

S1 Şekildeki devrede kullanılan transistörler için $\beta_F=100$,

$V_{BE}=0.7V$ değerleri verilmektedir.

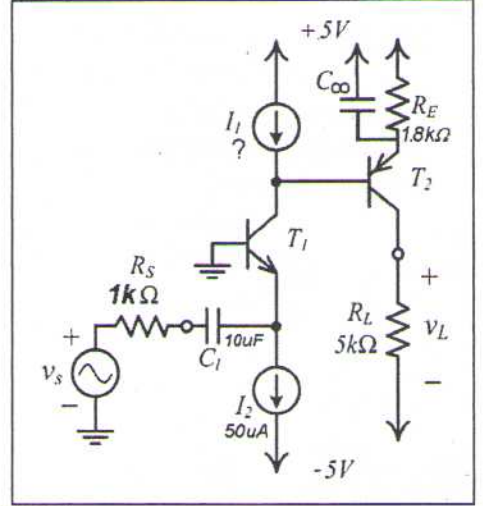
S1a DC durumda $V_{C2}=0$ olsun istenmektedir. I_1 akım kaynağının değerini bulunuz.(5Puan)

$$I_{C2} = I_{RL} = \frac{V_{RL}}{R_L} = \frac{0 - (-5)}{5k} = 1\mu A$$

$$I_{B2} \approx \frac{I_{C2}}{\beta_F} \approx 10\mu A$$

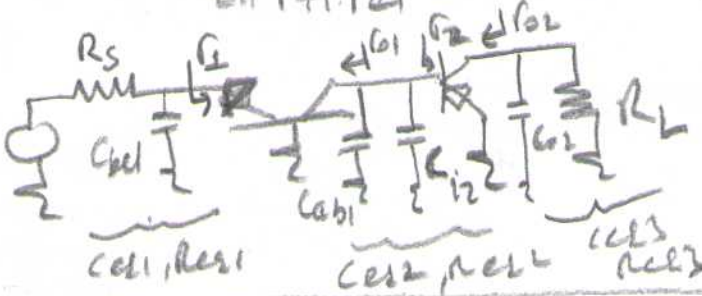
$$I_{B1} + I_{B2} = I_{C1} \approx I_{E1} = I_{C2} = 50\mu A$$

$$I_{B1} = 50\mu A - 10\mu A = 40\mu A$$



S1b Transistörler için $f_{T1}=10MHz$, $C_{be1}=30pF$ ve $f_{T2}=100MHz$, $C_{be2}=60pF$ değerleri verilmektedir. v_L/v_S kazancının üst kesim frekansını bulunuz.(10Puan)

$$C_{cb1} = \frac{1}{2\pi f_{T1} r_{e1}} \approx C_{be1} \approx 1.8pF \quad C_{cb2} = \frac{1}{2\pi f_{T2} r_{e2}} \approx C_{be2} \approx 3.7pF$$



$$C_{i2} = (1 - K_2) C_{cb2} + C_{be2}$$

$$C_{o2} = (1 - \frac{1}{K_2}) C_{cb2}$$

$$K_2 = -\beta_{m2} R_L = -\frac{1}{25} \times 5k = -200$$

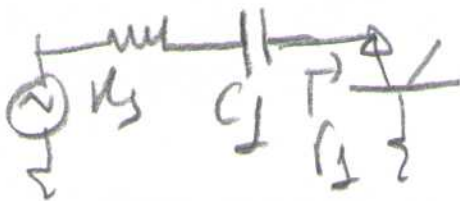
$$C_{i2} \approx 803.7pF \quad C_{o2} \approx 3.7pF$$

$$f_{K1} = \frac{1}{2\pi C_{e1} R_{e1}} = \frac{1}{2\pi C_{be1} (R_S || r_i)} \approx 16MHz$$

$$f_{K2} = \frac{1}{2\pi C_{e2} R_{e2}} = \frac{1}{2\pi (C_{cb1} + C_{i2}) (r_2 || r_{o1})} \approx 79kHz$$

$$f_{K3} = \frac{1}{2\pi C_{e3} R_{e3}} = \frac{1}{2\pi C_{o2} (R_L || r_{o2})} \approx 8.6MHz$$

S1c Devrenin alt kesim frekansını bulunuz.(5Puan)



$$f_{alt} = \frac{1}{2\pi C_1 (R_2 + R_S)} \approx 10.6Hz$$

S1d Giriş işaretinin 1kHz'lik darbe işareti olması durumunda çıkış işaretinde oluşacak darbe üstü eğilmesini ve yükselme süresini bulunuz.(5Puan)

$$\delta = \frac{T_D}{C_1 (R_1 + R_2)} \approx \% 3.3$$

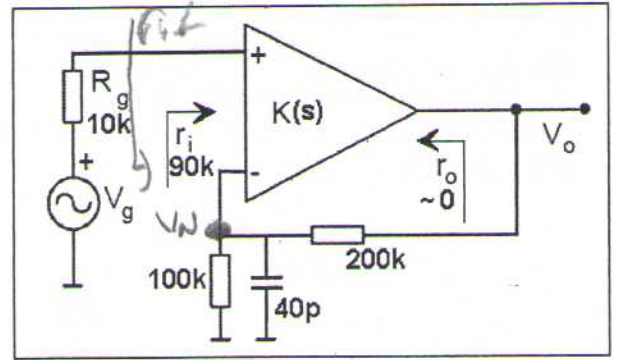
$$x.1 = \frac{0.35}{f_{ust}} = \frac{0.35}{79k} \approx 4.4\mu s$$

S2 Şekildeki devrede kullanılan kuvvetlendiricinin transfer fonksiyonu

$$K(s) = \frac{7 \times 10^{14} \pi^2}{(s + 2 \times 10^5 \pi)(s + 5 \times 10^6 \pi)}$$

olarak verilmektedir.

S2a Orta frekans (DC) durum için v_o/v_g gerilim kazancını bulunuz. (5Puan)



$\beta = \frac{v_f}{v_o} = \frac{200k}{200k + 100k} = \frac{2}{3}$

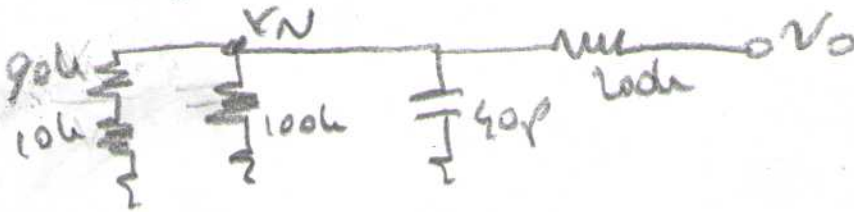
$K_{vf} = \frac{K_v}{1 - \beta K_v} \approx 3$

$r_{if} = (1 - \beta K_v) r_i \approx 1.4 \times 157k \approx 21M\Omega$

$\frac{v_o}{v_g} = \frac{r_{if}}{r_g + r_{if}} \times K_{vf} \approx 1 \times 3 = 3$

S2b Devrenin kararlılığını incelemek amacıyla βA çevrim kazancını bulunuz.

Not: Çevrim kazancını direkt devreden bulmanız daha kolay olacaktır. (10Puan)



$\frac{v_N}{v_o} = \frac{50k}{250k} \times \frac{1/40p \times (90k // 200k)}{s + \frac{1}{40p(90k // 100k)}}$

$\beta A = \frac{v_o}{v_g} \times \frac{v_N - v_p}{v_N} \times K(s) = v_o \rightarrow \beta A = \frac{1}{5} \times \frac{625k}{s + 625k} \times \frac{-9}{10} \times \frac{7 \times 10^{14} \pi^2}{(s + 2 \times 10^5 \pi)(s + 5 \times 10^6 \pi)}$

S2c Kuvvetlendiricinin DC kazancı ne olursa devre osilasyon yapar? Bu durumda osilasyon frekansı ne olur? Bulunuz. Not: Bu soruyu βA çevrim kazancı fonksiyonundan çözünüz. (10Puan)

$\beta A = - \frac{9 \times 700}{50} \times \frac{625 \times 10^3}{(s + 625 \times 10^3)} \times \frac{2 \pi \times 10^5}{(s + 2 \pi \times 10^5)} \times \frac{5 \pi \times 10^6}{(s + 5 \pi \times 10^6)}$

\downarrow
 $\approx -777 \times 10^{18}$

$s^3 + s^2 (5 \pi \times 10^6 + 2 \pi \times 10^5 + 625 \times 10^3) + s (\frac{2 \pi \times 10^5}{5 \pi \times 10^6} + \frac{625 \times 10^3}{5 \pi \times 10^6} + \frac{625 \times 10^3}{2 \pi \times 10^5}) + 625 \times 10^3 \times 2 \pi \times 10^5 \times 5 \pi \times 10^6$

$-j\omega^2$
 $- \omega^2 (5.5 \pi \times 10^6)$
 $+ j\omega (2 \times 10^{12} \pi^2)$
 $+ 6.17 \times 10^{18}$

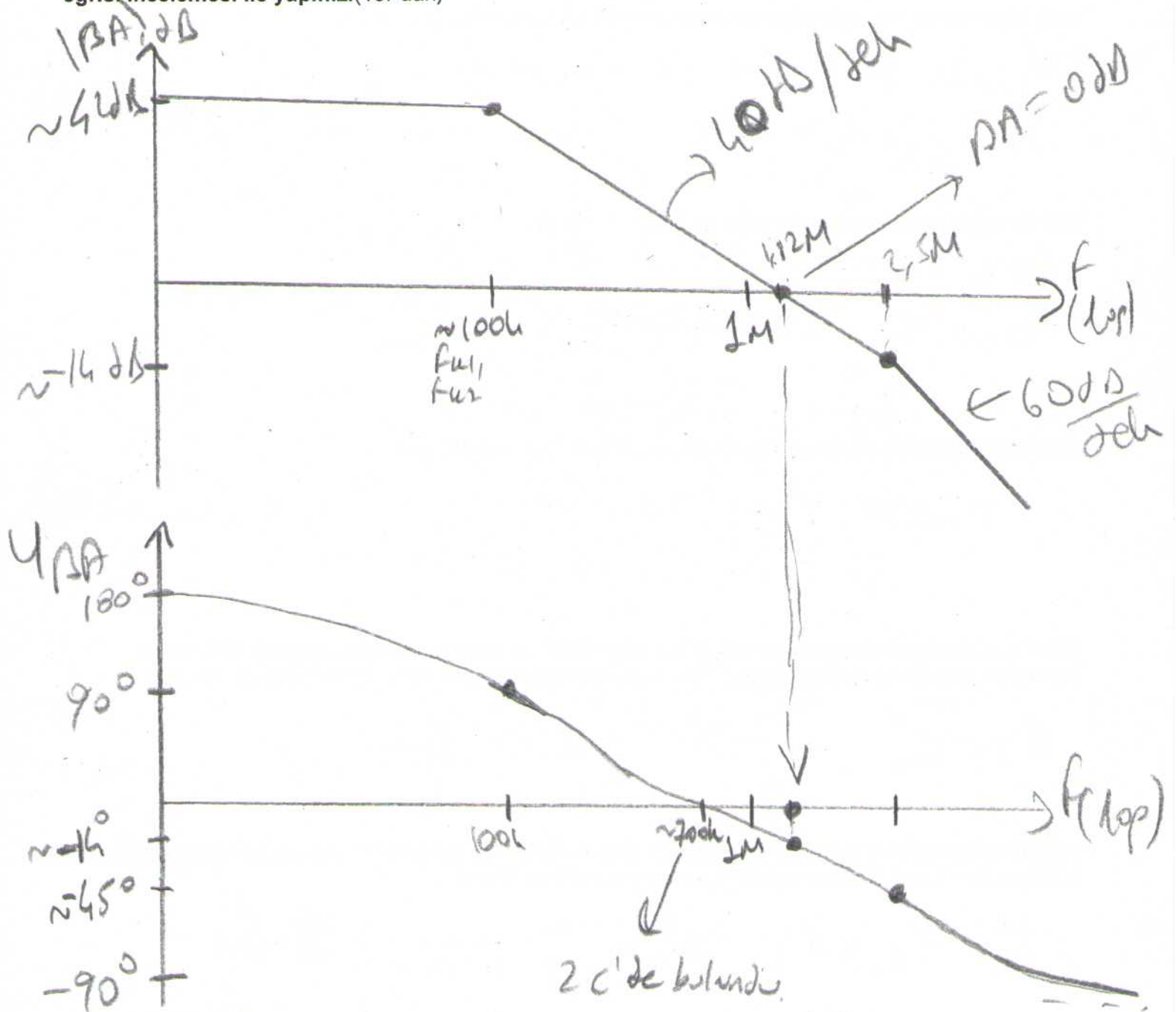
j maddesi birim 0 olmalı
 $-j\omega^2 + j\omega (2 \times 10^{12} \pi^2) = 0$
 $\omega_0 = 4.44M - f_0 = 700k$

S2c-Çözüm-Kısmı(devam)

$$|A|_{w=wb} = \frac{-777 \times 10^{18}}{-(4,44 \mu)^2 \times (5,4 \pi \times 10^6) + 6,17 \times 10^{18}} \approx \frac{777}{220} \approx 2,17$$

$$K_0 = 700 \rightarrow \frac{700}{2,17} \approx 295 \text{ olmalı}$$

S2d Devrenin kararlılığını (başlangıçtaki durum için) inceleyerek faz payını bulunuz. Not: Bu soruyu Bode eğrisi incelemesi ile yapınız. (15Puan)

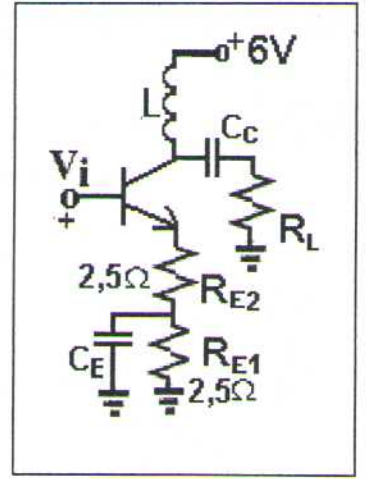


NA=0dB oldu. Faz -14° .

Faz payı $= -14^\circ$ Yani devre kararsız.

S3 Şekildeki devrede tranzistor için $V_{CEsat}=0.25V$ değeri verilmektedir.

S3a Tranzistorun dayanabileceği maksimum kollektör akımı $I_{Cmax}=200mA$ olduğuna göre devreden maksimum çıkış gücünü almamızı sağlayacak yük değerini (sinüzoidal işaret durumu için) bulunuz. (10Puan)



$$I_{CQ} = \frac{I_{Cmax}}{2} = 100mA$$

$$V_{CE} = 6V \quad V_{CEmin} = I_{CQ} \times R_{E1} + 2I_{CQ} \times R_{E2} + V_{CEsat}$$

$$\downarrow$$

$$= 1V$$

$$V_{RLmax} = V_{CE} - V_{CEmin} = 5V$$

$$I_{RLmax} = I_{CQ} \quad R_{Lopt} = \frac{V_{RLmax}}{I_{RLmax}} = 50\Omega$$

S3b Tranzistorun maksimum kollektör emetör gerilim değerini bulunuz. (5Puan)

$$V_{CEmax} = V_{CE} + V_{RLmax} - V_{CEmin}$$

$$V_{CEmin} = I_{CQ} \cdot R_{E1} = 0.25V \quad V_{CEmax} = 6V + 5V - 0.25 = 10.75V$$

S3c Devrenin maksimum verim değerini bulunuz. (5Puan)

$$P_{DC} = V_{CC} \times I_{CQ} = 6V \times 100mA = 0.6W$$

$$P_{RLmax} = \frac{V_{RLmax} \times I_{RLmax}}{2} = \frac{5 \times 0.1}{2} = 0.25W$$

$$\eta_{max} = \frac{0.25}{0.6} \approx \%42 \%$$

S3d Tranzistor üzerinde harcanacak maksimum gücü bulunuz. (5Puan)

$$P_{Tmax} = (V_{CE} - V_{CEmin}) \cdot I_{CQ}$$

$$\downarrow$$

$$= (6V - 0.25V) 0.1A = 0.55W \quad (\text{Soluştur})$$

S3e Tranzistor için maksimum jonksiyon sıcaklığı $170C^\circ$ ve maksimum ortam sıcaklığı $60C^\circ$ olarak verildiğine göre jonksiyondan havaya toplam ısı direnç hangi şartı sağlamalıdır bulunuz. (5Puan)

$$R_{Th} < \frac{170 - 60}{0.55} = 200 \text{ } ^\circ C/W$$

$$\downarrow$$

$$P_{Tmax}$$

S3f Devrenin 500MHz'lik frekansta çalışması istenmektedir. C_c kondansatörünün değeri nasıl seçilmelidir? Bulunuz. Not: L endüktansının değeri yeterince büyüktür. (5Puan)

$$\tau = C_c \times R_L \gg \frac{1}{\omega} = \frac{1}{2\pi \times 500M} = 1nSn$$

$$C_c \geq 10 \times \ln B_n \times \frac{1}{50\Omega} = 0.5nF$$