براساس دفترچه C

۱۰۳- گزینه ۲ صحیح است.

اگر به ازای $V_{in} = 2\,V$ دیودهای D_2، D_3، D_4 و D_5 را قطع فرض کنیم در این حالت D_1 روشن و ولتاژ خروجی (V_{out}) برابر است با:

$$V_{out} = 2 \times \frac{10K}{10K + 10K} = 1V$$

و فرض اولیه ما نیز تأیید می‌شود.

۱۰۴- گزینه ۴ صحیح است.

$$P_{Z_{min}} = 1mW \Rightarrow I_{Z_{min}} = \frac{1m}{5} = 0.2mA$$

به ازای حداکثر مقدار ولتاژ ورودی و حداکثر مقدار بار جریان عبوری از زنر نباید از $I_{Z_{max}} = 5mA$ بیشتر شود پس برای مقاومت R بدست می‌آید:

$$\frac{18-5}{R} - \frac{5}{25K} = 5mA \Rightarrow R = 2.5K\Omega$$

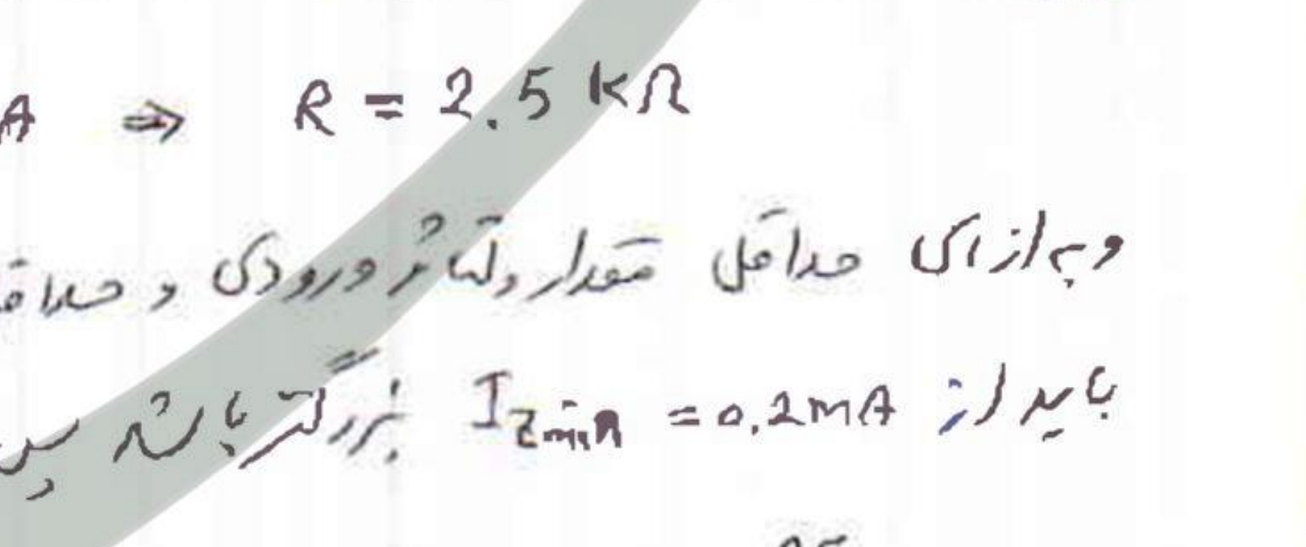
و به ازای حداقل مقدار ولتاژ ورودی و حداقل مقدار بار (R_{Lmin}) جریان عبوری از زنر باید از $I_{Z_{min}} = 0.2mA$ بزرگتر باشد پس می‌توان نوشت:

$$\frac{15-5}{2.5K} - \frac{5}{R_{Lmin}} \geq 0.2mA \Rightarrow R_{Lmin} \geq \frac{25}{19}K\Omega$$

۱۰۵- گزینه 1 صحیح است.

$$r_e = \frac{25^m}{1m} = 25\Omega$$

$$h_{ie} = (1+\beta) r_e = 2.5K\Omega$$



$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{-2.0K}{2.5K + 2.5K} = -4$$

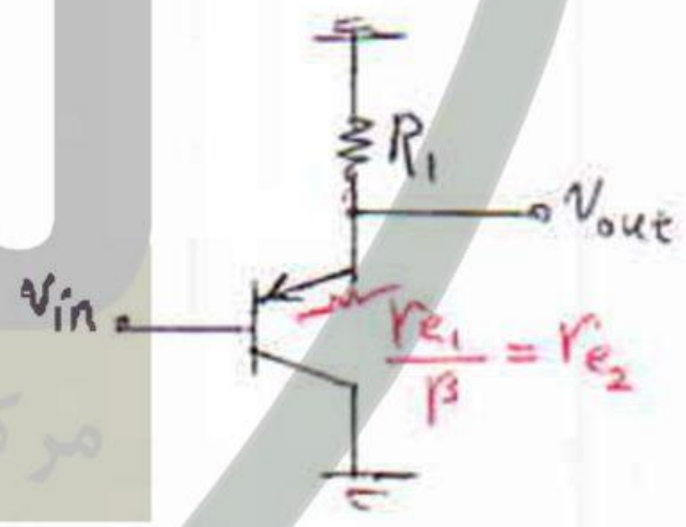
۱۰۶- گزینه ۳ صحیح است.

$$I_o = \frac{\left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)V_{BE} - 3V_{BE}}{R_E}$$

$$\frac{\partial I_o}{\partial T} = 0 \Rightarrow \left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)\frac{\partial V_{BE}}{\partial T} - 3\frac{\partial V_{BE}}{\partial T} = 0 \Rightarrow 1+\frac{R_2}{R_1} = 3 \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 2$$

۱۰۷- گزینه ۴ صحیح است.

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_1}{R_1 + r_{e_2}}$$



۱۰۸- گزینه ۳ صحیح است.

$$\text{KCL1}\quad \overset{2^m}{g_{m5}}V_{g5} + \overset{2_0^m}{g_{m_1}}\frac{V_{in}}{2} = 0 \Rightarrow V_{g5} = -5V_{in} \Rightarrow V_{g6} = 5V_{in}$$

$$\text{KCL2}\quad \overset{1_0^m}{g_{m_3}}\left(\frac{V_o}{-2} - \overset{5V_{in}}{V_{g6}}\right) + \overset{2_0^m}{g_{m_1}}\frac{V_{in}}{2} \Rightarrow \frac{V_o}{V_{in}} = 8$$

۱۰۹- گزینه ۱ صحیح است.

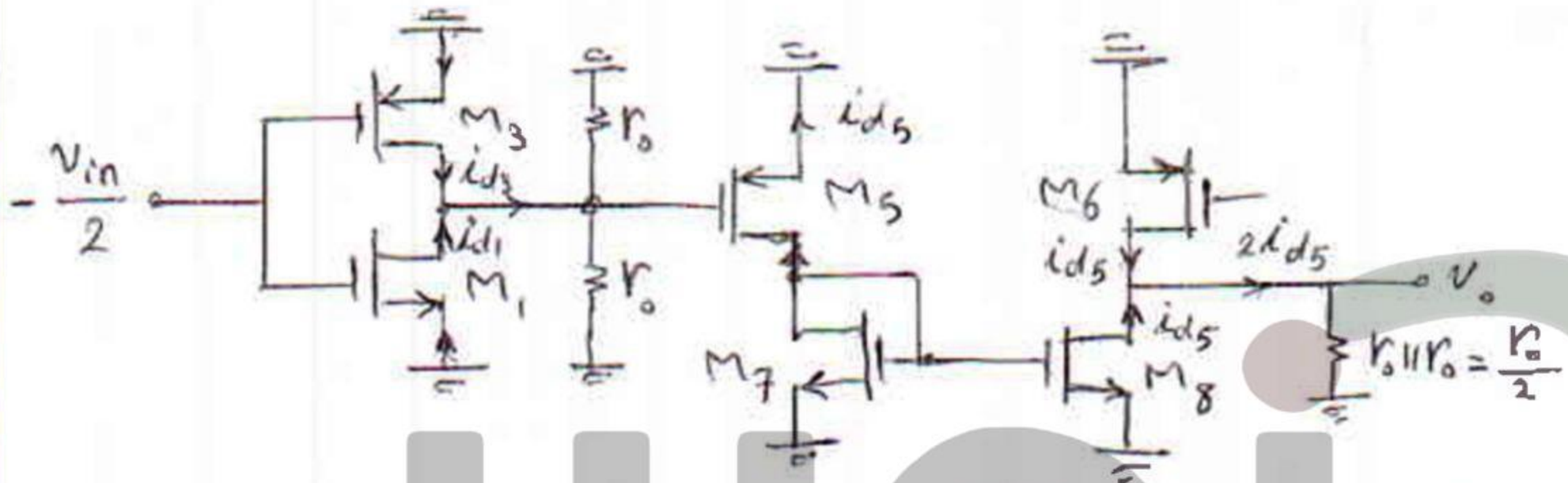
$$\beta = \frac{V_f}{V_o} = \frac{100}{100+900} = \frac{1}{10} \quad , \quad R_{11f} = 100\|11K \cong 100\Omega \quad , \quad R_{22f} = 10\|11K \cong 10\Omega$$

$$a = \frac{V_o}{V_i} = \frac{100}{200} \times \frac{-1K\|2.2K}{1.1K} \times \frac{-1K}{2K} \simeq 2.5$$

$$A_{Vf} = \frac{V_o}{V_i} = \frac{a}{1+a\beta} = \frac{2.5}{1.25} = 2$$

توجه: چون مدار بیش از دو گره دارد از روش تحلیل جریان به زمان طولانی تری نیاز دارد.

۱۱۰ - گزینه ۲ صحیح است



$$i_{d_1} = i_{d_3} = g_m \frac{v_{in}}{2} \Rightarrow v_{g_5} = 2 i_{d_1} (r_o \| r_o) = 2 g_m \frac{v_{in}}{2} \frac{r_o}{2} = 50 v_{in}$$

$$i_{d_5} = g_m v_{g_5} = 10^m \times 50 v_{in} \Rightarrow v_o = 2 i_{d_5} \times \frac{r_o}{2} = 500^m \times 10^K v_{in} \Rightarrow \frac{v_o}{v_{in}} = 5000$$

۱۱۱ - گزینه 1 صحیح است

$$\frac{1}{g_{m_1}} = \frac{1}{20^m} = 50\,\Omega$$

$$v_{out} = v_{d_1} - v_{d_2} = \frac{v_{in}}{50+50} \times 1K - \left(-\frac{v_{in}}{2} \times \underbrace{g_{m_2}}_{40^m} \times 0.5K\right) = 20 v_{in}$$

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = 20$$

۱۱۲ - گزینه ۳ صحیح است.

$$I^m = K (0.2)^2 \rightarrow K = 25 \frac{mA}{V^2} \quad , \quad g_m = 2K(V_{GS} - V_t) = 10 \frac{mA}{V}$$

روش اول :

$$i_f = g_m \frac{v_o}{2} \Rightarrow F = \frac{i_f}{v_o} = \frac{1}{2} g_m = 5\ {}^{mA}/_{V}$$

$$A_m = \frac{v_o}{i_{in}} \simeq \frac{1}{F} = 20$$

روش دوم : با استفاده از روش تحلیل جریان

$$\left(i_{in} - \underbrace{g_m}_{10^m} \frac{v_{out}}{2}\right) \times (1.0^K + 1.0^K) = v_{out}$$

$$20 i_{in} = v_{out} \Rightarrow A_m = \frac{v_{out}}{i_{in}} = 20$$

۱۱۳ - گزینه ۲ صحیح است.

$$\omega_{L-3dB} = \frac{1}{\left[\frac{(2.0^K \| 12.0^K) \| 10.0^K}{(1+\beta)_{=100}} + \frac{1}{(g_m)_{=10^{-3}}}\right] \times 10 \times 10^{-6}} = \frac{4}{3} K \frac{rad}{sec}$$

۱۱۴ - گزینه ۴ صحیح است.

$$K = \frac{1}{2} C_{ox} \mu_n \left(\frac{W}{L}\right)_1 = 12.5 \frac{mA}{V^2}$$

$$I_{D_2} = 3 \circ I_{D_1} = 3 \circ mA$$

نکته مهمی که در حل این تست باید به آن توجه شود این است که در اکثر مقدار ولتاژ ورودی 5 ولت ($V_{iP}^+ = 5^V$) ذکر شده است نه دامنه ولتاژ ورودی و این مقدار باعث خارج شدن M_1 از ناحیه اشباع (اشباع) نمی گردد و چون M_2 در آرایش دیفرانسیل مشترک کار می کند به ازای هر مقدار ورودی ($V_{iP}^+ = 5^V$) هر اکثر مقدار ولتاژ خروجی (V_{oP}^+) را خواهیم داشت که برابر است با:

$$[12.5^m (5 - V_{oP}^+ - 1)^2 - 3 \circ^m] \times 100 = V_{oP}^+ \Rightarrow V_{oP}^+ = 2V$$

و به ازای M_1 در مرز قطع ($I_{D_1} = 0$) یک منفی ولتاژ خروجی را خواهیم داشت که برابر است با:

$$V_{oP}^- = -3 \circ^m \times 100 = -3V$$

توجه: $V_{oP}^- = -3V$ باعث خارج شدن M_2 از ناحیه فعال نمی شود در نتیجه M_2 محدودیتی در خروجی ایجاد نمی کند.

با توجه به یک منفی خروجی ($V_{oP}^- = -3V$) حداکثر مقدار ولتاژ ورودی (V_{iP}^-) برای اینکه M_1 در مرز قطع کار کند برابر است با:

$$V_{iP}^- = V_{oP}^- + V_t = -3 + 1 = -2V$$

پس براحتی می توان تشخیص داد که یک تو یک ولتاژ ورودی برابر $V_{in_{P-P}} = 5 - (-2) = 7^V$ و دامنه ورودی برابر $\frac{7}{2} = 3.5^V$ می باشد فرتیبی ولتاژ DC ورودی برابر است با:

$$V_{idc} = V_{iP}^+ - 3.5 = 5 - 3.5 = 1.5^V$$

با توجه به ولتاژ DC ورودی ($V_{idc} = 1.5^V$) ولتاژ DC خروجی را می توان به صورت زیر محاسبه کرد.

$$[12.5^m (1.5 - V_{odc} - 1)^2 - 3 \circ^m] \times 100 = V_{odc} \Rightarrow V_{odc} = -0.82^V \Rightarrow \begin{cases} V_{om}^+ = V_{oP}^+ - V_{odc} = 2.82^V \\ V_{om}^- = V_{bd} - V_{oP}^- = 2.18^V \end{cases} \Rightarrow V_{om} = 2.18^V$$