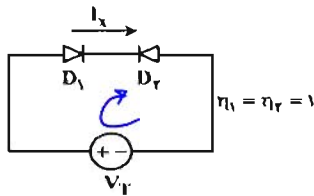


۶۱- در مدار زیر، مساحت بیوند دیود D_1 ده برابر مساحت بیوند دیود D_2 است. مقدار جریان I_x بر حسب جریان اشباع معکوس دیود D_2 چقدر است؟

سوال
اجابت



- (۱) $\frac{e}{e+1}$
- (۲) $\frac{e}{e+10}$
- (۳) $\frac{e-1}{e+1}$
- (۴) $\frac{e-1}{e+10}$ ✓

$$I_D = I_s \left(e^{\frac{V_D}{V_T}} - 1 \right) \rightarrow V_D = V_T \ln \left(\frac{I_D}{I_s} + 1 \right)$$

اینکه طبق $n_1 = n_2 = 1$ در مدار شکل زیر دیده می شود. $I_{D1} = 10 I_{D2}$ می شود. $I_{D1} = I_{s1} \left(e^{\frac{V_{D1}}{V_T}} - 1 \right)$ و $I_{D2} = I_{s2} \left(e^{\frac{V_{D2}}{V_T}} - 1 \right)$ معادله جریان I_x چقدر است؟

✓ با توجه به مشخصات مدار و سوال دقیق استعلام شود

ولتاژ دیودها در برابر هم جنبه برابر می باشد. $V_{D1} = V_{D2} = V_T$ بزرگترین نسبت I_{D1} نسبت به I_{D2} در برابر هم از آن رو در برابر هم می شود از $V_{D1} = V_{D2}$ صورت نظر کرد.

kvl: $I_{D1} = -I_{D2}$ ⊕
kvl: $-V_{D1} + V_{D2} = 0 \rightarrow V_{D1} = V_{D2} = V_T$ ⊕

$$kvl: V_T = V_{D1} - V_{D2} \Rightarrow V_T = V_T \ln \left(\frac{I_{D1}}{I_{s1}} + 1 \right) - V_T \ln \left(\frac{I_2}{I_{s2}} + 1 \right)$$

$$1 = \ln \left(\frac{10 I_x + I_{s1}}{-I_x + I_{s2}} \right) \rightarrow e = \frac{10 I_x + I_{s1}}{-I_x + I_{s2}}$$

$$(10 + e) I_x = (e - 1) I_{s2} \rightarrow I_x = \left(\frac{e - 1}{e + 10} \right) I_{s2}$$

۶۲- جریان یک ترانزیستور MOSFET به ازای $V_{GS} = 0.5V$ برابر $1 \mu A$ و به ازای $V_{GS} = 0.6V$ برابر $4 \mu A$ است.



اگر ترانزیستور در ناحیه کاری اشباع بایاس شده باشد، مقادیر $\frac{W}{L}$ و $\mu_n C_{ox}$ این ترانزیستور کدام است؟

- (۱) $100 \frac{\mu A}{V^2}$ ، $0.5V$
- (۲) $200 \frac{\mu A}{V^2}$ ، $0.4V$ ✓
- (۳) $100 \frac{\mu A}{V^2}$ ، $0.5V$
- (۴) $200 \frac{\mu A}{V^2}$ ، $0.5V$

$$I_D = \frac{1}{2} k' (V_{GS} - V_{TH})^2$$

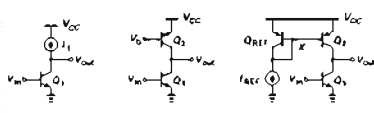
$$\begin{cases} 1 = \frac{1}{2} k' (0.5 - V_T)^2 \\ 4 = \frac{1}{2} k' (0.6 - V_T)^2 \end{cases} \rightarrow \frac{1}{(0.5 - V_T)^2} = \frac{4}{(0.6 - V_T)^2}$$

$$2(0.5 - V_T) = 0.6 - V_T$$

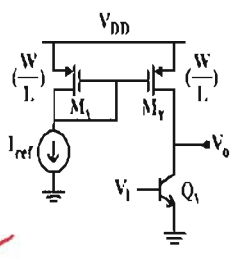
$$\rightarrow 0.4 = V_T \rightarrow k' = \frac{2}{(0.5 - 0.4)^2} = 200 \frac{\mu A}{V^2}$$

۶۳- در مدار زیر، با فرض عدم وابستگی مقاومت خروجی ترانزیستورها به دما، با افزایش دما بهره ولتاژ $\frac{V_o}{V_i}$ چگونه

- تغییر می کند؟
- ۱) کاهش می یابد.
 - ۲) افزایش می یابد.
 - ۳) تغییر نمی کند.
 - ۴) بسته به مقدار دما، بهره می تواند افزایش یا کاهش یابد.



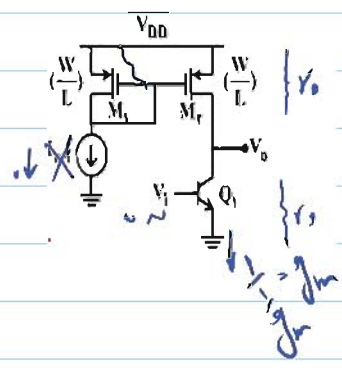
خلی
راحت
خبره



$$A_v = v_o = -g_m r_o \parallel R_D$$

$g \propto \frac{1}{T}$

صنایع درون مدتی



$$A_v = v_o = r_o \parallel R_D \times g_m = (r_o \parallel R_D) \frac{I_c}{V_T} \rightarrow g_m \downarrow \rightarrow A_v \downarrow$$

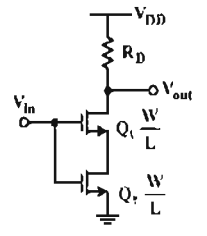
$T \uparrow \rightarrow V_T \uparrow$

نکته دار - تمرینات کتاب CMOS دوفوی

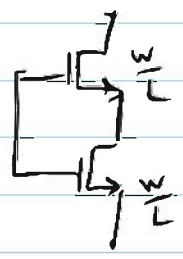
۶۴- در مدار زیر ترانزیستورهای Q_1 و Q_2 یکسان بوده و ترانزیستور Q_1 در ناحیه اشباع بایاس شده است. مقدار

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

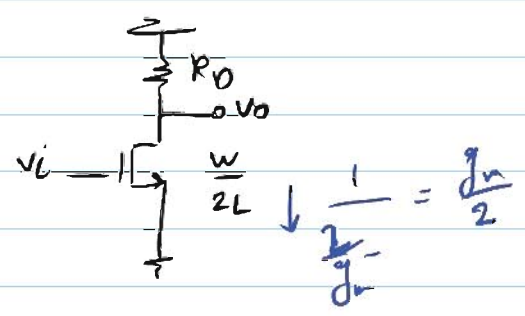
- ۱) $A_v = -\beta g_m R_D$
- ۲) $A_v = -g_m R_D$
- ۳) $A_v = \frac{-g_m R_D}{2}$
- ۴) $A_v = \frac{-g_m R_D}{4}$



$$r_m = \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{in} - V_{TH})$$



$$= \frac{g_m}{2}$$



$$A_v = v_o = -\frac{g_m}{2} \times R_D$$

گزینه ۳

۶۵- بازای $I_C = 1\text{mA}$ و $\beta = 100$ و $V_T = 25\text{mV}$ فرکانس قطع پایین مدار بر حسب هر تری تقریباً کدام است؟

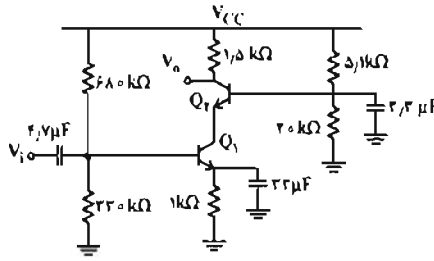
($V_A = \infty$)

۱۲.۵ (۱)

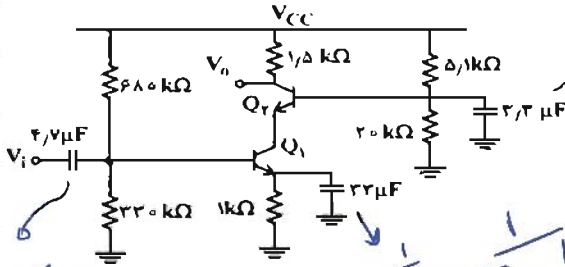
۵۰ (۲)

۲۰۰ (۳) ✓

۸۰۰ (۴)



$$I_C = 1\text{mA} \rightarrow g_m = \frac{40\text{mA}}{V_T} \rightarrow r_e = \frac{1}{40}\text{k}$$



$$\frac{1}{RC} = 3.3 \times 40 = \omega_p \rightarrow \omega_p = \frac{1}{RC}$$

$$\frac{1}{RC} = 4.7 \times 200$$

$$\omega_{p1}$$

$$\frac{1}{RC} = \frac{1}{33 \times \frac{1}{40}} = \frac{40}{33}$$

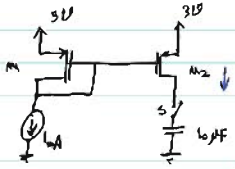
$$\omega_{p2} = \frac{1}{RC} = \frac{1}{33 \times 1k}$$

$$\omega_{p1} \ll \omega_{p2} \rightarrow \omega_{p2} \text{ غالب} \rightarrow \omega_L = \omega_{p2} = \frac{1}{33 \times 1k \times \frac{1}{40}}$$

$$\omega_{p2} = \frac{1}{33 \times 10^3 \times \frac{1}{40}} = \frac{10^6}{33 \times 150} = \frac{10^6}{5000} \approx 200 \text{ Hz}$$

مسئله: در مدار زیر، پس از عبور از لحظه، از لحظه اشباع خارج می‌شود؟

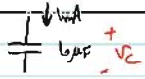
$V_D = 2V$
 $k = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} = 0.25 \text{ mA/V}^2$



$V_D > V_G - V_{th}$ μn
 $(V_D) > (V_D) - V_{th}$ μn
 $-1 > V_D - 2$

نقطه ترابرد
 $V_G = V_D = 1V \leftarrow -1 = V_D - 2$
 $1 = k(V_{GS} - V_{th})^2 \rightarrow 1 = 0.25(V_{GS} - 2)^2 \rightarrow V_{GS} = 4V$
 $V_G = -1 \leftarrow 3 - V_D = 4$

مسئله در اینجا (راحت)

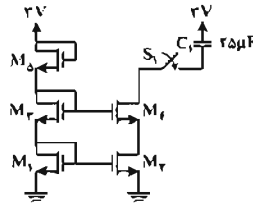


$V_c(t) = V_c(0) + \frac{1}{C} \int i_c dt$

$V_c(t) = 0 + \frac{1}{10 \times 10^{-6}} \times 10^{-3} \times t = 1$

۶۶- با فرض نشاندهنده ترانزیستورها، چند تابعه پس از بسته شدن کلید S_1 ، ترانزیستور M_1 از ناحیه اشباع خارج می‌شود؟ و لحاظ اولیه شارژ صفر است.

$\mu_n C_{ox} \frac{W}{L} = 200 \frac{\mu A}{V^2}$
 $V_{th} = 0.5V$
 $\lambda = 0$



- ۱.۱
- ۱.۲
- ۲.۳
- ۲.۴

$V_{GS1} = V_{GS3} = V_{GS5} = 1V$

$\rightarrow I_1 = I_2 = \frac{1}{2} \times 0.2 (1 - 0.5)^2 = \frac{1}{40} \text{ mA}$
 $= 25 \mu A$

$V_{DS} = V_{GS} - V_{th} \rightarrow V_{DG} = -V_{th} = -0.5V$

$V_{G4} = 2V_{GS} = 2V \rightarrow V_D = 1.5 \rightarrow$ نقطه ترابرد

$V_D = 3 - V_c(t) \rightarrow 1.5 = 3 - \frac{25 \mu \times t}{25 \mu F} \rightarrow \frac{t}{\text{ترابرد}} = 1.5 (s)$

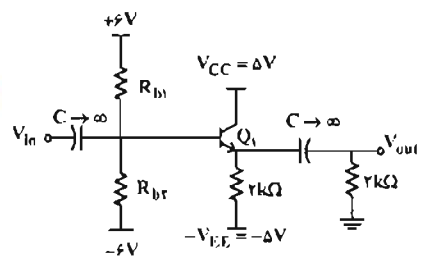
$V_c = V_c(0) + \frac{1}{C} \int i_c dt \rightarrow V_c(t) = \frac{i_c \times t}{C}$

مسائل ماکزیمم سیگنال ما در حوض خازن

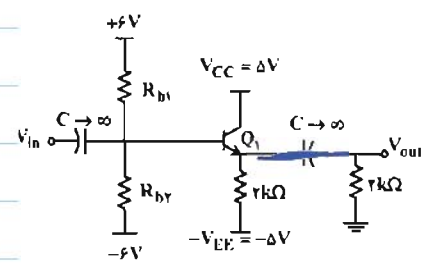
۶۷- در مدار کلکتور مشترک زیر، جریان بایاس ترانزیستور Q_1 برابر 2.5mA است. ما فرض بزرگ بودن تمامی خازن های مدار، حداکثر محدوده تغییرات ولتاژ گره خروجی (V_{out}) چند ولت است؟
 ($V_{CE,sat} = 0.2\text{V}$, $V_{BE,on} = 0.7\text{V}$, $\beta = 150$)

دستر
صنایع

- ۲.۳ (۱)
- ۴.۸ (۲)
- ۷.۳ (۳) ✓
- ۹.۸ (۴)

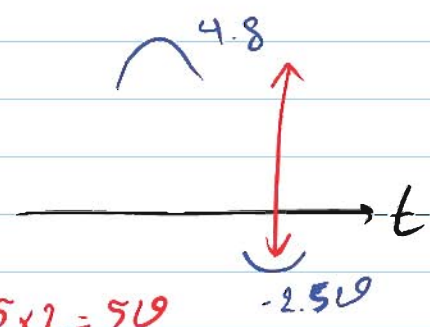
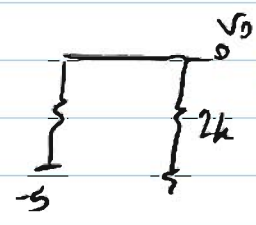


$$V_C = -5 + 2 \times 2.5\text{mA} = 0$$



فرض اشباع : $V_0^+ = 5 - 0.2 = 4.8\text{V}$

محدود قطع : $V_0^- = -5 \frac{2}{2+2} = -2.5\text{V}$

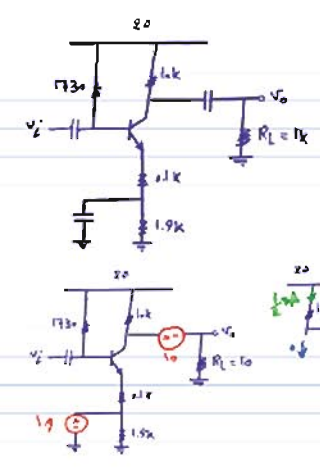


منوع من swing = $2.5 \times 2 = 5\text{V}$

تغییرات خروجی = $4.8 - (-2.5) = 7.3$

روی خازن در مرحله از زمان هم ولتاژ DC رسم ولتاژ DC قرار گیرد. ولتاژ خازن را به نفس تقسیم کنیم یعنی DC ولتاژ را حاصل از زمان کاری بلا تغییراً صفر میگیریم (s.c) و فقط ولتاژ DC روی گن قرار گیرد بین -5 ولتاژ از یک منبع ولتاژ DC با مقدار ولتاژ صفر قرار میسیم.

مثال: مرتفع زیر $\beta = 100$, $V_{BE,on} = 0.7$, $V_{CE,sat} = 0.2$ است. حداکثر دامنه خروجی خروجی؟



$$I_{DC} = \frac{2.5 - 0.7}{\frac{1730}{\beta} + 1.9} = 1\text{mA}$$

ولت DC : $V_C(OC) = 2.5 - 1 \times 1 = 1.5$

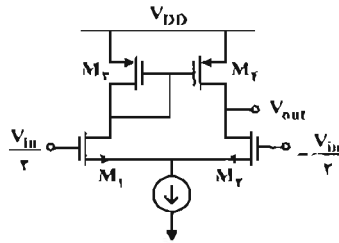
$V_0(OC) = 0$

محدودین قطع
ولت $V_0^+ = 5$

۶۸- در مدار زیر، همه ترانزیستورها در ناحه اشباع بایاس شده‌اند. مقدار بهره ولتاژ $A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$ آن تقریباً برابر

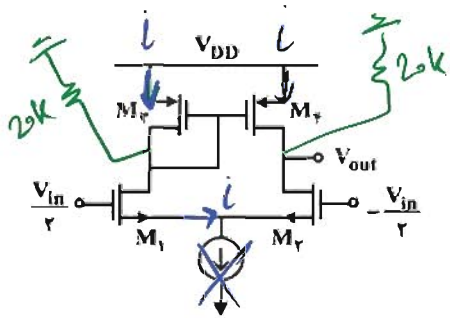
کدام است؟ منبع جریان ایدتال فرض شود

$$\begin{cases} M_p \equiv M_n \\ r_{o,p,r} = \infty \\ r_{o,n,r} = 20 \text{ k}\Omega \\ g_{m1} = 1 \frac{\text{mA}}{\text{V}}, g_{m2} = 2 \frac{\text{mA}}{\text{V}} \end{cases}$$



- ۱۰ (۱)
- ۲۰ (۲)
- ۳۰ (۳)
- ۴۰ (۴)

راحت
مشابه ترانزیستور مجزوه



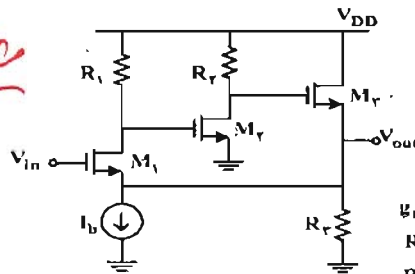
$$i = \frac{\frac{1}{2} - (-\frac{1}{2})}{\frac{1}{g_1} + \frac{1}{g_2}} = \frac{3}{4}$$

$$V_o = 20 \times 20k = 2 \times \frac{3}{4} \times 20 = 30$$

۶۹- در مدار زیر، همه ترانزیستورها در ناحه اشباع بایاس شده‌اند و منبع جریان I_b ایدتال است. مقدار بهره حلقه

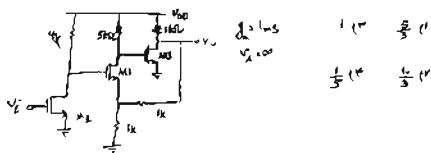
لیدبک ((BA)) تقریباً برابر کدام است؟

- ۲۵ (۱)
- ۵۰ (۲)
- $\frac{200}{3}$ (۳)
- $\frac{100}{3}$ (۴)



$$\begin{cases} g_{m1,r,r} = 10 \frac{\text{mA}}{\text{V}} \\ R_{1,r} = 1 \text{ k}\Omega \\ R_r = 100 \Omega \\ V_A = \infty \end{cases}$$

در مدار زیر با فرض اینکه تمام ترانزیستورها در ناحه اشباع بایاس شده باشند بهره ولتاژ کدام است؟

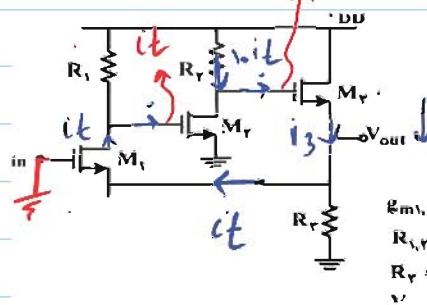


$$\begin{aligned} \frac{1}{3} &= \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} \\ \frac{1}{3} &= \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} \end{aligned}$$



$$i_b = -\frac{10}{2} \times \frac{10}{100} = -\frac{5}{10} = -0.5$$

را دارال: از طریق جریان حلقه لیدبک



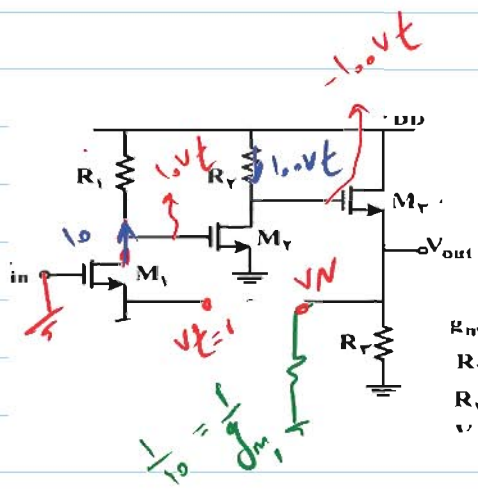
$$\begin{cases} g_{m1,r,r} = 10 \frac{\text{mA}}{\text{V}} \\ R_{1,r} = 1 \text{ k}\Omega \\ R_r = 100 \Omega \end{cases}$$

$$\frac{-1.0 \text{ k}}{\frac{1}{g_{m3}} + R_3} = \frac{-1.0 \text{ k}}{\frac{1}{10} + \frac{1}{20}} = -13$$

$$i_{rec} = 13 \times \frac{R_3}{R_3 + \frac{1}{g_{m1}}} = \frac{1}{2} \times 13$$

$$\frac{i_{rec}}{i_b} = \frac{1}{2} \times \frac{-1.0 \text{ k}}{\frac{1}{10} + \frac{1}{20}} = \frac{-10}{\frac{1}{10} + \frac{2}{10}} = \frac{100}{3}$$

روشن‌نویس: سیمال و لنتر روش کتاب‌های رهنوی



$g_{m1,r,r} = 10 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$
 $R_{1,r} = 1\text{k}\Omega$
 $R_r = 100\Omega$
 ν --

$$V_N = -100\mu\text{V} \times \frac{\frac{1}{g_{m1}} \parallel R_3}{\frac{1}{g_{m1}} \parallel R_3 + \frac{1}{g_{m2}}}$$

$$V_N = -100\mu\text{V} \times \frac{\frac{1}{20}}{\frac{1}{20} + \frac{1}{10}}$$

$$\frac{V_N}{V_{TE}} = -100 \times \frac{1}{3} = -\frac{100}{3}$$