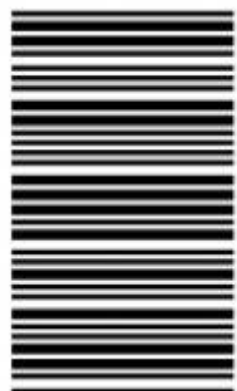


243

F



243F

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:

صبح جمعه

۹۳/۱۲/۱۵

دفترچه شماره ۱ از ۲



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان سنجش آموزش کشور

اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.

امام خمینی (ره)

آزمون ورودی

دوره های دکتری (نیمه متمرکز) داخل - سال ۱۳۹۴

مجموعه مهندسی برق - الکترونیک (کد ۲۳۰۱)

مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی (الکترونیک ۲ - مدارهای مجتمع خطی، تئوری و تکنولوژی ساخت)	۴۵	۱	۴۵

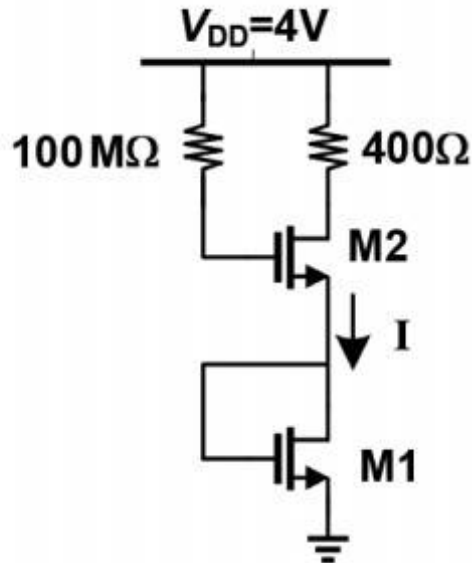
این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

اسفند ماه - سال ۱۳۹۳

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و ...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.

۱- مقدار جریان I در مدار روبه‌رو، چند میلی‌آمپر است؟



$$\mu_n C_{ox} = 500 \frac{\mu A}{V^2} \quad V_T = 0.5 V$$

$$\frac{W_1}{L_1} = 1, \quad \frac{W_2}{L_2} = 4 \quad \lambda = 0$$

○ (۱)

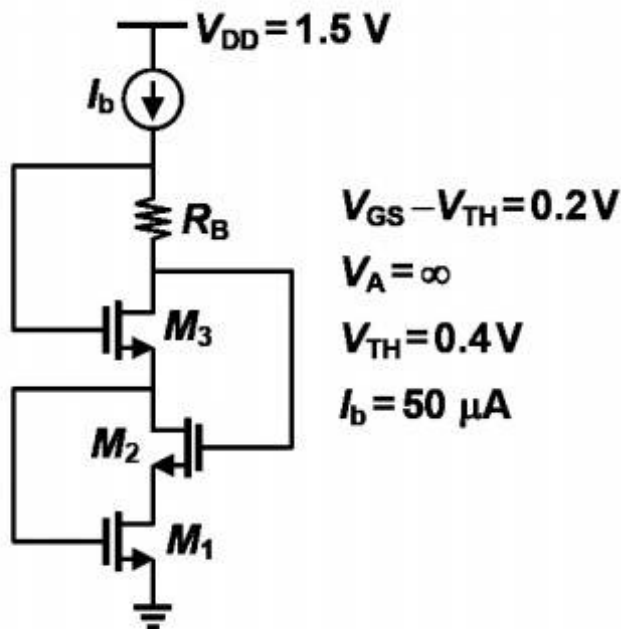
○/۵ (۲)

۱ (۳)

۱۰ (۴)

۲- در مدار زیر همه ترانزیستورها با هم یکسان هستند. حداقل و حداکثر مقدار مقاومت R_B چند کیلو اهم

می‌تواند باشد، تا همه ترانزیستورها در ناحیه اشباع بایاس گردند؟



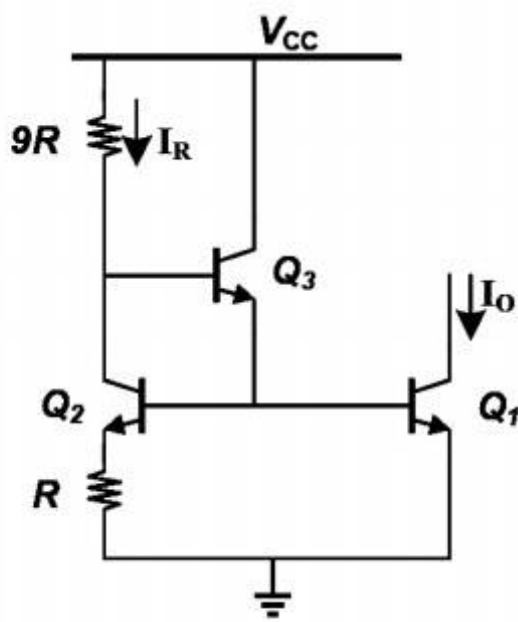
$$6 k\Omega \leq R_B \leq 8 k\Omega \quad (۱)$$

$$2 k\Omega \leq R_B \leq 4 k\Omega \quad (۲)$$

$$4 k\Omega \leq R_B \leq 6 k\Omega \quad (۳)$$

$$4 k\Omega \leq R_B \leq 8 k\Omega \quad (۴)$$

۳- در مورد مدار زیر، کدام گزینه درست است؟ ترانزیستورها مشابه فرض می‌شوند و $V_{CC} \gg V_{BEQ}$



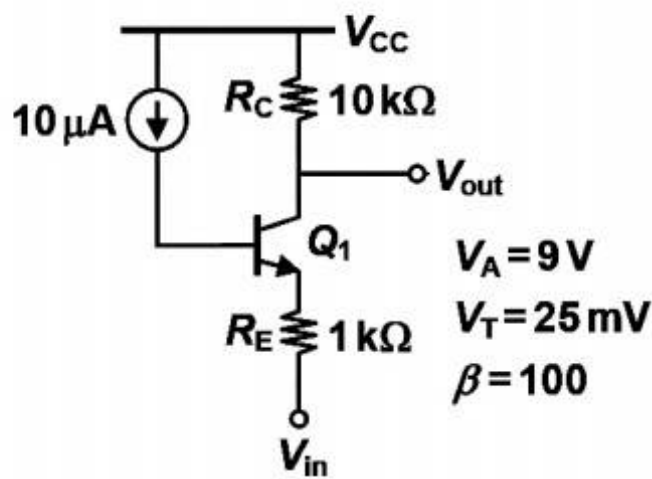
$$\ln \frac{I_o}{I_R} \approx 0 \quad (۱)$$

$$\ln \frac{I_o}{I_R} = 10 \frac{V_{CC} - V_{BEQ}}{V_T} \quad (۲)$$

$$\ln \frac{I_o}{I_R} = 10 \frac{I_R R}{V_T} \quad (۳)$$

$$\ln \frac{I_o}{I_R} = 0.1 \frac{V_{CC} - 2V_{BEQ}}{V_T} \quad (۴)$$

۴- در مدار زیر، ترانزیستور Q_1 در ناحیه فعال بایاس شده و منبع جریان ایده‌آل است. مقدار بهره ولتاژ آن،



$$A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}} \text{ کدام است؟}$$

(۱) ۰/۵

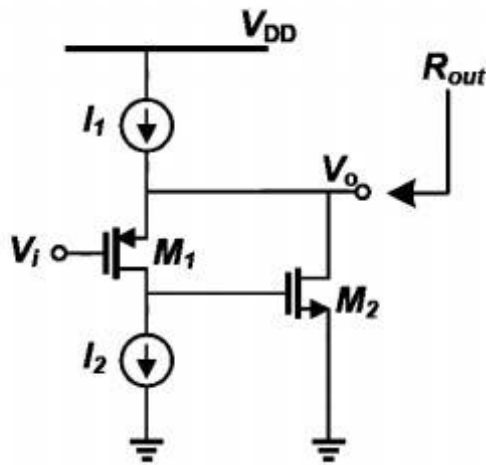
(۲) ۱

(۳) ۵

(۴) ۱۰

۵- در مدار زیر، ترانزیستورهای M_1 و M_2 در ناحیه اشباع بایاس شده‌اند و منابع جریان ایده‌آل می‌باشند. اگر

$g_m r_o \gg 1$ باشد، اندازه مقاومت خروجی R_{out} تقریباً، کدام است؟



(۱) $\frac{r_{o2}}{g_{m1} r_{o1}}$

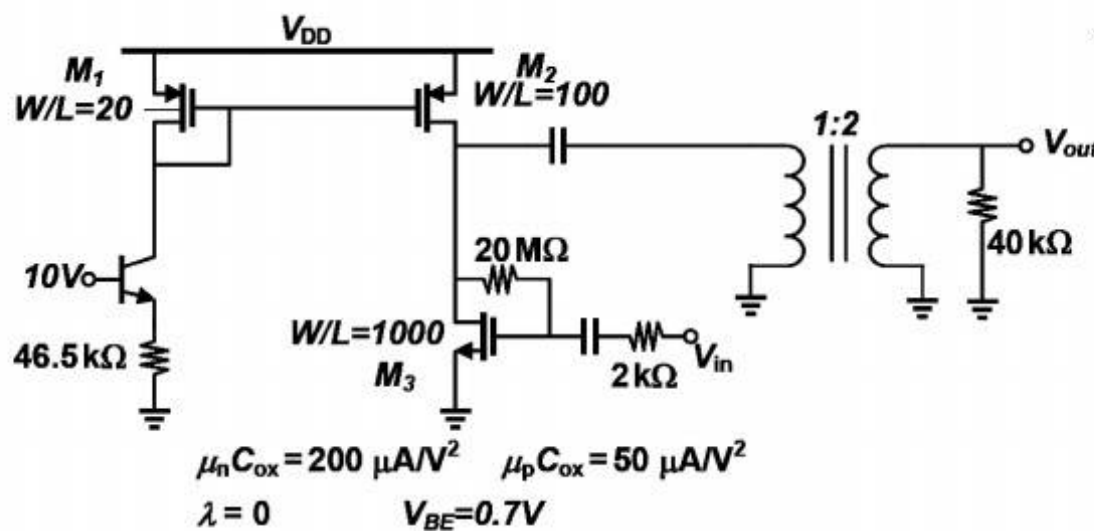
(۲) $\frac{1}{g_{m1} g_{m2} r_{o2}}$

(۳) $\frac{1}{g_{m1} g_{m2} r_{o1}}$

(۴) $\frac{r_{o2}}{g_{m2} r_{o1}}$

۶- بهره ولتاژ مدار زیر $(\frac{V_{out}}{V_{in}})$ تقریباً، کدام است؟ فرض کنید تمام ترانزیستورهای MOSFET در ناحیه

اشباع بایاس شده‌اند.



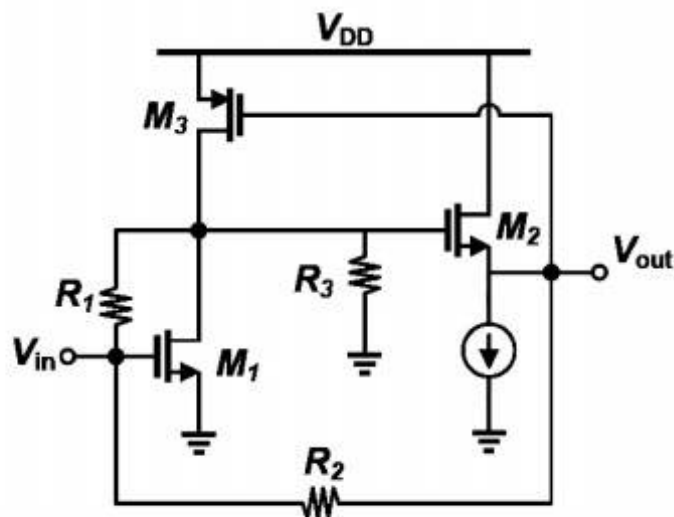
(۱) -۴۸۰

(۲) -۴۰۰

(۳) -۲۸۰

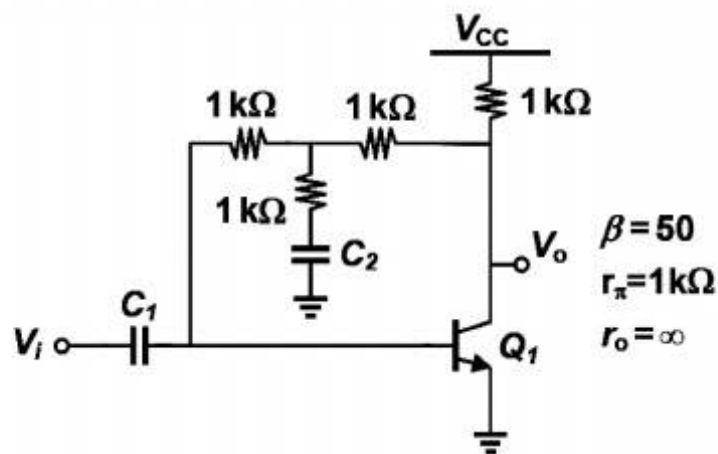
(۴) -۲۰۰

۷- مقدار بهره $\left| \frac{V_{out}}{V_{in}} \right|$ در مدار زیر کدام است؟ $g_{m2}R_2 = \frac{1}{2}$, $R_1 = R_3 = \frac{3}{g_{m1}} = \frac{2}{g_{m3}}$



- (۱) $\frac{1}{4}$
 (۲) $\frac{1}{2}$
 (۳) $\frac{3}{4}$
 (۴) ۱

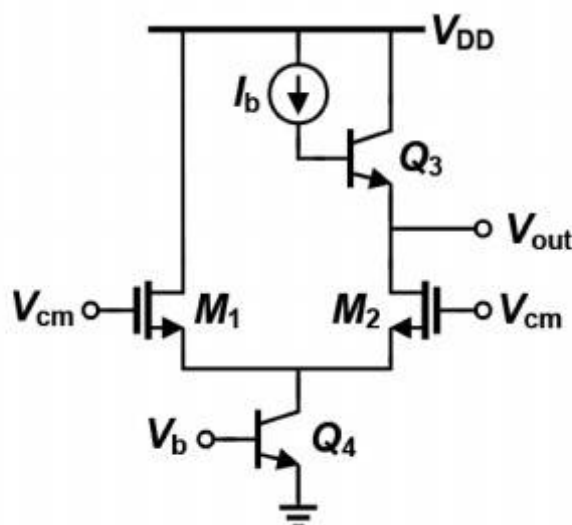
۸- مقدار تقریبی بهره ولتاژ در تقویت کننده زیر، کدام است؟ خازن‌ها در حالت AC، اتصال کوتاه هستند.



- (۱) -۵۰
 (۲) -۴۰
 (۳) -۳۰
 (۴) -۲۰

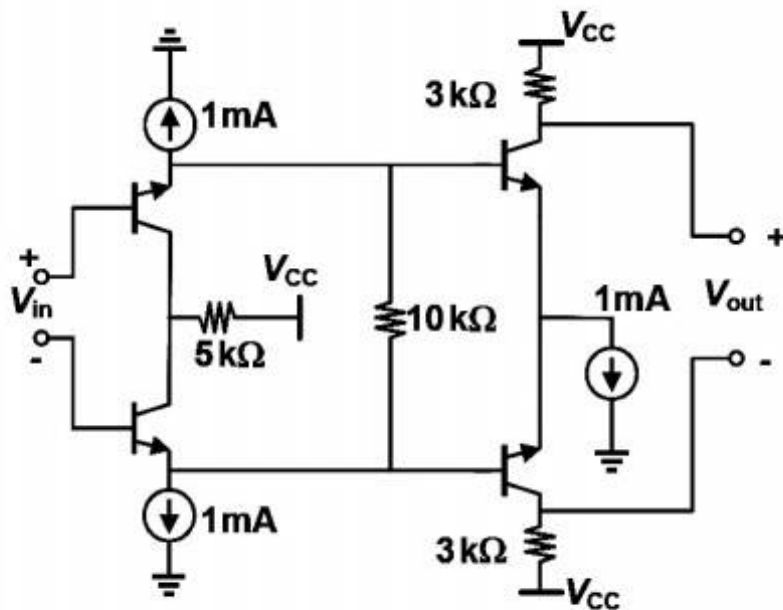
۹- در مدار تقویت کننده زیر همه ترانزیستورها در ناحیه فعال بایاس شده‌اند و منبع جریان I_b ایده‌آل است.

مقدار بهره ولتاژ مد مشترک $A_{cm} = \left| \frac{V_{out}}{V_{cm}} \right|$ آن، کدام است؟



$M_{1,2}: V_A = \infty$
 $g_{m1,2} = 10 \text{ mA/V}$
 $Q_{3,4}: V_A = 10 \text{ V}$
 $V_T = 25 \text{ mV}$
 $\beta = 99$
 $I_b = 10 \mu\text{A}$

- (۱) ۰٫۰۰۲۵
 (۲) ۰٫۱
 (۳) ۰٫۲۵
 (۴) ۱



۱۰- در مدار شکل زیر $\frac{V_{out}}{V_{in}}$ ، کدام است؟

فرض : $r_o = \infty$, $\beta = 99$, $r_{\pi} = 5\text{ k}\Omega$

(۱) -۱۰۰

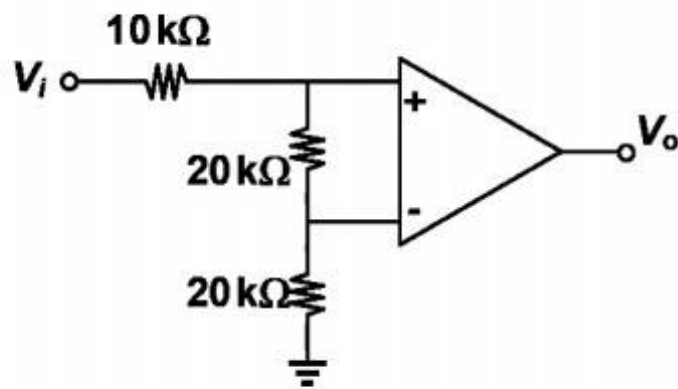
(۲) -۶۰

(۳) -۴۰

(۴) -۳۰

۱۱- در تقویت کننده تفاضلی زیر، اگر بهره تفاضلی ۱۰ و مقدار CMRR آن برابر ۳ باشد، بهره $\frac{V_o}{V_i}$ ، کدام

است؟ (مقاومت ورودی تقویت کننده را بی نهایت فرض کنید.)



(۱) ۴

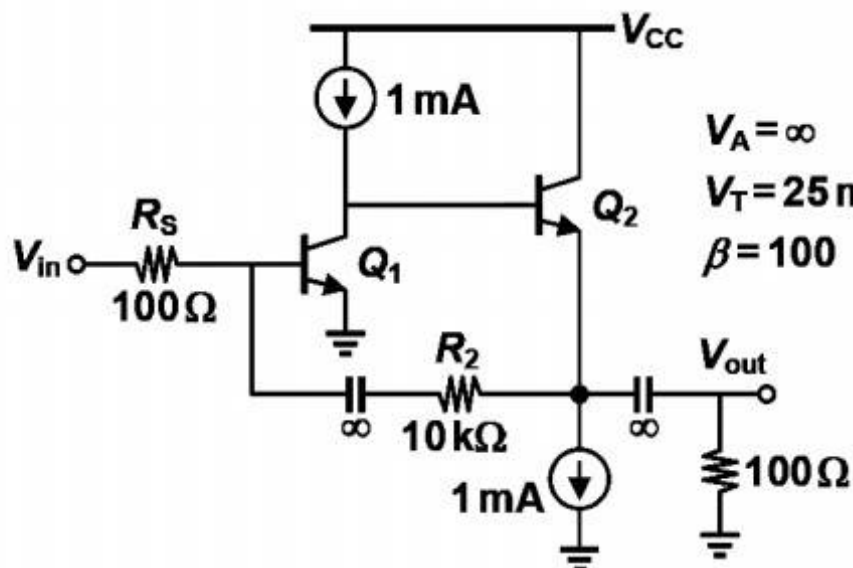
(۲) ۶

(۳) ۸

(۴) ۱۰

۱۲- در مدار شکل زیر، همه ترانزیستورها در ناحیه فعال بایاس شده اند و منابع جریان ایده آل هستند. مقدار بهره

ولتاژ $A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}}$ آن تقریباً چقدر است؟



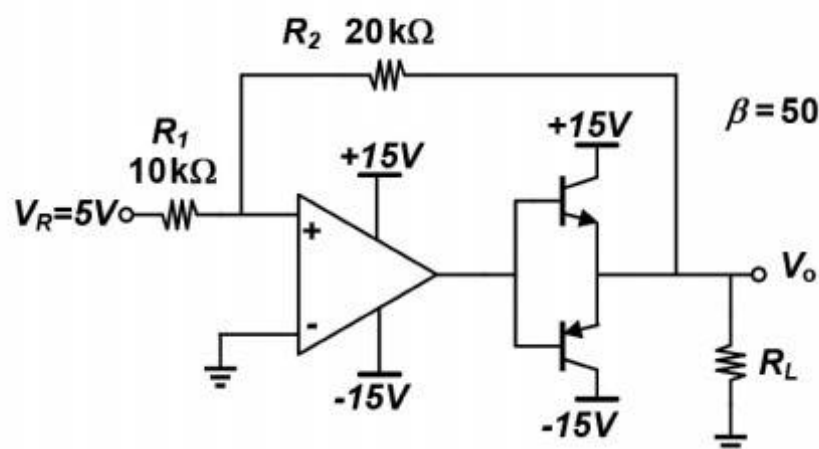
(۱) ۴۰

(۲) ۵۰

(۳) ۸۰

(۴) ۱۰۰

۱۳- حداقل مقدار مجاز مقاومت بار R_L در مدار زیر، چند اهم است؟ حداکثر جریان خروجی آپ - امپ، 20 mA است.



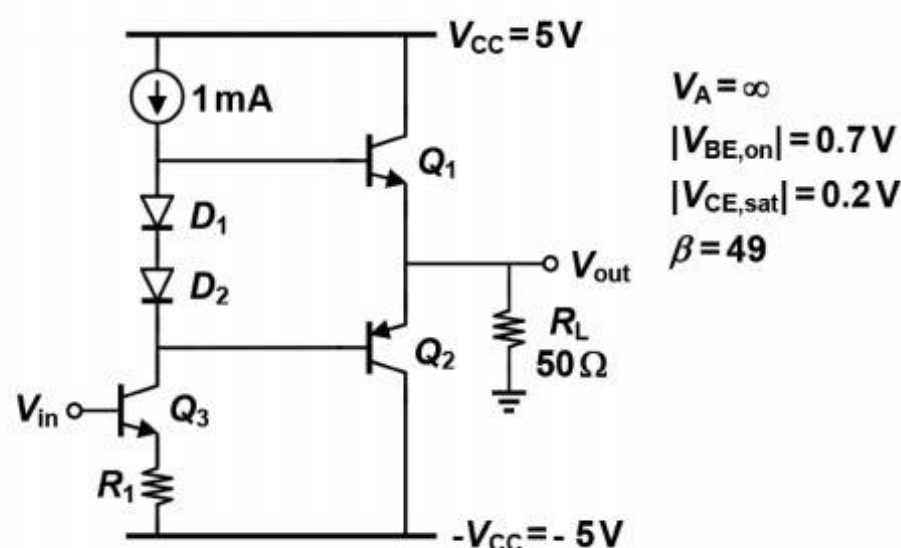
(۱) ۵

(۲) ۱۰

(۳) ۲۰

(۴) ۴۰

۱۴- در مدار تقویت کننده توان زیر، حداقل افت ولتاژ لازم در دو سر منبع جریان 2 V است. حداکثر مقدار مقاومت R_1 چند کیلو اهم می تواند باشد تا دامنه سوئیچینگ متقارن ولتاژ خروجی V_{out} ماکزیمم گردد؟



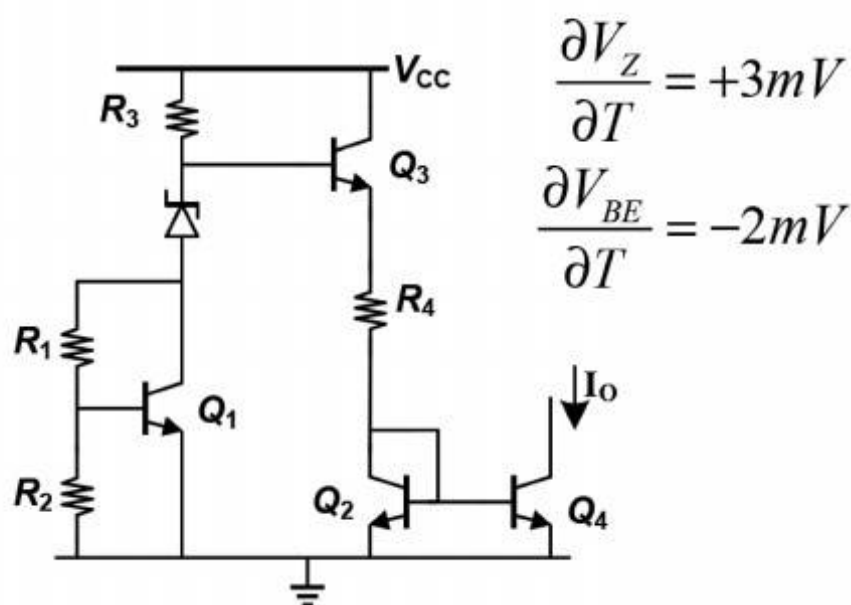
(۱) ۰٫۸

(۲) ۱

(۳) ۱٫۶

(۴) ۲

۱۵- در مدار زیر تغییرات ولتاژ زبر و ولتاژ V_{BE} نسبت به دما مشخص شده است. نسبت $\frac{R_1}{R_2}$ ، برای استقلال

کامل I_0 نسبت به دما، کدام است؟

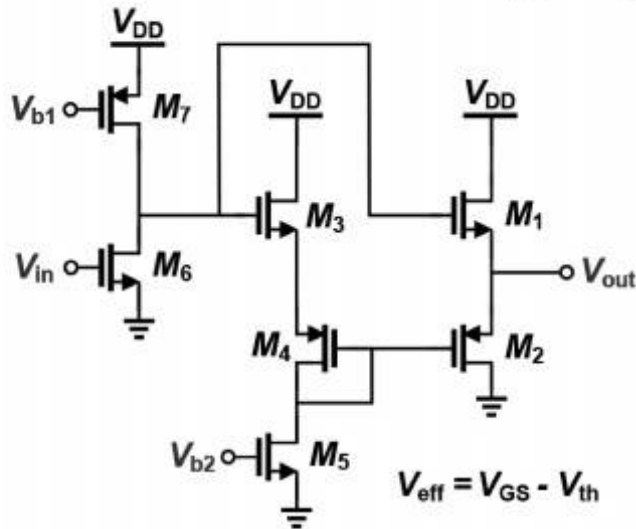
(۱) ۷

(۲) ۱٫۵

(۳) ۱

(۴) ۲٫۵

۱۶- کدام گزینه در مورد محدوده سوئینگ خروجی مدار زیر درست می باشد؟



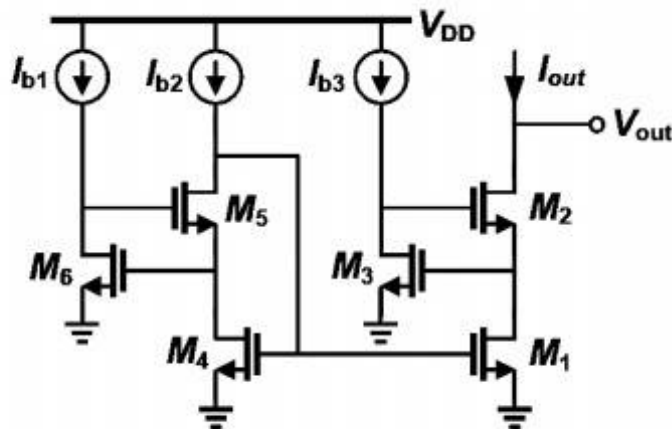
$$V_{DD} - 4V_{eff} - 2V_{th} \quad (۱)$$

$$V_{DD} - 2V_{eff} - 2V_{th} \quad (۲)$$

$$V_{DD} - 2V_{eff} \quad (۳)$$

$$V_{DD} - 3V_{eff} - 2V_{th} \quad (۴)$$

۱۷- در مدار آینه جریان زیر، حداقل مقدار ولتاژ خروجی V_{out} چند ولت است؟



$$\mu_n C_{ox}(W/L)_{1,2} = 16 \text{ mA/V}^2$$

$$(W/L)_{1,2} = 20 (W/L)_{4,5}$$

$$\mu_n C_{ox}(W/L)_3 = 5 \text{ mA/V}^2$$

$$(W/L)_3 = 5 (W/L)_6$$

$$V_{TH} = 0.4 \text{ V}$$

$$\lambda = \gamma = 0$$

$$I_{b1} = 5 \mu\text{A}, I_{b2,3} = 25 \mu\text{A}$$

$$۰/۴ \quad (۱)$$

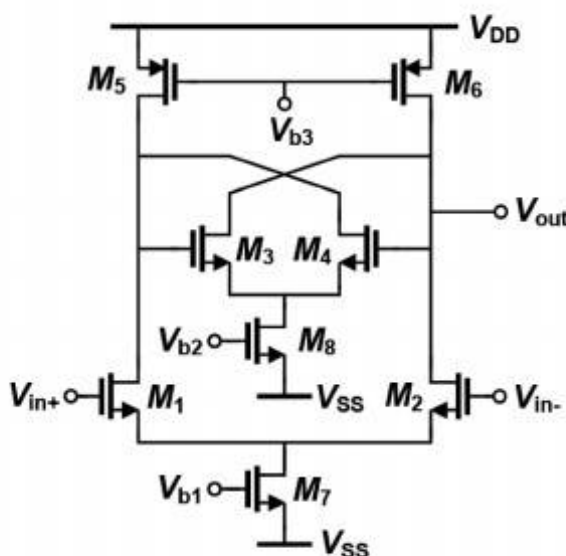
$$۰/۵ \quad (۲)$$

$$۰/۶ \quad (۳)$$

$$۰/۷۵ \quad (۴)$$

۱۸- در مدار تقویت کننده تفاضلی زیر، همه ترانزیستورهای متناظر با هم یکسان بوده و در ناحیه اشباع بایاس شده‌اند. منبع تغذیه V_{SS} علاوه بر مؤلفه DC شامل یک مؤلفه نویز ac سیگنال کوچک است. مقدار بهره

ولتاژ $A_{ss} = \frac{V_{out}}{V_{ss}}$ آن، کدام است؟



$$V_{eff} = 0.2 \text{ V}$$

$$\lambda = 0.25 \text{ V}^{-1}$$

$$\gamma = 0$$

$$I_{D7} = 2 \text{ mA}$$

$$I_{D8} = 0.1 \text{ mA}$$

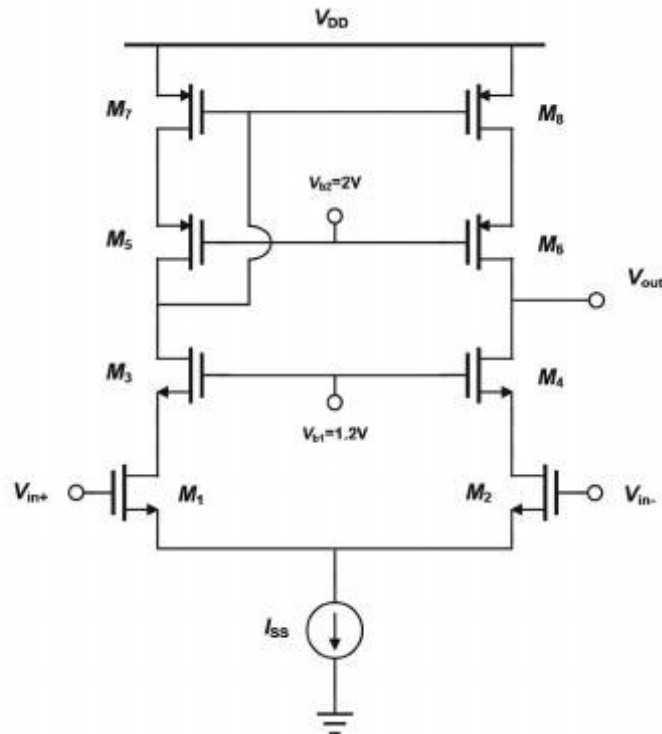
$$۱۰ \quad (۱)$$

$$۲۰ \quad (۲)$$

$$۳۰ \quad (۳)$$

$$۴۰ \quad (۴)$$

۱۹- آپ - امپ شکل زیر مفروض است. فرض کنید این آپ - امپ برای کاربرد حاضر که در آن خروجی آپ - امپ به گیت M_7 وصل می‌شود، طراحی گردیده است. در این صورت بهترین نقطه بایاس DC گره خروجی (V_{ODC}) بر حسب ولت، برای داشتن ماکزیمم سوئینگ متقارن، کدام است؟



$$\begin{aligned} V_{eff} &= 0.2 \text{ V} \\ V_{SS} &= 0.2 \text{ V} \\ V_{TH} &= 0.6 \text{ V} \\ V_{DD} &= 3 \text{ V} \\ V_{b1} &= 1.2 \text{ V} \end{aligned}$$

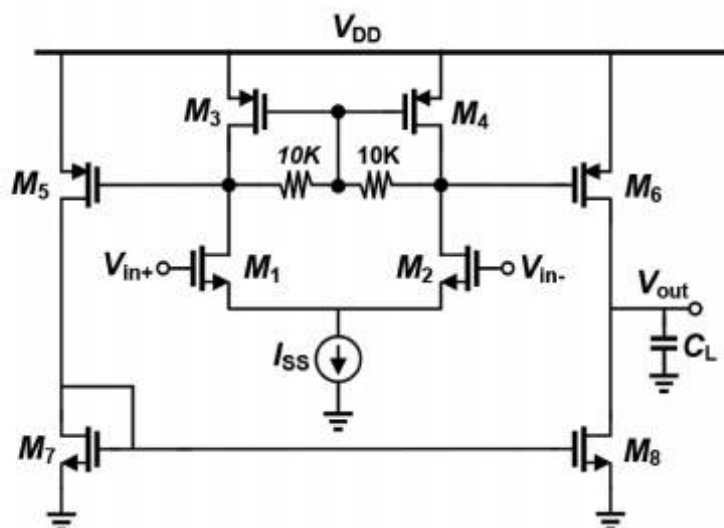
(۱) ۰/۸۵

(۲) ۰/۹۵

(۳) ۱/۳

(۴) ۱/۶

۲۰- مقدار بهره ولتاژ $A_V = \frac{V_{out}}{V_{in+} - V_{in-}}$ فرکانس پایین تقویت کننده زیر، کدام است؟



$$\begin{aligned} r_{o1-4} &= 20 \text{ k}\Omega \\ r_{o5-8} &= 100 \text{ k}\Omega \\ g_{m1-8} &= 1 \text{ mA/V} \\ (W/L)_5 &= (W/L)_6 \\ (W/L)_7 &= (W/L)_8 \end{aligned}$$

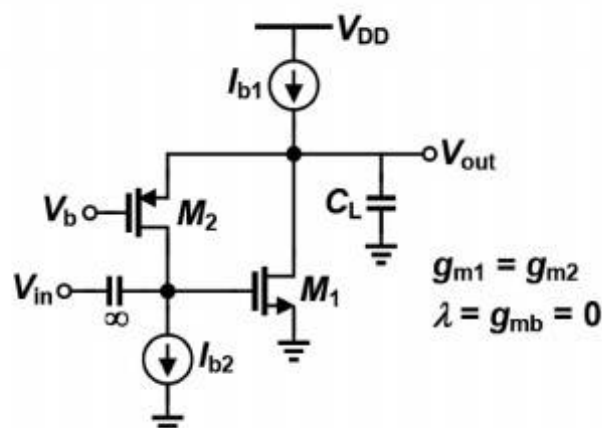
(۱) -۵۰۰

(۲) -۲۵۰

(۳) -۱۲۵

(۴) -۱۰۰

۲۱- در مدار زیر همه ترانزیستورها در ناحیه اشباع بایاس شده‌اند و منابع جریان ایده‌آل هستند. مقدار کل توان نویز حرارتی خروجی آن بر حسب V^2 چقدر است؟ در محاسبه نویز از مدل کانال بلند ترانزیستورها استفاده کنید.



$$\begin{aligned} g_{m1} &= g_{m2} \\ \lambda &= g_{mb} = 0 \end{aligned}$$

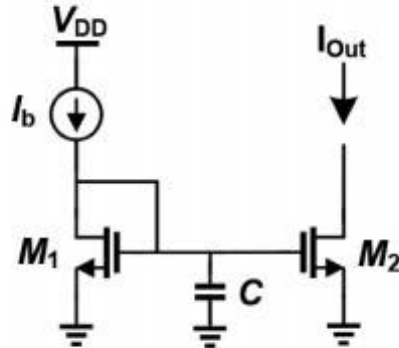
(۱) $\frac{2kT}{3C_L}$

(۲) $\frac{kT}{3C_L}$

(۳) $\frac{kT}{C_L}$

$$\frac{4kT}{3C_L} \quad (۴)$$

۲۲- در مدار زیر، منبع جریان ایده‌آل و ترانزیستور M_2 در ناحیه اشباع فرض می‌شود. جریان rms نویز خروجی (I_{out}) ناشی از ترانزیستور M_1 ، کدام است؟ در محاسبه نویز از مدل کانال بلند ترانزیستورها استفاده کنید. ($\lambda = 0$)



$$(W/L)_2 = 4(W/L)_1$$

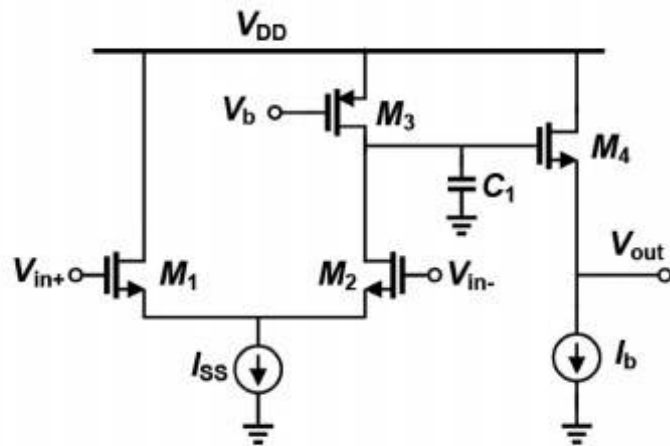
$$g_{m1} \sqrt{\frac{16kT}{3C}} \quad (۱)$$

$$g_{m1} \sqrt{\frac{8kT}{3C}} \quad (۲)$$

$$g_{m1} \sqrt{\frac{32kT}{3C}} \quad (۳)$$

$$g_{m1} \sqrt{\frac{4kT}{3C}} \quad (۴)$$

۲۳- با صرف نظر کردن از خازن‌های پارازیتی ترانزیستورهای مدار زیر، نرخ چرخش (Slew Rate) آن، کدام است؟



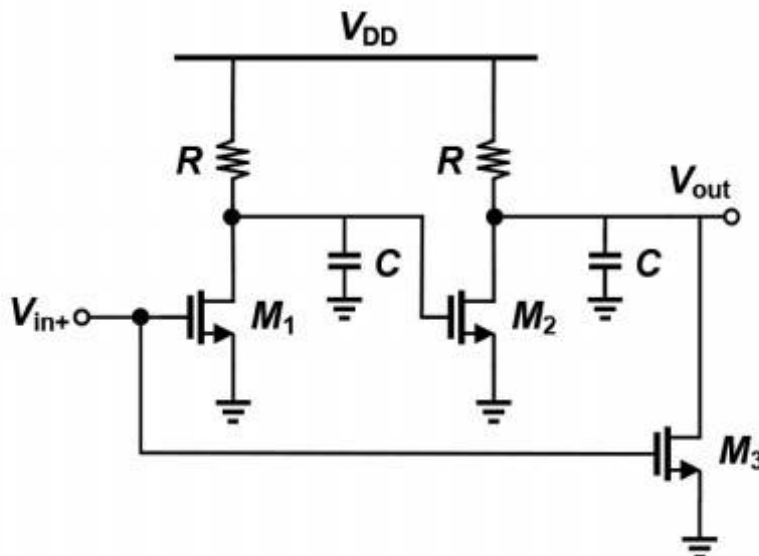
$$\frac{I_{ss}}{2C_1} \quad (۱)$$

$$\frac{I_{ss}}{4C_1} \quad (۲)$$

$$\frac{2I_{ss}}{C_1} \quad (۳)$$

$$\frac{I_{ss}}{C_1} \quad (۴)$$

۲۴- با توجه به شکل زیر، نسبت فرکانس صفر مدار به قطب اول آن، کدام است؟ (g_m همه ترانزیستورها با هم برابر است و $g_m R = 2$ و $\lambda = 0$)



$$۴ \quad (۱)$$

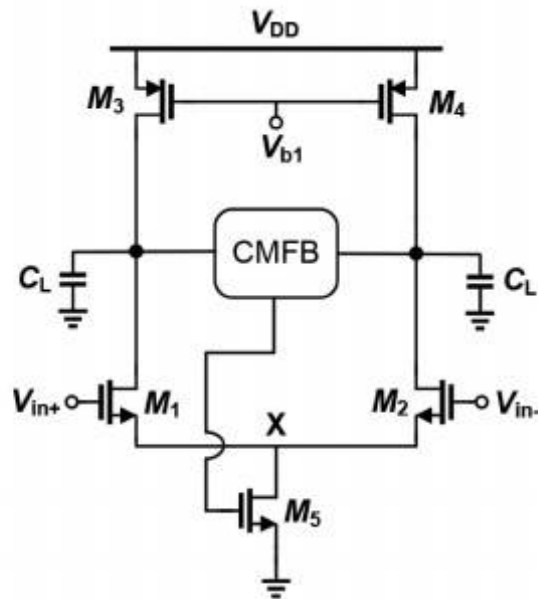
$$۳ \quad (۲)$$

$$۲ \quad (۳)$$

$$۱ \quad (۴)$$

۲۵- در مدار آپ - امپ تمام تفاضلی زیر، مدار فیدبک مد مشترک ایده‌ال و دارای بهره واحد است. اگر مجموع خازن پارازیتی گره X تا زمین، $\frac{1}{4}$ اندازه خازن C_L و حاشیه فاز مدار مد مشترک 45° باشد. نسبت $\frac{W}{L}$

ترانزیستور M_1 به M_5 کدام است؟



$$\lambda = \gamma = 0$$

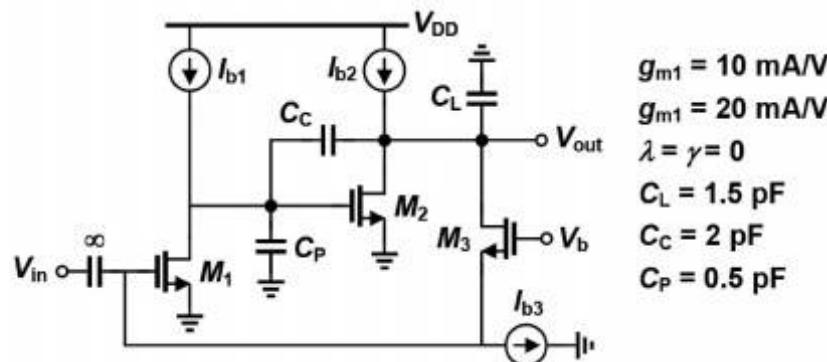
۸ (۱)

۱۶ (۲)

۲۴ (۳)

۳۲ (۴)

۲۶- در مدار تقویت کننده زیر همه ترانزیستورها در ناحیه اشباع بایاس شده و منابع جریان ایده آل هستند. به ازای چه مقداری از g_m ترانزیستور M_3 بر حسب میلی آمپر بر ولت، این مدار صفر فرکانسی محدود نخواهد داشت؟



$$g_{m1} = 10 \text{ mA/V}$$

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

$$\lambda = \gamma = 0$$

$$C_L = 1.5 \text{ pF}$$

$$C_C = 2 \text{ pF}$$

$$C_P = 0.5 \text{ pF}$$

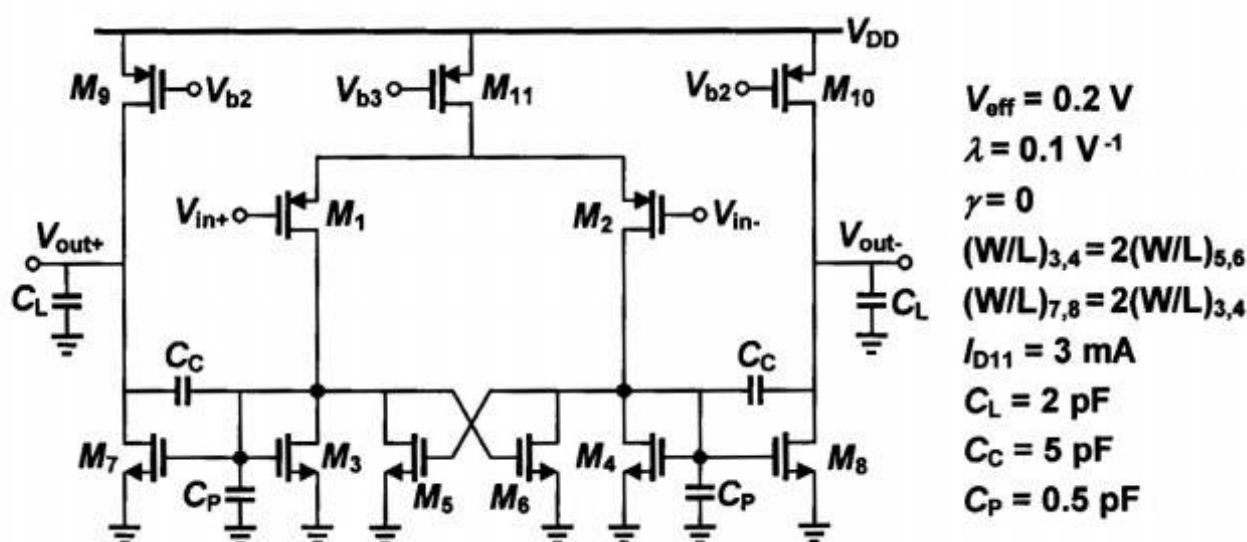
۲ (۱)

۲/۵ (۲)

۸ (۳)

۱۰ (۴)

۲۷- در مدار تقویت کننده زیر، همه ترانزیستورهای متناظر با هم یکسان بوده و در ناحیه اشباع بایاس شده‌اند. مقدار فرکانس بهره - واحد آن بر حسب گیگا رادیان بر ثانیه تقریباً برابر کدام است؟



$$V_{eff} = 0.2 \text{ V}$$

$$\lambda = 0.1 \text{ V}^{-1}$$

$$\gamma = 0$$

$$(W/L)_{3,4} = 2(W/L)_{5,6}$$

$$(W/L)_{7,8} = 2(W/L)_{3,4}$$

$$I_{D11} = 3 \text{ mA}$$

$$C_L = 2 \text{ pF}$$

$$C_C = 5 \text{ pF}$$

$$C_P = 0.5 \text{ pF}$$

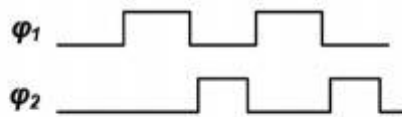
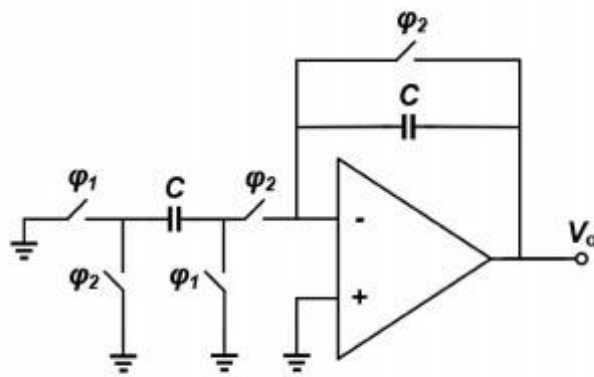
۶ (۱)

۴ (۲)

۳ (۳)

۲ (۴)

۲۸- در مدار زیر آپ-امپ و سوئیچ‌ها ایده‌آل می‌باشند. ولتاژ V_o در انتهای فاز ϕ_2 کدام است؟



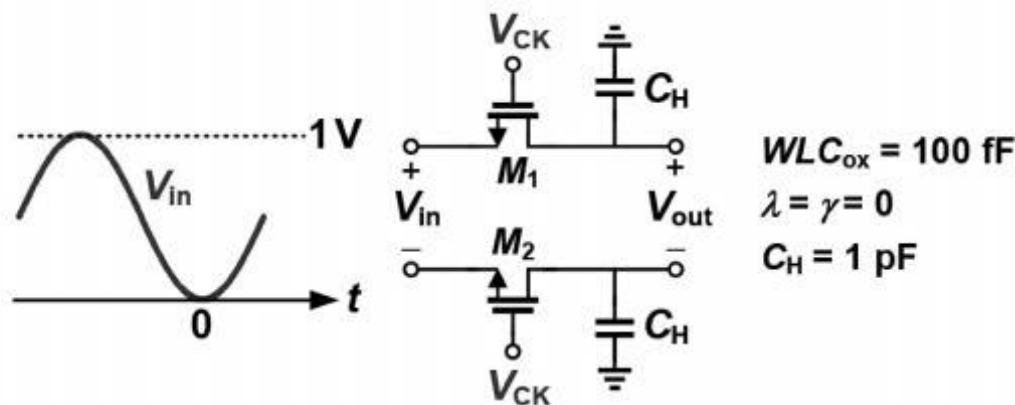
$$(1) -V_1 - V_2$$

$$(2) V_1 - V_2$$

$$(3) V_1 + V_2$$

$$(4) V_2 - V_1$$

۲۹- در مدار زیر ترانزیستورهای M_1 و M_2 با هم یکسان بوده و بار کانال ترانزیستورها در موقع خاموش شدن به صورت مساوی از ترمینال‌های درین و سورس آنها تخلیه می‌گردد. حداکثر خطای ناشی از تزریق بار کانال ترانزیستورها در ولتاژ خروجی V_{out} ، چند میلی‌ولت است؟



$$(1) 25$$

$$(2) 50$$

$$(3) 75$$

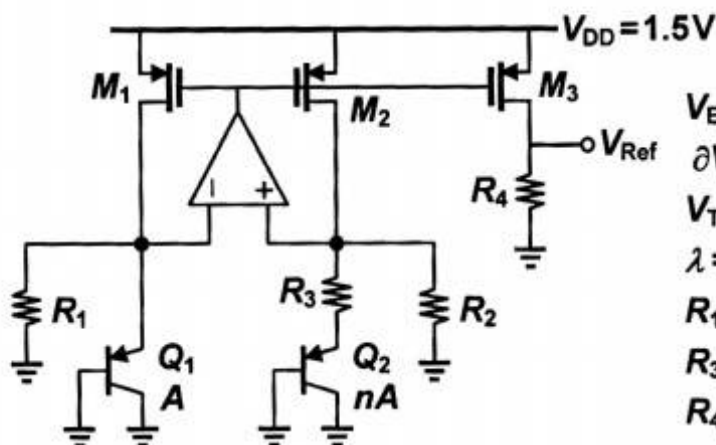
$$(4) 100$$

$$WLC_{ox} = 100 \text{ fF}$$

$$\lambda = \gamma = 0$$

$$C_H = 1 \text{ pF}$$

۳۰- در مدار Bandgap زیر، همه ترانزیستورها در ناحیه فعال بایاس شده‌اند و ترانزیستورهای PMOS با هم یکسان هستند. مقدار ولتاژ مرجع V_{Ref} در دمای اتاق ($T = 300^\circ\text{K}$)، چند میلی‌ولت است؟



$$(1) 480$$

$$(2) 384$$

$$(3) 288$$

$$(4) 216$$

$$V_{EB1}(T = 300^\circ\text{K}) = 0.7 \text{ V}$$

$$\partial V_{EB} / \partial T (T = 300^\circ\text{K}) = -1.5 \text{ mV}/^\circ\text{K}$$

$$V_T (T = 300^\circ\text{K}) = 26 \text{ mV}$$

$$\lambda = 0, n = 15, \ln(15) = 2.71$$

$$R_1 = R_2 = 400 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 62.5 \text{ k}\Omega$$

$$R_4 = 100 \text{ k}\Omega$$

- ۳۱- در هر سلول واحد (unitcell) کریستال سیلیکون، چند عدد اتم سیلیکون قرار دارد؟
- (۱) ۲ (۲) ۸ (۳) ۱۴ (۴) ۱۸
- ۳۲- در پروسه اکسیداسیون حرارتی سایکلون، کدام گزینه درست است؟
- (۱) در ویفرهای نوع <۱۱۱> ضریب رشد خطی $(\frac{B}{A})$ بزرگتر از مقدار نظیر برای ویفرهای نوع <۱۰۰> است.
- (۲) با افزایش ضخامت اکسید، عامل محدودکننده رشد اکسید، نفوذ مولکول‌های اکسیدکننده در لایه اکسید است.
- (۳) انجام عمل اکسیداسیون در حرارت‌های بالاتر باعث افزایش بارهای ذخیره شده در اکسید می‌گردد.
- (۴) سرعت رشد اکسید در محیط (O_2, H_2O) بیشتر از سرعت رشد در محیط H_2O است.
- ۳۳- در اکسید کردن حرارتی با O_2 ، کدام گزینه درست است؟
- (۱) وجود Cl_2 همراه O_2 باعث بهتر شدن کیفیت اکسید می‌شود.
- (۲) وجود کلر همراه O_2 باعث کم شدن میزان رشد اکسید می‌شود.
- (۳) وجود N_2 همراه O_2 باعث خراب شدن کیفیت اکسید می‌شود.
- (۴) وجود F_2 همراه O_2 تأثیری در میزان رشد اکسید ندارد.
- ۳۴- استفاده از «Plasma enhanced oxidation» کدام مورد را سبب می‌شود؟
- (۱) زیاد شدن میزان رشد اکسید در اثر وجود رادیکال‌ها
- (۲) زیاد کردن دما برای کم شدن اثر یون‌ها
- (۳) زیاد شدن میزان رشد اکسید در اثر وجود رادیکال‌ها
- (۴) کم کردن دما برای زیاد شدن میزان رشد
- ۳۵- در رابطه با انجام پروسه دیفیوژن حرارتی بر روی قسمت مشخصی از سطح ویفر، کدام گزینه نادرست است؟
- (۱) با واریز فتورزیست بر روی ویفر و استفاده از ماسک مناسب، دریچه مورد نظر بر روی فتورزیست باز شده و سپس عمل دیفیوژن انجام می‌گیرد.
- (۲) با رشد اکسید بر روی ویفر و استفاده از ماسک مناسب، دریچه مورد نظر بر روی اکسید باز شده و سپس عمل دیفیوژن انجام می‌گیرد.
- (۳) در طول مرحله drive-in مقدار دانسیته ناخالصی روی سطح کاهش می‌یابد.
- (۴) در طول مرحله Predeposition مقدار دانسیته ناخالصی روی سطح تغییر نمی‌کند.
- ۳۶- برای بهبود کیفیت لیتوگرافی نوری، در سیستم‌های لیتوگرافی پروژکشن (Projection)، اقدام مناسب، کدام است؟
- (۱) برای بهبود NA, DOF را بالا می‌بریم.
- (۲) برای بهبود NA, DOF را پایین می‌بریم.
- (۳) برای بهبود رزولوشن، NA را بالا می‌بریم.
- (۴) برای بهبود رزولوشن، NA را پایین می‌بریم.

۳۷- در مورد etch خشک شیمیایی با استفاده از پلاسما، گزینه درست کدام است؟

- (۱) ویفرها عمودی قرار می‌گیرند تا etch شدن یکنواخت‌تر انجام گیرد.
- (۲) ویفرها عمودی قرار می‌گیرند تا برخورد یون کمتر باشد.
- (۳) ویفرها افقی قرار می‌گیرند تا برخورد یون کمتر باشد.
- (۴) ویفرها عمودی قرار می‌گیرند تا از تعداد ویفر بیشتری استفاده شود.

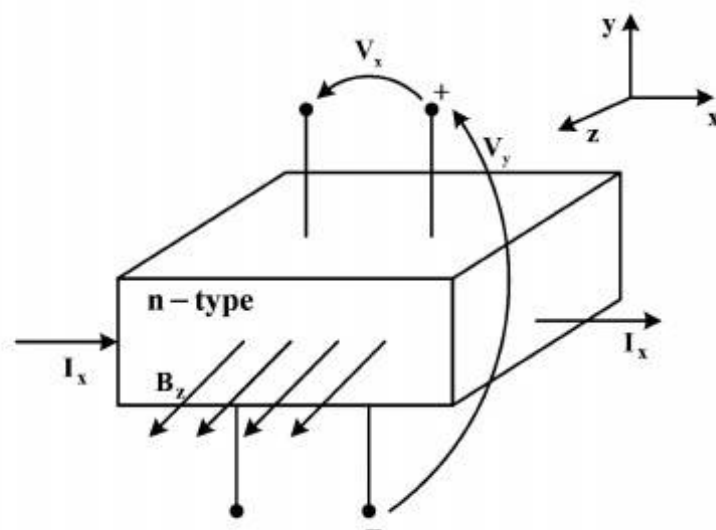
۳۸- کدام مورد، جزء دلایل استفاده از تکنیک‌های مسطح‌سازی (Planarization) در پیاده‌سازی اتصالات (interconnects)، نمی‌باشد؟

- (۱) ایجاد اتصالات مطمئن و جلوگیری از قطعی احتمالی
- (۲) عدم امکان لایه نشانی عایق‌های میان اتصالات به صورت یکنواخت
- (۳) مشکلات حین لیتوگرافی اتصالات
- (۴) هیچ‌کدام

۳۹- در مورد استفاده از TiN، کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) برای خطوط ارتباطی محلی استفاده می‌شود.
- (۲) به صورت ضد انعکاس زیر فتورزیست عمل می‌کند.
- (۳) به عنوان سد نفوذ Al به زیر خود عمل می‌کند.
- (۴) مقاومت آن کمتر از Al است.

۴۰- در آزمایش هال با اعمال I_x و B_z ایستا خواهیم داشت:



$$(1) \quad I_y = 0, \quad V_y = 0$$

$$(2) \quad I_y = 0, \quad V_y = -B_z \frac{I_x}{qtn}$$

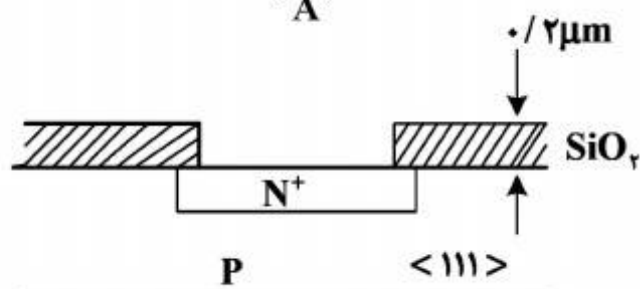
$$(3) \quad I_y = 0, \quad V_y = +B_z \frac{I_x}{qtn}$$

$$(4) \quad I_y = \pm \frac{B_z I_x}{\rho qtn}, \quad V_y = \pm B_z \frac{I_x}{qtn}$$

۴۱- ساختار شکل زیر، تحت عمل اکسیداسیون wet در دمای 900°C قرار می‌گیرد. در ناحیه با ناخالصی N^+ مقدار ضریب خطی اکسیداسیون $(\frac{B}{A})$ چهار برابر مقدار آن در نواحی دیگر است. پس از چند ساعت

اکسیداسیون، ضخامت اکسید در ناحیه باز N^+ با ضخامت اکسید در نواحی P یکسان می‌شود؟

$$\frac{x_o^2}{B} + \frac{x_o}{(\frac{B}{A})} = t + \tau, \quad \text{wet } 900^{\circ}\text{C} : B \approx 0.17 \frac{\mu\text{m}^2}{\text{hr}}, \quad \frac{B}{A} = 0.25 \frac{\mu\text{m}}{\text{hr}}$$



(۱) ۱/۰۴

(۲) ۱/۵

(۳) ۳

(۴) ۴/۸

۴۲- اگر ویفر سیلیکونی p-type با آلایش $C_B = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ داشته باشیم و آن را در معرض کاشت یونی به صورت سطحی با دوز $6.5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ از اتم‌های فسفر قرار دهیم، عمق پیوند pn با شرطی که نمونه ابتدا در دمای 950°C مدت نیم‌ساعت و سپس در دمای 1100°C به مدت یک دقیقه قرار گیرد. عمق پیوند نهایی چند نانومتر خواهد شد؟

از روابط زیر می‌توانید استفاده کنید:

T	$D(\frac{\text{cm}^2}{\text{s}})$
950°C	2.99×10^{-15}
1100°C	1.37×10^{-13}

$$C(x, t) = \frac{Q}{\sqrt{\pi Dt}} \exp\left(\frac{-x^2}{4Dt}\right), \quad C(x, t) = \frac{Q}{\sqrt{Dt}} \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{Dt}}$$

$$\ln(10) = 2.3$$

(۱) ۱۳۰

(۲) ۲۲۰

(۳) ۳۱۰

(۴) ۴۰۰

۴۳- در کاشت یونی یک ناخالصی در سیلیکون، لایه اکسید با ضخامت $500 \text{ \AA}$ در مسیر یون‌ها وجود دارد. مقادیر R_p مربوط به سیلیکون و لایه اکسید به ترتیب $0.4 \mu\text{m}$ و $0.5 \mu\text{m}$ در انرژی به کار رفته می‌باشد.

محل ماکزیمم دانسیته ناخالصی در سیلیکون نسبت به سطح سیلیکون در چه عمقی بر حسب $\text{\AA}$ است؟

(۱) ۲۶۰۰

(۲) ۳۶۰۰

(۳) ۴۶۰۰

(۴) ۵۶۰۰

۴۴- برای آرایش سورس و درین یک NMOS، به کمک کاشت یونی آرسنیک، با دوز $4 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ و انرژی 50 keV ، حداقل ضخامت گیت پلی سیلیکون چند نانومتر باشد، تا ناحیه کانال تحت تأثیر کاشت یونی قرار نگیرد؟ آرایش اولیه بستر 10^{16} cm^{-3} می باشد.

از روابط روبه‌رو، می‌توانید استفاده کنید:

$$C(x) = \frac{Q}{\sqrt{2\pi}\Delta R_p} e^{-\frac{(x-R_p)^2}{2\Delta R_p^2}}, \ln(10) = 2.3$$

As in silicon	R_p	ΔR_p
50 keV	35 nm	15 nm

(۱) ۵۰

(۲) ۷۰

(۳) ۱۱۰

(۴) ۱۳۰

۴۵- در آزمایش C-V یک ساختار MOS، مقدار ولتاژ آستانه نسبت به حالت مورد انتظار ۳۷- تغییر را نشان

می‌دهد. در صورتی که مقدار خازن $F \times 10^{-15}$ باشد، کدام مورد می‌تواند سبب تغییر فوق شود؟

(۱) بار منفی با مقدار $C \times 10^{-14}$ در اکسید و در نزدیکی محل اتصال اکسید و سیلیکون

(۲) بار مثبت با مقدار $C \times 10^{-14}$ در اکسید و در نزدیکی سطح اکسید

(۳) بار مثبت با مقدار $C \times 10^{-14}$ در اکسید و در نزدیکی محل اتصال اکسید و سیلیکون

(۴) بار مثبت با مقدار $C \times 10^{-14}$ که به طور یکنواخت در اکسید توزیع شده باشد.

