|  |
| --- |
| Logo  دانشگاه صنعتی شریف  دانشکده مهندسی برق  آزمایشگاه اصول الکترونیک  پاییز 1394  گروه درس دکتر فخارزاده |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| شماره آزمایش ( ) گروه ( ) | | |
|  |  | نام و نام خانوادگی همکاران |
|  |  | شماره دانشجویی |
|  | حضور به موقع | ارزشیابی |
|  | پيش گزارش |
|  | حضورفعال در كلاس |
|  | گزارش |
|  | نمره کل |  |

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

آزمایش هفتم

تقویت کننده­ی توان

چکیده

در این جلسه، از دانشجویان خواسته شده تا ابتدا چند مدار اصلی تقویت کننده‌ی توان(طبقه‌ی خروجی) را تحلیل و شبیه سازی کنند و در آزمایشگاه مدارها 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، برد بورد، تعدادی مقاومت و خازن و ترانزیستور.

**پیش گزارش**

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

**7-1 مشخصات ترانزیستورهای قدرت**

الف- با مراجعه به دیتاشیت ترانزیستورهای سیگنال BC107/BC177، نیمه قدرتی BD135/BD136 و ترانزیستورهای قدرتی 2N3055/MJ2955، جدول 1 را کامل کنید:

جدول 1- مشخصات ترانزیستورهای نیمه قدرتی و قدرتی

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | BC107 (npn) |
|  |  |  |  | BC177 (pnp) |
|  |  |  |  | BD135 (npn) |
|  |  |  |  | BD136 (pnp) |
|  |  |  |  | 2N3055 (npn) |
|  |  |  |  | MJ2955 (pnp) |

**ب-** بهره‌ی جریان ترانزیستورهای نیمه قدرتی و قدرتی چه تفاوتی با بهره‌ی جریان ترانزیستورهای سیگنال کوچک مثل BC107 که با آن آشنا هستید، دارد؟ بیشتر است یا کمتر؟

**ج-** با توجه به این تفاوت، به نظر شما چرا در اغلب مدارهای تقویت کننده همراه با طبقه‌ی خروجی از طبقات راه انداز بِتا (beta-driver) استفاده می‌شود؟

7-2 تقویت کننده­ی امیتر مشترک

مدار شکل 1 را در نظر بگیرید:



شکل 1 – مدار امیتر مشترک

**الف-** با معیار حداکثر کردن انتقال توان به بار و حداکثر کردن سویینگ ولتاژ خروجی، عناصر مدار را انتخاب کرده و در جدول 2 وارد کنید.

جدول 2 – انتخاب عناصر مدار امیتر مشترک

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| R3 | R2 | R1 |
|  |  |  |

- نحوه‌ی انتخاب عناصر را توضیح دهید.

**ب-** با عناصری که انتخاب کرده‌اید، مدار را تحلیل کرده و مشخصات جدول 3 را کامل کنید:

جدول 3 – تحلیل مشخصات مدار امیتر مشترک به عنوان طبقه­ی توان

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

- نحوه‌ی محاسبه‌ی مشخصات خواسته شده را توضیح دهید.

**ج-** با عناصری که انتخاب کرده‌اید، مدار حاصل را با Hspice شبیه سازی کرده و مشخصات جدول 4 را کامل کنید.

جدول 4 – نتایج شبیه سازی مشخصات مدار امیتر مشترک به عنوان طبقه­ی توان

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

7-3 تقویت کننده‌ی کلکتور مشترک کلاس A

مدار شکل 2 را در نظر بگیرید:



شکل 2 – مدار کلکتور مشترک

**الف-** با معیار حداکثر کردن انتقال توان به بار و حداکثر کردن سویینگ ولتاژ خروجی، عناصر مدار را انتخاب کرده و در جدول 5 وارد کنید.

جدول 5 – انتخاب عناصر مدار کلکتور مشترک

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| R3 | R2 | R1 |
|  |  |  |

- معیار انتخاب این عناصر را توضیح دهید.

**ب-** با عناصری که انتخاب کرده‌اید، مدار حاصل را تحلیل کرده و مشخصات جدول 6 را کامل کنید.

جدول 6 – تحلیل مشخصات مدار کلکتور مشترک

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

- نحوه‌ی محاسبه‌ی مشخصات خواسته شده را توضیح دهید.

‌

**ج-** با عناصری که انتخاب کرده‌اید، مدار حاصل را با Hspice شبیه سازی کرده و مشخصات جدول 7 را کامل کنید.

جدول 7 – نتایج شبیه سازی مشخصات مدار کلکتور مشترک

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

7-4 تقویت کننده ی Push-Pull کلاس B

مدار شکل 3 را در نظر بگیرید:



شکل 3 – مدار Push-Pull

**الف-** مدار را تحلیل کرده و مشخصات جدول 8 را کامل کنید.

جدول 8 – تحلیل مشخصات مدار Push-Pull

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

- نحوه‌ی محاسبه‌ی مشخصات خواسته شده را توضیح دهید.

**ب-** مدار را با Hspice شبیه سازی کرده و مشخصات جدول 9 را کامل کنید.

جدول 9 – نتایج شبیه سازی مشخصات مدار push-pull

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

- با رسم شکل موج خروجی، ناحیه‌ی مرده dead zone را مشخص کنید.

- با رسم جریان هر کدام از ترانزیستورهای Q1 و Q2 مشخص کنید که در هر نیم ‌پریود کدام ترانزیستور و در کدام مود (پوش یا پول) کار می‌کند.

7-5 تقویت کننده ی Push-Pull کلاس AB

مدار شکل 4 را در نظر بگیرید:



شکل 4 – مدار push-pull کلاس AB

**الف-** مدار را تحلیل کرده و مشخصات جدول 10 را کامل کنید.

جدول 10 – تحلیل مشخصات مدار push-pull کلاس AB

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**-** نحوه‌ی محاسبه‌ی مشخصات خواسته شده را توضیح دهید.

**ب-** مدار را با Hspice شبیه سازی کرده و مشخصات جدول 11 را کامل کنید.

جدول 11 – نتایج شبیه سازی مشخصات مدار Push-Pull کلاس AB

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**ج-** با رسم شکل موج خروجی، ناپدید شدن ناحیه‌ی مرده dead zone را مشخص کنید.

**د-** چرا به این مدار تقویت کننده توان کلاس AB می‌گویند؟

گزارش کار

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

|  |  |
| --- | --- |
| **آزمایش شماره­ی** |  |
| **نام و نام خانوادگی:**  **شماره دانشجویی:** | **نام و نام خانوادگی:**  **شماره دانشجویی:** |
| **شماره­ی گروه:** | |
| **تاریخ انجام آزمایش:** | |

**دستور کار**

**راهنمایی 1-** مقاومت خروجی سیگنال ژنراتور 50 اهم است. بنابراین در مدارهایی که مقاومت ورودی آنها کم بوده و با این عدد قابل مقایسه است، ولتاژ ورودی سیگنال ژنراتور بعد از اتصال به مدار طبق قاعده­ی تقسیم مقاومتی افت میکند. اصطلاحا گفته میشود که مدار سیگنال ژنراتور را بار یا لود) load (کرده است.

بنابراین در نظر داشته باشید که هر جا مقدار سیگنال ورودی ذکر شده، منظور اندازه­ی سیگنال بعد از در نظر گرفتن اثر بار گذاری (لودینگ loading) است و اندازه گیری باید بعد از اتصال منبع سیگنال به مدار انجام شود.

**راهنمایی 2-** آمپرمتر منبع تغذیه دقت مناسبی ندارد و استفاده از آن باعث ایجاد خطای زیاد در محاسبات شما میشود. انتظار میرود که جریان منبع را مستقیما با آمپرمتر و در حالت AC اندازه گیری کنید. در حالت AC آمپرمتر، مقدار RMS جریان را اندازه گیری میکند.

7-6 تقویت کننده‌ی کلکتور مشترک کلاس A

مدار شکل 5 را بر روی بردبورد ببندید.



شکل 5 – مدار کلکتور مشترک

***راهنمایی-*** *مقاومتهای R2، R3 و RL را از میان مقاومتهای توان بالا انتخاب کنید و در صورت موجود نبودن با سری یا موازی کردن تعداد متناسبی مقاومت معمولی 0.25 واتی مقاومت مورد نیاز را بسازید.*

**الف-** ورودی با دامنه‌ی 2v و فرکانس 1kHz به مدار اعمال کرده و مشخصات خواسته شده در جدول 12 را اندازه‌گیری کنید.

جدول 12 – اندازه گیری مشخضات مدار کلکتور مشترک با ورودی Vi=2v

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**ب-** دامنه‌ی ولتاژ ورودی را تا جایی افزایش دهید که خروجی ماکزیمم گردد. در این حالت مشخصات خواسته شده را اندازه گیری کرده، در جدول 13 وارد کنید.

جدول 13 – اندازه گیری مشخصات مدار کلکتور مشترک در حداکثر دامنه­ی ولتاژ خروجی

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |

7-7 تقویت کننده ی Push-Pull کلاس B

مدار شکل 6 را بر روی بردبورد ببندید:



شکل 6 – مدار Push-Pull کلاس B

***راهنمایی****- مقاومت RL را از میان مقاومتهای توان بالا انتخاب کنید و در صورت موجود نبودن از سری یا موازی کردن تعداد متناسبی مقاومت معمولی 0.25 واتی بسازید.*

**الف-** ورودی با دامنه ی 2 ولت به مدار اعمال کرده و مشخصات خواسته شده را اندازه گیری کرده، در جدول 14 وارد کنید.

جدول 14 – اندازه گیری مشخصات مدار Push-Pull کلاس B با ورودی Vi=2v

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**ب-** دامنه‌ی ولتاژ ورودی را تا جایی افزایش دهید که خروجی ماکزیمم گردد. در این حالت مشخصات خواسته شده را اندازه گیری کرده، در جدول 15 وارد کنید.

جدول 15 – اندازه گیری مشخصات مدار Push-Pull کلاس B در حداکثر دامنه­ی ولتاژ خروجی

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |

**ج-** با مشاهده‌ی ورودی و خروجی بر روی دو کانال اسیلوسکوپ، *ناحیه‌ی مرده* را با رسم شکل مشخص کنید.

7-8 تقویت کننده ی پوش پول کلاس AB

مدار شکل 7 را بر روی بردبورد ببندید:



شکل 7 - مدار Push-Pull کلاس AB

***راهنمایی-*** *مقاومت RL را از میان مقاومتهای توان بالا انتخاب کنید و در صورت موجود نبودن از سری یا موازی کردن تعداد متناسبی مقاومت معمولی 0.25 واتی بسازید.*

**الف-** ورودی با دامنه ی 2 ولت را به مدار اعمال کرده و مشخصات خواسته شده را اندازه گیری کرده، در جدول 16 وارد کنید:

جدول 16 – اندازه گیری مشخضات مدار Push-Pull کلاس AB با ورودی Vi=2v

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**ب-** دامنه‌ی ولتاژ ورودی را تا جایی افزایش دهید که خروجی ماکزیمم گردد. در این حالت مشخصات خواسته شده را اندازه گیری کرده، در جدول 17 وارد کنید.

جدول 17 – اندازه گیری مشخصات مدار Push-Pull کلاس AB در حداکثر دامنه­ی ولتاژ خروجی

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |

**ج-** با مشاهده ی ورودی و خروجی بر روی دو کانال اسیلوسکوپ ناپدید شدن *ناحیه‌ی مرده* را با رسم شکل مشخص کنید.

**د-** ولتاژ دو سر مقاومتهای R3 و R4 را رسم کرده و مودهای Push و Pull (انتقال جریان از یک ترانزیستور به دیگری) را توضیح دهید.

***راهنمایی-*** *برای دیدن ولتاژ دو سر مقاومتهای مذکور باید از هر دو پروب استفاده کرده و تفاضل آنها را ببینید.*