



دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی برق
آزمایشگاه اصول الکترونیک
زمستان ۱۳۹۵
گروه درس دکتر فخارزاده

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

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

آزمایش دوم

پیاده سازی تقویت کننده ی 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 هفته ی منتهی به جلسه ی دوم آزمایشگاه، همان تقویت کننده ی ترانزیستوری را که در جلسه ی اول بر روی بردبرد بسته اند، بر روی مدار چاپی پیاده کرده، در آزمایشگاه المان-ها را بر روی مدار چاپی ساخته شده ی خود مونتاژ (لحیم کاری) نموده و در نهایت مجددا مشخصات مدار را اندازه گیری 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 این هفته شامل ارسال شماتیک و مدار چاپی به آدرس ایمیل درس (sharif.pelec@gmail.com) می‌باشد. بخشی از نمره به کیفیت طراحی مدار چاپی از لحاظ رعایت اصول طراحی اختصاص دارد. فایل‌ها باید تا جمعه، ۱۳۹۵/۱۲/۶، به ایمیل درس فرستاده شوند.

۱-۱ مدار چاپی مربوط به تقویت‌کننده‌ی ترانزیستوری امیتر مشترکی را که در جلسه‌ی قبل طراحی کرده‌اید و مشخصات خواسته‌شده را برآورده کرده، با نرم افزار Altium طراحی کنید.

- راهنمایی: اگر مداری که جلسه‌ی قبل طراحی کردید مشخصات مورد نظر را برآورده نکرده، از مقادیر داده شده در شکل ۱ در پیوست صفحه‌ی ۴ استفاده کنید.

الف- ابتدا شماتیک مدار را در نرم‌افزار وارد کنید.

- راهنمایی: سعی کنید در همین مرحله، با پیدا کردن و اضافه کردن کتابخانه‌ی (library) مناسب، المان‌هایی را انتخاب کنید که فوت‌پرینت (footprint) آن، با المانی که قصد مونتاژ روی مدار دارید، یکسان باشد. برای مثال ترانزیستور 2N3904 ای را وارد کنید که فوت‌پرینت آن در کارگاه‌ها در اختیارتان قرار داده می‌شود. (به دیتاشیت 2N3904 مراجعه کنید). همچنین برای سایر المان‌ها از فوت‌پرینت‌های موجود در فایل ضمیمه استفاده کنید.

ب- سپس مدار چاپی Printed Circuit Board (PCB) را طراحی کنید.

توجه: ابعاد PCB را $7\text{cm} \times 7\text{cm}$ انتخاب کنید.

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

- راهنمایی: اگر ترک و محل‌های نشستن لحیم (پد، pad) ظریف و کوچک باشند، امکان تصحیح اشتباه و لحیم‌کاری مجدد (rework) روی مدار محدود خواهد بود و به سادگی ممکن است ترک‌ها و پدها از لایه (substrate) بوردا جدا شوند. با توجه به اینکه مدار مورد نظر شما، چندان پیچیده و بزرگ نیست و ممکن است اولین تجربه‌ی لحیم‌کاری شما باشد، اندازه‌ی ترک‌ها و پدها را بزرگ انتخاب کنید. برای اطلاع از اندازه‌ها و نکات طراحی به فایل راهنما با نام "نکات پیشنهادی برای مدار چاپی" مراجعه کنید.
- راهنمایی: برای تغذیه‌ی مدار (V_{cc} و GND) و برای ورودی مدار V_i header در نظر بگیرید تا هنگام تست مدار، اتصالات لازم را برقرار کنید.
- 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 بوردا دورو یا متالیزه) ندارید. (در مدار یک-رو، المان‌ها بر روی بوردا نصب شده و پایه‌های آن‌ها در زیر بوردا از طریق ترک‌های مسی به هم متصل می‌شوند).

توجه: نام یا نام خانوادگی خودتان را روی مدار چاپی با ترک رسم کنید.

ج- فایل طراحی خود را تا تاریخ تعیین شده، به ایمیل درس ارسال کنید.

د- پس از تایید دستیاران آموزشی، فایل PCB طراحی شده خود را برای ساخت به یکی از کارگاه‌های ساخت مدارچاپی بسپارید و دو نمونه از آن سفارش دهید. مطمئن شوید که مدار چاپی را حداکثر تا روز قبل از آزمایشگاه به شما تحویل می‌دهند. همه‌ی المان‌هایی را که قرار است روی بوردا لحیم شوند، چندین برابر تعداد مورد نیازتان از بازار تهیه‌کرده و به آزمایشگاه بیاورید. در آزمایشگاه قطعه‌ای به شما داده نخواهد شد.

توجه: سعی کنید هدری (Header) که تهیه می‌کنید از نوع Female و ترجیحاً قابل جدا شدن (Break-Away)

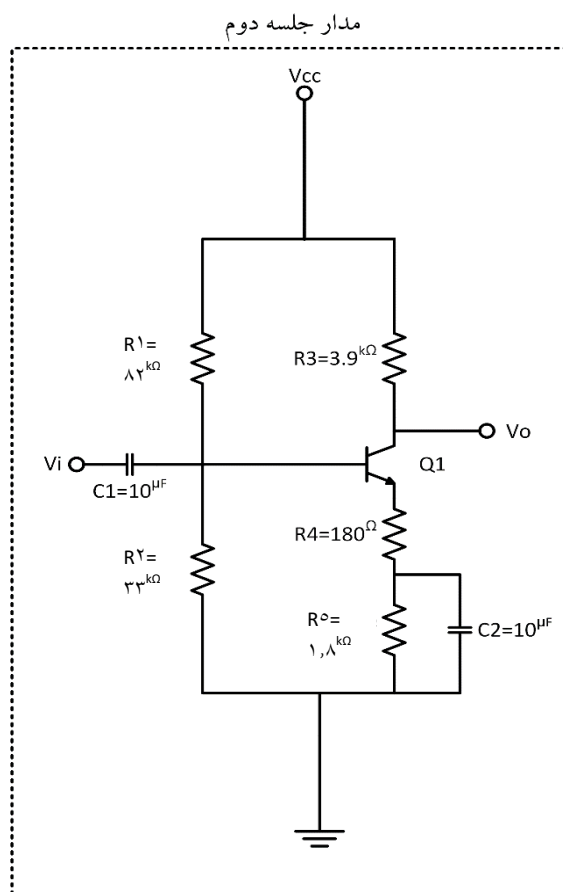
باشد (Break-Away Female Pin Header). در صورتی که از هدر Male استفاده می‌کنید؛ حتما کابل مادگی

برای اتصال به آن را نیز تهیه کنید.

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

ه- پارامتر Total Harmonic Distortion (THD) به عنوان معیاری مناسب از خطی بودن یک تقویت‌کننده است. تعریف و رابطه‌ی تقریبی آنرا از اینترنت پیدا کنید. در طول آزمایش به آن نیاز خواهید داشت.

۱-۲ پیوست پیش‌گزارش: (مدار پیشنهادی)



شکل ۱: مدار چاپی مورد نیاز برای جلسه دوم

گزارش کار

توجه: صفحات ۵ تا ۷ را چاپ گرفته، پس از انجام آزمایش تکمیل کنید و به عنوان گزارش کار تحویل دهید.

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

دستور کار

۱-۲ 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- هنگام لحیم کاری، پایه‌ی المان، سیم لحیم و پد، بهتر است به چه ترتیبی گرم شوند؟

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؟

۲-۲ اندازه‌گیری مشخصات مدار

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. (DC Check)

$$V_c =$$

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

جدول ۱: اندازه‌گیری مشخصات

A_v	R_i

- راهنمایی: برای محاسبه‌ی بهره‌ی ولتاژ، تقویت‌کننده باید در ناحیه‌ی خطی کار کند. اگر مدار درست طراحی شده باشد، اندازه‌ی سیگنال ورودی کمتر از ۱۰۰ میلی ولت مناسب است.

ج- اسیلوسکوپ را در مود محاسبه‌ی Fast Fourier Transform (FFT) قرار داده و تبدیل فوریه‌ی سیگنال خروجی را در این حالت مشاهده کرده و جدول ۲ را کامل کنید.

جدول ۲: محاسبه‌ی THD و رسم FFT قسمت ج

محاسبه‌ی THD	نمودار FFT

د- در حالیکه سیگنال خروجی را روی اسیلوسکوپ مشاهده می‌کنید، اندازه‌ی سیگنال ورودی را به تدریج زیاد کنید. سوییچ خروجی (یعنی اندازه‌ی قله تا قله (Peak-to-Peak) سیگنال خروجی در آستانه‌ی تغییر شکل موج به خاطر اثرات اشباع و قطع ترانزیستور) چقدر است؟

$V_{Out_pp} =$

ه- اندازه‌ی سیگنال ورودی را مجدداً بیشتر کنید که شکل موج خروجی کاملاً معوج شود. (با توجه به اینکه بهره‌ی مدار حدود ۱۸ است، اگر اندازه‌ی سیگنال ورودی به ۰,۵ ولت برسد، حتماً این اتفاق رخ می‌دهد). اسیلوسکوپ را در مود محاسبه‌ی FFT قرار داده و جدول ۳ را کامل کنید.

جدول ۳: محاسبه‌ی THD و رسم FFT قسمت ه

محاسبه‌ی THD	نمودار FFT

و- علت تفاوت تبدیل فوریه‌ی سیگنال خروجی در حالت خطی و غیرخطی را توضیح دهید.