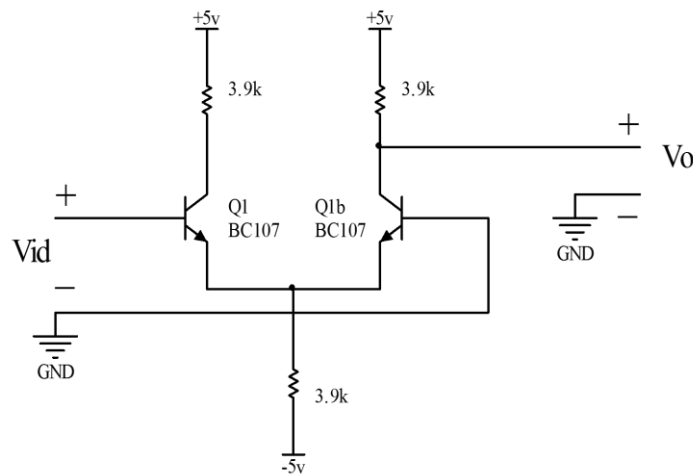


(۱-۲)

قسمت الف) ابتدا مدار تقویت کننده دیفرانسیل را مطابق شکل (۱) بسته ، سپس نقطه کار مدار را مورد بررسی قرار دهید. توجه شود که با توجه به اینکه در آزمایشگاه آی سی ترانزیستورهای match شده موجود نمی باشد ، می بایستی از ترانزیستورهای (NPN) Discrete ، 2n3904 استفاده کرد که عدم تطبیق بین ترانزیستورها سبب می شود که ولتاژ DC کلکتور دو ترانزیستور با هم تفاوت داشته باشند . در صورتیکه عدم تطبیق بین دو ترانزیستور و یا مقاومت های کلکتور زیاد باشد باعث می شود که یکی از ترانزیستورها به اشباع رفته و دیگری خاموش گردد و یا اینکه سبب می شود که سوئینگ ولتاژ خروجی کاهش یابد به منظور رفع این مشکل پیشنهاد می شود که مقاومت های کلکتور تا حد امکان به هم نزدیک باشند (مقاومت های کلکتور را ابتدا بصورت دقیق با مولتی متر خوانده) .

در ابتدا ولتاژ DC کلکتور دو ترانزیستور چک گردد سپس ترانزیستورها را آنقدر تعویض نمایید که ولتاژ DC کلکتور دو ساق دیفرانسیل تقریباً یکسان گردند . کافی است که این کار را تنها یک بار انجام داده و بدون تغییر المان ها در مدار قسمت های بعدی آزمایش بکار برده شود .

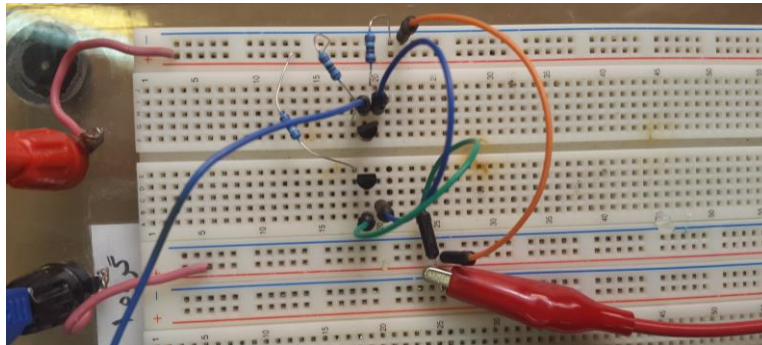


شکل ۱ : زوج تفاضلی با ورودی تفاضلی و خروجی تک انتهایی

نقطه کار مدار فوق با اعمال ولتاژ صفر به بیس ($V_B=0$) دو ترانزیستور برابر است با :

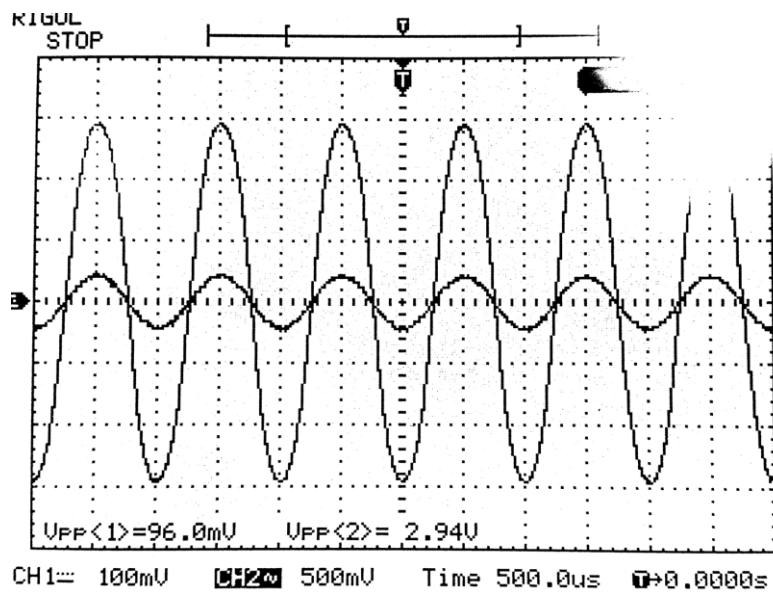
$$V_{CQ1} = 2.63 \text{ v} , \quad V_{CQ2} = 2.03 \text{ v} , \quad V_{EQ1} = V_{EQ2} = -632 \text{ mv}$$

بعد از اطمینان از نقطه کار مدار ، به ورودی مدار یک سیگنال سینوسی با فرکانس 1KHz و دامنه 50mv اعمال کرده :



شکل ۲: مدار تقویت کننده دیفرانسیلی

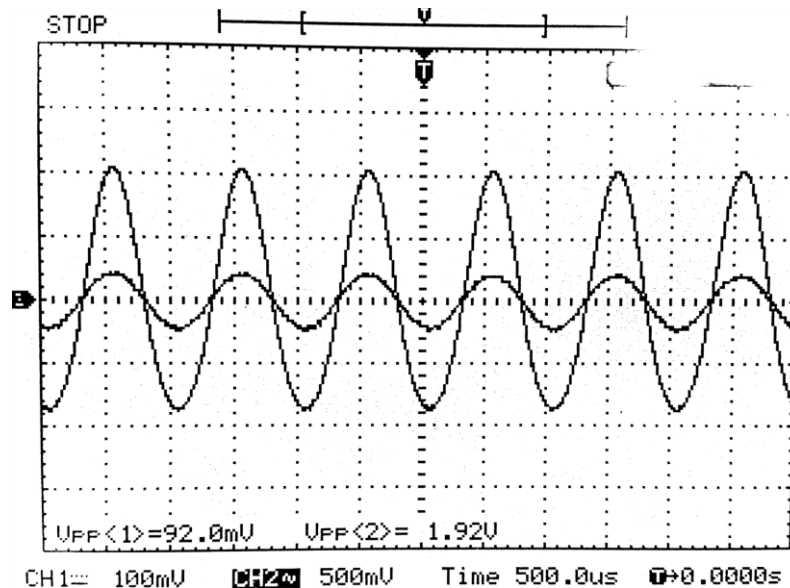
بهره حالت دیفرانسیل مدار تقویت کننده زوج تفاضلی مطابق نمودار زیر برابر است با :



شکل ۳: شکل موج ورودی-خروجی مدار تقویت کننده در حالت دیفرانسیل

$$Ad = \frac{v_{o(p-p)}}{v_{i(p-p)}} = \frac{2.94 \text{ V}}{96 \text{ mV}} = 30.8$$

به منظور بدست آوردن مقاومت ورودی مدار ، یک مقاومت تست برابر ۱۰ کیلو اهم در ورودی قرار داده و سپس بهره را در این حالت (طبق شکل ۴) بدست آورده :



شکل ۴: شکل موج ورودی-خروجی مدار تقویت کننده بمنظور بدست آوردن مقاومت ورودی مدار (افزودن مقاومت تست)

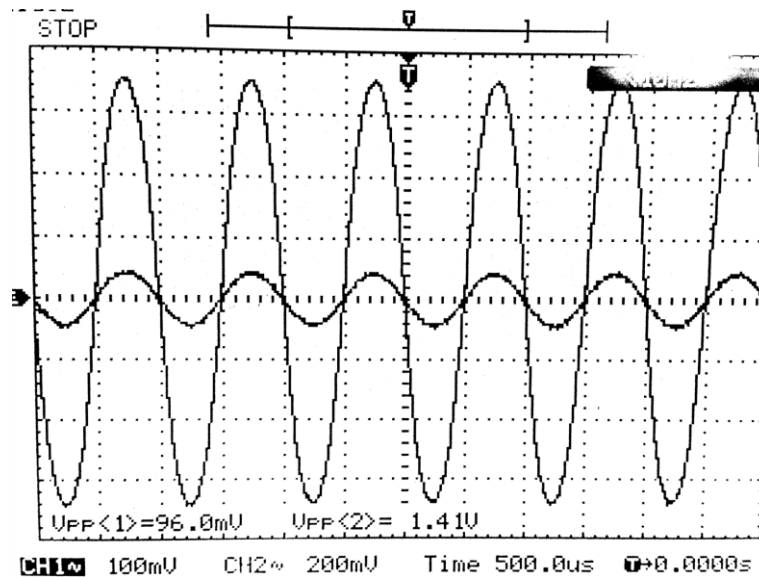
$$Av2 = \frac{v_{o(p-p)}}{v_{i(p-p)}} = \frac{1.92 \text{ V}}{92 \text{ mV}} = 20.8$$

$$R_{in} = \frac{R_{test}}{\frac{Av}{Av2} - 1} = 20.83 \text{ K}\Omega$$

مقاومت خروجی : در بدست آوردن مقاومت خروجی ، مقاومت تست ۳,۳ کیلو اهم را با خازن سری ۱۰ میکروفاراد بصورت موازی در خروجی قرار داده . (خازن مورد نظر به عنوان *DC Block* بوده تا با اضافه کردن مقاومت تست ، نقطه کار مدار و تقارن مدار به هم نریزد.) و سپس بهره را در این حالت (طبق شکل ۵) بدست آورده :

$$Av2 = \frac{v_{o(p-p)}}{v_{i(p-p)}} = \frac{1.41 \text{ V}}{96 \text{ mV}} = 14.69$$

$$R_0 = R_{test} \left(\frac{Av}{Av2} - 1 \right) = 3.62 \text{ k}\Omega$$

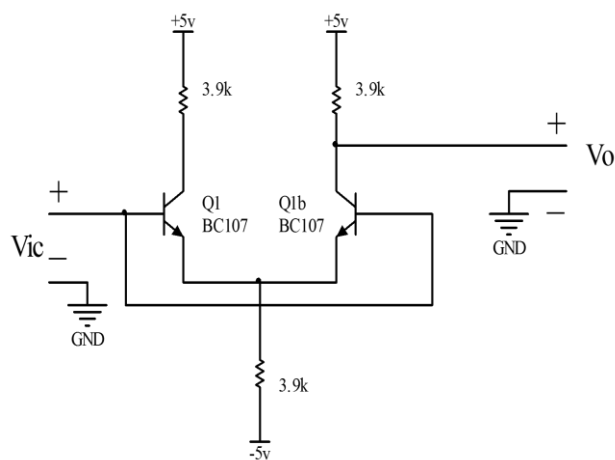


شکل ۵: شکل موج ورودی-خروجی مدار تقویت کننده به منظور بدست آوردن مقاومت خروجی مدار

(با افزودن مقاومت تست در خروجی مدار تقویت کننده دیفرانسیل)

قسمت ب)

ورودی را مطابق شکل زیر در حالت مشترک به تقویت کننده دیفرانسیل اعمال نمائید :

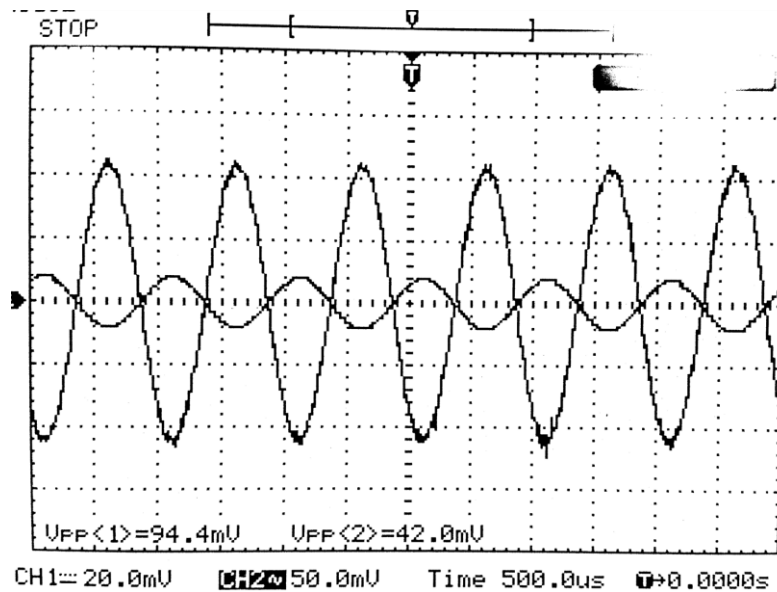


شکل ۶: زوج تفاضلی با ورودی مشترک و خروجی تک انتهایی

بهره حالت مشترک مدار تقویت کننده زوج تفاضلی مطابق نمودار زیر برابر است با :

$$A_c = \frac{v_{o(p-p)}}{v_{i(p-p)}} = \frac{42 \text{ mV}}{94.4 \text{ mV}} = 0.445$$

$$CMRR = \frac{A_d}{A_c} = \frac{30.8}{0.445} = 69.21$$



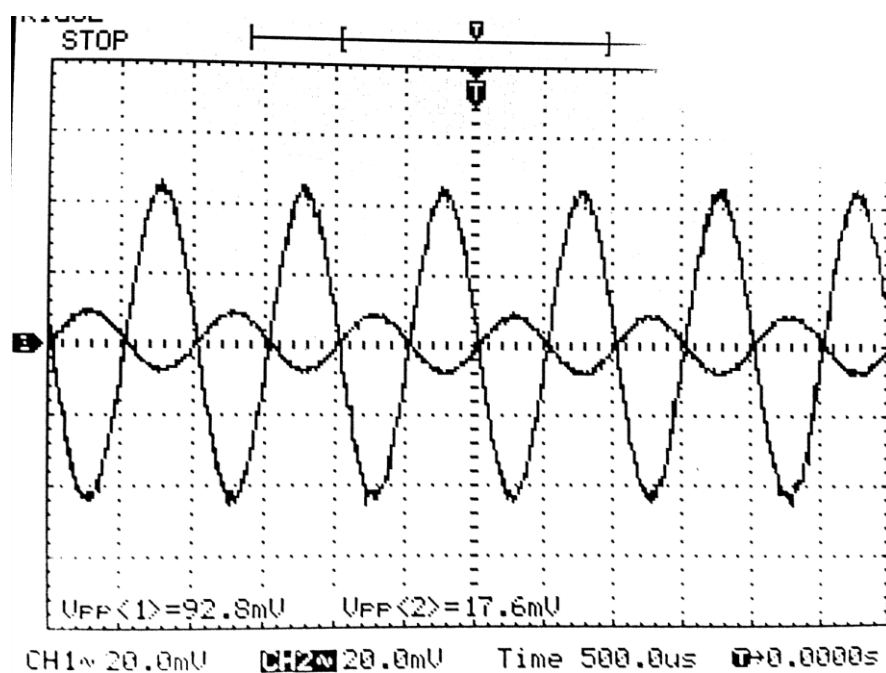
شکل ۶: شکل موج ورودی-خروجی مدار تقویت کننده در حالت مشترک

به منظور بدست آوردن مقاومت ورودی مدار ، یک مقاومت تست برابر ۱،۲ مگا اهم در ورودی قرار داده و سپس بهره را

در این حالت (طبق شکل ۷) بدست آورده :

$$A_{v2} = \frac{v_{o(p-p)}}{v_{i(p-p)}} = \frac{17.6 \text{ mV}}{92.8 \text{ mV}} = 0.19$$

$$R_{in} = \frac{R_{test}}{\frac{A_v}{A_{v2}} - 1} = 895.5 \text{ k}\Omega$$



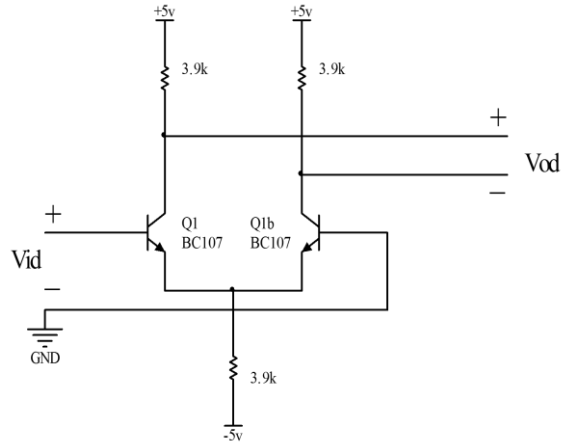
شکل ۷: شکل موج ورودی-خروجی مدار تقویت کننده در حالت مشترک به منظور بدست آوردن مقاومت ورودی مدار

(با افزودن مقاومت تست در ورودی مدار تقویت کننده دیفرانسیل)

واضح است که مقدار مقاومت خروجی در مد مشترک با حالت دیفرانسیل یکسان بوده و برابر است با : 3.62 kOhm

۴-۲) اندازه گیری مشخصات تقویت کننده ی تفاضلی با خروجی تفاضلی

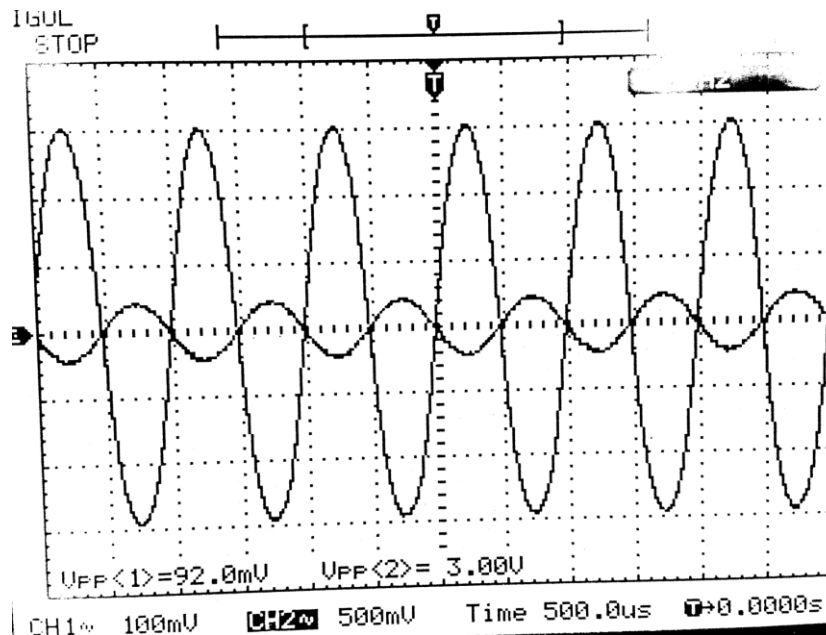
قسمت الف)



شکل ۸: زوج تفاضلی با ورودی تفاضلی و خروجی تفاضلی

بهره حالت دیفرانسیل مدار تقویت کننده زوج تفاضلی مطابق نمودار زیر برابر است با:

$$Ad = \frac{v_{o(p-p)}}{v_{i(p-p)}} = \frac{6\text{ V}}{92\text{ mV}} = 65.2$$

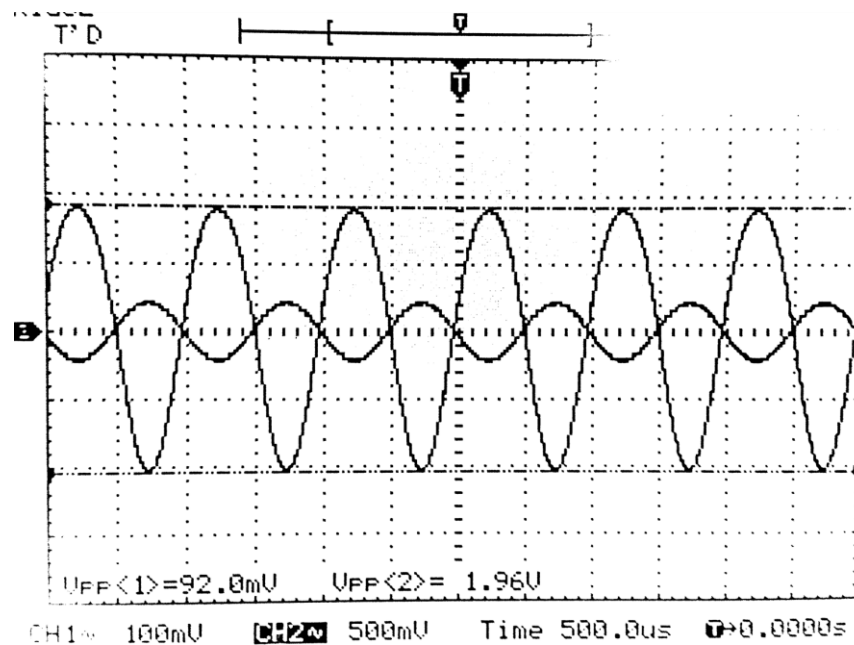


شکل ۸: شکل موج ورودی-خروجی مدار تقویت کننده در حالت دیفرانسیل

به منظور بدست آوردن مقاومت ورودی مدار ، یک مقاومت تست برابر ۱۰ کیلو اهم در ورودی قرار داده و سپس بهره را در این حالت (طبق شکل ۹) بدست آورده :

$$Av2 = \frac{v_{o(p-p)}}{v_{i(p-p)}} = \frac{3.92 \text{ v}}{92 \text{ mv}} = 42.6$$

$$R_{in} = \frac{R_{test}}{\frac{Av}{Av2} - 1} = 18.87 \text{ K}\Omega$$



شکل ۹ : شکل موج ورودی-خروجی مدار تقویت کننده به منظور بدست آوردن مقاومت ورودی مدار

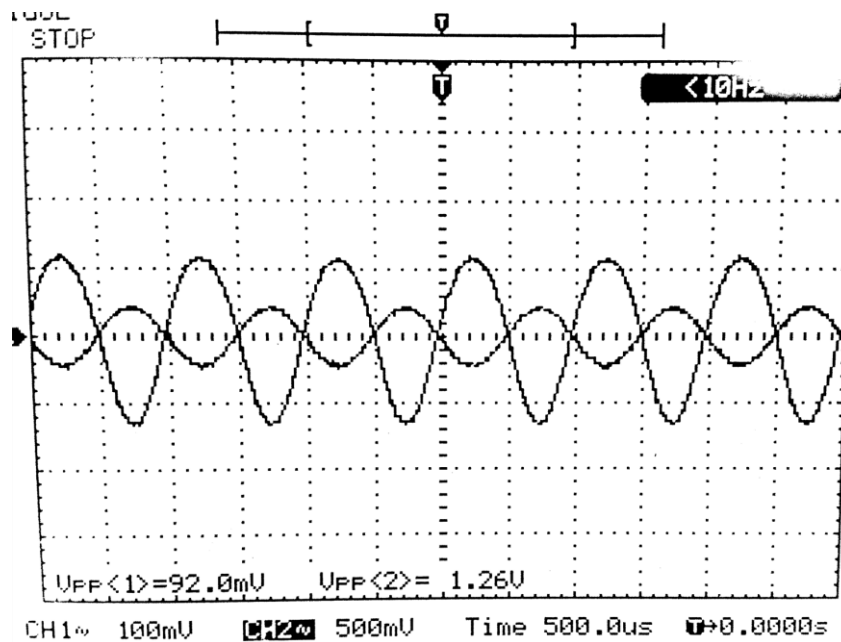
(با افزودن مقاومت تست در ورودی مدار تقویت کننده دیفرانسیل)

همانطور که ملاحظه می گردد مقاومت ورودی مدار در حالت تفاضلی با مدار قسمت قبل در مد دیفرانسیل (۲-۱-الف) یکسان می باشد .

مقاومت خروجی : در بدست آوردن مقاومت خروجی ، مقاومت تست ۶٫۸ کیلو اهم را با خازن سری ۱۰ میکروفاراد بین دو پورت خروجی تقویت کننده دیفرانسیل قرار داده و سپس بهره را در این حالت (طبق شکل ۱۰) بدست آورده :

$$Av2 = \frac{v_{o(p-p)}}{v_{i(p-p)}} = \frac{2.52 \text{ V}}{92 \text{ mV}} = 27.4$$

$$R_0 = R_{test} \left(\frac{Av}{Av2} - 1 \right) = 9.37 \text{ k}\Omega$$

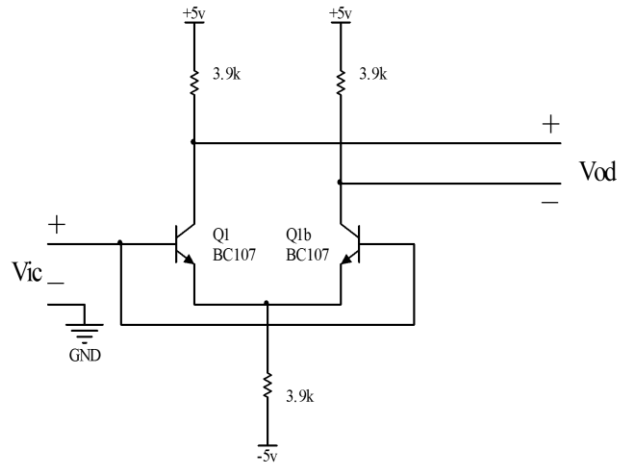


شکل ۱۰ : شکل موج ورودی-خروجی مدار تقویت کننده به منظور بدست آوردن مقاومت خروجی مدار

(با افزودن مقاومت تست در خروجی مدار تقویت کننده دیفرانسیل)

قسمت ب) حالت مشترک

ورودی را مطابق شکل زیر در حالت مشترک به تقویت کننده دیفرانسیل اعمال نمائید :



شکل ۱۱ : زوج تفاضلی با ورودی مشترک و خروجی تفاضلی

$$Ac = \frac{vo_{(p-p)}}{vi_{(p-p)}} = \frac{0.48 \text{ mv}}{94.4 \text{ mv}} = 0.0051$$

واضح است که مقاومت ورودی مدار در حالت مد مشترک با مدار قسمت قبل در مد مشترک (۲-۱-ب) یکسان می باشد

و برابر است با : 895.5 Kohm

هم چنین می توان استنتاج نمود که مقدار مقاومت خروجی در مد مشترک با حالت دیفرانسیل یکسان بوده و برابر است

با : 9.37 kohm