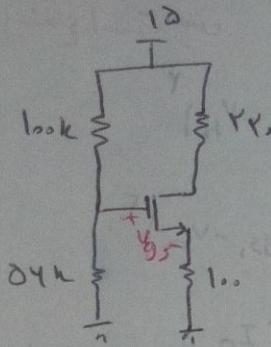


جواب تمرینات سری نهم



۲) برای بیلست آوردن V_{gs} از تحلیل dc استفاده می‌شود:
در تحلیل dc خازن‌ها مثل باز و منبع ac حذف می‌شوند.

حیث‌حال دارنده پیلست

صفر است داریم:

$$V_g = \frac{54}{54 + 100} \times 15 = 5.139$$

بفرض اینکه T_r در منطقه اشباع است داریم:

$$I_D = \frac{\beta}{2} (V_{gs} - V_{th})^2$$

$$V_{gs} = 5.139 - 100 I_D$$

$$I_D = \frac{92m}{2} (5.139 - 100 I_D - 2)^2$$

$$10000 I_D^2 - 449.15 I_D + 11.5 = 0$$

$$I_D = 0.043 \quad , \quad I_D = 0.026$$

برای $I_D = 0.043$ $V_{gs} = 1.09$ که کمتر از V_{th} است پس این جواب برای I_D قابل قبول نیست

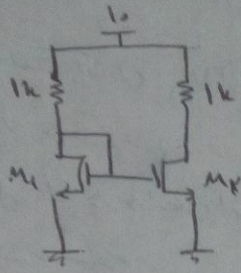
$$I_D = 0.026 \Rightarrow V_{gs} = 5.139 - 100(0.026) = 2.179$$

میدانیم اشباع تر از سیگنال بیشتر می‌شود چون فرکانس اشباع T_r دارد:

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

$$15 - 22.0 \times I_D - V_{gs} > 5.139 - V_{gs} - 2$$

$$9.18 > 3.39 \quad \checkmark$$



(۳) M_1 اشباع است پس

$$I_{D1} = \frac{\beta}{2} (V_{GS1} - V_{th})^2$$

$$I_{D1} = \frac{25 \mu}{2} (V_{GS1} - V_{th})^2$$

$$V_{GS1} = 10 - 1^k I_D$$

$$1000 I_{D1} = (10 - 1000 I_{D1} - 0.5)^2$$

$$1000 I_{D1} = 10^4 I_{D1}^2 - 19000 I_{D1} + 90125$$

$$10^7 I_{D1} - 19000 I_{D1} + 90125 = 0$$

$$I_{D1} = 0.0049^A, I_{D1} = 100.39^A$$

$I_{D1} = 100.39^A$ قابل قبول نیست چون $V_{GS1} < 0$ نیست صحیح

$$\underline{\underline{I_{D1} = 0.0049^A}} \Rightarrow V_{GS1} = 10 - 1^k (0.0049) = 7.1^V$$

از فرض $V_{GS1} = V_{GS2}$ است. فرض اشباع M_2 داریم:

$$I_{D2} = \frac{\beta}{2} (V_{GS2} - V_{th})^2 = \frac{25 \mu}{2} (7.1 - 0.5)^2$$

$$\underline{\underline{I_{D2} = 3.92^mA}}$$

بررسی اشباع M_2 :

$$V_{DS2} > V_{GS2} - V_{th}$$

$$V_{D2} > V_{G2} - V_{th}$$

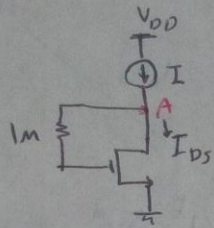
$$10 - 1^k (3.92^m) > 7.1 - 0.5$$

$$6.08 > 6.6$$

پس فرض اشباع M_2 درست است.

$$\underline{\underline{V_{D1} = V_{GS1} = 7.1^V}}$$

$$\underline{\underline{V_{D2} = 10 - 1^k (3.92^m) = 6.08^V}}$$



(الف) آرس به نشانه تر است:

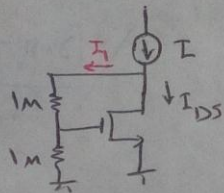
و چون از مقاومت $1M\Omega$ جایی نمی‌گذرد پس

$$V_{GS} = V_{DS} = 4V$$

$$I_{DS} = \frac{\beta}{2} (V_{GS} - V_T)^2 = \frac{250\mu A}{2} (4-2)^2$$

$$I_{DS} = 1\mu A$$

$I = 1\mu A$ و $I_{DS} = I \Rightarrow$ طبق قانون کلا در ترانزیستور A



(ب) آرس به نشانه:

$$I = I_1 + I_{DS}$$

$$I_1 = \frac{V_{DS}}{1M} = \frac{4}{1M} = 4\mu A$$

طبق تر $\Rightarrow I_{DS} = \frac{\beta}{2} (V_{GS} - V_T)^2$

$$V_{GS} = V_{DS} - 1M \times I_1 = 4 - 2 = 2$$

$$I_{DS} = \frac{250\mu A}{2} (2-2)^2 = 0$$

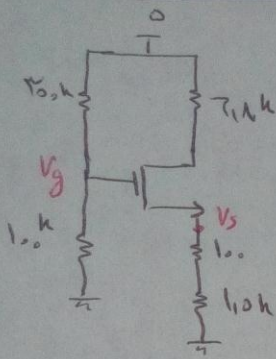
$$V_{DS} > V_{GS} - V_T$$

$$4 > 2 - 2 = 0$$

شرط برقرار است.

بررسی تر \Leftarrow

$$\Rightarrow I = 4\mu A + 0 = 4\mu A$$



$$V_{GS} = 1.8V$$

$$\beta = 800 \frac{mA}{V^2}$$

$$V_g = \frac{100}{100 + 200} \times 1.8 = 1.2V$$

$$V_g - V_s = 1.2V$$

$$1.2V - V_s = 1.2V \quad V_s = 0V$$

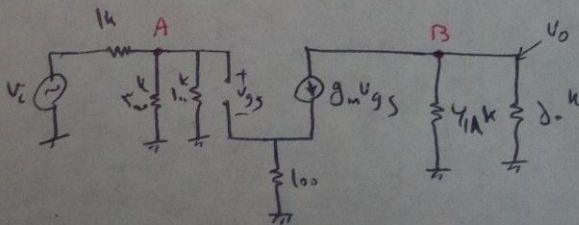
از طرف دره سو

$$I_D = \frac{V_s}{17k} = \frac{1.7V}{17} = \underline{\underline{0.149mA}}$$

$$g_m = \beta (V_{GS} - V_t) \quad , \quad I_D = \frac{\beta}{2} (V_{GS} - V_t)^2$$

$$g_m = \beta \sqrt{\frac{2I_D}{\beta}} \quad \sqrt{\frac{2I_D}{\beta}} = (V_{GS} - V_t)$$

$$g_m = \sqrt{2\beta I_D} = \sqrt{2 \times 800 \times 0.149mA} = \underline{\underline{21.44mA/V}}$$



ac

$$(K1)_B \Rightarrow \frac{V_o}{0.1k} + \frac{V_o}{7.1k} + g_m V_{gs} = 0 \Rightarrow 84.1 V_o = -\mu \epsilon \cdot g_m V_{gs} \quad (1)$$

$$V_A = V_{gs} + 100 g_m V_{gs} \quad (2)$$

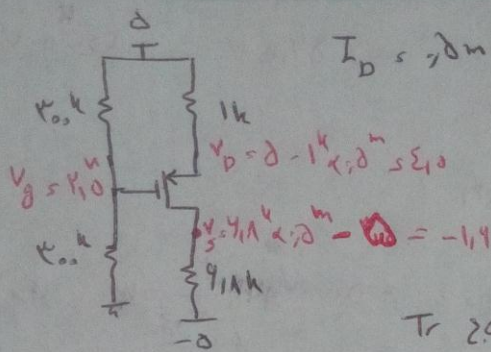
$$(K1)_A \Rightarrow \frac{V_A - V_i}{1k} + \frac{V_A}{100k} + \frac{V_A}{100k} = 0 \Rightarrow V_A = \frac{100}{100.5} V_i \quad (3)$$

$$(2, 3) \Rightarrow V_{gs} (1 + 100 g_m) = \frac{100}{100.5} V_i$$

$$V_{gs} = \frac{100}{100.5 (1 + 100 g_m)} V_i \quad (4)$$

$$(1, 4) \Rightarrow 84.1 V_o = -\mu \epsilon \cdot g_m \times \frac{100}{100.5 (1 + 100 g_m)} V_i$$

$$\frac{V_o}{V_i} = - \frac{100 \times \mu \epsilon \cdot g_m}{84.1 \times 100.5 (1 + 100 g_m)} = - \frac{22.4124}{24414.12} = -50$$



$$I_D = 2\text{mA}$$

dc تحليل (4)

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

$$V_{GS} - V_T > V_{DS} + 1.7 - V_T$$

$$\boxed{1.1 > -1.1}$$

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

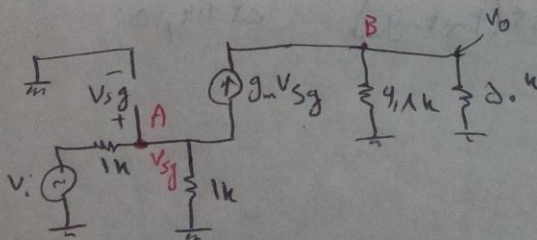
$$2\text{mA} = \frac{10\text{mA}}{2} (V_{GS} - V_T)^2$$

$$V_{GS} - V_T = \frac{1}{10}$$

$$V_{GS} - V_T = 0.1$$

$$\boxed{V_T = 5\text{V}}$$

$$g_m = \sqrt{2\beta I_D} = \sqrt{2 \times 10\text{mA} \times 2\text{mA}} = 1\text{mA/V}$$



ac تحليل

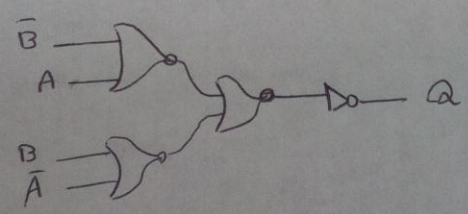
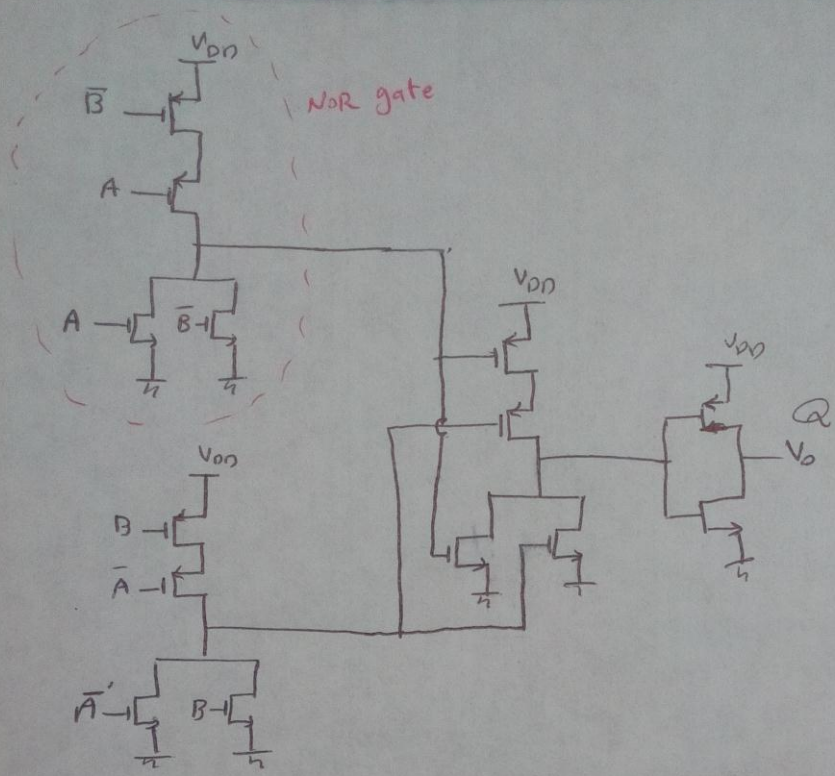
$$(kcl)_A \Rightarrow \frac{V_{sg}}{1k} + \frac{V_{sg} - V_i}{1k} + g_m V_{sg} = 0 \quad V_{sg}(1k g_m + 2) = V_i \quad (1)$$

$$(kcl)_B \Rightarrow \frac{V_o}{9.1k} + \frac{V_o}{9.1k} - g_m V_{sg} = 0 \quad 2V_o = 9.1k g_m V_{sg} \quad (2)$$

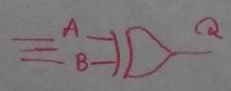
$$(1,2) \Rightarrow V_o = \frac{9.1k g_m}{2 \times 1k} \times \frac{V_i}{1k g_m + 2} \quad \frac{V_o}{V_i} = \frac{9.1k g_m}{2(1k g_m + 2)}$$

$$\boxed{\frac{V_o}{V_i} = 4.91}$$

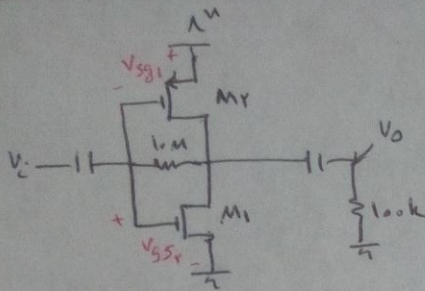
tv



A	B	Q
L	L	L
H	L	H
L	H	H
H	H	L



دیس قبل Xor عمل خواص
کرد



حل dc :

$$V_{sg1} + V_{gs2} = 1^v$$

از اینجا می بینیم که ترانزیستورهای ما ولتاژ درازای یکسان هستند

$$V_{sg1} = V_{gs2}$$

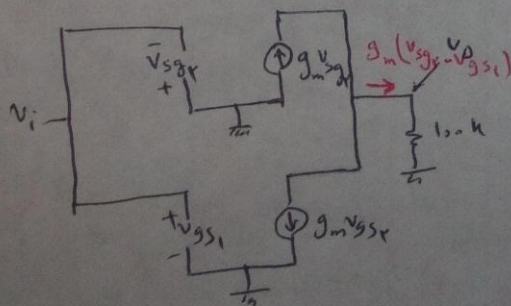
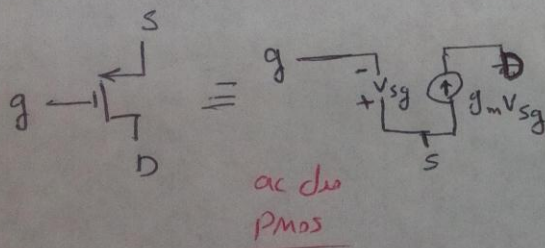
$$|V_{gs}| = 4^v$$

دو ترانزیستور در این مدار به هم وصل هستند چون از مقادیر 10^m جریان میگذرد و درین M_1 را به g آن وصل کرده است و برای سبب شدن گیل.

$$I_{D1} = I_{D2} = \frac{\beta}{2} (V_{gs1} - V_t)^2 = \frac{1}{2} (4 - 2)^2 = 2^m A$$

$$g_{m1} = g_{m2} = \beta (V_{gs} - V_t) = 1 (4 - 2) = 2^m$$

حل ac :



$$V_0 \approx 100^k (g_m V_{sg2} - g_m V_{gs1})$$

$$V_{gs1} = V_i$$

$$V_{sg2} = -V_i$$

$$V_0 \approx 100^k \times 2 g_m V_i$$

$$\frac{V_0}{V_i} \approx 200^k g_m$$

$$\frac{V_0}{V_i} \approx 4$$