|  |
| --- |
| Logo **دانشگاه صنعتی شریف****دانشکده مهندسی برق****آزمایشگاه اصول الکترونیک****بهار 1395****گروه درس دکتر فخارزاده** |

|  |
| --- |
| **شماره آزمایش ( 2 ) ویرایش دوم گروه ( )** |
|  |  | **نام و نام خانوادگی همکاران** |
|  |  | **شماره دانشجویی** |
|  | حضور به موقع | **ارزشیابی** |
|  | پيش گزارش |
|  | گزارش |
|  | **نمره کل** |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **تاریخ:** | **نام دستیار تصحیح کننده:** |

**آزمایش دوم**

**پیاده­سازی تقویت کننده­ی 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 بردبورد 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 مجددا مشخصات مدار را اندازه­گیری کنند.

**وسایل مورد نیاز**

کامپیوتر و نرم افزار طراحی مدار چاپی Altium، بورد 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).

پیش­گزارش این هفته شامل پرینت شماتیک و مدار چاپی و البته کیفیت طراحی مدار چاپی ساخته شده از لحاظ رعایت اصول طراحی است.

**1-2** مدار تقویت کننده‌ی ترانزیستوری امیتر مشترکی را که در جلسه‌ی قبل طراحی کرده‌اید و مشخصات خواسته شده را برآورده کرده، برای ساختِ مدار چاپی با نرم افزار Altium طراحی کنید.

**راهنمایی: اگر مداری که جلسه‌ی قبل طراحی کردید مشخصات مورد نظر را برآورده نکرده، از مقادیر مدار امیتر مشترک شکل 1 در پیوست صفحه­ی 5 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 BC107 ای را وارد کنید که فوت‌پرینت آن TO-18 باشد. (به دیتاشیت BC107 مراجعه کنید)**

ب- سپس مدارچاپیprinted circuit board (PCB) را طراحی کنید. برای کاهش اثرات غیرخطی از چه تکنیک­هایی 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 (ترَک track) و محل­های نشستن لحیم (پَد pad) ظریف و کوچک باشند، امکان تصحیح اشتباه و لحیم کاری مجدد (rework) روی مدار خیلی محدود خواهد بود و به سادگی ممکن است ترَکها و پَدها از لایه (substrate) بورد جدا شوند. با توجه به اینکه مدار مورد نظر شما، چندان پیچیده و بزرگ نیست و ممکن است اولین تجربه­ی لحیم­کاری شما باشد، اندازه ی ترَک­ها و پَدها را بزرگ انتخاب کنید. برای اطلاع از اندازه­ها و نکات طراحی به فایل مکمل مراجعه کنید.**

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

**راهنمایی: برای اتصالات ورودی و خروجی می­توانید از header استفاده کنید.**

ج- حال درکنار مدار امیترمشترک خود، مدار زوج تفاضلی که در آزمایش چهارم با آن کار خواهید کرد را مطابق شکل 1 (در پیوست صفحه‌ی 5) طراحی 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 بورد دورو یا متالیزه) ندارید. (در مدار یک­رو، المان­ها بر روی بورد نصب شده و پایه های آنها در زیر بورد از طریق ترَک­های مسی به هم متصل می­شوند.**

د- فایل PCB طراحی 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. المان­هایی که قرار است روی بورد 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.

2-2 پیوست پیش­گزارش: (مدار پیشنهادی)

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

شکل 1 مدارچاپی مورد نیاز برای جلسه دوم و چهارم

**گزارش کار**

**توجه** صفحات 6 تا 8 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**

**2-2 مونتاژ (لحیم­کاری) مدار**

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

الف- به نظر شما هنگام لحیم کاری ترتیبِ مناسب گرم کردنِ پایه­ی المان، سیم لحیم و پَد کدام است؟

ب- یک لحیم مناسب چه شکلی به خود می­گیرد؟ گِرد حول پایه ی المان یا مخروط نشسته روی پَد؟

ج- روغن لحیم چه کمکی به فرایند لحیم­کاری می­کند؟

**3-2 اندازه­گیری 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:



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

جدول 1 مشخصات اندازه‌گیری شده

|  |  |
| --- | --- |
| $$A\_{v}$$ | $$R\_{i}$$ |
|  |  |

**راهنمایی: برای محاسبه‌ی بهره‌ی ولتاژ، تقویت کننده باید در ناحیه­ی خطی کار کند. اگر مدار درست طراحی شده باشد، اندازه‌ی سیگنال ورودی کمتر از مثلا 50 میلی ولت مناسب است.**

پ- اسیلوسکوپ را در مود محاسبه­ی Fast Fourier Transform (FFT) قرار داده و تبدیل فوریه‌ی سیگنال خروجی را در این حالت مشاهده کرده و شکل تقریبی آن را در زیر بکشید و مقدار THD محاسبه نمائید و آن­را با تبدیل فوریه جلسه پیش مقایسه نمائید.

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



ث- اندازه‌ی سیگنال ورودی را مجددا بیشتر کنید که شکل موج خروجی کاملا معوج شود. (با توجه به اینکه بهره­ی مدار حدود 20 است، اگر اندازه ی سیگنال ورودی به 0.5 ولت برسد، حتما این اتفاق رخ میدهد). اسیلوسکوپ را در مد محاسبه ی FFT قرار داده و تبدیل فوریه‌ی سیگنال خروجی را در این حالت ببینید و در زیر بکشید. همچنین مقدار THD را محاسبه نمائید.

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