



دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی برق
آزمایشگاه اصول الکترونیک
پاییز ۱۳۹۵

شماره آزمایش (۱)		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 اول

طراحی و پیاده سازی تقویت کننده ی ترانزیستوری

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

چکیده

در این جلسه، از دانشجویان خواسته شده تا یک تقویت کننده ی ترانزیستوری یک طبقه با مشخصات خواسته شده را طراحی، تحلیل و شبیه سازی نموده و در آزمایشگاه طرح خود را پیاده سازی و مشخصات آن را اندازه گیری نمایند.

وسایل مورد نیاز

کامپیوتر و نرم افزار شبیه سازی Hspice، منبع تغذیه، مولتی متر، اسیلوسکوپ، سیگنال ژنراتور، بردبرد¹، تعدادی مقاومت و خازن و ترانزیستور.

¹ Breadboard

پیش گزارش

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

۱-۱ یک تقویت کنندهی ترانزیستوری یک طبقه با مشخصات زیر طراحی کنید:

$$A_v \approx 20, R_i \geq 10k\Omega, R_o \leq 10k\Omega$$

ولتاژ منبع تغذیه را ۱۲ ولت و ترانزیستور مورد استفاده را BC107 انتخاب کنید.

با پاسخ دادن به سوالات زیر مدار را قدم به قدم طراحی کنید:

۱-۱-۱ انتخاب آرایش

الف- کدام آرایش تقویت کنندهی ترانزیستوری یک طبقه می تواند خصوصیات مثل بهرهی ولتاژ نسبتا زیاد، مقاومت ورودی زیاد و مقاومت خروجی کم را تامین کند؟

۱-۱-۲ انتخاب بایاس

ب- دیتا شیت (برگهی مشخصات) ترانزیستور BC107 را در اینترنت جستجو کرده و دانلود کنید.

پ- از روی دیتا شیت حداکثر و حداقل مشخصهی بتا β ترانزیستور چقدر است؟ آیا بستگی به جریان کلکتور دارد؟ آیا بتای جریان مستقیم با بتا در فرکانس های بالا متفاوت است؟

ت- چنان که مشاهده می کنید، مشخصهی بتای ترانزیستور می تواند در محدودهی وسیعی تغییر کند. بنابراین در یک بایاس مطلوب انتظار داریم که ولتاژ امیتر و جریان کلکتور (که تقریبا برابر جریان امیتر است) در هر دو مقدار حداکثر و حداقل بتا تقریبا یکسان باشد. با این ملاحظه آرایش بایاس ترانزیستور را انتخاب کرده و به اجمال توجیه کنید.

۳-۱-۱ سوینگ

ث- در طراحی الکترونیک و بسیاری مسائل دیگر مهندسی اغلب دیده می شود که خواسته های مطلوب مختلف با هم جمع نمی شوند و اصطلاحاً بده بستان^۲ دارند. یعنی نزدیک شدن به یکی باعث دور شدن از دیگری می شود. هنر طراحی مهندسی اغلب رسیدن به جوابی است که تا "**حد ممکن**" مطلوب باشد و خواسته ها را برآورده کند.

در یک تقویت کننده ی ترانزیستوری امیتر مشترک برای مثال، برای داشتن همزمان سوینگ سیگنال خروجی بالا و مقاومت ورودی بالا در یک طبقه، یک روش این است که ولتاژ منبع تقسیم بر سه شده و یک سوم آن بر روی مقاومت کلکتور، یک سوم بر روی کلکتور-امیتر ترانزیستور و یک سوم بر روی مقاومت امیتر انداخته شود.

با این ملاحظه و با فرض جریان بایاس ۱ میلی آمپر در امیتر، اندازه ی مقاومت ها در مدار را تعیین کنید.

۴-۱-۱ تحلیل سیگنال کوچک

ج- مدار بدست آمده در قسمت قبل را با قرار دادن مدل ترانزیستور، تحلیل سیگنال کوچک کرده و مقادیر بهره ی ولتاژ، مقاومت ورودی و مقاومت خروجی را محاسبه کنید.

چ- اگر به بهره ی مورد نظر نمی رسید، چه راهی وجود دارد که مقاومت امیتر را از دید سیگنال کوچک کاهش بدهیم، بدون اینکه بایاس مدار عوض شود؟

ح- مدار را نهایی کرده، خازنهای کوپلاژ و بای پس را بزرگ (بیش از ۱۰ میکروفاراد) انتخاب کرده و مقادیر مقاومتها را به نزدیک ترین مقاومت از سری E12 تبدیل کنید. تحلیل مدار را با مقاومت های جدید تکرار کنید و مشخصات زیر را به دست آورید:

A_v	R_i	R_o

² trade off

خ- علت استفاده از خازن‌های کوپلاژ را توضیح دهید.

د- با توجه به نقطه‌ی کار و بایاس و مشخصات ترانزیستور، حداکثر دامنه‌ی ورودی برای خطی بودن مدار را به دست آورید.

ذ- مقاومت امیتر را از مدار بردارید و به پرسش بالا دوباره پاسخ دهید. حداکثر دامنه ورودی برای خطی بودن مدار بیشتر شد یا کمتر؟ چه نتیجه‌ی درباره‌ی تاثیر مقاومت امیتر بر محدوده دامنه ورودی برای خطی بودن مدار میگیرید؟

۱-۱-۵ آیا یک تقویت کننده در فرکانس‌های خیلی بالا بهره‌ای مشابه با فرکانس‌های پایین خواهد داشت؟ درباره‌ی دلیل جواب خود به صورت مختصر توضیح دهید.

۱-۲ شبیه سازی

الف- مدار نهایی طرح شده را با Hspice شبیه سازی کرده و مشخصات زیر را بدست آورید:

A_v	R_i	R_o

ب- از کدام روش تحلیل به منظور بدست آوردن مقادیر مقاومت های ورودی و خروجی می توان استفاده نمود؟ (با ذکر دلیل)

پ- از سیگنال خروجی تقویت کننده تبدیل فوریه گرفته و با مقایسه با ورودی، مقدار اعوجاج تقویت کننده را تعیین کنید. با استفاده از همین تحلیل، رابطه ای ارائه دهید تا بتوان به کمک آن معیاری از عملکرد تقویت کننده از لحاظ اعوجاج طیف بدست آورد.

ت - مقاومت امیتر را از مدار بردارید و دوباره مقدار اعوجاج مدار را تعیین کنید. چه نتیجه ای درباره ی تاثیر مقاومت امیتر بر مقدار اعوجاج مدار میگیرید؟

ث- نتایج را با تحلیل دستی مقایسه کنید و علت تفاوت های احتمالی را بیان کنید.

گزارش کار

توجه: صفحات ۶ تا ۸ 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:
شماره ی گروه:	
تاریخ انجام آزمایش:	

دستور کار

۱-۳ بستن مدار

مداری را که قبل از جلسه، طراحی، تحلیل و شبیه سازی کرده اید، در آزمایشگاه بر روی بردبورد ببندید.

نکته: خازنهای بزرگی که در آزمایشگاه موجود است، از نوع خازن الکترولیت هستند. این خازنها جهت دار هستند و

سر مثبت و منفی آنها مشخص شده است. از این رو، باید به نحوی روی مدار بسته شوند که ولتاژ سر مثبت بیشتر از

سر منفی باشد.

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 با فرکانس 1kHz از سیگنال ژنراتور و از طریق یک خازن بزرگ ($10\mu F$) یا بزرگتر) اعمال کرده و مقادیر زیر را اندازه بگیرید:

A_v	R_i	R_o

مشکلاتی را که برای رسیدن به جواب مطلوب در آزمایشگاه داشتید ذکر کنید:

پ- فرکانس را افزایش داده تا جایی که افت شدیدی در بهره‌ی مدار مشاهده شود. این فرکانس را یادداشت کنید و علت کاهش بهره را بیان کنید.

ت- حال دامنه را افزایش دهید تا جایی که مدار از حالت خطی خارج شود. این دامنه را با مقدار بدست آمده در پیش گزارش مقایسه نمایید.

ث - پرسش بالا را برای همین مدار در حالی که مقاومت امیتر برداشته شده است تکرار کنید.

ج - برای اندازه گرفتن مقاومت ورودی و مقاومت خروجی از اثر بارگذاری در ورودی و خروجی استفاده کنید. چیش اجزای مورد استفاده را رسم کرده و نحوه‌ی محاسبه‌ی مقاومت ورودی و خروجی مورد نظر را تشریح کنید: