



دانشگاه صنعتی شریف  
دانشکده مهندسی برق  
آزمایشگاه اصول الکترونیک  
بهار ۱۳۹۴  
گروه درس دکتر فخارزاده

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

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

## آزمایش دوم

### پیاده سازی تقویت کننده ی ترانزیستوری روی مدار چاپی

#### 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 بردبورد بسته اند، بر روی مدار چاپی پیاده کرده، در آزمایشگاه المانها 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.

## پیش گزارش

(پیش گزارش را باید قبل از جلسه آماده کرده و در ابتدای جلسه به آسیستان مربوطه تحویل دهید.)

(پیش گزارش این هفته شامل پرینت شماتیک و مدار چاپی و البته کیفیت طراحی مدار چاپی ساخته شده از لحاظ رعایت اصول طراحی است)

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 پیش گزارش 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 پرینت *footprint* آن، با المانی که قصد مونتاژ روی مدار دارید، یکسان باشد. برای مثال ترانزیستور BC107 ای را وارد کنید که فوت پرینت آن TO-18 باشد. (به دیتاشیت BC107 مراجعه کنید)

ب- سپس مدار چاپی *printed circuit board (PCB)* را طراحی کنید.

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 پایه های المانها از طریق خطوط مسی (*ترک track*) را حتما دستی انجام دهید و از قابلیت *autoroute* نرم افزار استفاده نکنید.

راهنمایی: اگر خطوط مسی (*ترکها*) 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 زیرپایه ی *substrate* ببرد 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.

ج- مدارتان را با کپی کردن copy & paste دو بار دیگر بر روی همان برد تکرار کنید. بنابراین در نهایت شما ۳ مدار مستقل امیتر مشترک بر روی برد مدار چاپی خواهید داشت که ورودیهای سیگنال مستقل دارند. تغذیه و زمین هر سه طبقه را به هم متصل کنید.

از دو مدار اضافی در آزمایش جلسه ی آینده استفاده خواهید کرد.

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

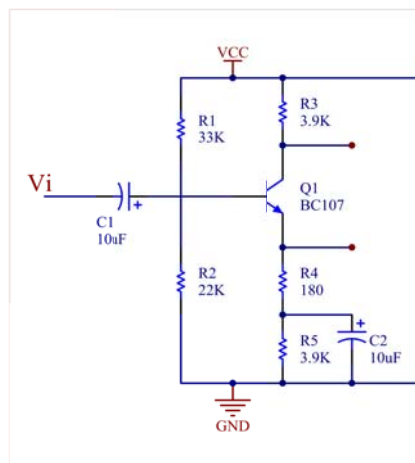
د- فایل PCB طراحی خود را برای ساخت به یکی از کارگاههای ساخت مدارچاپی بسپارید و ۲ نمونه از آن سفارش دهید. مطمئن شوید که مدار چاپی را حداکثر تا روز قبل از آزمایشگاه به شما تحویل میدهند. المانهایی که قرار است روی برد لحیم شود، را هم چندین برابر تعداد مورد نیازتان از بازار تهیه کرده و به جلسه ی آزمایشگاه بیاورید.

به هیچ عنوان، مدار را قبل از جلسه ی آزمایشگاه مونتاژ نکنید. لحیم کاری بخشی از دستور کار این جلسه ی آزمایشگاه است.

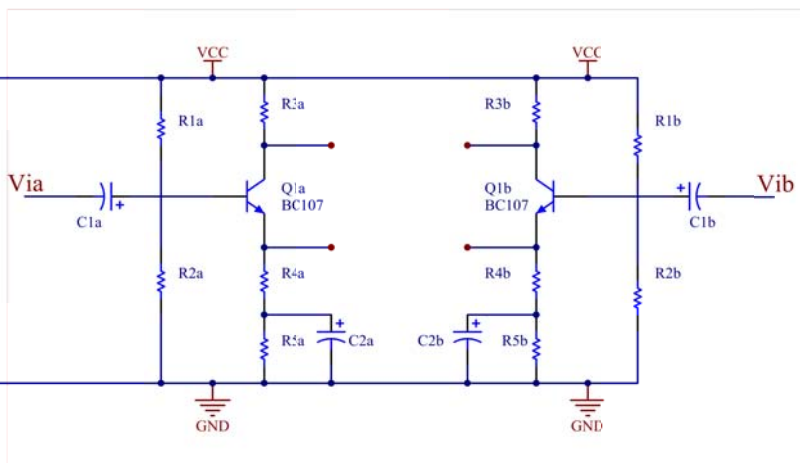
## ۲-۲ پیوست پیش گزارش: (مدار پیشنهادی)

در این جلسه فقط سمت چپ مدار را مونتاژ کرده و مورد استفاده قرار می‌دهید.

مدار جلسه ی دوم



مدار جلسه ی سوم



## گزارش کار

توجه: این برگه ها را پس از انجام آزمایش تکمیل کرده و به عنوان گزارش کار تحویل دهید.

آزمایش شماره ی	
نام و نام خانوادگی:	نام و نام خانوادگی:
شماره دانشجویی:	شماره دانشجویی:
شماره ی 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. سیم های کوتاه به پدهای ورودی و تغذیه لحیم کنید.

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

ب- یک لحیم مناسب چه شکلی به خود میگیرد؟ گرد حول پایه ی 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. اندازه ی ولتاژ کلکتور را یادداشت کنید:

$$V_c =$$

ب- ورودی سیگنال را از سیگنال ژنراتور و از طریق یک خازن بزرگ (۱۰ میکروفاراد یا بزرگتر) که قبلا روی مدار چاپی پیش بینی و لحیم کرده اید، اعمال کرده و مقادیر زیر را اندازه بگیرید:

$$A_v = \quad R_i =$$

راهنمایی: برای محاسبه ی بهره ی ولتاژ، تقویت کننده باید در ناحیه ی خطی کار کند. اگر مدار درست طراحی شده باشد، اندازه ی سیگنال ورودی کمتر از مثلا ۵۰ میلی ولت مناسب است.

پ- اسیلوسکوپ را در مود محاسبه ی fast Fourier transform (FFT) قرار داده و تبدیل فوریه ی سیگنال خروجی را در این حالت مشاهده کرده و شکل تقریبی آن را در زیر بکشید:

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

$$V_{Omax} =$$

ث- اندازه ی سیگنال ورودی را باز بیشتر کنید که شکل موج خروجی کاملاً دفرمه شود. (با توجه به اینکه بهره ی مدار حدود ۲۰ است، اگر اندازه ی سیگنال ورودی به ۰,۵ ولت برسد، حتماً این اتفاق رخ میدهد)

اسیلوسکوپ را در مد محاسبه ی FFT قرار داده و تبدیل فوریه ی سیگنال خروجی را در این حالت ببینید و در زیر بکشید:

ج- علت تفاوت تبدیل فوریه ی سیگنال خروجی در حالت خطی و غیرخطی را توضیح دهید: