سه درس اول الکترونیک پیشرفته
(مدار مجتمع)

دکتر رستمی زاده

۱۳۹۶

۳ | 25 September 2017 Monday | دوشنبه | ٤ محرم ١٤٣٩

مهر

ش	ی	د	س	چ	پ	ج
						۱
۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲
۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹
۳۰						

۴ | 26 September 2017 Tuesday | سه‌شنبه | ٥ محرم ١٤٣٩

۷ تقویت کننده‌های تفاضلی:

۸ در این مدار خروجی ترانزیستور Q_1

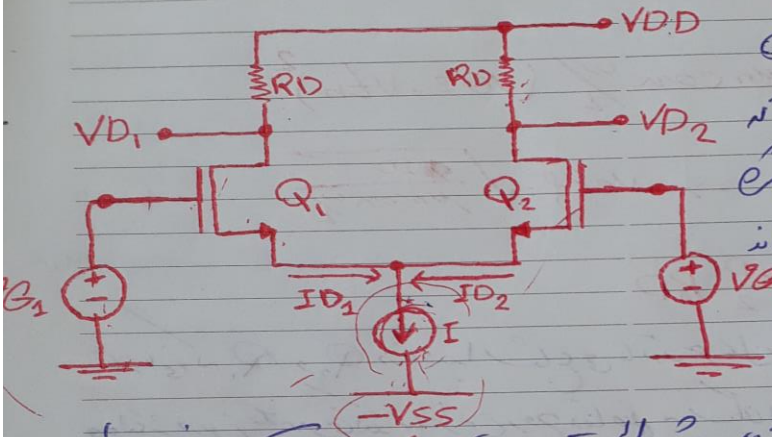
۹ و Q_2 استفاده نشده است که

۱۰ سورس‌هایشان به هم‌دیگر متصل شده

۱۱ و توسط منبع جریان I بایاس شده‌اند

۱۲ مثال منبع جریان ۵ نیز توسط

۱۳ مدار ایجاد می‌کند که در این



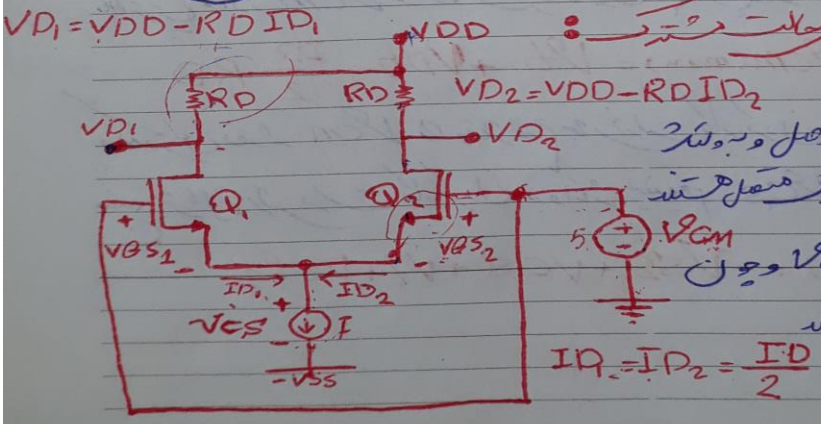
۱۴ مدار از منبع جریان ایده‌آل استفاده شده است یعنی مقاومت خروجی آن بی‌نهایت است

۱۵ و این شکل هر دو پین توسط RD به منبع تغذیه وصل است ولی می‌توان بجای آن

۱۶ از بار مثال استفاده کرد

۱۷ نکته: بار خروجی نوعی که باشد هم این است که مانعت کوچک‌تر شوند

۱۸ زوج تفاضلی به ازای ورودی حالت مشترک:



۱۹ در این شکل دو پایه‌ی گیت به هم وصل و به یک

۲۰ V_{CM} بنام ولتاژ حالت مشترک متصل هستند

یعنی $V_{GS_1} = V_{GS_2} = V_{CM}$ و چون

Q_1 و Q_2 هم منطبق هستند

جریان I بصورت مساوی بین آنها

$$I_{D_1} = I_{D_2} = \frac{I_D}{2}$$

1

تقسیم می‌شود بنابراین از هر طرف مدار سیگنال طول مانند روابط زیر خواهیم داشت:

$V_{GS} = V_{CM} - V_{GS}$ ← ولتاژ سورس

$$I_{D_1} = I_{D_2} = \frac{I_D}{2} = \frac{1}{2}\mu_n C_{ox} \frac{W}{L}(V_{GS} - V_{tn})^2$$

$$(V_{eff})^2 = \frac{2I_D}{\mu_n C_{ox} \frac{W}{L}} \Rightarrow V_{eff} = \sqrt{\frac{2I_D}{\mu_n C_{ox} \frac{W}{L}}}$$

$$V_{D_1} = V_{D_2} = V_{DD} - \frac{I_D}{2} R_D$$

تا زمانی که Q_1 و Q_2 در ناحیه اشباع می‌مانند جریان I بطور معادی بین آنها تقسیم می‌شود و ولتاژ درین تغییری نمی‌کند بنابراین زوج تفاضلی به سیگنال مد ورودی حالت مشترک پاسخ نمی‌دهد به عبارتی آنها را حذف می‌کند.

یک منحنی بهم تقویت کننده‌های تفاضلی بازه ورودی حالت مشترک آن است این بازه از مقادیر V_{CM} است که به ازای آن زوج تفاضلی درست عمل می‌کند بالاترین مقدار V_{CM} متناظر شرط ماندن Q_1 و Q_2 در اشباع خواهد بود

$$V_{CM(max)} = V_{tn} + V_{DD} - \frac{I_D}{2} R_D$$

و کمترین مقدار V_{CM} ولتاژ لازم برای درست کار کردن منبع جریان I تعیین می‌کند اگر منبع جریان برای درست کار کردن به ولتاژ V_{CS} نیاز داشته باشیم داریم:

$$V_{CM(min)} = -V_{SS} + V_{CS} + V_t + V_{eff}$$

مثال: اگر در زوج تفاضلی شکل قبل (در وری حالت متقارن) داشته باشیم:

$V_{DD} = V_{SS} = 1,5V \quad V_t = 0,5V \quad \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} = 4 \frac{mA}{V^2}$

$I_D = 0/4\,mA \quad R_D = 2,5K\Omega$

نکته: در مدولاسیون طول کانال صرف نظر شود

برای اینکه منبع جریان دقیق کار کند ولتاژ روی آن (V_{CS}) نباید از 0/4V کمتر شود

الف: مقدار V_{ov} و V_{GS} را در هر ترانزیستور حساب کنید.

$I_{D1} = I_{D2} = \frac{I_D}{2} = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{ov})^2$

$V_{ov} = \sqrt{\frac{2 I_{D1}}{\mu_n C_{ox} \frac{W}{L}}} = \sqrt{\frac{0,4}{4}} = 0,316V$

$V_{ov} = V_{GS} - V_{tn} \Rightarrow V_{GS} = V_{ov} + V_t = 0,316 + 0,5 \simeq 0,82V$

ب: مقادیر V_{GS}، I_{D1}، I_{D2}، V_{D1}، V_{D2} و V_S را برای مقادیر $V_{CM} = 0$، $V_{CM} = 1$، $V_{CM} = -0/2$ حساب کنید

$V_{CM} = 0$ {
$V_S = V_{CM} - V_{GS} \Rightarrow V_S = 0 - 0,82 = -0,82V$
$I_{D1} = I_{D2} = \frac{I_D}{2} = \frac{0,4}{2} = 0,2mA$
$V_{D1} = V_{D2} = V_{DD} - \frac{I}{2} R_D = 1,5 - (0,2 \cdot 2,5) = 1V$

$V_{CM} = 1$ {
$V_S = V_{CM} - V_{GS} \Rightarrow V_S = 1 - 0,82 = 0,18V$
$I_{D1} = I_{D2} = \frac{I}{2} = \frac{0,4}{2} = 0,2mA$
$V_{D1} = V_{D2} = 1V$

۱۳۹۶

۱۰ دوشنبه — 2017 October Monday 2 — ۱۱ محرم ۱۴۳۹

مهر

ش	ی	د	س	چ	پ	ج
						۱
۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲
۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹
						۳۰

۱۱ سه‌شنبه — 2017 October Tuesday 3 — ۱۲ محرم ۱۴۳۹

در دو حالت $V_{CM}=0$ و $V_{CM}=1$ برای بررسی ناحیه اشباع هستند و جریان‌های I_{D_1} و I_{D_2} و ولتاژهای V_{D_1} و V_{D_2} تغییر نکرده‌اند هرچند ولتاژ V_{CM} به اندازه یک ولت تغییر کرده است

$$V_{CM}=-0/2 \begin{cases} V_S = V_{CM} - V_{GS} = -0/2 - 0/82 = -1/02\,V \\ V_{CS} = V_S - (-V_{SS}) = -1/02 + 5 = 0/48\,V \\ I_{D_1} = I_{D_2} = \frac{I}{2} = 0/2\,mA \\ V_{D_1} = V_{D_2} = 1\,V \end{cases}$$

در این حالت مقدار $V_{CS}=0/48\,V$ شده هنوز از $V_{CS}=0/48\,V$ بیشتر است بنابراین جریان هنوز درست کار می‌کند و مقدار آن ثابت و برابر $0/2\,mA$ مانده است لذا در اینجا هم مدار تفاضلی به تغییر ولتاژ حالت مشترک پاسخ می‌دهد

ج: محدودهٔ V_{CM} را حساب کنید.

$$V_{CM(max)} = V_t + \left(V_{DD} - \frac{I}{2}R_D\right) = V_t + V_D = 0/5 + 1 = 1/5\,V$$

$$V_{CM(min)} = -V_{SS} + V_{GS} + V_t + V_{eff} \Rightarrow$$

$$V_{CM(min)} = -V_{SS} + V_{CS} + V_t + (V_{GS} - V_t) \Rightarrow$$

$$V_{CM(min)} = -V_{SS} + V_{CS} + V_{GS} = -5 + 0/4 + 0/82 = -0/28\,V$$

$$(x^2-1)(x-2) = x^3 - 2x^2 - x + 2$$

۱۳۹۶

۱۲ چهارشنبه — 4 October Wednesday 2017 — ۱۳ محرم ۱۴۳۹

مهر

ش	ی	د	س	چ	پ	ج
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱
۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸
۲۹	۳۰					

۱۳ پنجشنبه — 5 October Thursday 2017 — ۱۴ محرم ۱۴۳۹

تمرین: برای تقویت لبه بالا محدوده V_{CM} را در حالتی که I_{RD} ثابت باشد

محاسبه کنید: $V_t = 0.5V$ پارامتر $V_{DD} = V_{SS} = 1.5V$

$\mu_n C_{ox} \frac{W}{L} = 4 \frac{mA}{V^2}$ $I_D = 0.4mA$ $RD = 5K$

$V_{CM(max)} = V_t + V_D = V_t + (V_{DD} - \frac{I}{2} RD) = 0.5 + 0.5 = 1V$

$V_{CM(min)} = -V_{SS} + V_{DS} + V_{GS} = -1.5 + 0.4 + V_{GS} = ?$

$V_{GS} = V_{OV} + V_t \Rightarrow V_{OV} = \sqrt{\frac{I}{\mu_n C_{ox} \frac{W}{L}}} = \sqrt{\frac{0.4}{4}} = 0.316V \Rightarrow$

$V_{GS} = 0.316 + 0.5 = 0.816 \simeq 0.82V$

$V_{CM(min)} = -1.5 + 0.4 + 0.82 = -0.28V \Rightarrow$

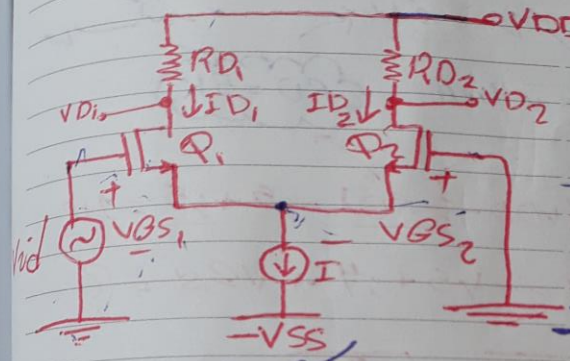
$1 > V_{CM} > -0.28$

هجرت حضرت امام خمینی (ره) از عراق به پاریس (۱۳۵۷ ه.ش) - روز نیروی انتظامی

۱۴ جمعه — 6 October Friday 2015 — ۱۵ محرم ۱۴۳۹

5 روز دامپزشکی

عملکرد زوج تفاضلی به ازای ولتاژ ورودی تفاضلی



مطابق شکل بازش کردن

گفت دوم و اعمال سیگنال Vid به

گفت اول یک ولتاژ ورودی تفاضلی ایجاد

می کنیم به سادگی می توان دید که

$V_{id} = V_{GS_1} - V_{GS_2}$ است اگر V_{id} مثبت

باشد V_{GS_1} از V_{GS_2} بزرگتر و I_{D_1} از I_{D_2} بزرگتر است بنابراین

ولتاژ خروجی تفاضلی $V_{D_2} - V_{D_1}$ مثبت می باشد ولی اگر V_{id} منفی باشد

V_{GS_1} از V_{GS_2} کوچکتر و I_{D_1} از I_{D_2} کوچکتر بنابراین ولتاژ خروجی

$V_{D_2} - V_{D_1}$ منفی می شود

$$if: V_{id} > 0 \begin{cases} V_{G_1} > V_{G_2} \\ i_{d_1} > i_{d_2} \end{cases} \Rightarrow V_{D_2} - V_{D_1} = V_o > 0$$

$$if: V_{id} < 0 \begin{cases} V_{G_1} < V_{G_2} \\ i_{d_1} < i_{d_2} \end{cases} \Rightarrow \overbrace{V_{D_2} - V_{D_1}}^{V_{out}} < 0$$

توصیف بالا نشان می دهد که زوج تفاضلی با ایجاد یک سیگنال خروجی تفاضلی

بین دو پایه می دهد اینکه چه مقدار V_{id} باعث می شود که کل جریان I

از یک ترانزیستور بگذرد بدین صورت است که درجهت مثبت این اتفاق

وقتی رخ می دهد که V_{GS_1} مقداری تقریباً با $i_{d_1} = I$ تا ولتاژ V_{GS_2}

از کجا نه V_{tn} حاصل می‌شود؟

$$V_{GS_2} = V_{tn} = V_{G_2} - V_{S_2} \Rightarrow V_S = -V_{tn}$$

$$I_D = \frac{1}{2}\mu_n C_{ox} \frac{W}{L}(V_{GS} - V_{tn})^2 \Rightarrow$$

$$(V_{GS} - V_{tn})^2 = \frac{2I_D}{\mu_n C_{ox}\frac{W}{L}} \Rightarrow V_{GS} - V_{tn} = \sqrt{\frac{2I_D}{\mu_n C_{ox}\frac{W}{L}}} \Rightarrow$$

$$\boxed{V_{GS_1} = V_{tn} + \sqrt{\frac{2I_D}{\mu_n C_{ox}\frac{W}{L}}}}$$

$$V_{GS_1} - V_{tn} = \sqrt{\frac{2\times 2I_D}{\mu_n C_{ox}\frac{W}{L}}} = \sqrt{2} \times \sqrt{\frac{2I_D}{\mu_n C_{ox}\frac{W}{L}}} \Rightarrow$$

$$\boxed{V_{GS_1} = V_{tn} + \sqrt{2}\, V_{eff}}$$

که در آن V_{eff} و تنها در اضافه تحریک متناظر با جریان درین I_{D_2} است

پس مقدار V_{id} که باعث می‌شود کل جریان I از Q_1 بگذرد عبارت است از:

$$V_{id(max)} = V_{G_1} + V_S \Rightarrow V_{id(max)} = V_{tn} + \sqrt{2}V_{eff} - V_{tn}$$

$$\boxed{V_{id(max)} = \sqrt{2}\, V_{eff}}$$

اگر $V_{id} > \sqrt{2}V_{eff}$ نباشد $\sqrt{2}V_{eff}$ نیست شود بنابراین

V_{id} و اگر $i_{d_1} = I \Rightarrow V_{GS_1} = (V_{tn} + V_{eff}) \Rightarrow V_S \uparrow$, $Q_2 = off$

$Q_2 = off$ و $i_{d_2} = I$ بنابراین $(V_{id} < -\sqrt{2}V_{eff})$ شود $-\sqrt{2}V_{eff}$ از V_{id}

بنابراین برای جریان I از یک ترانزیستور به ترانزیستور دیگر V_{id} باید در محدوده زیر

تغییر کند

$$\boxed{-\sqrt{2}V_{eff} \le V_{id} \le \sqrt{2}\, V_{eff}}$$

7

۱۳۹۶

چهارشنبه ۱۹ | 11 October 2017 Wednesday | ۲۰ محرم ۱۴۳۹

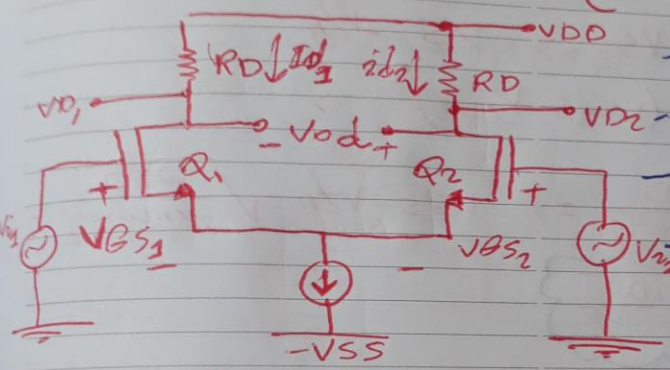
مهر

پنجشنبه ۲۰ | 12 October 2017 Thursday | ۲۱ محرم ۱۴۳۹

جمعه ۲۱ | 13 October 2017 Friday | ۲۲ محرم ۱۴۳۹

روز بزرگداشت حافظ

عملکرد سیگنال بزرگ زوج تفاضلی مانسفی :



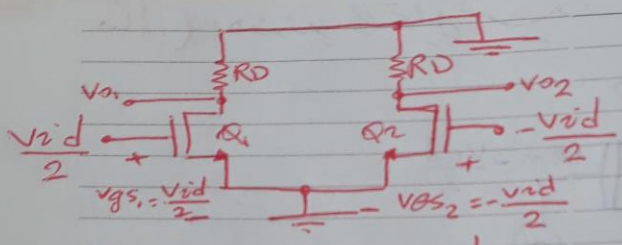
در مدار روبرو V_{CM} یک ولتاژ حالت مشترک DC و اقدام محدوده ورود حالت مشترک تقویت کننده تفاضلی است این ولتاژ برای ایجاد ولتاژ DC گیت مانسفت لازم است بنابراین

$V_{in1} = V_{CM} + \frac{1}{2} V_{id}$ $\quad V_{in2} = V_{CM} - \frac{1}{2} V_{id}$

V_{CM} مقدار متوسط دو منبع تغذیه است و در اینجا چون منابع تغذیه متقارن هستند V_{CM} برابر صفر است.

سیگنال تفاضلی ورودی V_{id} بصورت متقارن به مقاطع اعمال شده یعنی اگر V_{GS1} به اندازه $\frac{V_{id}}{2}$ افزایش یابد V_{GS2} به اندازه $\frac{V_{id}}{2}$ کاهش می‌یابد تا تقویت کننده تفاضلی توسط خروجی یک تقویت کننده تفاضلی دیگر تغذیه شود چنین وضعیتی ایجاد می‌شود.

در این مدار هدف تعیین بهره ولتاژ در پاسخ به سیگنال تفاضلی ورودی V_{id} است لذا بخاطر تقارن مدار و متقاطع بودن اعمال V_{id} به سیگنال ولتاژ حد محل اتصال سورس ترانزیستورها باید صفر باشد این گره به زمین مجازی است بنابراین متقاطع DC مدار بصورت زیر است :



مجموعه‌ی Q_1 ← مجموعه‌ی Q_2 →

$$V_{o1} = -(RD \| r_d) \times \frac{v_{id}}{2} g_m \Rightarrow \frac{V_{o1}}{v_{id}} = -\frac{1}{2} g_m (RD \| r_d)$$

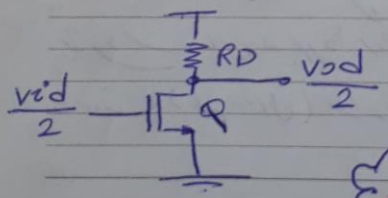
$$V_{o2} = (RD \| r_d) \times \frac{v_{id}}{2} g_m \Rightarrow \frac{V_{o2}}{v_{id}} = \frac{1}{2} g_m (RD \| r_d)$$

$$V_{od} = V_{o2} - V_{o1} = \frac{1}{2} g_m (RD \| r_d) \Rightarrow$$

$$V_{od} = g_m (RD \| r_d) \xrightarrow{r_d \gg RD} V_{od} = g_m RD$$

نیم مدار تفاضلی:

اگر یک تقویت کننده تفاضلی متقارن توسط یک سیگنال تفاضلی به صورت متقارن تحریک گردد عملکرد مدار را می‌توان تنها با در نظر گرفتن نصف مدار تحلیل کرد.



$$A_d = \frac{\frac{v_{od}}{2}}{\frac{v_{id}}{2}} = \frac{v_{od}}{v_{id}} = -\frac{(RD \| r_o)}{\frac{2}{g_m}} \Rightarrow$$

$$\frac{V_{od}}{V_{id}} = -g_m (RD \| r_o)$$

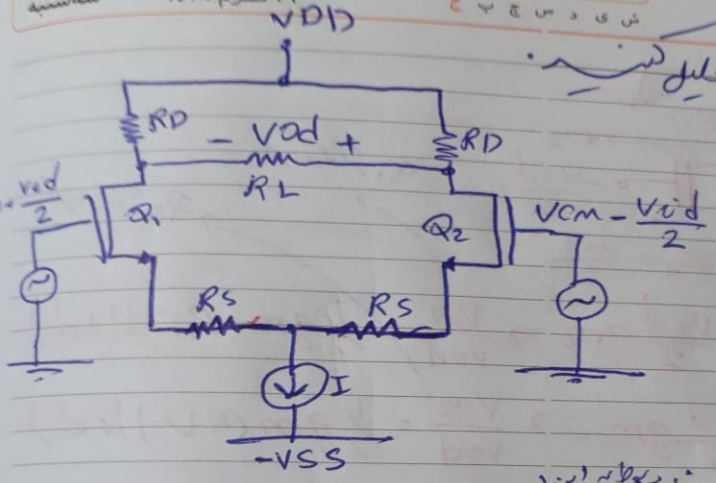
۲۵ 17 2017 October Tuesday
سه‌شنبه ۲۶ محرم ۱۴۳۹

مهر
ش ی د س چ پ ج
۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷
۸ ۹ ۱۰ ۱۱ ۱۲ ۱۳ ۱۴
۱۵ ۱۶ ۱۷ ۱۸ ۱۹ ۲۰ ۲۱
۲۲ ۲۳ ۲۴ ۲۵ ۲۶ ۲۷ ۲۸
۲۹ ۳۰

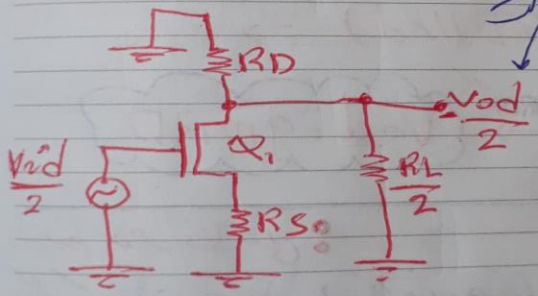
۲۴ 16 2017 October Monday
دوشنبه ۲۵ محرم ۱۴۳۹

۱۳۹۶

مثال: حدود ۳ تحلیل کنید.



طبق روش بیم مدار حل می‌کنیم



$\frac{Vod}{Vod} = -gm(RD \| rd)$ ← مربوط به این قسمت

$\frac{Vod}{Vid}$ ← مربوط به این قسمت

$$Av = -\frac{Vod}{Vid} = \frac{RD \| rd \| \frac{RL}{2}}{RS + \frac{1}{gm}} \Rightarrow$$

$$Av = \frac{gm(RD \| rd \| \frac{RL}{2})}{1 + gm RS}$$

تقویت کننده تفاضلی با بار منبع جریان:

برای دستیابی به بهره بزرگتر به جای مقاومت RD، منبع جریان ترانزیستور مانند (با بار فعال) که معمولاً از ترانزیستورهای PMOS استفاده می‌شود

شهادت امام زین‌العابدین (ع) به روایتی - روز ملی پارالمپیک

10

۱۳۹۶

۲۶ چهارشنبه — 18 October 2017 Wednesday — ۲۷ محرم ۱۴۳۹

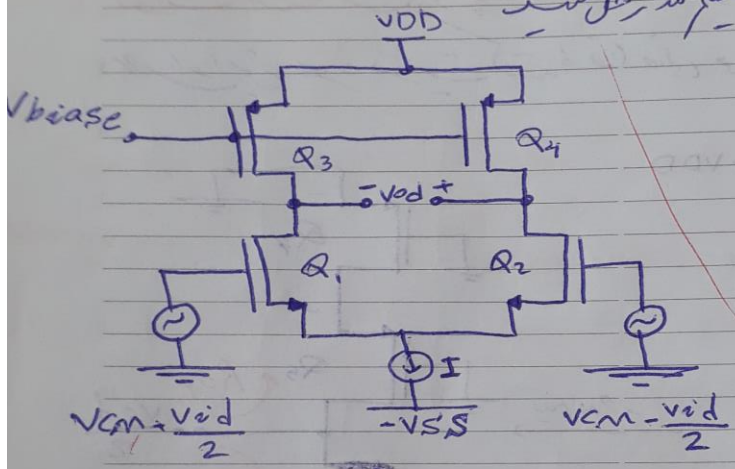
مهر

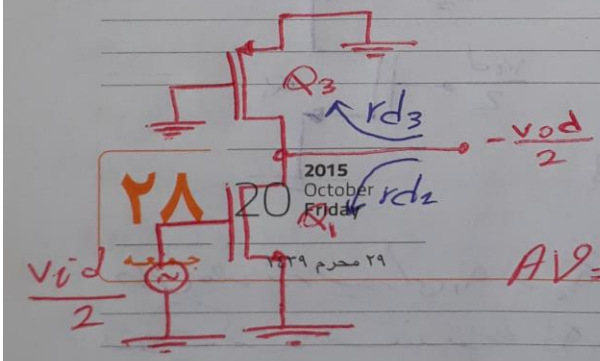
ش	ی	د	س	چ	پ	ج
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱
۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸
۲۹	۳۰					

۲۷ پنجشنبه — 19 October 2017 Thursday — ۲۸ محرم ۱۴۳۹

۲۸ جمعه — 20 October 2015 Friday — ۲۹ محرم ۱۴۳۹

مثال) مدار زیر را به روش سیگنال مدار حل کنید





مقاومت خروجی

$$Av = \frac{rd_3 \| rd_1}{\frac{1}{gm}} = -gm\,(rd_3 \| rd_1)$$

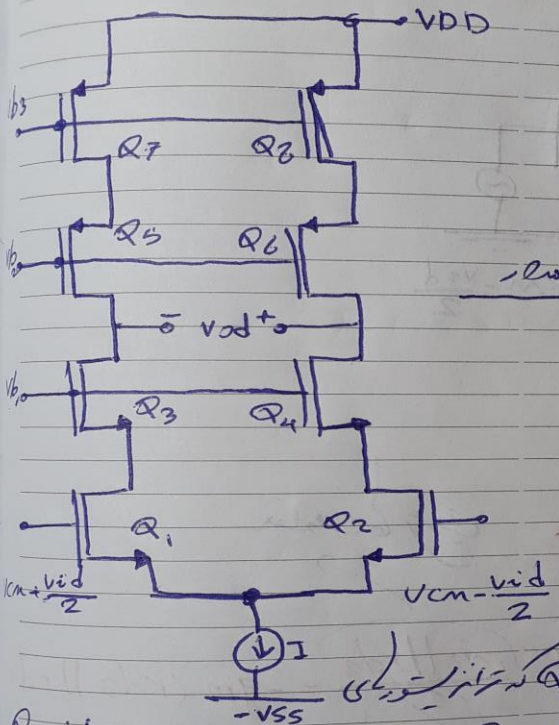
مقاومت ورودی

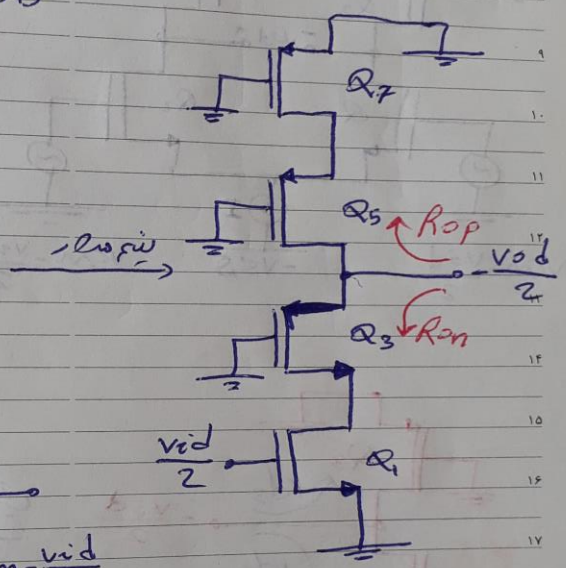
21

روز تربیت بدنی و ورزش

تقویت کننده کسکود:

برای افزایش بهره تقویت کننده تفاضلی می‌توان آرایش کسکود را به





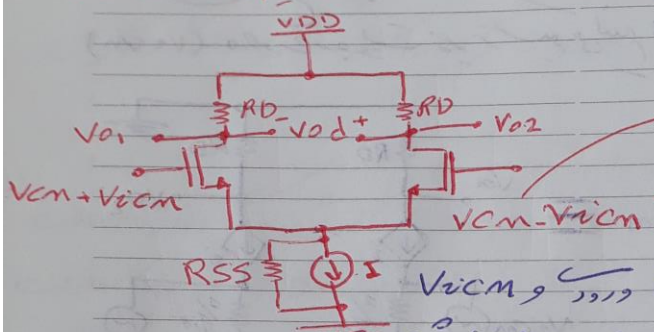
در این مدار ترانزیستورهای Q_1 و Q_2 که ترانزیستورهای تقویت کننده هستند توسط Q_3 و Q_4 و ترانزیستورهای منبع جریان Q_7 و Q_8 توسط Q_5، Q_6 کسکود شده‌اند بهره تفاضلی را می‌توان از روی نیم مدار حساب کرد:

$$R_{op} = (g_{m5} r_{o5}) r_{o7} = g_m r_{o5} r_{o7}$$

$$R_{on} = (g_{m3} r_{o3}) r_{o1} = g_m r_{o3} r_{o1}$$

$$A_v = \frac{v_{od}}{v_{id}} = \frac{R_{op} \| R_{on}}{1/g_{m1}} \Rightarrow A_v = g_{m1} (R_{op} \| R_{on})$$

بهره حالت مشترک و نسبت رد حالت مشترک یا CMRR



در این مدار VCM ولتاژ DC ورودی و ViCM یک سیگنال است که به هر دو پایه ورودی اعمال شده
سیگنال ورودی حالت مشترک را می‌توان بصورت یک سیگنال تداخلی یا نویزی که توسط هر دو ورودی دریافت می‌شود و سیگنال مطلوبی نیست در نظر گرفت هدف این است که بفهمیم ViCM چقدر به خروجی راه می‌یابد
فرض می‌کنیم که در مدار ViCM صفر است در این حالت جریان بایاس Q_1 و Q_2 $\frac{I}{2}$ است بلکه مقداری کمتر است که به VCM و RSS بستگی دارد ولی چون RSS معمولاً خیلی بزرگ است این جریان DC اضافی ناچیز است و آن را نادیده می‌گیریم بنابراین فرض می‌کنیم Q_1 و Q_2 با جریان بایاس $\frac{I}{2}$ کار می‌کنند.
زمین مجازی بودن پایه سورس مشترک باعث می‌شود جریان سیگنال در RSS صفر شود لذا RSS هیچ تأثیری روی Ad ندارد

بهره دیفرانسیل

13

$(۹-۱)(۲+۱)(۹-۲)$

۱۳۹۶

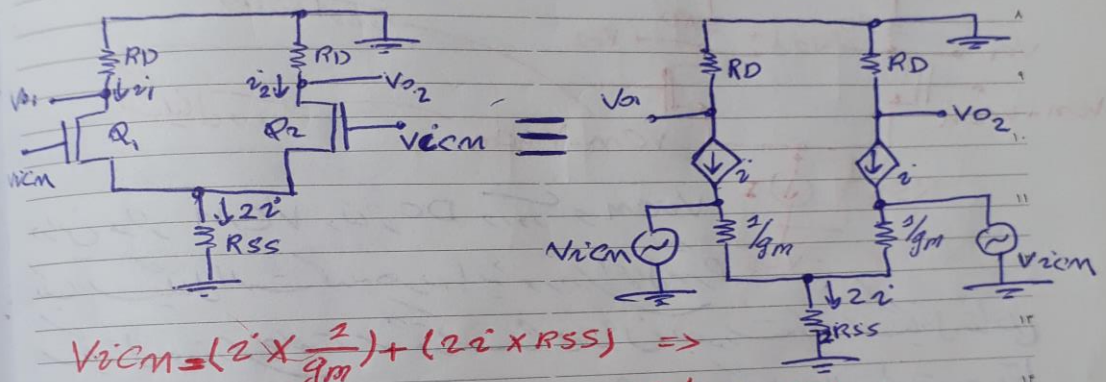
۴ 26 2017 October Thursday
پنجشنبه ۶ صفر ۱۴۳۹

آبان

ش	ی	د	س	چ	پ	ج
						۱
۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲
۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹
						۳۰

۳ 25 2017 October Wednesday
چهارشنبه ۵ صفر ۱۴۳۹

برای تعیین بایاس تفاوت کشیدهٔ تفاضلی به سیگنال ورودی حالت مشترک (Vicm) مدار را به صورت زیر ترسیم می‌کنیم:



$$V_{icm} = (i \times \frac{1}{g_m}) + (2i \times R_{SS}) \Rightarrow$$

$$V_{icm} = i\left(\frac{1}{g_m} + 2R_{SS}\right) \Rightarrow$$

$$i = \frac{V_{icm}}{\frac{1}{g_m} + 2R_{SS}}$$

اعتراض و افشاگری حضرت امام خمینی (ره) علیهٔ پذیرش کاپیتولاسیون (۱۳۴۳ه.ش)

$$V_{o1} = V_{o2} = -R_D i = -R_D \times \frac{V_{icm}}{\frac{1}{g_m} + 2R_{SS}} = -\frac{R_D}{\frac{1}{g_m} + 2R_{SS}} \times V_{icm} \Rightarrow$$

$$V_{o1} = -\frac{R_D}{\frac{1}{g_m} + 2R_{SS}} \times V_{icm}$$

۵ 27 2015 October Friday
جمعه ۷ صفر ۱۴۳۹

if $2R_{SS} \gg \frac{1}{g_m} \Rightarrow \frac{V_{o1}}{V_{icm}} = \frac{V_{o2}}{V_{icm}} = \frac{R_D}{2R_{SS}}$

$V_{od} = V_{o2} - V_{o1} = 0$ بهم برابر هستند

با تعمیم به روابط بالا V_{o1} و V_{o2} به سیگنال حالت مشترک V_{icm} آورده هستند اما، وجود آینه V_{o1} و V_{o2} برابر است ولی در خروجی تفاضلی

شهادت حضرت امام حسن مجتبی (ع) (۵۰ه.ق) (به روایتی) - روز بزرگداشت سلمان

(V_{od}) عاری از تفاضل حالت مشترک است لذا این مدار هنوز سیگنال حالت مشترک را حذف می کند ولی متاسفانه اگر مدار کاملاً متقارن نباشد دیگر این چنین نیست.

۱۲ خطای ناشی از RD یا CMRR:

اگر دو مقاومت درین به اندازه ΔRD با هم منطبق نباشند دیگر ولتاژ حالت مشترک هر دو درین برابر نیستند اگر بار Q_1 مقاومت RD و بار Q_2 مقاومت $RD+\Delta RD$ باشد آنگاه داریم:

$$V_{o1} = -\frac{RD}{2RSS} \times V_{icm}$$

$$V_{o2} = -\frac{RD+\Delta RD}{2RSS} \times V_{icm}$$

$$V_{od} = V_{o2} - V_{o1} = -\frac{\Delta RD}{2RSS} \times V_{icm}$$

$$\Rightarrow \frac{V_{od}}{V_{icm}} = -\frac{\Delta RD}{2RSS} = A_{CM}$$

بهره حالت مشترک

$$A_{CM} = -\left(\frac{RD}{2RSS}\right) \times \left(\frac{\Delta RD}{RD}\right)$$

نکته: هر دو رابط V_{o1} و V_{o2} با توجه به اینکه $\frac{1}{g_m}$ خیلی کوچک است در آن صرف نظر شده است

بنابراین نا انطباقی مقاومت کلی درین باعث می شود تقویت کننده تفاضلی بهره حالت مشترک غیر صفر داشته باشد

میزان میزان بدون تقویت کننده تفاضلی در تقویت سیگنال های تفاضلی و حذف تداخل حالت مشترک بصورت نسبت اندازه بهره تفاضلی به اندازه بهره

حالت مشترک بیان می‌شود این نسبت را نسبت رد حالت مشترک

یا CMRR می‌نامند

$$CMRR = \frac{|Ad|}{|Acm|}$$

CMRR معمولا برحسب دسیبل بیان می‌شود

$$CMRR\,(dB) = 20 \log \left| \frac{Ad}{Acm} \right|$$

نکته: زمانی تقویت در بهترین حالت است که CMRR به بی‌نهایت میل کند

یعنی Acm باید کوچک و Ad باید بزرگ باشد

$$Ad = gm\,RD$$

$$CMRR = \frac{Ad}{Acm} = \frac{2gm\,Rss}{\frac{\Delta RD}{RD}}$$ ← نشان‌دهنده RD نامنطبق

از نامنطبق gm:

$$\begin{cases} gm_1 = gm + \frac{1}{2}\Delta gm \\ gm_2 = gm - \frac{1}{2}\Delta gm \end{cases} \Rightarrow$$

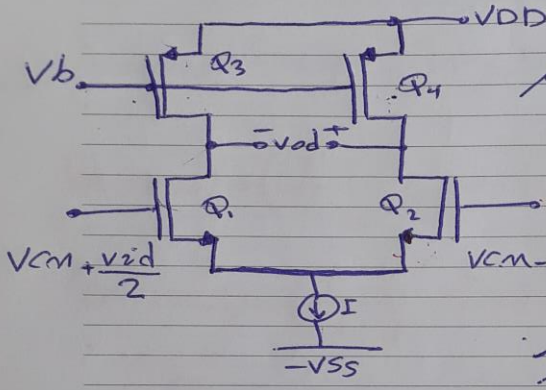
$$Vod = \frac{\Delta gm\,RD}{1 + gm^2 Rss}, VicM \Rightarrow Acm = \frac{Vod}{VicM} = \frac{\Delta gm\,RD}{1 + gm\,2Rss}$$

$$Acm \simeq \frac{RD}{2Rss} \times \frac{\Delta RD}{gm}$$

$$CMRR = \frac{2gm\,Rss}{\frac{\Delta gm}{gm}}$$ ← نشان‌دهنده gm نامنطبق

شهادت محمدحسین فهمیده (بسیجی ۱۳ ساله) - روز نوجوان و بسیج دانش‌آموزی

تمرین ۱) تقویت کننده تفاضلی دوبره با تکنولوژی 0/18μm ساخته شده



$\lambda = 0/2$ $I = 200\mu A$

$\mu n Cox = 4 \mu pCox = 400 \mu A/V^2$

$|Vt| = 0/5V$

$|Vod| = 0/2V$

الف: بهره تفاضلی محاسبه کنید.

ب: بهره ورودی تفاضلی Ad محاسبه کنید.