

Biopotential Amplifier (孫士育)

報告主要分為四個部分：生醫放大器條件、ECG、常見問題、其他生醫放大器。

生醫放大器條件

跟一般電子學用到的放大器一樣，一個好的生醫放大器要有很大的輸入阻抗與很小的輸出阻抗、很高的 CMRR 值、相當大的 gain、保護放大器本身的電路。然而不太一樣的是生醫放大器要設計保護人體的電路，不然要是因某種原因產生一個 impulse，對人是一個很大的傷害。生醫放大器要有自動調整 gain 的功能（每個人該有的 gain 不一樣，不同時間量同一個人也要用不一樣的 gain）。另外，對不同的功能（ECG/EMG）而言，生醫放大器要有不同的設計，這是因為不同的功能強調的頻率和電極測到的電壓範圍不一樣。ECG 的頻率範圍為 0~300Hz（電壓約 3×10^{-3} ），EMG 的頻率範圍為 30~3000Hz（電壓約 5×10^{-3} ），EEG 的頻率範圍在 0.1~100Hz（電壓約 1×10^{-4} ）。

ECG

一個 EEG 的 block diagram 長得會是什麼樣子？跟一般放大器不一樣的是除了上述生醫放大器基本功能外，它包含測量電極電路（有製造 ground 功能）和其他外接（如 memory、microcomputer）電路。

常見問題

設計生醫放大器時常常會遇到不少問題，像是高頻區會失真而導致測 ECG 時會發現 QRS complex 的振幅不太准，低頻區失真導致測 ECG 時 baseline 不會是水平線。

因為 QRS complex 的振幅太大導致信號被放大器 saturate，部分 S-wave 振幅太小被放大器 cutoff，這些都是因為放大器沒設計好。

如果一個人被二台儀器測量，可能因二台儀器的 ground 不一樣而使二台儀器的 ground 電路以人體為導體產生電流！

如果測量電極沒有與被測者接觸好，或是電極與電線沒連好（甚至在測量時不小心弄斷了），會使儀器抓不到信號。

做 defibrillation 時因輸入電壓瞬間值很大，使放大器電荷累積，變成一個 RC 電路，拖延正確測量時間；有時人也會帶靜電，也會有 RC 電路效應。這些可以用穿比較導電的衣服與觸摸解決。

電力系統本身也是一個問題。儀器周圍的電線，哪怕是遠在環繞牆壁上的電線都會造成電場干擾。一般要 model 這個問題都會假設有並聯的小電容，報告中提到如何用這個 model 列出一些可以用到的式子，導出電場干擾造成的電壓偏差

約 $40\mu\text{V}$ ，這個值足以影響 ECG 結果，甚至使 EEG、EOG 測到的訊息錯誤率超過一半。儀器電線也會產生磁場，因為這樣產生的磁場與環面積成正比，所以所有量測電線應互相捲曲以減少磁場影響。我們生醫實驗室正下方有 MRI 儀器，其強大磁場可能在運作時影響我們實驗結果，可以用屏避效應，在測量區放金屬板解決。

其他生醫放大器

雖說 EMG 放大器在投影片給的圖有電極量測電壓大略值，但實際上會因使用的電極不同而有不同的量測電壓，所以與其他生醫放大器不一樣的是 EMG 是 electrode-dependent。EMG 的頻寬比 ECG 大，因此設計 EMG 時不要全套 ECG 電路；不過也鄭因如此，EMG 比較能承受干擾。

有些生醫放大器可測量細胞尺度的電位，用於量膜電位，對於這類應用，應注意頻寬要大、gain 因量測值不小而不用設計太大。更重要的是，因為細胞很小產生的高阻抗，放大器輸入阻抗會顯得比較小，可以用一個並聯電阻來 model。為了解決這個問題，我們可以用正回饋產生並聯負電容抵消。

EEG 因量測電壓值較小，故需較大的 gain 偵測。此外，還需要小電極、低雜訊、高 CMRR 值。

心得：雖然報告中沒提到，但我猜測 model 強大磁場干擾可以用串聯電感，如下圖。

