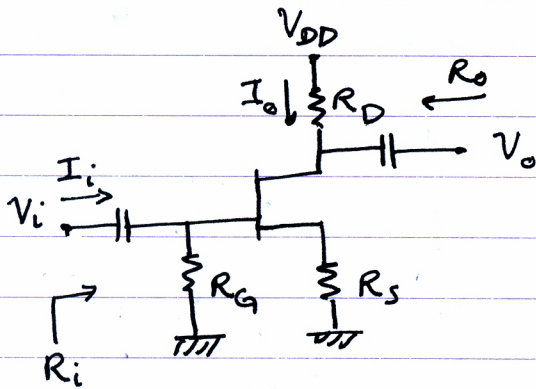
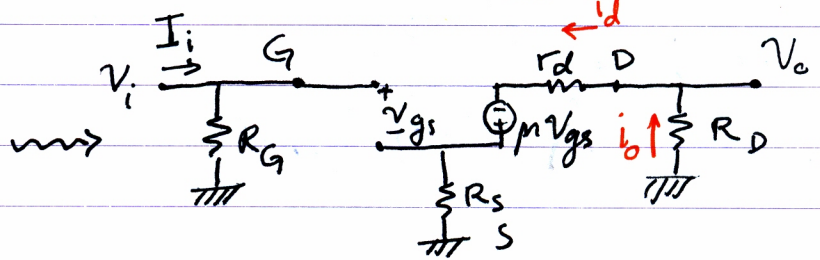


"بیاض"

الکترونیک ۱ - استاد جعفری - جلسه



مسئله: مدار زیر را تحلیل dc کنید.



kvl: فرضی

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = ? \quad V_o = -i_o R_D \quad (r_d I_d + i_d R_D - \mu V_{gs} + R_s i_d = 0)$$

$$\Rightarrow i_d = \frac{\mu V_{gs}}{r_d + R_D + R_s} \Rightarrow V_o = -i_d R_D = \frac{-\mu R_D V_{gs}}{r_d + R_D + R_s}$$

kvl: ورودی

$$(-V_i + V_{gs} + R_s i_d = 0) \Rightarrow -V_i + V_{gs} + R_s \times \frac{\mu V_{gs}}{r_d + R_D + R_s} = 0$$

$$\Rightarrow V_i = \frac{r_d + R_D + R_s + \mu R_s}{r_d + R_D + R_s} V_{gs}$$

$$\Rightarrow V_o = \frac{-\mu R_D \times \frac{(r_d + R_D + R_s)}{r_d + R_D + (1 + \mu) R_s} V_i}{r_d + R_D + R_s}$$

$$\Rightarrow A_v = \frac{-\mu R_D}{r_d + R_D + (1 + \mu) R_s}$$

* چرا kvl فرضی نوشتیم؟ چون R_s داریم.

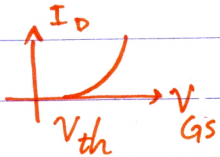
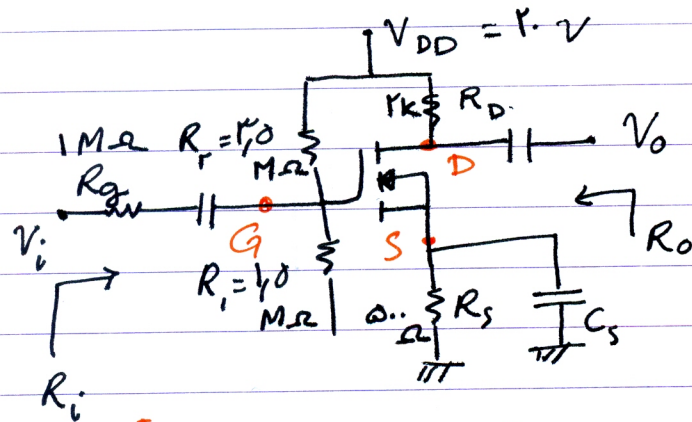
* وجود $(1 + \mu) R_s$ در مخرج مقصودش این را می‌نمونه.

که مقاومت $(1 + \mu) R_s$ در D با r_d سری شده است. (مانند BJT که در B مقاومت

$(1 + \beta) R_E$ سری شده!) پس قضیه انعکاس (عکس این قضیه نیز برقرار است.)

$$R_i = R_G \quad R_{o1} = r_d + (1 + \mu) R_S \quad R_o = R_{o1} \parallel R_D$$

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-i_o R_D}{I_i R_G} \Rightarrow A_i = (-A_v) \frac{R_G}{R_D}$$



دکته:

$$V_G = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{DD} = \frac{10}{40 + 10} \times 2 = 0.4V$$

$$R_G = R_1 \parallel R_2 = \frac{40 \times 10}{40 + 10} = 8.57 M\Omega$$

$$\text{KVL: } -V_G + V_{GS} + R_S I_D = 0$$

$$I_G = 0$$

$$\Rightarrow -0.4 + V_{GS} + 10 I_D = 0 \Rightarrow I_D = \frac{0.4 - V_{GS}}{10}$$

$$I_D = 2(V_{GS} - 2)^2$$

$$V_{GS} = x \Rightarrow \frac{0.4 - x}{10} = 2(x - 2)^2 \Rightarrow x^2 - 3x - 2 = 0 \Rightarrow x = 3.55 \text{ or } -1.55$$

$$\Rightarrow I_D = 1.9 \text{ mA}$$

$$V_{DS} = 2 - (1 + 10) \times 1.9 = 1.05V$$

$$\Rightarrow V_{DS} = 1.05V$$

در ناحیه خطی است.

$$V_{DS} > V_{GS} - V_{th}$$

① پارامترهای ac را پیدا می‌کنیم: تحلیل ac:

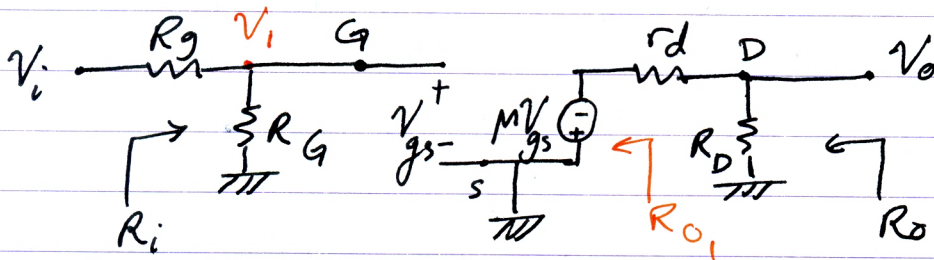
$$g_m = \sqrt{2k \cdot I_D} = 1 \times \sqrt{2 \times 6.9} = 4.24 \text{ mS}$$

$$\begin{aligned} r_d &= \infty \quad \leftarrow \text{پارامترهای ac} \\ r_d &= \left(\frac{I_D}{V_A} \right)^{-1} \quad \leftarrow a = V_A \\ r_d &\text{ را نادیده می‌گیریم} \end{aligned}$$

$$r_d = 1 \text{ k}\Omega$$

$$\mu = g_m r_d = 145.2$$

② مدار معادل ac را پیدا می‌کنیم. ③ مدار معادل را رسم می‌کنیم.

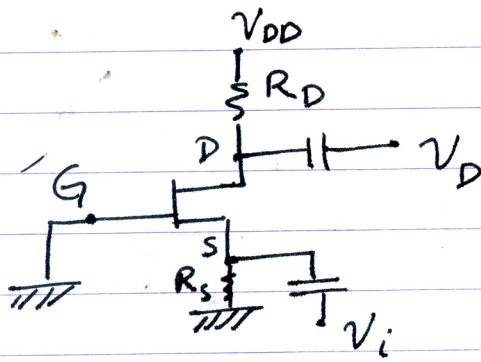


$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{-\mu R_D}{r_d + R_D} = \frac{-145.2 \times 1}{1 + 1} = -11.184$$

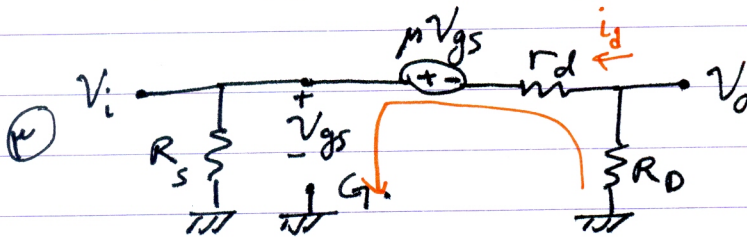
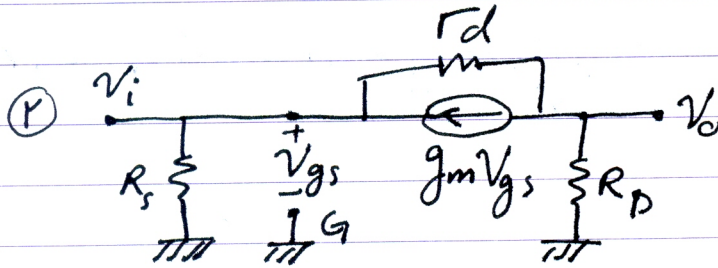
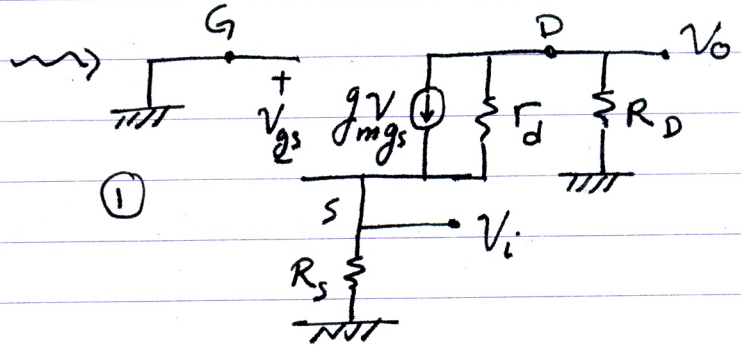
$$A_v = \frac{V_o}{V_i} \times \frac{V_i}{V_i} = \frac{V_o}{V_i} \times \frac{V_i}{V_i} = (-11.184) \times \frac{R_g}{R_g + R_g} = -5.592$$

$$R_i = R_g = 1 \text{ M}\Omega$$

$$R_o = R_o \parallel R_D = 1 \parallel 1 = 0.5 \text{ k}\Omega$$



سؤال: حساب A_v و r_d و r_s و r_{gs}



مقدار r_d و r_s و r_{gs} و r_{ds}

$$\begin{cases} R_D i_d + r_d i_d - \mu V_{gs} - V_{gs} = 0 \Rightarrow i_d = \frac{(\mu+1) V_{gs}}{r_d + R_D} \\ V_o = -i_d R_D \Rightarrow \begin{cases} V_o = -\frac{R_D (\mu+1) V_{gs}}{r_d + R_D} \\ V_{gs} = -V_i \end{cases} \end{cases}$$

$$\Rightarrow A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_D (\mu+1)}{r_d + R_D}$$

$$V_o = -i_d R_D$$

$$V_o = -R_D \left[g_m V_{gs} + \frac{V_o + V_{gs}}{r_d} \right]$$

مشارع حل من قسم:

$$V_{gs} = -V_i \Rightarrow \left(1 + \frac{R_D}{r_d} \right) V_o = \left[g_m R_D + \frac{R_D}{r_d} \right] V_i$$

$$\Rightarrow A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{g_m r_d R_D + R_D}{r_d} \times \frac{r_d}{r_d + R_D} = \frac{(g_m r_d + 1) R_D}{r_d + R_D}$$

* در CG، A_v تقریباً برابر $g_m r_d$ است.