

工程科學系

109 學年度第一學期
自動控制課程

第五次實驗報告

工程科學系 3 年級

E94071209 林政旭

繳交日期：2020/10/26

一、實驗目的

在給定 Notch Filter 的轉移函數下，畫出信號流程圖並設計電路測試波形是否會在特定頻率下消失。

二、實驗步驟

$$H(s) = \frac{s^2 + 1000^2}{s^2 + 1000s + 1000^2}$$

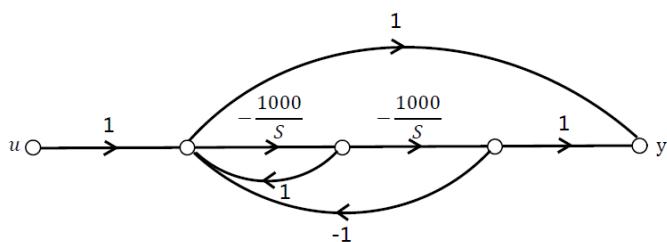
$$H(j\omega) = \frac{1 + (\frac{1000}{s})^2}{1 - [\frac{-1000}{s} + \frac{-1000^2}{s^2}]}$$

上圖為給定的轉移函數

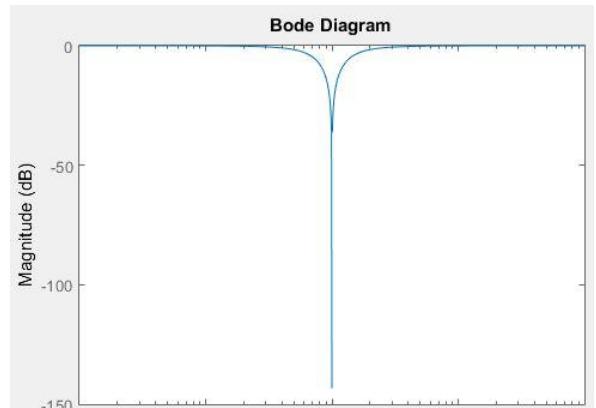
上圖將轉移函數同除以最高項 s^2

$$\frac{1000}{2\pi} \approx 160\text{Hz}$$

此為波形消失之特定頻率

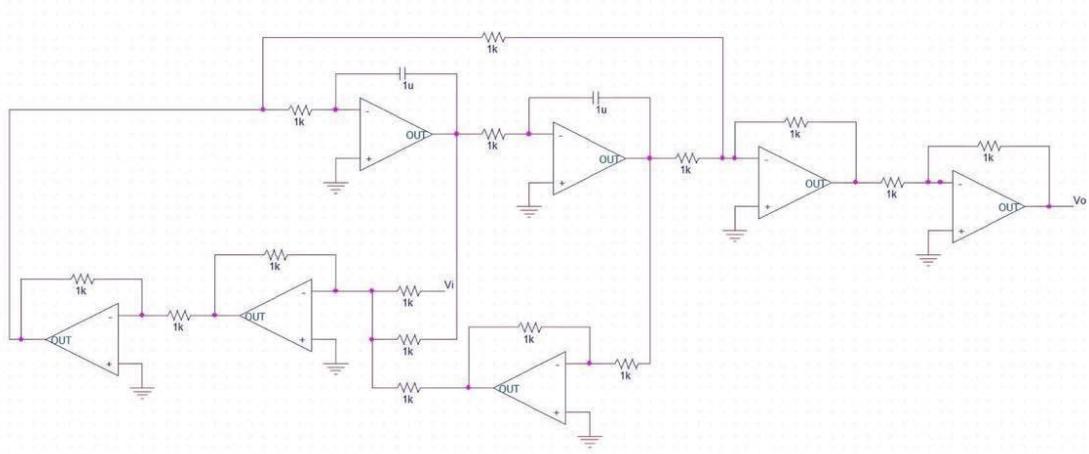


上圖為此轉移函數之信號流程圖



上圖為此轉移函數之波

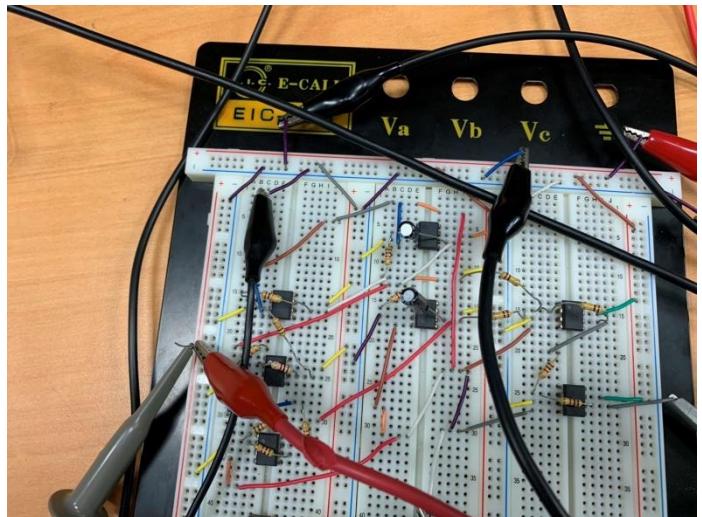
德圖



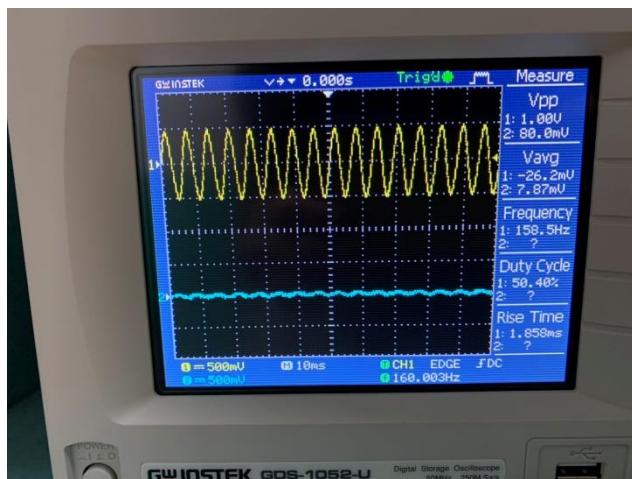
上圖為此轉移函數之實體電路圖，將電路完成後接上訊號產生器，把頻率調到 20、160、500Hz 觀察波形變化。

三、實驗結果

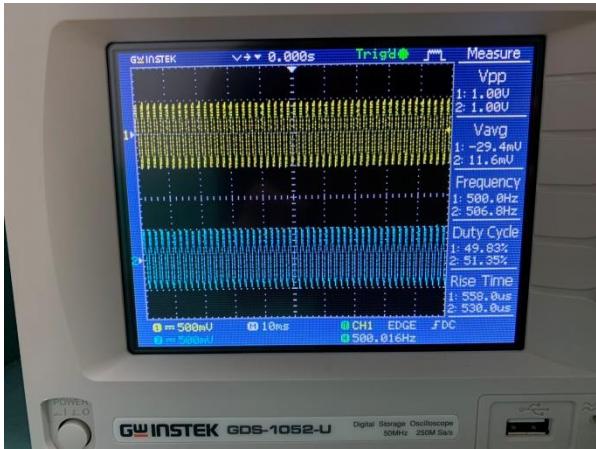
右圖轉移函數電路完成圖



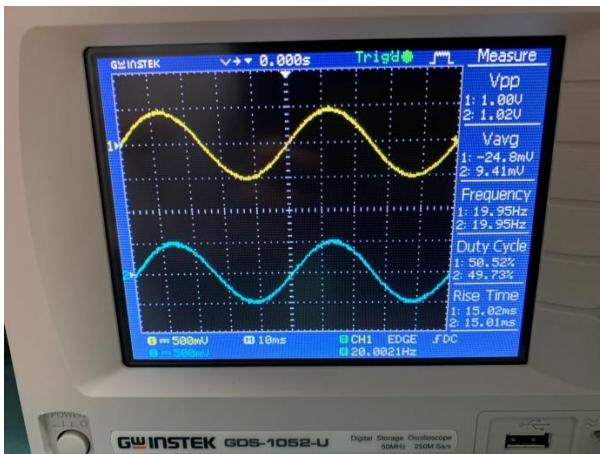
▼下圖為 160Hz 的示波器，可以看到輸出波形消失。



▼下圖為 500Hz 的示波器，可以看到輸出波形恢復。



▼將頻率調到 20Hz，示波器的輸出波形也恢復。



四、問題與討論

我額外用了一個之前電路二教的

Notch Filter 的接法

電容都採用 1us

Low pass 皆採用 1.5K

High pass 皆採用 1K

② Bandstop (Notch) filter

$$H(w) = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_f}{R_L} \left(\frac{1}{1+jw/w_1} - \frac{jwC_fR}{1+jwC_fR} \right)$$

$$= \frac{R_f}{R_L} \frac{1 + jw/w_2 - (jw)^2 / w_1 w_2}{(1 + jw/w_1)(1 + jw/w_2)}$$

$$\text{as } w=0, w=\infty \Rightarrow H(w) = \frac{R_f}{R_L} = K$$

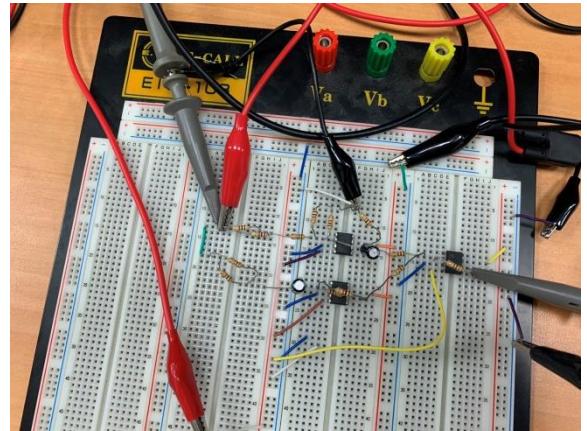
$$|H(w)| = \left| \frac{R_f}{R_L} \frac{1 + jw/w_2 - w^2 / w_1 w_2}{(1 + jw/w_1)(1 + jw/w_2)} \right| = \frac{R_f}{R_L} \frac{\sqrt{w_1 w_2}}{\sqrt{w_1 + w_2}}$$

$$= \frac{R_f}{R_L} \frac{2w_1}{w_1 + w_2}$$

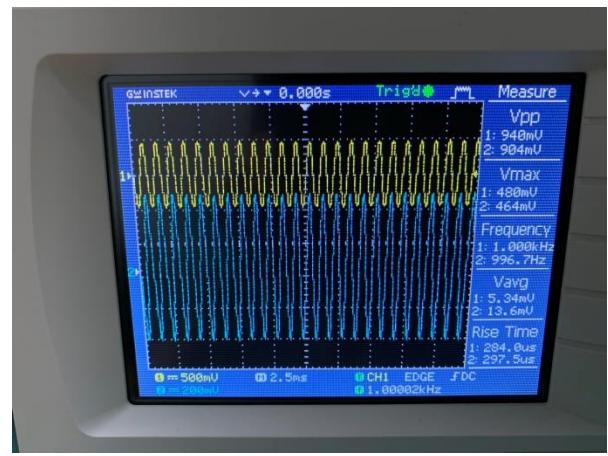
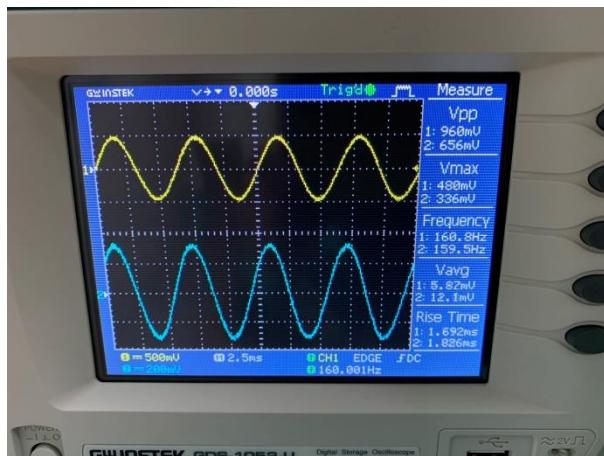
右圖為電路圖

下圖為在 160Hz 及 1KHz 時的圖

可發現在 160Hz 時 V_{pp} 明顯往下掉



但是掉的幅度沒有很大，可能是 high pass 的電阻不夠大， -20dB 的現象不夠明顯。



另一個問題是在極低 Hz 時，這電路會呈現 High pass 的形式，這可能是電容問題，也可能是這電路設計在某些地方有出錯，導致 V_O 出現問題。

五、心得

這是自動控制第五次實驗，雖然這次電路圖是最複雜的一次，不過接完電路去實驗室測試時，一次就成功了，相當開心，接電路越來越上手了，不知道後面還有幾次實驗。