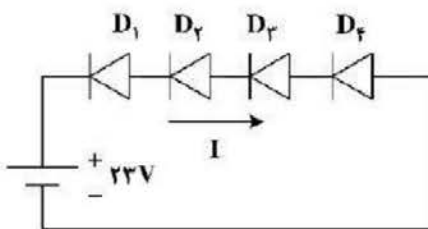


❖ پاسخ تشریحی سوالات درس الکترونیک، کنکور ارشد برق ۱۴۰۱

مهرشاد مسعودی

۶۱- با فرض اینکه جریان اشباع معکوس دیودهای  $D_1, D_2, D_3, D_4$  به ترتیب  $2\mu A, 3\mu A, 5\mu A, 7\mu A$  و ولتاژ شکست همه دیودها برابر  $10V$  باشد، مقدار جریان  $I$  چند  $\mu A$  است؟



- ۳ (۱)
- ۷ (۲)
- ۲ (۳)
- ۵ (۴) ✓

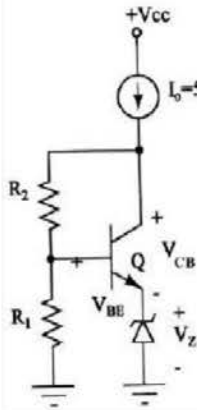
پاسخ:

باتوجه به جریان‌ها اشباع معکوس داده شده دیودها  $D_1$  و  $D_2$  به ناصبی شکست می‌روند و افت ولتاژ دو سر آنها  $10V$  می‌شود. دیود  $D_3$  در ناصبی خط مستقیم قرار دارد و افت ولتاژ دو سر آن  $3V$  است. جریان دیود  $D_3$  برابر با  $5\mu A$  یعنی همان  $I_3$  می‌باشد. دیود  $D_4$  در ناصبی افتخار کار می‌کند و جریان عبوری از آن باید کمتر از  $I_4$  باشد.

باتوجه به توضیحات بالا:  $I = 5\mu A$

۶۲- در مدار داده شده به ازای چه مقدار نسبت  $\frac{R_2}{R_1}$ ، ضریب حرارتی ولتاژ  $V_{CE}$ ، صفر می شود؟ ( $\frac{\Delta V_{CE}}{\Delta T} = 0$ )

(فرض کنید ترانزیستور در ناحیه فعال و دیود همه در ناحیه شکست زبری قرار دارد.)



$$\frac{\Delta V_Z}{\Delta T} = +8 \text{ mV}/^\circ\text{C}$$

$$\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta T} = -2 \text{ mV}/^\circ\text{C}$$

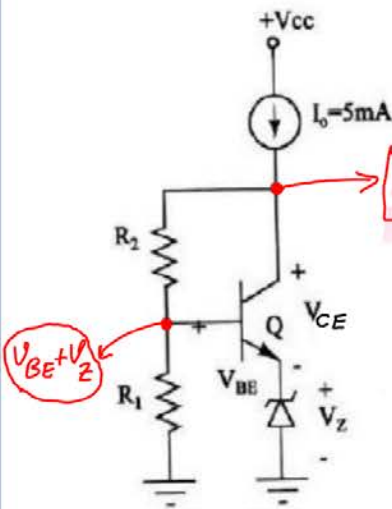
$$\frac{1}{2} \quad (1)$$

$$2 \quad (2)$$

$$\frac{1}{3} \quad (3) \checkmark$$

$$1 \quad (4)$$

پاسخ:



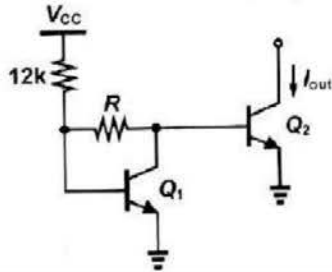
تقسیم ولتاژ:

$$V_{BE} + V_Z = \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) \times (V_{CE} + V_Z)$$

$$\rightarrow \frac{\partial V_{BE}}{\partial T} + \frac{\partial V_Z}{\partial T} = \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) \times \left( \frac{\partial V_{CE}}{\partial T} + \frac{\partial V_Z}{\partial T} \right)$$

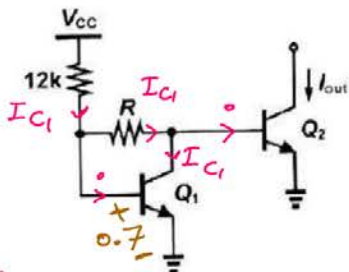
$$\rightarrow \frac{6}{8} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \rightarrow 1 + \frac{R_2}{R_1} = \frac{8}{6} \rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{3}$$

۶۳- در منبع جریان شکل زیر، مقاومت  $R$  چند اهم باشد تا تغییرات ولتاژ تغذیه حول  $V_{cc} = 2.2V$ ، تغییری در جریان خروجی ایجاد نکند؟ (فرض کنید  $\beta = \infty$  و  $V_T = 25mV$  و  $V_{BE(ON)} = 0.7V$ )



- ۳۰۰ (۱)
- ۱۰۰ (۲)
- ۴۰۰ (۳)
- ۲۰۰ (۴) ✓

DC تحلیل:

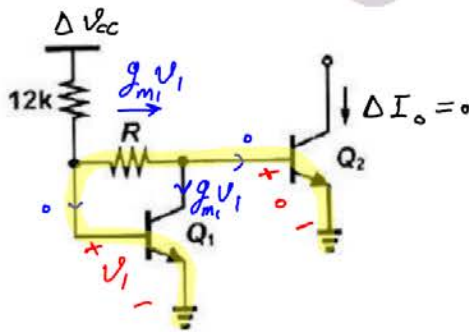


$$I_{C1} = \frac{2.2 - 0.7}{12k\Omega} = \frac{1}{8} mA$$

$$\rightarrow g_{m1} = 40 \times \frac{1}{8} = 5 \frac{mA}{V}$$

پاسخ:

AC تحلیل:

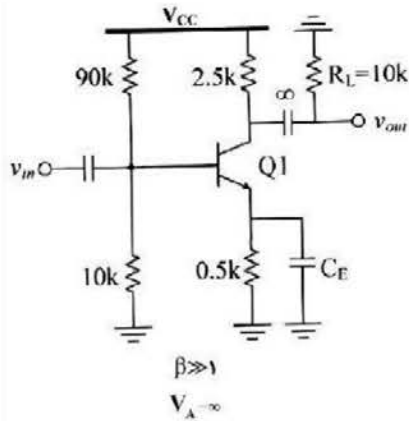


kvl:

$$-v_1 + g_{m1} R v_1 = 0$$

$$\rightarrow R = \frac{1}{g_{m1}} = \frac{1}{5} k\Omega = 200 \Omega$$

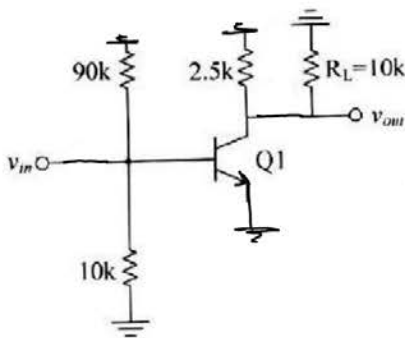
۶۴- در مدار شکل زیر، مقدار بهره ولتاژ  $A_v = \frac{v_{out}}{v_{in}}$  در حالت  $C_E = \infty$  برابر با ۴ است. مقدار اندازه بهره آن در



حالت  $C_E = 0$  چقدر است؟

- ۲ (۱) ✓
- ۶ (۲)
- ۱ (۳)
- ۳ (۴)

if  $C_E = \infty$



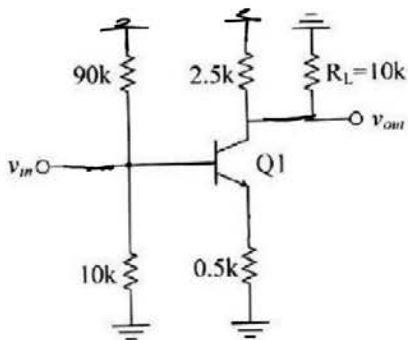
$$|A_v| = g_{m1} (2.5k \parallel R_L)$$

$$\rightarrow g_{m1} (2.5k \parallel 10k) = 4$$

$$\rightarrow \boxed{g_{m1} = 2}$$

پاسخ:

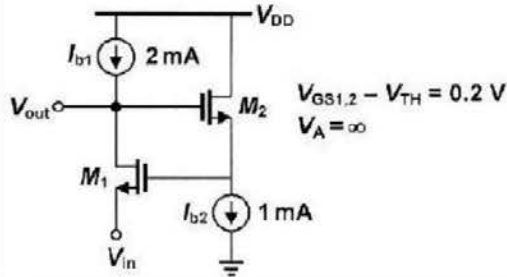
if  $C_E = 0$



$$|A_v| = \frac{R_L \parallel 2.5k}{\frac{1}{g_{m1}} + 0.5k} = \frac{2}{0.5 + 0.5}$$

$$\rightarrow \boxed{|A_v| = 2}$$

۶۵- در مدار شکل زیر، همه ترانزیستورها در ناحیه اشباع بایاس شده‌اند و منابع جریان ایدئال هستند. مقدار بهره



ولتاژ  $A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$  برابر با کدام گزینه است؟

- ۳ (۱)
- ۱ (۲) ✓
- ۴ (۳)
- ۲ (۴)

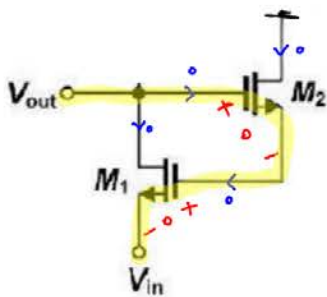
پاسخ:

DC

$$I_{D1} = 2 \text{ mA} \rightarrow g_{m1} = \frac{2I_{D1}}{V_{eff1}} = \frac{4}{0.2} = 20 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$

$$I_{D2} = 1 \text{ mA} \rightarrow g_{m2} = \frac{2I_{D2}}{V_{eff2}} = \frac{2}{0.2} = 10 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$

ac



kvcl :

$$V_{out} = V_{in} \rightarrow A_v = 1$$

۶۶- در مدار شکل زیر، بهره ولتاژ ( $V_o/V_i$ ) به کدام گزینه نزدیکتر است؟ (فرض کنید:  $|V_{BE(ON)}| = 0.6V$ )

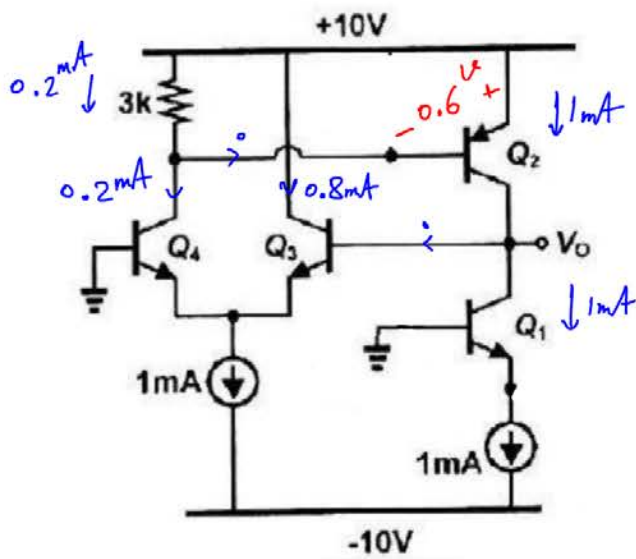
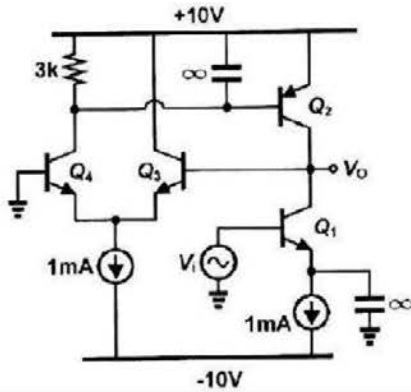
( $V_T = 25mV$  و  $V_A = \infty$ ,  $\beta = 80$ )

(۱) -۳۶۰

(۲) -۱۶۰

(۳) -۵۰۰ ✓

(۴) -۳۲۰

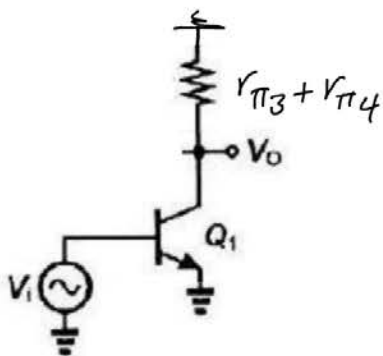


پاسخ: تحلیل DC

$$g_{m_{1,2}} = 40 \times 1 = 40 \frac{mA}{V}$$

$$g_{m_3} = 40 \times 0.8 = 32 \rightarrow r_{\pi_3} = \frac{\beta}{g_{m_3}} = 2.5 k\Omega$$

$$g_{m_4} = 40 \times 0.2 = 8 \rightarrow r_{\pi_4} = \frac{\beta}{g_{m_4}} = 10 k\Omega$$

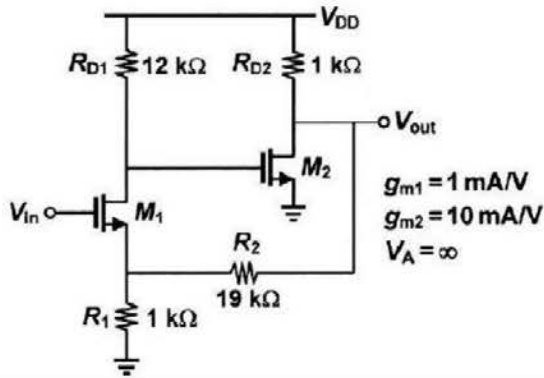


تحلیل AC

$$A_v = -g_{m_1} (r_{\pi_3} + r_{\pi_4}) = -500$$

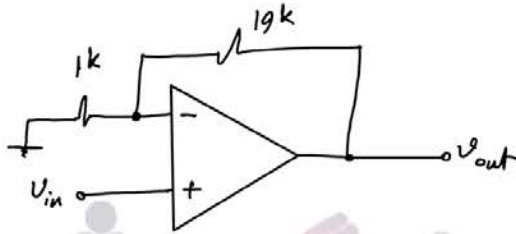


۶۷- در مدار شکل زیر، همه ترانزیستورها در ناحیه اشباع بایاس شده‌اند. مقدار ولتاژ  $V_{out} = \frac{V_{out}}{V_{in}}$  به کدام گزینه نزدیکتر است؟



نزدیکتر است؟

- ۱۵ (۱) ✓
- ۵ (۲)
- ۲۰ (۳)
- ۱۰ (۴)



$$\left(\frac{V_{out}}{V_{in}}\right)_{op-Amp} = 20$$

پاسخ:

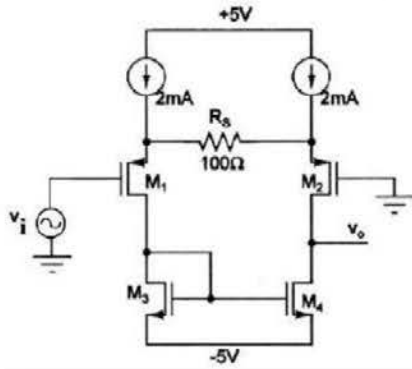
بدین صورت آوردن بهره حله:

$$|L| = (g_{m2} R_{D2}) \times \left( \frac{R_1 \parallel \frac{1}{g_{m1}}}{(R_1 \parallel \frac{1}{g_{m1}}) + R_2} \right) \times (g_{m1} R_{D1}) = 3$$

$$\rightarrow A_v = \frac{|L|}{1 + |L|} \times \left(\frac{V_{out}}{V_{in}}\right)_{op-Amp} = \frac{3}{4} \times 20 = 15$$

۶۸- در تقویت کننده دیفرانسیل داده شده، مقدار تقریبی بهره ولتاژ  $A_v = \frac{v_o}{v_i}$  کدام است؟

(فرض کنید  $\lambda = 0.01 \text{ V}^{-1}$ ,  $|V_{TH}| = 1 \text{ V}$ ,  $\mu_n C_{ox} \frac{W}{L} = \mu_p C_{ox} \frac{W}{L} = 4 \text{ mA/V}^2$ )



- ۱۲۰ (۱)
- ۵۰ (۲)
- ۲۰۰ (۳)
- ۹۰ (۴) ✓

تحلیل DC

$$I_{D_{1-4}} = 2 \text{ mA} \rightarrow g_{m_{1-4}} = 2 \sqrt{k I_D} = \frac{4 \text{ mA}}{\text{V}} \quad ; \quad r_o = \frac{1}{\lambda I_D} = 50 \text{ k}\Omega$$

پاسخ:

تحلیل AC

روشن کردن:

$$R_{out} = r_{o4} \parallel [r_{o2} (1 + g_{m2} R_{S2})] = 50 \text{ k} \parallel [50 \text{ k} (1 + 4 \times \frac{1 \text{ k}}{20})]$$

$$\rightarrow R_{out} \approx 27 \text{ k}\Omega$$

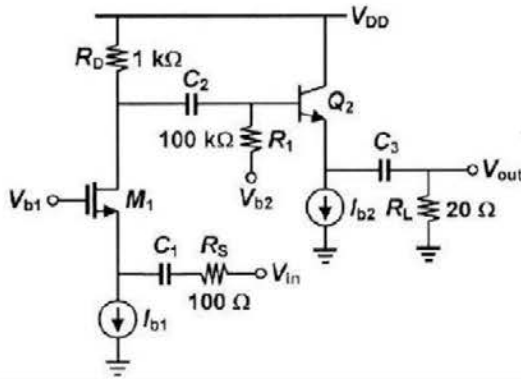
$$G_m = \frac{i_{sc}}{v_{in}} = \frac{1}{v_{in}} \times \frac{2v_{in}}{\frac{1}{g_{m1}} + \frac{1}{g_{m2}} + R_S} = \frac{2}{\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{10}} = \frac{2}{\frac{12}{20}} = \frac{20}{6} = \frac{10}{3}$$

$$\rightarrow A_v = -G_m \times R_{out} = -27 \times \frac{10}{3} = -90$$



۶۹- در مدار شکل زیر، همه ترانزیستورها در ناحیه فعال بایاس شده‌اند و منابع جریان ایدنال هستند. مقدار فرکانس

قطع پایین  $-20\text{dB}$  بهره ولتاژ  $A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$  بر حسب کیلوهرتز بر نایبه برابر با کدام گزینه است؟



$$V_{GS1} - V_{TH} = 0.2 \text{ V}$$

$$\beta = 100$$

$$V_T = 25 \text{ mV}$$

$$V_A = \infty$$

$$I_{b1} = 1 \text{ mA}$$

$$I_{b2} = 2.5 \text{ mA}$$

$$C_1 = 5 \mu\text{F}$$

$$C_2 = 5 \mu\text{F}$$

$$C_3 = 2.5 \mu\text{F}$$

تحلیل DC

$$I_1 = 1 \text{ mA} \rightarrow g_{m1} = \frac{2I_1}{V_{eff1}} = 10 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$

$$I_2 = 2.5 \text{ mA} \rightarrow g_{m2} = 40 \times I_2 = 100 \frac{\text{mA}}{\text{V}} ; r_{\pi2} = \frac{\beta}{g_{m2}} = 1 \text{ k}\Omega$$

تحلیل ac

$$C_1: R_{P1} = R_S + \frac{1}{g_{m1}} = 200 \Omega \rightarrow \omega_{P1} = \frac{1}{R_{P1}C_1} = 1 \frac{\text{krad}}{\text{s}}$$

$$C_2: R_{P2} = R_D + [R_1 \parallel (r_{\pi2} + \beta \times R_L)] = 4 \text{ k}\Omega \rightarrow \omega_{P2} = \frac{1}{R_{P2}C_2} = \frac{1}{20} \frac{\text{krad}}{\text{s}}$$

$$C_3: R_{P3} = R_L + \frac{1}{\beta} (r_{\pi2} + (R_D \parallel R_1)) = 40 \Omega \rightarrow \omega_{P3} = \frac{1}{R_{P3}C_3} = 10 \frac{\text{krad}}{\text{s}}$$

$$\omega_L = \sqrt{\omega_{P1}^2 + \omega_{P2}^2 + \omega_{P3}^2} \approx 10 \frac{\text{krad}}{\text{s}}$$

پاسخ: