

Aktif Sözcükler filtreler (6)

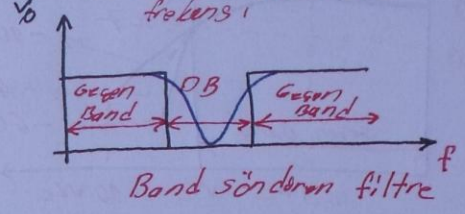
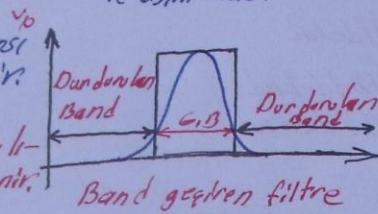
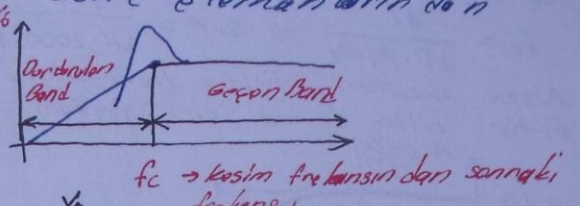
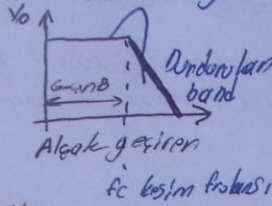
Filtre, belirli frekans bandını geçirip diğerlerini zayıflatma işlemidir.

Aktif filtre: Pasif devre elemanlarına ilaveten transistör ve tüm devre giri iletken devre elemanları da kullanılır.

Pasif Filtre: Direnç kondansatör gibi bobin devre elemanları da kullanılır.

Dört tip filtre vardır:

- 1) Alçak geçiren
- 2) Yüksek geçiren
- 3) Bant geçiren
- 4) Bant söndüreri.

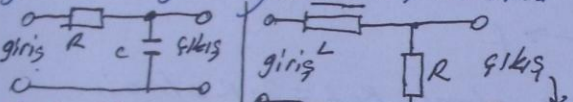


f_c kesim frekansı $f_c = 0.707$ frekansı
-3 dB frekansı olarak da bilinir.
iletken frekans aralığına geçen band, Zayıflatılan frekans aralığına ise söndürülen band denir.

Pasif filtreler:

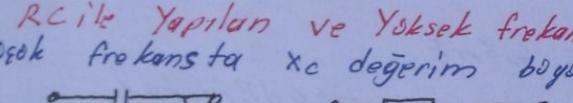
1) R-C ile Yapılan ve alçak frekansları geçiren filtreler:

Bu devre sadece alçak frekansları geçirir. Yüksek frekansları soğutur. Frekansın yükselmesi X_c 'yi azaltır. $X_c = 1/2\pi \cdot f \cdot C$, X_c 'nin küçülmesi sinyallerin diğer yükseltesine katına geçmesini engeller.



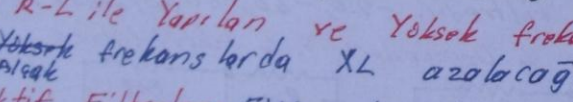
2) R-L ile yapılan ve alçak frekansları geçiren Pasif filtreler:

X_L frekans arttıkça $X_L = 2\pi \cdot f \cdot L \cdot \pi$ artar. Yüksek frekanslı sinyaller bobinden geçmez.



3) RC ile Yapılan ve Yüksek frekansları Geçiren Pasif filtreler:

Düşük frekanslarda X_c değerim büyük olduğundan alçak frekansları süzer.



4) R-L ile Yapılan ve Yüksek frekansları Geçiren Pasif filtreler:

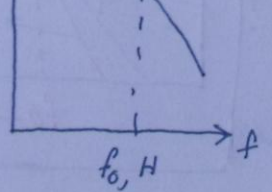
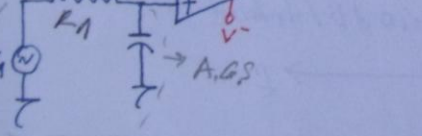
Yüksek frekanslarda X_L azalacağından Yüksek frekansları geçirecektir.

Aktif Filtreler: Filtre devreleri zayıflatma eğimine veya kalitesine göre

1. derece veya -20 dB/dekad 2. derece veya -40 dB/dekad ve 3. derece -60 dB/dekad olmak üzere tasarlanabilir.

Alçak geçiren Aktif Filtre: Belirlenen kesim frekansının altındaki frekansları olduğu gibi geçirir. Yüksek frekansları zayıflatır.

Birinci Dereceden alçak geçiren aktif Filtre devresi:



$$A_v = \frac{1 + \frac{R_{01}}{R_{01}}}{1 + j\omega C_1 R_1 C_1}$$

$$A_0 = 1 + \frac{R_{01}}{R_{01}}$$

$$\omega_1 = \omega_c \cdot R_1 \cdot C_1 = \text{Bassol filtre sabiti}$$

$$f_c = \frac{\omega_1}{2\pi \cdot R_1 \cdot C_1}$$

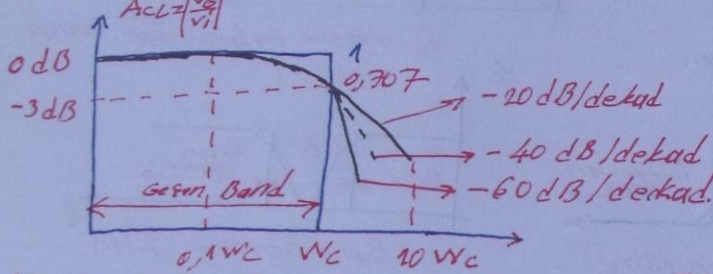
Örnek: $R_1 = 12 \text{ k}$, $C_1 = 902 \text{ nF}$ olduğuna göre birinci dereceden alçak geçiren filtrenin kesim frekansı?

$$f_c = \frac{a_1}{2\pi \cdot R_1 \cdot C_1} \quad a_1 = 1 \Rightarrow 6,63 \text{ kHz}$$

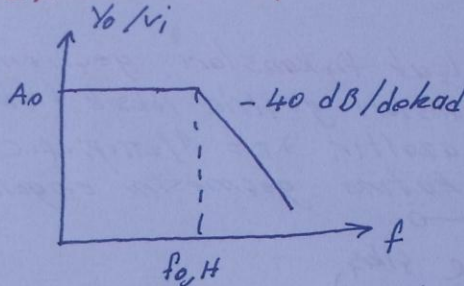
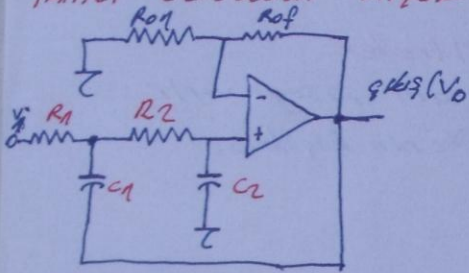
Örnek: Birinci dereceden alçak geçiren aktif filtre kesim frekansının 2 kHz olması için $C_1 = ?$

$$f_c = \frac{a_1}{2\pi \cdot R_1 \cdot C_1} \Rightarrow 2 \cdot \text{k} = \frac{1}{2\pi \cdot 2000 \cdot 10^{-3}} = 0,008 \text{ nF}$$

Alçak Geçiren Filtre Devrelerinin Frekans Tepkisi: $20, 40, 60 \text{ dB/dekad}$ iş tip filtre devresi için frekans cevabı (Frekans Kazanç Eğrileri):



İkinci dereceden Alçak Geçiren Filtre:



1) f_c belirlenir, 2) $R_1 = R_2 = R$ değeri $10 \text{ k} - 100 \text{ k}$ olmalı $R_{o1} = 2 \cdot R$ olmalı

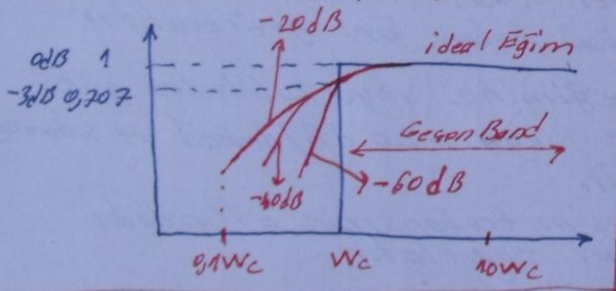
3) $C_1 = \frac{0,707}{\omega_c \cdot R}$ 4) $C_2 = 2C_1$ olmalıdır.

Örnek: İkinci derece aktif filtre devresinde $R = 10 \text{ k}$, $\omega_c = 30 \text{ krad/s}$ için C_1 ve $C_2 = ?$

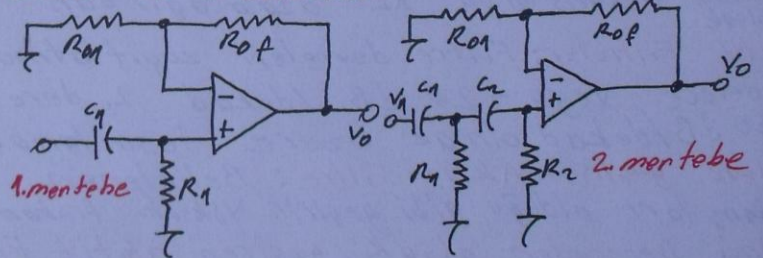
$$C_1 = \frac{0,707}{\omega_c \cdot R} = 2,4 \text{ nF} \Rightarrow C_2 = 4,8 \text{ nF}$$

3. derece alçak geçiren aktif filtre devresi -40 dB/dekad , -20 dB/dekad lık aktif filtre devrelerinin ard arda bağlanmasıyla oluşur.

-Yüksek Geçiren Aktif Filtre: f_c kesim frekansının üstündeki frekansları geçiren, altındaki frekansları zayıflatan filtredir. $-20, -40, -60 \text{ dB/dekad}$ 3 tır.



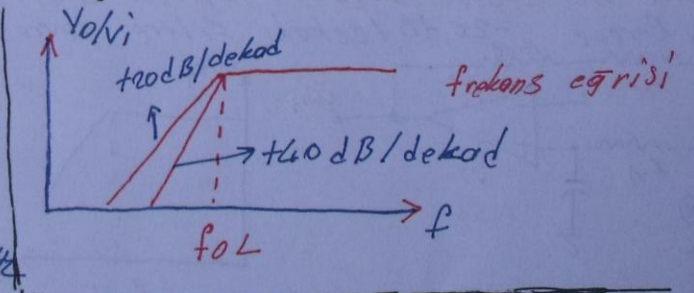
Birinci ve 2. Dereceden Y, G Aktif filtre:



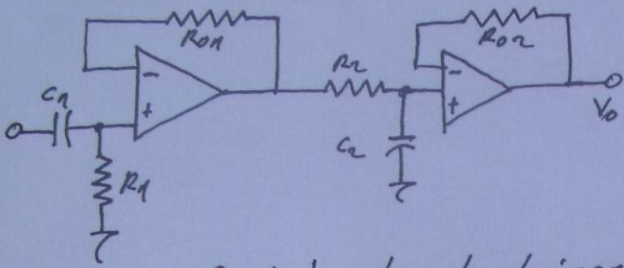
Örnek: $R_1 = R_2 = 2,9 \text{ k}$, $C_1 = C_2 = 0,05 \text{ nF}$ $R_{o1} = 10 \text{ k}$, $R_{o2} = 50 \text{ k}$ olduğuna göre ikinci dereceden yüksek geçiren aktif filtre için kazanç ve kesim frekansını?

$$A_0 = 1 + \frac{R_{o2}}{R_{o1}} = 1 + \frac{50}{10} = 6$$

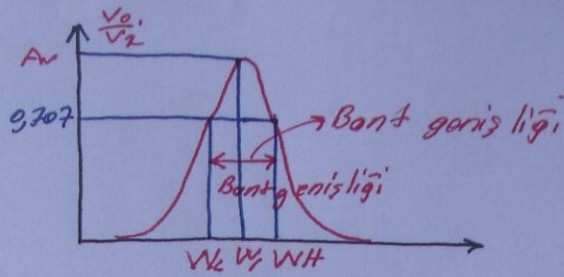
$$f_c = \frac{a_1}{2\pi \cdot R_1 \cdot C_1} = \frac{1,3697}{2\pi \cdot 2900 \cdot 500 \cdot 10^{-9}} = 294 \text{ kHz}$$



Band Geçiren Aktif Filtre:



8



Dar ve Genişbant olmak üzere 2 türüdür. Dar $Q > 10$ 'dan daha küçük. Geniş Bantda daha büyüktür. W_0 (rezonans frekansı). filtre devresi kalitesi

$$Q = \frac{W_0}{B} \quad B \text{ (bant genişliği)}$$

Dar bant $Q > 10$, Geniş bantda $Q < 10$

Tasarım Yöntemi 2'dir.

1-) W_0 ve B seçilir Q hesapla, 2-) W_0 ve Q seçilir B hesaplanır.

$$C_1 = C_2 = C \quad R_{01} = R_{02} = R; \quad R = \frac{2}{B \cdot C}, \quad R_1 = \frac{R}{2 \cdot A_0}, \quad R_2 = \frac{R}{4Q^2 - 2A_0}$$

Örnek: Band geçiren filtre devre- $B \cdot C$, $4Q^2 - 2A_0$ içinde $W_0 = 10 \text{krad/s}$, $A_0 = 40$, $Q = 20$ ve $C_1 = C_2 = C = 0,01 \mu\text{F}$ olduğuna göre B , R_1 , R_2 , R_3 değerlerini hesaplayınız.

$$B = \frac{W_0}{Q} = \frac{10 \text{krad/s}}{20} = 0,5 \text{krad/s}, \quad R = \frac{2}{B \cdot C} = \frac{2}{0,5 \text{krad/s} \cdot 0,01 \cdot \text{MF}} = 400 \text{k}\Omega$$

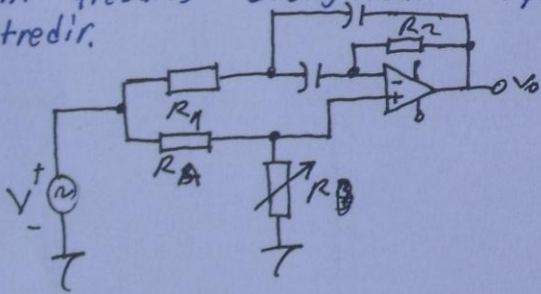
$$R_1 = \frac{R}{2 \cdot A_0} = \frac{400 \text{k}}{2 \cdot 40} = 5 \text{k}\Omega$$

Örnek: $R_1 = R_2 = 10 \text{k}$, $C_1 = 0,1 \mu\text{F}$, $C_2 = 0,002 \mu\text{F}$ olarak Band geçiren filtrenin Alt ve üst kesim frekansını hesapla

$$f_{0,L} = \frac{1}{2\pi \cdot R_1 \cdot C_1} = 159,15 \text{Hz}, \quad f_{0,H} = \frac{1}{2\pi \cdot R_2 \cdot C_2} = 7,96 \text{k}$$

Band durdurucu Sönümlen Aktif Filtre:

Belli frekans aralığındaki işaretleri geçirmeyip diğerlerini geçiren filtredir.



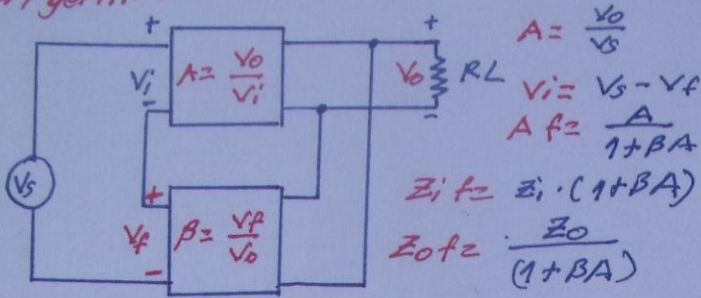
$$C_1 = C_2 = C$$

$$R_2 = \frac{2}{B \cdot C}$$

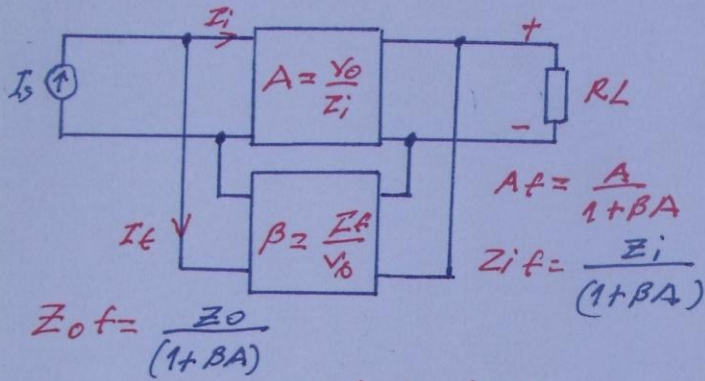
$$R_1 = \frac{R_2}{4Q}, \quad R_A = 1 \text{k}\Omega$$

$$R_B = 2 \cdot Q^2 \cdot R_A$$

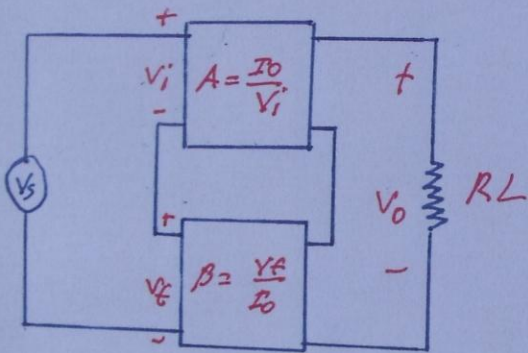
Negatif Geribesleme Türleri
- Seri Gerilim Geri Besleme



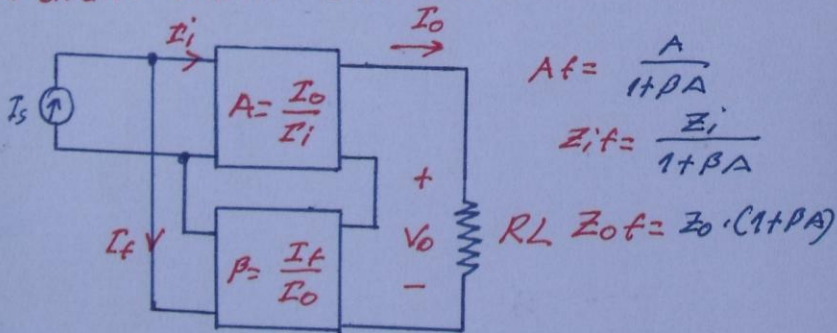
- Paralel Gerilim Geri Beslemesi:



- Seri Akım Geri Besleme:



- Paralel Akım Geri Beslemesi:



Güç kazancı = çıkış gücünün giriş gücüne oranının 10 tabanına göre logaritmasının 10 ile çarpımıdır.

$$\text{Gain (dB)} = 10 \cdot \log \frac{\text{Çıkış gücü}}{\text{Giriş gücü}}$$

Örnek: Bir amplifikatörün girişine 50W uyguladığımızda 250W güç alırsak kazancımız? $\text{Gain (dB)} = 10 \cdot \log (250/50) = 7 \text{ dB}$

Sonuç pozitifse kazanç vardır, negatifse kayıp vardır.

dB kavramı:

$$\text{dBm: } 10 \log P \text{ (mW)}$$

Örneki 100W'lık bir verici çıkışı kaç dB m eder?

$$\text{dBm} = 10 \cdot \log P \Rightarrow \text{dBm} = 10 \cdot \log 10^5 = 50 \text{ dB}$$

Gerilim Kazancı: Bir devrenin çıkış geriliminin giriş gerilimine oranının 10 tabanına göre logaritmasının 20 ile çarpımı gerilim kazancı ve kaybını belirler.

$$\text{Gain (dB)} = 20 \cdot \log \frac{\text{Çıkış gerilimi}}{\text{Giriş gerilimi}} \Rightarrow G_v = 20 \log \left(\frac{V_e}{V_g} \right)$$

Örneki: Bir cihazın giriş gücü 1000W'da 10kΩ'dır, çıkış gücü ise çıkış empedansı 20Ω iken 500W'dır. Buna göre

- a) dB cinsinden güç kazancı
- b) dB " " gerilim " "
- c) a ve b'den uyusur veya uyusmaz.

$$\text{a) } G_{dB} = 10 \cdot \log (P_e / P_g) = 10 \cdot \log (500 / 10000) = -13,01 \text{ dB (kayıp var)}$$

$$\text{b) } G_v = 20 \cdot \log \left(\frac{V_e}{V_g} \right) = 20 \log \left(\sqrt{\frac{P_e \cdot R_e}{P_g \cdot R_g}} \right) = 20 \log \left(\sqrt{\frac{500 \cdot 20}{10000}} \right) = 20 \cdot \log \left(\frac{1}{10} \right) = -20 \text{ dB}$$

$$\text{c) } R_i = V_g^2 / P_g = 10^6 / 10^4 = 100 \Omega$$

Yükseltilmiş Frekans Cevabı:
Yüksek frekanslarda aktif elemanlar (transistörler) ve devreye bağlı kapasitörler etkiler. Sistemin yüksek frekans tepkisini sınırlandırır. Ayrıca kapasitör bağımlı bir sistemin katsayısındaki artış hem olumsuz hem de yüksek frekans tepkisini sınırlandırır.
RC kupaçlı, doğrudan-kupaçlı, transformator-kupaçlı yükseltilmişlerin genlik kazanç eğrileri (Bode eğrileri) "sayfa 7"

P_{ortalama}: $\frac{|V_o|^2}{R_o} = \frac{|A_{vorta} \cdot V_i|^2}{R_o}$

Yarım güç frekansında (Half-Power-Frequency (HPF):
 $P_{HPF} = \frac{|0,707 A_{vorta} \cdot V_i|^2}{R_o} = 0,5 \cdot \frac{|A_{vorta} \cdot V_i|^2}{R_o} = 95\%_{ortalama}$

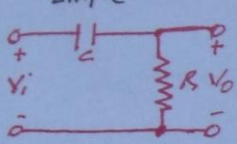
Bant Genişliği (BW) = f₂ - f₁

Normalize edilmiş kazanç => Kazancın frekansa göre dB olarak grafiği daha kullanışlıdır.

Bode eğrisi: **normalize edilmiş kazanç eğrisi:** $\left| \frac{A_v}{A_{vorta}} \right|_{dB} = 20 \cdot \log \left| \frac{A_v}{A_{vorta}} \right|$
("sayfa 9")

frekansın Temel bir RC devresi üzerindeki etkisi:

$X_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} \Rightarrow$ sıklıkla frekansta reaktans (X_c) $\Rightarrow 0$, sıklıkla $f \Rightarrow X_c \Rightarrow \infty$



$V_o = \frac{V_i \cdot R}{\sqrt{R^2 + X_c^2}}$

$X_c = R$ olduğunda ki frekans agar kayarak kapasitif reaktansı X_c 'yi istediğim değere agarlarım.

$X_c = R \Rightarrow V_o = \frac{V_i \cdot R}{R \cdot \sqrt{2}} \Rightarrow \frac{V_o}{V_i} = A_v = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,707$ olur.

Öyleyse $X_c = R = \frac{1}{2\pi \cdot f_c \cdot C}$ olur.

$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R}{R - jX_c} \Rightarrow \frac{1}{1 - j \frac{X_c}{R}} \Rightarrow \frac{1}{1 - j \frac{1}{2\pi \cdot f_c \cdot C \cdot R}}$

Burada $f_n = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C}$ alsana alçak kesim frekansı.

$\Rightarrow \frac{1}{1 - j f_n / f} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{1 + (f_n/f)^2}} \cdot \frac{1}{\tan^{-1}(f_n/f)}$
 Bu ile V_i analarındaki faz açısı

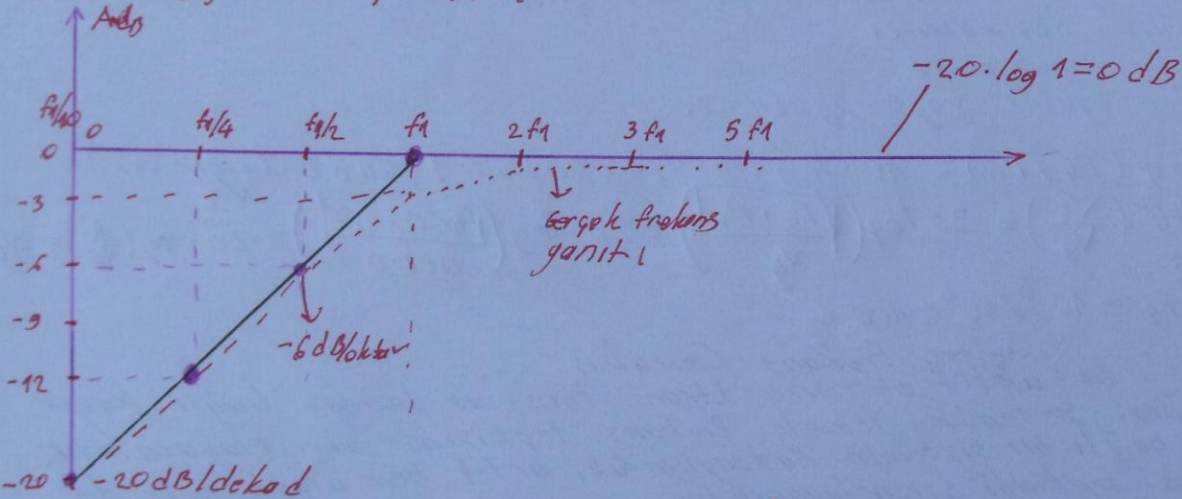
dB cinsinden kazanç yazarsak $\Leftrightarrow f_n = f \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,707 \Rightarrow -3dB$ olacaktır.

$A_{dB} = 20 \cdot \log \frac{1}{\sqrt{1 + (f_n/f)^2}} \Rightarrow 20 \cdot \log \left(1 + \left(\frac{f_n}{f}\right)^2 \right)^{-\frac{1}{2}} = -10 \log \left[1 + \left(\frac{f_n}{f}\right)^2 \right]$

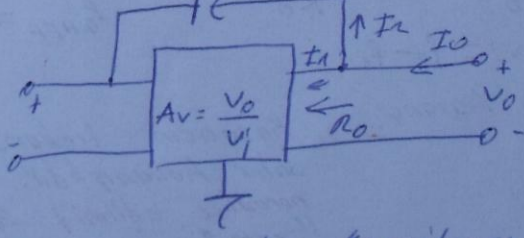
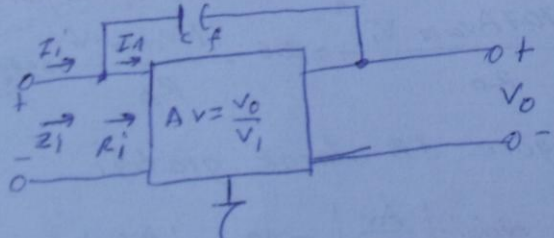
$\Rightarrow f \ll f_n$ ve $(f_n/f)^2 \gg 1 \Rightarrow -20 \log \left[\frac{f_n}{f} \right]$

$f = f_n \Rightarrow A_{dB} = 0$, $f = \frac{1}{2} \cdot f_n \Rightarrow A_{dB} = -6$, $f = \frac{1}{4} \cdot f_n \Rightarrow A_{dB} = -12$

$f = \frac{1}{10} \Rightarrow A_{dB} = -20$ Bu elde ettiğimiz değerlere göre kazanç frekans eğrisini çizelim.



Yükselticilerin Yüksek frekans Cevabı:
 Miller kapasitansı: P-n eklemünde bir kapasitans mevcuttur bu kapasitans Yüksek frekanslarda anahtarlamayla birlikte etkin olur. Bu olaya miller kapasitansı denir. Bu etki giriş ve çıkış denrelerini etkilemektedir.



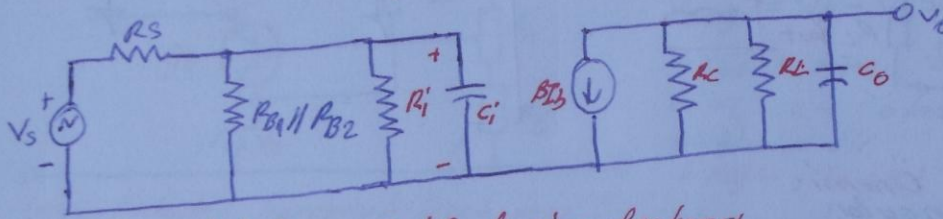
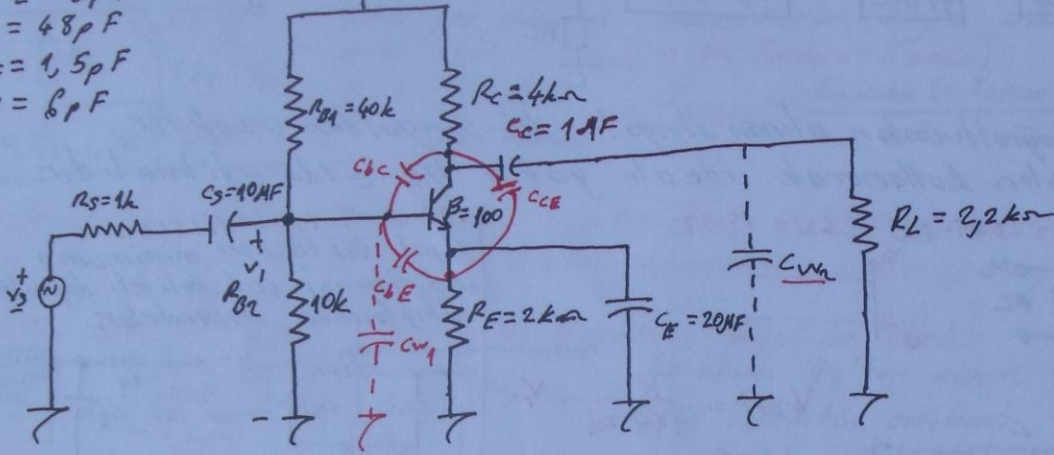
Miller giriş kapasitansı
 $C_{mi} = (1 + |A_v|) \cdot C_f$
 cbc

Miller çıkış kapasitansı
 $C_{mo} = \left(1 - \frac{1}{A_v} \right) \cdot C_f$

$A_v \gg 1 \Rightarrow C_{mo} \approx C_f = cbc$

$w_q = 4 \text{ pF}$
 $c_{wq} = 8 \text{ pF}$
 $c_{be} = 48 \text{ pF}$
 $c_{bc} = 1,5 \text{ pF}$
 $c_{ce} = 6 \text{ pF}$

$V_{cc} = 20 \text{ V}$ 3



$$C_i = C_{be} + C_{mi} + C_{w1}$$

$$C_o = C_{mo} + C_{ce} + C_{w2}$$

Giriş devresi için -3dB kesim frekansı

$$f_{Hi} = \frac{1}{2\pi \cdot C_i \cdot R_{TH1}}, \quad R_{TH1} = R_s \parallel R_{B1} \parallel R_{B2} \parallel R_i$$

$$C_i = C_{w1} + C_{be} + C_{mi} \Rightarrow C_i = C_{w1} + C_{be} + (1 + \beta A_v) \cdot C_{bc}$$

A_v soruğ sistemin toplam kazancının düşmesidir.

Çıkış Devresi için kesim frekansı:

$$f_{Ho} = \frac{1}{2\pi \cdot C_o \cdot R_{TH2}}, \quad R_{TH2} = R_C \parallel R_L, \quad C_o = C_{w2} + C_{ce} + C_{mo}$$

h_{fe} ga'da β 'nin frekansa bağımlılığı:

Yükselticinin yüksek kesim frekansının belirlenmesi için $h_{fe}(\beta)$ 'nin frekansa bağımlılığını ele almak gerekir.

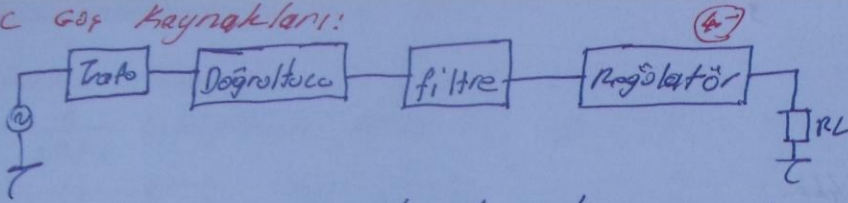
β 'nin frekansa bağlı değişimi:

$$f_{\beta} = f_{h\beta} = \frac{g_{be}}{2\pi \cdot (C_{be} + C_{bc})} = \frac{g_m}{\beta_{ort} \cdot 2\pi \cdot (C_{be} + C_{bc})}$$

$$g_{be} = \frac{1}{r_{be}} : B_2 \text{ ve emetör arası iletkenlik}$$

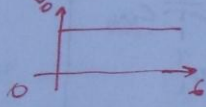
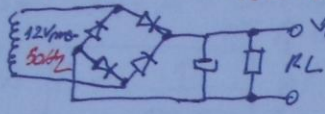
$$g_m = \frac{1}{h_{ib}}$$

DC Güç Kaynakları:

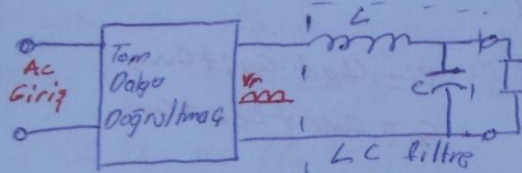


Filtre Devreleri: Doğrultucudan alınan sinyal DC sinyalden uzaktır. Şeşitli filtre devreleri kullanarak ideale yakın DC elde edilmelidir.

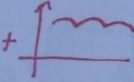
• RC filtre: $V_o = (141 \cdot 12) - 1,4V = 15,52$



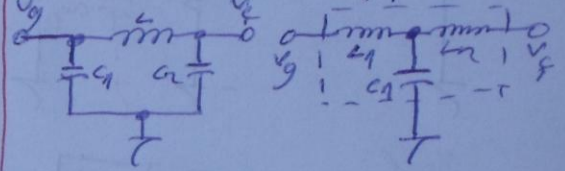
• LC Filtre:



$$V_{root} = \frac{X}{[X_L + X_C]} \cdot V_r$$



• π ve T tipi filtre: ripple faktörünün minimuma indirilmesi çok kaliteli doğrultmaç çıkışlarında kullanılırlar.



Gerilim Regülasyonu ve Önemi:

olmaması durumunda sakıncalar:

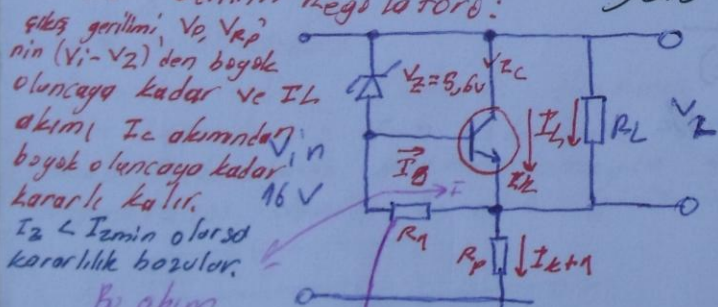
- Çekilen akım değişirse veya çıkış yükü değiştiğinde çıkış gerilimi sabit kalmaz.
 - Regülesiz kaynağın girişindeki AC gerilimin değişmesi çıkış DC gerilimini de değiştirir.
 - Isıdaki değişimler çıkış DC gerilimini de değiştirir.
- Bu sorunları gidermek, çıkıştaki dalgalanma oranını azaltmak amacıyla Gerilim regülasyonu yapılır.

$$GR = \% \frac{V_{yüksez} - V_{yükdüş}}{V_{TAMYÜKLÜ}} \cdot 100$$

Transistörle Gerilim Regülatörleri:

Transistörle gerilim Regülatörleri seri ve paralel gerilim regülatörleri olarak ikiye ayrılırlardır. Paralel regülatörlerde yükte paralel gerilim kontrolü yapılır. Seri regülatörlerde ise gerilim kontrolü yük ile seri olup akım yolu üzerinden yapılır.

Paralel Gerilim Regülatörü:



çıkış gerilimi, V_o , V_{z} nin ($V_i - V_z$) den büyük oluncaya kadar ve I_L akımı I_z akımından büyük oluncaya kadar kararlı kalır. $I_z < I_{zmin}$ olursa kararlılık bozulur.

Bu akım çok küçük iken et

Trin iletim gücü kısmını ayarlıyor

$$R_{1min} = \frac{V_{BE}}{I_z} = 30\Omega \quad I_z = 0,02A \text{ ise}$$

$$I_{2max} = I_z + I_B = I_z + \frac{I_L}{\beta} \quad \beta = 50 \text{ ise}$$

$$I_{2max} = 0,02A + \frac{1}{50} = 40mA$$

$$P_z = V_z \cdot I_z \rightarrow P_z = 5,6V \cdot 0,04A \rightarrow P_z = 224mW$$

Az kullanılır, Boşta bile güç harcar bu yüzden az kullanılır.

Seri gerilim regülatörünü daha çok kullanıyoruz.

$$V_o = V_z + V_L$$

$I_z < I_{zmax}$ 1A olursa

$$R_p = \frac{V_{in} - V_o}{I_z} = \frac{16 - 6,2}{1} = 10\Omega$$

Emetör kollektör kısa devre edilirse

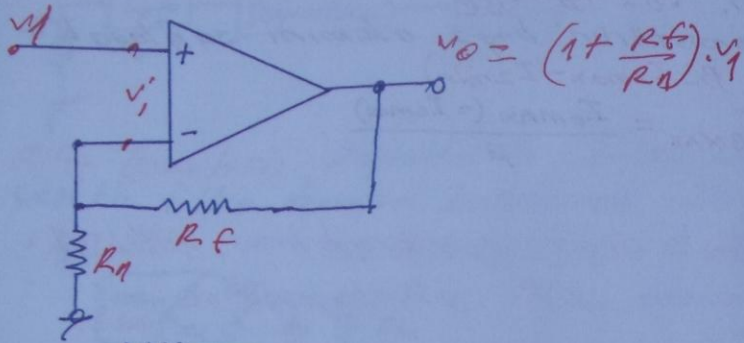
$$P_{RP} = \frac{V_{in}^2}{R_p} = 25W$$

Kısa devre akımı

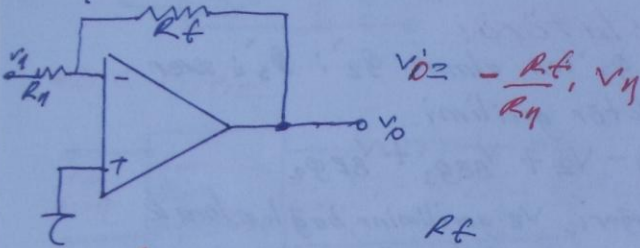
$$I_k = \frac{V_{in}}{R_p} = 1,6A$$

Opamp Analizi

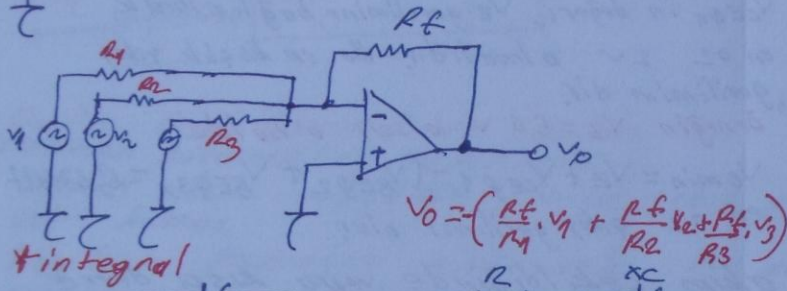
③



$$v_0 = \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right) \cdot v_1$$

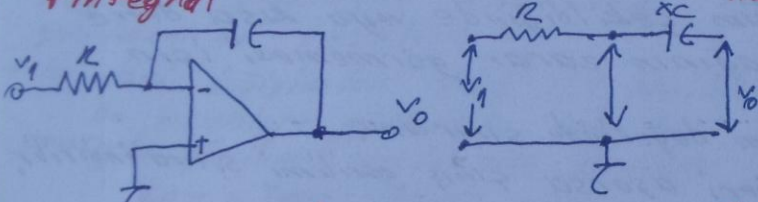


$$v_0 = -\frac{R_f}{R_1} \cdot v_1$$



$$v_0 = -\left(\frac{R_f}{R_1} \cdot v_1 + \frac{R_f}{R_2} \cdot v_2 + \frac{R_f}{R_3} \cdot v_3\right)$$

* integral



$$x_c = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{sC}, \quad 1 = \frac{v_1}{R} = -\frac{v_0}{x_c} = -\frac{v_0}{\frac{1}{sC}} = -sCv_0$$

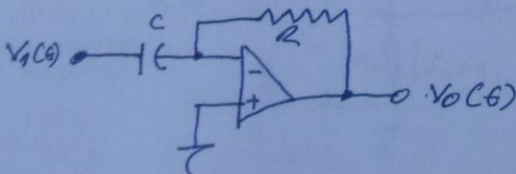
$$\frac{v_0}{v_1} = \frac{-1}{sRC} \Rightarrow v_0(t) = -\frac{1}{RC} \int v_1(t) \cdot dt$$

Birden Fazla Giriş Uyguladığında

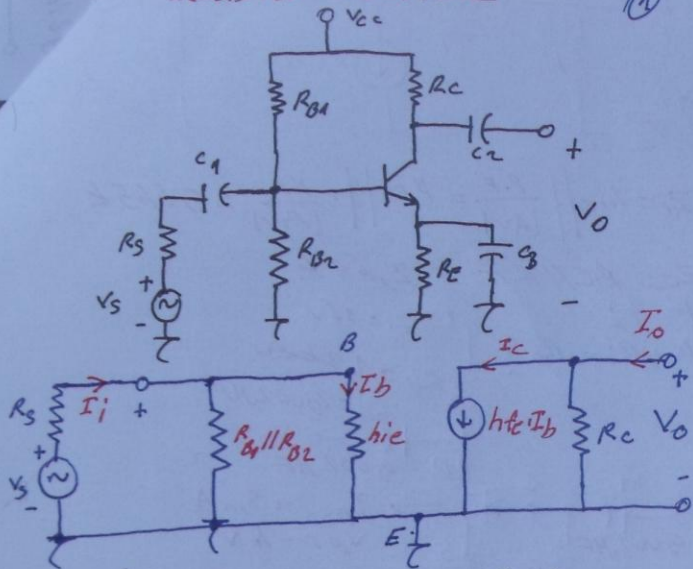
$$v_0(t) = -\left[\frac{1}{R_1 \cdot C} \int v_1(t) \cdot dt + \frac{1}{R_2 \cdot C} \int v_2(t) \cdot dt + \frac{1}{R_3 \cdot C} \int v_3(t) \cdot dt\right]$$

* Türev Alıcı Devre

$$v_0(t) = -RC \cdot \frac{dv_1(t)}{dt}$$



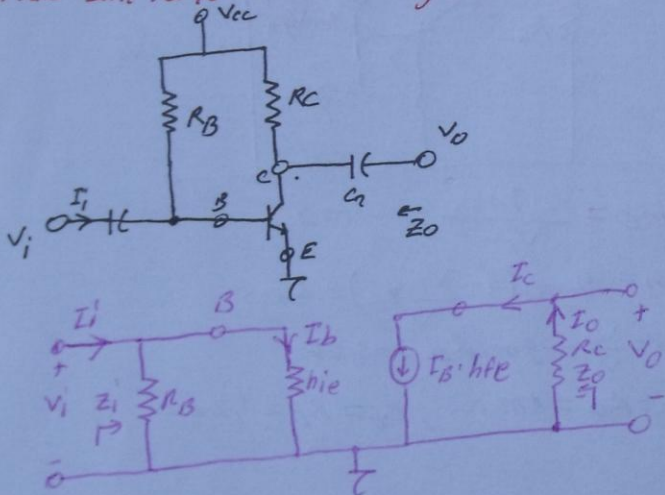
Transistor Modelleme



$\beta = h_{fe}$ $\beta \cdot r_e = h_{ie}$ $r_e = \frac{26mV}{I_E}$
 $I_E \approx I_C = \beta \cdot I_B$
 $V_C = I_C \cdot R_C = \frac{\beta \cdot I_B \cdot R_C}{\beta} = I_B \cdot R_C$

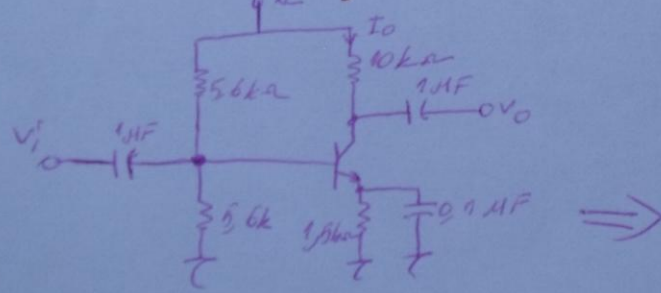
BJT Küçük Signal Analizi:

ortak Emeyörle Sabit-Öngerilimli:

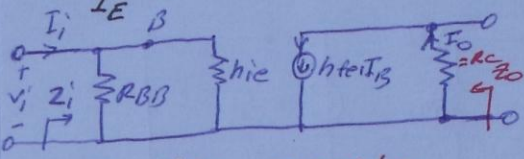


$Z_i = R_B // h_{ie}$, $Z_i \approx h_{ie}$ $R_B \gg 10 h_{ie}$ ise
 $Z_o = Z_C$, $A_v = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_C}{r_e}$, $I_b \approx I_i$ dir
 $A_i = \frac{I_o}{I_i}$
 $DC: I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$, $I_C = \beta \cdot I_B$

2) Gerilim Bölücü ile Öngerilimleme:

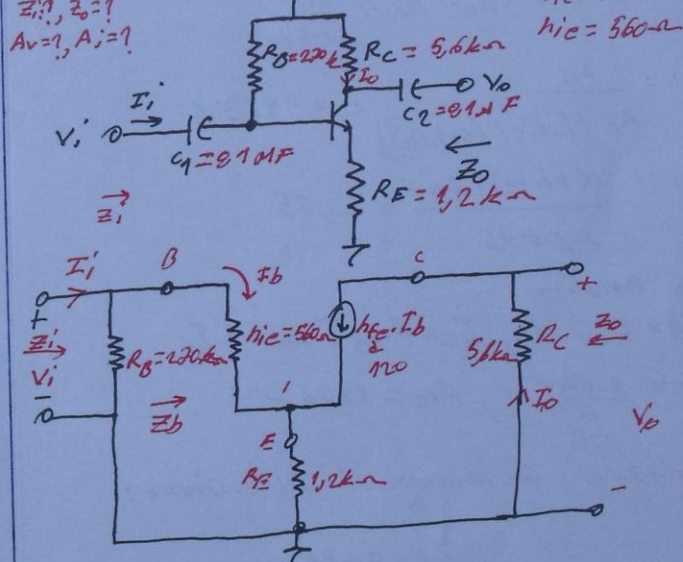


$V_{BB} = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} \cdot V_{CC} = 2V$
 $R_{BB} = R_{B1} // R_{B2} = 5,09k\Omega$
 $I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_{BB}(1+\beta) + R_E} = 9,18\mu A$
 $I_C = \beta \cdot I_B = 0,826mA = I_E$
 $r_e = \frac{26mV}{I_E} = 31,5\Omega$



$Z_i = R_{BB} // h_{ie} = 1,821k\Omega$
 $Z_o = R_C = 10k\Omega$
 $A_v = -\frac{R_C}{r_e} = -317,5$
 $A_i = \frac{R_{BB} \cdot \beta}{R_{BB} + \beta \cdot r_e} = 578$, $h_{fe} = \beta = 90$

CE Köprülenmemiş Emeyör Gerilimli Düzenleme:



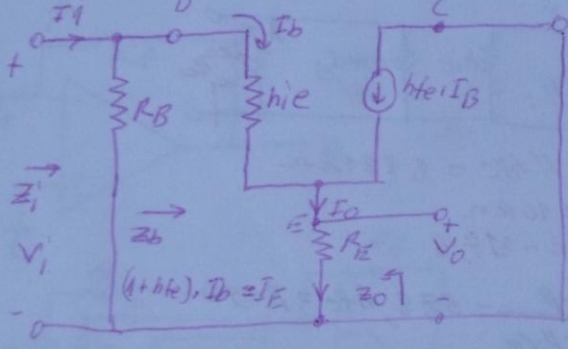
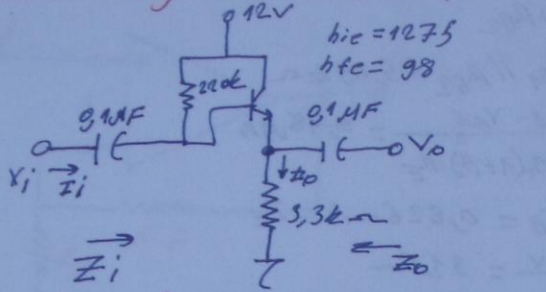
$Z_b = h_{ie} + (1+h_{fe}) \cdot R_E = 145,76k$
 $Z_i = R_B // Z_b = 94,66k$, $Z_o \approx 5,6k\Omega$
 $A_v = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{h_{fe} \cdot R_C}{Z_b} = -4,61$
 $A_i = -\frac{R_B \cdot h_{fe}}{R_B + Z_b}$

DC Analizi:

$I_B = 45,5\mu A$, $I_E = 5,78mA$, $r_e = 4,66\Omega$
 $\beta r_e = 559\Omega$

Emetör izleyici Düzenlemesi:

(2)



$Z_i = Z_b \parallel R_B, Z_b = hie + (1+hfe) \cdot R_E = 32798k$

$Z_i = 131,68, Z_o = R_E \parallel \frac{hie}{1+hfe}$

$A_v = \frac{R_E}{R_E + [hie / (1+hfe)]} = 9996 \approx 1$

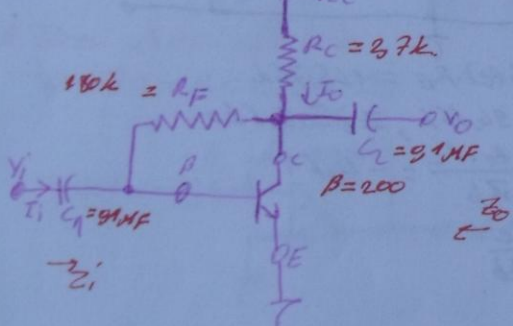
$A_i = \frac{(1+hfe) \cdot R_B}{R_E + Z_b} = 39,75$

DC Analiz.

$I_B = 29,7 \mu A, I_C = \beta \cdot I_B \approx 2mA \approx I_E$

$r_e = \frac{26mV}{I_E}, \beta r_e = 1274 \Omega$

Kollektör Geribeslemeli Düzenleme:



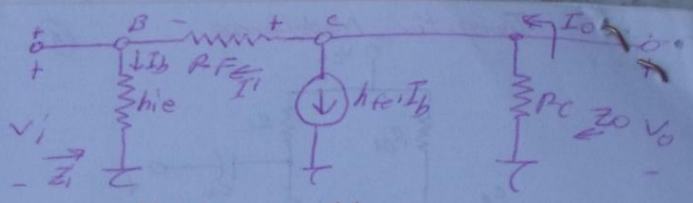
$I_B = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{R_F + (\beta + 1) \cdot R_C} = 10,5 \mu A$

$I_C = \beta \cdot I_B = 2,3 \mu A = I_E$

$r_e = \frac{26mV}{I_E} = 11,3 \Omega, \beta r_e = 2260 \Omega$

$A_v \approx \frac{hfe r_e}{hie} = - \frac{\beta \cdot R_C}{\beta r_e} = - \frac{R_C}{r_e} = -238,94$

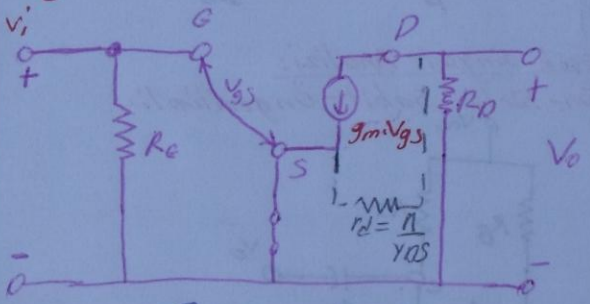
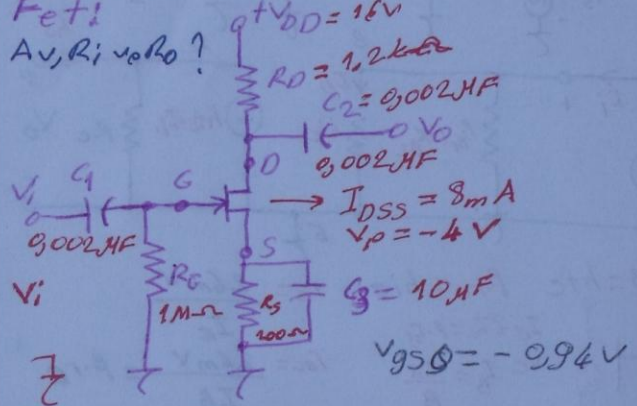
$A_i = \frac{hfe \cdot R_F}{R_F + hfe \cdot R_C} = \frac{\beta R_F}{R_F + \beta R_C} = 50$



$Z_i = hie \parallel \frac{R_F}{|A_v|} = \beta r_e \parallel \frac{R_F}{|A_v|} = 9,565k$

$Z_o = R_C \parallel R_F = 2,66k$

Fet1
Av, Ri ve Ro?



$g_{m0} = \frac{2 \cdot I_{DSS}}{V_p} = 4mS$

$g_m = g_{m0} (1 - \frac{V_{GS}}{V_p}) = 4mS$

$A_v = \frac{V_o}{V_i} = -g_m \cdot R_D = -3,67$

$R_i = R_G = 1M \Omega, R_o = R_D = 1,2k \Omega$