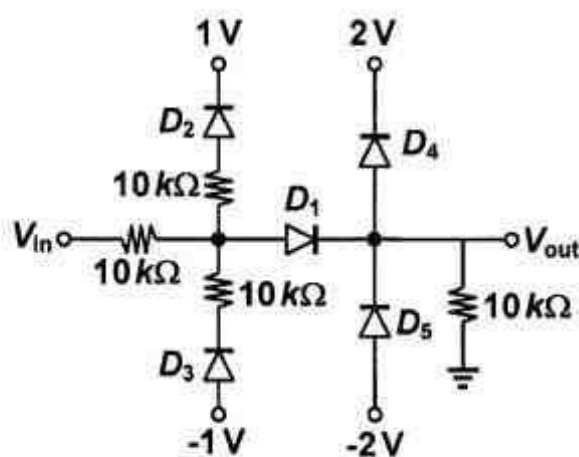


الکترونیک (۱ و ۲):

۱- در مدار شکل زیر، همه دیودها ایده آل هستند. به ازای ورودی V_{in} برابر با ۲ ولت، ولتاژ خروجی V_{out} چند ولت است؟



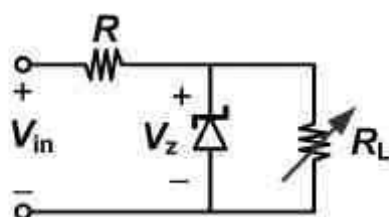
(۱) صفر

(۲) ۱

(۳) $\frac{4}{3}$

(۴) ۲

۲- در مدار یکسو کننده زیر مقدار مقاومت R چند کیلو اهم بایستی باشد تا عمل یکسوسازی برای حداکثر محدوده بار R_L صورت گیرد؟ همچنین حداقل مقدار R_L برای عملکرد صحیح مدار چند کیلو اهم است؟



$$V_z = 5V, V_{in,max} = 18V, V_{in,min} = 15V$$

$$I_{z,max} = 5mA, R_{L,max} = 25k\Omega$$

$$P_{z,min} = 1mW$$

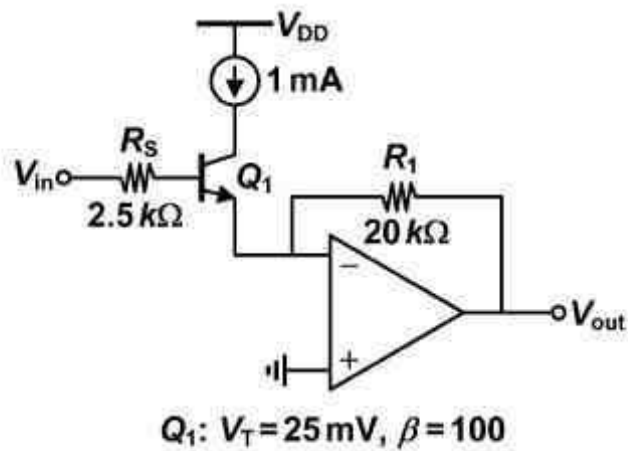
$$R_L \geq 0, R = \frac{25}{13} \quad (1)$$

$$R_L \geq 1, R = \frac{25}{13} \quad (2)$$

$$R_L \geq 1, R = 2.5 \quad (3)$$

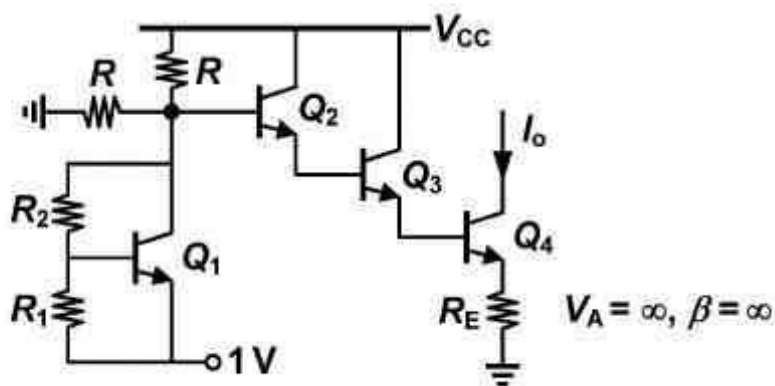
$$R_L \geq \frac{25}{19}, R = 2.5 \quad (4)$$

۳- در مدار شکل زیر تقویت کننده عملیاتی و منبع جریان ایده آل هستند. مقدار بهره ولتاژ $A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$ آن تقریباً برابر کدام است؟



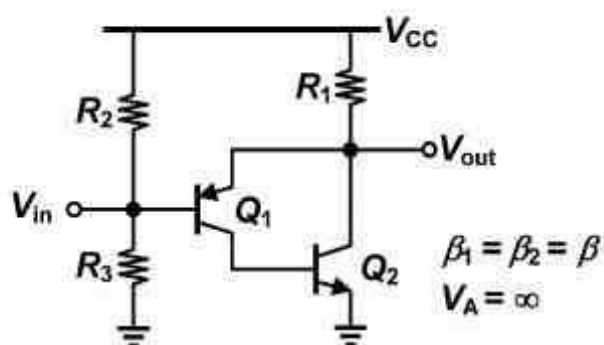
- (۱) -۴
- (۲) -۸
- (۳) -۲۰۰
- (۴) -۴۰۰

۴- در مدار شکل زیر نسبت R_2/R_1 چقدر بایستی باشد تا جریان I_o نسبت به تغییرات V_{BE} غیر حساس باشد؟ همه ترانزیستورها یکسان هستند.



- (۱) ۴
- (۲) ۳
- (۳) ۲
- (۴) ۱

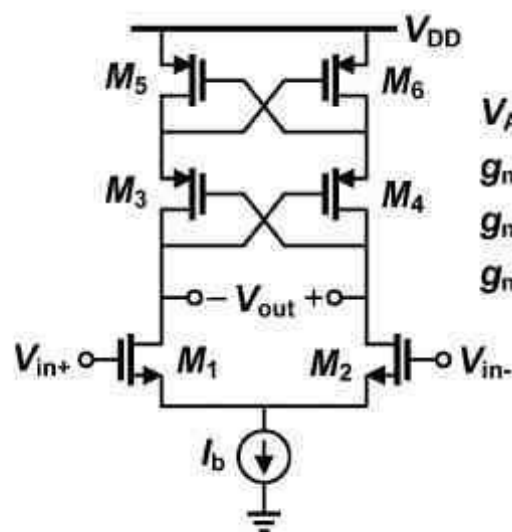
۵- مقدار بهره ولتاژ $A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$ مدار زیر، به کدام گزینه نزدیک تر است؟



- (۱) $\frac{R_1}{r_{e1}}$
- (۲) $\frac{R_1}{r_{e2}}$
- (۳) $\frac{R_1}{R_1 + r_{e1}}$
- (۴) $\frac{R_1}{R_1 + r_{e2}}$

۶ - در مدار تقویت کننده تفاضلی شکل زیر همه ترانزیستورهای متناظر با هم یکسان بوده و در ناحیه اشباع بایاس شده‌اند. در محاسبات خود از اثر مدولاسیون طول کانال و بدنه ترانزیستورها صرف نظر کنید. مقدار بهره ولتاژ

تفاضلی $A_d = \frac{V_{out}}{V_{in+} - V_{in-}}$ آن برابر کدام است؟



$$V_A = \infty$$

$$g_{m1,2} = 20 \text{ mA/V}$$

$$g_{m3,4} = 10 \text{ mA/V}$$

$$g_{m5,6} = 2 \text{ mA/V}$$

۱۲ (۱)

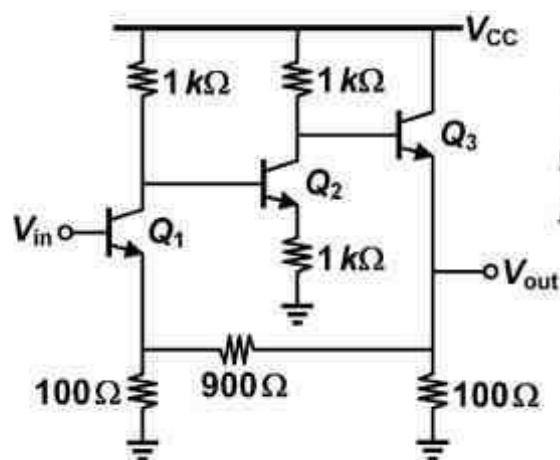
۱۰ (۲)

۸ (۳)

۶ (۴)

۷ - در مدار شکل زیر همه ترانزیستورها در ناحیه فعال بایاس شده‌اند. مقدار بهره ولتاژ $A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$ آن به

کدام گزینه نزدیک تر است؟



$$V_A = \infty$$

$$g_m = 10 \text{ mA/V}$$

$$\beta = 100$$

۲ (۱)

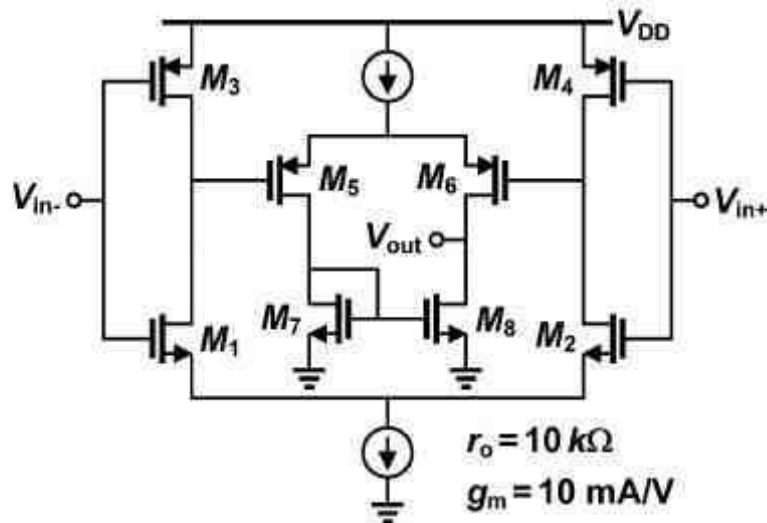
۵,۵ (۲)

۱۰ (۳)

۷,۵ (۴)

۸ - در مدار تقویت کننده تفاضلی شکل زیر همه ترانزیستورها با هم یکسان بوده و در ناحیه اشباع بایاس شده‌اند.

مقدار بهره ولتاژ تفاضلی $A_d = \frac{V_{out}}{V_{in+} - V_{in-}}$ آن تقریباً برابر کدام است؟



(۱) ۱۰۰۰

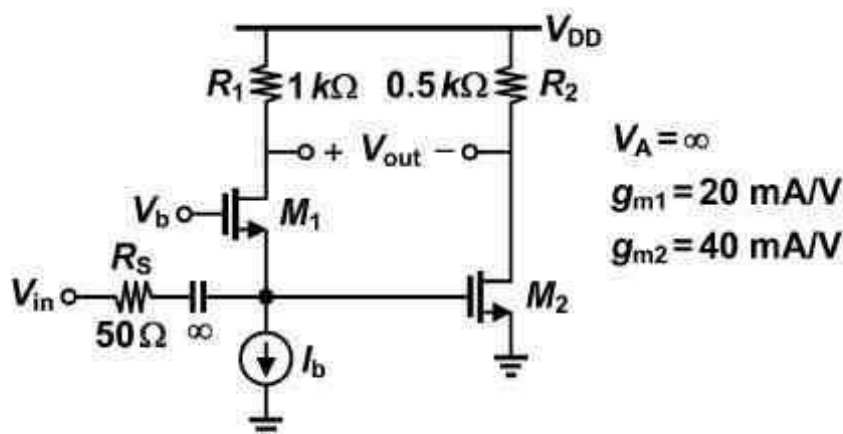
(۲) ۵۰۰۰

(۳) ۱۰۰۰۰

(۴) ۲۰۰۰۰

۹ - در مدار تقویت کننده شکل زیر همه ترانزیستورها در ناحیه اشباع بایاس شده‌اند و منبع جریان I_b ایده‌آل است. در محاسبات خود از اثر مدولاسیون طول کانال و بدنه ترانزیستورها صرف نظر کنید. مقدار بهره ولتاژ آن

$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$ آن برابر کدام است؟



(۱) ۲۰

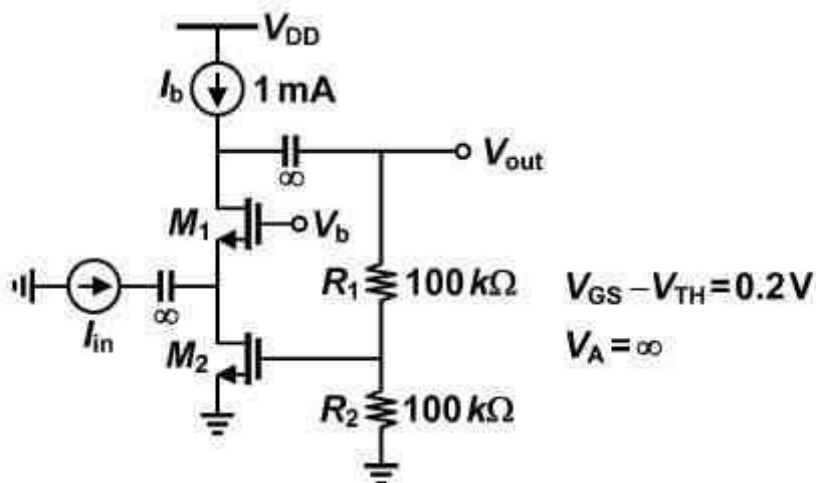
(۲) ۱۰

(۳) ۴۰

(۴) ۳۰

۱۰- در مدار شکل زیر همه ترانزیستورها در ناحیه اشباع بایاس شده‌اند و منبع جریان I_b ایده‌آل است. مقدار بهره

$$A_m = \frac{V_{out}}{I_{in}} \text{ آن تقریباً چند اهم است؟}$$



(۱) ۴۰۰

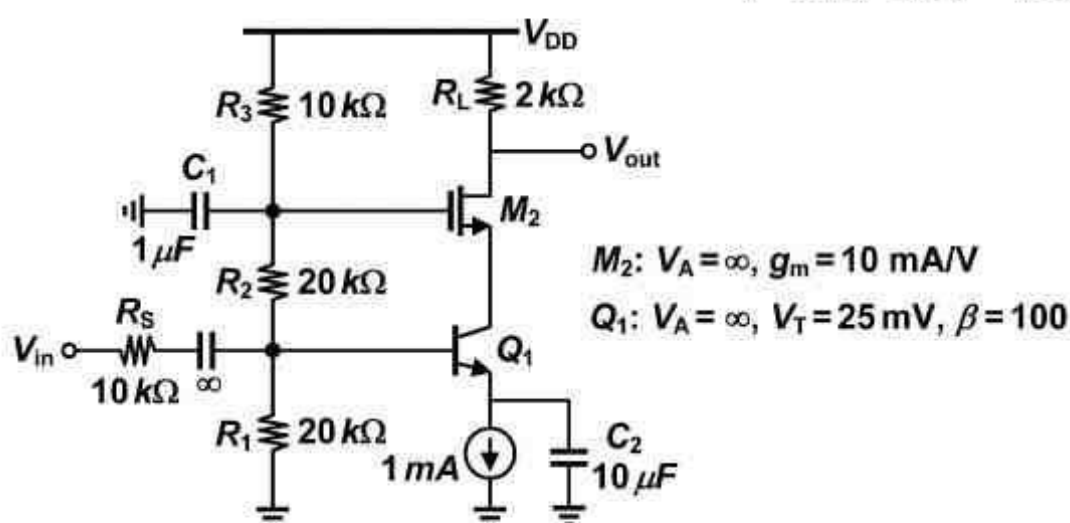
(۲) ۳۰۰

(۳) ۲۰۰

(۴) ۱۰۰

۱۱- در مدار تقویت کننده شکل زیر همه ترانزیستورها در ناحیه فعال بایاس شده‌اند و منبع جریان ایده‌آل است.

مقدار فرکانس قطع ۳ dB- پایین آن تقریباً چند کیلو رادیان بر ثانیه است؟



(۱) $\frac{3}{4}$

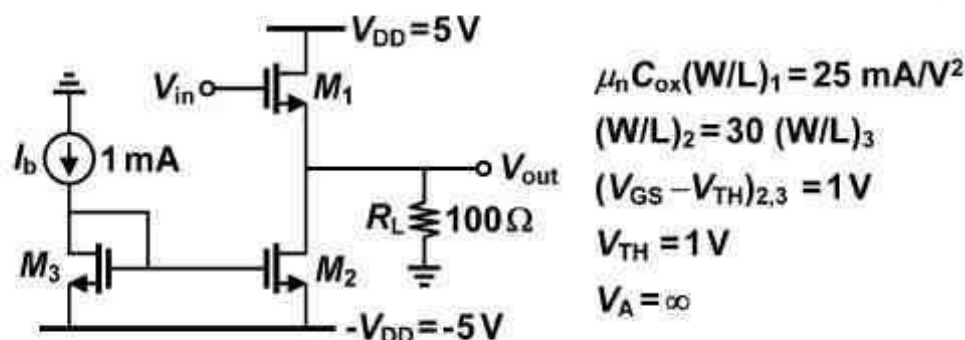
(۲) $\frac{4}{3}$

(۳) $\frac{3}{2}$

(۴) $\frac{4}{4}$

۱۲- در مدار تقویت کننده توان شکل زیر حداکثر مقدار ولتاژ ورودی V_{in} برابر با ۵ ولت است. حداکثر مقدار دامنه

سوئینگ متقارن ولتاژ خروجی V_{out} آن چند ولت است؟



$$\mu_n C_{ox} (W/L)_1 = 25 \text{ mA/V}^2$$

$$(W/L)_2 = 30 (W/L)_3$$

$$(V_{GS} - V_{TH})_{2,3} = 1 \text{ V}$$

$$V_{TH} = 1 \text{ V}$$

$$V_A = \infty$$

(۱) ۳

(۲) ۴

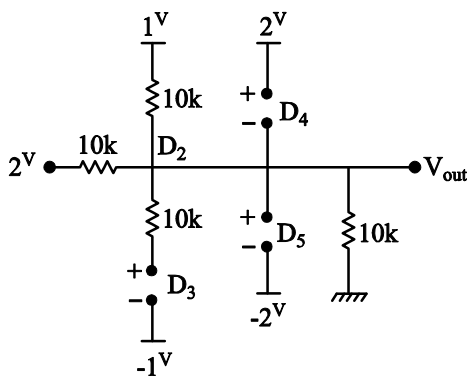
(۳) ۱

(۴) ۲

پاسخ تشریحی

۱. گزینه ۲ درست است.

در ابتدا با در نظر نگرفتن مقاومت‌ها در مورد روشن یا خاموش بودن دیودها اظهار نظر می‌کنیم. با توجه به اینکه $2^V > -1^V$ است D_2 خاموش و چون $2^V > 1^V$ می‌باشد احتمالاً D_2 روشن است. با توجه به اتصال آند D_5 به ولتاژ -2 ، D_5 خاموش و با توجه به اینکه بیشترین ولتاژ مثبت مدار ۲ ولت است، لذا D_4 نیز خاموش می‌باشد و در نهایت بیشتر بودن ولتاژ آند D_1 ، احتمالاً آن را روشن می‌کند.



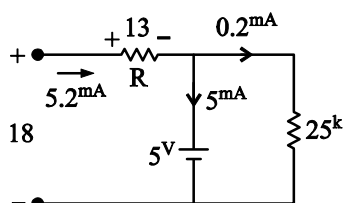
$$\text{KCL} : \frac{V_{\text{out}} - 2}{10} + \frac{V_{\text{out}} - 1}{10} + \frac{V_{\text{out}}}{10} = 0 \Rightarrow \boxed{V_{\text{out}} = 1^V}$$

$$\begin{cases} i_{D_1} = 0.1^{\text{mA}} > 0 \\ V_{D_3} = 1 - (-1) = 2^V > 0 \\ V_{D_4} = 2 - 1 = 1^V > 0 \\ V_{D_5} = 1 - (-2) = 3^V > 0 \end{cases}$$

۲. گزینه ۴ درست است.

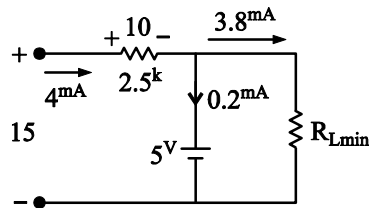
هر چه R_L بزرگتر باشد جریان کمتری از آن گذشته و جریان زئر افزایش می‌یابد و بالعکس. از طرفی با زیاد شدن ولتاژ منبع، افت ولتاژ روی R بیشتر شده و جریان آن زیاد می‌شود و به دلیل ثابت بودن جریان R_L ، جریان دیود زئر افزایش می‌یابد و بالعکس. لذا:

$$(1) \quad I_{Z_{\text{max}}} \leftarrow \text{ولتاژ منبع برابر 18 ولت و مقدار } R_L \text{ حداکثر باشد } (R_L = 25^k)$$



$$\boxed{R = \frac{13}{5.2} = 2.5^k\Omega}$$

(2) $I_{Z_{min}} \leftarrow$ ولتاژ منبع برابر 15 ولت و مقدار R_L کمینه باشد ($R_L = R_{L_{min}}$)

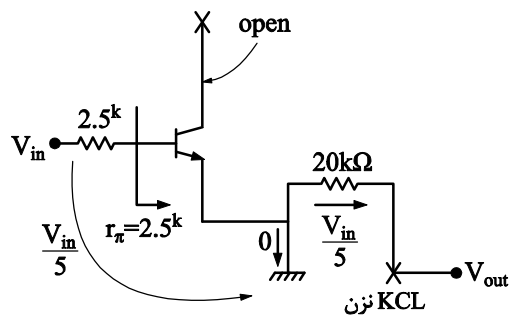


$$P_{Z_{min}} = 1^{mw} \rightarrow I_{Z_{min}} = 0.2^{mA}$$

$$R_{L_{min}} = \frac{5}{3.8} = \frac{25k\Omega}{19}$$

۳. گزینه ۱ درست است.

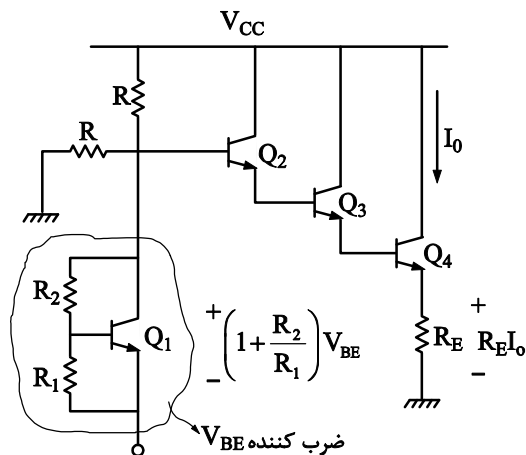
$$I_{CQ} = 1^{mA} \rightarrow r_e = 25\Omega \rightarrow r_{\pi} = 100 \times 25 = 2.5$$



در این حالت جریان بیس و امیتر یکسان است.

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{-20}{5} = -4$$

۴. گزینه ۳ درست است.



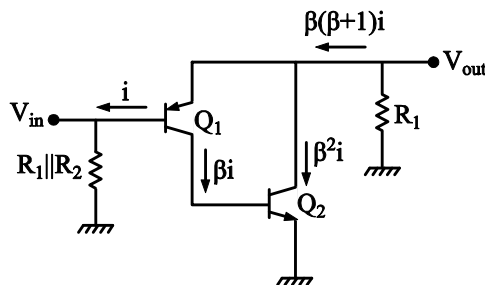
$$KVL : 3V_{BE} + R_E I_0 = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_{BE} + 1 \xrightarrow[\frac{\partial I_0}{\partial T} = 0]{\text{مشتق نسبت به دما}} \left(2 - \frac{R_2}{R_1}\right) \frac{\partial V_{BE}}{\partial T} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 2$$

۵. گزینه 4 درست است.

$$I_{CQ_1} = \frac{I_{CQ_2}}{\beta} \Rightarrow r_{e_1} = \beta r_{e_2} \quad (1)$$

$$V_{out} = -R_1 \beta (\beta + 1) i$$

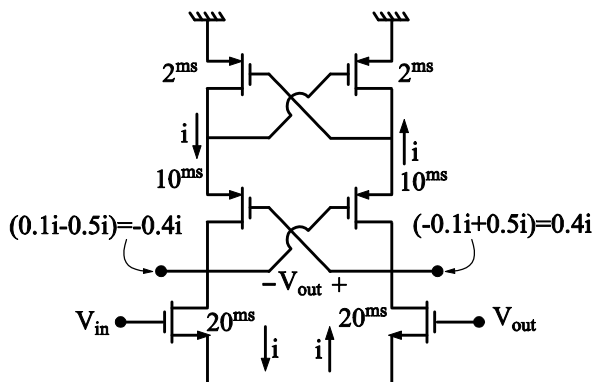


$$\text{KVL: } V_{in} = -\beta i r_{e_1} - R_1 \beta (\beta + 1) i = -\beta (\beta r_{e_2} + R_1) i \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(2), (1)} \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_1 (\beta + 1)}{\beta (R_1 + r_{e_2}) + R_1} \xrightarrow{\beta \text{ بزرگ: صرف نظر از } R_1} \frac{R_1}{R_1 + r_{e_2}} \Rightarrow A_v = \frac{R_1}{R_1 + r_{e_2}}$$

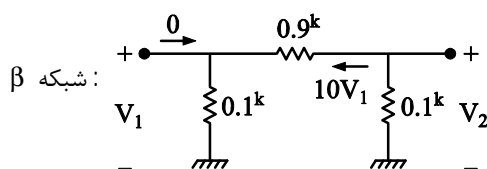
۶. گزینه 3 درست است.

$$\begin{cases} \text{KVL: } V_{in}^+ - V_{in}^- = \left(\frac{i}{20} + \frac{i}{20} \right) = 0.1i \\ \text{KVL: } V_{out} = 0.4i + 0.4i = 0.8i \end{cases} \Rightarrow A_{v_d} = 8$$

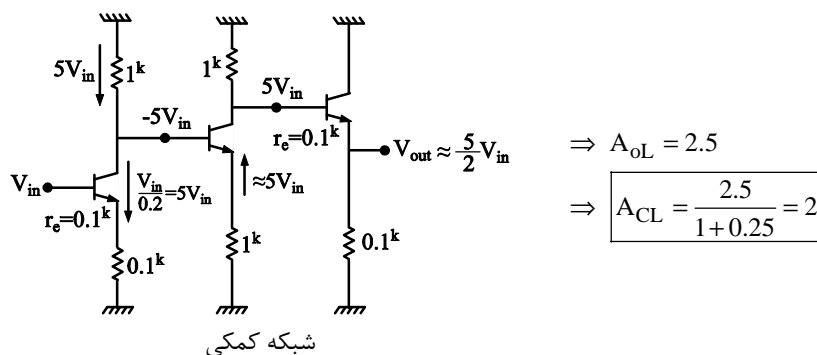


۷. گزینه 1 درست است.

فیدبک از نوع ولتاژ - سری و منفی است. با توجه به نزدیکی گزینه‌ها نمی‌توان از روش تقریبی کمک گرفت.

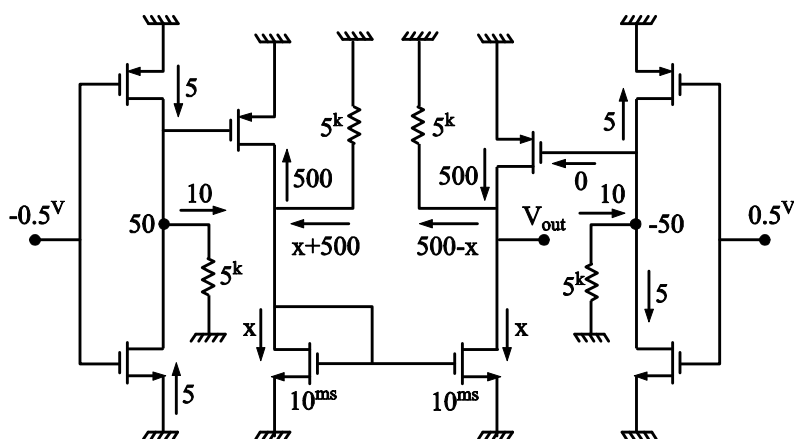


$$\begin{cases} \beta = \frac{V_1}{V_2} \Big|_{i_1=0} = 0.1 \\ R_{1_f} = 0.1^k \parallel 0.9^k ; 0.1^k, \quad g_m = 10\text{ms} \rightarrow r_e = 0.1^k \\ R_{2_f} = 0.1^k \parallel 1^k ; 0.1^k \end{cases}$$



۸. گزینه ۲ درست است.

بدون کم شدن از کلیت مساله و برای سادگی فرض کنیم $V_d = 1V$ باشد:



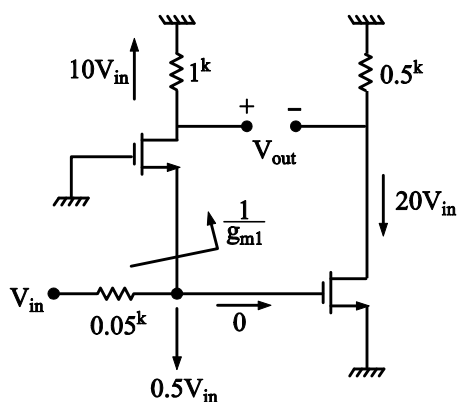
$$\text{KVL: } V_{out} = 5(500 - x)$$

$$\text{KVL: } 5(500 + x) + 0.1x = 0 \rightarrow x \approx -500$$

$$\Rightarrow V_{out} = 5 \times 1000 = 5000 \xrightarrow{V_d=1} \boxed{A_V = 5000}$$

۹. گزینه ۱ درست است.

مدار را در حالت ac رسم می‌کنیم:



$$\frac{1}{g_{m1}} = 0.05k\Omega$$

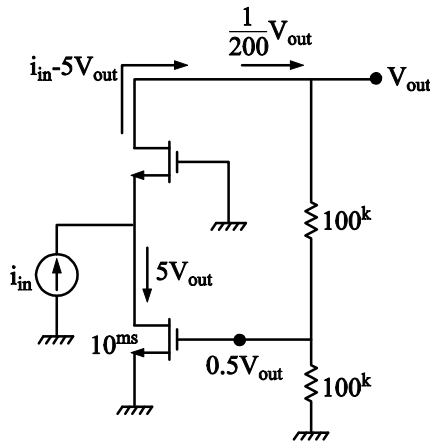
$$\text{KVL: } V_t = 10 + 10 V_{in} \Rightarrow \boxed{A_V = 20}$$

۱۰. گزینه ۳ درست است.

$$I_{D_{1,2}} = 1\text{mA} \Rightarrow 1 = k(0.2)^2 \Rightarrow k = 25 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}$$

$$g_{m_{1,2}} = \sqrt{4kI_D} = 10\text{ms}$$

مسئله دارای فیدبک ولتاژ - موازی بوده اما حل مستقیم برای این تست کوتاه‌تر به نظر می‌رسد:



$$\frac{V_{out}}{200} = i_{in} - 5V_{out} \xrightarrow{\text{صرف نظر از } \frac{1}{200} V_{out}} \boxed{\frac{V_{out}}{i_{in}} = 0.2^k = 200\Omega}$$

۱۱. گزینه ۲ درست است.

خازن C_1 تأثیری در فرکانس قطع ۳ دسیبل پائین ندارد. خازن ۲

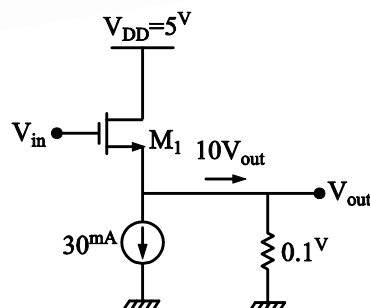
$$I_{CQ} = 1\text{mA} \rightarrow r_e = 25\Omega$$

$$R_{\text{seen}_{C_2}} = \frac{(20^k \parallel 10^k) \parallel 20^k}{100} + 25\Omega = 75\Omega$$

$$\Rightarrow \omega_{3\text{dBL}} = \frac{1}{75 \times 10^{-5}} = \frac{4^k}{3} \Rightarrow \boxed{\omega_{3\text{dBL}} = \frac{4^k \text{ rad}}{3 \text{ s}}}$$

۱۲. گزینه ۴ درست است.

$$k_2 = 30k_3 \rightarrow I_{D_2} = 30\text{mA}$$



• در حالت قطع M_1 تمام جریان منبع جریان از 0.1^k می‌گذرد و $V_{out} = -3^V$ می‌شود.

• در حالتی که ورودی بیشینه است: $V_{out} = 2^V \Rightarrow 10V_{out} + 30 = \frac{1}{2} \times 25(4 - V_{out})^2$

• در نتیجه $-3^V \leq V_{out} \leq 2^V$ می تواند تغییر کند. مقدار سوئینگ + و - را مقدار DC خروجی تعیین می کند.

$$30 + 10 V_{out_{DC}} = \frac{1}{2} \times 25 \times (V_{in_{DC}} - V_{out_{DC}} - 1)^2$$

و می دانیم $-3^V \leq V_{out_{DC}} \leq 2^V$!

در حالتی که $V_{out} = 2^V$ شود، $V_{in} = -2$ است پس :

$$\text{if } V_{in_{DC}} = \frac{5-2}{2} = 1.5^V \rightarrow V_{out_{DC}} \approx -0.8^V \rightarrow \text{ماکزیمم سوئینگ} = 3 - 0.8 = 2.2^V$$

به گزینه 4 نزدیک تر است.