

به نام خدا



دانشگاه صنعتی شریف  
دانشکده مهندسی برق  
آزمایشگاه اصول الکترونیک  
زمستان ۱۳۹۵

شماره آزمایش ( ۲ )		ویرایش دوم	گروه ( )
نام و نام خانوادگی همکاران			
شماره دانشجویی			
ارزشیابی		حضور به موقع	
		پیش گزارش	
		گزارش	
		نمره کل	

نام دستیار تصحیح کننده:	تاریخ:
-------------------------	--------

# آزمایش دوم

## پیاده سازی تقویت کننده ترانزیستوری روی مدار چاپی

**توجه: لطفا قبل از انجام آزمایش، متن دستور کار را به طور کامل مطالعه بفرمائید**

### چکیده

در این جلسه، از دانشجویان خواسته شده تا در هفته‌ی منتهی به جلسه‌ی دوم آزمایشگاه، همان تقویت کننده‌ی ترانزیستوری را که در جلسه‌ی اول بر روی بردبرد بسته‌اند، بر روی مدار چاپی پیاده کرده، در آزمایشگاه المان‌ها را بر روی مدار چاپی ساخته شده‌ی خود مونتاژ (لحیم کاری) نموده و در نهایت مجدداً مشخصات مدار را اندازه‌گیری کنند.

### وسایل مورد نیاز

کامپیوتر و نرم افزار طراحی مدار چاپی Altium، برد مدار چاپی ساخته شده، هویه، سیم لحیم و روغن لحیم، تعدادی ترانزیستور و خازن و مقاومت، منبع تغذیه، مولتی متر، اسیلوسکوپ، سیگنال ژنراتور.

## پیش‌گزارش

(پیش‌گزارش را باید قبل از جلسه آماده کرده و در ابتدای جلسه به دستیار مربوطه تحویل دهید).

۱-۲ مدار تقویت کننده ی ترانزیستوری امیتر مشترک که جلسه ی قبل طراحی کرده اید و مشخصات خواسته شده را برآورده کرده است، برای ساخت مدار چاپی با نرم افزار Altium طراحی کنید.

راهنمایی: اگر مداری که جلسه ی قبل طراحی کردید مشخصات مورد نظر را برآورده نکرده، از مداری که در پیوست صفحه ۴ پیشنهاد شده، استفاده کنید.

الف- ابتدا شماتیک مدار را در نرم افزار وارد کنید.

راهنمایی: سعی کنید در همین مرحله، با پیدا کردن و اضافه کردن کتابخانه ی (library) مناسب، المان‌هایی را انتخاب کنید که فوت پرنیت (footprint) آن، با المانی که قصد مونتاژ روی مدار دارید، یکسان باشد. برای مثال ترانزیستور BC107 ای را وارد کنید که فوت پرنیت آن TO-18 باشد. (به دیتاشیت BC107 مراجعه کنید)

ب- سپس مدار چاپی (PCB) printed circuit board را طراحی کنید. برای کاهش اثرات غیرخطی از چه تکنیک‌هایی استفاده می‌توان استفاده نمود؟ (استفاده از این روش‌ها در این آزمایش ضروری نیست)

راهنمایی: سعی کنید از امکانات اتوماتیک نرم افزار، بخصوص ارتباط میان شماتیک و PCB استفاده کنید، تا نرم افزار در هنگام طراحی PCB جلوی اشتباه اتصالات را بگیرد. در عین حال، اتصال میان پایه‌های المان‌ها از طریق خطوط مسی (track) را حتما دستی انجام دهید و از قابلیت autoroute نرم افزار استفاده نکنید.

راهنمایی: اگر خطوط مسی (ترک track) و محل‌های نشستن لحیم (پد pad) ظریف و کوچک باشند، امکان تصحیح اشتباه و لحیم کاری مجدد rework روی مدار خیلی محدود خواهد بود و به سادگی ممکن است ترک‌ها و پدها از لایه (substrate) برد جدا شوند. با توجه به اینکه مدار مورد نظر شما، چندان پیچیده و بزرگ نیست و ممکن است اولین تجربه ی لحیم کاری شما باشد، اندازه ی ترک‌ها و پدها را بزرگ انتخاب کنید.

راهنمایی: برای تغذیه ی مدار (Vcc و Gnd) و برای ورودی مدار (Vi) پدهای اضافی در نظر بگیرید تا هنگام تست مدار، با لحیم کردن سیم، اتصالات لازم را برقرار کنید.

راهنمایی: برای اتصالات ورودی و خروجی از **Header** استفاده شود. در مجموع دو ترمینال برای خروجی، یک ترمینال ورودی، دو ترمینال برای بایاس و یک ترمینال برای زمین نیاز است.

ج- مدارتان را با کپی کردن copy & paste دو بار دیگر بر روی همان برد تکرار کنید. بنابراین در نهایت شما سه مدار مستقل امیتر مشترک بر روی برد مدار چاپی خواهید داشت.

از دو مدار اضافی در آزمایش جلسه‌ی آینده استفاده خواهید کرد.

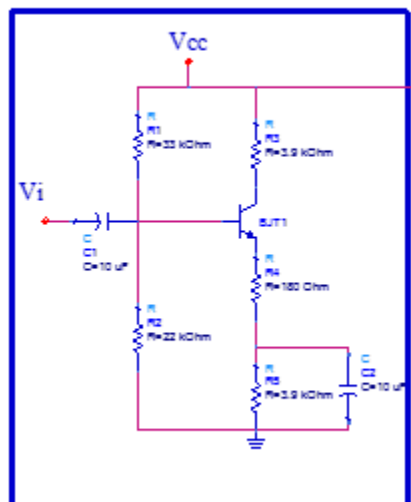
راهنمایی: مدار مورد نظرتان را می‌توانید بر روی مدار چاپی یک‌رو **single sided pcb** پیاده‌سازی کنید و نیازی به استفاده از تکنیک‌های پیچیده‌تر و گران‌تر (مثل برد دورو یا متالیزه) ندارید. (در مدار یک‌رو، المان‌ها بر روی برد نصب شده و پایه‌های آنها در زیر برد از طریق ترک‌های مسی به هم متصل می‌شوند).

د- فایل PCB طراحی خود را برای ساخت به یکی از کارگاه‌های ساخت مدار چاپی بسپارید و دو نمونه از آن سفارش دهید. مطمئن شوید که مدار چاپی را حداکثر تا روز قبل از آزمایشگاه به شما تحویل می‌دهند. المان‌هایی که قرار است روی برد لحیم شود، را هم چندین برابر تعداد مورد نیازتان از بازار تهیه کرده و به جلسه‌ی آزمایشگاه بیاورید.

به هیچ عنوان، مدار را قبل از جلسه‌ی آزمایشگاه مونتاژ نکنید. لحیم‌کاری بخشی از دستور کار این جلسه‌ی آزمایشگاه است.

ه- پارامتر **Total Harmonic Distortion (THD)** به عنوان معیاری مناسب از خطی بودن یک تقویت کننده است. تعریف و رابطه‌ی تقریبی آن را از اینترنت پیدا کنید.

۲-۲ پیوست پیش گزارش: (مدار پیشنهادی)



شکل ۱ مدار پیشنهادی

**گزارش کار**

توجه صفحات ۵ تا ۷ را پس از انجام آزمایش تکمیل کرده و به عنوان گزارش کار تحویل دهید.

نام و نام خانوادگی: شماره دانشجویی:	نام و نام خانوادگی: شماره دانشجویی:
شماره‌ی گروه:	
تاریخ انجام آزمایش:	

**دستور کار****۲-۲ مونتاژ (لحیم کاری) مدار**

روش صحیح لحیم کاری را از دستیار مربوطه فرا بگیرید و المان‌های مدار را در جای خود مونتاژ کنید. سیم‌های کوتاه به پدهای ورودی و تغذیه لحیم کنید.

الف- به نظر شما هنگام لحیم کاری ترتیب مناسب گرم کردن پایه‌ی المان، سیم لحیم و پد کدام است؟

ب- یک لحیم مناسب چه شکلی به خود می‌گیرد؟ گرد حول پایه‌ی المان یا مخروط نشسته روی پد؟

ج- روغن لحیم چه کمکی به فرایند لحیم کاری می‌کند؟

## ۲-۳ اندازه گیری مشخصات مدار

مشخصات مدار را اندازه بگیرید.

الف- بعد از روشن کردن منبع تغذیه و قبل از دادن سیگنال ورودی، با مولتی متر، بایاس مدار را چک کنید. اندازه‌ی ولتاژ کلکتور را یادداشت کنید:

$$V_c =$$

ب- ورودی سیگنال را با فرکانس 1 KHz از سیگنال ژنراتور و از طریق یک خازن بزرگ (10uF یا بزرگ‌تر) که قبلاً روی مدار چاپی پیش‌بینی و لحیم کرده‌اید، اعمال کرده و مقادیر زیر را اندازه بگیرید:

$A_v$	$R_i$

راهنمایی: برای محاسبه‌ی بهره‌ی ولتاژ، تقویت کننده باید در ناحیه‌ی خطی کار کند. اگر مدار درست طراحی شده باشد، اندازه‌ی سیگنال ورودی کمتر از مثلاً ۵۰ میلی ولت مناسب است.

پ - در حالیکه سیگنال خروجی را روی اسیلوسکوپ مشاهده می‌کنید، اندازه‌ی سیگنال ورودی را به تدریج زیاد کنید. سوینگ خروجی (یعنی اندازه‌ی سیگنال خروجی در آستانه‌ی تغییر شکل موج به خاطر اثرات اشباع و کات آف ترانزیستور) چقدر است؟

$$V_{Omax} =$$