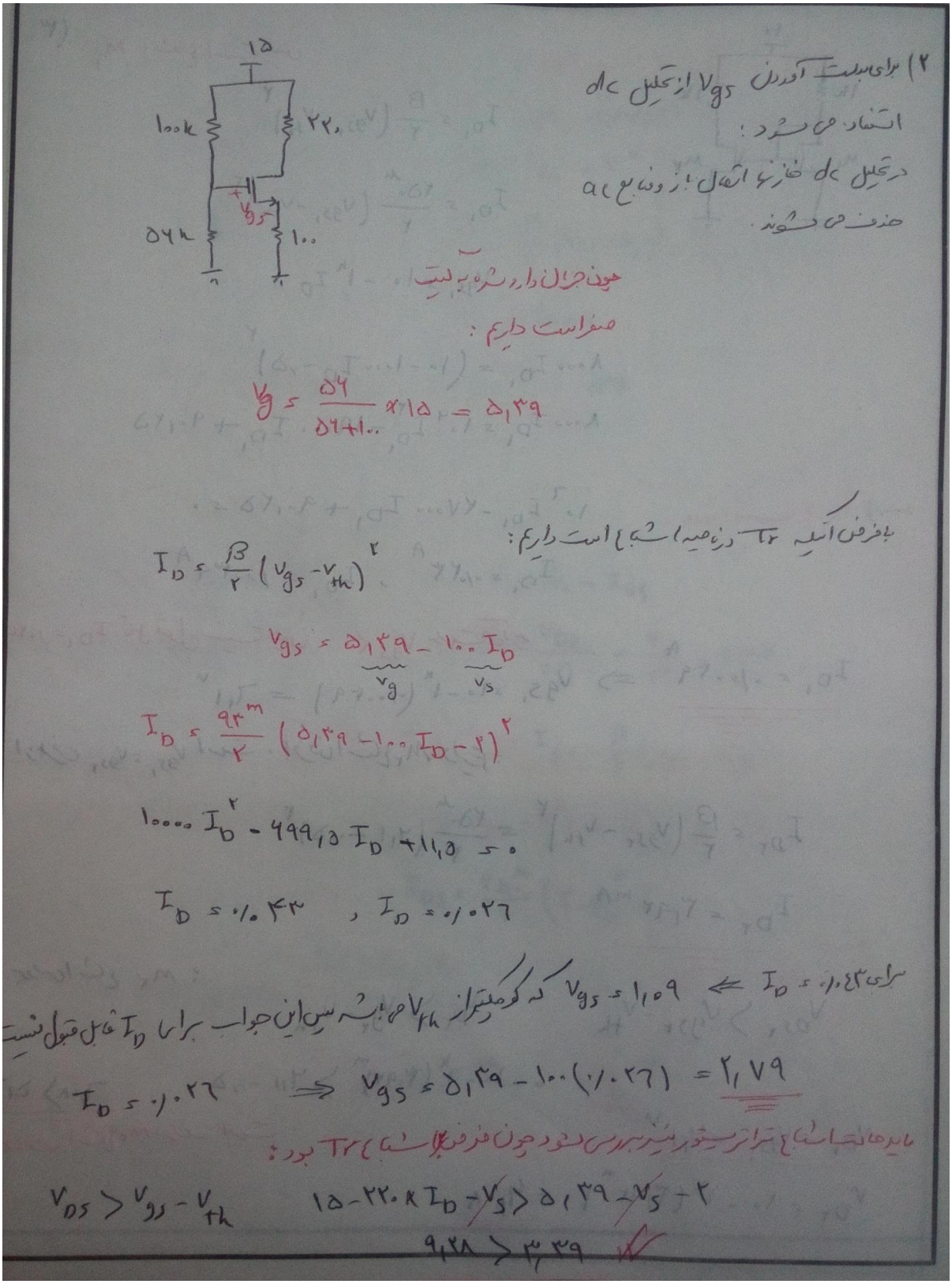
جواب تمرینات سری هفتم

-۲



۲) برای بدست آوردن V_{gs} از تحلیل dc استفاده می‌شود:

در تحلیل dc خازن‌ها اتصال باز و منابع ac حذف می‌شوند.

چون جریان وارد شده به بیس صفر است داریم:

$$V_g = \frac{56}{56+100} \times 15 = 5.39$$

با فرض اینکه T_2 در ناحیه اشباع است داریم:

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

$$V_{gs} = \underbrace{5.39}_{V_g} - 100 \underbrace{I_D}_{V_s}$$

$$I_D = \frac{92^m}{2}(5.39 - 100 I_D - 2)^2$$

$$10000 I_D^2 - 499.5 I_D + 11.5 = 0$$

$$I_D = 0.043 \quad , \quad I_D = 0.027$$

برای $I_D = 0.043 \Rightarrow V_{gs} = 1.09$ که کوچکتر از V_{th} می‌باشد پس این جواب برای I_D قابل قبول نیست

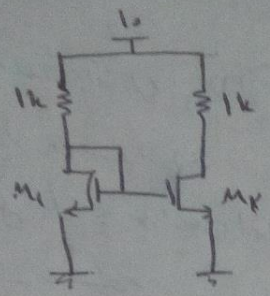
$$I_D = 0.027 \Rightarrow V_{gs} = 5.39 - 100(0.027) = 2.79$$

باید ها تحت اشباع ترانزیستور نیز بررسی شود چون فرض ما اشباع T_2 بود:

$$V_{DS} > V_{gs} - V_{th} \qquad 15 - 220 I_D - V_S > 5.39 - V_S - 2$$

$$9.28 > 3.39$$

(۳



M_1 اشباع است پس

$$I_{D_1} = \frac{\beta}{2}(V_{gs_1} - V_{th})^2$$

$$I_{D_1} = \frac{250^{\mu}}{2}(V_{gs_1} - V_{th})^2$$

$$V_{gs_1} = 10 - 1^{k} I_D$$

$$8000\, I_{D_1} = (10 - 1000\, I_{D_1} - 0.5)^2$$

$$8000\, I_{D_1} = 10^6 I_{D_1}^2 - 19000\, I_{D_1} + 90.25$$

$$10^6 I_{D_1} - 27000\, I_{D_1} + 90.25 = 0$$

$$I_{D_1} = 0.0243^{A} \quad , \quad I_{D_1} = 1.0039^{A}$$

$I_{D_1} = 1.024$ قابل قبول نیست چون $V_{GS} < 0$ میشود.

$$I_{D_1} = 0.0039^{A} \Rightarrow V_{gs_1} = 10 - 1^{k}(0.0039) = 6.11^{V}$$

از طرفی $V_{gs_1} = V_{gs_2}$ است. با فرض اشباع M_2 داریم:

$$I_{D_2} = \frac{\beta}{2}(V_{gs_2} - V_{th})^2 = \frac{250^{\mu}}{2}(6.11 - 0.5)^2$$

$$I_{D_2} = 3.92^{mA}$$

بررسی اشباع M_2:

$$V_{DS_2} > V_{gs_2} - V_{th} \qquad V_{D_2} > V_{g_2} - V_{th}$$

$$10 - 1^{k}(3.92^{m}) > 6.11 - 0.5$$

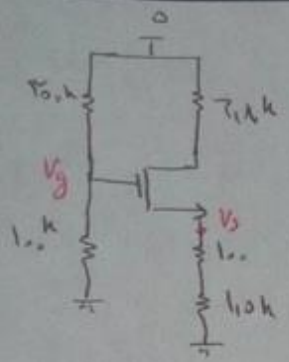
$6.08 < 6.11$ درست است.

پس فرض اشباع M_2 درست است.

$$V_{D_1} = V_{gs_1} = 6.11^{V}$$

$$V_{D_2} = 10 - 1^{k}(3.92^{m}) = 6.08$$

تحلیل dc :



$V_{GS} = 0.7\,V$

$\beta = 500\ \frac{mA}{V^2}$

$V_g = \frac{100}{100+300} \times 5 = 1.25$

از طرفی داریم V_{GS} :

$V_g - V_S = 0.7$

$1.25 - V_S = 0.7$ $\quad V_S = 0.75\,V$

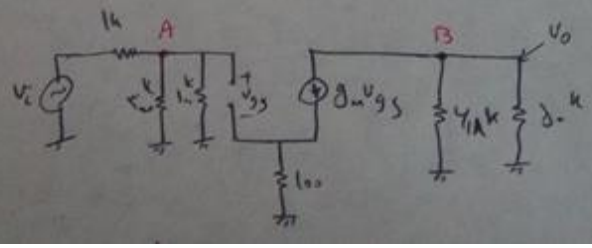
$$I_D = \frac{V_S}{1.7k} = \frac{0.75}{1.7} = 0.448\ mA$$

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

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

$$g_m = \sqrt{2\beta I_D} = \sqrt{2 \times 500^{m} \times 0.448^{m}} = 21.44^{m}$$

تحلیل ac :



$$(KCL)_B \Rightarrow \frac{V_o}{5^k} + \frac{V_o}{6.8^k} + g_m V_{gs} = 0 \Rightarrow 56.8\, V_o = -340^k g_m V_{gs} \quad (1)$$

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

$$(KCL)_A \Rightarrow \frac{V_A - V_i}{1^k} + \frac{V_A -}{300^k} + \frac{V_A}{100^k} = 0 \Rightarrow V_A = \frac{300}{304} V_i \quad (3)$$

$$2,3) \Rightarrow V_{gs}(1 + 100 g_m) = \frac{300}{304} V_i$$

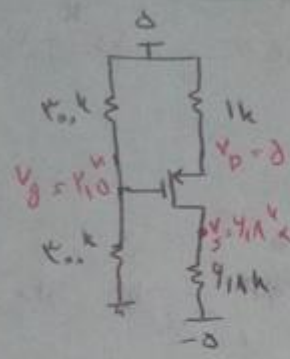
$$V_{gs} = \frac{300}{304(1 + 100 g_m)} V_i \quad (4)$$

$$1,4) \Rightarrow 56.8\, V_o = -340^k g_m \times \frac{300}{304(1 + 100 g_m)} V_i$$

$$\frac{V_o}{V_i} = -\frac{300 \times 340^k g_m}{56.8 \times 304(1 + 100 g_m)} = -\frac{2206.26^k}{54616.15} = -40$$

-۵

تحلیل dc



$I_D = ۰٫۵m$

$V_D = ۵ - ۱^{k} \times ۰٫۵^{m} = ۴٫۵$

$V_S = ۶٫۸^{k} \times ۰٫۵^{m} - ۵ = -۱٫۶$

Tr بررسی اشباع $\Rightarrow V_{DS} > V_{gs} - V_t$

$۴٫۵ - ۳٫۴ > ۲٫۵ + ۱٫۶ - V_t$

$\boxed{۱٫۱ > ۰٫۱}$ فشار دارد

با فرض اشباع $\Rightarrow I_D = \frac{\beta}{۲}(V_{gs} - V_t)^۲$

$۰٫۵^{m} = \frac{۱۰۰^{m}}{۲}(V_{gs} - V_t)^۲$

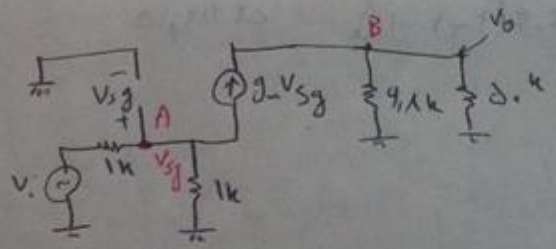
$V_{gs} - V_t = \frac{۱}{۱۰}$

$۴٫۱ - V_t = ۰٫۱$

$\boxed{V_t = ۴}$

$g_m = \sqrt{۲\beta I_D} = \sqrt{۲ \times ۱۰۰^{m} \times ۰٫۵^{m}} = ۱۰^{m}$

تحلیل ac :



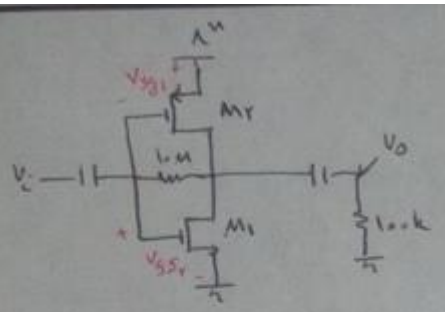
$(k=1)_A \Rightarrow \frac{V_{sg}}{۱k} + \frac{V_{sg} - V_i}{۱k} + g_m V_{sg} = ۰$ $\quad V_{sg}(۱^{k} g_m + ۲) = V_i$ (۱)

$(k=1)_B \Rightarrow \frac{V_o}{۶٫۸^{k}} + \frac{V_o}{۵۰^{k}} - g_m V_{sg} = ۰$ $\quad ۵۶٫۸ V_o = ۳۴۰^{k} g_m V_{sg}$ (۲)

$(۱,۲) \Rightarrow V_o = \frac{۳۴۰^{k} g_m}{۵۶٫۸} \times \frac{V_i}{۱^{k} g_m + ۲}$ $\quad \frac{V_o}{V_i} = \frac{۳۴۰^{k} g_m}{۵۶٫۸(۱^{k} g_m + ۲)}$

$\boxed{\frac{V_o}{V_i} = ۴٫۹۸}$

تحلیل dc :



$$V_{sg_1} + V_{gs_2} = 8^V$$

از آنجایی که ترانزیستورها مشابه و دارای V_t یکسان هستند

پس $V_{sg_1} = V_{gs_2}$

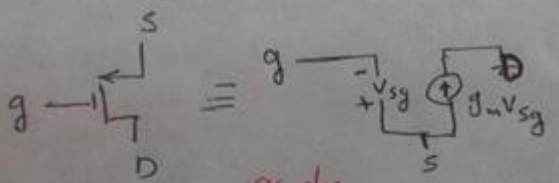
$$|V_{gs1}| = 4^V$$

دو ترانزیستور در ناحیه اشباع هستند چون از مقاومت $1^M\Omega$ جریان می‌گذرد و درین M_1 را به G آن وصل کرده‌ایم و برای M_2 نیز به همین شکل.

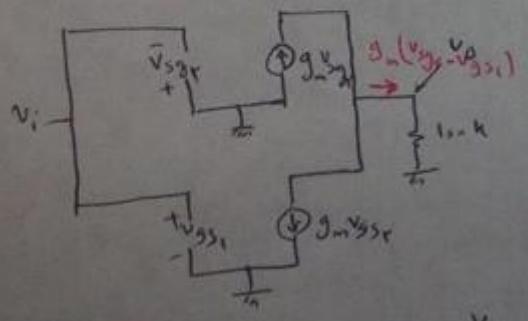
$$I_{D_1} = I_{D_2} = \frac{\beta}{2}(V_{gs_1} - V_t)^2 = \frac{0.1^m}{2}(4-2)^2 = 0.2^{mA}$$

$$g_{m_1} = g_{m_2} = \beta(V_{gs} - V_t) = 0.1(4-2) = 0.2^m$$

تحلیل ac :



ac در PMOS



$$V_o = 100^k\left(g_m V_{sg_2} - g_m V_{gs_1}\right)$$

$V_{gs_1} = V_i$

$V_{sg_2} = -V_i$

$$V_o = -100^k \times 2 g_m V_i$$

$$\frac{V_o}{V_i} = -200^k \times g_m$$

$$\frac{V_o}{V_i} = -40$$