}$$

Endüvi akımlar ihmal.  $L_E = 0$  olmaktadır. Endüvi'de 38 A saf bir doğru akım akıtılmaktadır. Etkin değeri 260 V olan bir kaynağs bağlı olan bu sistemde;

- $\alpha = 90^\circ$  ateşleme ağısı için enduviye uygulanan gerilim, endüklenen EMK, motor hız ve momentini hesaplayınız
- uyarma akım yonu değistirilerek rotorda endüklenen EMK'nin yonu değistiriliyor.  $\rightarrow$  Anma değeri A sıklıkındaki değerde tutuluyor. Endüvi'den yine 38 A saf akım akması için ateşleme ağısı ne olmalı? Endüvi girisinde gücün yonu ne olur? değerini hesaplayınız.

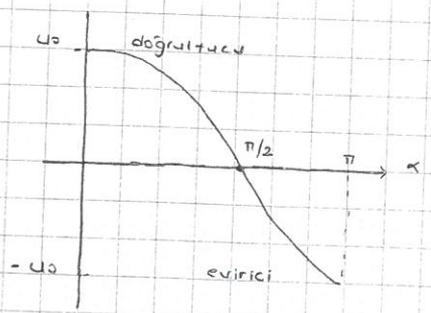


$$V_g = 260 \sqrt{2} \sin \omega t$$

a)  $U_E = \frac{2 \cdot V_m \cos \alpha}{\pi} = U \cdot \cos \alpha$

$$U_E = \frac{2 \cdot V_m \cos \alpha}{\pi} = \frac{2 \sqrt{2} \cdot 260}{\pi} \cdot \cos \alpha = 234,6$$

$$E = U_E - R_E \cdot I_E = 234 - 0,3 \cdot 38 = 190,7 \text{ V}$$



$$E = k_e \cdot n$$

$$n = \frac{E}{k_e} = \frac{190,7 \text{ V}}{0,184 \text{ V (d/dk)}}$$

$$n = 1048 \text{ d/dk}$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi \cdot 1048}{60} \text{ d/dk} = 109,7$$

$$M = \frac{E \cdot I_E}{\omega} = \frac{(190,7 \text{ V}) \cdot 38 \text{ A}}{109,7} = 66 \text{ Nm}$$

b)  $E = -190,7 \text{ V}$

$$E = k_e \cdot I_f \cdot \omega$$

$$U_E = R_E \cdot I_E - E = 0,3 \cdot 38 - 190,7 = -179 \text{ V}$$

$$-179 \text{ V} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot 260 \cdot \cos \alpha \quad \alpha = 40^\circ$$

$$40^\circ < \alpha < 90^\circ$$

$$P = U_E \cdot I_E = -179 \text{ V} \cdot 38 \text{ A}$$

$$P = -6802 \text{ W}$$

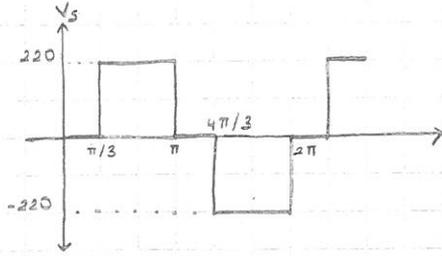
→ Yükten kaynağa doğru güç akışı söz konusu.

$\sqrt{2}$  ye bölünce efektif,  $\sqrt{2}$  ile çarpınca etkin değeri

Geçen haftaki soru çözümü fotokopilerdeymiş, hangileri olduğunu sor.

6

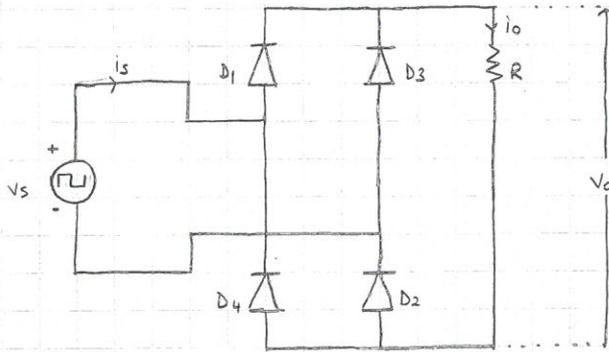
ÖRNEK 7



$i_s$ ,  $i_o$  ve  $v_o$  grafiklerini çiziniz.  $R = 10 \Omega$  ise çözümlen.

a-  $V_{dc}$  ve  $I_{dc}$  değerlerini

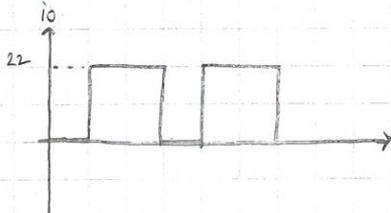
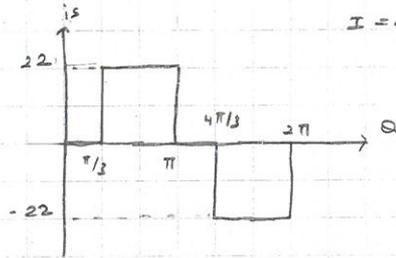
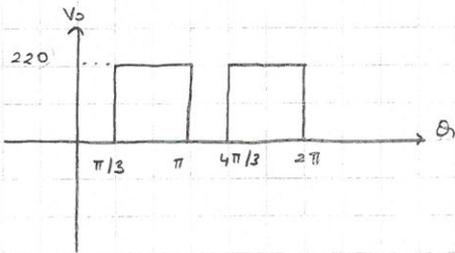
b-  $V_{RMS}$  ve  $I_{RMS}$  değerlerini hesaplayınız.



$$X = I \cdot R$$

$$220 = I \cdot 10$$

$$I = 22 \quad \checkmark$$



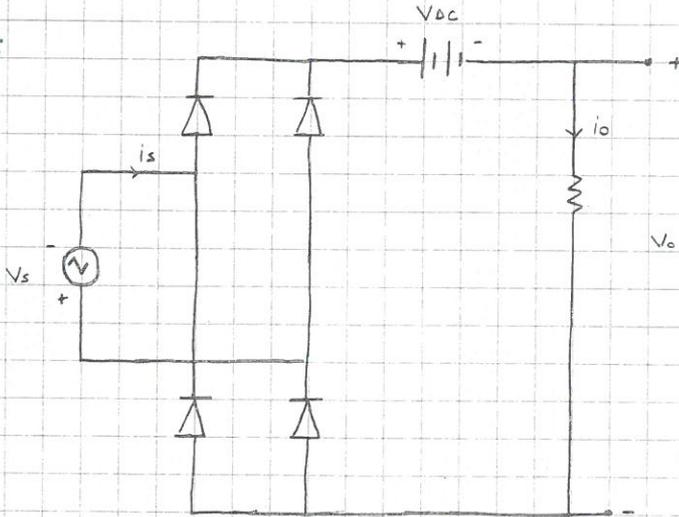
$$V_{dc} = \frac{1}{T} \int_0^T v_o \cdot dt = \frac{1}{\pi} \int_{\pi/3}^{\pi} 220 \cdot d\theta = \frac{220}{\pi} \theta \Big|_{\pi/3}^{\pi} = \frac{220}{\pi} \left( \pi - \frac{\pi}{3} \right) = 146,66$$

$$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R} = \frac{146,66}{10} = 14,66 \text{ A}$$

$$b) V_{RMS}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T V_o^2 \cdot dt = \frac{1}{\pi} \int_{\pi/3}^{\pi} 220^2 \cdot d\theta = \frac{220^2}{\pi} (\pi - \pi/3)$$

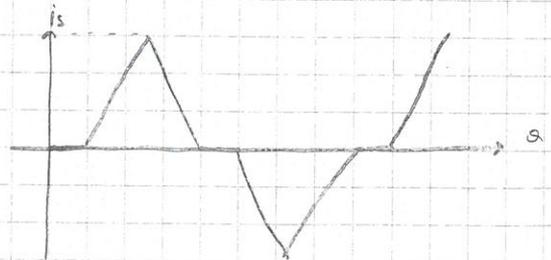
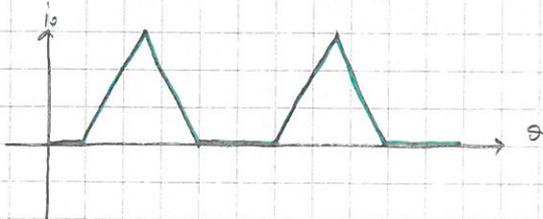
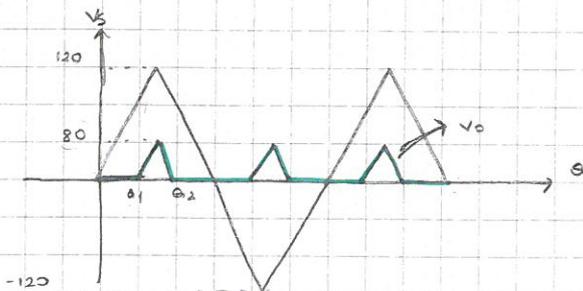
$$V_{RMS}^2 = \frac{220^2 \cdot 2}{3} = \sqrt{220 \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}} = 220 \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} = 179,622 \text{ V}$$

ÖRNEK;



Köprü doğrultucunun giriş gerilimi frekansı 30 Hz ve tepe değeri 120 V olan bir üçgen dalgadır. Dc gerilim  $V_{DC} = 40 \text{ V}$  ve R direnci  $20 \Omega$  ise,

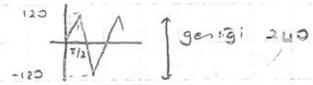
- a)  $I_s, I_o, V_o$  grafiklerini çiziniz
- b)  $V_o$ 'ın ortalama değeri nedir?



tristörle ilgili sayısal soru sorulmuyarak

b-  $V_0(\theta)$

$$0 \leq \theta \leq \pi/2$$



$$V_0(\theta) = \frac{240}{\pi} \theta$$

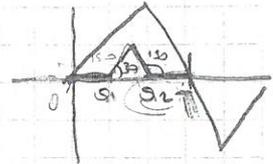
$$\theta_1 \text{ de, } v(\theta_1) = 40 \text{ V}$$

$$V_0(\theta_1) = \frac{240}{\pi} \theta_1 = 40$$

$$\theta_1 = \pi/6$$

simetriden dolayı;

$$\theta_2 = \pi = \pi/6 = 5\pi/6$$



$$V_0 = \frac{1}{T} \int_0^T V_0 \cdot dt = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \frac{240}{\pi} \cdot \theta \cdot d\theta = 26,667 \text{ V}$$

$$\frac{1}{\pi} \cdot \left. \frac{\theta^2}{2} \right|_0^{\pi}$$