

ELH222 ELEKTRONİĞE GİRİŞ (11278)
2. Yarıyıl Sınavı 11 Aralık 2002 10.00-12.00
Doç.Dr. İnci ÇİLESİZ, Yük.Müh. Tolga KAYA

ÇÖZÜMLER

1. Yandaki kuvvetlendirici devresinde kullanılan BJT transistörlerin parametreleri şunlardır:

$h_{fe} = h_{FE} = 300$, $V_{BE} = 0,6 \text{ V}$, $h_{re} \cong 0$, $h_{oe} \cong 0$ ve $V_T = 25 \text{ mV}$.

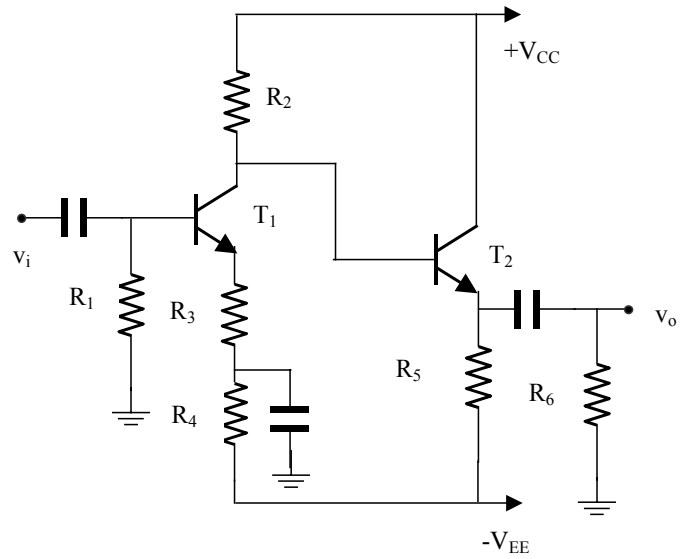
Ayrıca, $R_1 = 100\text{k}$, $R_2 = 1\text{k}$, $R_3 = 300\Omega$,
 $R_4 = 4\text{k}$, $R_5 = 22\text{k}$, $R_6 = 20\text{k}$, $V_{CC} = +15\text{V}$,
 $V_{EE} = -15\text{V}$.

a. **T_1 ve T_2 transistörlerinin çalışma noktası kolektör akımlarını bulunuz.**

T_1 'in baz-emetör çevriminden

$$I_{C1} = h_{FE1} \frac{V_{EE} - V_{BE1}}{R_1 + (h_{FE1} + 1)(R_3 + R_4)} = 2,69 \text{ mA}$$

$$I_{C2} = h_{FE2} \frac{V_{CC} + V_{EE} - V_{BE2} - R_2 I_{C1}}{R_2 + (h_{FE2} + 1)R_5} = 1,19 \text{ mA}$$



Bu akım değerlerini kullanarak $r_{e1/2} = \frac{V_T}{I_{C1/2}}$ bağıntısı yardımıyla $r_{e1} = 9,67 \Omega$; $r_{e2} = 21,94 \Omega$.

b. **Devrenin v_o/v_i gerilim kazancı için bağıntılar** $A_{v2} = K_{v2} = \frac{R_{e2}}{r_{e2} + R_{e2}} = \frac{R_5 // R_6}{r_{e2} + R_5} = 0,997$

$$A_{v1} = K_{v1} = -\frac{R_{C1} // R_{y1}}{r_{e1} + R_{e1}} = -\frac{R_2 // r_{i2}}{r_{e1} + R_3} \text{ ve } r_{i2} = h_{fe2}(r_{e2} + R_{e2}) = h_{fe2}[r_{e2} + (R_5 // R_6)] = 3,14 \text{ M}\Omega$$

yerine konursa $A_{v1} = K_{v1} = -3,87$ ve dolayısıyla $A_{toplam} = K_{toplam} = A_{v1}A_{v2} = K_{v1}K_{v2} = -3,86$.

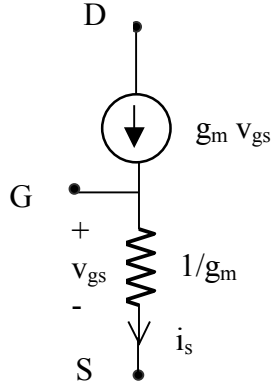
c. **r_i giriş ve r_o çıkış dirençlerini bulunuz.**

$r_i = R_1 // r_{i1}$ burada $r_{i1} = h_{fe1}(r_{e1} + R_{e1}) = h_{fe1}(r_{e1} + R_3) = 92,6 \text{ k}\Omega$ yerine konursa $r_i = 48,16 \text{ k}\Omega$.

Diğer yandan $r_o = R_5 // \left[r_{e2} + \frac{R'_g}{h_{fe2}} \right] = R_5 // \left[r_{e2} + \frac{r_{o1}}{h_{fe2}} \right]$. Burada $r_{o1} = R_{C1} = R_2$ olduğu için

$r_o = 25,91 \Omega$ olarak bulunur.

2. Sağ yanda verilen NMOS kuvvetlendirici devresinin DC kutuplamada 1 mA savak akımı akıtması istenmektedir. NMOS parametreleri $V_T = 0,4 \text{ V}$, $\mu_n C_{ox} = 175 \mu\text{A/V}^2$, $(W/L) = 10 \mu\text{m}/0,6 \mu\text{m}$, $V_{DD} = 3,3 \text{ V}$, ve $R_D = 1 \text{ k}\Omega$ olarak verilmiştir.



- a. Verilen bu değerlerle NMOS transistörün doymalı bölgede çalışma koşulunu kullanarak R_S direnci için bir değer seçiniz.

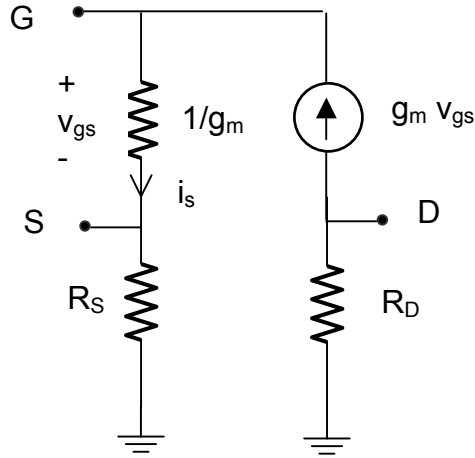
$$V_{GS} = \sqrt{\frac{2I_D}{\mu_n C_{ox} \left(\frac{W}{L}\right)}} + V_T = 1,23 \text{ V} \text{ ve doyma}$$

koşulu ifadeleri (1) $V_{GS} - V_T > 0$ SAĞLANIYOR.

(2) $V_{GS} - V_T \leq V_{DS}$. Ayrıca $V_{DS} = V_D - V_S$ olduğunu anımsayarak ve $V_S = R_S I_D$ ve $V_D = V_{DD} - R_D I_D = 2,3 \text{ V}$ bağıntılarını kullanarak

$R_S \leq 1,47 \text{ k}\Omega$ buluruz. SEÇİM: $R_S = 200 \Omega$

- b. Devrenin v_d/v_i ve v_s/v_i gerilim kazançlarını sol yanda verilen T eşdeğer devresini kullanarak hesaplayınız.



Eşdeğer devreyi sol yanda görüldüğü gibi çizdikten sonra

$$v_i = v_g = v_{gs} + v_s = v_{gs} + i_s R_S = v_{gs} + g_m v_{gs} R_S$$

$$v_i = v_{gs} (1 + g_m R_S)$$

Ayrıca

$$v_d = -g_m v_{gs} R_D = v_{gs} (-g_m R_D)$$

$$v_s = g_m v_{gs} R_S = v_{gs} (g_m R_S)$$

$$g_m = \sqrt{2\mu_n C_{ox} \frac{W}{L} I_D} = 2,42 \text{ mA/V} \text{ ve } 1/g_m = 414 \Omega$$

Dolayısıyla

$$\frac{v_d}{v_i} = \frac{v_d}{v_g} = -\frac{g_m R_D}{1 + g_m R_S} = -\frac{R_D}{\frac{1}{g_m} + R_S} \text{ ve } \frac{v_s}{v_i} = \frac{v_s}{v_g} = \frac{g_m R_S}{1 + g_m R_S} = \frac{R_S}{\frac{1}{g_m} + R_S}$$

Görüldüğü gibi her zaman $\frac{v_s}{v_i} = \frac{v_s}{v_g} < 1$. Sayısal değerler ise: $\frac{v_d}{v_i} = \frac{v_d}{v_g} = -1,63$ ve $\frac{v_s}{v_i} = \frac{v_s}{v_g} = 0,33$

olarak bulunur. Eğer $R_S = 1 \text{ k}\Omega$ seçilseydi $\frac{v_d}{v_i} = \frac{v_d}{v_g} = -0,62$ ve $\frac{v_s}{v_i} = \frac{v_s}{v_g} = 0,74$ bulunacaktı.

Soru	1a	1b	1c	2a	2b	Toplam
Puan	20	20	20	20	20	100