

به نام خدا



دانشگاه تهران  
پردیس دانشکده‌های فنی  
دانشکده برق و کامپیوتر



## الکترونیک ۱

دکتر سنایی

### پروژه نهایی

تقویت کننده ترانزیستوری سه طبقه

(مهلت تحویل : ۲۰ دی)

طراحان

مهدی آقایی

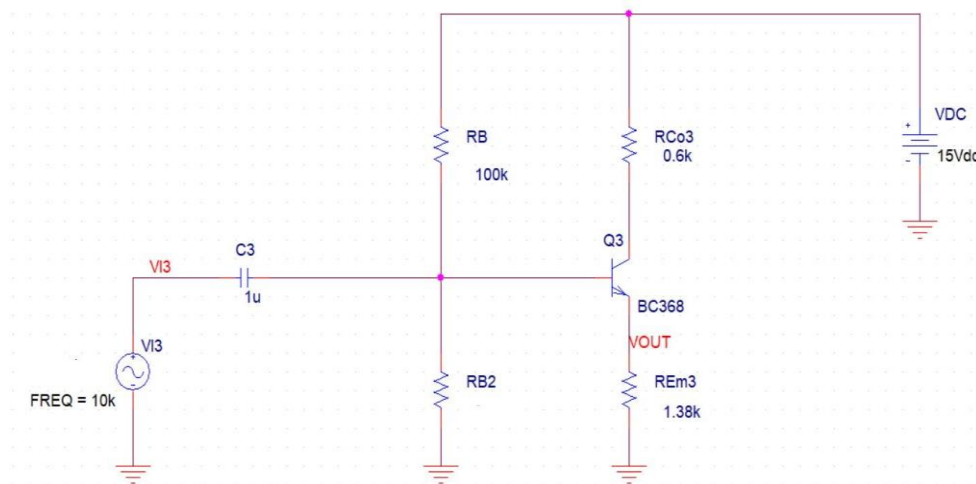
محمد عرفان افشاری

عرفان حاجی احمدی

زمستان ۱۴۰۲

## بخش ۱

برای داشتن نظم و دقت بیشتر کار را از طبقه سوم شروع مینماییم و ابتدا مداری به شکل زیر میبندیم.



### ۱.۱ به دست آوردن $\beta$

ابتدا به صورت دلخواه مقداری برای  $R_{B2}$  انتخاب نمایید و سپس با استفاده از شبیه سازی *Bias Point* مقدار  $I_B$  و  $I_C$  به دست آورید. حال به کمک این داده ها مقدار  $\beta$  را پیدا کنید.

### ۱.۲ به دست آوردن $V_{BEON}$

با نوشتن KVL در مسیر بیس – امیتر مقدار  $V_{BEON}$  را بدست آورید

### ۱.۳ به دست آوردن $R_{B2}$

در صورتی که بخواهیم  $I_C = 5mA$  باشد مقاومت  $R_{B2}$  را طوری تعیین نمایید که این مهم برقرار گردد.

### ۱.۴ به دست آوردن بهره

ابتدا به صورت تئوری و سپس با شبیه سازی بهره این طبقه را بیابید. آیا نتایج منطبق هستند؟ برای شبیه سازی میتوانید از *transient* استفاده کنید یا اینکه از سوئیپ فرکانسی یا همان *ac sweep/noise* استفاده کنید و نتیجه را در فرکانس نزدیک 10HZ گزارش کنید.

### ۱.۵ به دست آوردن مقاومت ورودی

ابتدا به صورت تئوری و سپس با شبیه سازی مقاومت ورودی این طبقه را بیابید . آیا نتایج منطبق هستند ؟ ( برای شبیه سازی مشابه قسمت قبل عمل نمایید )

### ۱.۶ به دست آوردن ماکسیمم سوئین متقارن $V_{CE}$

ابتدا به کمک محاسبات دستی سوئینگ را محاسبه نمایید سپس به کمک شبیه سازی نیز آن را نمایش دهید .

### ۱.۷ بررسی ماکسیمم سوئینگ متقارن خروجی

صرفا به کمک شبیه سازی سوئینگ را در خروجی بررسی نمایید .

### ۱.۸ به دست آوردن ماکسیمم سوئینگ مقارن ورودی

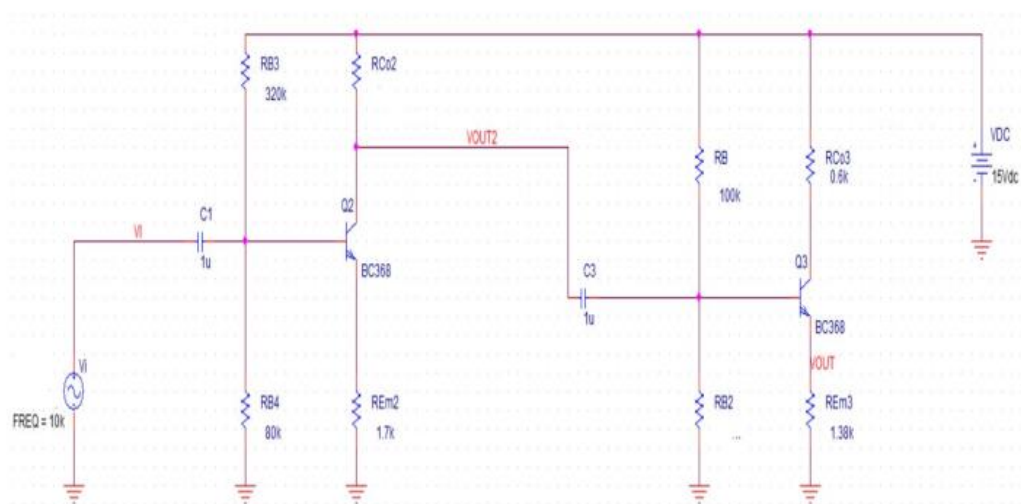
صرفا به کمک محاسبات دستی ماکسیمم سوئینگ متقارن ورودی را به دست آورید .

### ۱.۹ استفاده از طبقه کلکتور مشترک

به نظر شما دلیل استفاده از ترکیب کلکتور مشترک در طبقه سوم چیست ؟

## بخش ۲

در این قسمت طبقه دوم را به شکل زیر به مدار اضافه میکنیم :



### ۲.۱ استفاده از طبقه امیتر مشترک

به نظر شما دلیل استفاده از ترکیب امیتر مشترک در طبقه دوم چیست ؟

### ۲.۲ به دست آوردن $R_{CO2}$

اگر بخواهیم بهره در باز  $3 < |A_V| < 3.1$  داشته باشیم و بدانیم  $I_C = 1mA$  مقدار مقاومت  $R_{CO2}$  را تعیین کنید .

### ۲.۳ نمایش بهره

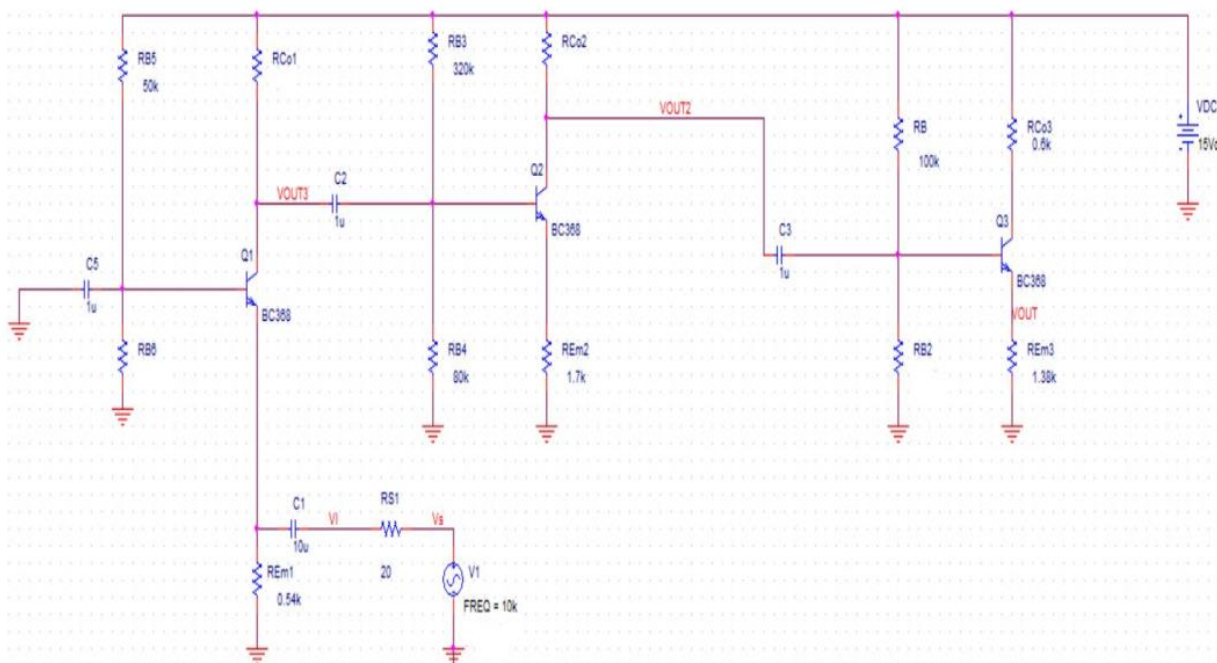
با استفاده از سوییپ فرکانسی بهره طبقه دوم را نمایش دهید .

### ۲.۴ به دست آوردن مقاومت ورودی

ابتدا به صورت تئوری و سپس شبیه سازی مقاومت ورودی این طبقه را بیابید . آیا نتایج منطبق هستند؟  
(برای شبیه سازی مشابه قسمت قبل عمل نمایید.)

## بخش ۳

در این بخش طبقه اول را به صورت زیر به مدار اضافه نمایید .



### ۳.۱ علت استفاده از ترکیب بیس مشترک

به نظر شما علت استفاده از ترکیب بیس مشترک در طبقه اول چیست ؟

### ۳.۲ به دست آوردن $R_{B6}$

مقدار  $R_{B6}$  را به گونه ای به دست آورید تا مقاومت ورودی در بازه زیر قرار بگیرد . سپس با شبیه سازی صحت محاسبات خود را بررسی کنید

$$8\Omega < R_{in} < 10\Omega$$

### ۳.۳ به دست آوردن $R_{CO1}$

در این قسمت  $R_{CO1}$  را به گونه ای به دست آورید که  $A_V$  از ۲۷۵ بیشتر شود . سپس با شبیه سازی نتیجه را نشان دهید .

### ۳.۴ به دست آوردن $A_{V_{S1}}$

با توجه به بهره ای که در قسمت قبل به دست آمده  $A_{V_{S1}}$  را بدست آورده و شبیه سازی کنید.

### ۳.۵ به دست آوردن بهره کل

ابتدا به صورت تئوری مقدار  $A_{V_{Tot}}$  را بدست آورید سپس با شبیه سازی صحت آن را بررسی نمایید پس از این  $A_{V_{STot}}$  را صرفاً شبیه سازی کنید.

### ۳.۶ به دست آوردن مقاومت خروجی کل

ابتدا به صورت تئوری و سپس با شبیه سازی مقاومت خروجی کل تقویت کننده را بیابید . آیا نتایج مطابق هستند ؟ همچنین تغییراتی که در مدار لازم است برای شبیه سازی را بیان کنید .

### ۳.۷ اثر وجود خازن ها در تقویت کننده

اگر در اتصال طبقات مختلف به یکدیگر از خازن استفاده نکنیم چه مشکلاتی خواهیم داشت ؟

## نکات پروژه

- ترانزیستور مورد استفاده در این پروژه از نوع BC368 که در کتابخانه Ebipolar هست میباشد.
- هدف اصلی پروژه کار کردن با برنامه PSpice است اما داگر دانشجویانی مایل به انجام پروژه با برنامه دیگر هستند میتوانند پروژه خود را با برنامه Multisim نیز انجام دهند .
- در شبیه سازی های فرکانسی مقادیری که مدنظر ما هستند در فرکانس 10KHz هستند.
- در تمامی موارد از اثر ارلی صرف نظر کنید .
- در تمامی خواسته هایی که نیاز به محاسبات دارد، محاسبات را در گزارش خود بیاورید و همچنین نتایج شبیه سازی را به صورت عکس در هر بخش در گزارش خود قرار دهید.
- مقادیر پیش فرض مدار قابل تغییر نیستند ولی در جواب شبیه سازی های خود آزادی عمل دارید و نیاز به دقت بالا ندارید .
- پروژه خود را به صورت یک فایل زیپ که شامل گزارش کار (PDF) و همچنین نتایج شبیه سازی است با فرمت CA\_Name\_StudentID.zip تا موعد مقرر در سامانه قرار دهید .
- در صورت داشتن هرگونه سوال یا ابهام با طراحان پروژه ( مهدی آقایی ، محمد عرفان افشاری ، عرفان حاجی احمدی ) از طریق تلگرام یا ایمیل در ارتباط باشید.