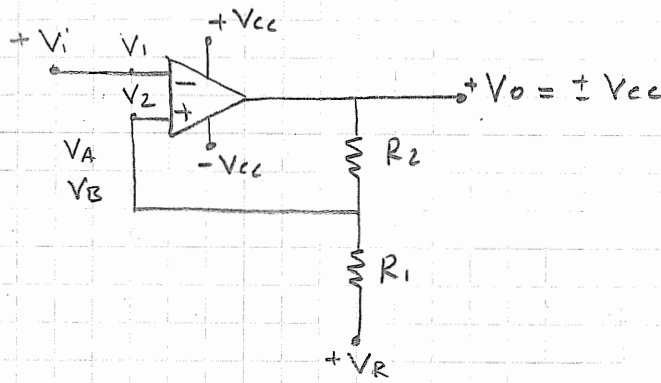


SCHMITT TETİKLEME DEVRESİ

a) İşlemsel Yükselteçli:



Burda işlemsel yükselteç karşılaştırıcı görevi yapar ancak schmitt tetikleyicisinin karşılaştırıcıdan farkı karşılaştırıcıda karşılaştırma tek bir gerilim ile yapılırken schmitt tetiklemeye karşılaştırma iki nokta arasında yapılır. Dolayısıyla schmitt tetikleyicilerde bir histeresiz gerilimi vardır.

Süperpozisyon uygulayarak,

$$V_2 = \underbrace{V_o \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}}_{V_R = 0 \text{ için}} + \underbrace{V_R \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}}_{V_o = 0 \text{ için}}$$

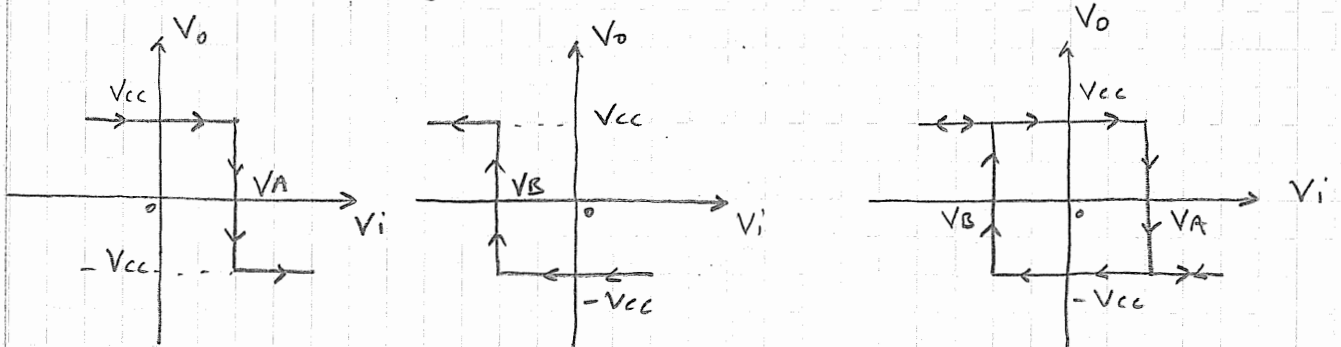
$V_o = \pm V_{cc}$ olduğuna göre,

$$V_2 = \pm V_{cc} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} + V_R \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_A = V_{cc} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} + V_R \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_B = -V_{cc} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} + V_R \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

ST'nin geçiş özelliği,

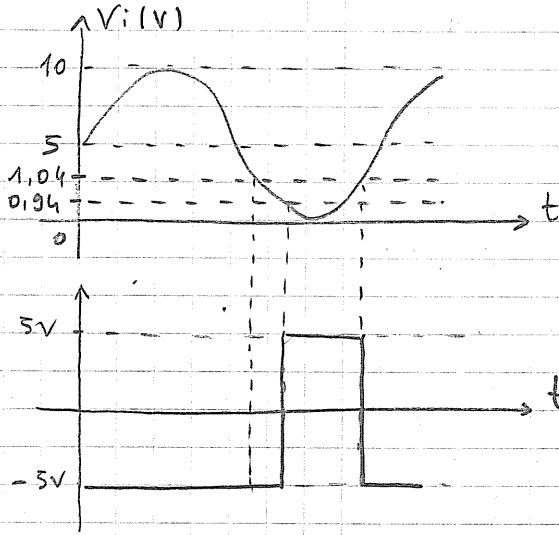
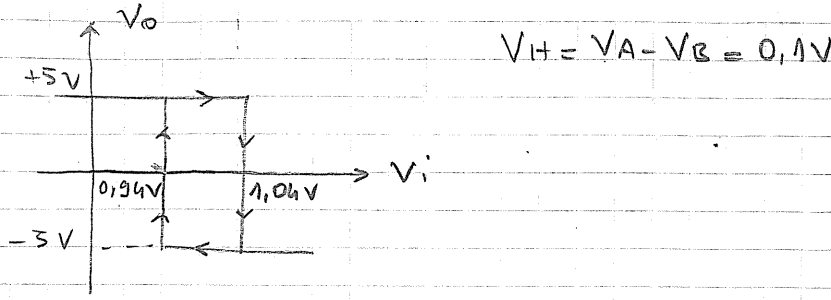


$$V_H = V_A - V_B$$

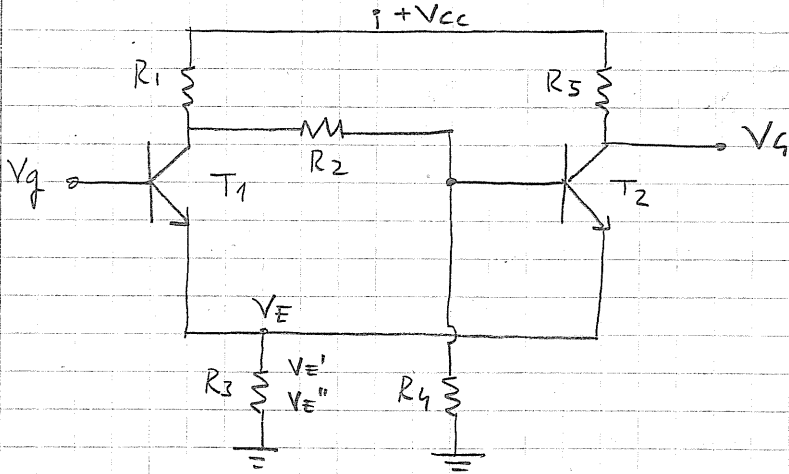
www.oguzhancakmak.com.tr
 V_H : histeresiz gerilimi

11 Örnek: Verilen schmitt tetikleyleci devresinin besleme +5V'dur.

$R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 10 k\Omega$, $V_R = 1V$, $V_i = 5 + 5 \sin \omega t$ V iain akis isaretini zamana göre olcekli olarak a12iniz.



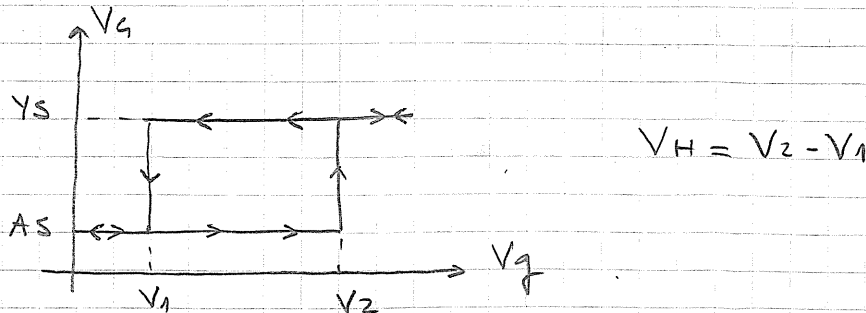
b) Transistörlü schmitt tetikleme devresi



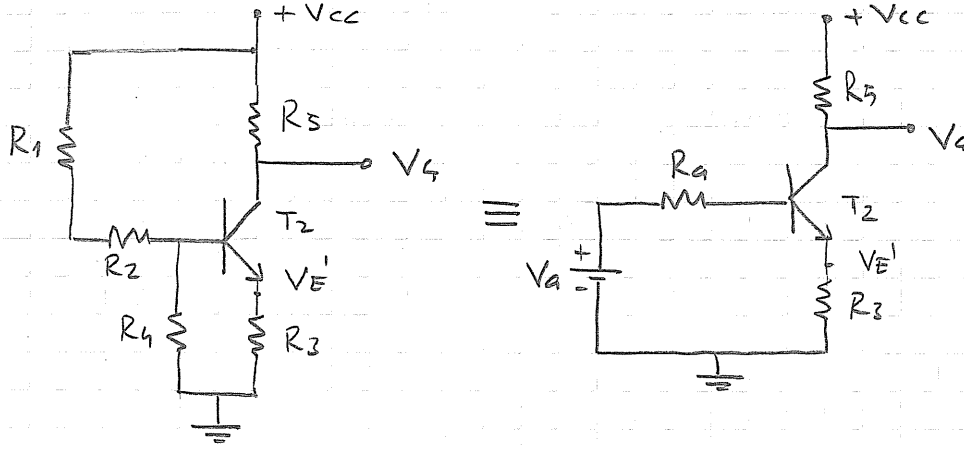
YS } çıkışın olacağı
AS } durumlar
V1 } giriş tetikleme
V2 } noktaları

T_1 OFF T_2 ON olduğunda $V_g \rightarrow AS$ olur.

T_1 ON T_2 OFF olduğunda $V_g \rightarrow YS$ olur.



T1 OFF T2 ON olsun.



$$V_a = \frac{V_{cc} \cdot R_4}{R_1 + R_2 + R_4} \quad R_a = (R_1 + R_2) \parallel R_4$$

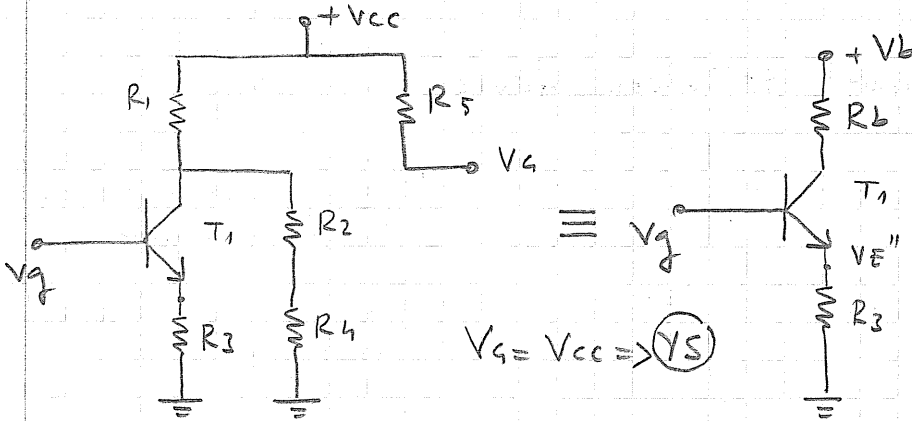
$$V_g = V_{cc} - I_{c2} \cdot R_5 \Rightarrow \textcircled{AS}$$

T1 ON T2 OFF yapabilmek için,

$$V_{E'} = (I_{B2} + I_{C2}) \cdot R_3$$

$$V_g = V_{E'} + 0,7 \Rightarrow \textcircled{YS} \neq V_2$$

T1 ON T2 OFF olsun.



$$V_g = V_{cc} \Rightarrow \textcircled{YS}$$

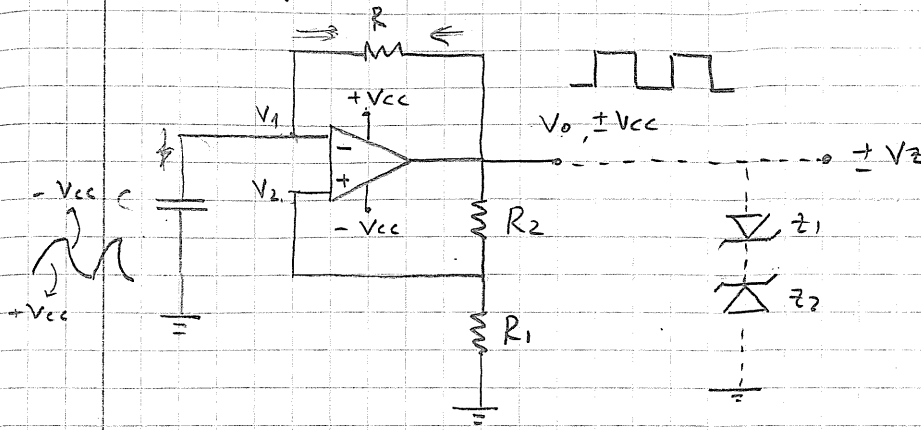
$$R_b = R_1 \parallel (R_2 + R_4) \quad V_b = V_{cc} \frac{R_2 + R_4}{R_2 + R_4 + R_1}$$

$$V_{E''} = V_b - I_{c1} \cdot R_b - V_{CE1d}$$

Konum deđistirecek giris gerilimi,

$$V_g = V_{E''} + V_{BE1} \Rightarrow \textcircled{AS} \neq V_1$$

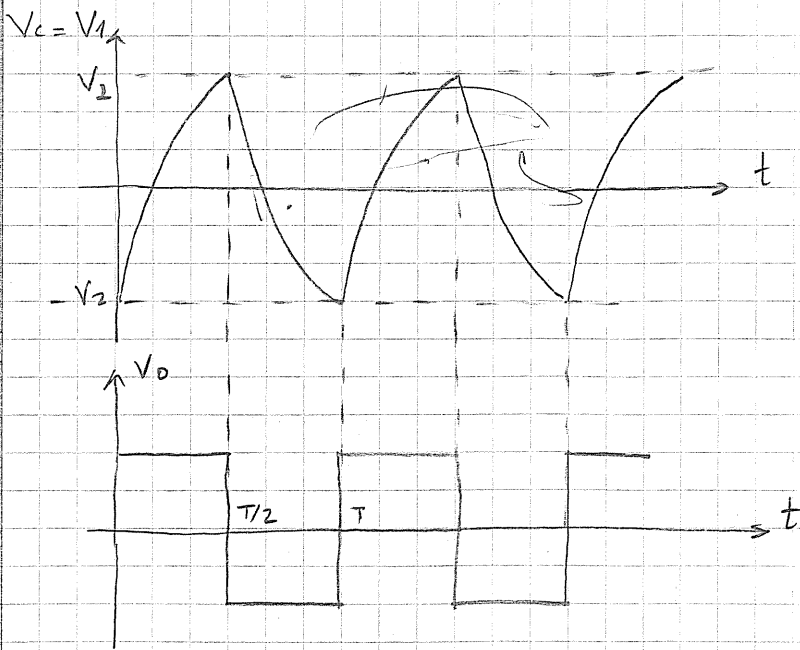
Kare dalga üretici:



İslensel yükseltici ST olarak çalışıyor. Çıkışta $\pm V_{cc}$ vardır. Örneğin çıkış $+V_{cc}$ iken V_2 potansiyelinde V_{cc} 'den küçük pozitif bir değerdedir. C kapasitesi R üzerinden $+V_{cc}$ 'ye dolmaya başlar ve C potansiyeli olan V_1 gerilimi V_2 'den büyük olunca çıkış $-V_{cc}$ olur. Bu kez C kondansatörü $-V_{cc}$ 'ye dolmaya başlar. V_2 geriliminde negatif bir değerdedir. V_1 gerilimi V_2 'den küçük olunca da çıkış tekrar $+V_{cc}$ olup bir cycle tamamlanmış olur. Bu durum böyle devam eder.

$$V_2 = \frac{V_{cc} \cdot R_1}{R_1 + R_2}$$

$$V_2 = - \frac{V_{cc} \cdot R_1}{R_1 + R_2}$$



$$t=0 \text{ için } V_1 = - \frac{V_{cc} \cdot R_1}{R_1 + R_2}$$

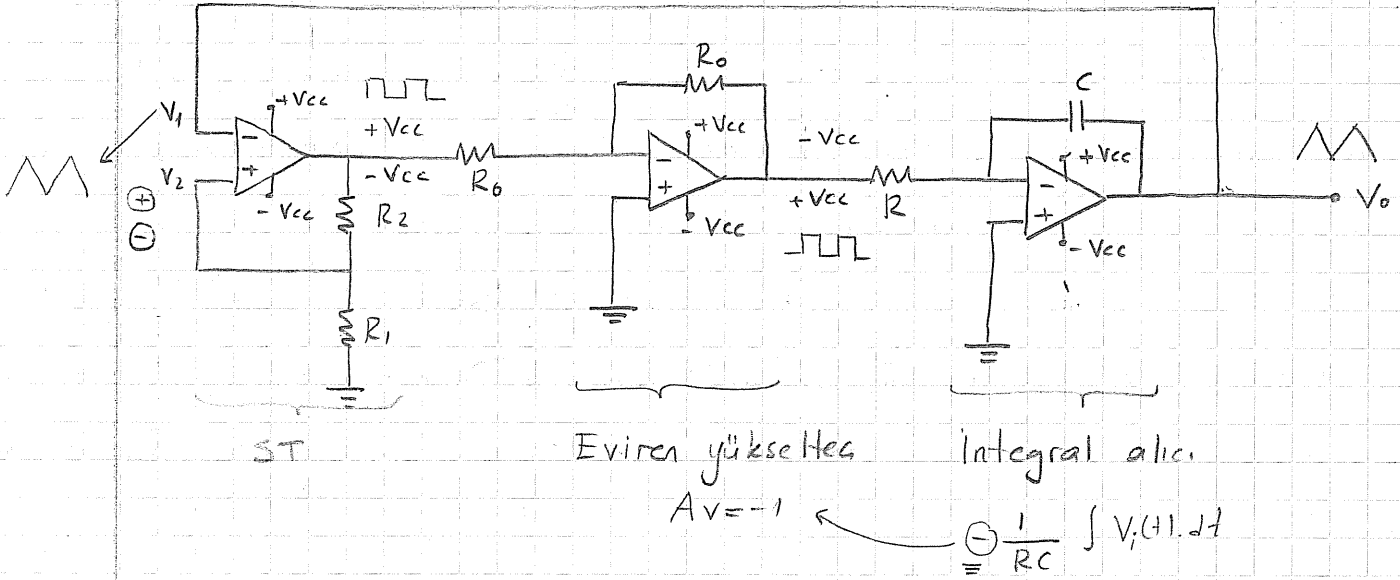
$$t=T/2 \text{ için } V_1 = \frac{V_{cc} \cdot R_1}{R_1 + R_2}$$

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

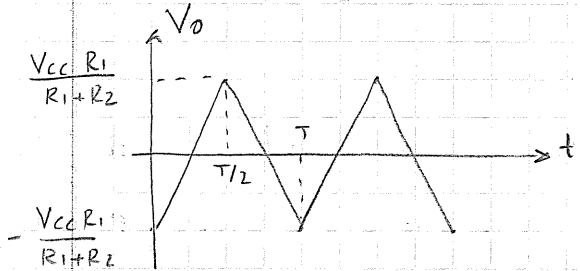
$t = \frac{T}{2}$ yazılır ve V_1 çözülürse,

$$T = 2RC \ln \left(1 + \frac{2R_1}{R_2} \right) \quad f = \frac{1}{T}$$

"Üçgen dalga üretici:



ST'nin çıkışı $\pm V_{cc}$ 'dir. Eviren yükseltici kullanılması nedeni integral alıcı devrenin fonksiyonu gereği negatif kazanç olmasıdır. Eviren yükseltici kullanılmıyorsa $V_1 - V_2$ genlikleri karşılaşılmazdı ve ST devresi kare dalga üretmeye başlamazdı.



$$V_0 = -\frac{V_{cc} R_1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{RC} \int_0^t V_{cc} dt, \quad 0 \leq t \leq T/2$$

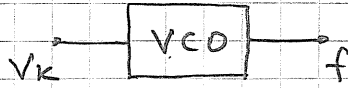
$$t = T/2 \text{ için } V_0 = \frac{V_{cc} R_1}{R_1 + R_2}$$

$$V_0 = -\frac{V_{cc} R_1}{R_1 + R_2} + \frac{V_{cc} t}{RC} \quad 0 \leq t \leq T/2$$

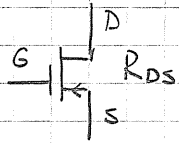
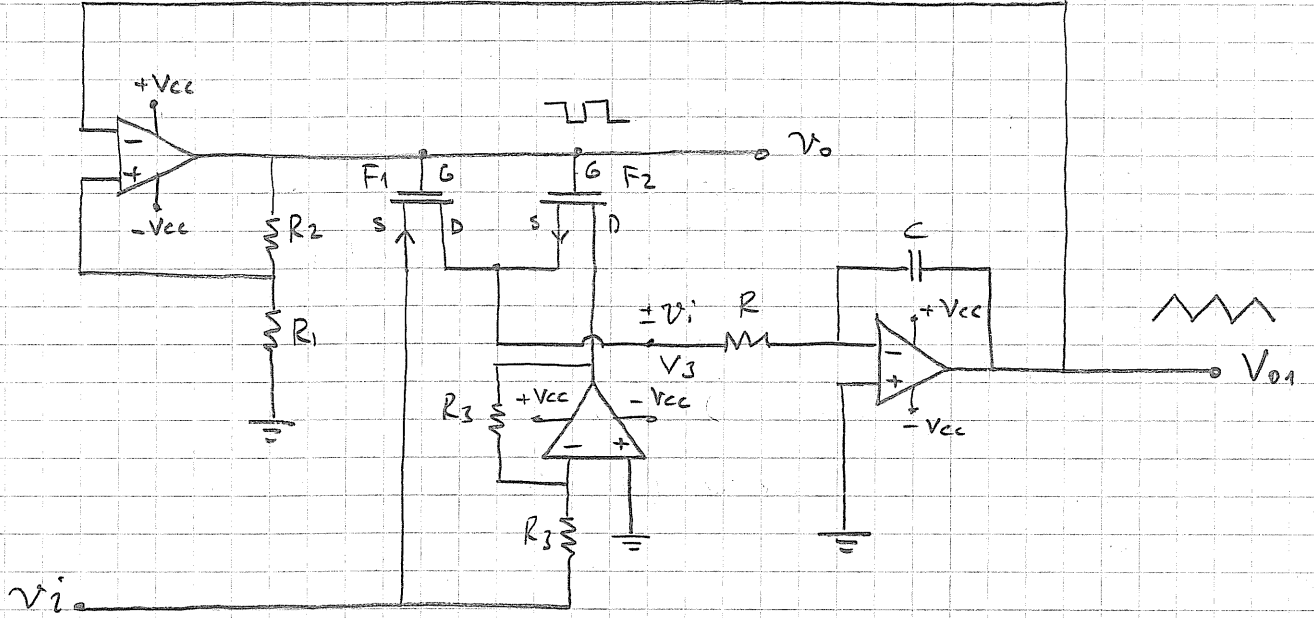
$$T = \frac{4RC R_1}{R_1 + R_2}$$

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

Gerilim Kontrollü Osilatör (Voltage Controlled Osc. VCO)



Osilatör frekansının, girişe uygulanan dc gerilimin genliği değiştirilerek ayarlanan osilatördür.



MOSFET

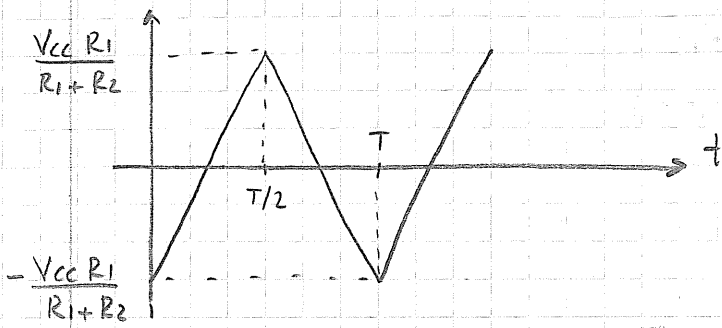
N-channel
P-channel

$$R_{DS(on)} < 1 \Omega$$

iyi bir anahtar görevi görür.

F₁ ve F₂ anahtar olarak kullanılan mosfetler, 1. opamp schmitt tetikleyici, 2. opamp evirci ve 3. opamp ise integral alıcı devre olarak çalışmaktadır. Bu devre üçgen üreten bir VCO dur. C₁ kiş isaretin frekansında V_i bir parametre olabilmesi için V_i'nin integrali alınması gerekir. Bu nedenle F₁, F₂ elektronik anahtarlar kullanılmışlardır. Eğer V_o (-) ise F₁ ON, F₂ OFF olur. Bu durumda V₃ = +V_i olur. V_o (+) ise F₁ OFF, F₂ ON olur. Bu durumda V₃ = -V_i olur.

V _o	V ₃	F ₁	F ₂
-	+V _i	ON	OFF
+	-V _i	OFF	ON



$$V_1 = V_{o1}$$

$$V_1 = -\frac{V_{cc} \cdot R_1}{R_1 + R_2} + \frac{V_i}{R \cdot C} \int_0^t dt \quad 0 \leq t \leq T/2$$

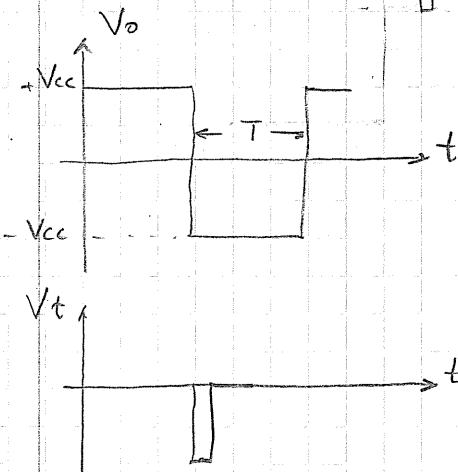
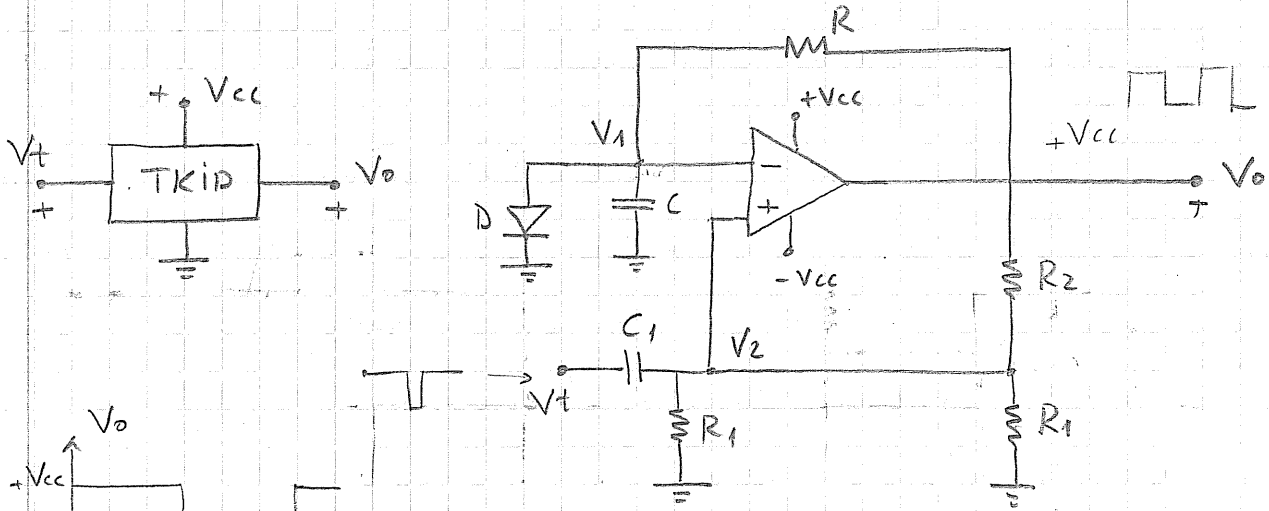
$$V_1 = \frac{R_1 \cdot V_{cc}}{R_1 + R_2}, \quad t = T/2$$

$$\frac{V_{cc} \cdot R_1}{R_1 + R_2} = -\frac{V_{cc} \cdot R_1}{R_1 + R_2} + \frac{V_i}{R \cdot C} \int_0^{T/2} dt$$

$$T = 4 \cdot \frac{V_{cc}}{V_i} \cdot \frac{R \cdot C \cdot R_1}{R_1 + R_2}$$

$$f = \frac{V_i}{V_{cc}} \cdot \frac{1 + \frac{R_2}{R_1}}{4RC}$$

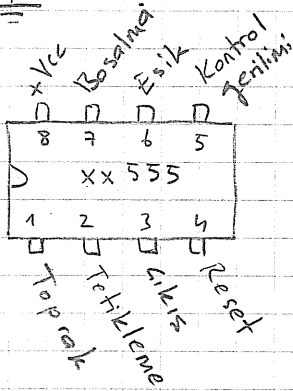
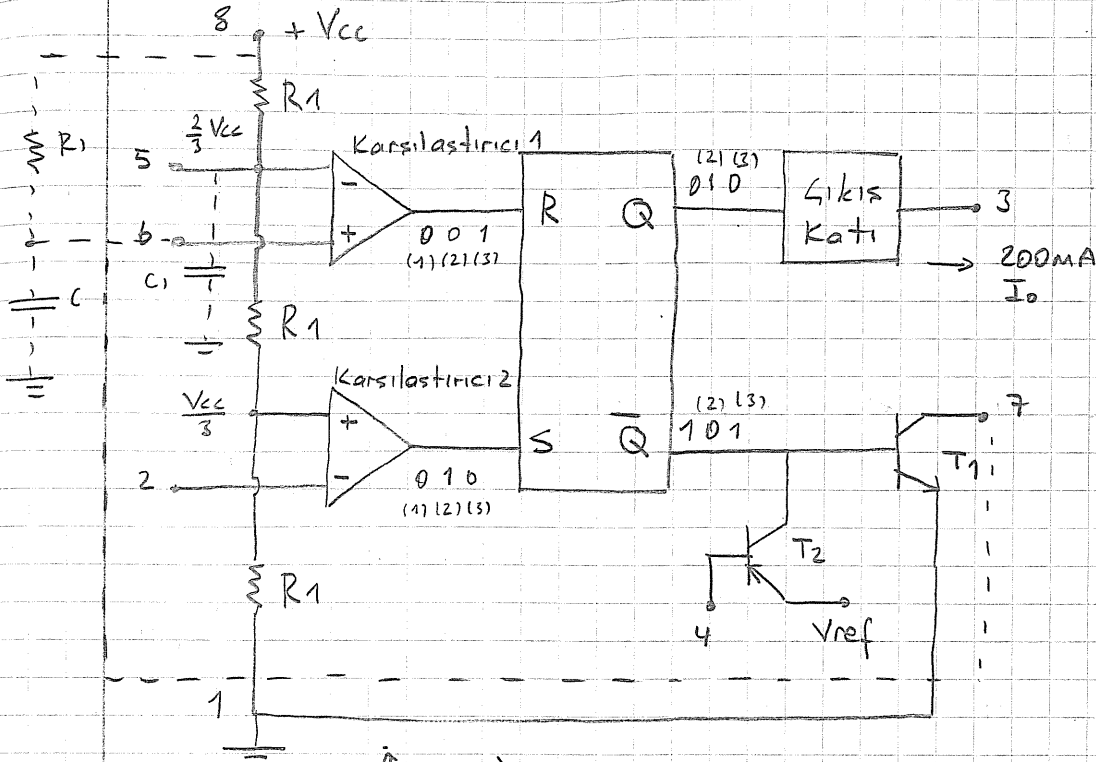
İşlemsel Yükselticili Tek Kararlı İkili Devre



$$V_t = 0 \text{ için } V_o = +V_{cc}$$

$$T = RC \cdot \ln \left[\left(1 + \frac{V_d}{V_{cc}} \right) \cdot \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) \right]$$

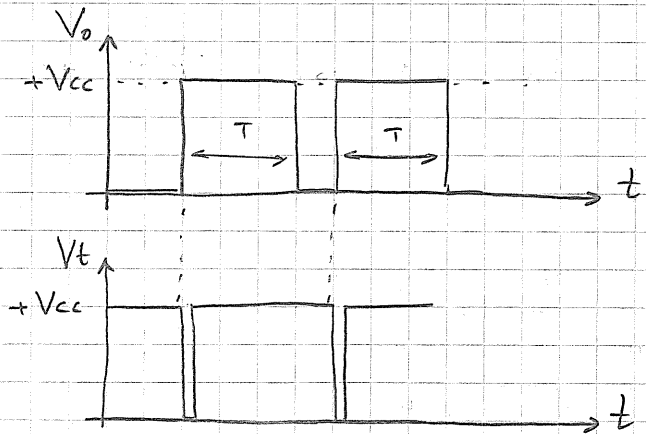
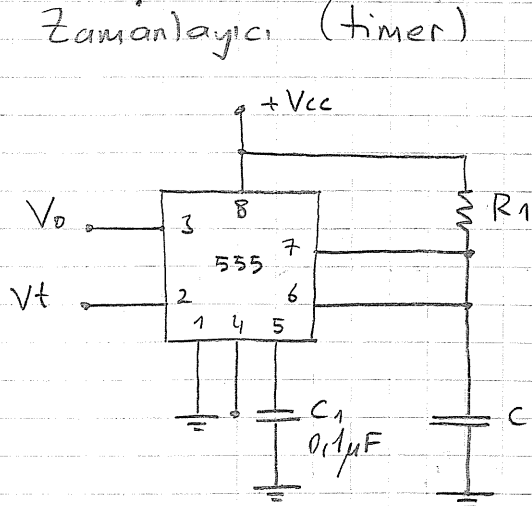
555 Tümdenve ve Uygulamaları:



- Tek kararlı ikili devre
- Kararsız ikili devre
- Frekans bölücü
- PWM (Pulse Width modulation)

555 ile tek kararlı ikili devre:

Zamanlayıcı (timer)



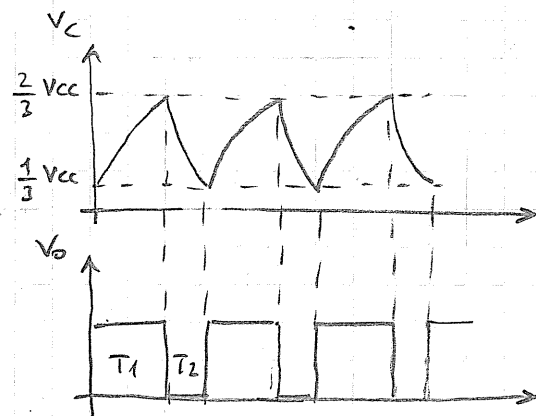
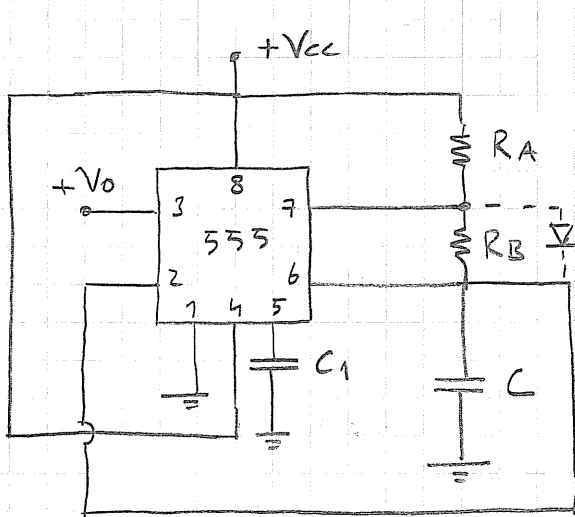
$$V_{\text{esik}} = V_o = V_{cc} - [V_{cc} - V(0)] e^{-t/RC}$$

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

$$T = RC \ln \frac{V_{cc} - V(0)}{V_{cc}/3}, \quad V(0) = 0 \Rightarrow T = RC \ln 3 = 1.1 RC$$

ilk durumda tetikleme yokken C boş www.oguzhancakmak.com.tr 1'in çıkışı lojik-0 karşılaştırıcı 2'in de çıkışı lojik-0 (opampların birer uclarındaki sabit gerilime göre karar verdik.) Normal durumda 2 numara yani $V_t = V_{cc}$ 'dir. Flip-flobun çıkışında $\bar{Q} = 0$, $\bar{Q} = 1$ 'dir. $\bar{Q} = 1$ olduğu için T1 ON C kapasitesi kısa devredir. Dolayısıyla C kapasitesi dolma islemini gerceklestiremez. Çıkışta bir darbe elde edebilmemiz için V_D gerilimi bir an için sifira getirilir. Bu durumda karşılaştırıcı 2'nin çıkışı 1 olur. Bu flip-flob için set darbesidir. $\bar{Q} = 1$, $\bar{Q} = 0$ olur. $V_o = +V_{cc}$ 'ye gelir. T1 OFF olur. C dolmaya baslar. C'nin gerilimi $\frac{2}{3}V_{cc}$ 'ye ulaşınca karşılaştırıcı 1'in çıkışı 1 olur. Flip-flob resetlenir. T1 ON olur. C boşalır. $V_o = 0$ olur. Bu arada çıkışta T süreli bir darbe elde edilmiş olur. Bu darbenin süreside $T = 1,1RC$ olur. Böylece bir cycle tamamlanır. Reset islemi yapılmayacaksa 4 nolu uc $+V_{cc}$ 'ye bağlanmalıdır. Bu durumda T2 sürekli OFF konumunda kalacağından asla reset islemi gerceklestmez. 4 nolu ucu sifira sektiğimizde T2 ON olur. V_{ref} T1'in bozina ulaşır T1 ON olur ve zamanla islemi başa alınır.

555 ile kararsız ikili devre

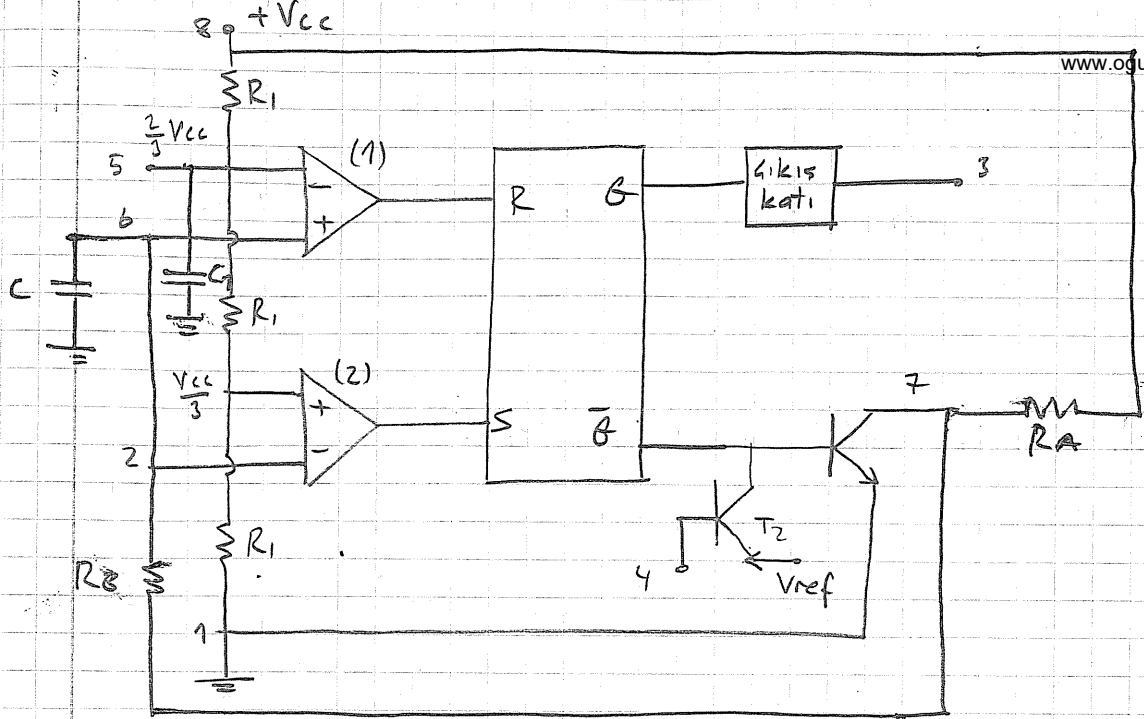


$$T_1 = (R_A + R_B)C \ln 2$$

$$T_2 = R_B \cdot C \cdot \ln 2$$

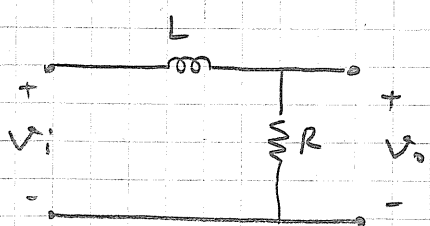
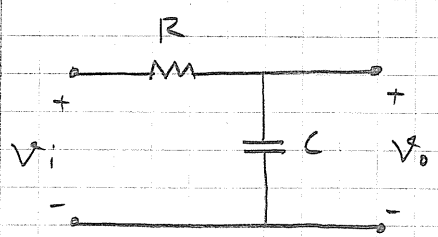
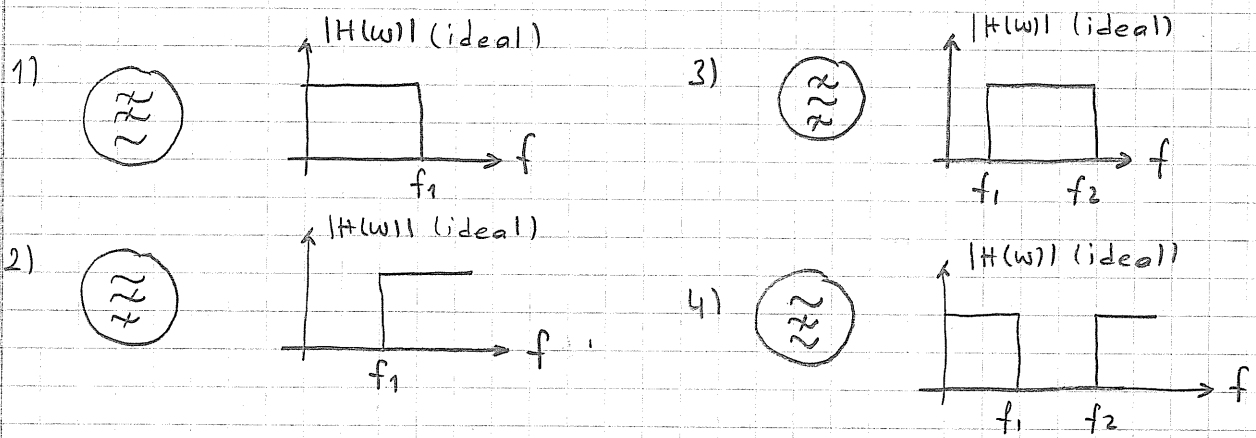
$R_A = R_B$ olur ve diod eklenirse

$$\frac{D}{T} = \frac{1}{2} \text{ olur.}$$



Aktif Süzgeçler

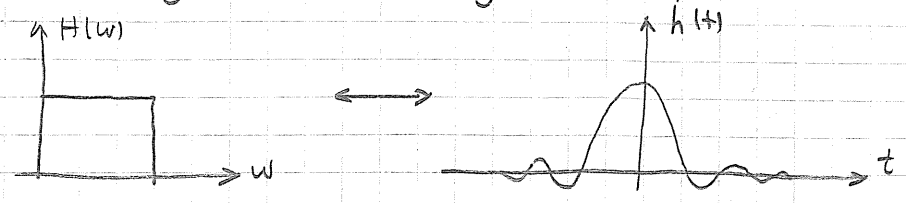
- 1) Alçak geçiren süzgeçler (AGS) (Low pass filter: LPF)
- 2) Yüksek geçiren süzgeçler (YGGS) (High pass filter: HPF)
- 3) Bant geçiren süzgeçler (BGS) (Band pass filter: BPF)
- 4) Bant durduran süzgeçler (BDS) (Band stop filter: BSF)



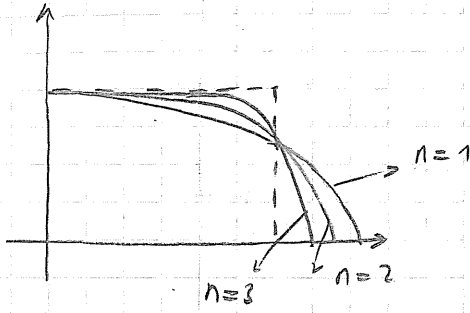
1. dereceden pasif AGS

1. dereceden pasif YGS

İdeal süzgeç karakteristiğine sahip devre nedensel değildir, yani

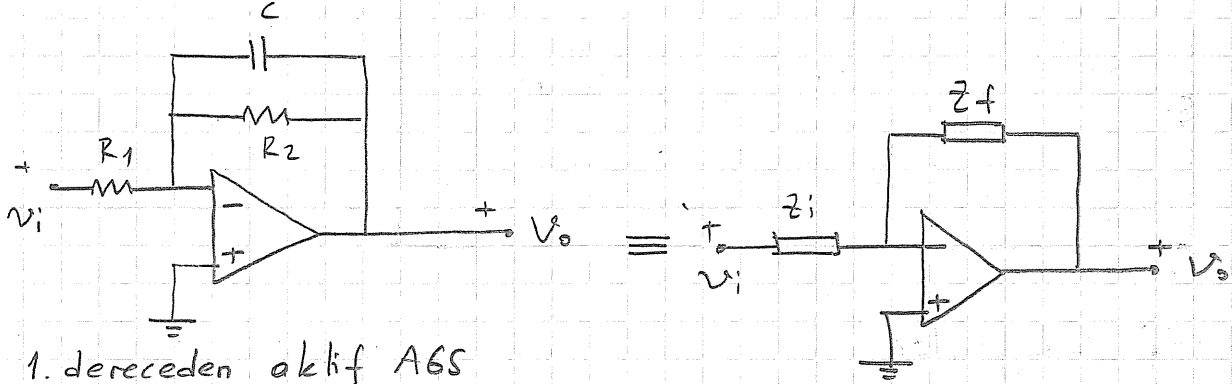


H(w)



n: süzgecin derecesi

1. dereceden aktif AGS ve YGS'ler:



1. dereceden aktif AGS

$$H(s) = -\frac{Z_f}{Z_i} = \frac{-\left(R_2 \parallel \frac{1}{sC}\right)}{R_1}$$

$$K = \frac{R_2}{R_1}, \quad \omega_c = \frac{1}{R_2 C} \quad \text{olursa} \quad H(s) = -K \frac{\omega_c}{s + \omega_c}$$

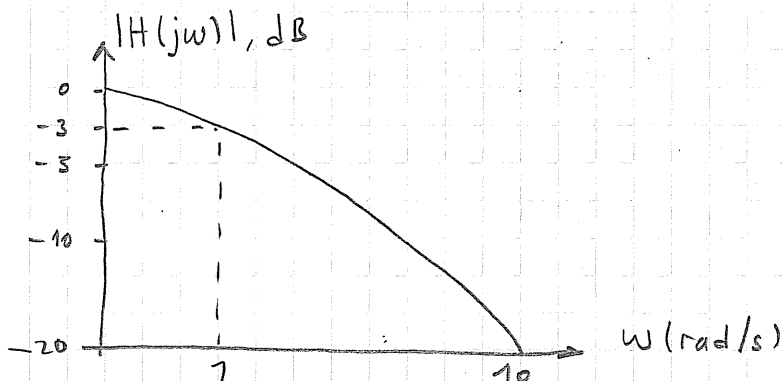
ω_c : kazancın 3 dB azaldığı yada genliğin $\frac{1}{\sqrt{2}}$ katına indiği frekans değeridir.

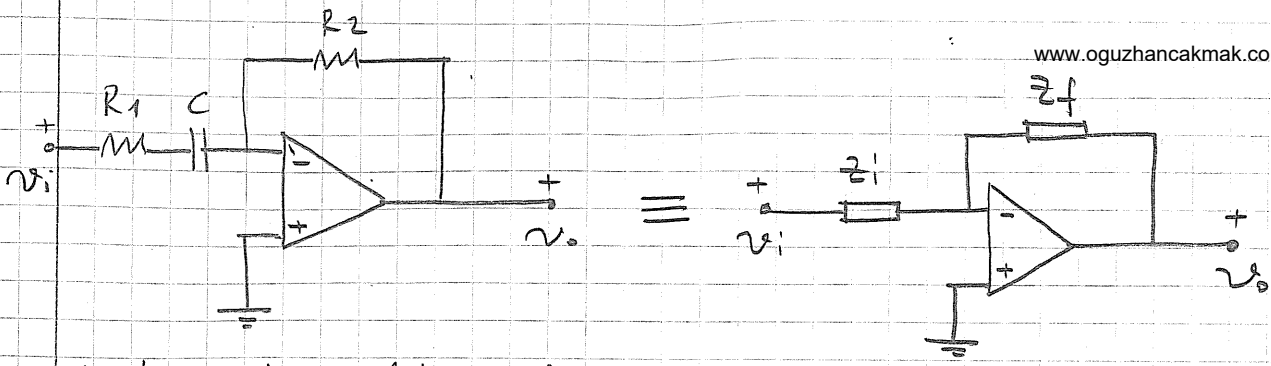
Örnek: Birim kazançlı ($K=1$) 1 rad/s kesim frekanslı $R_1=1 \Omega$ olan bir alçak geçiren süzgecin C ve R_2 değerlerini bulunuz, bode diyagramını çiziniz.

$$K = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow R_2 = 1 \Omega$$

$$H(s) = -\frac{1}{s+1}$$

$$\omega_c = \frac{1}{R_2 C} \Rightarrow C = 1F$$



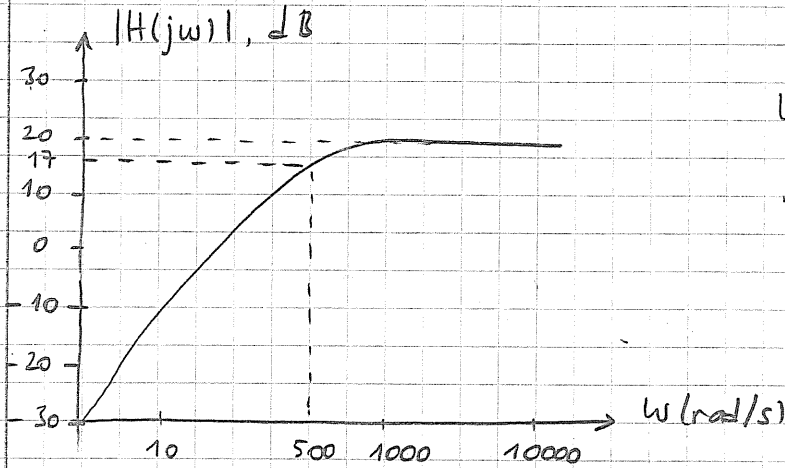


1. dereceden aktif YGS.

$$H(s) = -\frac{Z_f}{Z_i} = -\frac{R_2}{R_1 + \frac{1}{sC}} = -K \cdot \frac{s}{s + \omega_c}$$

$$K = \frac{R_2}{R_1}, \quad \omega_c = \frac{1}{R_1 C}$$

Örnek: Bode diyagramı verilen YGS'de $C = 0,1 \mu\text{F}$ olduğuna göre R_1, R_2 değerlerini bulunuz.



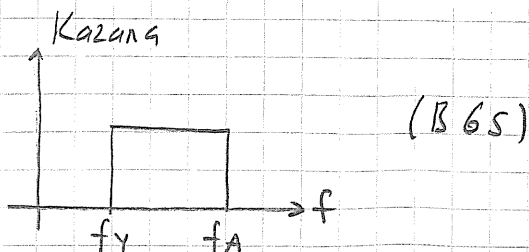
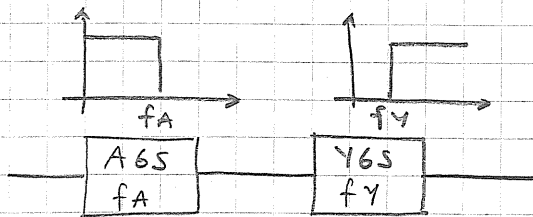
$$\omega_c = 500 \text{ rad/s.}$$

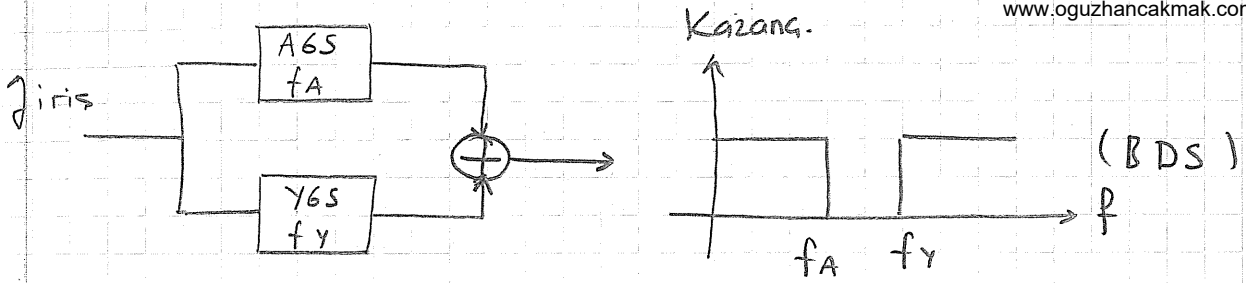
$$K = 20 \text{ dB} = 20 \log x$$

$$K = 10 = \frac{R_2}{R_1}$$

$$\omega_c = \frac{1}{R_1 C} \Rightarrow R_1 = 20 \text{ k}\Omega$$

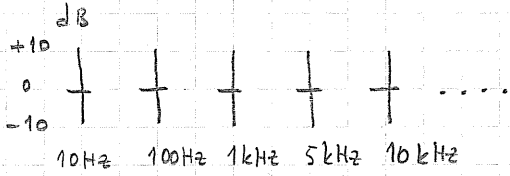
$$\frac{R_2}{R_1} = 10 \Rightarrow R_2 = 200 \text{ k}\Omega.$$





Ödev: Bir müzik sistemi için 500 Hz - 5 kHz equalizer süzgeci gerektirecektir. Genlik kazancı: 2, $C = 0,2 \mu F$ (BGS)

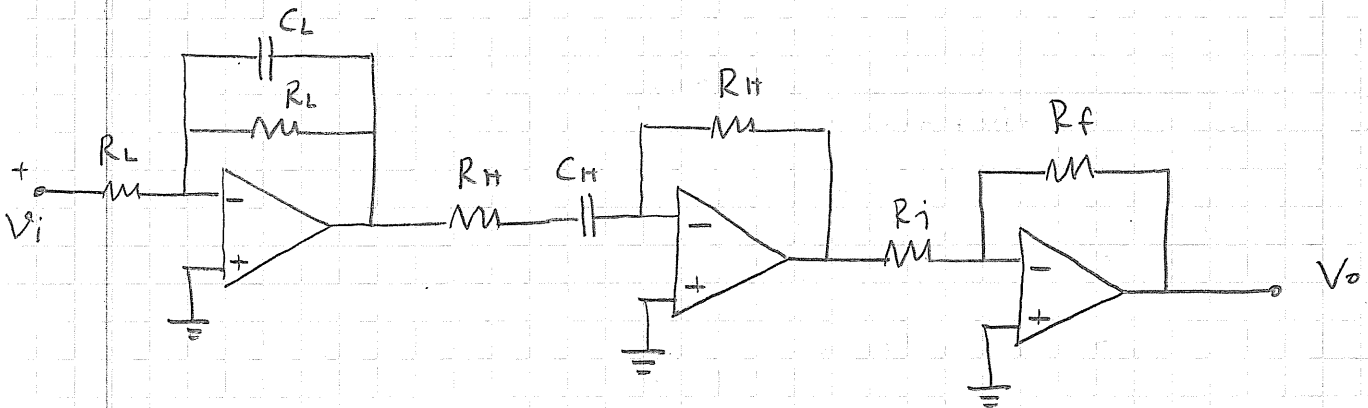
equalizer: denkleştirici



Bant Geiren Süzgeç

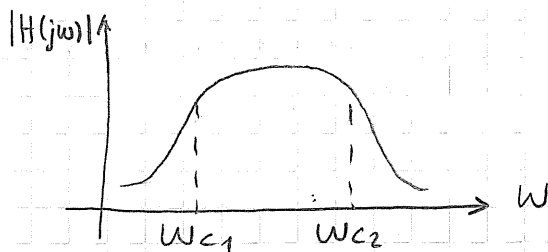


Bant türü süzgeçlerde kazanç elde etmenin birim süzgeçlerinin sonuna eklenen ilave süzgeçlerden temin etmek bazı durumlarda tercih edilir.

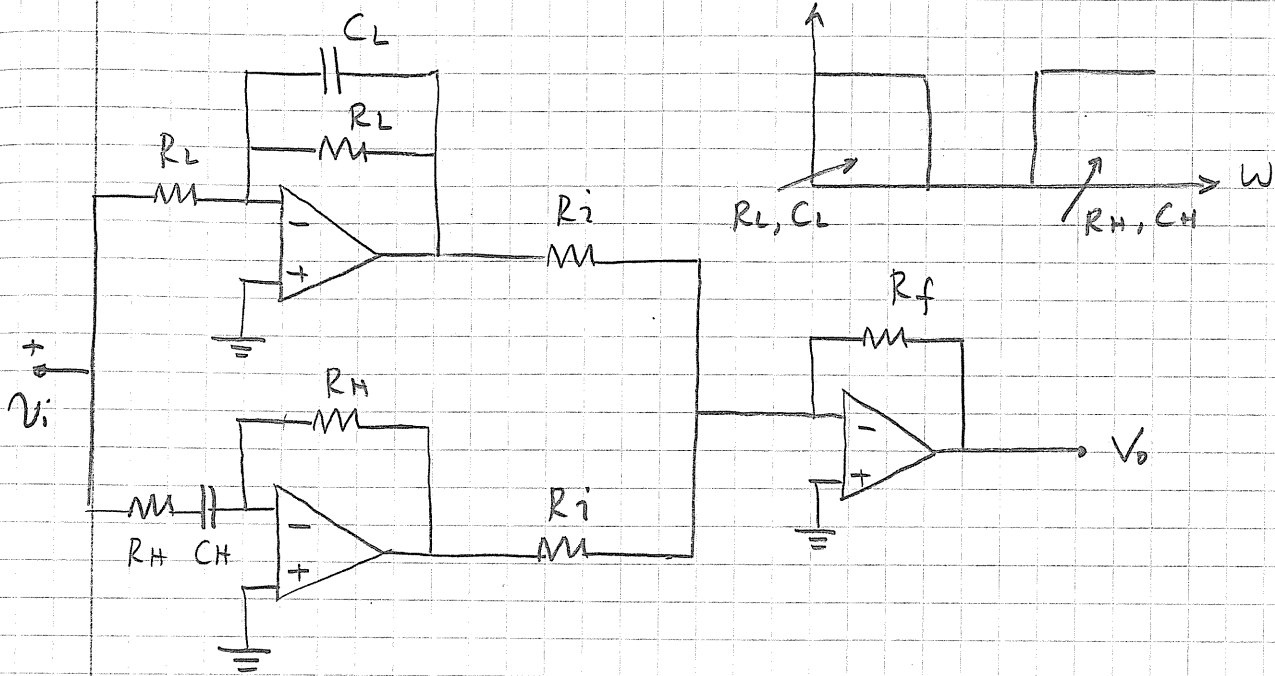


$$H(s) = \frac{V_o}{V_i} = \left(\frac{-\omega C_2}{s + \omega C_2} \right) \cdot \left(\frac{-s}{s + \omega C_1} \right) \cdot \left(-\frac{R_f}{R_i} \right) = -\frac{K \omega C_2 s}{(s + \omega C_1) \cdot (s + \omega C_2)}$$

$$\omega C_2 = \frac{1}{R_L C_L}, \quad \omega C_1 = \frac{1}{R_H C_H} \quad |H(j\omega)| = \frac{R_f}{R_i} \cdot \frac{\omega C_2}{(\omega C_1 + \omega C_2)}$$



Bant Durduran Süzgeci



$$H(s) = \left(-\frac{R_f}{R_i} \right) \left[\frac{-\omega c_1}{s + \omega c_1} + \frac{-s}{s + \omega c_2} \right]$$

$$\omega c_1 = \frac{1}{R_L C_L}, \quad \omega c_2 = \frac{1}{R_H C_H}$$

$$|H(j\omega)| = \frac{R_f}{R_i} \cdot \frac{2\omega c_1}{\omega c_1 + \omega c_2}$$

Butterworth Süzgeci:

Butterworth polinomları:

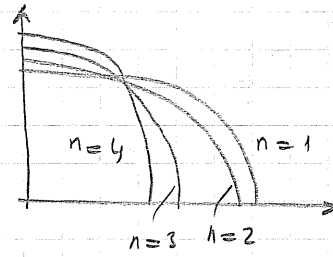
<u>n</u>	<u>Butterworth Polinomu</u>
1	$(s+1)$
2	$(s^2 + \sqrt{2}s + 1)$
3	$(s+1) \cdot (s^2 + s + 1)$
4	$(s^2 + 0,765s + 1) \cdot (s^2 + 1,848s + 1)$
5	$(s+1) \cdot (s^2 + 0,618s + 1) \cdot (s^2 + 1,618s + 1)$
6	$(s^2 + 0,518s + 1) \cdot (s^2 + \sqrt{2}s + 1) \cdot (s^2 + 1,932s + 1)$
7	$(s+1) \cdot (s^2 + 0,445s + 1) \cdot (s^2 + 1,247s + 1) \cdot (s^2 + 1,802s + 1)$
8	$(s^2 + 0,395s + 1) \cdot (s^2 + 1,119s + 1) \cdot (s^2 + 1,663s + 1) \cdot (s^2 + 1,962s + 1)$

Butterworth AGS transfer fonksiyonu: www.oguzhancakmak.com.tr

$$|H(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^{2n}}}$$

ω_c : kesim frekansı

n : süzgeç derecesi



Butterworth polinomlarının elde edilmesi:

$$|H(j\omega)|^2 = \frac{1}{1 + (-1)^n \cdot s^{2n}}$$

- 1) $1 + (-1)^n \cdot s^{2n} = 0$ esitlenir.
- 2) $H(s)$ 'nin sol yarı düzlemde ve $H(-s)$ 'nin sağ yarı düzlemdeki kökleri bulunur.
- 3) Bunlar birleştirilir.

$n=2$ için

$$1 + (-1)^1 \cdot s^{2n} = 0$$

$$s^2 = -1 = 1 \angle 180^\circ$$

$$1 + (-1)^2 \cdot s^4 = 0$$

$$s_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{j}{\sqrt{2}}$$

$$s_3 = -\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{-j}{\sqrt{2}}$$

$$s_2 = -\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{j}{\sqrt{2}}$$

$$s_4 = \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{-j}{\sqrt{2}}$$

s_2 ve s_3 sol yarı düzlemde

$$H(s) = \frac{1}{\left(s + \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{j}{\sqrt{2}}\right) \cdot \left(s + \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{j}{\sqrt{2}}\right)} = \frac{1}{s^2 + \sqrt{2}s + 1}$$

Ödev: $n=3$ için sen yap. (Araştır.)

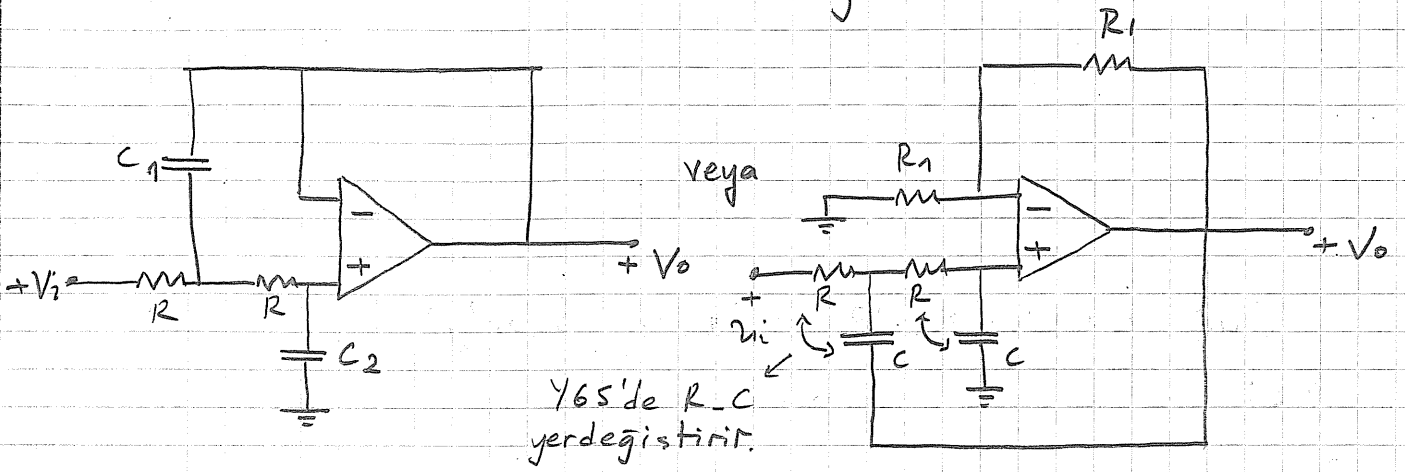
Butterworth aktif süzgeçler

Polinomların (1.) ve (2.) dereceden çarpanları dolayısıyla her bir çarpan için bir devre oluşturulur ve bunlar kaskat bağlanır. Sonuçta, bize 1. ve 2. devre modeli gerekir.

AGS, VGS, BGS, BSF (BDs)

* AGS hesaplanıyor.

2. dereceden AGS Butterworth süzgeci:



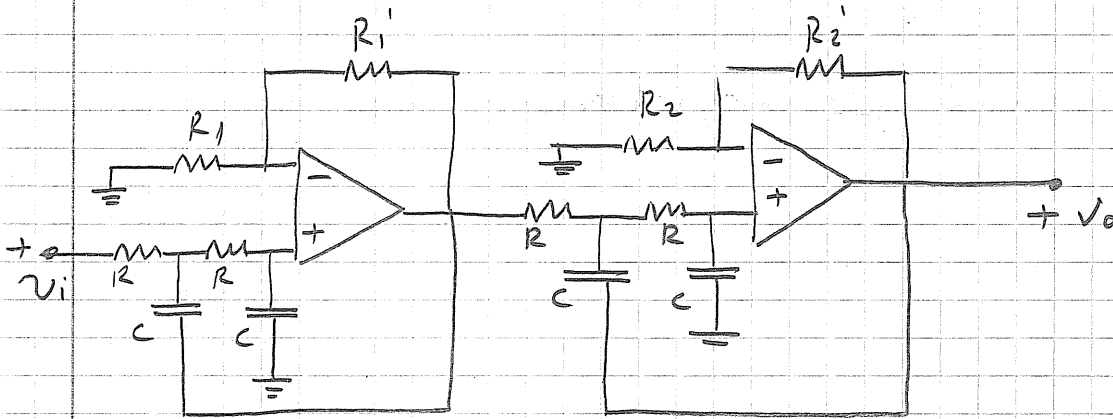
evirmeyen yükseltici (kazancı var)

! Bu daha çok tercih edilir.

$$A_v(s) = A_{v0} \cdot \frac{(1/RC)^2}{s^2 + \left(\frac{3-A_{v0}}{RC}\right)s + \left(\frac{1}{RC}\right)^2}$$

$\omega_0 = \frac{1}{RC}$, $A_{v0} = 3 - 2k$ alındığında polinomu sağlıyor.

Örnek: Kesim frekansı 1kHz olan 4. dereceden AGS tasarlayınız.



R ve C'yi ω_0 'dan buluyoruz.

$$R = 1k \text{ seçelim.}, C = 0,16 \mu F \quad (\omega_0 = \frac{1}{RC})$$

$$A_{v1} = 3 - (2k) \rightarrow s \text{'in katsayısını sağlamalı}$$

$$= 3 - 0,765 = 2,235$$

$$A_{v2} = 3 - 2k = 3 - 1,848 = 1,152$$

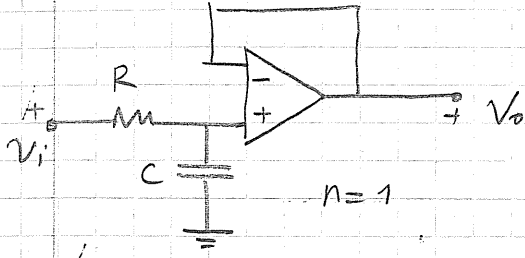
$$R_1 = 10k \text{ seçelim}$$

$$R_2 = 10k \text{ seçelim.}$$

$$A_{v1} = \frac{R_1 + R_1'}{R_1} \Rightarrow R_1' = 12,35k$$

$$A_{v2} = \frac{R_2 + R_2'}{R_2} = 1,52k$$

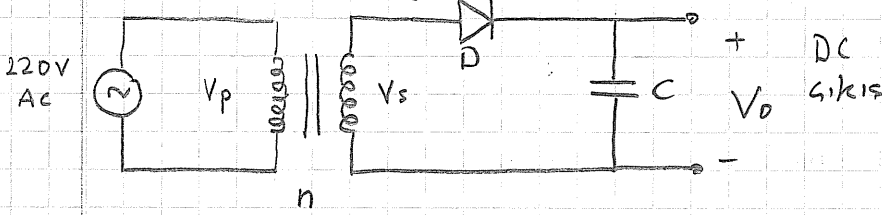
1. dereceden ($n=1$) için;



GÜÇ KAYNAKLARI (Power Supply)

- 1) Lineer tip güç kaynakları
- 2) Anahtarlama mod güç kaynakları

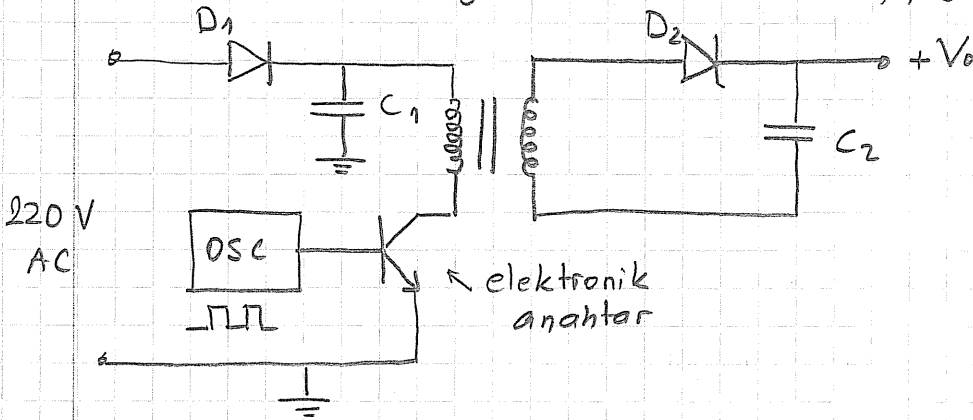
1) Lineer tip güç kaynakları:
Doğrultucu (YD, TD, KT)



Gıkıs gerilimi $\rightarrow n$
Gıkıs akımı $\rightarrow P_{\text{transformatör}}$
Gıkıs gücü C

2) Anahtarlama mod güç kaynakları:

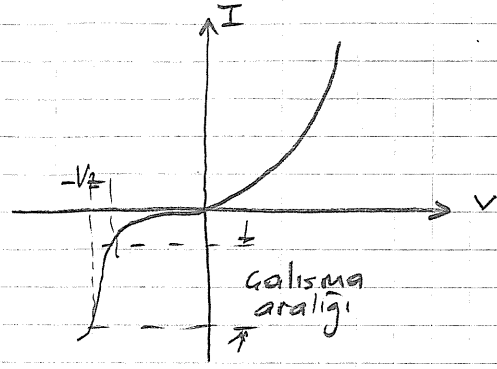
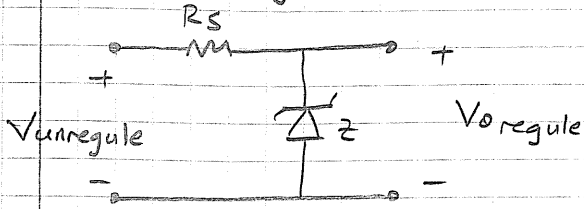
SMPS (Switching Mode Power Supply)



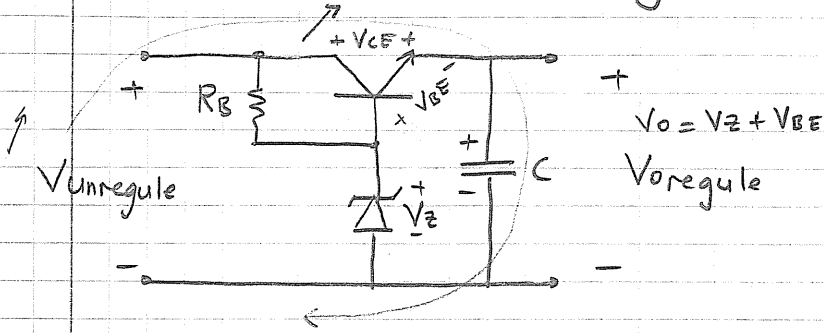
Lineer	SMPS
50 Hz	> 50 kHz
Trafo kayıplı ve büyük	Trafo verimli ve küçük
büyük C	küçük C

Regülatörler:

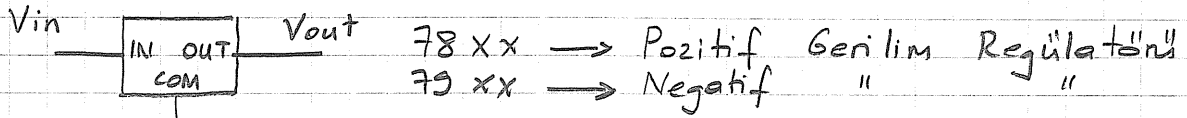
1) Zener diyot:



2) Zener + Transistörlü Regulator.



3) Gerilim Regüle Tümevrenleri



xx : çıkış gerilim değeri

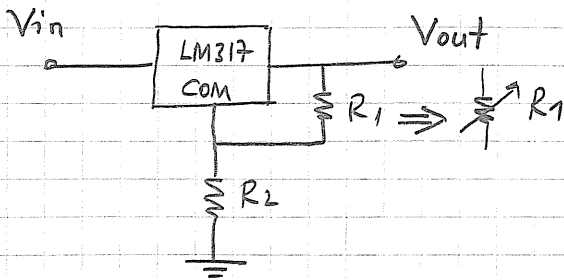
xx

05, 06, 08, 09, 10, 12, 15, 18, 24, 48

$I_o \leq 1A$

$V_{in} \geq V_{out} \cdot 1,25$

LM317 : çıkış gerilimi ayarlanabilir gerilim regülatörü



Genlim regülatörlerinin çıkış akımının artması

