

MATLAB 工程應用期末報告

MATLAB 應用於物理單擺實驗

授課老師：趙春棠

December 31, 2011

撰寫人：劉世浩(49728055)

一、前言

MATLAB 是一套功能強大軟體，可以輔助我們對數學運算和分析，MATLAB 也內建音訊功能，包含讀檔、寫檔、錄音與播放聲音訊號。

其實「音訊」是一種隨著時間而變動的訊號，利用 MATLAB 音訊功能將訊號記錄下來，以下將應用在物理單擺實驗上觀察波型的變化。

二、相關知識

■ 單擺

「單擺」是一個週期性的力學系統。它含有一個 m 的物體，用一條長度 L 的繩子懸掛繩子的上端是固定的。

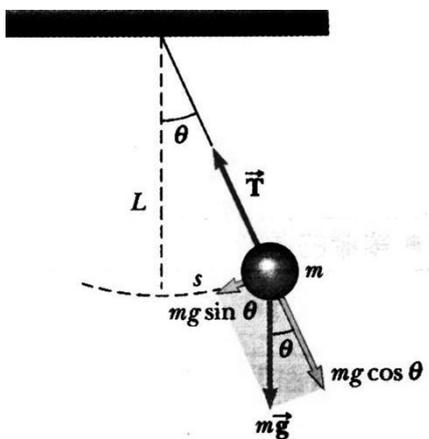
作用在物體上面的力沿著繩子作用力 \vec{T} 及重力 $m\vec{g}$ 所構成的。重力的切線分量 $mg\sin\theta$ 永遠驅向 $\sin\theta = 0$ 而與位移方向相反。

其運動方程式

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{L} \sin\theta$$

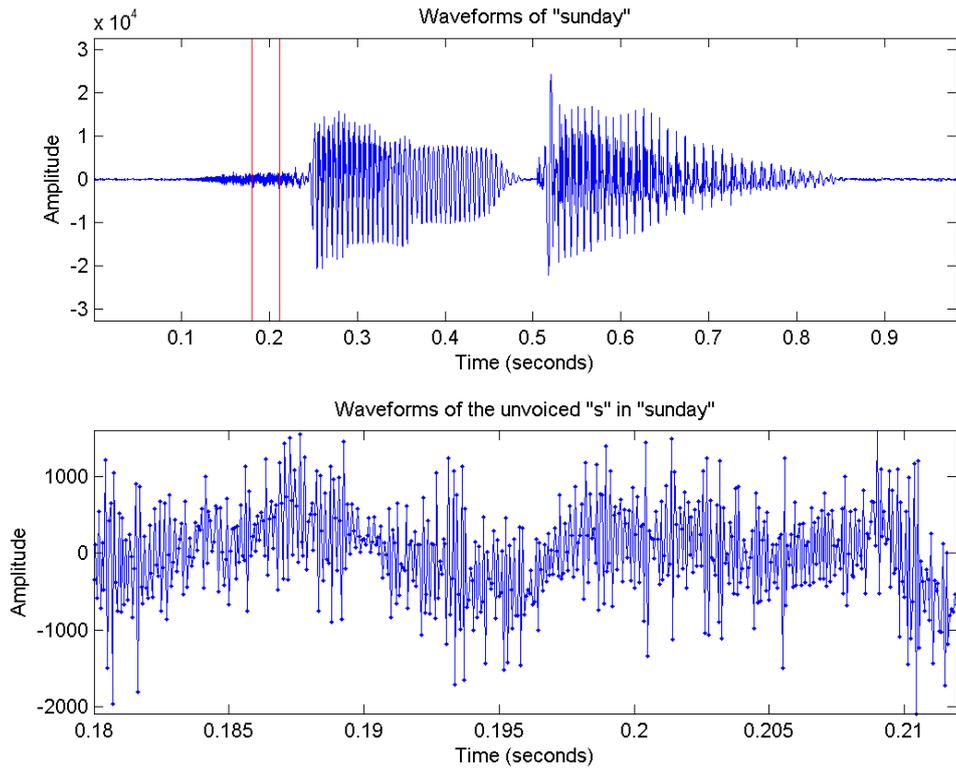
其運動週期為

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$



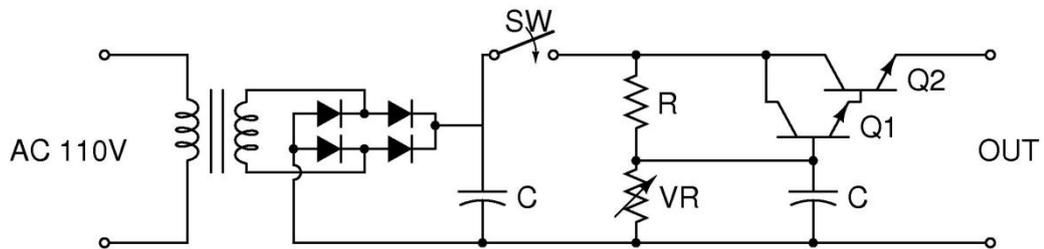
■ 何謂「音訊」?

所謂「聲音訊號」(Audio Signals) 簡稱「音訊」，泛指由人耳聽到的各種聲音的訊號。一般來說，發音體會產生震動，此震動會對空氣產生壓縮與伸張的效果，形成聲波，以每秒大約 340 公尺的速度在空氣中傳播，當此聲波傳遞到人耳，耳膜會感覺到一伸一壓的壓力訊號，內耳神經再將此訊號傳遞到大腦，並由大腦解析與判讀，來分辨此訊號的意義。



我們在其放大波形中並無法觀察到基本週期的存在，其波形比較像是雜訊，並無週期性。

■ 0~15V 可調直流電源供應器

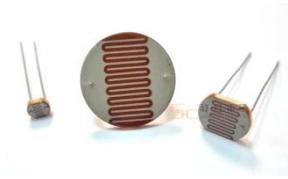


電路圖

其工作原理：

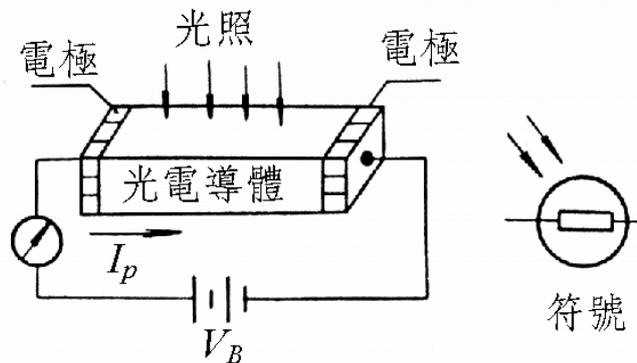
1. 變壓器將 AC 110V 降至 AC 12 V。
2. AC12 V 經過四隻二極體組成的橋式整流器及濾波電容後，變為 DC 輸出。
3. Q1 和 Q2 組成達靈頓電流放大電路，而由 Q2 的射極(Emitter)輸出，並具穩壓作用。
4. DC 電壓經過接於 Q1 基極上可調電阻(VR)，使輸出電壓可在 0~15V 調變。

■ 光敏電阻

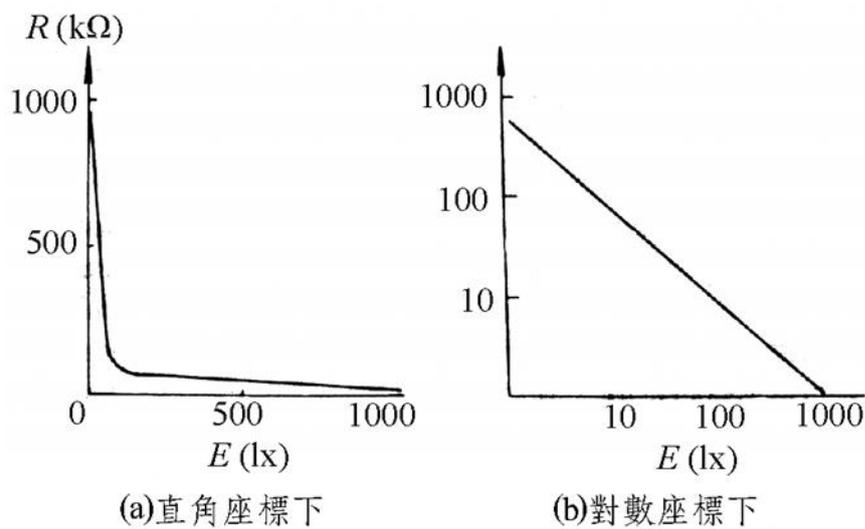


光敏電阻器是利用半導體的光電效應製成的一種電阻值隨入射光的強弱而改變的電阻器；入射光強，電阻減小，入射光弱，電阻增大。光敏電阻器一般用於光的測量、光的控制和光電轉換（將光的變化轉換為電的變化）。

常用的光敏電阻器硫化鎘光敏電阻器，它是由半導體材料製成的。光敏電阻器的阻值隨入射光線（可見光）的強弱變化而變化，在黑暗條件下，它的阻值（暗阻）可達 1~10M 歐，在強光條件（100LX）下，它阻值（亮阻）僅有幾百至數千歐姆。光敏電阻器對光的敏感性（即光譜特性）與人眼對可見光（0.4~0.76） μm 的響應很接近，只要人眼可感受的光，都會引起它的阻值變化。



光敏電阻的原理圖與符號



光敏電阻光電特性

■ 雷射二極體



雷射二極體或稱半導體雷射是一種雷射產生器，其工作物質是半導體，屬於固體雷射產生器，大部份雷射二極體在結構上與一般二極體相似。具有體積小、耗電少、反應快、耐衝撞、壽命長、效率高及價格低等優點，於光電系統產品中應用範圍十分廣泛。

一般LED為自然放射光，故光線並不集中。另一方面，雷射二極體是透過激發的方式，故光線是集中的。且只要將在共振器內來回放大的光線取出，即可得到大能量的光線輸出。

雷射二極體依波長及應用大致分為短波長與長波長雷射兩大類，短波長雷射泛指發光波長由390nm至950nm之雷射，而長波長雷射則是指發光波長由980nm至1550nm之雷射。



■ MATLAB 聲音訊號的錄製

MATLAB 支援由麥克風讀取訊號，其指令格式為：

y=wavrecord(n, fs, channel, dataType)

其中：

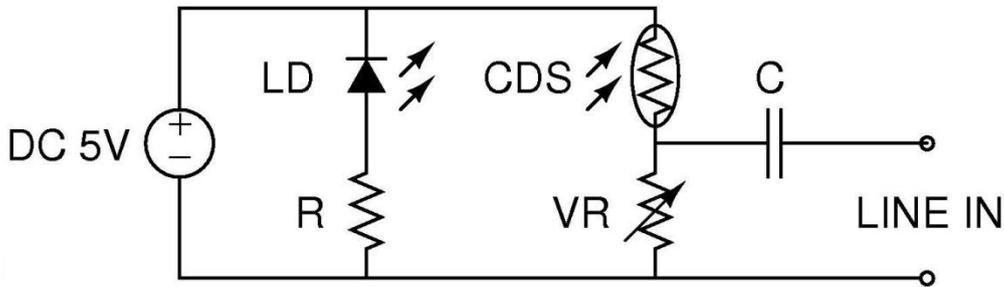
n	<p>取樣解析度 (Bit Resolution)： 每個聲音資料點所用的位元數，常用的數值如下： 8-bit：可表示的數值範圍為 0~255 或 -128~127 16-bit：可表示的數值範圍為 -32768~32767 【註】在 MATLAB 通常把音訊的值正規化到 [-1, 1] 範圍內的浮點數</p>
fs	<p>取樣頻率 (sample Rate)： 每秒鐘所取得的聲音資料點數，以 Hertz (簡寫 Hz) 為單位。點數越高， 聲音品質越好，但是資料量越大，常用的取樣頻率如下：</p>

	8 kHz：電話的音質、一般玩具內語音 IC 的音質 16 KHz：一般語音辨識所採用 44.1 KHz：CD 音質
channel	聲道： 一般只分單聲道 (Mono) 或立體聲 (Stereo)，立體音即是雙聲道。
dataType	音訊變數 y 的資料型態(double、single、int16、uint8)

三、實驗內容

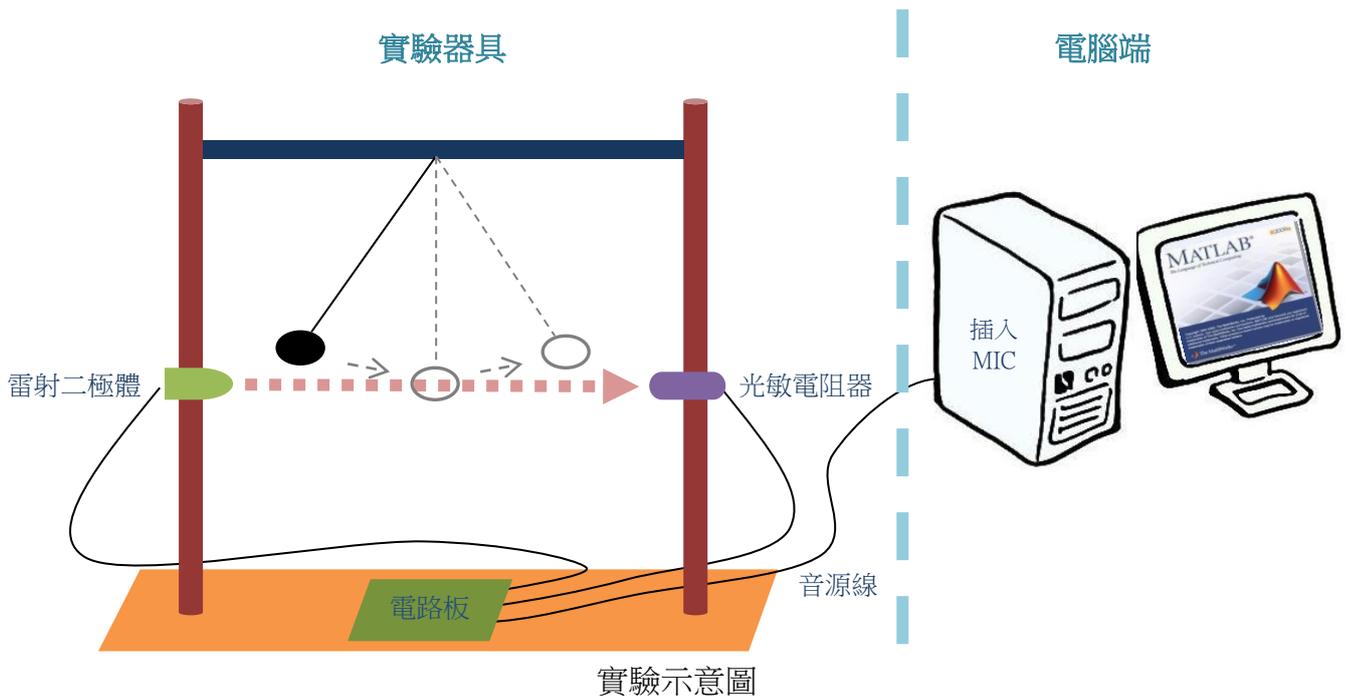
將實驗內容分為「硬體部分」、「軟體部分」和「實驗結果」，以下分別描述。

■ 硬體部分



電路圖

電路元件：雷射二極體(LD)、光敏電阻器(CDS)、可變電阻器(VR)、陶瓷電容(C)



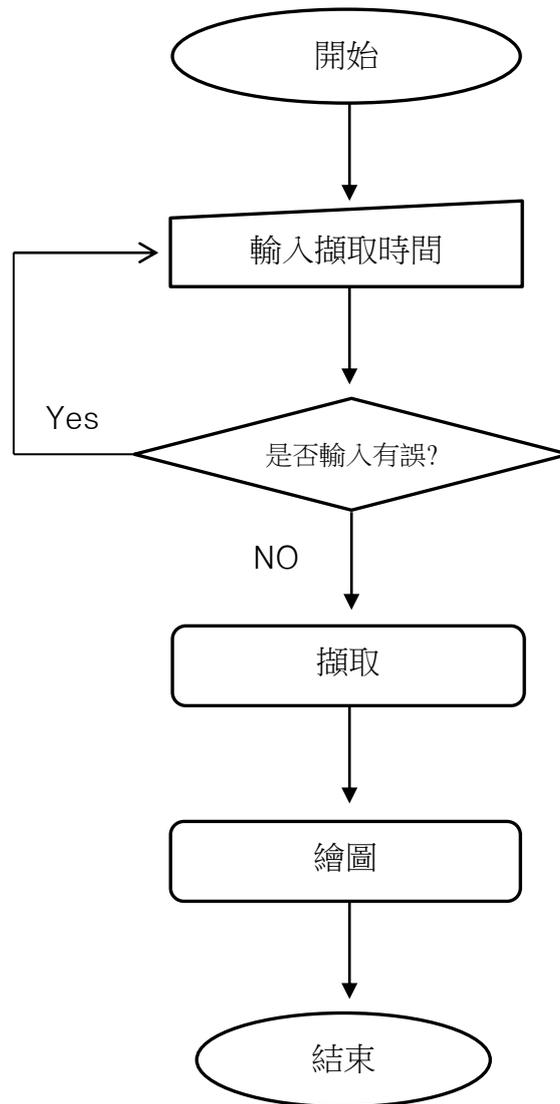
實驗示意圖

■ 軟體部分

1. 程式碼

```
clear;
clear all;
fs=8000;      % 取樣頻率
channel=1;    % 單聲道
dataType='int16'; % 資料型態
fprintf('歡迎!! 即將擷取訊號，請依照指示操作。\\n');
time=input('請輸入擷取時間(sec): ','s');
while isempty(str2num(time)) % 防呆裝置
    time=input('請重新輸入擷取時間(sec): ','s');
end
duration=str2num(time); % 擷取時間
fprintf('按任意鍵後開始 %g 秒擷取\\n', duration); pause
fprintf('擷取中...\\n');
y=wavrecord(duration*fs, fs, channel, dataType);
fprintf('擷取完畢\\n');
fprintf('繪圖中...\\n');
time=(1:length(y))/fs; % 時間軸的向量
plot(time, y); % 畫出時間軸上的波形
axis([0,duration,-20000,20000]) % 縱軸和橫軸範圍
xlabel('時間(sec)'); % 縱軸標籤
fprintf('繪圖完畢\\n');
```

2. 程式流程圖

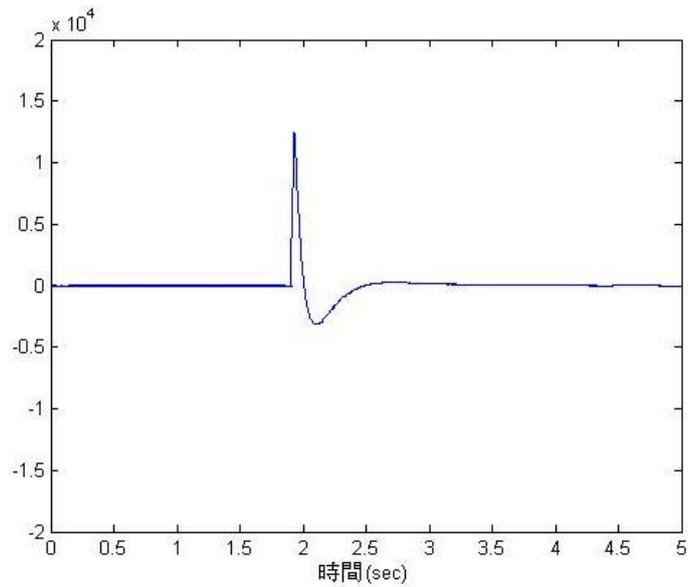


■ 實驗結果

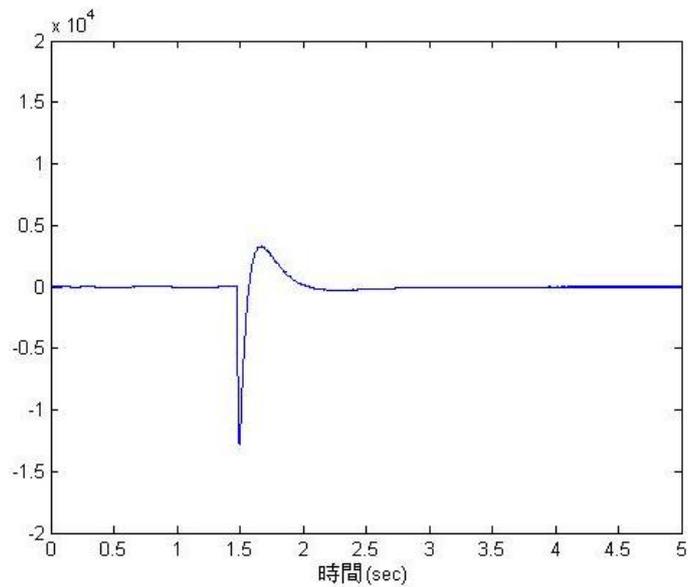
根據情況的不同可分為「電壓突然變化輸入」與「單擺擺動脈衝輸入」。

i. 電壓突然變化輸入

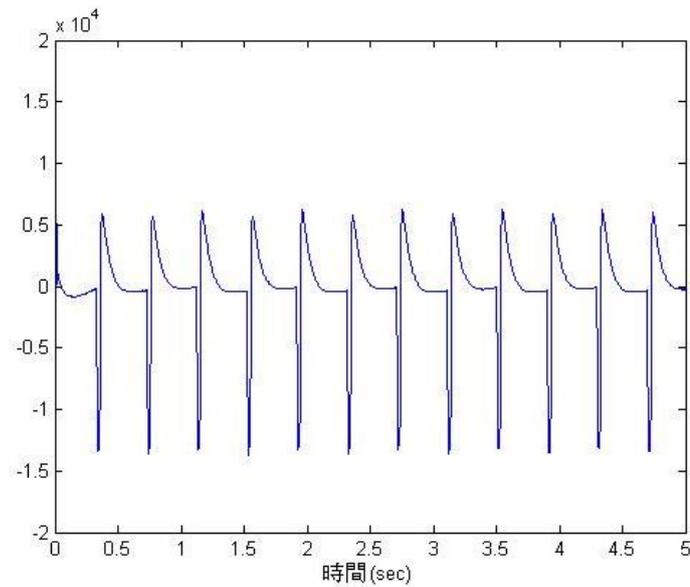
A. 雷射二極體照射光敏電阻器時，所量測到的訊號：



B. 雷射二極體光受到遮蔽時，所量測到的訊號：



ii. 單擺擺動脈衝輸入



四、參考資料

註一、 John W.Jewett,Jr • Raymond A.Serway • Serway' s Principles of Physics(普通物理)

註二、 洪維恩。Matlab 7 程式設計。

註三、 張智星。Audio Signal Processing and Recognition(音訊處理與辨識)。
(<http://mirllab.org/jang/books/audioSignalProcessing/>)。

註四、 王家文。MATLAB 教程。

(<http://cs.nju.edu.cn/yangxc/dcc2003.files/matlab/matlab.htm>)

註五、 半導體光導元件。

(<http://www2.wunan.com.tw/download/5D51-05.pps#288,31>)

註六、 雷射二極體的概要

(http://www.rohm.com.tw/products/opto_device/laser_diode/ld-gaiyou.html)

註七、 雷射二極體

(<http://home.educities.edu.tw/jmhwang/newsfile/Laserintro.htm>)