



دانشگاه تهران

پردیس دانشکده های فنی

دانشکده ی مهندسی برق و کامپیوتر

تکلیف کامپیوتری ۲ درس الکترونیک ۲

شبیه سازی آینه جریان کسکد ، بار فعال و تقویت کننده تفاضلی

استاد درس:

دکتر ناصر معصومی

دستیار آموزشی:

علی قاسم پور

در این تمرین با استفاده از نرم افزار PSPICE با یکی از کاربرد های ترانزیستور های ماسفت به عنوان آینه جریان، بار فعال و تقویت کننده دیفرانسیلی آشنا می شویم.

۱. آینه جریان کسکد

مدار شکل ۱، آینه جریان معمولی و مدار شکل ۲، آینه جریان کسکد را نشان می دهد. از آینه جریان برای بایاس کردن ترانزیستور های مدار و همچنین منابع جریان مورد نیاز در ساختار های تفاضلی استفاده می شود. ساختار کسکد باعث می شود که جریان آینه شده با جریان منبع، مقدار بسیار نزدیکی داشته باشد.

شبیه سازی این مدار ها در نرم افزار PSPICE انجام می شود. برای پیاده سازی این مدارات این تمرین از ترانزیستور های Mbreaک با مقادیر زیر استفاده کنید.

$$W_n = 20\mu m, \quad L_n = 0.5\mu m, \quad W_p = 40\mu m, \quad L_p = 0.5\mu m$$

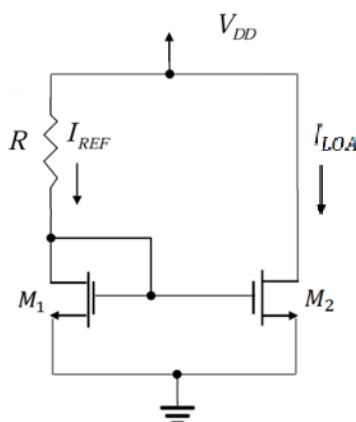
$$V_{Tn} = |V_{Tp}| = 1V, \quad \mu_n C_{OX} = 0.1 \frac{mA}{V^2}, \quad \mu_p C_{OX} = 0.05 \frac{mA}{V^2}$$

$$\lambda = 0.002, \quad V_{DD} = 15V$$

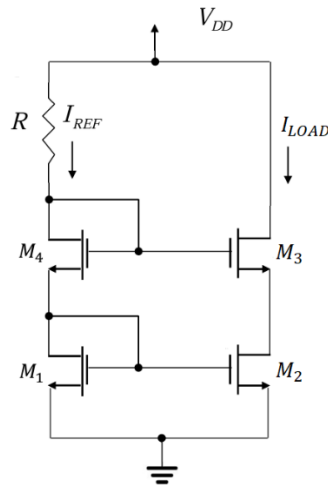
(۱.۱) مقدار مقاومت R مدار شکل ۱ را به گونه ای تعیین کنید که جریان I_{REF} 2mA شود. مدار را در نرم افزار PSPICE شبیه سازی کنید. جریان های I_{REF} و I_{LOAD} را مشاهده و گزارش دهید.

(۲.۱) مقدار مقاومت R مدار شکل ۲ را به گونه ای تعیین کنید که جریان I_{REF} 2mA شود. جریان های I_{REF} و I_{LOAD} را مشاهده و گزارش دهید. علت تفاوت جریان I_{LOAD} در شکل ۱ و ۲ چیست؟

(۳.۱) برای ترانزیستور های Mbreaک مقدار ϕ_f را 0.6 و γ را 0.8 قرار داده جریان های I_{REF} و I_{LOAD} مدار شکل ۲ را مشاهده و گزارش دهید. در صورت تغییر جریان های نسبت به قسمت قبل، دلیل آن را توضیح دهید.



شکل ۱



شکل 2

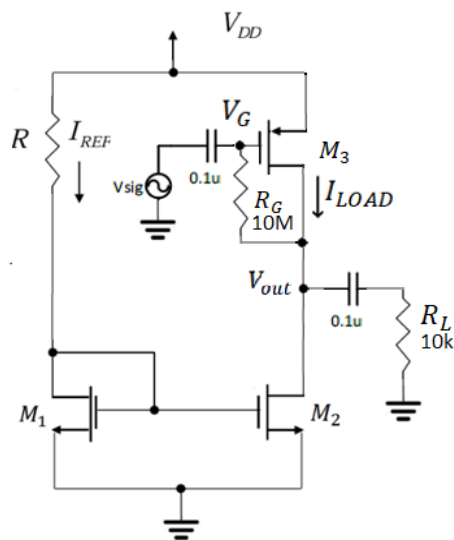
۲. بار فعال

مدار شکل ۳، آینه جریان همراه با بار فعال را نشان می‌دهد. بار فعال به دلیل مقاومت خروجی بالا جایگزین مناسبی برای مقاومت های پسیو می‌باشد. همچنین افت ولتاژی که روی مقاومت های پسیو وجود دارد معمولاً بیشتر از افت ولتاژ روی درین سورس ماسفت می‌باشد.

۱.۲) از مدار طراحی شده در قسمت ۱.۱ استفاده کنید و مدار شکل ۳ را در نرم افزار PSPICE شبیه سازی کنید و مقدار ولتاژ گره های VG و Vout را مشاهده و گزارش دهید.

۲.۲) ورودی سینوسی با دامنه 50mV و فرکانس 10KHz به مدار اعمال کنید. ولتاژ گره Vout را با یک بار با وجود مقاومت RL و یک بار بدون آن مشاهده و گزارش دهید. بهره ولتاژ گره Vout به ولتاژ گره ورودی (VSIG) در دو حالت بدست آورید و گزارش دهید.

۳.۲) با افزایش دامنه ولتاژ ورودی (VSIG)، حدلکثر سوئینگ ولتاژ گره Vout را مشاهده و گزارش دهید.



شکل 3

۳. تقویت کننده تفاضلی

مدار شکل ۴ و شکل ۵ تقویت کننده دیفرانسیلی با بار پسیو و بار فعال را نشان می دهند. تقویت کننده دیفرانسیلی به دلیل حذف نویز مد مشترک در بسیاری از مدارات الکترونیکی استفاده می شود.

۱.۳) مدار شکل ۴، با استفاده از مدار طراحی شده در قسمت ۱.۱ را پیاده سازی شده. مقاومت R_C را به گونه ای به دست آورید که حداکثر سوئینگ، در ولتاژ خروجی V_{out} مشاهده شود. بهره حالت تفاضلی، بهره حالت مشترک و CMRR را به دست آورید.

۲.۳) با اعمال ولتاژ ورودی مناسب به صورت تفاضلی حداکثر سوئینگ ولتاژ خروجی V_{out} را به دست آورید و با حالت تئوری مقایسه کنید. (فرکانس ولتاژ ورودی را 10KHz در نظر بگیرید و شبیه سازی زمانی انجام دهید).

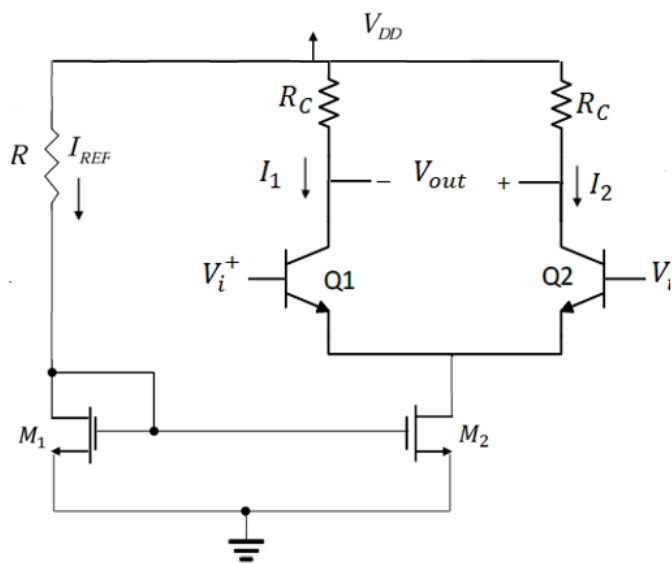
۳.۳) با اعمال ورودی مناسب، بهره حالت تفاضلی، بهره حالت مشترک و CMRR را به دست آورید و با حالت تئوری مقایسه کنید.

۳.۴) با استفاده از تحلیل AC Sweep، پهنای باند مدار را به دست آورید.

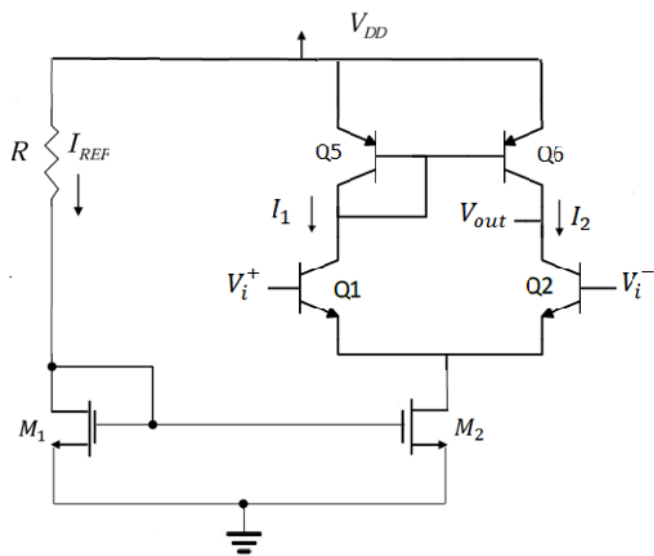
۵.۳) با جابجایی ولتاژ $V_d = V_i^+ - V_i^-$ از -2V تا 2V، نمودار جریان های I_1 و I_2 را بر حسب V_d و نمودار ولتاژ گره های V_{out}^+ و V_{out}^- را بر حسب V_d رسم کنید. حداکثر و حداقل جریان های I_1 ، I_2 ، V_{out}^+ و V_{out}^- را بیان کنید. شیب میانی این نمودار بیان گر چیست؟

۳.۶) مدار شکل ۴ با بار فعال را پیاده سازی کنید و مراحل انجام شده در قسمت های ۳.۲، ۳.۳، ۴.۳ و ۵.۳ را تکرار کنید.

* در این تمرین از ترانزیستور های BC177 و BC107 استفاده کنید.



شکل 4



شکل 5

* تمامی نمودارها و نتایج شبیهسازی باید تحلیل شوند. ذکر روابط پارامترها همراه با توضیح الزامی است.

* صفحه اول گزارش باید شامل نام تمرین، نام، نام خانوادگی و شماره دانشجویی باشد. همچنین نمودارها باید شامل زیرنویس، شماره تصویر و توضیحات باشند.

* نمودارها باید پس زمینه سفید داشته باشند.

* فایل‌های شبیهسازی را در یک پوشه مجزا قرار داده و همراه با گزارش با فرمت pdf، در یک فایل zip کرده و با فرمت زیر نام گذاری کنید:

ELEC2_CA2_Name_StudentNumber

* تمیزی گزارشکار بخشی از نمره تمرین کامپیوتری را شامل میشود.

* در صورت وجود هرگونه مشکل یا سوال در مورد کار با نرم افزار PSPICE، با ایمیل زیر در تماس باشید:

alighasempour086@gmail.com