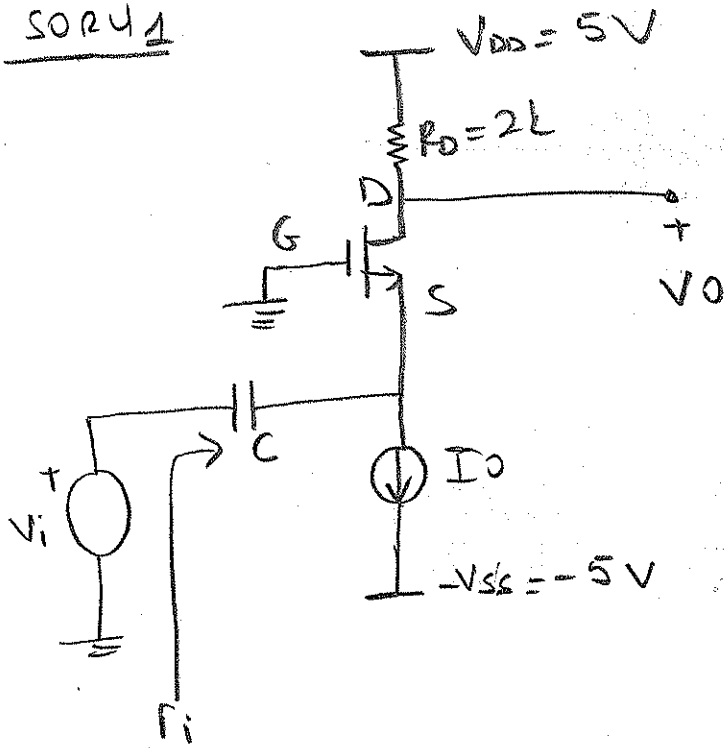


(1)

ELEKTRONİK II
UYGULAMA-2

21.02.2017

SORU 1

Yandaki devrede NMOS kanal oluşturmada $\mu_n C_{ox} = 100 \mu A/V^2$ olarak alınabilir.

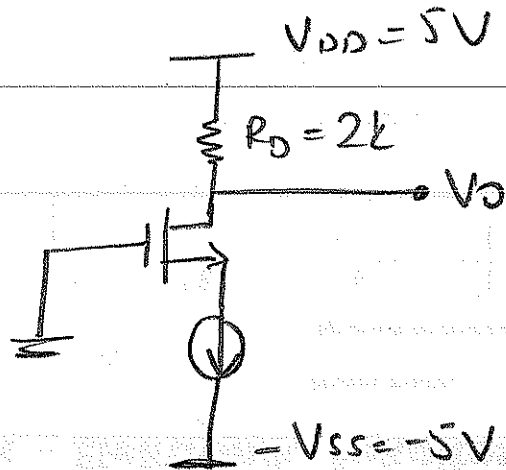
a) Transistörün doyuma bölgesinde çalıştırılması için, $V_{GS} = 1,6V$ ve $I_D = 2,5mA$ olması için $\frac{W}{L} = ?$.

- b) Bu durumda MOSFET'in V_{DS} gerilimini hesaplayınız. MOSFET'in doyuma çalıştığını gösteriniz.
- c) Devrenin v_o/v_i gerilim kazancını hesaplayınız.
- d) Devrenin giriş direnci (r_i) hesaplayınız.

ÇÖZÜM

DC inceleme

a)



(2) $I_D = 2,5 \text{ mA} \Rightarrow I_D = 2,5 \text{ mA}$ $V_{GS} = 1,6 \text{ V}$

Transistörün doygunluk bölgesinde çalışması durumunda

$$I_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_t)^2$$

$$2,5 \text{ mA} = \frac{1}{2} 100 \mu\text{A/V}^2 \left(\frac{W}{L}\right) \underbrace{[1,6 - 0,6]^2}_{1^2}$$

$$5 \text{ mA} = 100 \mu\text{A/V}^2 \left(\frac{W}{L}\right) \Rightarrow \frac{W}{L} = \frac{5 \text{ mA}}{100 \mu\text{A}} = \underline{\underline{50}}$$

b) $V_{GS} = 1,6 \text{ V} = V_G - V_S \Rightarrow V_S = -1,6 \text{ V}$

↓
0

$V_D = V_O \Rightarrow 5 \text{ V} - V_O = R_D \cdot I_D$

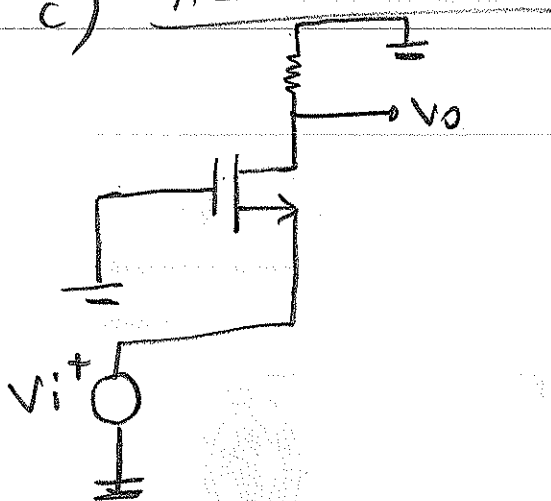
$5 \text{ V} - V_D = \underbrace{2 \text{ k}\Omega \cdot 2,5 \text{ mA}}_{5 \text{ V}} \Rightarrow V_D = 0$

$$V_{DS} = 0 \text{ V} - (-1,6 \text{ V}) = 1,6 \text{ V}$$

$V_{DS} > V_{GS} - V_t \Rightarrow$ transistor doygunluk rejimindedir.
 $1,6 \text{ V} > 1,6 \text{ V} - 0,6 \text{ V}$ olduğundan transistor doygunluk rejimindedir.

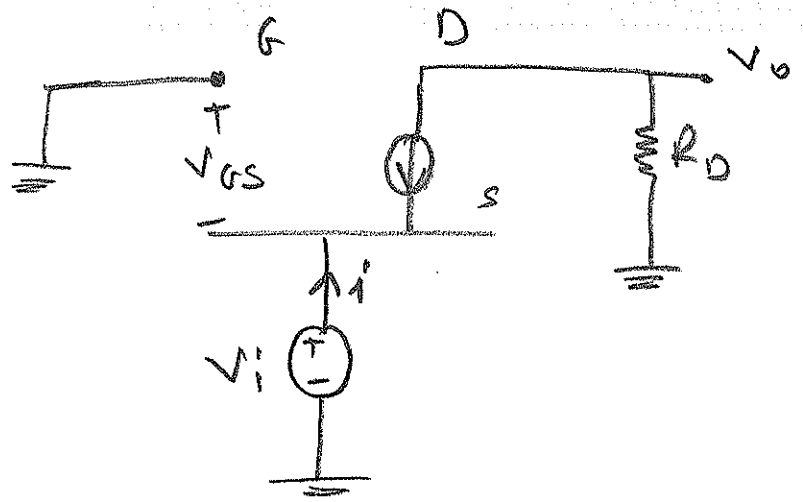
c) AC durumunda

$$r_o = \frac{1}{\lambda \cdot I_D} = \infty$$



(3)

Davrenin AC eđeđeri
yandaki gibidir:



$$\left. \begin{aligned} V_O &= -g_m R_D V_{GS} \\ V_i &= -V_{GS} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{V_O}{V_i} = \frac{-g_m R_D V_{GS}}{-V_{GS}} = g_m R_D$$

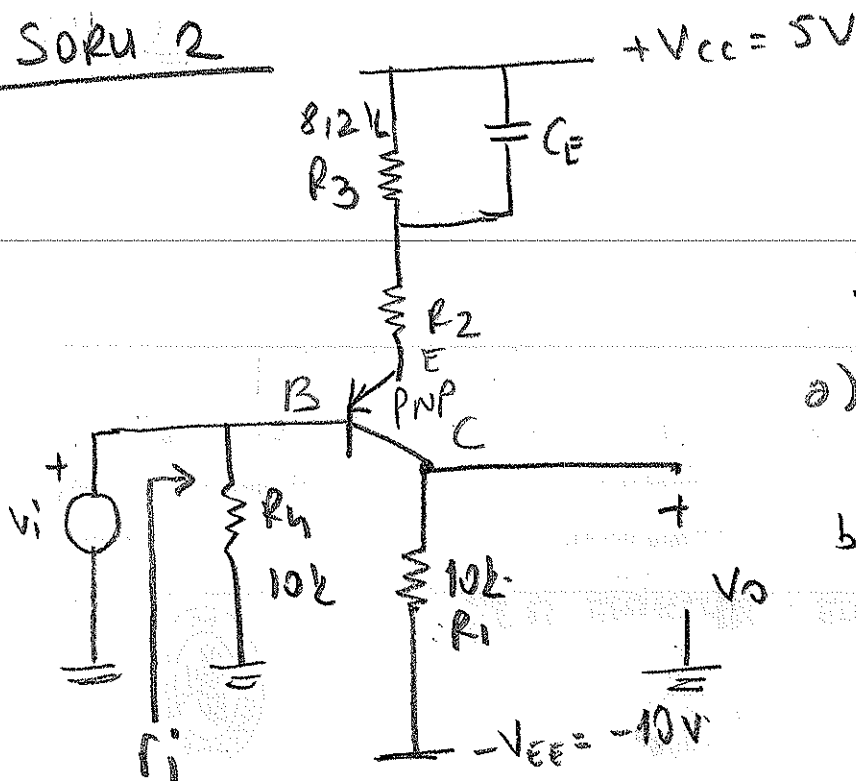
$$g_m = \sqrt{2 \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} I_D} = \sqrt{2 \cdot 100 \mu A/V^2 \cdot 50 \cdot 2.5 mA}$$

$$g_m = 5 \cdot 10^3 A/V = 5 mA/V$$

$$\frac{V_O}{V_i} = 5 mA/V \cdot 2k = \underline{\underline{10}}$$

$$d) r_i = \frac{V_i}{I} = \frac{-V_{GS}}{-g_m V_{GS}} = \frac{1}{g_m} = \frac{1}{5 mA/V} = 200 \Omega$$

SORU 2



Şekildeki PNP

transistor için $\beta = 200$,
 $I_S = 10^{-15} A$ olarak verilmektedir.

$V_T = 25 mV$ alınabilir

a) $I_C = 0.5 mA$ olarak R_2 'nin değeri ne olabilir?

b) $V_i = 0$ iken transistörün V_{CE} gerilimini hesaplayınız

(4)

c) Devrenin V_o/V_i gerilim kazancını hesaplayınız.d) Devrenin giriş direncini (r_i) hesaplayınız.

(Transistörün çıkış direncinin etkisi ihmal edilecektir.)

ÇÖZÜM:

$$|V_{BE}| = V_T \ln \frac{I_C}{I_S} = 25 \cdot 10^{-3} \ln \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-15}} = 673 \text{ mV}$$

$$V_{BE} = -673 \text{ mV} \Rightarrow V_{EB} = 673 \text{ mV}$$

$$V_E = V_{EB} + R_E I_E$$

$$= 0,673 \text{ V} + 10 \text{ k} \cdot \frac{0,5 \text{ mA}}{200}$$

$$V_E = 0,698 \text{ V}$$

$$V_{CC} = (R_2 + R_3) I_E + V_E$$

$$I_E = \frac{V_{CC} - V_E}{R_2 + R_3} = \frac{5 - (0,698)}{R_2 + R_3} \approx 0,5 \text{ mA} \quad \left[I_E \approx I_C \right. \\ \left. \text{ohmmetre} \right]$$

$$\frac{4,302}{R_2 + 8,2 \text{ k}} = 0,5 \text{ mA} \Rightarrow R_2 + 8,2 \text{ k} = 8604 \Omega \Rightarrow \\ R_2 \approx 404 \Omega$$

$$b) V_E = V_{EC} + 10 \text{ k} I_E - 10 \text{ V}$$

$$0,698 = V_{EC} + 10 \text{ k} \cdot 0,5 \text{ mA} - 10 \text{ V}$$

$$0,698 = V_{EC} + 5 \text{ V} - 10 \text{ V}$$

$$V_{EC} = 5,698 \Rightarrow V_{CE} = -5,698 \text{ V}$$

⑤ c) Kolektör çıkış devrenin gerilim kazancı

$$K_v = \frac{v_o}{v_i} = - \frac{R_c // R_y}{r_{e1} + R_2} = - \frac{R_1}{r_{e1} + R_2}, \quad r_e = \frac{V_T}{I_C} = 50\Omega$$

$$K_v = - \frac{10 \cdot 10^3}{50\Omega + 404\Omega} \quad \boxed{\approx -22}$$

d) $r_i = R_u // r_i'$

$$= R_u // [h_{fe}(r_e + R_2)]$$

$$= 10 \cdot 10^3 // [200(50\Omega + \underbrace{404\Omega}_{404\Omega})]$$

$$= 10k // 90,8k \approx \underline{\underline{9k\Omega}}$$