結報評分標準

圖表	數據	發現問題	電路分析	心得+結論	Reference
15%	15%	10%	30%	20%	10%

請假後補交結報的規定

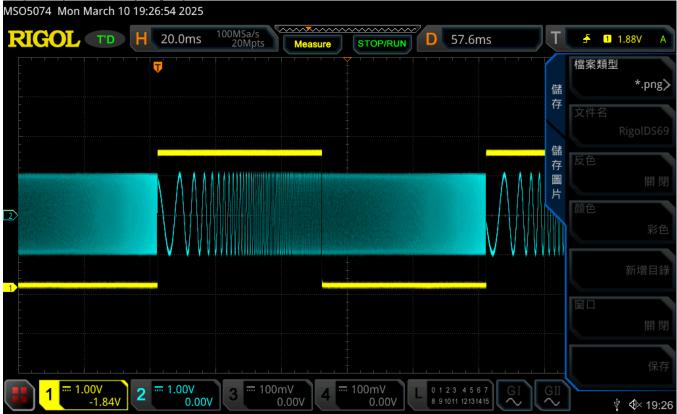
- 1. 請假需依規定提出假單申請,並安排時間補做實驗並將核準過的假單截圖貼於下方,助教才會進 行結報的批改。
- 2. 以請假日計算;需在一星期內完成補做驗,二個星期內補交結報(將結報交至 Delay 區)。逾時不進行結報批改。例如:3/1 請假,需在 3/8 前完成補做實驗,3/15 前補交結報。

REPORT

Experiment 1: Basic AC Sweep Configuration

2.

CH1(SYNC) and CH2(output) waveform with marker= off

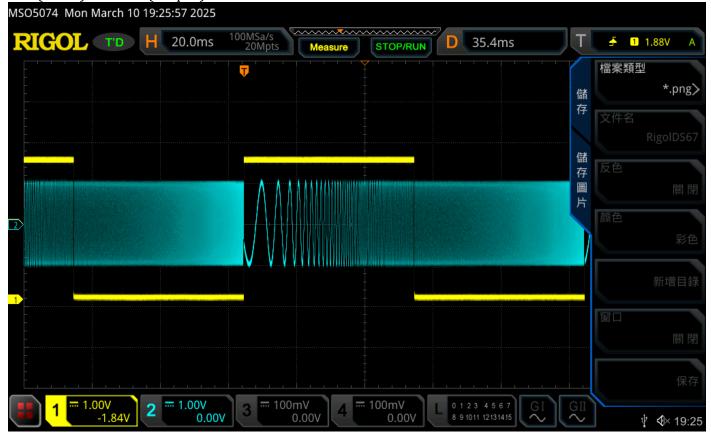


3.

CH1(SYNC) and CH2(output) waveform with marker=1k Hz



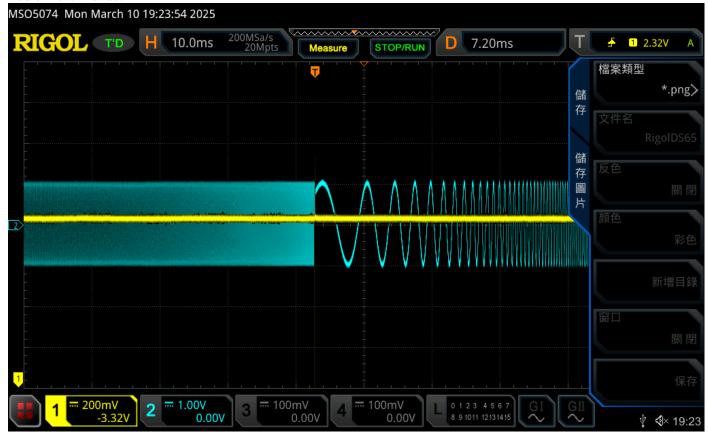
CH1(SYNC) and CH2(output) waveform with marker=10k Hz



CH1(SYNC) and CH2(output) waveform with marker=100k Hz



CH1(SYNC) and CH2(output) waveform with marker=1M Hz



Question:

What do you find?

一開始 marker 模式還沒打開時,Duty cycle 大約是 50%左右,然後打開之後隨著 marker frequency 的值增長 Duty cycle 明顯等差似的增長。

Marker frequency	Duty cycle (大約的值)
1K	25%
10K	50%
100K	75%
1M	100%

What is the main purpose of the marker frequency?

標記頻率的設置是用來作為我們自定義的檢查點(類似 trigger 的作用),通常通過專用的標記輸出端口以脈衝或觸發信號的形式輸出。

標示特定頻率:在波形範圍內,標記頻率讓您可以鎖定某個特定頻率,透過類似 trigger 的形式讓有 興趣的頻率獨立出來,以便進行觀察或分析。

Question: marker 具體是如何透過頻率來標示取樣的?

透過給定 marker 的頻率來產生一個相對應的 sine 波(例如給定 1K Hz 的頻率,就會產生 1K Hz 頻率的 sine 波),然後用這 sine 波的峰值對待測函數做標定,標定的點會產生一個脈衝,將數值 "mark" 在有興趣的點上,然後將數值點連起來,以利於資料分析。

What is the AC sweep?

AC Sweep(中文為交流掃頻分析)是一種在電路模擬和測試中常用的技術,用於分析電路在不同頻率下的行為特性。透過對電路施加不同頻率的交流小信號(類似於電子學中的小訊號模型),並測量其輸出響應,透過分析結果獲得電路的幅頻特性和相頻特性,從而了解整個電路的頻率響應。

AC Sweep 的增長可以分為兩種:

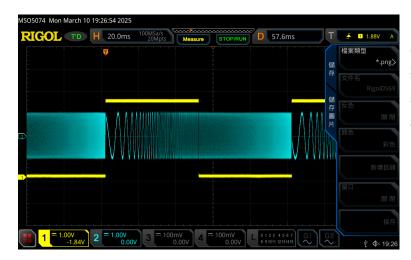
- 1. 線性增長
- 2. 對數增長(開 log,可以觀察倍數關係)

變數分析:

在 handout PPT 中我們可以看到在 function generator 的 Sweep 底下的變數設定,其中:

- 1. f_{start} 代表開始掃描的起始頻率
- 2. f_{stop} 代表著結束掃描時的中止頻率
- 3. T_{sweep} 代表著掃描所需的時間

What properties does its waveform possesses?



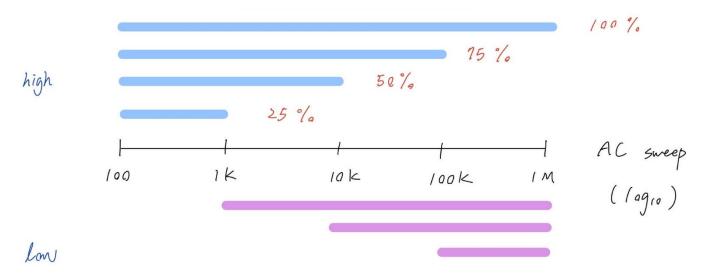
在固定 marker 狀態時我們可以發現 output 波(也就是藍色的波)會呈現出一種隨著時間往後推移波型跟著被擠壓的現象(頻率增高),所以我大膽地推測這就是經過 AC sweep 後波型的特徵之一。

What is the relation between marker frequencies and AC sweep waveform?

根據我第一題回答問題我們大致上可以發現:當我 marker 頻率上升時, Duty cycle 的數值會一直上升,接下來我從這幾點線索分析性質:

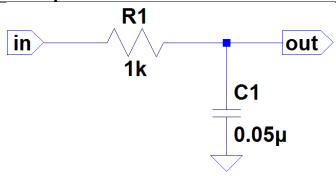
- 1. AC sweep 的頻率變化是呈線性(對數的線性)增長
- 2. Marker 是用來標記頻率

所以我推測 Duty cycle 的高電位是 marker 取樣頻率以下的頻率,而相反地,低電位就是大於 marker 的取樣頻率的波,以下是我的分析圖,marker 的頻率變化有 1k、10k、100k、1M,然後 AC sweep 的頻率變化由 100 Hz ~ 1M Hz。

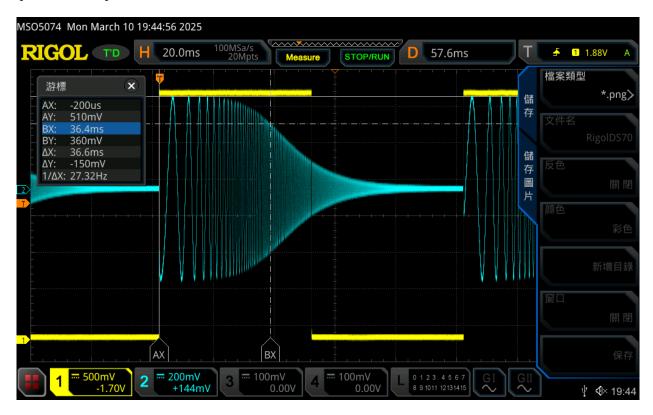


可以清楚地發現當我的 marker 頻率增高時,Duty cycle 也會跟著等比成長。

Experiment 2: First-Order Low-pass filter



2. Output AC Sweep waveform



3.Approximate 3db frequency = <u>2911</u> Hz

$$Ax = -200 \, \text{MS} = -0.2 \, \text{mS}$$
 $Bx - Ax = 36.6 \, \text{mS}$
 $Bx = 36.4 \, \text{mS}$
 $Ax = 36.6 \, \text{mS}$
 $Ax = 36.$

4.Calculate fc= $10000/\pi = 3183.1$ Hz

Why does the amplitude of the AC sweep waveform fall with increased frequency? (hint: observe the transfer function of the circuit)

主要原因是因為這個電路是低通濾波器,簡易的低通濾波器主要是由一電阻和一個電容組成,他主要的功能便是讓低頻訊號通過,並擋住高頻訊號(但事實上是透過調控 transfer function 的部分讓高頻的部分縮小)。

電路分析

$$R: IK \quad C = 5 \times 10^{-8}$$

$$V_{\text{out}}(S) = \frac{\frac{1}{SC}}{R + \frac{1}{SC}} V_{\text{in}}(S) = \frac{1}{1 + SRC} V_{\text{in}}(S)$$

$$\det \frac{1}{RC} = W_0 \quad (\text{time constant}) \quad \text{and} \quad S = jW$$

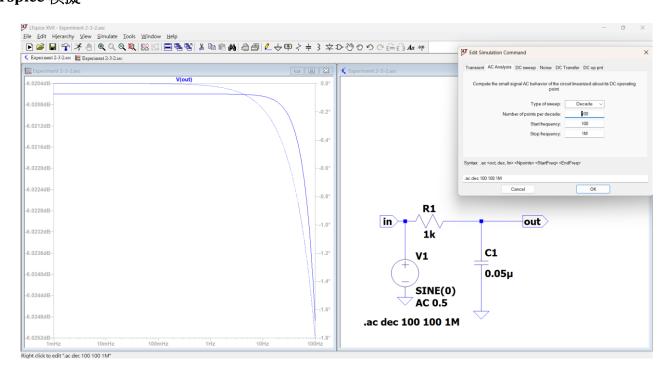
$$V_{\text{out}}(W) = \frac{1}{1 + j\frac{W}{W_0}} V_{\text{in}}(W)$$

$$|H(W)| = \frac{1}{\sqrt{1 + (\frac{W}{W_0})^2}} \quad \text{then} \quad \text{let} \quad W = 2\pi f$$

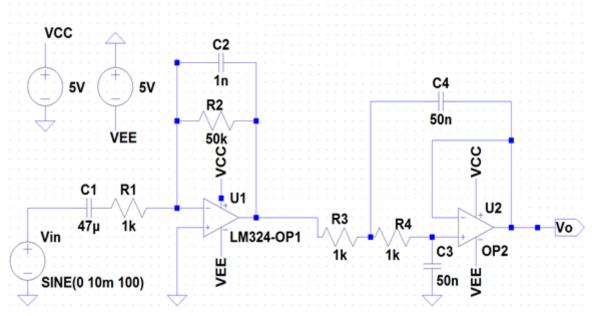
$$\Rightarrow V_{\text{out}}(f) = \frac{1}{\sqrt{1 + (\frac{2\pi f}{W_0})^2}} V_{\text{in}}(f)$$

$$As \quad f \quad f \quad \Rightarrow \quad H(f) \quad V \quad (\mathbb{R}^{3}) \quad \mathbb{A}^{3} \quad \mathbb{A}^{3} \quad f \quad \Rightarrow \quad I^{-1}(f) \quad f$$

LTspice 模擬



Experiment 3: Split Supply vs. Single Supply

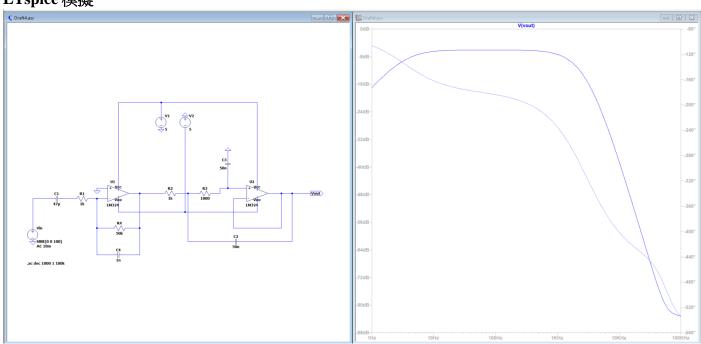


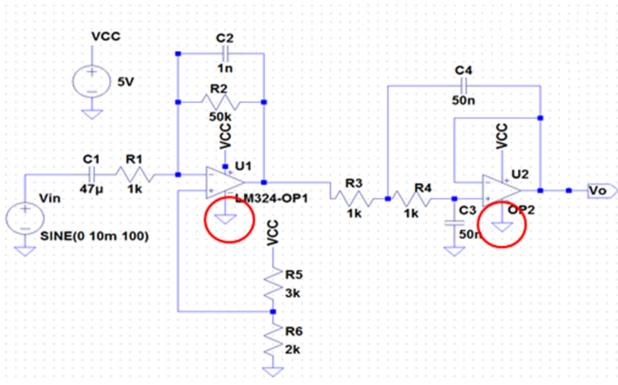
2. DC Bias

8.88u	-1.66m	-3.66m	-1.66m
(V)	(V)	(V)	(V)
U1,V+	U1,Vout	U2,V+	U2,Vout

3. AC Sweep waveform $f_{H3dB} = 1356 \text{ Hz}$

LTspice 模擬

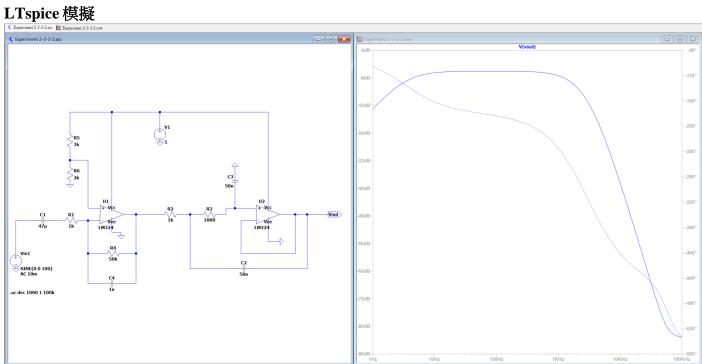




5. Bias

U1,V+	U1,Vout	U2,V+	U2,Vout
(V)	(V)	(V)	(V)
2.05	2.056	2.01	2.04

6. AC Sweep waveform $f_{H3dB} = 1402 \text{ Hz}$



Do different power supply configurations have any effect on the frequency response?

Yes,電源配置理論上是會影響頻率響應。

Why?

原因我主要分成兩種:

- 1. 雙電源(Split Supply):提供對稱的正負電壓(Vcc 為正電壓上限, Vee 為負電壓下限),適合處理雙極性,有正負之分的信號(如交流信號),頻率響應較寬並且保留線性的特徵。
- 2. 單電源(Single Supply):需額外偏置電路處理雙極性信號,可能引入直流偏移或限制動態範圍,影響高頻或低頻響應。

What are the pros and cons of using single supply as the voltage source of a dual-supply op amp?

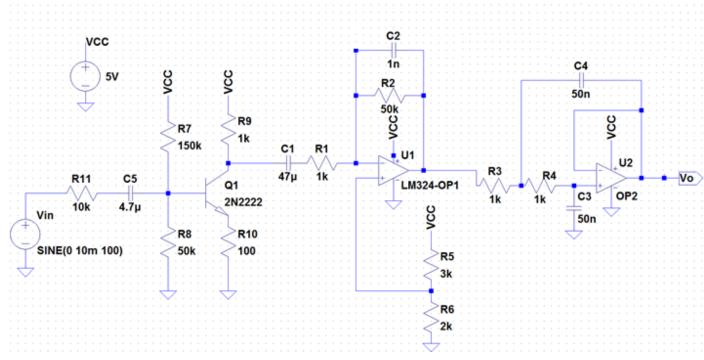
優點:

- 1. 節省成本,只需提供一個正電、負電供應即可。
- 2. 較適合低功耗或電池供電應用(因為單一電源可以節省能量)。

缺點:

- 1. 需額外偏置電路(如虛擬的共地),增加設計複雜度。
- 2. 動態範圍受限,可能影響性能。

Experiment 4: Audio Front End



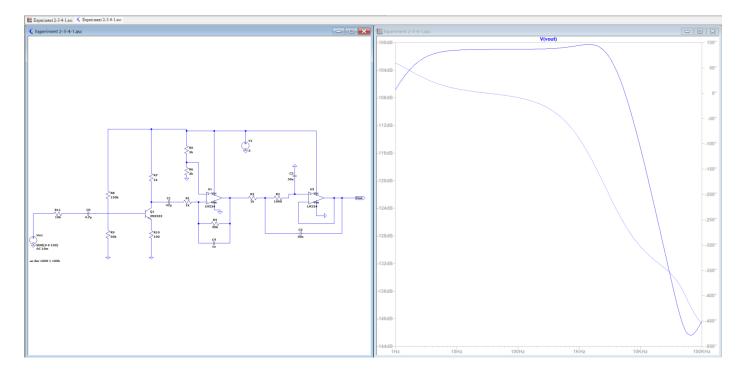
2.

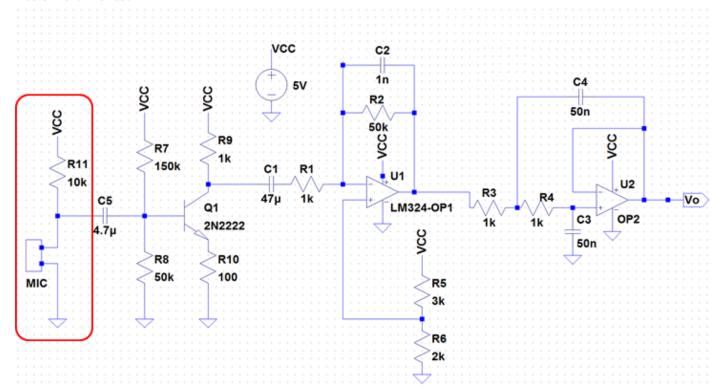
Q1,Vc	U1,V+	U1,Vout	U2,V+	U2,Vout
(V)	(V)	(V)	(V)	(V)
3	2.03	2	2.01	2.01

3.

AC Sweep waveform $f_{H3dB} = \underline{1740 \text{ Hz}}$

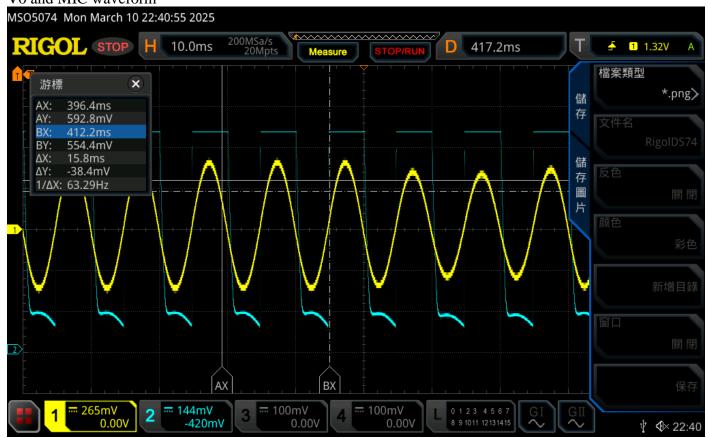
LTspice 模擬





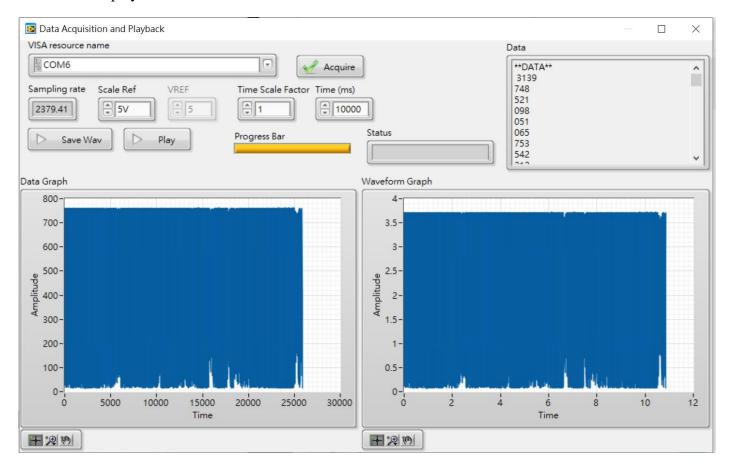
Vo and MIC waveform

5.



Experiment 5: Audio Playback

2. Record and playback a 10-second music or wave.



10 秒鐘影片網址: https://youtu.be/_4gNTi_eFH4

4 結論

實驗一主要是帶我們認識 AC sweep 和 marker 的作用,讓我們可以在有限的時域中看見更多的變化。

實驗二主要是實作一個簡單的低通濾波器(一個電阻一個電容的簡單組合),並結合先前教的AC sweep 技術讓我們可以看見在高頻時衰弱的狀況。

實驗三主要是在做單/雙電源供應器,透過實作讓我們認識到這兩者的優缺點,以及其適用的範圍。

實驗四時做 Audio Front End(音頻前端)主要是讓我們銜接實驗五的作用,透過 BJT + 兩顆 op amp 的將電訊訊號轉換成聲音訊號。

實驗五繼承實驗似的裝置,實際將電腦傳輸的電訊號轉換成聲音訊號後再播放出來。

♣ 心得

今天的實驗真的是比以往都還要硬得多,難度明顯提升了好幾個檔次,上學期也沒見過這麼具有挑戰性的內容。實驗 3 和實驗 4,隨便挑一個出來,其複雜度和工作量都足以當作上學期的期中或期末 project 了……這次真的有點大失策,整個實驗節奏完全被帶著跑,完全沒有掌握主動權,時間分配上也出了很大的問題,導致過程中手忙腳亂,壓力山大。希望這次的經驗能讓我汲取教訓,下次實驗一定要提早準備,不能再像這次一樣臨時抱佛腳,否則同樣的歷史肯定會再次上演,那可就真的得不償失了。

說到這次的實驗,最讓我印象深刻的莫過於實驗五了。這次的實驗用到了全新的軟體工具,這讓我感到非常新鮮,也激發了我不少學習興趣。不過,實驗過程中遇到的挑戰也不少,尤其是那個聲音信號的測量,真的讓我頭疼不已。一開始怎麼測都測不準,結果後來才發現,原來是我一開始挑選的聲音音頻太高了,而實驗中使用的低通濾波器會將高頻部分的信號大幅衰減,導致高頻聲音幾乎被縮小到聽不見的程度。這個發現讓我恍然大悟,也讓我深刻體會到實驗中細節的重要性。雖然過程中有不少挫折,但能從失敗中學習並找到解決方案,這種感覺真的很不錯,也讓我對接下來的實驗更有信心了。

總的來說,這次實驗雖然難度超高,但也讓我學到了很多寶貴的經驗。無論是時間管理、實驗前的準備工作,還是對實驗細節的掌握,都有很大的改進空間。希望下次實驗我能更加從容應對,不再被實驗帶著跑,而是能夠主動掌控節奏,順利完成任務!

♣ 引用

Marker

http://www.linktime.com.tw/dl_file/G5100Auser%27smanualc.pdf

AC sweep

https://www.terasoft.com.tw/support/tech articles/estimating the frequency response of a pow er electronics model.asp

AC sweep

https://blog.csdn.net/weixin_62912286/article/details/131088970?utm_source

Split Supply vs. Single Supply
 https://www.reddit.com/r/AskElectronics/comments/q1kqpu/op_amp_single_vs_split_power_supply/