

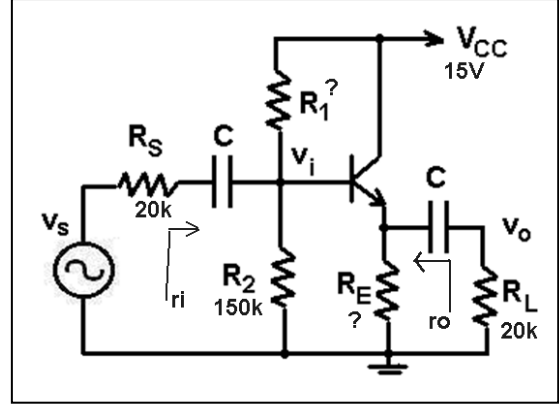
**Soru-1** Aşağıdaki kavramları tanımlayınız veya kısaca açıklayınız:

- a) Kaskod kuvvetlendirici (4Puan)
- b) Toplamsallık ilkesi (4Puan)
- c) DC-bağlamalı kuvvetlendirici (4Puan)
- d) Açık-çevrim kazancı (4Puan)
- e) Güç kuvvetlendiricilerinde verim ile tranzistorda harcanan güç arasındaki ilişkiyi açıklayınız. (4Puan)

\*\*\*\*\*

**Soru-2** Şekildeki tranzistor için  $V_{BE}=0.6\text{ V}$ ,  $V_{CEsat}=0.5\text{ V}$ ,  $\beta_F=260$  değerleri verilmektedir ( $V_T=26\text{ mV}$ ).

- a)  $I_C=2\text{ mA}$  olacak şekilde simetrik kırılma koşulunu sağlayan  $R_1$  ve  $R_E$  dirençlerini bulunuz. (10Puan)
- b) Devrenin ac gerilim kazancını ( $v_o/v_s$ ) bulunuz. (10Puan)
- c) Giriş ( $r_i$ ) ve çıkış ( $r_o$ ) dirençlerinin değerlerini bulunuz. (10Puan)



\*\*\*\*\*

**Soru-3** Şekildeki devre ile

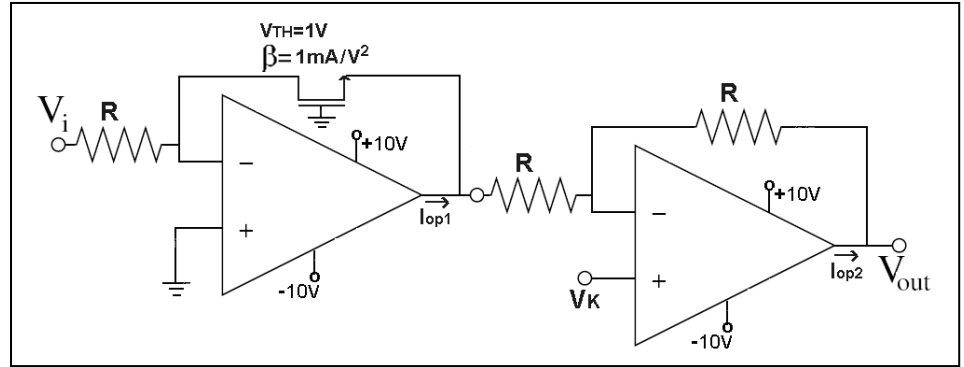
$$V_{out} = \sqrt{V_i}$$

fonksiyonu gerçekleştirilecektir. Devrede kullanılacak bütün dirençler eşit değerli olacaktır. Devredeki MOSFET için  $V_{TH}=1\text{V}$  ve  $\beta=1\text{mA/V}^2$  değerleri Verilmektedir.

- a)  $R$  ve  $V_K$  değerlerini bulunuz. (15Puan)

- b) Devrenin giriş gerilimi için  $0 \leq V_i \leq 16\text{V}$

aralığında çalışması istenmektedir. OPAMPların çıkış akımları ( $I_{op1}$  ve  $I_{op2}$ )  $-25\text{mA}$  ile  $25\text{mA}$  arasında değerler alabilmektedir. Buna göre  $V_{out}$  çıkışına bağlanabilecek minimum yük değeri ne olabilir bulunuz. (10Puan)

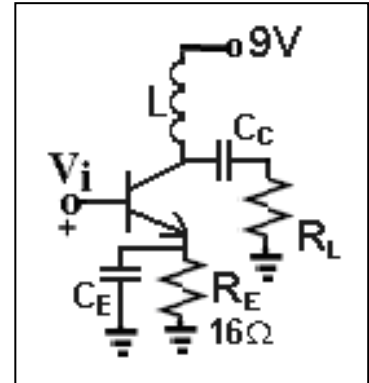


\*\*\*\*\*

**Soru-4** Şekildeki devre A sınıfı güç kuvvetlendiricisi olarak kullanılacaktır. Devredeki kondansatörler ac olarak kısa devre, endüktans ise ac olarak açık devre davranış göstermektedir. Tranzistor için  $V_{CEsat}=0.2\text{V}$ ,  $\beta=200$  değerleri verilmektedir.

- a) Devrede yük üzerinde (sinüzoidal durumda) maksimum  $200\text{mW}$ 'lık güç elde edilmek istenmektedir. Tranzistorun  $I_{CQ}$  kutuplama akımı değerini ve  $R_L$  yük direnci değerini verimi maksimum yapacak şekilde bulunuz. Bulduğunuz değerler için devrenin verimini bulunuz. (15Puan)

- b) Devrede kullanılacak tranzistorun (sorunsuz çalışması gereken)  $V_{CEmax}$ ,  $I_{Cmax}$  ve  $P_{tot}$  değerlerini bulunuz. (10Puan)



1-

- a) Aynı kutuplama akımına sahip iki tranzistoru DC durumda tek kat olarak, ac durumda ise (biri ortak emetörlü-ortak kaynaklı, diğeri ortak bazlı-ortak geçitli) iki kat olarak kullanan devreye kaskod devre denir.
- b) Lineer bir devrenin bağımsız kaynaklara olan cevabı bağımsız kaynakların her birine olan cevabının toplamıdır.
- c) Bir kuvvetlendiriciyi oluşturan katların birbirine direkt olarak bağlanmasıdır. Katlar birbirlerine hem ac hem DC olarak bağlıdır.
- d) Bir devrenin çıkış ile giriş arasında geribeslemese olmadığı durumda verdiği kazanç açık çevrim kazancı denir.
- e) Genel durumda verim azaldıkça kaynaktan çekilen gücün daha büyük bir kısmı tranzistorda harcanır.

2.  $V_{CC}=15\text{ V}$ ,  $R_2=150\text{ k}\Omega$ ,  $R_S=20\text{ k}\Omega$ ,  $R_L=20\text{ k}\Omega$ ,  $V_{BE}=0.6\text{ V}$ ,  $V_{CEsat}=0.5\text{ V}$ ,  $V_T=26\text{ mV}$ ,  $\beta_F=260$  is given for the amplifier shown in Figure 2.

$$2.a) \quad I_C = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{R_{DC} + R_{AC}} \quad R_{DC} = R_E \quad R_{AC} = R_E // R_L$$

$$2 \cdot 10^{-3} = \frac{15 - 0.5}{R_E + \frac{R_E \cdot R_L}{R_E + R_L}} \quad R_E + \frac{20 \cdot 10^3 \cdot R_E}{20 \cdot 10^3 + R_E} = 7250$$

$$R_E^2 + 40 \cdot 10^3 \cdot R_E = 7250 (20 \cdot 10^3 + R_E) \\ = 145 \cdot 10^6 + 7250 \cdot R_E$$

$$R_E^2 + 32750 \cdot R_E - 145 \cdot 10^6 = 0 \Rightarrow R_E = 3951 \Omega$$

$$I_C = \beta_F \cdot \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_{BB} + (\beta_F + 1) R_E}$$

$$V_{BB} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} \quad R_{BB} = R_1 // R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_C = \beta_F \cdot \frac{\frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} - V_{BE}}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + (\beta_F + 1) R_E}$$

$$2 \cdot 10^{-3} = 260 \cdot \frac{\frac{150 \cdot 10^3}{R_1 + 150 \cdot 10^3} 15 - 0.6}{\frac{R_1 \cdot 150 \cdot 10^3}{R_1 + 150 \cdot 10^3} + 261 \cdot 3951} \Rightarrow R_1 = 100,2 \text{ k}\Omega$$

$$2.b) \frac{v_o}{v_s} = \frac{v_i}{v_s} \cdot \frac{v_o}{v_i} = \frac{R_i}{R_i + R_s} \cdot \frac{R_E // R_L}{r_e + R_E // R_L}$$

$$r_e \approx \frac{V_T}{I_c} = \frac{26}{2} = 13 \Omega$$

$$R_i = [\beta_F (r_e + R_E // R_L)] // (R_1 // R_2)$$

$$= [260 (13 + 3951 // 20 \cdot 10^3)] // (100,2 k\Omega // 150 \cdot 10^3)$$

$$= 861,2 k\Omega // 60072$$

$$= 56155 \Omega$$

$$\frac{v_o}{v_s} = \frac{56155}{56155 + 20 \cdot 10^3} \cdot \frac{3951 // 20 \cdot 10^3}{13 + 3951 // 20 \cdot 10^3}$$

$$= 0,737 \cdot 0,996$$

$$= 0,734$$

**70 Ohm**

c)  $R_i = 56155 \Omega$  found in a).

$$R_o = \left\{ r_e + \frac{R_1 // R_2 // R_s}{\beta_F} \right\} // R_E \approx 70 \text{ Ohm}$$

$$(-) - a) V_{P1} = V_{N1} = 0 \rightarrow I_D = \frac{V_i}{R} \quad (I_{N1} = 0)$$

$$I_D = \frac{\beta}{2} (V_{GS} - V_{TH})^2$$

$$V_{GS} = 0 - V_{OL}$$

$$\frac{V_i}{R} = \frac{\beta}{2} (0 - V_{OL} - 1)^2 =$$

$$\sqrt{2k \cdot \frac{V_i}{R}} = -V_{OL} - 1$$

$$V_{OL} = -\sqrt{2k \frac{V_i}{R}} - 1$$

$$V_{out} = V_k - \frac{V_{OL} - V_k}{R} \cdot R \quad \left( \begin{array}{l} V_{P2} = V_{N2} \\ V_{N2} = V_k \end{array} \right)$$

$$V_{Vi} = V_k - V_{OL} + V_k = 2V_k + \sqrt{2k \frac{V_i}{R}} + 1$$

$$\sqrt{V_i} = 2V_k + 1 + \sqrt{2k \frac{V_i}{R}}$$

$$\downarrow$$

$$R = 2k // \quad V_k = -0,5V //$$

C-3- b)

(I)

$$V_i = 0V \rightarrow$$

$$V_{o1} = 0$$

$$(V_{o1} = -V_i - 1)$$

$$V_{o1} = -1V \quad (V_{out} = V_i)$$

$$I_o = 0V$$

$$I_o + I_{op1} = \frac{V_{o1} - V_k}{R} = \frac{-1 + 0,5V}{2k} = \frac{-0,5V}{2k} = -0,25mA$$

$$I_{op2} = \frac{V_{out} - V_k}{R} = \frac{0 - (-0,5V)}{2k} = 0,25mA //$$

(II)

$$V_i = 16V \rightarrow V_{o1} = -4 - 1 = -5V \quad (V_{o1} = -V_i - 1)$$

$$V_{out} = 4V \quad (V_{out} = V_i)$$

$$I_o + I_{op1} = \frac{V_i}{R} + I_{op1} = \frac{V_{o1} - V_k}{R} = \frac{-5 + 0,5}{2k} = -2,25mA$$

$$I_{op1} = -2,25mA - 8mA = -10,25mA$$

$$I_{op2} = \frac{V_{out} - V_k}{R} = \frac{4 - (-0,5V)}{2k} = 2,25mA$$

II. Durumda  $I_{op2}$  daha büyük

$$I_{Lmax} = 25mA - 2,25mA = 22,75mA$$

$$V_{out} = 4V = V_L$$

$$R_{Lmin} = \frac{V_L}{I_{Lmax}} = \frac{4}{22,75mA} = 175\Omega$$

$V_i = 16V$  iken  $R_L$  ism minimum değer ortaya çıkar.



C-4-a)  $V_{CC} = 9V$  (DC durumda)

$I_{CQ} = ?$

$V_{CEQ} = I_{CQ} \cdot R_E = 16 \cdot I_{CQ}$

-Emetör kondansatör sebebiyle  $V_{CEQ}$  değeri sabittir. Dolayısıyla kollektör minimum olarak  $V_{CEQ} + V_{CEsat}$  değerine inebilir. Yani sinüsoidal dalgalanma için maksimum penlik değeri  $V_{CC} - (V_{CEQ} + V_{CEsat})$  olabilir.

Akım ise  $2I_{CQ}$  ile 0 arasında  $I_{CQ}$  merkezli dalgalanmalıdır. Gösterdiğiniz şekilde verilecek maksimum akım  $I_{CQ}$  olur (endüktansın  $I_{CQ}$  değeri bir akım kaynağı olarak çalıştığını hatırlayın.)

Yük maksimum güç şartlarında;  $I_{L_{genlik}} = I_{CQ}$

$V_{L_{penlik}} = V_{CC} - (V_{CEQ} + V_{CEsat})$

$P = \frac{I_{CQ} \cdot (V_{CC} - V_{CEQ} - V_{CEsat})}{2}$

$\downarrow$   
 $\underline{P_{max}} = \frac{I_{CQ} (9 - I_{CQ} \cdot 16 - 0.2)}{2} = 200mW = 0.2$

$8.8 I_{CQ} - 16 I_{CQ}^2 - 0.4 = 0$

$\Delta = 54.84$

$I_{CQ} = \frac{-0.8 \pm \sqrt{\Delta}}{-32} = \rightarrow 50mA \checkmark$   
 $\rightarrow 0.5A$  (bu değer için verim çok düşer)

C-4 a) (Devamı)

$$I_{CQ} = 50 \text{ mA}$$

[NOT]

Simetriklük kuralına  
kaynak + maksimum emilim  
dalgalanması, b1p1leri  
beraber kullanılarak da  
aynı sonucu ulaşılır.

$$R_L = \frac{V_{ce_{sat}}}{I_{CQ}}$$
$$= \frac{9 - 50 \text{ mA} \cdot 16 - 0,2}{50 \text{ m}}$$

$$R_{L_{opt}} = \underline{\underline{160 \Omega}}$$

$$\eta = \frac{P_v}{P_{dc}} = \frac{200 \text{ mW}}{9 \text{ V} \cdot 50 \text{ mA}} \approx \%66,6$$

b)  $V_{CE_{max}}$  sıklıkla max. pozitif emilim  
oluştururda ortaya çıkar.  $V_{CE_{max}} = 8 \text{ V}$

$$V_{CE_{max}} = 9 \text{ V} + 8 \text{ V} = 17 \text{ V} \rightarrow V_{CE_{max}} = \underline{\underline{16,2 \text{ V}}}$$
$$V_{CE} = 0,2 \text{ V}$$

$I_C$  akımı 0 ile  $2I_{CQ}$  arasında dalgalanır  
 $I_{C_{max}} = 2 \times I_{CQ} = 0,1 \text{ A}$

transistorda herhangi poz. sınırlama ( $V_i = 0$ )  
maksimum olur. Bu durumda de ne DC çalışma  
koşulları içindedir.

$$P_{tot} = P_{T_{max}} = I_{CQ} \cdot V_{CEQ}$$
$$= 50 \text{ mA} \cdot (9 - 0,2 \text{ V}) = \underline{\underline{410 \text{ mW}}}$$