

مینابکی - کد: ۹۸۴۱۰۷۵ - استاد: دکتر ممتازی

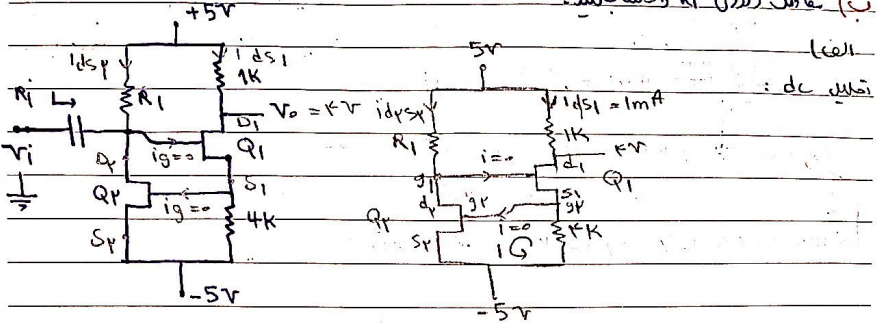
Subject: سیستم‌های سری همبسته

مثال ۱

۲- در مدار شکل زیر ترانزیستورها مشابه هستند:  $B = 0.5 \text{ mA/V}^2$   $V_t = 2 \text{ V}$

الف) مقادیر مقاومت  $R_1$  را چنان بیابید که  $V_o$  برابر با ۴ ولت شود.

ب) مقادیر ولت  $R_1$  را حساب کنید.



فرض ۲:  $V_{GS} > V_t$  و  $V_{DS} > V_{GS} - V_t$

$$I_{DS1} = \frac{K}{2} (V_{GS1} - V_t)^2 = 1 \text{ mA}$$

$$K V_{GS1} = \frac{K}{2} (V_{GS1} - V_t)^2 = 1 \text{ mA} \rightarrow V_{GS1} = 3 \text{ V}$$

$$I_{DS2} = \frac{K}{2} (V_{GS2} - V_t)^2 = 1 \text{ mA}$$

$$5 - V_{GS1} = R_1 \times 1 \text{ mA}$$

$$1 \text{ mA} = \frac{K}{2} (V_{GS1} - V_t)^2 \rightarrow V_{GS1} = 3 \text{ V}$$

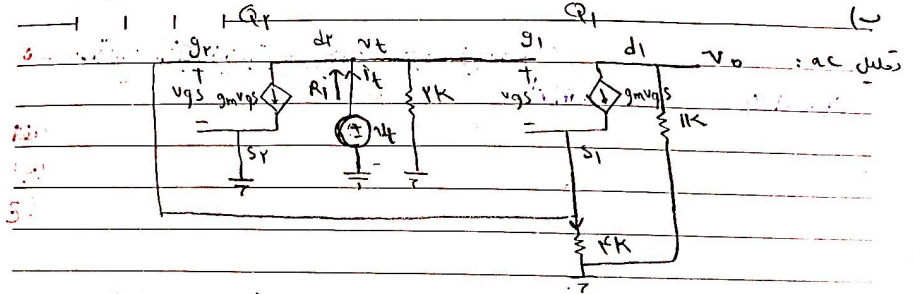
$$V_{GS1} = V_{GS2} - V_{S1} = 3 \rightarrow V_{GS1} = 3 \text{ V}$$

$$\Rightarrow 5 - 10 = R_1 \times 1 \text{ mA} \Rightarrow R_1 = 2 \text{ k}\Omega$$

$$5 + 5 = 10 + V_{DS1} + 10 \rightarrow V_{DS1} = 0 \rightarrow 0 > 3 \text{ V} \checkmark$$

$$5 + 5 = 10 + V_{DS2} + 10 \rightarrow V_{DS2} = 1 \rightarrow 1 > 3 \text{ V} \checkmark$$

Subject:



$$g_{m1} = g_{m2} = k(v_{gs} - v_t)$$

$$= \frac{1}{2} \frac{dm}{dx} \left( \frac{V - V_T}{V} \right) = 1 \text{ m}$$

با استفاده از قانون ولتاژ

$$-v_t + v_{gs1} + r_o(g_{m1}v_{gs1}) = 0 \rightarrow v_t = r_o v_{gs1}$$

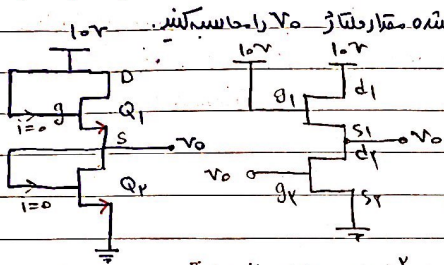
$$0 = -v_{gs2} + r_o(g_{m2}v_{gs2}) \rightarrow v_{gs2} = r_o v_{gs1}$$

$$\Rightarrow v_t = \frac{r_o}{r_o} v_{gs1}$$

$$i_t = \frac{v_t}{r_o} + g_{m2}v_{gs2}$$

$$\Rightarrow R_i = R_t = \frac{v_t}{i_t} = \frac{\frac{r_o}{r_o} v_{gs1}}{\frac{r_o}{r_o} v_{gs1} + g_{m2}r_o v_{gs1}} = \boxed{1.1 \text{ VV k}\Omega}$$

Subject:



$$V_{t1} = V_{t2}, \quad \beta_1 = \beta_2 \quad (\text{الف})$$

$$V_{t1} = V_{t2}, \quad \beta_1 = \frac{\beta_2}{K} \quad (\text{ب})$$

$$V_{t1} = KV_{t2}, \quad \beta_1 = \beta_2 \quad (\text{ج})$$

$$I_{dS1} = I_{dS2}$$

$$I_{d1} = \frac{K}{2} (V_{gs1} - V_t)^2 \quad (\text{الف})$$

$$\text{فرضاً : } I_{dS1} = \frac{\beta}{2} (V_{gs1} - V_t)^2 \quad I_{dS2} = \frac{\beta}{2} (V_{gs2} - V_t)^2$$

$$I_{dS1} = I_{dS2} \quad \frac{\beta}{2} (V_{gs1} - V_t)^2 = \frac{\beta}{2} (V_{gs2} - V_t)^2 \rightarrow V_{gs1} = V_{gs2}$$

$$V_{g1} - V_{s1} = V_{g2} - V_{s2} \rightarrow 10 - V_o = V_o - 0 \rightarrow \boxed{V_o = 5V}$$

$$\text{فرضاً : } I_{dS1} = \frac{\beta_1}{K} (V_{gs1} - V_t)^2 \quad I_{dS2} = \frac{\beta_2}{K} (V_{gs2} - V_t)^2 \quad (\text{ب})$$

$$I_{dS1} = I_{dS2} \quad \frac{\beta_1}{K} (V_{gs1} - V_t)^2 = \frac{\beta_2}{K} (V_{gs2} - V_t)^2 \rightarrow V_{gs1} - V_t = \sqrt{\frac{\beta_2}{\beta_1}} (V_{gs2} - V_t)$$

$$V_t = \sqrt{\frac{\beta_2}{\beta_1}} (V_{gs2} - V_t) \quad V_t = \sqrt{\frac{\beta_2}{\beta_1}} (V_{gs2} - V_t) \rightarrow V_t = \sqrt{\frac{\beta_2}{\beta_1}} (V_{gs2} - V_t)$$

$$\Rightarrow 3V_o = V_t + 10 \Rightarrow \boxed{V_o = \frac{V_t + 10}{3} = \frac{V_{t1} + 10}{3}}$$

$$\text{فرضاً : } I_{dS1} = I_{dS2} \rightarrow \frac{\beta}{2} (V_{gs1} - V_{t1})^2 = \frac{\beta}{2} (V_{gs2} - V_{t1})^2 \quad (\text{ج})$$

$$\rightarrow V_{gs1} - V_{t1} = V_{gs2} - V_{t1} \rightarrow (V_{g1} - V_{s1}) - (V_{g2} - V_{s2}) = V_{t1}$$

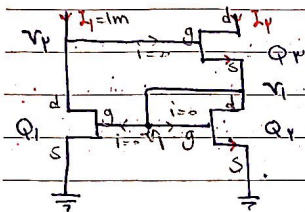
$$\rightarrow (10 - V_o) - (V_o) = V_{t1} \rightarrow 10 - 2V_o = V_{t1} \rightarrow \boxed{V_o = \frac{10 - V_{t1}}{2}}$$

IDEA

(2)

Subject:

$V_{t1} = V_{t2} = V_{t3} = V_{t4}$  ,  $I_1 = 1 \text{ mA}$  ,  $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 200$  (۴) «در مدار شکل زیر با فرض



۱۲، ۷۱، ۷۲ راجد است آدمی  
نوموت : ۳ قرآن دستور انبیا و اسما

$$I_{D1} = \frac{K}{2} (V_{GS1} - V_{t1})^2 = (V_{GS1} - V_{t1})^2 = 1$$

$$\Rightarrow v_{gs1} - v_{t1} = \pm 1 \Rightarrow v_{gs1} = v_{t1} \pm 1 \rightarrow \text{من المثل بدونه}$$

$$\rightarrow V_{GS1} = V_1 - 0 = V_1 = V_{DD} + 1$$

$$v_{gs1} = v_t + 1 \dots \Leftarrow$$

$$I_Y = I_Y = \frac{I_m}{\sqrt{2}} (v_{gsY} - v_t)^r = \frac{I_m}{\sqrt{2}} (v_{gsY} - v_t)^r = I_m (v_{t1} + v_t - v_t)^r$$

$$\Rightarrow \boxed{I_v = I_w = \text{Im}(A)} \Rightarrow (v_{gs} - v_t)^r = (v_1 - v_1 - 1)^r = 1$$

$$\Rightarrow (v_r - v_1 - v_t)^2 = 1 \Rightarrow (v_r - v_1 - v_1 + 1) = \pm 1$$

$$v_y - \gamma v_1 = 0 \quad \rightarrow \quad v_y = \gamma v_1$$

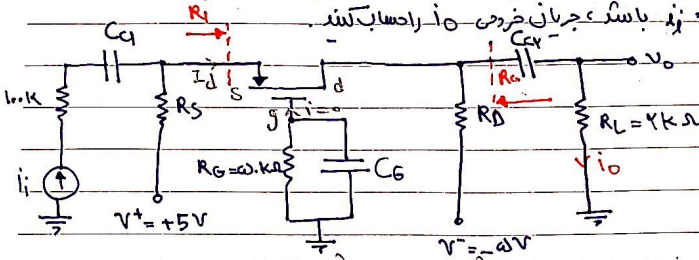
۵- در سلسله مشترک زیر، ترانزیستور دارای پارامترهای زیر است:

$$V_t = -1(V) \quad \beta = 1 \text{ mA/V}^2$$

(الف) مقادیر  $R_S$  و  $R_D$  را طوری تعیین کنید که  $I_D = -1.5 \text{ mA}$  و  $V_{SD} = 4 \text{ V}$  باشد.

(ب) امپدانس ورودی  $R_i$  و امپدانس خروجی  $R_o$  را بدست آورید.

(ج) اگر  $v_i = \sin(\omega t) \text{ mV}$  باشد، جریان خروجی  $i_o$  را حساب کنید.



(الف) تحلیل dc: فرض: ترانزیستور در ناحیه اشباع است.

ترانزیستور، pmos است. (بدانچه بجای d د)

$$I_D = \frac{\beta}{2} (V_{GS} - V_t)^2 \rightarrow -1.5 \text{ mA} = \frac{1}{2} (V_{GS} + 1)^2$$

$$1.5 = (V_{GS} + 1)^2 \rightarrow V_{GS} = -1 \text{ V}, -3 \text{ V} \quad |V_{GS}| > |V_t| \rightarrow V_{GS} = -3 \text{ V}$$

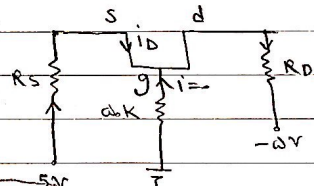
$$V_G - V_S = -3 \text{ V} \quad V_S - V_D = 4$$

$$I_G = 0 \rightarrow V_G = 0$$

$$\Rightarrow V_S = 3 \text{ V}, \quad V_D = -1 \text{ V}$$

$$I_D = \frac{V_S}{R_S} = -1.5 \text{ mA} \rightarrow \boxed{R_S = 2 \text{ k}\Omega}$$

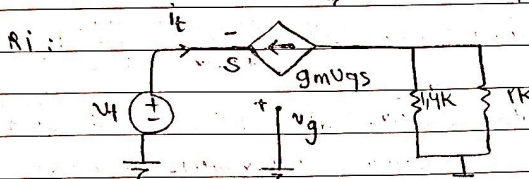
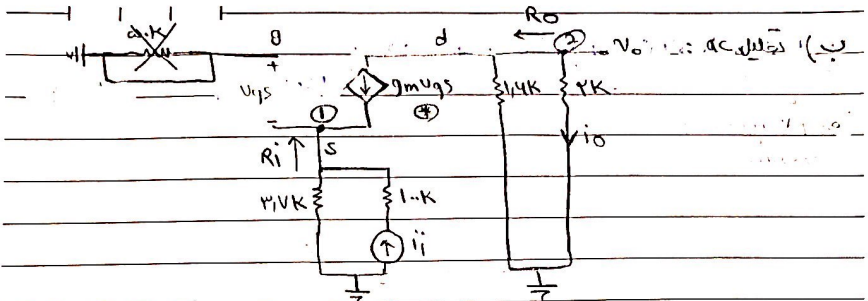
$$I_D = \frac{V_D - (-5)}{R_D} = -1.5 \text{ mA} \rightarrow \boxed{R_D = 14 \text{ k}\Omega}$$





Subject:

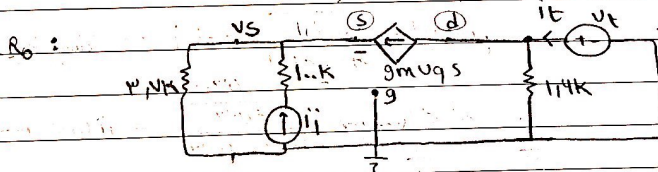
اجامی سوال 5:



$$g_m = k(V_{gs} + V_t) = 1m(2.14 - 1) = 1.14 \text{ mS}$$

$$i_t = -1.14 \text{ mA } V_{gs} \quad V_{gs} = V_i - V_s = -V_s = -V_t$$

$$\Rightarrow R_i = R_t = \frac{V_t}{i_t} = \frac{-V_s}{-1.14 \text{ mA } V_s} = \frac{1}{1.14 \text{ mA}} = 0.877 \text{ k}\Omega$$



$$KCL: i_t + \frac{V_t}{1.4k} = g_m V_{gs} \quad V_{ds} = V_t - V_s$$

$$KVL: -V_t + V_{sg} = 0 \Rightarrow V_t = V_s = 0 = V_s \Rightarrow g_m V_{gs} = 0$$

نتیجه

$$R_o = 1.4k$$

IDEA

$$v_g = 0 \rightarrow g_m v_{gs} = -1.1 \times 10^{-3} v_s$$

(2)  $\bar{v}_{gs} = -v_s$

$$\rightarrow v_{gs} = -v_s$$

$$-1.1 \times 10^{-3} v_s = -v_s$$

$$KCL: -\omega \sin \omega t + \frac{v_s}{1.4k} = \cancel{g_m v_{gs}}$$

$$-\omega \sin \omega t + \frac{v_s}{1.4k} - 1.1 \times 10^{-3} v_s = 0$$

$$\rightarrow \boxed{v_s = 1.1 \times 10^{-3} \sin \omega t \cdot m}$$

$$KCL: \frac{v_o}{1.4k} + \frac{v_o}{1k} = 1.1 \times 10^{-3} v_s \quad \underline{v_s = 1.1 \times 10^{-3} \sin \omega t} \quad v_o = 1.14 \text{ mV} \sin \omega t$$

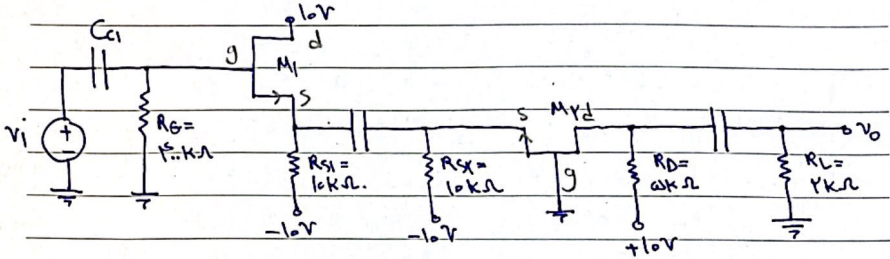
$$\Rightarrow i_o = \frac{v_o}{1k} = \boxed{1.14 \text{ } \mu\text{A} \sin \omega t}$$

Subject:

4- (مسئله) زیر: الف) ولتاژ جریان درین سورس هر کدام از ترانزیستورها را بیست آورید.

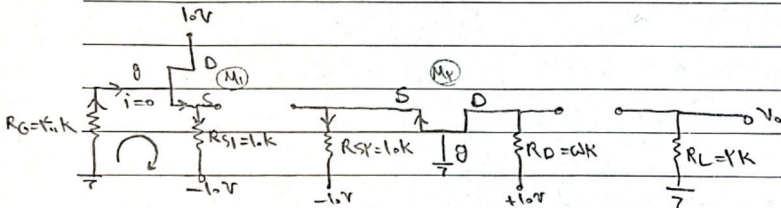
ب) بهره ولتاژ  $\frac{v_o}{v_i}$  را بیست آورید.

$$V_{T1} = V_{T2} = 2V, \quad \beta_1 = \beta_2 = 1 \text{ mA/V}^2$$



تحلیل dc:

الف)



فرض: ولتاژ ترانزیستور و سگنال داینامیک

$$i_{ds1} = \frac{1 \text{ mA}}{V} (v_{gs1} - 2)^2$$

$$i_{ds1} = \frac{v_{gs1} + 1}{10k} \quad v_{gs1} = \frac{0}{V} - v_{s1} = -v_{s1}$$

$$\frac{v_{s1} + 1}{10k} = \frac{1 \text{ mA}}{V} (-v_{s1} - 2)^2 \quad \rightarrow v_{s1} = -1.5V, -2.14V$$

$$\Rightarrow v_{gs1} \approx 2.14V, \quad i_{ds1} = \frac{1 \text{ mA}}{V} (2.14 - 2)^2 \approx 0.1 \mu A$$

$$\text{KVL: } V_o = v_{ds1} + 1.5V \times 0.1 \mu A \quad \rightarrow v_{ds1} = 11.5V$$

$$i_{ds2} = \frac{1 \text{ mA}}{V} (v_{gs2} - 2)^2 \quad 10 = v_{gs2} + 10k \times i_{ds2}$$

$$v_{gs2} = 0 - v_{s2} = -v_{s2}$$

$$\Rightarrow 10 = -v_{s2} + 10k \times \frac{1 \text{ mA}}{V} (-v_{s2} - 2)^2 \quad \rightarrow v_{s2} = -1.5V, -2.14V$$

IDEA

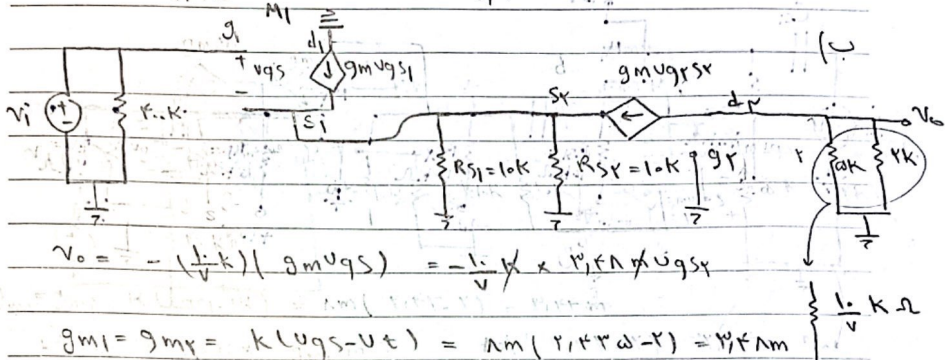


Subject:

$$i_{dsr} = 0.1 \text{ V} \mu\text{m} (\text{A})$$

$$V_{gsr} = 1.1 \text{ V}$$

$$\text{KVL: } V_o = \frac{0.1 \times 10^6 \mu\text{m}}{1.4 \times 10^6} + V_{dsr} + \frac{1.0 \times 10^6 \mu\text{m}}{1.4 \times 10^6} \Rightarrow V_{dsr} = 91.4 \text{ V}$$



$$V_o = -\left(\frac{1}{V}\right) (g_m V_{gs1}) = -\frac{1}{V} \times 1.1 \mu\text{m} V_{gs1}$$

$$g_{m1} = g_{m2} = k(V_{gs} - V_t) = \mu\text{m} (1.1 \text{ V} - 1) = 1.1 \mu\text{m}$$

$$V_{gs1} = V_{gs2}$$

$$V_{gs1} =$$

$$V_{gs2} = 0 \rightarrow V_{gs2} = V_{gs1} - V_{ds2} = -V_{ds2}$$

$$\text{KCL: } 1.1 \mu\text{m} V_{gs1} + 1.1 \mu\text{m} V_{gs2} = \frac{V_{ds1}}{10k}$$

$$V_{gs1} = V_i - V_{ds1} \quad V_{gs2} = -V_{ds2}$$

$$\Rightarrow 1.1 \mu\text{m} (V_i - V_{ds1}) + 1.1 \mu\text{m} (-V_{ds2}) = \frac{V_{ds1}}{10k}$$

$$\text{KCL: } 1.1 \mu\text{m} V_{gs2} = \frac{V_o}{10k} + \frac{V_o}{10k} \Rightarrow V_{ds2} = 0.1 \text{ V} \quad V_{ds1} = V_{ds2} = 0.1 \text{ V}$$

$$\frac{V_i - V_{ds1}}{10k} = \frac{V_o}{10k} + \frac{V_o}{10k} \quad 0.1 \text{ V} = V_o$$

$$\Rightarrow A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{0.1 \text{ V}}{1.1 \text{ V}} = \frac{1}{11}$$

IDEA