

生醫工程實驗 期末專題進度報告(1)

第一組

B91901150 陳建宇

B92901121 羅弘益

06/04/2006

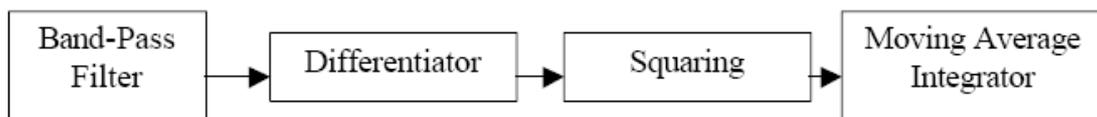
實驗原理：

烏龜，已經在地球上存活超過兩億年；同時也為目前所知最長壽的動物之一。烏龜是變溫的兩棲類動物，其心臟構造由一個心室和兩個心房所組成；所以含氧血和缺氧血會在心室混合在一起。含氧血會從左心房進入心室，藉由心室收縮進入左右動脈進行體循環；並有一部分血液流至肺動脈行氣體交換。我們知道一般狀況下，40%的血液會從心室流到體循環。[1][2]

傳統的烏龜心電圖量測，是將烏龜腹部切開並暴露出心臟，將銀電極貼在心臟周圍及前後肢上進行量測。並可在心房、心室表皮層上縫電極量測其電訊號。另外，Holz R. M.和 Holz P.兩人在 1995 年得到將烏龜麻醉後以鱷魚夾夾在烏龜四之外表皮上量測肢導（Lead II）的 ECG 波形：可觀察到明顯 P 波及較大的 R 波，但沒有 Q 或 S 波出現；Q（這裡指 R）-T 波の間距很小而 T 波較不明顯。

在實驗三中，我們學會了如何設計一個測量 ECG 的電路，我們可以利用這個電路測量烏龜的 ECG。然而烏龜的 ECG pattern 跟人不同，烏龜的 R wave 振幅比人還要小，頻率分布也不會跟人一樣。在設計電路時應該要盡量考慮這些問題，對於實驗三得到的電路參數做適當的修正。

針對參數量測部分，我們要在這個專題中找到烏龜的心跳速率、PR interval、T wave 及其 duration。這些重要參數可以反應烏龜的狀況，具有重大生理意義。利用 Pan-Tompkins algorithm，我們可以精確地求出心跳，其 block diagram 如下。

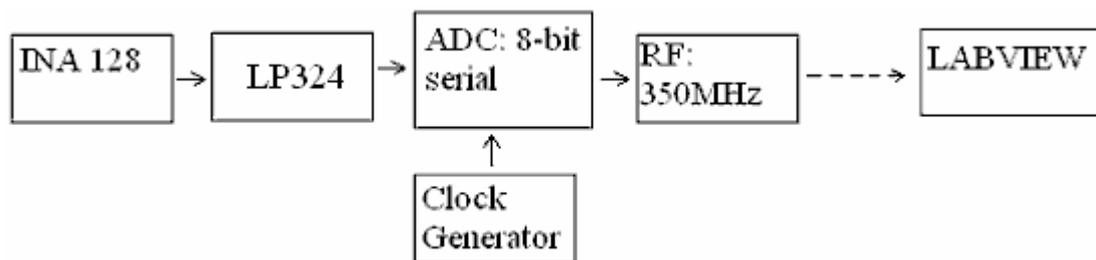


烏龜在潛水時的血液循環跟一般在陸地上不太一樣，心室的血液的流向會不太一樣，這時反映出來的 ECG pattern 也會不一樣。藉由比較不同的 pattern，我們可以從只看 ECG pattern 就知道烏龜是在什麼樣的狀況，以後對遷徙的烏龜做研究時可以利用這點觀察，然而這要透過無線傳輸才可以達成。因此，本專題還牽設到一些跟通訊有關的問題，像是 multipath interference。

實驗架構：

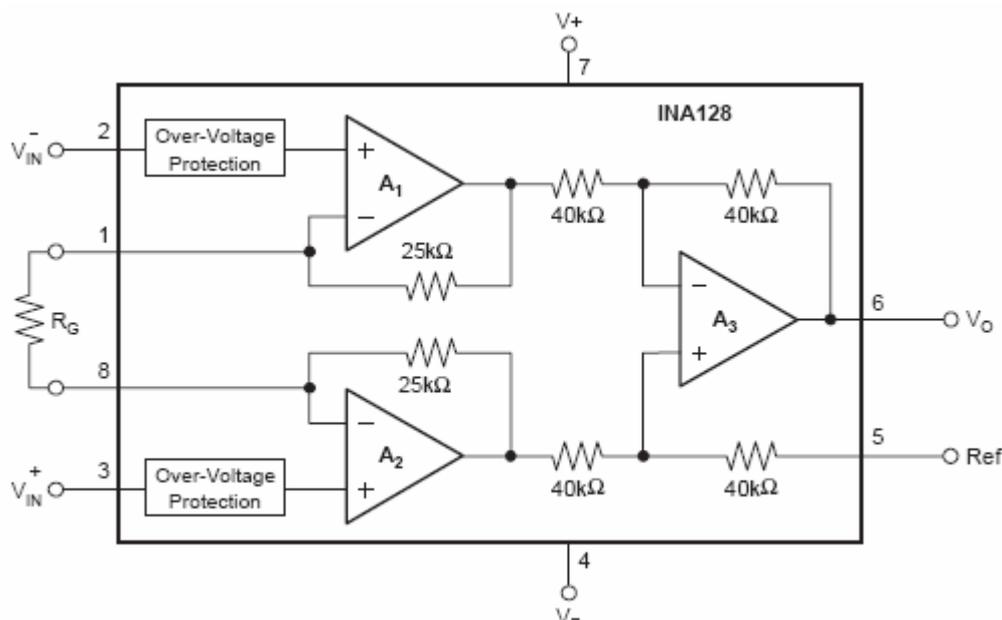
總流程圖如下所示，其中在 LABVIEW 以前的 block diagram 都要裝在烏龜上。除了 LABVIEW，其它每一個 block 代表一顆 IC 與相應電路。並使用市面上

可獲得的 RF 傳輸模組。



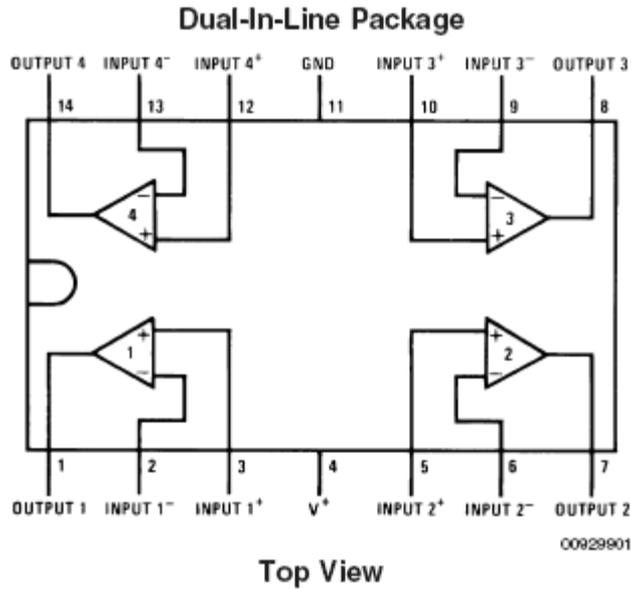
實驗器材：

1. 德州儀器 Instrument Amplifier：TI INA 128 預計用兩顆作兩個 lead 的輸入第一級放大之用。

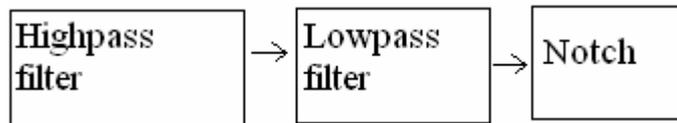


INA 128 是用來放大來自烏龜的 ECG 訊號，對烏龜而言，其 R wave 的振幅大約為 0.25mV，故應放大數千倍才能成為我們可傳的訊號。我們選定放大 5000 倍，所以 $R_G = 2 * 25k\Omega / 5000 = 10 \Omega$ 。 R_G 會和一電容串連以達到阻斷 common mode 影響，關於這個部分我們已經驗證過了。

2. Operational Amplifier：LP324，有四組 OP 供放大器和濾波器使用。

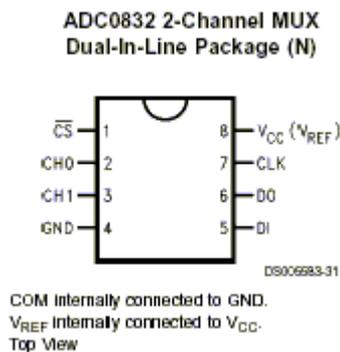


LP 324 IC 結構如上圖所示，利用這顆 IC，我們最多可以使用四個運算放大器。濾波器要用其中的 OP 作。以下是每一級濾波器配製圖。

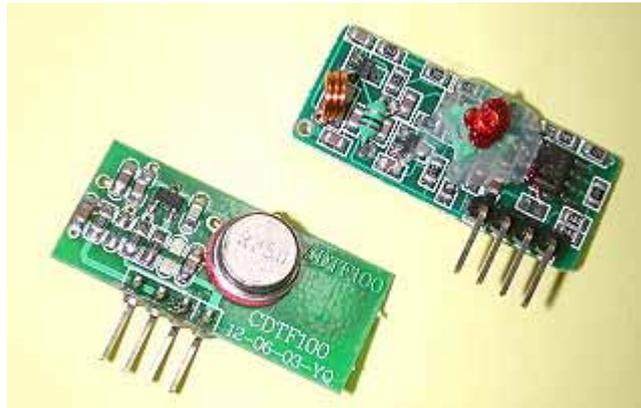


我們使用 1 個運算放大器在 HPF，2 個在 LPF，1 個在 notch。Highpass 的 pole 會設在比實驗三高一些的頻率以改良 DC offset drift 的問題：預計放在 0.5Hz。lowpass 的 pole 預計先和實驗三一樣放在 30Hz（因為烏龜的 ECG 頻譜約在 100Hz 以下，比人的低），notch 設在 60Hz 以消除 power line interference。

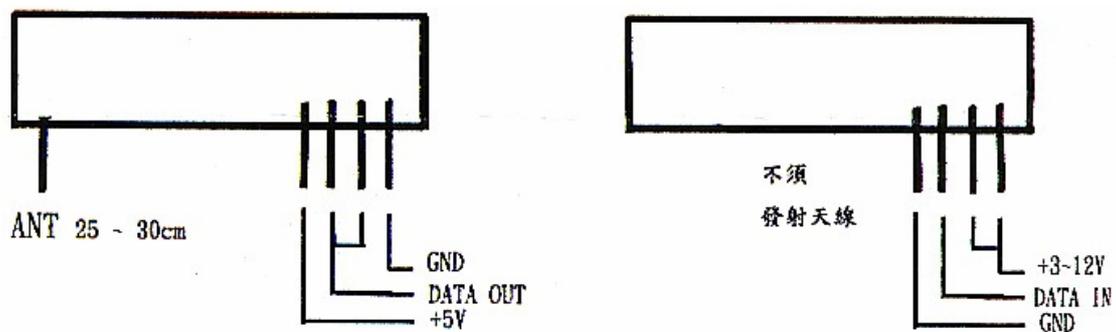
3. A/D Converter：ADC0832 8-bit serial I/O dual channel ADC。將兩個 lead 的訊號 MUX 之後作 quantization，以 serial 的方式輸出。其 quantization error 為 1 個 bit。（以 0~5V 的話約 20mV）



4. 今華電子 350MHz RF 發射接收模組：Digital I/O，內建 FSK modulation。

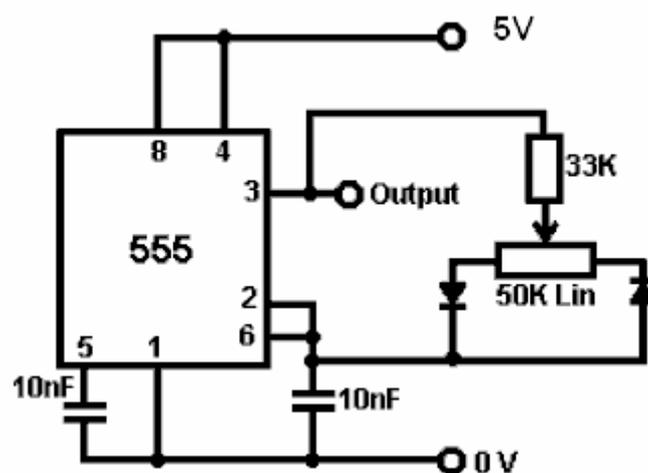


市面上販賣的無限模組頻率已固定，大致來說可以在光華商場看到 350、370、418、433 這幾種。對這個專題來說，選哪一種都可以，因此我們選用 350MHz，其接腳圖如下。



我們不知道買回來的無限模組是否可以運作，因此我們必需自己產生一組訊號看看。經測試後發現在短距離內只有些微差異，這應該是 multipath 造成的。

5. Clock generator



使用如圖的電路產生 duty cycle 50%的 clock，調整可變電阻可以控制 duty cycle。另外改變電容的話可以改變 clock 的 frequency。

6. National Instrument Data Acquisition (NI-DAQmx) Card : PCI-6251，支援

Analog I/O ; Digital I/O (24 bits parallel); 及 programmable function interface 。
我們以此作為接收器後端的輸入電腦方式，並使用 NI LabVIEW 撰寫資料擷取虛擬儀器 (virtual instrument) 。

實驗方法：

1. 完成電路設計如上所述，並撰寫接收端信號處理程式。
2. 以 function generator 測試輸入弦波，以檢查系統無線傳輸能力及誤差程度。調整系統參數如可變電阻值以改變增益和濾波器截止頻率等，將放大及濾波後的信號置於 ADC 的 full range 以內以減少 quantization error 。
3. 取得烏龜。將其以低溫輕度麻醉 (-5°C 冷凍一個小時)，用電鑽在龜殼上鑽出 3~4mm 深，直徑約 2mm 的孔洞以放置焊上導線的電極。鑽洞的位置在靠近龜殼邊緣，四肢位置上的部份 (類似肢導的作用)，注意只能穿透龜殼而盡可能避免直接傷害到烏龜本身。最後以牙粉填補電極周圍及固定電極即可。
4. 將電路轉移至印刷電路版上。
5. 量測烏龜不同 lead 的 ECG。觀察其波形特徵與計算基本參數如 heart rate 等。分別觀察在烏龜不動和爬行的時候的心電圖特徵。

參考資料：

- [1] 許忠傑，利用生物遙測探討環境溫度及潛水對烏龜心跳速率的影響，中原大學醫學工程系，民 93
- [2] White F.N. and Ross G., Blood flow in turtles, Nature, 208:759-760, 1965