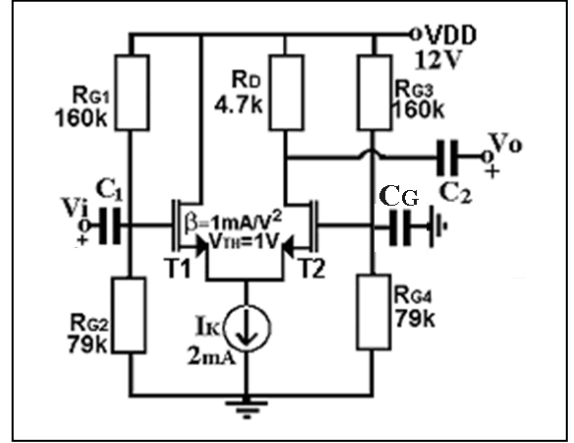
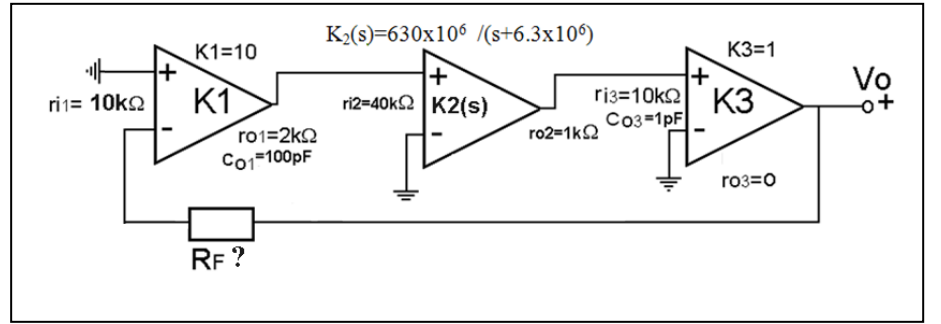


Soru-1 Şekildeki devrede kullanılan MOSFET tranzistorların parazitik kapasiteleri $C_{gs}=100\text{pF}$ ve $C_{dg}=5\text{pF}$ olarak verilmektedir. Her iki MOSFET eş olup $\beta=1\text{mA/V}^2$, $V_{TH}=1\text{V}$ ve $V_A=\infty$ değerleri verilmektedir. Devrenin V_o/V_i gerilim kazancının üst kesim frekansını bulunuz.
(C_1 , C_2 ve C_G kondansatörleri çok büyük değerlidir.)

(20Puan)

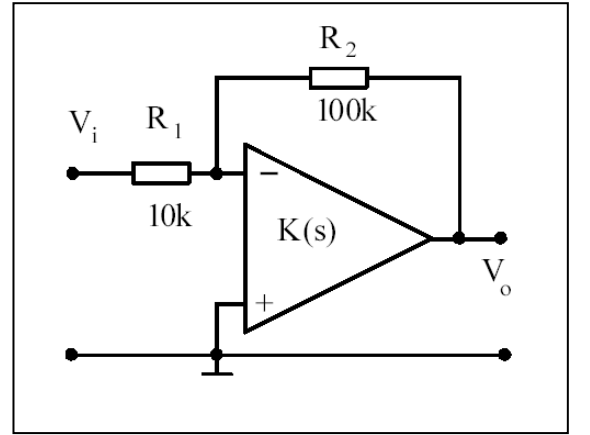


Soru-2 Şekildeki devrenin osilasyon yapacağı frekansı ve osilasyonu sağlayan R_F direncinin değerini bulunuz.
(20Puan)

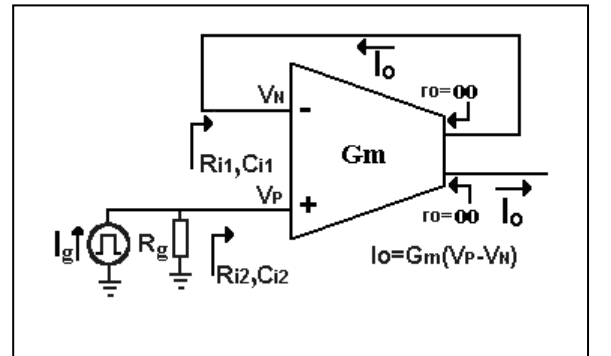


Soru-3 Şekildeki devrede kullanılan kuvvetlendirici için;
 $r_{Ki}=100\text{k}\Omega$, $C_{Ki}=100\text{pF}$, $r_{Ko}\approx 0$, $C_{Ko}\approx 0$,
 $K(s)=\pi^2 10^{15}/(s+\pi 10^5)(s+\pi 10^7)$
değerleri verilmektedir.

- a) s domeninde V_o/V_i kazanç fonksiyonu $K_f(s)$ 'i bulunuz.
(Bulduğunuz fonksiyonu kutuplar ve sıfırlar halinde düzenlemenize gerek yoktur.)
(20Puan)
- b) Devrenin kararlılığını inceleyerek kazanç payını bulunuz.
(Devrenin ideal gerilim kaynağı ile sürüldüğünü düşününüz.)
(20Puan)



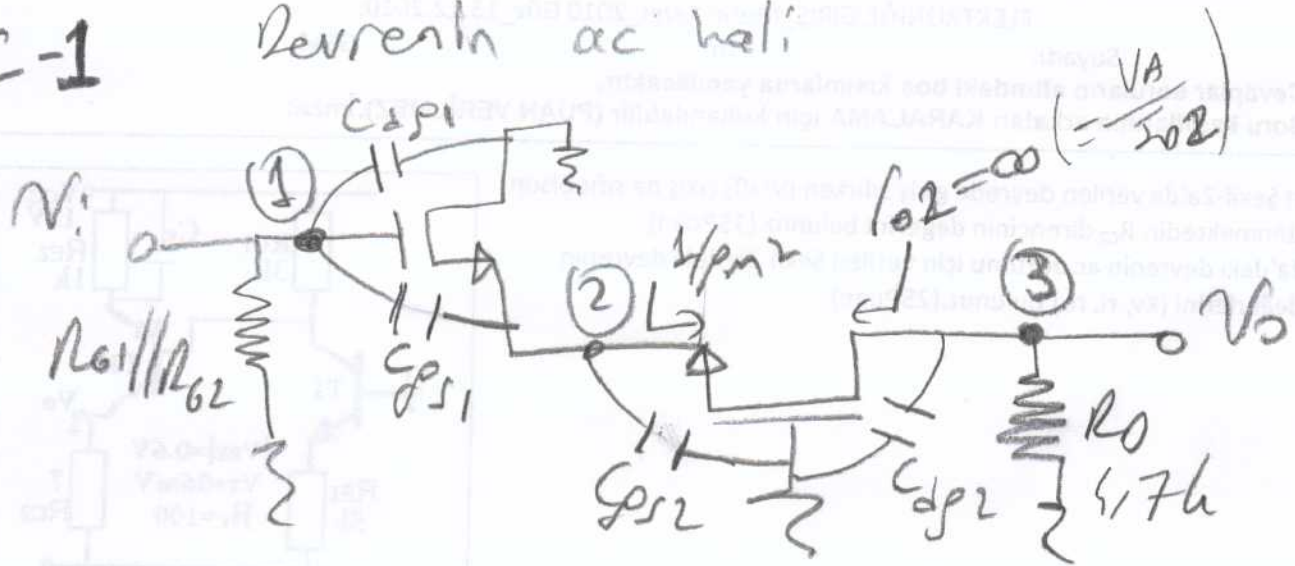
Soru-4 Yandaki Şekil'de verilen devredeki OTA'nın (G_m) çıkış akımı giriş gerilimlerine $I_o=G_m(V_P-V_N)$ ifadesi ile bağlıdır. OTA'nın geçiş iletkenliği $G_m=100\text{mS}$ olarak verilmektedir. OTA giriş empedansları kapasitif olup $C_{i1}=C_{i2}=1\text{nF}$ ve $R_{i1}=R_{i2}=100\text{k}$ değerlerine sahiptir (R_i ve C_i paralel alınacaktır). Şekil'de verilen devrede OTA'nın pozitif girişine gelen I_g darbe kaynağının iç direnci $R_g=10\text{k}$ olup $1\mu\text{s}$ 'lik darbe işaretlerini $10\mu\text{Sn}$ 'lik periyotlarla üretmektedir. Çıkış akımının (I_o) yükselme süresini ve darbe üstü eğilmesini bulunuz.
(20Puan)



C-1

Devrenin ac hali:

①



→ ① nolu düğüm $\frac{V_O}{V_i}$ kazançına etki etmez. Potansiyel ile incelemeğe gerek yoktur. (Ya da V_i ideal gerilim kaynağı olarak alınırsa iç direnci sıfır olur. Potansiyel ① nolu düğümdeki kutup sonsuza gider.)

→ ② nolu düğüm

Toplam kapasite; $C_2 = C_{sp1} \left(1 - \frac{1}{K_1}\right) + C_{s2}$

$$\left(\frac{\mu_{n1} R_{G1}}{1 + \mu_{n1} R_{G1}}\right) K_1 = \frac{V_{s1}}{V_{p1}} = \frac{\mu_{n1} \cdot \frac{1}{g_{m2}}}{1 + \mu_{n1} \cdot \frac{1}{g_{m2}}} = \frac{1}{2}$$

$$(C_{sp1} = C_{s2}) \quad C_2 = -C_{sp1} + C_{s2} = 0$$

→ ③ nolu düğüm

$$C_2 = C_{sp2}$$

$$f_{LC} = \frac{1}{2\pi C_{sp2} (R_{O1} \parallel R_O)} = \frac{1}{2\pi \cdot 5p \cdot 4.7k} \approx 6.8 \text{ MHz}$$

$\frac{V_O}{V_i}$ 2mV üst keskin frekansı 6,8 MHz'dır.

C-2 - $\beta = \frac{r_{i1}}{R_F + r_{i1}}$ (2)

$$A = -K_1 \cdot \frac{z_1}{r_{o1} + z_1} \cdot K_2 \cdot \frac{z_{i3}}{r_{o2} + z_{i3}} \cdot K_3$$

$$z_1 = \frac{r_{i2}}{sC_{01}r_{i2} + 1} \rightarrow \frac{z_1}{r_{o1} + z_1} = \frac{1}{1,05} \cdot \frac{5,25 \cdot 10^6}{s + 5,25 \cdot 10^6}$$

$$z_{i3} = \frac{r_{i3}}{sC_{i3}r_{i3} + 1} \rightarrow \frac{z_{i3}}{r_{o2} + z_{i3}} = \frac{1}{1,1} \cdot \frac{1,1 \cdot 10^9}{s + 1,1 \cdot 10^9}$$

$$A = -1866 \cdot \frac{5,25 \cdot 10^6}{s + 5,25 \cdot 10^6} \cdot \frac{6,3 \cdot 10^6}{s + 6,3 \cdot 10^6} \cdot \frac{1,1 \cdot 10^9}{s + 1,1 \cdot 10^9}$$

$$A|_{s=j\omega} \Rightarrow P_{ayda} = (j\omega + 5,25 \cdot 10^6)(j\omega + 6,3 \cdot 10^6) \cdot (s + 1,1 \cdot 10^9)$$

$$\begin{aligned} &\downarrow \\ &\approx 36 \cdot 10^{21} - \omega^2(5,25 \cdot 10^6 + 6,3 \cdot 10^6 + 1,1 \cdot 10^9) - \\ &\quad - j\omega(\omega^2 - 33 \cdot 10^{12} - 12,7 \cdot 10^{15}) \end{aligned}$$

Bu terim '0' olur.
B.A'nın fazı sıfır olur.

$$\omega^2 - 33 \cdot 10^{12} - 12,7 \cdot 10^{15} = 0 \rightarrow \omega \approx 113 \text{ MHz}$$

(Çevrim frekansı sıfır)

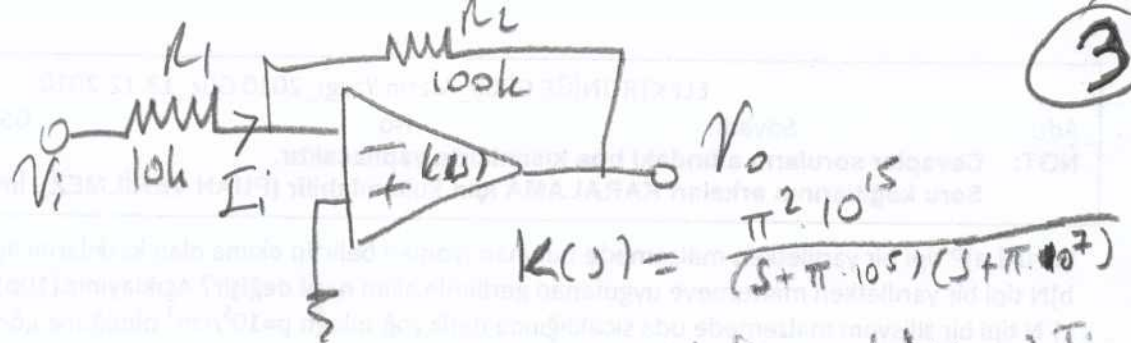
$$\beta A(j\omega)|_{\omega=113 \text{ MHz}} = \frac{r_{i1}}{R_F + r_{i1}} \cdot \frac{-21,5 \cdot 10^{24}}{36 \cdot 10^{21} - 1,4 \cdot 10^{25}} = 1$$

$$\frac{r_{i1}}{R_F + r_{i1}} \xrightarrow{r_{i1} \rightarrow 10k} \frac{14}{31,5} \rightarrow R_F \approx 12,2k \text{ için } 113 \text{ MHz'de}$$

devre çalışıyor 7900.

C-3

a)



(3)

Paralel gerilim GB: $G_{R2} \rightarrow \text{gerilim} \rightarrow I_i$
 $G_{C1} \rightarrow \text{gerilim} \rightarrow V_o$



$$I_F = \frac{V_o}{R_2} \rightarrow \beta = \frac{1}{R_2}$$

Yüklenen etliili gerilim

$$(V_o = -I_i \cdot Z_i \cdot K(s))$$

$$Z_M = \frac{V_o}{I_i} = -K(s) Z_i(s)$$

$$Z_i(s) = \frac{50k \rightarrow (R_{21} || R_{22})}{s \cdot 10^{-5} \cdot 5 \cdot 10^4 + 1} = \frac{10^{10}}{s + 200k}$$

$C_{11} 100pF$

G.R.

$$Z_{MF} = \frac{Z_M}{1 - \beta Z_M} = \frac{-K(s) Z_i(s)}{1 + \beta K(s) Z_i(s)}$$

$$I_i = \frac{V_i}{R_1 + Z_{if}}$$

$$Z_{if} = \frac{Z_i}{1 - \beta Z_M}$$

$$\frac{V_o}{I_i} = \frac{V_o}{\frac{V_i}{R_1 + Z_{if}}} \rightarrow \frac{V_o}{V_i} = \frac{1}{R_1 + Z_{if}} \cdot \frac{Z_M}{1 - \beta Z_M}$$

$$= \frac{1}{R_1 + \frac{Z_i(s)}{1 + \beta K(s) Z_i(s)}} \cdot \frac{-K(s) Z_i(s)}{1 + \beta K(s) Z_i(s)}$$

↓

(4)

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{-K(s) \cdot Z_1(s)}{R_1 [1 + \beta K(s) Z_1(s)] + Z_1(s)}$$

$$\downarrow = \frac{\frac{-\pi^2 \cdot 10^{15}}{(s + \pi \cdot 10^5)(s + \pi \cdot 10^7)} \cdot \frac{10^{10}}{s + 200k}}{10k + \frac{10k}{100k} \cdot \frac{+\pi^2 \cdot 10^{15}}{(s + \pi \cdot 10^5)(s + \pi \cdot 10^7)} \cdot \frac{10^{10}}{s + 200k} + \frac{10^{10}}{s + 200k}}$$

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{-\pi^2 \cdot 10^{21}}{(s + \pi \cdot 10^5)(s + \pi \cdot 10^7)(s + 200k) + \pi^2 \cdot 10^{20} + 10^6(s + \pi \cdot 10^5)(s + \pi \cdot 10^7)}$$

b) Kararlılık için;

$$R_1 \parallel R_i \approx 9k$$

$$Z_1 = \frac{9k}{s \cdot 10^{10} \cdot 9k + 1} \approx \frac{10^{10}}{s + 1,1 \cdot 10^6}$$

$$\beta(s) = \frac{Z_1}{R_2 + Z_1} = \frac{10^{10}}{(s + 1,1 \cdot 10^6) \cdot 100k + 10^{10}} \approx \frac{10^5}{s + 1,2 \cdot 10^6}$$

$$A(s) = K(s) \quad (r_o = \infty, A_v = \infty)$$



$$B(s)A(s) = \frac{10^5}{s+1,2 \cdot 10^6} \cdot \frac{-\pi^2 \cdot 10^{15}}{(s+\pi \cdot 10^5)(s+\pi \cdot 10^7)} \quad [5]$$

$$\downarrow$$

$$= \frac{-\pi^2 \cdot 10^{20}}{(s+1,2 \cdot 10^6)(s+\pi \cdot 10^5)(s+\pi \cdot 10^7)}$$

$$\text{Payda} = s^3 + s^2 \cdot 33 \cdot 10^6 + s \cdot 479 \cdot 10^{11} + 1,2 \cdot 10^9$$

$$s \rightarrow j\omega = -j\omega^3 - \omega^2 \cdot 33 \cdot 10^6 + j\omega \cdot 479 \cdot 10^{11} + 1,2 \cdot 10^9$$

paydanın imajinal kökleri sıfırda çarpan katıdır
sıfırdır;

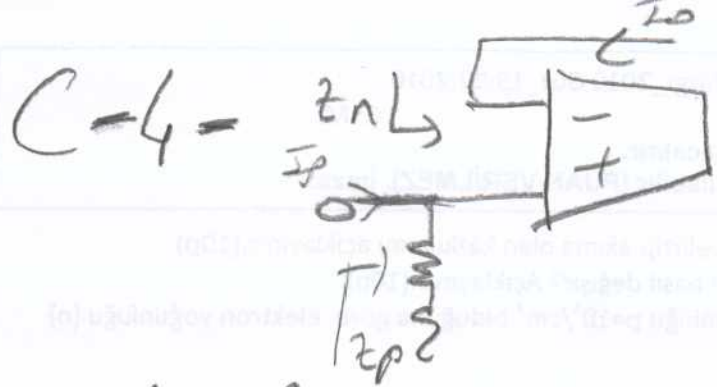
$$-\omega^3 + \omega \cdot 479 \cdot 10^{11} = 0 \rightarrow \omega \approx 6,9 \cdot 10^6$$

$\omega = 6,9 \cdot 10^6$ frekansı için

$$B \cdot A = \frac{-\pi^2 \cdot 10^{20}}{-479 \cdot 10^{11} \cdot 33 \cdot 10^6 + 1,2 \cdot 10^9} \approx \frac{-9,9 \cdot 10^{20}}{-1,57 \cdot 10^{21}} = 0,63$$

$$|B \cdot A|_{\omega = 6,9 \cdot 10^6} = 0,63 < 1 \quad \text{Sistem kararlı}$$

$$|Kazancı payı| = -4 \text{ dB} = 20 \cdot \log 0,63$$



$$R_{i1} = R_{i2} = R_i$$

$$C_{i1} = C_{i2} = C_i$$

$$z_N = \frac{R_i}{sC_i R_i + 1}$$

$$\downarrow$$

$$\frac{10^9}{s + 10^4}$$

$$z_P = \frac{R_f \parallel R_i}{sC_i (R_f \parallel R_i) + 1} = \frac{10^9}{s + 10^4}$$

$$I_o = (I_p \cdot z_P - I_o \cdot z_N) \cdot G_m$$

$$\frac{I_o}{I_p} = \frac{G_m \cdot z_P}{1 + G_m \cdot z_N} \approx \frac{10^8 (s + 10^4)}{(s + 10^4)(s + 10^8)}$$

Alçak frekanslarda;

$$\frac{s + 10^4}{s + 1.1 \cdot 10^5} \rightarrow s - s_0 \quad s_0 = -\frac{1}{R_i C_i}$$

$$\frac{s + 10^4}{s + 1.1 \cdot 10^5} \rightarrow s - s_k \quad s_k = -\frac{1}{C_i (R_i \parallel R_f)}$$

Emetör körülmesi kondansatör ekleştirme
oluşan durum aynıdır

$$s_{0E} = -\frac{1}{C_E R_{E2}} \quad \left. \begin{array}{l} s_{0E} = -\frac{1}{C_E R_{E2}} \\ s_{kE} = -\frac{1}{C_E (R_{E2} \parallel (r + R_{E1}))} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Darbe üstü} \\ \text{eğilmesi} \end{array}$$

$$s_{kE} = -\frac{1}{C_E (R_{E2} \parallel (r + R_{E1}))} \quad \left. \begin{array}{l} s_{0E} = -\frac{1}{C_E R_{E2}} \\ s_{kE} = -\frac{1}{C_E (R_{E2} \parallel (r + R_{E1}))} \end{array} \right\} \delta = \frac{T_0}{C_E (r + R_{E1})}$$

Her iki durum aynıdır.

$$\left. \begin{array}{l} R_{E2} \rightarrow R_i \\ C_E \rightarrow C_i \\ r + R_{E1} \rightarrow R_f \end{array} \right\} \Rightarrow$$

OTA'lı devreler için
Darbe üstü eğilmesi

$$\delta = \frac{T_0}{C_i R_f} = \frac{1 \mu s}{10^9 \cdot 10^4} = 0.11$$

$$\downarrow$$

$$= \%10$$

Yüksek frekanslarda; $\frac{+10^8}{(1 + 10^8)} \frac{-J_u}{-J - J_u}$

$$f_{üst} = \frac{10^8}{2\pi} \approx 16 \text{ MHz}$$

Yüksek frekans
sırası $t_r = \frac{0,15}{f_{üst}} \approx 22 \text{ ns}$

