

## پروژه نهایی درس الکترونیک ۲

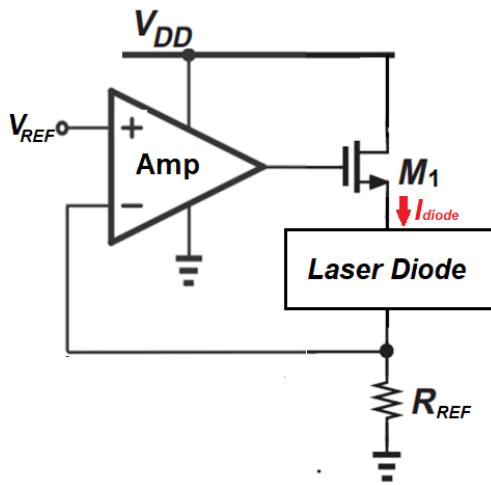
مدرس: محمد مهدی احمدی

ترم اول ۱۴۰۳

تاریخ تحویل: ساعت ۶ عصر روز چهارشنبه ۲۶ دی ۱۴۰۳

تاخیر در ارسال گزارش باعث می شود که من نمره ای برای پروژه شما در نظر نگیرم!

(هیچ وقت کارهای خود را برای دقیقه، ساعت یا روز آخر نگذارید؛ چون در آن موقع، ممکن است یک اتفاق غیر قابل پیش بینی رخ دهد. البته احتمال وقوع هر اتفاق غیرقابل پیش بینی بسیار کم است. اما چون تعداد اتفاقات غیر قابل پیش بینی ای که ممکن است رخ دهد، بسیار زیاد است، امید ریاضی وقوع تاخیر، قابل ملاحظه خواهد بود.)



یک مدار راه انداز لیزر دیودی که ساختار ساده شده آن در شکل مقابل

نشان داده شده است را با خصوصیات زیر طراحی کنید:

- ۱- قرار است که این مدار جریان یک لیزر دیودی را در مقدار 5mA و با خطای کمتر از 1% تثبیت کند.
- ۲- ولتاژ منبع تغذیه این مدار توسط یک باتری لیتیومی تامین می شود که مقدار ولتاژ آن بین 3.7V و 4.2V تغییر می کند.
- ۳- مقدار ولتاژ مرجع برابر با 1.0V می باشد ( $V_{REF} = 1.0V$ ).

### نکات زیر را در طراحی خود در نظر بگیرید:

- ۱- شما می توانید از هر یک از ترانزیستورهای زیر در طراحی خود استفاده کنید:

```
.MODEL nch NMOS LEVEL=1 VTO=0.5 UO=250 LAMBDA = 0.15 TOX=2.4E-9  
.MODEL pch PMOS LEVEL=1 VTO=-0.5 UO=100 LAMBDA = 0.15 TOX=2.4E-9
```

دقت کنید که تمام پارامترهای مدل را به صورت دقیق وارد کنید. برای مدل لیزر دیودی، سه دیود 1N4148 که در کتابخانه

LTSPICE موجود می باشد را با هم سری کنید (افت ولتاژ بر روی یک لیزر دیودی حدود ۲ ولت است).

۲- مدل ترانزیستورها را با نامهای nch و pch تعریف کنید. اگر مدل ترانزیستورها را به نامهای فوق تغییر ندهید، SPICE از همان

مدلی که به صورت default برای ترانزیستورهای NMOS و PMOS تعریف شده است استفاده می کند و از مدلی که شما

تعریف کرده اید استفاده نمی کند و لذا تمام شبیه سازیهای شما اشتباه خواهد بود.

۳- برای اینکه بخواهید در آینه های جریان و هر جای دیگر چند ترانزیستور را با هم موازی کنید می توانید اسم ترانزیستور را مثلا

از M10 به  $M10<1:0>$  تغییر دهید. در حالت دوم ترانزیستور M10 از موازی کردن ۲ ترانزیستور مشابه درست شده است.

همچنین می توانید پارامتر M ترانزیستور را تغییر دهید.

۴- از تقویت کننده های عملیاتی موجود نمی توانید استفاده کنید و باید تمام مدار را خودتان طراحی کنید.

۵- هیچ ولتاژ منفی در مدار وجود ندارد.

۶- به غیر یک منبع ولتاژ برای  $V_{REF}$  و یک منبع ولتاژ برای  $V_{DD}$ ، نباید هیچ منبع ولتاژ و هیچ منبع جریان ایده آلی در مدار شما باشد.

۷- برای اینکه در LTSPICE بتوانید symbol برای یک schematic تولید کنید آدرس زیر و ویدئوی موجود در آنرا ببینید:

<https://www.analog.com/en/education/education-library/videos/5579253506001.html>

## موارد زیر را در گزارش خود قرار دهید:

توجه داشته باشید که دستیابی به مشخصات فوق چندان دشوار نیست. برای من مهم است که طراحی را به صورت حساب شده انجام دهید.

- ۱- شماتیک مدار را به صورت تمیز و واضح در گزارش خود قرار دهید. جریانها و ولتاژهای نقاط کار را برای حالت  $V_{DD}=3.7V$  بر روی شماتیک بنویسید. همچنین باید میزان  $W$ ،  $L$  و  $M$  تمام ترانزیستورها باید بر روی شماتیک مشخص باشد.
- ۲- یک شبیه سازی زمانی (tran) انجام دهید و جریان دیود لیزری را برای مدت زمان 20ms رسم کنید. برای این شبیه سازی فرض کنید که منبع تغذیه ( $V_{DD}$ ) یک ولتاژ dc با مقدار 3.95V است که بر روی آن یک ولتاژ سینوسی به دامنه 250mV و فرکانس 100Hz سوار شده است.

۳- استدلال منطقی و اگر لازم است محاسبه کنید که:

الف) بدترین مقدار  $V_{DD}$  برای تثبیت جریان لیزر دیودی چقدر است؟

ب) میزان بهره حلقه فیدبک برای اینکه میزان خطا در تثبیت جریان کمتر از 1% باشد، چقدر باید باشد؟

- ۴- محاسبات دستی خود را برای محاسبه میزان مقاومتی که لیزر دیودی می بیند ( $R_{out}$ ) در گزارش خود قرار دهید و همچنین نتایج شبیه سازی را هم قرار دهید که مشخص کنید محاسبات دستی شما صحیح است.

۵- جدول زیر را برای طراحی خود پر کرده و در گزارش قرار دهید:

$V_{DD}$	3.7	4.2
$I_{DD}$ ( $V_{DD}$ current)		
$I_{diode}$ (mA)		
$R_{OUT}$ ( $\Omega$ ) شبیه سازی		
$R_{OUT}$ ( $\Omega$ ) محاسبه دستی		

۶- شماتیکی که برای شبیه سازی  $R_{OUT}$  استفاده کرده اید را هم در گزارش قرار دهید.

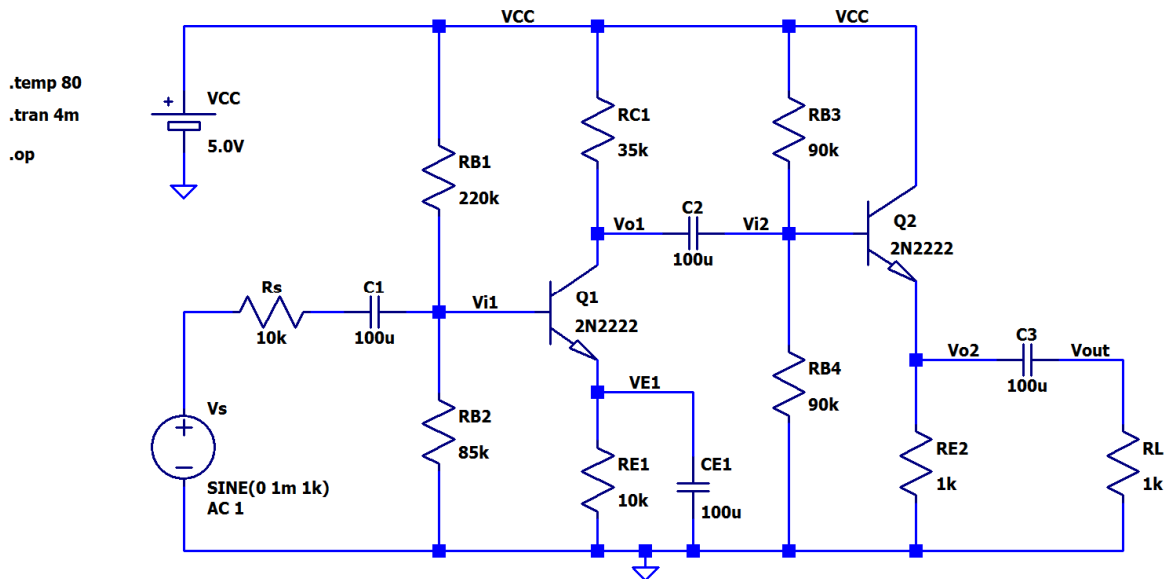
## برای اینکه نمره خوبی برای پروژه خود بگیرید حتماً نکات زیر را با دقت بخوانید.

۱- نوشتن گزارش پایانی پروژه به اندازه انجام موفقیت آمیز پروژه مهم است. کسی که به پروژه شما نمره می دهد طریقه کار کردن شما و مقدار وقتی که شما برای پروژه صرف کرده اید را ندیده و صرفاً از روی گزارش شما به شما نمره می دهد. لذا وقت کافی برای نوشتن گزارش اختصاص داده و گزارش خوبی بنویسید. گزارش شما باید حداقل شامل صفحه عنوان، فهرست، تعریف پروژه، جداول نتایج، شماتیک مدار، منحنی های خروجی و بخش نتیجه گیری باشد. همچنین در بخشی تحت عنوان مشکلات طراحی، مختصری در مورد مشکلاتی که در طراحی به آن برخوردید و راه حلهایی که برای آنها یافتید بنویسید.

۲- یک گزارش فنی خوب با یک کتاب داستان و یا یک گزارش خبری فرق دارد. گزارش فنی خوب باید مختصر و مفید باشد. یعنی حاوی تمام اطلاعات مهم بوده و فارغ از اطلاعات غیر ضروری باشد.

۳- کسی که به گزارش شما نمره می دهد نباید وقت صرف کند تا گزارش شما را جستجو کرده و اطلاعات مهم را پیدا کند و یا اینکه خط کش بگذارد و اطلاعات مهم در منحنیهای شما را استخراج کند. تمام نتایج مهم باید در گزارش شما واضح شده باشد و تمام نقاط مهم و کلیدی باید بر روی منحنیها با پروب نشان داده شده باشد.

۴- در شماتیک خود برای المانها و گره های مدار نامهای با مسما انتخاب کنید. شبیه شکل زیر:



- ۵- اگر در طراحی خود از تکنیکهای جدیدی استفاده کرده اید که در کلاس درس داده نشده است، باید آنها را در گزارش خود توضیح دهید و مراجع آنها را هم ذکر کنید.
- ۶- اگر به تمام مشخصات خواسته شده دست نیافتید، باز هم گزارش خود را تحویل دهید تا بخشی از نمره را بگیرید.
- ۷- گزارش شما از ۱۰ صفحه نباید طولانی تر باشد.
- ۸- گزارش خود را به صورت PDF برای من ([mmahmadi@aut.ac.ir](mailto:mmahmadi@aut.ac.ir)) بفرستید. عنوان ایمیل خود را « پروژه الکترونیک دو» قرار دهید. در ضمن، فایل شبیه سازی را هم به ایمیل خود ضمیمه کنید. اگر شبیه سازی در کامپیوتر من اجرا نشود، ۰/۵ از ۲ نمره را از دست خواهید داد.

موفق باشید

محمد مهدی احمدی