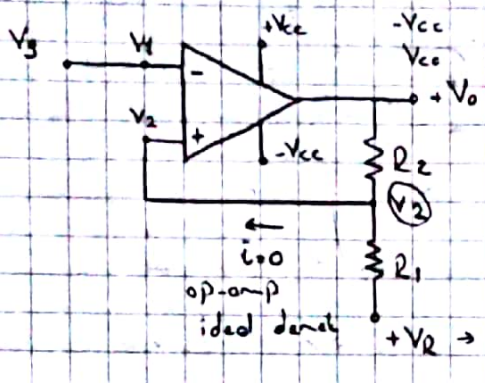


# Schmitt Tetiklene Devresi

$$V_1 > V_2 \Rightarrow -V_{cc}$$

$$V_1 < V_2 \Rightarrow +V_{cc}$$



Histeresiz gerilimin, istenilen noktalarla tasimak için uygulanir

istinsel yükselticili Schmitt Tetikleyici

Burada istinsel yükseltici karilastirici görevi yapar. Ancak ST'nin karilastiricidan tek farki karilastiricida karilastirma tek bir referans gerilime göre yapiliyor. ST'de ise karilastirma, iki nokta (belirli bir band) arasinda yapiliyor. Dolayisiyla ST'lerde bir histeresiz gerilimi vardır.

⇒ Süper pozisyon uygulayarak ( $V_2$ 'yi olusturan hem  $V_0$  hem de  $V_R$  var önce  $V_R=0$  sonra  $V_0=R$  için eşer toplarız.)

$$V_2 = V_0 \frac{R_1}{R_1+R_2} + V_R \frac{R_2}{R_1+R_2}$$

$V_R=0$                        $V_0=0$

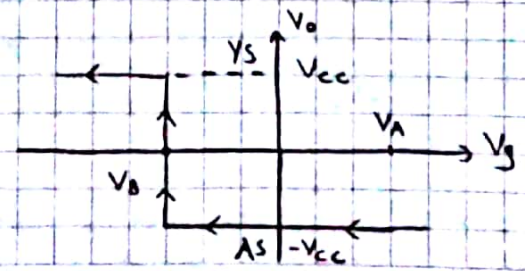
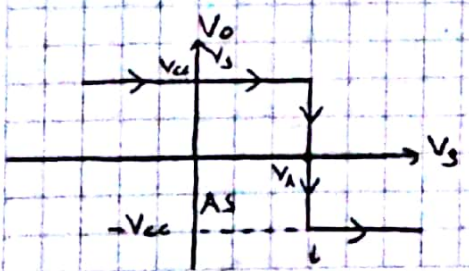
⇒ ST'lerin çıkışları iki seviyeli devrelerdir. [(1,0) yada (Vs, AS)]

$$V_0 = \mp V_{cc}$$

\*  $V_0 \rightarrow Y_S = V_{cc}$  için  $V_2 = V_{cc} \frac{R_1}{R_1+R_2} + V_R \frac{R_2}{R_1+R_2}$  (VA)

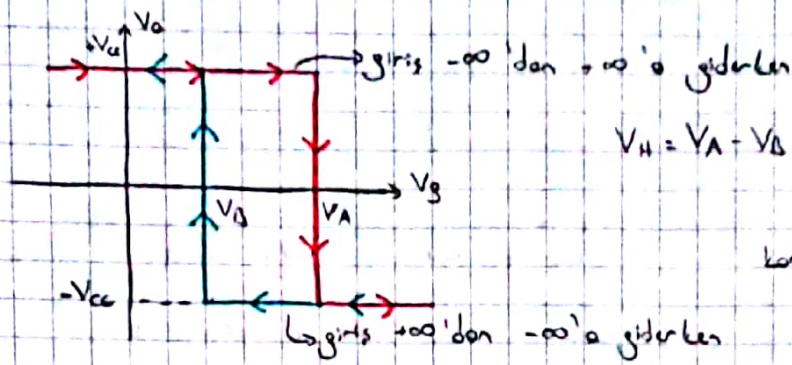
\*  $V_0 \rightarrow A_S = -V_{cc}$  için  $V_2 = -V_{cc} \frac{R_1}{R_1+R_2} + V_R \frac{R_2}{R_1+R_2}$  (VA)

⇒  $V_0 = V_{cc}$  için  $V_0 = V_A$  dir.



? D. eğrinin geri gelisinde VA'ya değil V0'ye karilastirma olarak olacak





ST devresi bir histeresiz icerisinde konsilostimna yapan devre yapısı olur.

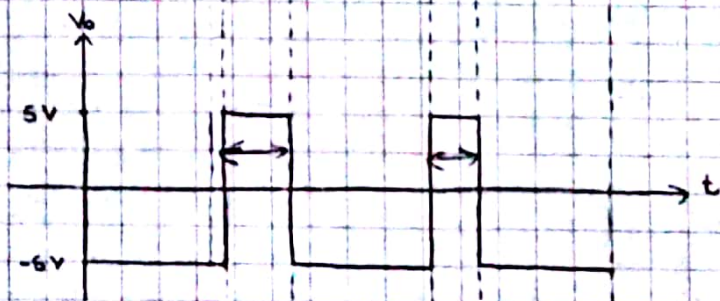
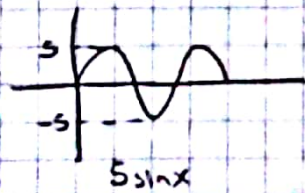
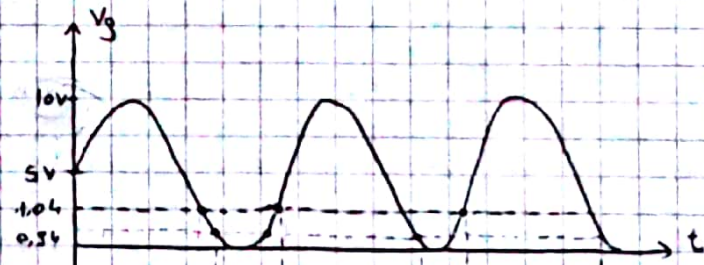
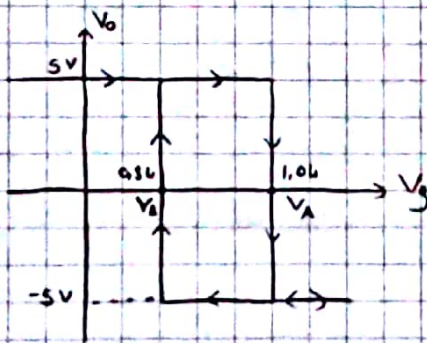
ST devreler daha çok endüstriyel uygulamalarda kullanılır. Çünkü endüstriyel uygulamalarda bir takip yapılırken belirli bir band içinde olup olmadığına bakılır. Sıcaklık basınca, hız tek bir değere göre değil bir aralığa göre baz alınır. Mesela  $100^{\circ}\text{C}$   $150^{\circ}\text{C}$  arasında fırının çalışmasını istersen.

Örnek: Verilen ST devresinin beslemesi  $\pm 5\text{V}$ ,  $R_1 = 100\ \Omega$ ,  $R_2 = 10\text{k}\ \Omega$ ,  $V_2 = 1\text{V}$ ,  $V_3 = 5 + 5\sin\omega t$  (V) için çıkış isaretini zamana göre ölçekli çiziniz.

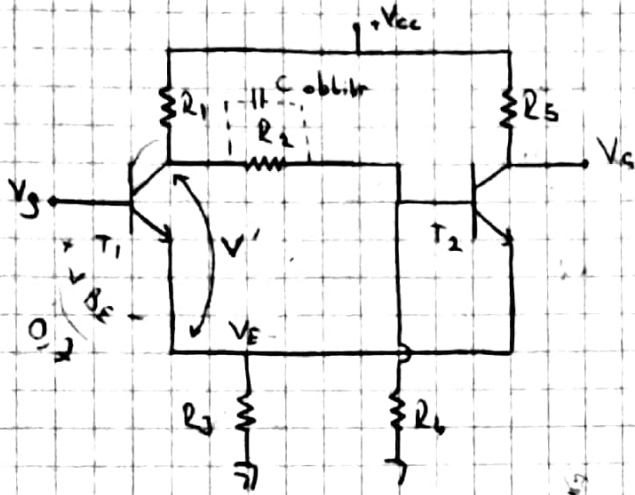
$$V_0 = +V_{cc} \text{ için } V_2 = V_{cc} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} + V_2 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 5 \cdot \frac{0,1}{0,1 + 10} + 1 \cdot \frac{10}{0,1 + 10} = 1,06\text{V} \quad (V_A)$$

$$V_0 = -V_{cc} \text{ için } V_2 = -V_{cc} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} + V_2 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = -5 \cdot \frac{0,1}{0,1 + 10} + 1 \cdot \frac{10}{0,1 + 10} = 0,96\text{V} \quad (V_B)$$

$$\text{Histeresiz gerilim } \leftarrow V_H = V_A - V_B = 0,1\text{V}$$



Transistörli Schmitt Tetikleyici:

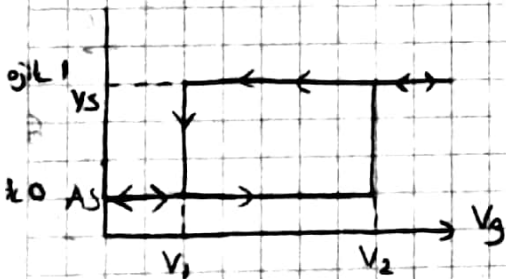


$\Rightarrow T_1, T_2$  farklı moda çalışıyor.  $T_1$  ON,  $T_2$  OFF  $\vee T_1$  OFF,  $T_2$  ON

$\Rightarrow$  çıkış iki seviyeli dir AS, NS

$\Rightarrow$  Burada çıkışı sıfıra indiriyoruz.

Gesir öz eğrisi



$T_1$  OFF,  $T_2$  ON ise  $V_c = AS$

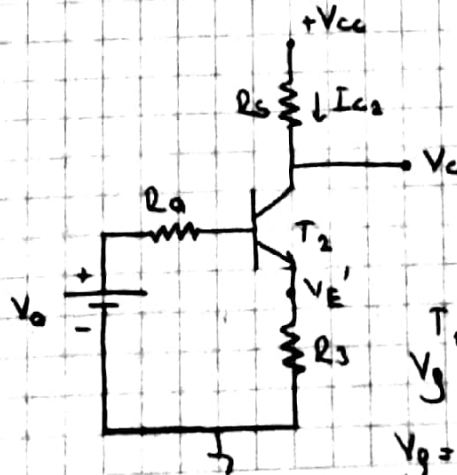
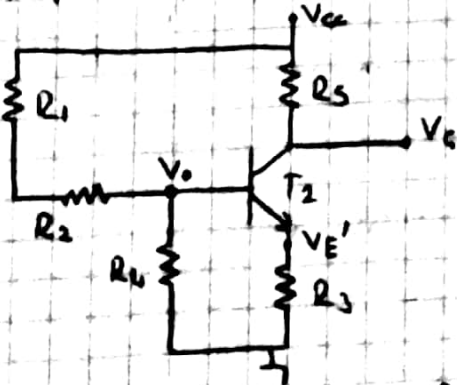
Devrenin giriş gerilimi artarken bir noktada, azalırken başka bir noktada tetikleniyor.

$V_H = V_2 - V_1$

\* Transistörli SI'nin transfer karakteristiği

$T_1$  OFF ve  $V_E$  sabit  $V_g$ 'yi arttırıyoruz  $V_g \geq V_E + 0,7V$  olduğunda  $T_1$  ON olur.  $V'$  potansiyeli düşer. ON olan transistörün CE gerilimi  $V'_{max} \approx 0,2V$  olur. Bu da  $T_2$ 'yi OFF'a götürür. Bu durumda  $T_1$ 'in tekrar kapanması için  $V_E + 0,7 \geq V_g$  olur,  $T_1$  OFF olur.

\*  $T_1$  OFF,  $T_2$  ON olsun



Thevenin esdeğeri

$T_1$  ON,  $T_2$  OFF yapabiliriz  $V_g$  gerilimi

$V_g = V_E' + 0,7 = V_2$

$V_g \geq V_E' + V_{BE}'$  olursa

$T_1$  ON,  $T_2$  OFF olur.

$V_0 = \frac{V_{cc} \cdot R_1}{R_1 + R_2 + R_6}$

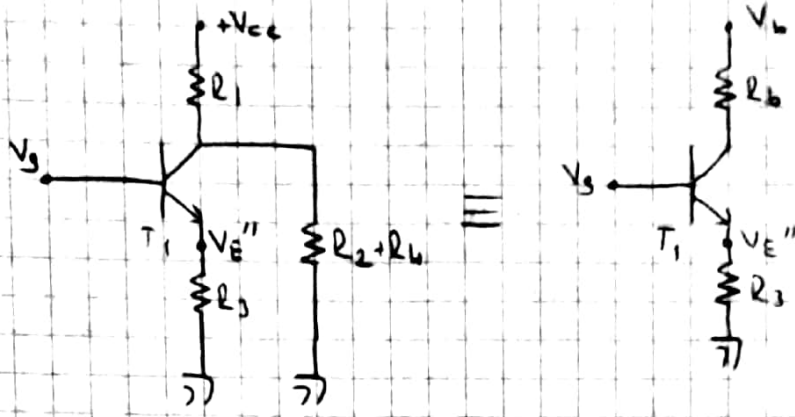
$R_0 = (R_1 + R_2) \parallel R_6$

$V_c = V_{cc} - I_{c2} \cdot R_5 = AS$

$V_E' = \frac{(I_{B2} + I_{c2}) \cdot R_3}{I_E}$



\*T<sub>1</sub> ON, T<sub>2</sub> OFF olsun



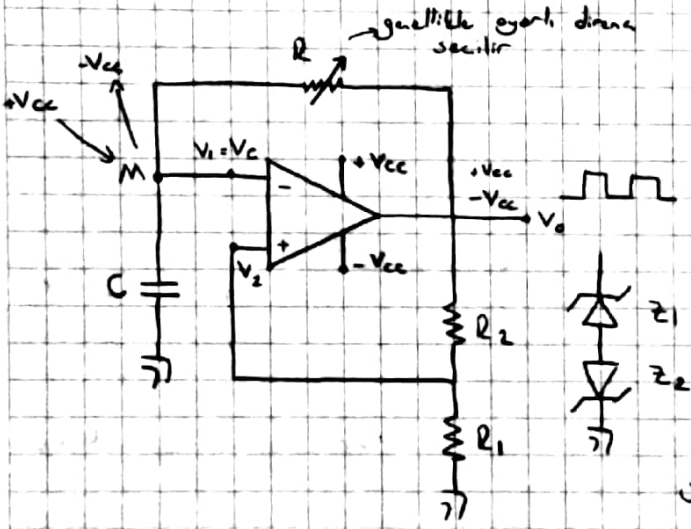
$$R_b = R_1 // (R_2 + R_4) \quad V_b = V_{cc} \cdot \frac{R_2 + R_4}{R_2 + R_4 + R_1}$$

$$V_{E'} = V_b - I_{C1} R_b - V_{BE1,d}$$

$$\textcircled{V_1} = V_{E'} + V_{BE1,d} \quad \textcircled{V_2} = V_{cc}$$

$V_3 < V_4$  için devre diğer konuma geçer (T<sub>1</sub> OFF, T<sub>2</sub> ON)

Üçgen ve Kare Dalga Üretici



İstenen yükseklikte, ST olarak soruluyor. Çıkışta ya +Vcc ya da -Vcc vardır. Çıkış +Vcc iken V<sub>2</sub> de Vcc'den daha düşüktür + gerilimde beklerken V<sub>1</sub> R üzerinden C üzerinde dolar gerilimdir. ⇒ 100 kHz'e kadar kullanılabılır 761 istenilen yüksekliği 20 kHz'e kadar kullanılabılır.

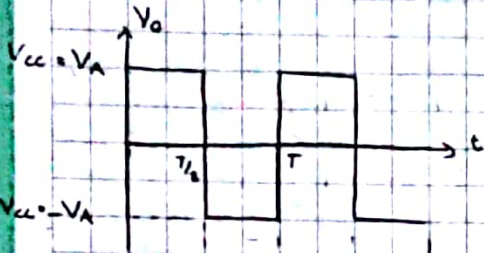
Eğer çıkış gerilimi Vcc'den başka bir gerilime istenirse çıkışa Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub> zeneri bağlanarak gerilim sınırlanması yapılabilir.

Zeneri Z<sub>1</sub> V<sub>A</sub> gerilimlerinden seçerse  $V_2 > V_1$  için  $V_o = V_A$   $V_o = V_{cc}$   
 $V_2 < V_1$  için  $V_o = -V_A$   $V_o = -V_{cc}$  olur.

⇒ C ile L'yi seri bağlanarak rezonans devresine yaklaşımları sinüssel olarak elde edilebilir. Miden daha da verilir.

$$V_2 = \frac{V_A R_1}{R_1 + R_2} \quad V \quad V_2 = -\frac{V_A R_1}{R_1 + R_2}$$

ST devresinde çıkışın 0 olması mümkün değil.



$$t=0 \text{ için } V_1 = -V_A \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$t=T/2 \text{ için } V_1 = V_A \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

C t=0 anında  $-\frac{V_A R_1}{R_1 + R_2}$  kadardır.

$$V_1 = V_A \left[ 1 - \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} \right) e^{-t/RC} \right]$$

$t = \frac{T}{2}$  yazılırsa ve  $V_1$  çözümlerse

$$T = 2 \cdot R \cdot C \cdot \ln \left( 1 + \frac{2R_1}{R_2} \right) \text{ olur.}$$

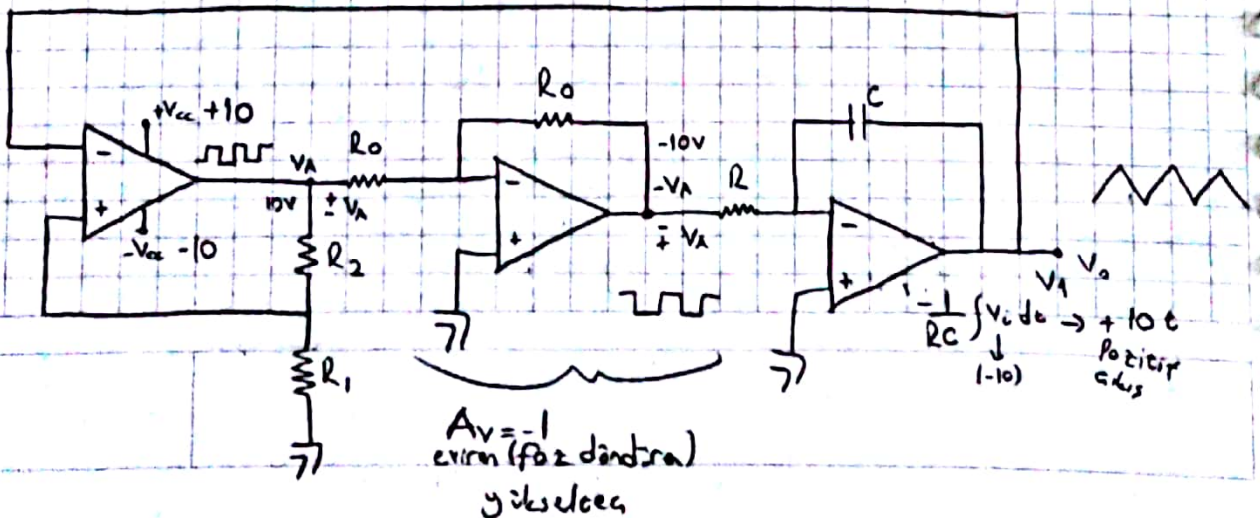


Bu süreklilik durumu bir çalışmadır. Normalde başlangıçta C belli bir değerden değil 0 dan dolmaya başlardı.

Başlangıçta üzerindeki gerilim değeri  $-\frac{V_A R_1}{R_1 + R_2}$  olan C kondansatörü hangi süre sonunda  $\frac{V_A R_1}{R_1 + R_2}$  gerilimine ulaşır. Bu T/2 dir. Bu 2 ile çarpıp periyoda ulaşırsın, yani frekansıda çalabilirsin. Burada C 0 (sıfır) dan değil belli bir  $V'$  geriliminden başlayarak doluyor. Yani dolma süresi değişir.

## Üçgen Dalgı Üretici

ST'nin çıkışı  $\pm V_{cc}$  dir. Eviren yükselticiler kullanılmaması sebebi integral alması devrenin fonksiyonu gereği (-) konumunun olmasıdır. Eviren yükselticiler kullanılmaydı  $V_1 - V_2$  gerilimi karşılanmazdı ve ST devresi kare dalgı üretmezdi.



$A_v = -1$   
eviren (faz döndürme)  
yükselticiler



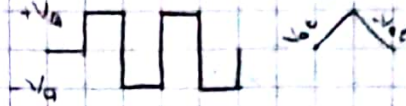
1. Devre ST  $\Rightarrow$  Kare dalga üretir

\* Eğer integral alının girişinde bir kare dalga

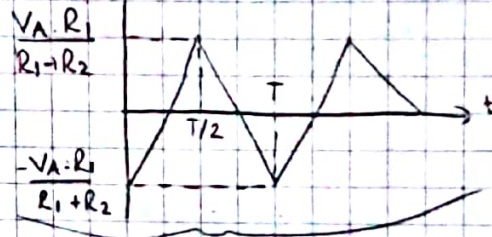
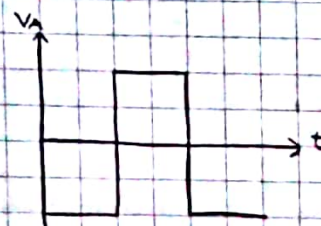
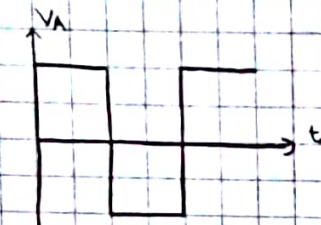
2. Devre evirici  $\Rightarrow$  -1 ile çarpılır

olursa çıkışında üçgen dalga elde edilir.

3. Devre integral alır



Integral alan devre faz kaydırıyor. 0 yüzden ST alısına evirici devre kaydedik ve -1 çarpımı koyduk.  $V_1$  ile  $V_2$  birbirini görsün diye. Yoksa ST salınmaz.



Üçgenin sırtlarını  $V_2$  kabul

Bu devrenin sürekli haldeli durumunu belirten bir seldir.

Aslında şeklinde de başlayabilir.

$$V_{cc} = V_A \quad V_1 = -\frac{V_A R_1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{RC} \int_0^t V_A dt \quad 0 \leq t \leq T/2$$

$$V_1 = -\frac{V_A R_1}{R_1 + R_2} + \frac{V_A t}{RC} \quad 0 \leq t \leq T/2$$

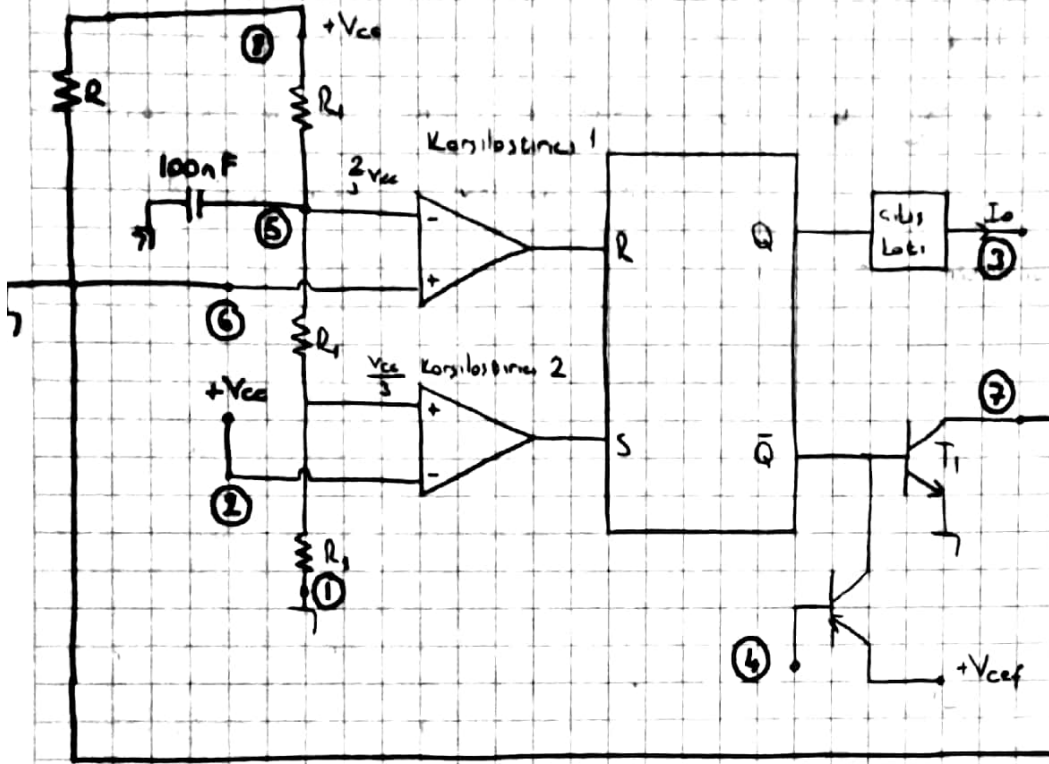
$$t = T/2 \text{ için } V_1 = \frac{V_A R_1}{R_1 + R_2}$$

$$T = \frac{4RC R_1}{R_1 + R_2}$$

$$f = \frac{1 + R_2/R_1}{4RC}$$

$\Rightarrow$  Burada genlik ifadesi yok çünkü  $V_{cc}$  de koyuyoruz ve birbirini götürüyor.

## SSS Titrime ve Uygulamaları



S nokta kontrol gerilimi noktasındaki  $100\text{ nF}$ 'lik kapasitenin overtesinin nedeni sebebiyle gelebilecek dalgalanmaları filtreleyerek minimize etmek ve korsilastirici gerilimlerini sabitlemeye çalışmak.

8 ile 1 arasında bestiyorum 3 tane  $R_1$  direni var.  $V_{cc}$  gerilimi 3'e bölünmüştür.

Op-amp'lar ideal olduğu için  $\frac{1}{3} V_{cc}$ ,  $\frac{2}{3} V_{cc}$  yapılabilir.  $V_{cc} = 5-18\text{ V}$  arasında SSS'i çalıştırabiliriz.

$I_0 < 200\text{ mA}$  olabilir eğer yük fazla ise ihtiyacı varsa orada sürücü kullanılarak korsilastirilebilir.



Cikis lati 3 nokta çıkışa yük elemanı bağlanacağından yükün ihtiyacı olan akımı sağlayabilmesi için kullanılan bir akım limitlendiricisidir. Aksi takdirde bu akım ff'nin Q çıkışından temini söz konusu olacaktır. Bu durumda ff lojik bir kopya devresi olduğundan akım değerini korsilastirileceği ve zarar görecektir.

\*

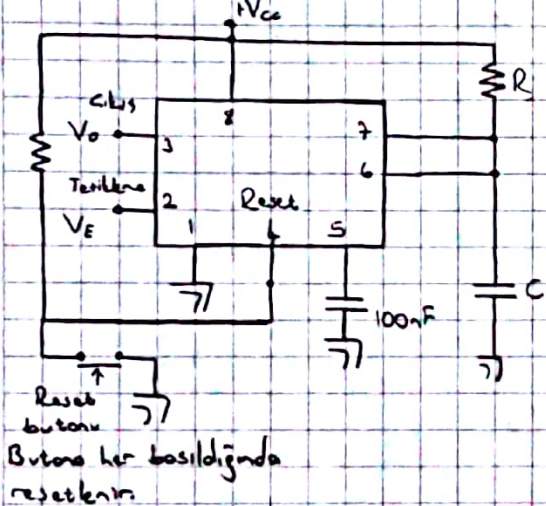


\* Kullanım alanları

- 1) Tek kararlı ibili devre (Timer)
- 2) Kararsız ibili devre (Kare dalga üretici)
- 3) Frekans bölücü
- 4) PWM (Darbe genişlik modülasyonu)

Amacımız dışarıdan çok az eleman başı-  
başına bu devreleri gerçekleştirmektir.

Tek kararlı ibili devre (Timer - Zamanlayıcı)



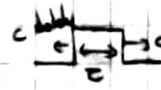
\* Kullanıcıdan kullanıcıya farklılık olarak Vcc farklılık  
yok edip regüle etmek için 5 nolu uçtan C bağlanır.

\* Reset entresi; zamanlayıcı işlemi başlatma falan  
biz zaman dolmadan başa dönmek istiyoruz. Yani zamanlayıcı  
nın hesaplanan zamanı gerçekleştirme esnasında tekrar  
başla dönmek için kullanılır.

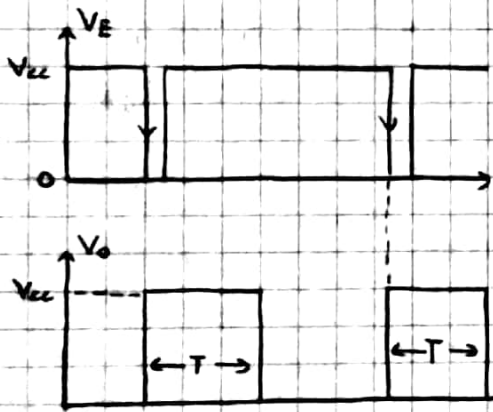
(ilk seviyeli katmanlı çizimler)

İlk durumda C boş kondansatörünün (1) - vcc + dan büyük op-amp çıkışı 0 olur. İkinci  
kondansatörde  $V_E$  çok önemli, kondansatörün ana göre olacaktır. Kararlı olması için op-amp  
çıkışı yine 0 olur. İlk durumda (set girişini 0 istiyorsak)  $V_E > \frac{1}{3}V_{cc}$  olmalı, yani  
kararlı durumda yüksek seviye istiyor. Ancak elimizde eşle bir gerilim yok (5V yok)  
15V var. Direk  $V_E = V_{cc} = 15V$  veriyoruz. Op-amp çıkışı 0 olur  $\bar{Q} = 1$  npr olduğu için  
T<sub>1</sub>'in bazına 1 vererek  $V_{CE}$  jantlosik kısa devre olur ve C'nin dolmasına izin veriliyor.  
Bu yapıyı değiştirmek için  $V_E$  noktasındaki gerilimi op-amp'in + ucundaki  $\frac{1}{3}V_{cc}$ 'nin altına  
düşürürsek çıkış 1 olur. Yani  $V_E$  tetiklenmesi düşen kenardadır  $\int_{tetiklene anı}$   
çıkış 1 olunca bu flip-flop için bir set darbesi ---  $Q = 1, \bar{Q} = 0$  olur. (Tabii ki bir  
anda olur.  $V_{cc} = 1$  oldu birtakım 0 olur.)  $\bar{Q} = 0$  olduğu için T<sub>2</sub> ON, T<sub>1</sub> OFF olur. Tür-  
den C kondansatörü üzerine gider. Hedefi  $V_{cc}$ 'ye ulaşmak. Ancak C kondansatörü



$\frac{2}{3}V_{cc}$  olduğunda voltajı karşılaştıran 1 çıkışı 1 oldu  $Q=0$ ,  $\bar{Q}=1$  oldu ve tekrar boşaltılma başladı, doldurulmuş kondansatör A üzerinden boşaldı.  boşaldı.

Peki  $T_2$  ne oldu?  $T_2$  pnp transistördür.  $V_{ref}$  gerilimi  $\approx 0,7V$  civarında iken diğer bir gerilidir, dışardan verilmezse  $T_2$ 'nin ON olması için  $V_{BE} < 0$  olmalıdır. ( $V_B < V_E$ ). Eğer bize 4 numarayı toprağa değdirip o'a eklersek  $T_2$  kalır, ON olur.  $V_{CE2} \approx 0$  (kısır devre) olur.  $V_{ref}$  E'den C'ye aktadı ve  $T_1$ 'in bazına gidip  $T_1$ 'i kalıttı ve C boşaldı. Yani C dolarken 4'e reset verince önce  $T_2$  kalır sonra  $T_1$  ve C boşalır. Bu da bize olayın tekrar boştan boştanmasını sağlar. Sonra tetiklene yine geldiğinde yine bize Z zamanı sağlayabilir.



$$V_{yük} = V_b = V_{cc} - [V_{cc} - V_c(0)] e^{-t/RC}$$

$$t = \tau \quad V_c(\tau) = \frac{2}{3} V_{cc}$$

$$T = RC \ln \frac{V_{cc} - V_c(0)}{V_{cc} - \frac{2}{3} V_{cc}}$$

$$V_c(0) = 0 \text{ için } (T = RC \ln 3 = 1,1 RC) \text{ Çinin dolması için geçen süre}$$

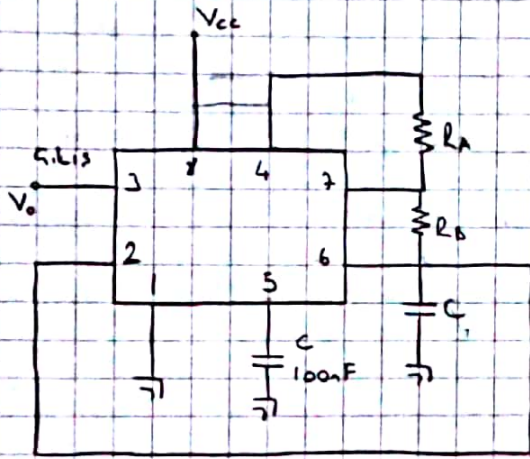
Eğer devrede RESET'le işin yoksa 4 numara  $V_{cc}$ 'ye bağlıdır.  $T_1$ 'e müdahale söz konusu olmaz. Ara sıra RESET yaparsak 4 numarayı bir dijitelle bağlarız.

Önce: Tetiklene 2 nolur ve  $V_{cc}$ 'ye bağlı olduğu sürece  $K_2$  çıkışı 0 set=0,  $Q=0$ ,  $\bar{Q}=1$ ,  $T_1$  ON C kapasitesi kısa devre doluyor  $C_1$  R üzerinden  $V_{cc}$  gerilimine doluyor. Bu durum kararlı bir yapı ve dışardan müdahale edilmediği sürece kalır.

Eğer 2 numaralı tetiklene ve bir an için (toprak potansiyeline getirilirse) o'a değdirilip tekrar eski haline getirilirse  $K_2$  çıkışı 1,  $S=1$ ,  $Q=1$ ,  $\bar{Q}=0$   $T_1$  OFF C kapasitesi daha izni almış ve R üzerinden  $V_{cc}$  gerilimine dolmaya başlar. C gerilimi  $\frac{2}{3}V_{cc}$  değerine erişince  $K_1$  çıkışı 1,  $R=1$ ,  $Q=0$ ,  $\bar{Q}=1$ ,  $T_1$  ON C kısa devre ve üzerindeki gerilim  $T_1$  yolu üzerinden toprağa boşalır ve süren bir sonraki tetiklemeyle tekrar hale gelir.

4 nolu RESET ucu  $T_2$  pin olduğundan toprak potansiyeline indirildiği an  $T_2$  ON olur. Eğer içinde hazır tutulan  $V_{ref}$  gerilimi  $T_1$ 'in bazına ulaşır ve  $T_1$  ON olur. Böylece doldurulan C kapasitesi boşaltılarak sistem resetlenmiş olur.

### Kararsız itili devre (Kare dalga üretici)



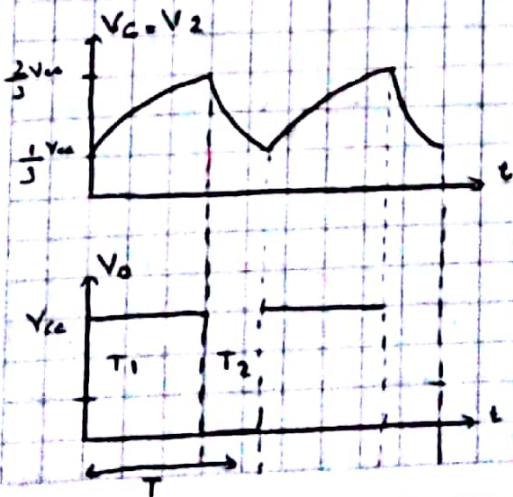
⇒ Tetiklenmede reset'de gelin

R	S	Q
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	?

? ile çözülen; Burada C, RA ve RB üzerinden Vcc'ye doldurulurken boşalma işlemi sadece RB

üzerinden oluyor. Bu dolma ve boşalma sürelerini  $T_1$ ,  $T_2$  ve C bekliler. C boşken karşılaştırıcı 1 çıkışı 0, karşılaştırıcı 2 çıkışı 1 dir.  $Q=1$ ,  $\bar{Q}=0$  olur.  $\bar{Q}=0$  olduğu için  $T_1$  OFF olur ve C dolma işlemi almıştır ve dolma önce  $\frac{1}{3}V_{cc}$  yi geçecek ve üzerine alınca karşılaştırıcı 1 ve 2 çıkışları 0, 0 olur. (SET darbeyini siler). Flip flop öncelik durumunu korur ve  $Q=1$ ,  $\bar{Q}=0$  olur. Bu ara bir durumu C kondansatörü  $\frac{2}{3}V_{cc}$  oluncaya kadar karşılaştırıcı 1, 2 karşılaştırıcı çıkışı 0 olur.  $Q=0$ ,  $\bar{Q}=1$  olur. C gerilimi  $\frac{2}{3}V_{cc}$  seviyesinde değişir. Ancak boşalırken  $\frac{1}{3}V_{cc}$ 'nin altına düşmez. Yani  $\frac{1}{3}V_{cc}$  ile  $\frac{2}{3}V_{cc}$  arasında değişir.

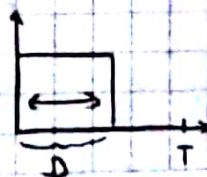
Başlangıçtaki durumu otarsak



Dolma  
↑  
 $T_1 = (R_A + R_B)C \ln 2$

$T_2 = R_B C \ln 2$   
↳ boşalma

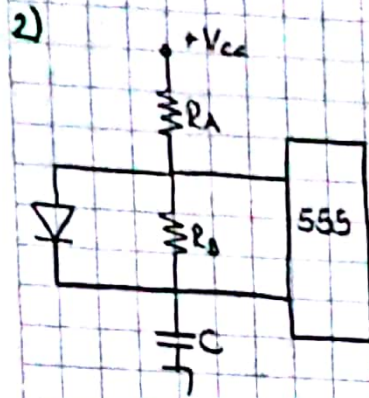
$\frac{D}{T} \neq \frac{1}{2}$  simetrik kare dalga değildir.



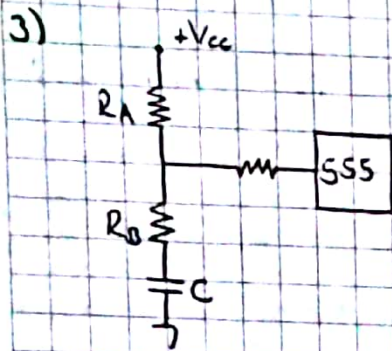


⇒ Sinekleştirme için

1) Eğer  $R_A \ll R_D$  seçerse yaklaşık simetrik olur.



$R_A = R_B$  alınrsa dolaylı olarak  $R_A$  yi görüyor, böylelikle  $R_B$  yi görüyor. Diyot  $R_B$  yi kısa devre ediyor ancak diyot hiçbir zaman ideal olmaz bu yüzden sinyal yaklaşık simetrik olur. İkinci durumda daha iyi.



Herse demenmiş ???!

### Güç Regratorları

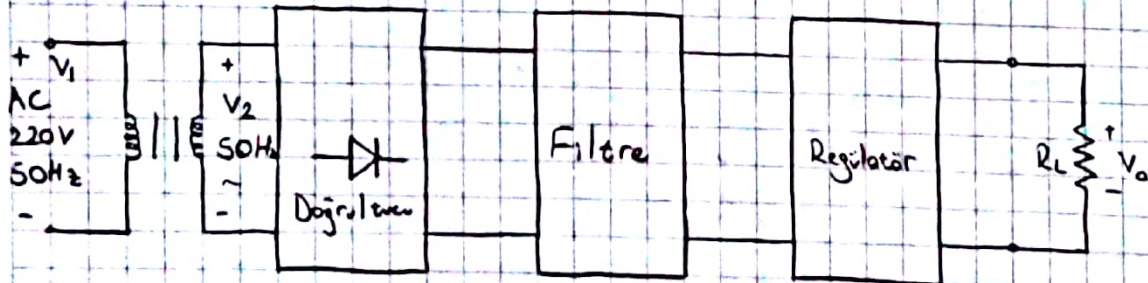
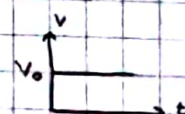
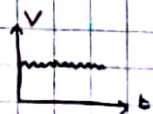
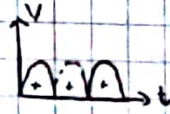
1) AC/DC

2) AC/AC

3) DC/DC

4) DC/AC

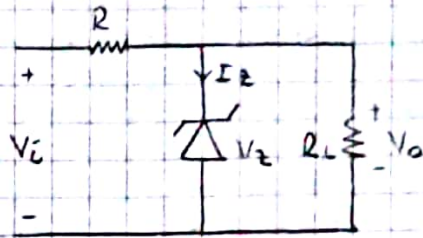
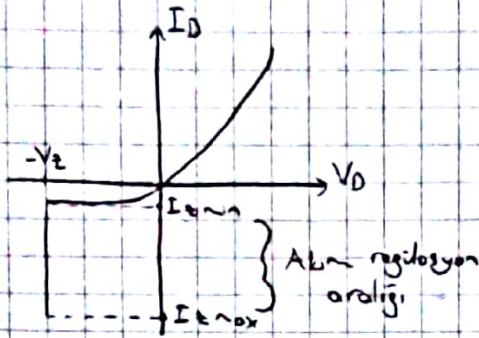
⇒ AC/DC güç regratorları



Güç regratorında reglasyon en önemli kısımdır. Her sebeple dalgalanmaların etkisini önlemek için ideal filtre yapılmaması nedeniyle oluşan dalgalanmaları önlemek için kullanılması zorunludur.



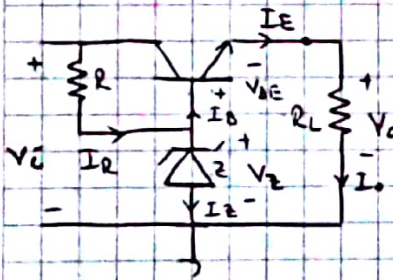
## 1) Zener diyotlu regülasyon



Üretilir 3 volttan 50 volta kadar zener diyotlar mevcuttur. Zener diyot güçleri ise seyrek watt, yarı watt ve 1 watttır.

Zener diyot sadece küçük güçlü birton wattta kadar olan güç kaynağı regülatörlerinde kullanılabilir. Büyük güçlerde kullanılmaz.

## 2) Transistör + Zener diyotlu regülasyon



$$I_O = I_E \quad V_O = V_Z - V_{BE} \quad I_E = (1 + \beta) I_B$$

$$\frac{I_E}{\beta + 1} = I_B \quad I_C = \beta I_B$$

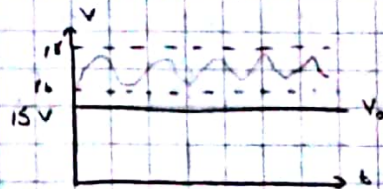
$$I_R = I_B + I_Z \quad V_Z = V_i - V_Z \quad R = \frac{V_R}{I_R}$$

Örnek: Bir AC/DC güç kaynağının filtre çıkışındaki gerilim 16-18 V arasında dalgalanmaktadır.  $3 \Omega$ 'lık bir yükü 15 Volt sabit DC bir gerilim beslenmesi gerekmektedir.

$\beta = 100$ ,  $I_{Zmax} = 10 \text{ mA}$  dir.

$$I_O = \frac{15}{3} = 5 \text{ A} = I_E \quad I_B = \frac{I_E}{\beta + 1} = 50 \text{ mA}$$

$$P_O = I_O^2 \cdot R = 75 \text{ W} \quad V_Z = 15,7 \text{ V}$$



$$V_i \sim 16 \text{ V (min)}$$

$$V_i \sim 18 \text{ V (max)}$$

$$V_R = V_i - V_Z = 16 - 15,7 = 0,3 \text{ V}$$

$$V_R = 2,3 \text{ V}$$

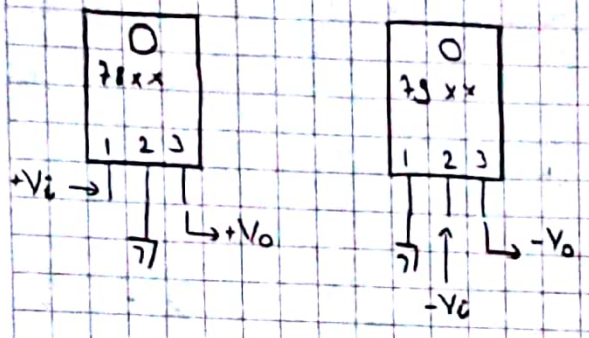
$$R = \frac{0,3}{I_{Zmin} + I_B} = \frac{0,3}{60} = 5 \Omega$$

$$I_R = \frac{2,3}{5} = 460 \text{ mA} \quad I_{Zmax} = 410 \text{ mA}$$

$$I_Z = I_{Zmin} + I_B$$



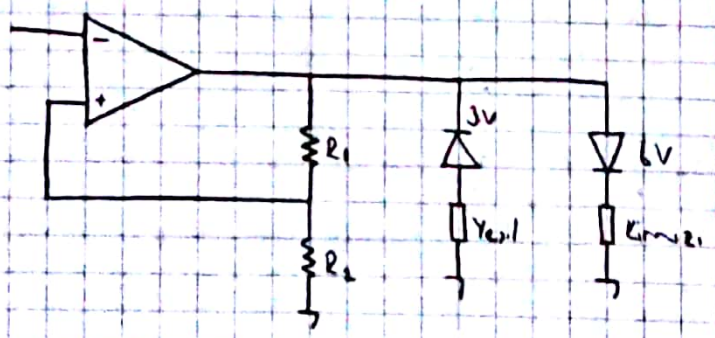
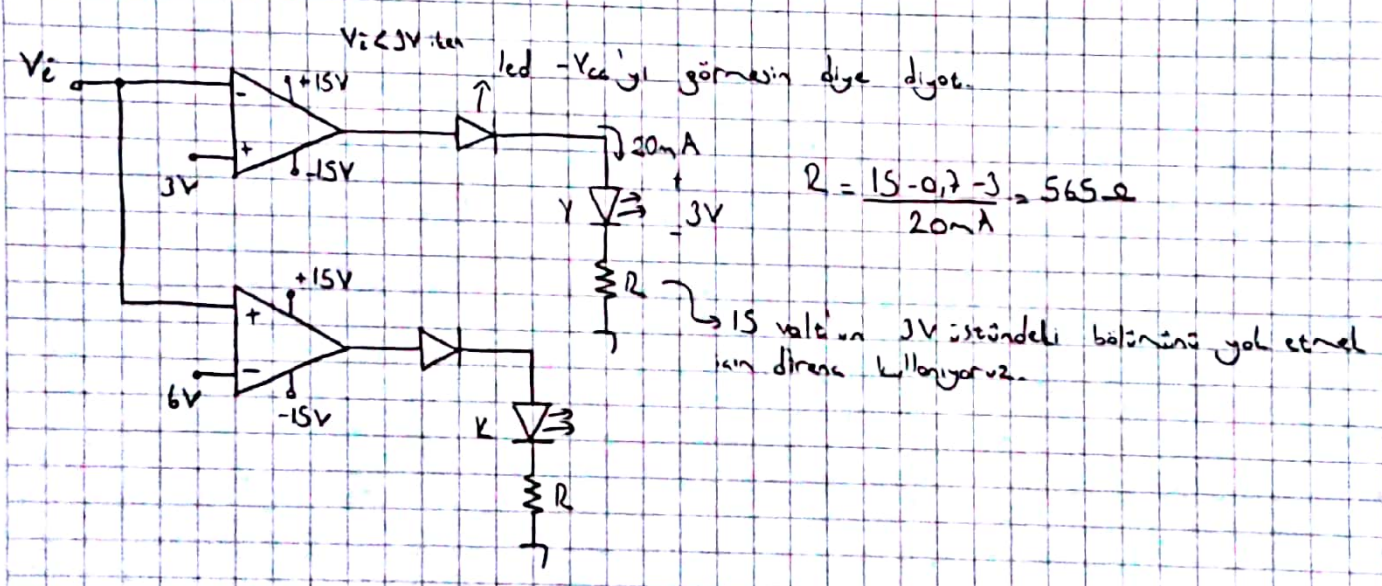
3) 3 terminalli Reglötör entegrasyonu gerilim reglasyonu



Güçs alımları max 1A

Ex. 1) Zamanla değişen bir işaretin değerinin 3V'dan küçük olduğunda yeşil ve 6V'dan büyük olduğunda kırmızı bir led : durum tespiti yapılması isteniyor.

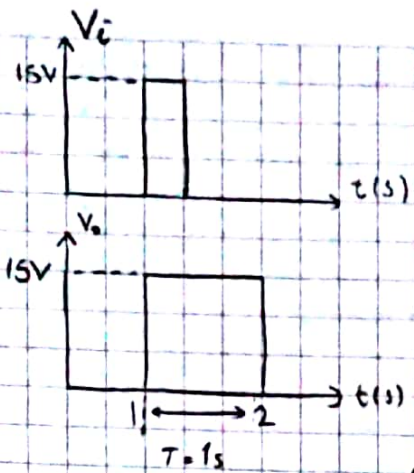
$V_{cc} = \pm 15V$ ,  $I_{led} = 20mA$ ,  $V_{led} = 3V$





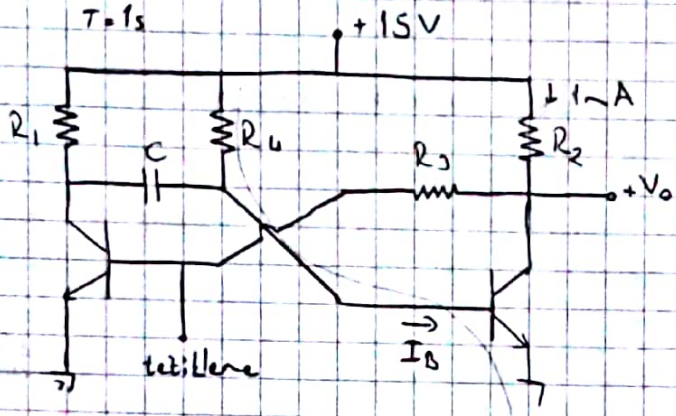
Ex

2)



Giris karesi dalga sekilleri verilen transistörle devreyi tasarlayınız. (Tek kararlı, Lili devre)

$\beta = h_{fe} = 100$ ,  $V_{BE} = 0,7V$   $V_{CEsat} \approx 0V$   
 $I_{CQ} = 1mA$   $C = 10\mu F$



$V_{CE} = 0V$  olduğunda gerilim tamam  $R_2$  üzerine, diğer transistörde  $R_1$  üzerine düşer.

Bu tür devrelerde  $R_1$  ve  $R_2$  simetrikler.

1. yol (C bilmiyoruz)

$T = 0,69 \cdot R_4 \cdot C = 1s$   $R_1 = R_2 = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{I_{CQ}} = \frac{15}{1mA} = 15k\Omega$   $I_0 = \frac{1mA}{\beta} = 10\mu A$

$15 - 0,7 = 14,3$   $14,3 = R_4 \cdot 10\mu A$

$I_B = \frac{I_C}{\beta}$

$R_4 = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{I_B} = \frac{15 - 0,7}{10\mu A} = 1,43 M\Omega$

2. Yol (C veriliyor)

$R_4 = \frac{1}{0,69 \cdot C} = \frac{10^6}{0,69 \cdot 10} \approx 146k\Omega$

$I_B = \frac{14,3}{146k\Omega} \approx 0,1mA$   $I_{Cmax} = 1mA$  olduğundan  $R_1 = R_2 = 15k$

→ Burada  $I_C \neq \beta I_B$  çünkü transistör doymada çalışıyor.

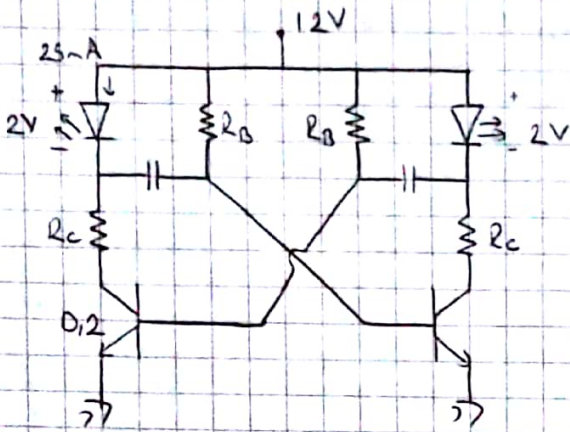
Aktif durumda  $I_C = \beta I_B$  olur.

⇒ Lili devrelerin tamamında transistörler doymada çalıştırılır. Çünkü T hesapları her zaman  $V_{CC}$  üzerinden yapıldığına göre transistörlerin tam anahtarlığı gibi açılıp kapanması gerekir.



Ex 3) Bir kırmızı bir yeşil led 1s yanık, 1s sönmek üzere sürekli şekilde çalıştırılacaktır.

$V_{cc} = 12V$ ,  $V_{led} = 2V$ ,  $I_{led} = 25mA$ ,  $h_{FE} = 100$ ,  $V_{BE} = 0,7$ ,  $V_{CEsat} = 0,2V$ . Devreyi tasarlayın.



$$R_C = \frac{3,8}{25mA} = 392 \Omega$$

$$I_B = \frac{I_C}{h_{FE}} = 250 \mu A$$

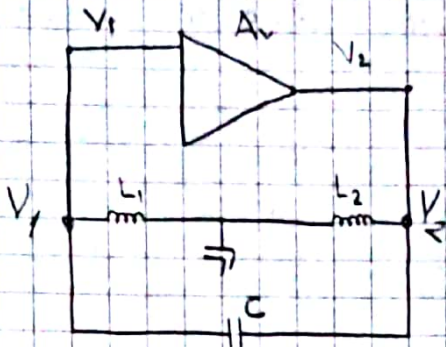
$$R_B = \frac{12 - 0,7}{I_B} = 452 \Omega$$

$$T_1 = T_2 = 0,69 \cdot R_B \cdot C = 1s \text{ ise } C \text{ bulunur.}$$

$$C = 32,67 \mu F$$

$R_C$  yük direnci

Ex  
4)



$A_v = ?$  osilasyon frekansı?

$L_1 = L_2 = 10 \mu H$

$C = 10 nC \quad A_v = \frac{V_2}{V_1}$

$$j\omega L_1 / V_1 \left( \frac{1}{j\omega L_1} + j\omega C \right) - V_2 (j\omega C) = 0 \quad (1)$$

$$j\omega L_2 / -V_1 j\omega C + V_2 \left( \frac{1}{j\omega L_2} + j\omega C \right) = 0 \quad (2)$$

①  $V_1 (1 - \omega^2 CL_1) + V_2 \omega^2 CL_1 = 0$

$V_1$  i  $V_2$  cinsinden yazıp tek denkleme indirge

②  $V_1 \omega^2 CL_2 + V_2 (1 - \omega^2 CL_2) = 0$

$a+jb=0 \quad a=0$  dan  $\omega_0$  çıkar.  $\omega_0$  bulunduktan sonra

$$\frac{-V_1 \omega^2 CL_2}{1 - \omega^2 CL_2} = +V_2$$

1 veya 2 denklemleri dizeyle  $V_2/V_1$  i bul.

$$-V_1 \omega^2 CL_2 + V_1 = V_2 \quad V_1 (-\omega^2 CL_2 + 1) = V_2 \Rightarrow 1. \text{ denkleme yerine yaz}$$

$$V_1 (1 - \omega^2 CL_1) + V_1 (-\omega^2 CL_2 + 1) (\omega^2 CL_1) = 0 \Rightarrow V_1 [(1 - \omega^2 CL_1) + (-\omega^2 CL_2 + 1) (\omega^2 CL_1)] = 0$$

$$V_1 [(1 - \omega^2 CL_1) + (-\omega^2 CL_2 \cdot \omega^2 CL_1 + \omega^2 CL_1)] = 0 \quad V_1 [(1 - \omega^2 CL_1) + (-\omega^4 C^2 L_1 L_2 + \omega^2 CL_1)] = 0$$

$$V_1 (1 - \omega^4 C^2 L_1 L_2) = 0$$

