

生醫工程實驗

Exp 4

第一組

B93502050 郭昱昇

B93502054 溫昌懌

B93901101 溫仁揚

問題與討論：

1. 當所欲量測的生理信號頻譜跟60Hz 的雜訊有所重疊時，請問應該怎樣去解決這個問題？

當欲量測的生理訊號與60Hz有重疊時，無論是硬體或軟體的濾波器都無法分辨出60Hz雜訊與欲量測信號的差別，所以不太可能將雜訊用濾波器濾出，只能從減低系統和環境中的雜訊部分著手，例如將電路與外界隔離，或採取更精密的元件。

2. 要提高信號的SNR，除了使用濾波器之外，是否有其他方法可以改善？

要提高信號的SNR，除了使用濾波器之外，可以利用控制環境雜訊的方法改善，例如利用金屬盒隔絕電路與外界，或是採用更精密的電路元件或測量儀器，還有採用更能抗噪的電路設計，可以減少雜訊的影響，SNR值也會跟著改善。

3. 你覺得濾波器用軟體設計比較理想或者用硬體設計較佳？若各有優缺點，請問差別在哪裡？

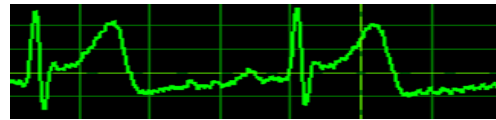
用軟體設計的優點是可以將想要過濾的雜訊頻率濾的更乾淨，而且較方便設計，但缺點是必須至少要有CPU才能執行程式，所以如果用在可攜式裝置上的話耗電量會較硬體濾波器大上許多，而且運算時的速度較慢，可能無法及時反應。而用類比濾波器的缺點是頻率響應較難達到軟體設設計的效果，但是省電與反應快速是主要的優點。

4. 請跟實驗二的量測結果作比較，你覺得兩者的結果有什麼不同？你覺得自己設計的這個量測電路是否可信賴？(請試著拿出臨床的資料一起比較)

從下面兩個圖都是靜止不動時所量測到的ECG，可以看到在實驗二所量到的圖形較為平緩；而本實驗所量到的圖形有高頻率的雜訊在其中，所以圖形抖動，應該是60HZ沒有完全濾掉所致。

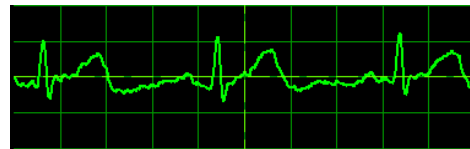


上圖左：實驗二量到的ECG



上圖右：設計電路量到的ECG

基本的PQRST波都可以明顯的判讀出來，但是因為我們在低頻(10~20HZ)的增益相較於高頻率(20~40HZ)的增益比較大，所以T波與R波S波的比例會顯得比實驗二量到的大。下圖左是實際上臨床用的圖，下圖右是我們量到的圖；除了T波，其他部份我們認為都是可信賴的。



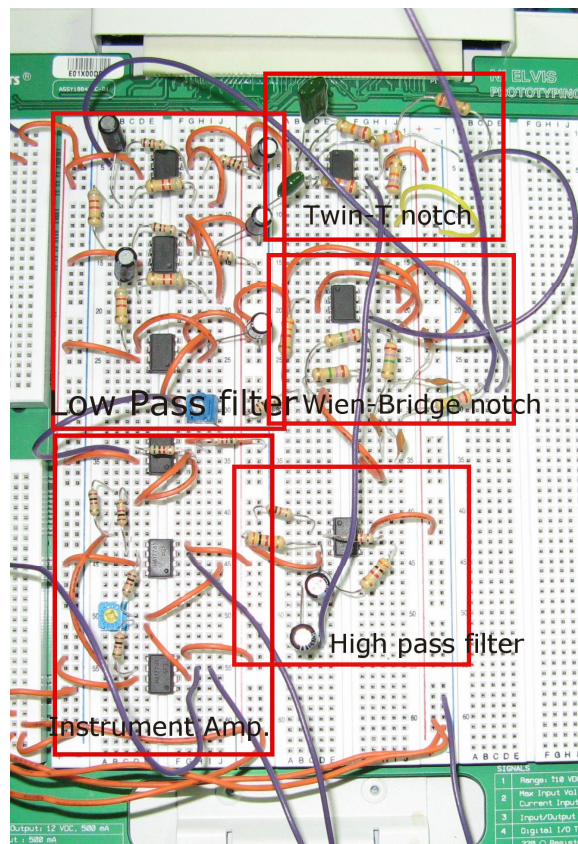
5. 實驗報告的內容請描述電路的設計(附上電路圖)以及測試的結果。

本次實驗電路設計，採用電子學課本第二章的 instrument amplifier(圖一)，將 differential input 轉成 single-ended output。將訊號放大之後，再通過一個 Low pass filter；其中這個 Low pass filter 的設計遇到不少困難，最後採用 TI 網站上所放置的範例電路(圖二)，將電路 ω_0 調整到 10Hz 左右(圖二-1)，課本 Second order active filter 效果不彰，故捨棄。

在將訊號通過一個 Notch filter，這個 Notch 的 filter 在整個電路扮演極為重要的角色，目的要將電路中的 60 Hz 雜訊濾掉，衰減 40dB 所得到的訊號是可以接受的範圍。

我們採用了 TI 網站上的 Twin-T Notch filter(圖三)，把 ω_0 調整到 60 Hz 附近(圖三-1)，但是這樣的電路接上人體仍然無法有效的壓抑 60 Hz 的雜訊。故在串接一個 Wien Bridge(圖四)，同樣調整 ω_0 到 60Hz 左右(圖四-1)，如此一來所得到的雜訊可以降低許多。

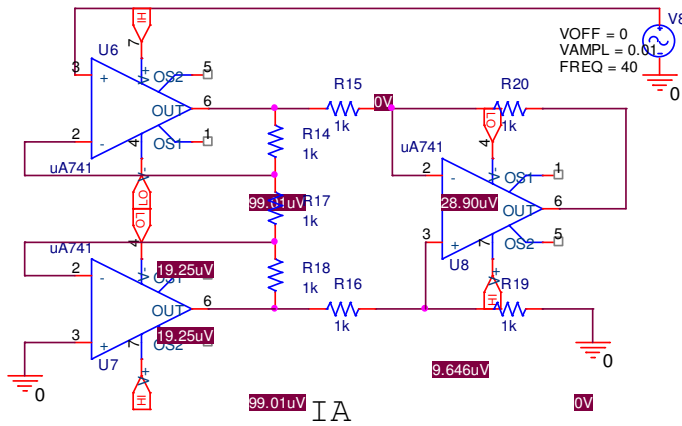
最後，將訊號通過一個 High-Pass Sallen-Key filter(圖五)，慮掉 DC 訊號。讓訊號不會因為 DC offset 而上下飄動。



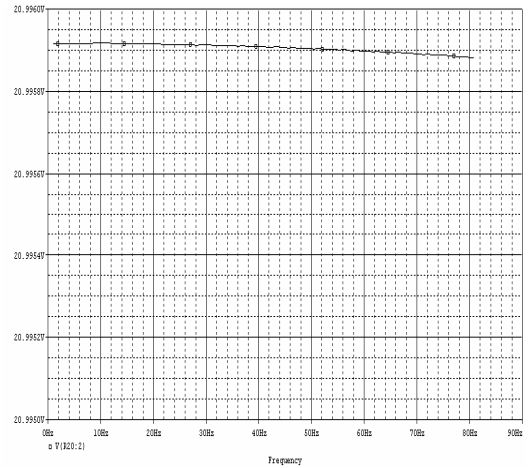
實際接線圖

電路接線圖與頻譜分析

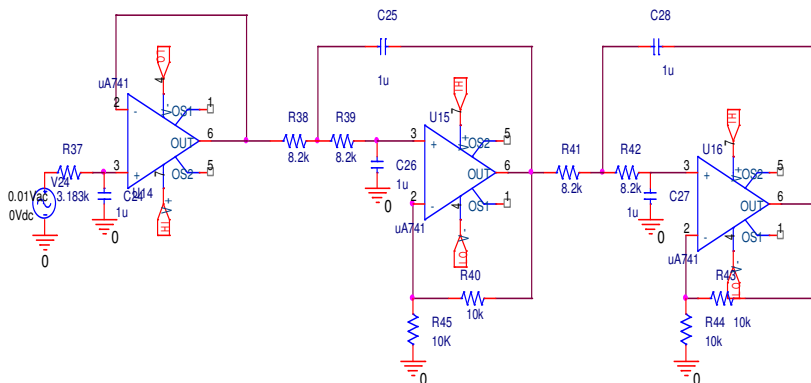
系統方塊圖



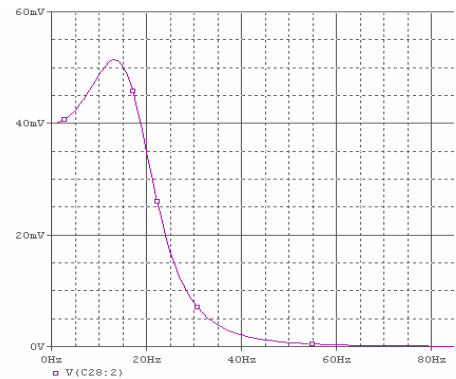
圖一 Instrument Amp.



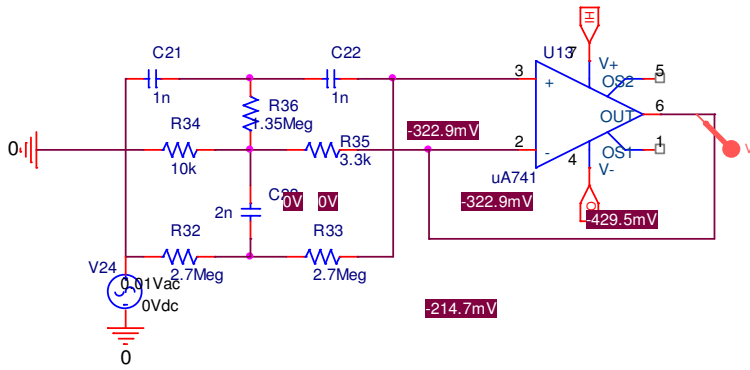
圖一 Instrument Amp frequency response



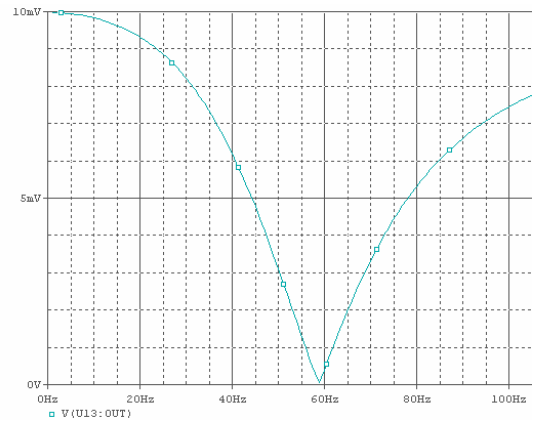
圖二 Low Pass Filter



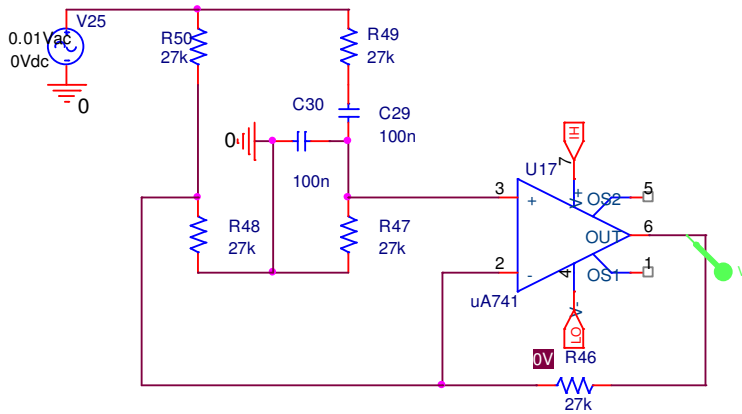
圖二-1 Low pass frequency response



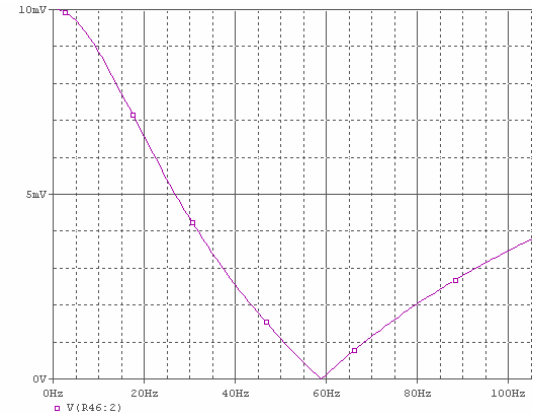
圖三 Twin-T notch filter



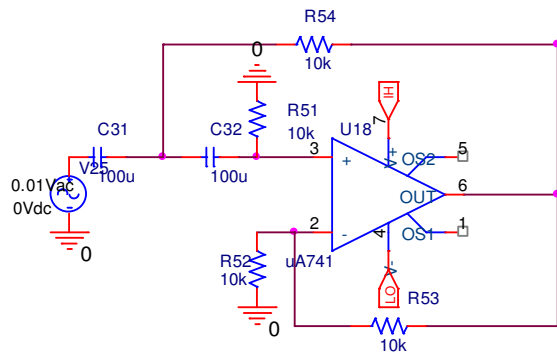
圖三-1 Twin-T notch filter frequency response



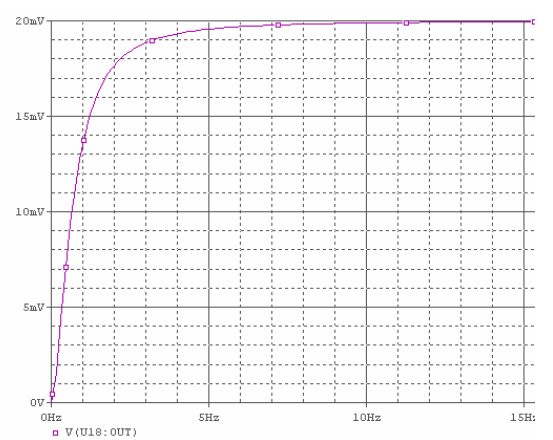
圖四 Wien-Bridge notch



圖四-1 Wien-Bridge notch frequency response

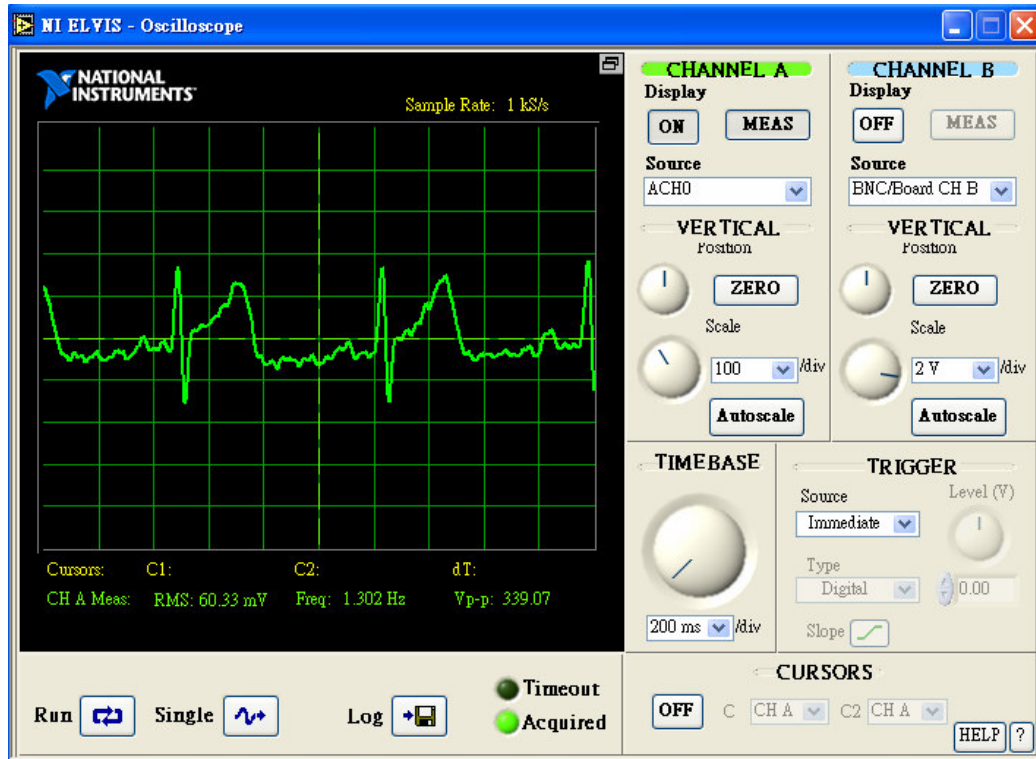


圖五 High pass Sallen-Key filter

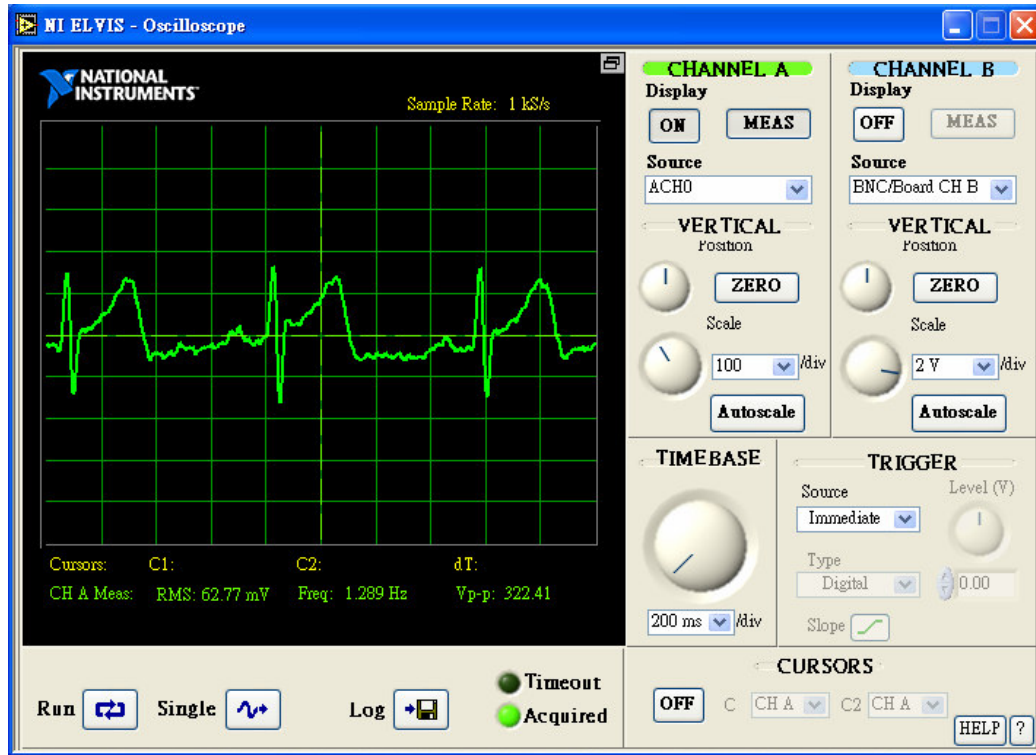


圖五-1 High pass filter frequency response

實際截圖一



實際截圖二



心得：

在唸電子學的時候，總是感覺 filter 離我們很遙遠，平常也不常接觸到；但是在設計 ECG 系統的時候，才真正深刻了解 filter，汪重光教授曾經這麼說過”Simulation Always Work!” 真正做了這個實驗才體會這句話的真諦。

在架構 filter 的時候，我們都是先進行 paper survey，接著用 Pspice 先進行模擬並估計數據的大概範圍；但是往往模擬的結果在真正電路上會有一段差距而無法實行，尤其在 notch 的電路最為明顯，最後使用的參數往往還需要不斷的進行調整。

其中最值得注意的是：實際電路往往不能衰減到模擬的程度，導致 60Hz 雜訊相當嚴重，所以最後我們連接兩級的 notch filter，才能使 60hz 衰減到一個可以接受的程度。

我們透過實驗的過程，瞭解到：任何的電路都沒有好壞之分，只有適不適用的區別，再不好用的 filter 也有其能夠應用的地方。本次的實驗因為需要 f_0 等於 40~60 之間，非常的小，一些常用的 filter 在這裡都不好用，所以我們使用了一些冷門的電路；只有透過實驗才能讓學到的理論跟實際上的應用緊密結合。

Reference:

- [1] <http://www.ti.com/>
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Instrument_amplifier
- [3] **Sedra Smith** *Microelectronic Circuit* Chap. 12
- [4] [http://140.116.164.38/class/BioIns/project/\(蘇仁昌\)%20醫用心電圖及遙測發射機的設計.ppt](http://140.116.164.38/class/BioIns/project/(蘇仁昌)%20醫用心電圖及遙測發射機的設計.ppt)
- [5] <http://www.vsholding.com/ANF.htm>
- [6] <http://home.pacbell.net/lengal/ip/60hzfilt.pdf>
- [7] http://en.wikipedia.org/wiki/Lowpass_filter
- [8] <http://www.mmh.org.tw/taitam/csc/skill.htm>
- [9] <http://www.ece.uic.edu/~jmorisak/blpf.html>
- [10] http://www.radio-electronics.com/info/circuits/opamp_notch_filter_2/