

دانشگاه تهران

پردیس دانشکده های فنی

دانشکده ی مهندسی برق و کامپیوتر

تکلیف کامپیوتری ۱ درس الکترونیک ۲

شبیه سازی تقویت کننده سورس مشترک و درین مشترک

استاد درس:

دکتر ناصر معصومی

دستیار آموزشی:

علی قاسم پور

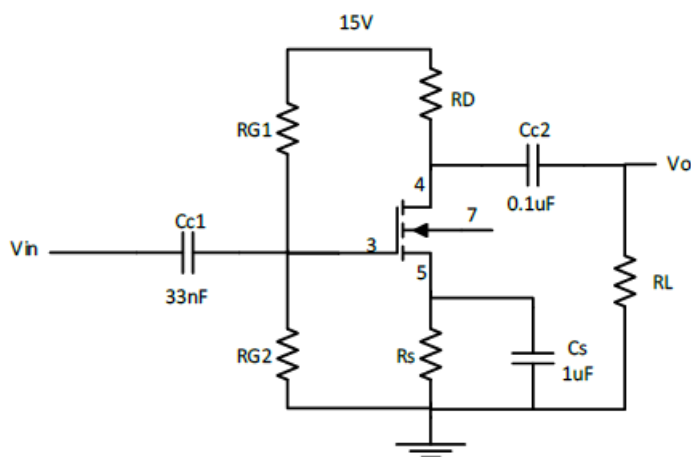
در این تمرین با کمک نرم افزار PSPICE، با یکی از کاربردهای ترانزیستور MOS به عنوان تقویت کننده و تاثیر پارامترهای مختلف بر نقطه کار مدار و بهره ولتاژ خروجی به ولتاژ ورودی آشنا می شوید.

۱- تقویت کننده سورس مشترک

شکل ۱ مدار یک تقویت کننده سورس مشترک را نشان می دهد که از بایاسینگ ثابت با مقاومت سورس R_S به منظور پایدارسازی بایاس نسبت به حرارت و تغییرات مشخصه ترانزیستورها استفاده شده است. در این نوع بایاسینگ بیشتر در مدارهای ترانزیستوری گسسته مورد استفاده قرار می گیرد، در حالی که برای مدارهای یکپارچه از منابع جریان و مقاومت های فیدبک استفاده می شود. این نوع تقویت کننده ها به دلیل مقاومت ورودی زیاد و بهره ولتاژ بالا معمولاً در طبقات ورودی به کار می روند.

اگر ترانزیستور در ناحیه اشباع باشد جریان ترانزیستور از رابطه زیر بدست می آید:

$$i_D = \frac{1}{2} k'_n \frac{W}{L} (V_{GS} - V_t)^2 \quad \text{and} \quad V_{DS} > (V_{GS} - V_t)$$



شکل ۱ تقویت کننده سورس مشترک

الف) اگر $V_S \approx 3V$ ، $I_D = 0.6v$ ، $K' \frac{W}{L} = 0.7 mA/V^2$ ، $V_{T0} \approx 1.4V$ و $R_{in} > 15K\Omega$ باشد، مقادیر R_{G1} ، R_{G2} و R_S را تعیین کنید. اگر ولتاژ درین وسط $3V$ و $15V$ باشد، مقدار R_D را تعیین کنید. دلیل تعیین این ولتاژ برای درین چیست؟

ب-۱) مقدار مقاومت R_L را $10 K\Omega$ قرار داده و مدار را در نرم افزار PSPIC شبیه سازی کنید. نقاط کار حاصل از شبیه سازی مدار را گزارش دهید. نقاط کار حاصل از شبیه سازی مدار با مقادیر تئوری تفاوتی دارد؟ اگر تفاوتی وجود دارد دلیل آن چیست؟

ب-۲) توان مصرفی حاصل از شبیه سازی مدار را بدست آورید و گزارش دهید.

ب-۳) مدار را در دمای $50^\circ C$ ، $75^\circ C$ و $100^\circ C$ درجه شبیه سازی کنید و نقاط کاری آن را گزارش دهید.

ج) هدایت انتقالی (سیگنال کوچک) از رابطه زیر بدست می آید:

$$g_m = \left. \frac{\partial i_D}{\partial V_{GS}} \right|_Q = k'_n \frac{W}{L} (V_{GS} - V_t) = \sqrt{2I_D k'_n \frac{W}{L}} \quad \text{or} \quad g_m = \frac{2I_D}{V_{GS} - V_t}$$

و همچنین بهره مدار با فرض $R_D || R_L \gg r_o$ برابر است با:

$$A_v = -g_m(R_D || R_L || r_o) \approx -g_m(R_D || R_L)$$

ج-۱) با توجه به مطالب گفته شده بهره ولتاژ خروجی در گره V_o به ولتاژ ورودی در گره V_i را به صورت تئوری بدست آورید.

ج-۲) در محیط شبیه سازی به ورودی مدار در گره V_i ، ولتاژ سینوسی با فرکانس $10 KHz$ و دامنه $10 mV$ اعمال کنید و شکل موج ولتاژ خروجی در گره V_o را مشاهده و گزارش دهید. بهره ولتاژ خروجی در گره V_o به ولتاژ ورودی در گره V_i حاصل از شبیه سازی را گزارش دهید. دلیل تفاوت با مقدار تئوری چیست. مقاومت بار R_L را از مقدار $1 K\Omega$ تا مقدار $30 K\Omega$ جاروب کرده و شکل موج ولتاژ خروجی در گره V_o و بهره ولتاژ خروجی در گره V_o به ولتاژ ورودی در گره V_i را مشاهده و گزارش دهید.

راهنمایی: برای بدست آوردن و یا رسم بهره ولتاژ خروجی به ولتاژ ورودی می‌توانید در محیط نرم افزار از ماشین حساب آن استفاده کرده و شکل موج ولتاژ خروجی را به ولتاژ ورودی تقسیم کنید و یا از تحلیل AC استفاده کنید.

ج-۳) با سری کردن مقاومت R_{Sig} با C_{C1} به مقدار $5\text{ K}\Omega$ در محیط شبیه سازی، شکل موج ولتاژ خروجی در گره V_o را مشاهده و گزارش دهید و اثر آن در بهره ولتاژ خروجی در گره V_o به ولتاژ ورودی در گره V_i را گزارش دهید.

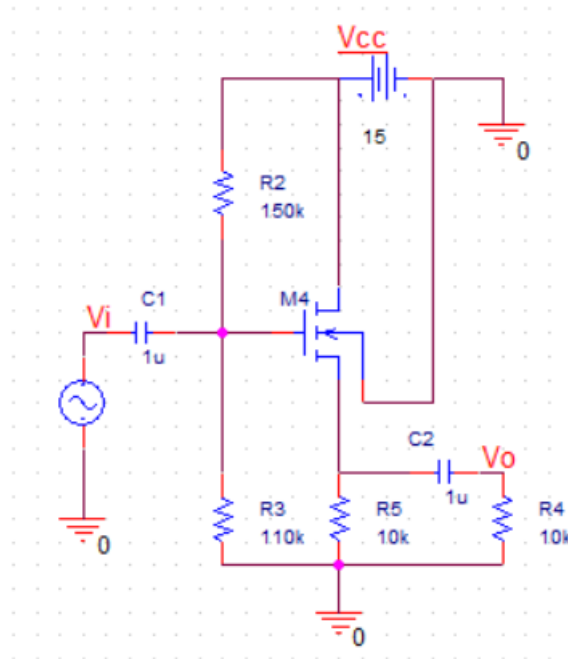
ج-۴) دامنه ولتاژ ورودی در گره V_i را در محیط شبیه سازی افزایش داده و حداکثر سوینگ ولتاژ خروجی در گره V_o را بدست آورید. دامنه ولتاژ ورودی متناسب در گره V_i با حداکثر سوینگ ولتاژ خروجی در گره V_o را مشاهده و گزارش دهید.

ج-۵) با جاروب فرکانس ولتاژ ورودی در گره V_i از 10 Hz تا 10 MHz در محیط شبیه سازی، فرکانس قطع پایین مدار را مشاهده و گزارش دهید.

* در این تقویت کننده در نرم افزار PSPICE از کتابخانه CD4007 استفاده کنید.

۲- تقویت کننده درین مشترک

شکل ۲ مدار یک تقویت کننده درین مشترک را نشان می‌دهد. این نوع تقویت کننده ها به دلیل مقاومت خروجی کم، مقاومت ورودی زیاد و بهره ولتاژ نزدیک به یک معمولا در طبقات خروجی به کار می‌روند.



شکل ۲ تقویت کننده درین مشترک

الف) مدار را در نرم افزار PSPICE شبیه سازی کنید. نقاط کار حاصل از شبیه سازی مدار را گزارش دهید.

ب) در محیط شبیه سازی به ورودی مدار در گره V_i ، ولتاژ سینوسی با فرکانس ۱۰ KHz و دامنه ۱۰ mV اعمال کنید و شکل موج ولتاژ خروجی در گره V_o را مشاهده و گزارش دهید. بهره ولتاژ خروجی در گره V_o به ولتاژ ورودی در گره V_i حاصل از شبیه سازی را گزارش دهید.

ج) با جابجایی فرکانس ولتاژ ورودی در گره V_i از ۱ Hz تا ۱۰ MHz در محیط شبیه سازی، فرکانس قطع پایین مدار را مشاهده و گزارش دهید. با تغییر خازن C_2 به مقدار $2\mu m$ فرکانس قطع مدار را مشاهده و گزارش دهید.

* در این تقویت کننده در نرم افزار PSPICE از کتابخانه BREAK و ترانزیستور nmos با مشخصات

$$V_{TO} = 2V, KP = 1.1 \frac{mA}{V^2}, W = 1\mu m, L = 1\mu m$$

استفاده کنید.

* در این تمرین کامپیوتری، انجام تمرین تقویت کننده سورس مشترک الزامی و تمرین تقویت کننده درین مشترک اختیاری و برای آشنایی بیشتر دانشجویان با مدار تقویت کننده درین مشترک می باشد و همچنین فاقد نمره امتیازی می باشد.

* فایل کتابخانه CD4007 همراه با تمرین در سامانه بارگذاری شده است.

* تمامی نمودارها و نتایج شبیه سازی 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.

* فایل های شبیه سازی 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_CA1_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