جلسه دوم: تقویت کننده ها

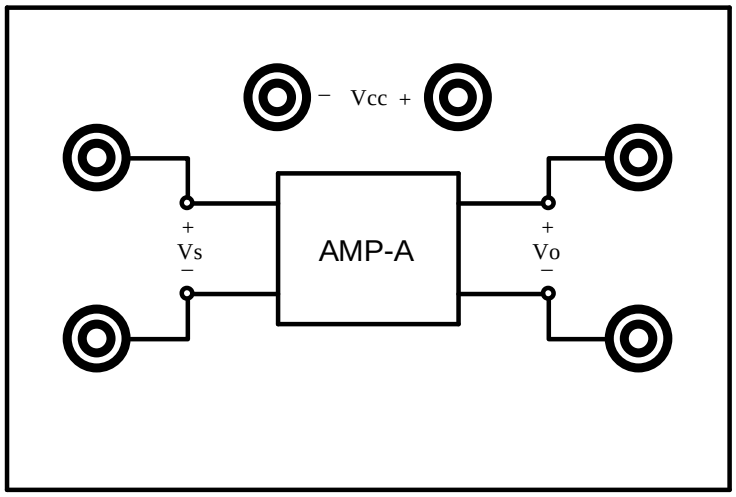
هدف: دراین جلسه دانشجویان با مدل‌های چهارگانه تقویت کننده آشنا شده، مقاومت ورودی، مقاومت خروجی، بهره و فرکانس‌های حد را بدست می‌آورند.

وسایل مورد نیاز: منبع تغذیه، مالتی‌متر، سیگنال ژنراتور، اسیلوسکپ، ماژول‌های تقویت کننده.

تذکر: دانشجویان باید قبل از حضور در آزمایشگاه، اطلاعات کلی در باره نحوه استفاده از وسایل آزمایشگاهی را داشته باشند. علاوه بر آن باید مباحث نظری مربوطه را فرا گرفته با آمادگی قبلی در جلسه آزمایشگاه حاضر شوند.

مقدمه

در این آزمایش چهار ماژول تقویت کننده با شکل ظاهری مشابه و با نام‌های AMP-A، AMP-B، AMP-C و AMP-D در اختیار قرار می‌گیرد. در شکل 2-1 نمای ظاهری یکی از این تقویت کننده‌ها نمایش داده شده است. از طریق Vcc انرژی لازم برای راه اندازی تقویت کننده تأمین می‌شود. در صورتی که شرط خاصی ذکر نشده باشد، در این آزمایش ولتاژ تغذیه $Vcc = 24V$ انتخاب می‌شود. سیگنال ورودی[1] به Vs اعمال می‌شود[2]. سیگنال خروجی[3] در Vo ظاهر می‌شود. پایانه‌های "+" نسبت به پایانه‌های "-" (زمین، مرجع) سنجیده می‌شوند.



شکل 2-1 نمای ظاهری ماژول‌های تقویت کننده

[1] سیگنال‌های ورودی و خروجی می‌توانند ولتاژ یا جریان باشند. چون مشاهده سیگنال‌ها از طریق اسیلوسکپ انجام می‌شود، و این وسیله ولتاژ را اندازه می‌گیرد، از حرف V برای نمایش سیگنال ورودی و خروجی استفاده شده است.

[2] S: Source

[3] O: Out

آزمایش 2-1 انتخاب مدل مناسب تقویت کننده

به کمک یک روش مناسب، بهترین مدل را برای هر کدام از تقویت کننده‌ها بدست آورید. روش به کار رفته را توضیح دهید. مدل مناسب برای هر تقویت کننده را در جدول 2-1 منعکس نمایید.

توضیح روش به کار رفته:

جدول 2-1 انتخاب یکی از چهار مدل تقویت کننده برای هر کدام از ماژول‌ها

ماژول	AMP-A	AMP-B	AMP-C	AMP-D
مدل				

آزمایش 2-2 بدست آوردن مشخصات تقویت کننده

برای هر کدام از تقویت کننده‌ها، بهره[1] (A)، مقاومت ورودی (R_i) و مقاومت خروجی (R_o) را در فرکانس ($f_s = 1kHz$) بدست آورید. ستاپ‌های[2] پیشنهادی خود را، جهت به دست آوردن مقادیر خواسته شده، در شکل‌های 2-2 تا 2-5 نمایش دهید.

راهنمایی1: برای محاسبه مقاومت ورودی یک منبع ولتاژ به همراه یک مقاومت معلوم در ورودی قرار می دهیم. سپس از نسبت ولتاژ ورودی تقویت کننده و ولتاژ اعمال شده براحتی می توان مقدار مقاومت ورودی تقویت کننده را بدست آورد. (با توجه به این توضیح، شکل 2-2 را کامل نمایید)

[1] با توجه به مدل تقویت کننده: $A \equiv A_v$، $A \equiv A_i$، $A \equiv R_m$ یا $A \equiv G_m$ خواهد بود.

[2] Setup

راهنمایی 2: برای بدست آوردن مقاومت خروجی بطریق زیر می توان عمل کرد. دو بار متفاوت در خروجی قرار داد و ولتاژ دو سر بار به همراه جریان گذرنده از آن را اندازه گیری کرد. آنگاه مـی تـوان اثبات کرد که مقاومت خروجی Ro برابر است با نسبت اختلاف ولتاژ این دو بار به اختلاف جریـان دو بار. به عبارت دیگر خواهیم داشت:

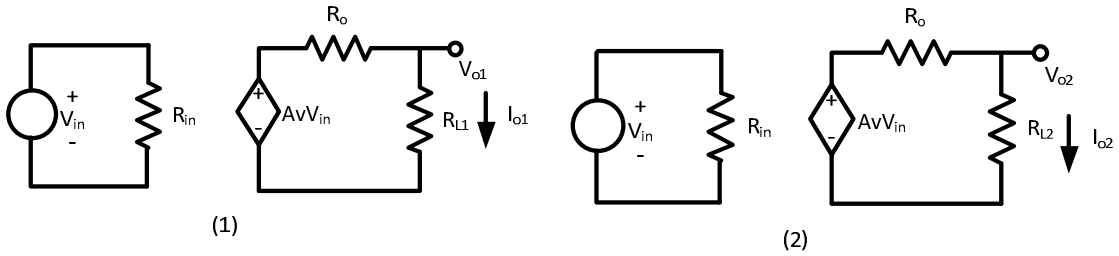
$$R_o = \frac{V_{o2} - V_{o1}}{I_{o2} - I_{o1}}$$

شکل 2-3 را در این رابطه ببینید.

عبارت فوق را اثبات نمایید.

توضیحات لازم:

شکل 2-2 نحوه بدست آوردن مقاومت ورودی



شکل 2-3 نحوه بدست آوردن مقاومت خروجی

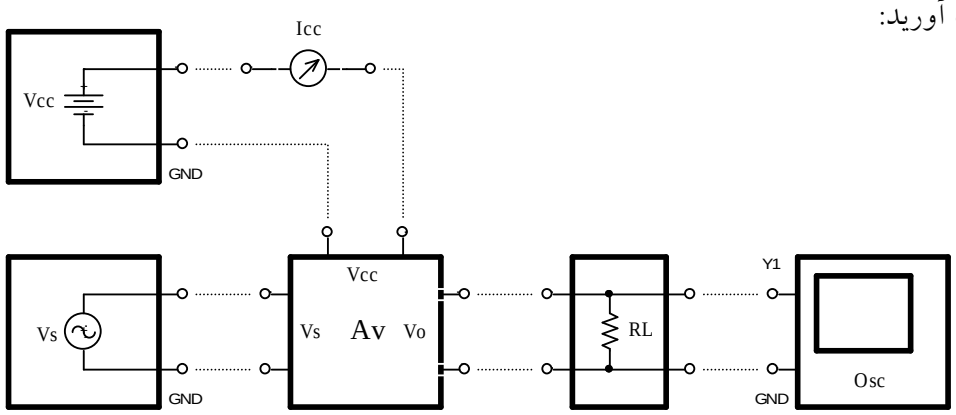
شکل 2-4 نحوه بدست آوردن بهره

جدول 2-2 مشخصات چهار ماژول تقویت کننده

Module	AMP-A	AMP-B	AMP-C	AMP-D
R_i				
R_o				
A				

آزمایش 2-3 بدست آوردن راندمان تقویت کننده

مدار شکل 2-6 را ببندید. تقویت کننده ولتاژ را انتخاب کرده، مقادیر خواسته شده را برای آن بدست آورید:



شکل 2-6 نحوه بدست آوردن توان خروجی و راندمان تقویت کنند

الف- بدست آوردن حداقل ولتاژ مورد نیاز برای فعال شدن تقویت کننده:

$R_L >> R_o$ ، $V_{CC} = 24V$ و $f_s = 1kHz$ انتخاب شده، دامنه ولتاژ منبع را طوری تنظیم کنید که دامنه ولتاژ خروجی تقویت کننده - اندازه گیری شده توسط اسیلوسکپ - $V_o = 100mV_P$ باشد[1]. حال به تدریج V_{CC} را کم کرده، شکل موج خروجی را مشاهده کنید تا این که شکل آن تغییر کند. این مقدار، حداقل ولتاژی است که برای فعال کردن تقویت کننده لازم است.

$V_{CC_{\min}} =$

ب- بدست آوردن جریان نقطه کار:

ولتاژ منبع سیگنال را $V_s = 0V$ قرار داده، ولتاژ منبع تغذیه را در قدم های ده ولتی افزایش دهید ($V_{CC} = [10V, 20V, 30V]$). جریان منبع تغذیه ($I_{CC_Q} = I_{CC}(V_s = 0)$) را اندازه گرفته در جدول 2-3 وارد کنید. مقدار مقاومت بار (R_L) تاثیری بر روی مقدار این جریان ندارد (چرا؟).

جدول 2-3 وابستگی جریان نقطه کار به ولتاژ تغذیه

$V_{CC}\ [V]$	10	20	30
$I_{CC_Q}\ [mA]$			

[1] V_P: Volt Peak

پ- بدست آوردن حداکثر توان خروجی:

مقاومت بار را $R_L = 100\Omega$ قرار داده، به ازای $f_s = 1kHz$ و $V_{CC} = [10V, 20V, 30V]$، دامنه ولتاژ منبع سیگنال را طوری تنظیم کنید که ولتاژ خروجی حداکثر دامنه خود را داشته باشد و در عین حال شکل موج آن هنوز سینوسی باشد. ولتاژ خروجی، توان منتقل شده به بار و بازده[1] تقویت کننده را بدست آورید.

جدول 2-4 وابستگی توان و راندمان تقویت کننده به ولتاژ تغذیه

$V_{CC}\ [V]$	10	20	30
$I_{CC}\ [mA]$			
$V_o\ [V_P]$			
$P_o\ [mW]$			
$P_{CC}\ [mW]$			
$\eta\ [\%]$			

[1] راندمان، Efficiency