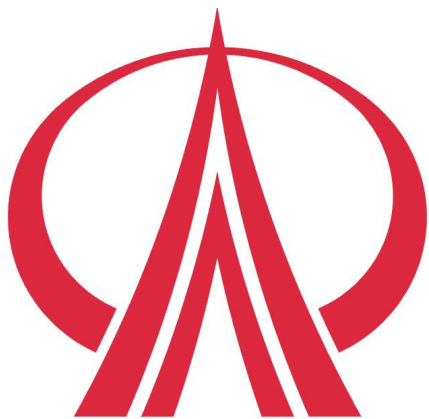


修平技術學院 電機工程系

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
HSIU-PING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

實務專題報告書

具無線監測感測器之研製



指導老師：許耿禎老師

專題製作學生： 四電四乙 BD96080 吳愷庭

四電四乙 BD96081 陳柏維

中華民國 九十九 年 十二 月 八日

摘要

本實驗具無線監測感測器之研製是以「巨磁阻感測器」來作為感測器之基礎，結合了「C 語言」、「A/D 轉換」、「CC2530」、「ZigBee」與「磁條」等，以得到感測出的數據，再傳到「LCD 螢幕」上顯示出所要的結果，以達到此專題之目的。

本專題主要研究為**具無線感測器**之研製與呈現，此主題所使用的設計概念：以「巨磁阻感測器」來作為感測器之基礎，因其具備在樣品電阻微弱時，還能與外加磁場產生明顯的電壓變化，運用此優點和小磁場的磁條配合成與電阻式相似的電壓差，產生了類比訊號，判別高低電壓，再使用「A/D 轉換器」轉換成數位信號，將高電壓變成 1 低電壓 0，傳送至「CC2530」中的「C 語言」程式來運算，運算出來的結果，使用了「ZigBee」來傳送到另外一個「CC2530」上的「ZigBee」來接收訊號作出相對應動作，如果是正常則繼續運作，但出現異常「CC2530」則會發出警報裝置，通知工作人員有異常須進行處理。

無線監測感測器的優點是不需要利用有線警報器及多餘的線路來提醒在場工作人員運作是否有異常，而是利用無線技術例如:PDA，讓現場人員不必待在機台前面，如此可以有效節省人力資源以達到更高的工作效率。

目錄

摘要-----	1
圖 目錄-----	3
第一章 簡介	
1-1 動機-----	4
1-2 目的-----	5
1-3 研究過程-----	8
第二章 系統架構	
2-1 整體系統架構-----	9
2-2 巨磁阻介紹-----	10
2-3 巨磁阻內部構造 -----	13
2-4 巨磁阻優點-----	15
第三章 硬體原理介紹	
3-1 CC2530應用 -----	16
3-2 玻璃基板應用 -----	20
第四章 實驗結果	
4-1 過遠、偏移-----	21
4-2 機台停止-----	25
4-2結論-----	26

附錄一 參考文獻-----	27
附錄二 機台硬體圖-----	28
附錄三 工作分配圖-----	29
附錄四 程式碼-----	30
心得-----	41

圖 目 錄

圖一 巨磁阻(GMR)4 隻腳位

圖二 巨磁阻(GMR)多層膜讀取機構

圖三 巨磁阻電壓變換示意圖

圖四 磁阻電壓變換示意圖

圖五 CC2530 實體圖

圖六 CC2530 與巨磁組相接電路圖

圖七 巨磁組和 CC2530 接線方式

圖八 ZigBee 無線

圖九 過遠、偏移

圖十 偏移實際圖

圖十一 基板正常

圖十二 基板過遠

圖十三 基板偏移

圖十四 異常流程圖

圖十五 機台停止電路圖

第一章 簡介

1-1 動機

商業人的理想,追求的是用最少的資源造成最大的利益,現在工廠大約都想節省人力資源的利用,和增加產品上的準確度,生產數度,增加工廠的優良作品的產量減少不良產品的產生。

傳統的工廠在運作中都需要人力去監督,生產線是否正常,都要監察物品在移動是否有異動或者有損害,每個物品都需要一一檢查,而且需要的大量的人力來監督,所以現在有出現一種可以減少人力的方法,而且常常出現錯誤才去找尋出錯地點而花費了很長的時間,產生出來的營業損失也無法估計。

而現在的工廠的生產線正在運作中,都必須用感測器來感測接收外界物理訊號,以轉換為輸入訊號,來判斷接下來的動作,再以輸出另外一個感測器,讓工作人員來了解工廠生產線運作是否正常,產品是否正常的運作。

前面所說的無線感測的應用已不再侷限於傳統的語音傳輸以及現在多媒體的傳輸,在未來的無線網路環境中,我們將可以更進一步藉助無線感測網路的輔助,即時的監測或追蹤環境中的各總異常或變異,並對應以及時反應,能解決以往在人力無法到達的即時監控,追蹤與反應能力,以節省人力資源的浪費,有效的利用人力資源。

1-2 目的

傳統工業自動化感測器主要固定起來量測移動物件的位置、速度、轉速及計數，可分為接觸式及非接觸式和無線傳輸三大類，接觸式感測器必須直接接觸目標物以取得相關資訊，但它不適用於精密元件製程，因其接觸點容易造成玻璃基板表面磨損而影響後續製程；至於傳統非接觸式感測器主要可分為利用磁場感應技術及光電技術兩大類，磁場感應技術主要利用霍爾效應偵測流經電路的電流所產生的磁通量變化來進行電壓輸出，如磁簧開關、近接開關或轉速計，但具有易受電子雜訊干擾及溫度起伏影響、需要較大的功率去推動感測裝置等缺點，至於光學感測器利用發出光線遮斷與否來判別訊號，其基本元件必須具有光柵欄、光發射器及光接收器，將使成本高且受限於光必須直線進行，故不適用於空間窄小受限的設備廠房，導致應用功能受限，而上面則需要事先安裝。因此，本實驗必須減少電子雜訊影響、不佔空間、低成本、易安裝及低功率等，而可以使用無線傳輸通知工作人員，發生錯誤和地點。

目前工廠隨著無人化工廠趨勢化及傳輸過程確保無誤，傳統感測器所進行如計數、位置、測速、警報等基本功能已經不是目前製程需求。傳統感測器對於偵測物件形狀及應用場合不具有彈性安裝功能，必須受到事前安裝於待測物件上的限制，例如轉速計，霍爾感測器元

件必須事先安裝於轉軸上，才可進一步量測轉軸轉速，而造成空間縮小。最後，傳統感測器因為必須同時考慮生產流程、安裝空間大小、配置位置、配置數目、偵測後處理器訊號架構、待測物件形狀及配合主設備控制系統等因素，通常都是是要安裝好在機台上，一般不具有可攜式方便拆裝，但隨著製程複雜化及生產線的不斷擴充，高精密生產線的故障即時檢修需要可即時安裝量測的訊號，此時本實驗就具有可攜式的感測器及無線警報系統低成本設計。

1-3 研究過程

本實驗是以許耿禎老師提供之題目進行研製，起初是找資料和其他材料為主，我們都以分工合作方式來進行。

找材料方面一開始主要是找巨磁阻、磁帶為主，在尋找巨磁阻時台灣找不到有廠商在做這方面的，所以打算購買大陸巨磁阻，而大陸廠商都沒有給我們回應，我們就去找楊尚霖老師，它提供我們意見就是利用硬碟裡面的巨磁阻，經過研究後，我們無法把硬碟裡的巨磁阻訊號拉出來，打電話給硬碟廠商，廠商說這是商業機密所以我們就放棄了，最後還是要購買大陸的巨磁阻

在磁帶部份，一開始尋找是去一些店面找磁條而那些磁條幾乎都是玩具磁條，他的形狀都不是我們要的，去詢問才知道我們要的需要訂做，我們就跑到工廠去，因為我們需要的數量很少他們沒辦法幫我們訂做，只是拿一些樣本給我。

在電路部份，一開始是自己接，使用麵包板接上電路 UA741、截波電路、A/D 轉換和 8051，但因數據跑出來都有極大誤差，8051 解析度也不夠大，結果老師跟其他老師討論介紹我們使用 CC2530 得而完成。

第二章 巨磁阻介紹

2-1 整體系統架構

一般工廠的生產線的傳輸線上可以安裝這種模組來監測是否正常的運輸,物品是否正常的移動有沒有別的外來因素來導致物品的偏移或者過遠,而導致工廠損失.

這次專題實驗使用 LCD 基板有點昂貴,所以我們用壓克力板來代替 LCD 基板來測試.我們把壓克力板上貼上磁條然後把巨磁阻模組和 CC2530 安裝在機台上面來監測磁條的變換,是否有偏移或者過遠,有所偏移會傳輸通知給另外在行走中的工作人員來檢查發生了什麼問題.

實驗是使用巨磁阻的特性接收外部磁性 N、S 的電壓轉換轉成數位訊號來監測壓克力板的是否正常運作,當發現外部磁性發生異常時,巨磁阻讀取 N、S 級的時候少讀取幾個就是發生偏移或者過遠異常,所以機台上的巨磁阻的 CC2530 上的 ZigBee 會馬上傳送數位訊號給使用工作人員身上另外一個 CC2530 上的 ZigBee 發出警報,並傳送一個電壓使蜂鳴器響,LED 發亮.

2-2 巨磁阻介紹

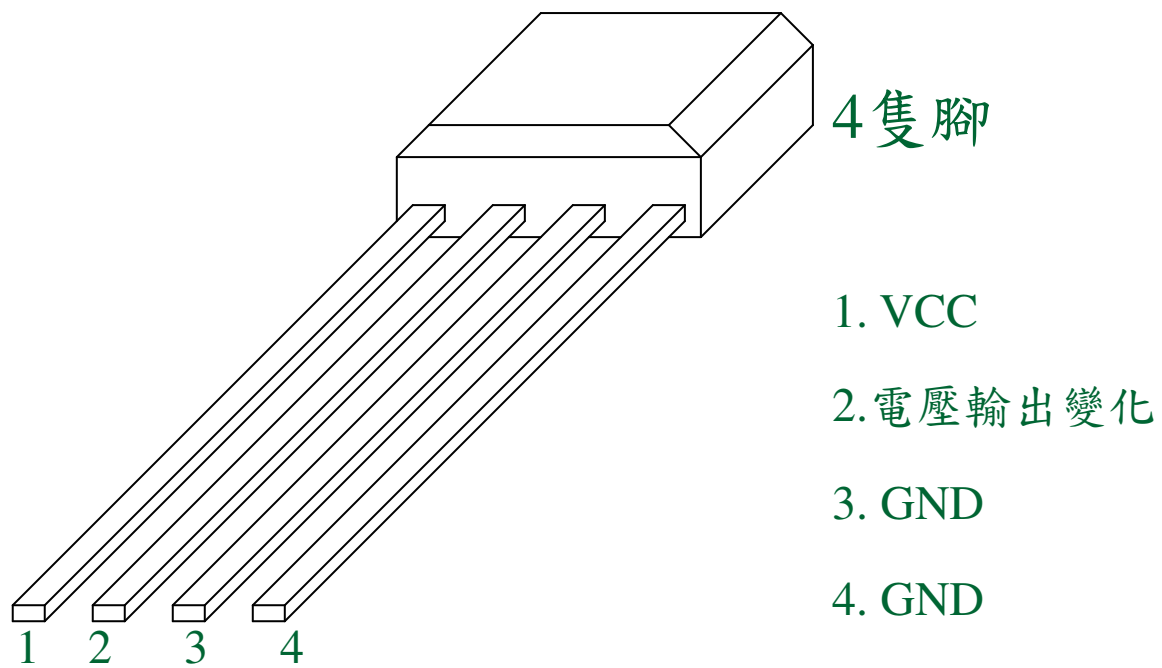
2007 年諾貝爾物理學獎頒發給法國的 Albert Fert 及德國的 Peter Grünberg 以表彰他們在 1988 年分別獨立發現巨磁阻效應，因而對磁性紀錄技術產生了重大影響。

巨磁阻現象是指樣品的電阻在很弱的外加磁場下會具有很大的變化。法國的 Albert Fert 及德國的 Peter Grünberg 在 1980 年代分別獨立利用鐵銻多層膜技術來產生巨磁阻效應，分別產生了 50% 及 10% 的磁阻變化。到了 1988 年由 M. N. Baibich 等人可以在鐵銻多層膜系統中使這個系統的電阻在 2T 的磁場下變為兩倍，取得了重大突破。

巨磁阻現象可以利用下面的模型來幫助了解。假設我們有兩層磁性物質中間夾著一層非磁性物質。如果兩層磁性物質的磁化方向相同，當通過一束電子自旋方向跟磁性物質相同平行的電流時，基本上電子可以容易的通過。但是如果兩層磁性物質的磁化方向相反，自旋與跟第一層磁化方向平行的電子可以順利通過第一層，卻會被第二層相反磁性方向的磁性物質所散射，因此通過的電流便會減少，也就是電阻會上升。因此利用電流的升降，可以定義邏輯訊號的 0 與 1，進而發展各式各樣的磁記錄系統。

這個現象用來讀取磁性記錄裝置特別有用，當記錄資料所需的磁區隨著技術的發達而越來越小而能夠在單位面積下容納更多的資料，相對的讀寫頭也要隨之縮小才能增加讀取效率。但是縮小的磁區同時也表示磁場的訊號會減弱，這時便顯出巨磁阻物質的重要性。因為巨磁阻物質可以將磁性方法記錄的訊號，以不同的電流大小輸出。儘管磁場很小，但是還是可以產生足夠的電流變化。因此可以大幅提高資料儲存的密度。

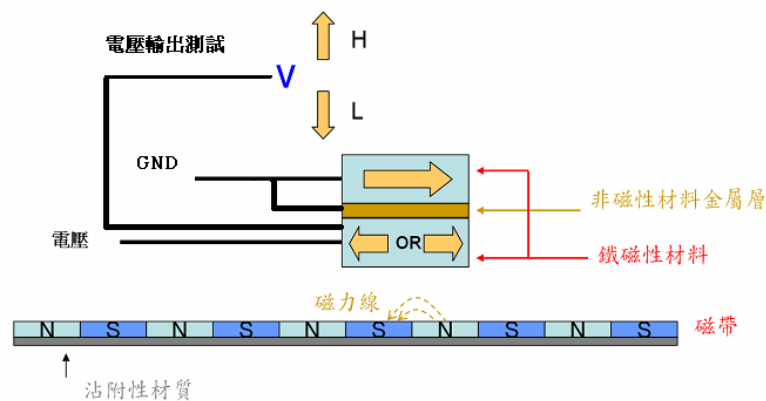
巨磁阻現象發現之後，很快的變成為硬碟系統中的標準技術，進而大幅提升硬碟的儲存性能，並在 1997 年正式出現商業化產品，更可以說是奈米科技在生活上的重大應用。



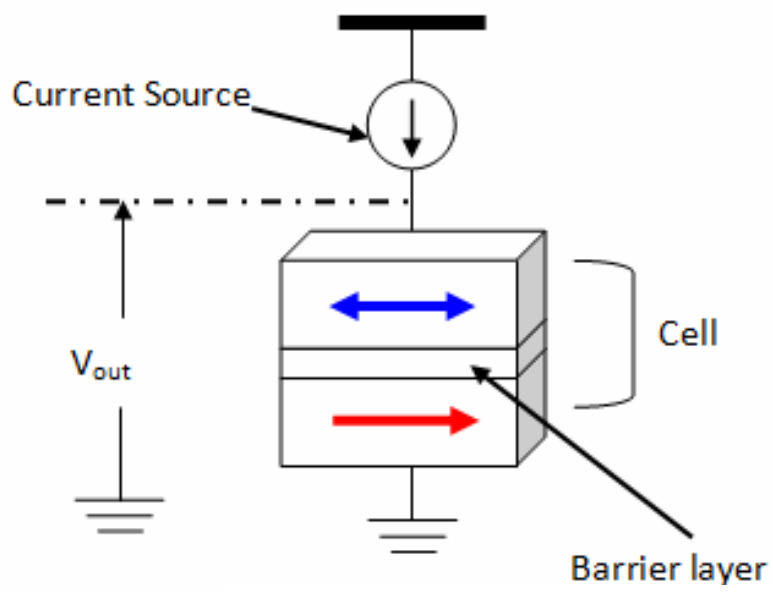
圖一 巨磁阻(GMR)4 隻腳位

2-3 巨磁阻內部構造

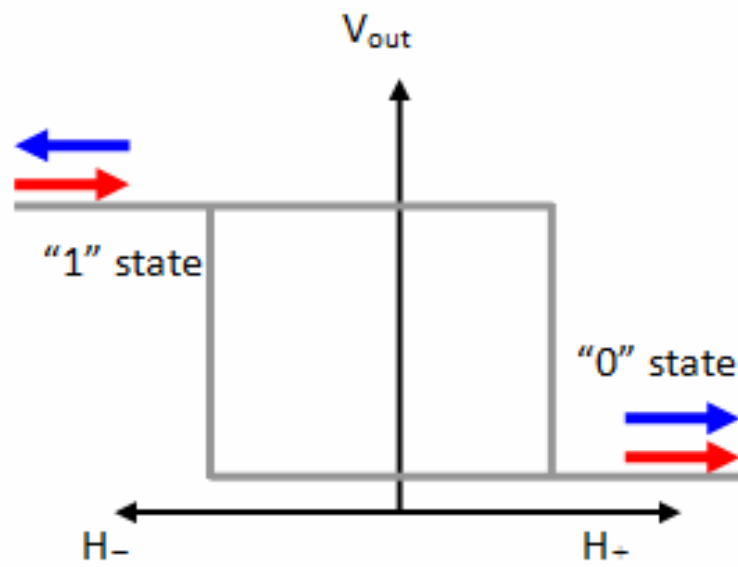
當一束自旋方向與磁性材料磁化方向都相同的電子通過時，電子較容易通過兩層磁性材料，都呈現小電阻。當一束自旋方向與磁性材料磁化方向都相反的電子通過時，電子較難通過兩層磁性材料，都呈現大電阻。這是因為電子的自旋方向與材料的磁化方向相反，產生散射，通過的電子數減少，從而使得電流減小。右面的結構中，兩層磁性材料的磁化方向相反。當一束自旋方向與第一層磁性材料磁化方向相同的電子通過時，電子較容易通過，呈現小電阻；但較難通過第二層磁化方向與電子自旋方向相反的磁性材料，呈現大電阻。當一束自旋方向與第一層磁性材料磁化方向相反的電子通過時，電子較難通過，呈現大電阻；但較容易通過第二層磁化方向與電子自旋方向相同的磁性材料，呈現小電阻。



圖二 巨磁阻(GMR)多層膜讀取機構



圖三 巨磁阻電壓變換示意圖



圖四 磁阻電壓變換示意圖

2-4 巨磁阻優點

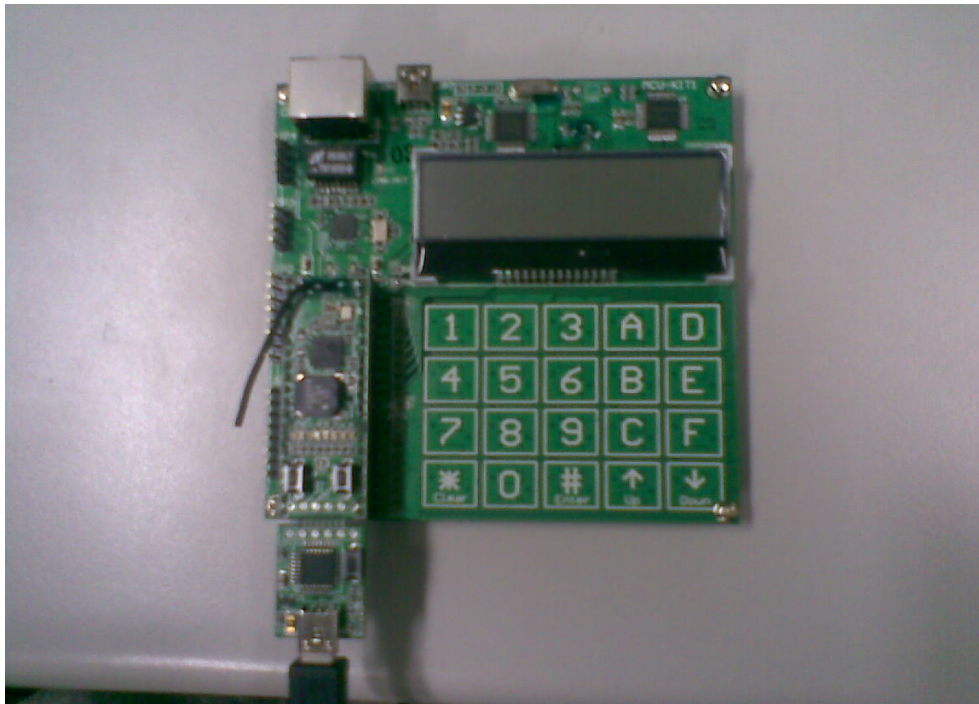
1. 抗雜訊干擾及穩定性高：產生極大且明顯的電阻變化，不會因雜訊干擾而誤判，準確度高。
2. 高零敏度：受到微小磁場變化就會產生明顯的電阻變化，判斷靈敏度高，精度可達奈米級。
3. 提升記憶密度：儘管磁區縮小導致磁場很弱，但還是可以產生足夠的電流變化，提高資料儲存的密度，大幅提升硬碟的儲存容量及性能。
4. 消耗功率低
5. 因為構造簡單，大幅縮小感測器體積，偵測用具攜帶方便，需要的磁帶是用軟式磁帶，可以隨貼隨量，可以節省時間檢查。
6. 不易受外界電子雜訊影響而產生誤判。

第三章 硬體原理應用

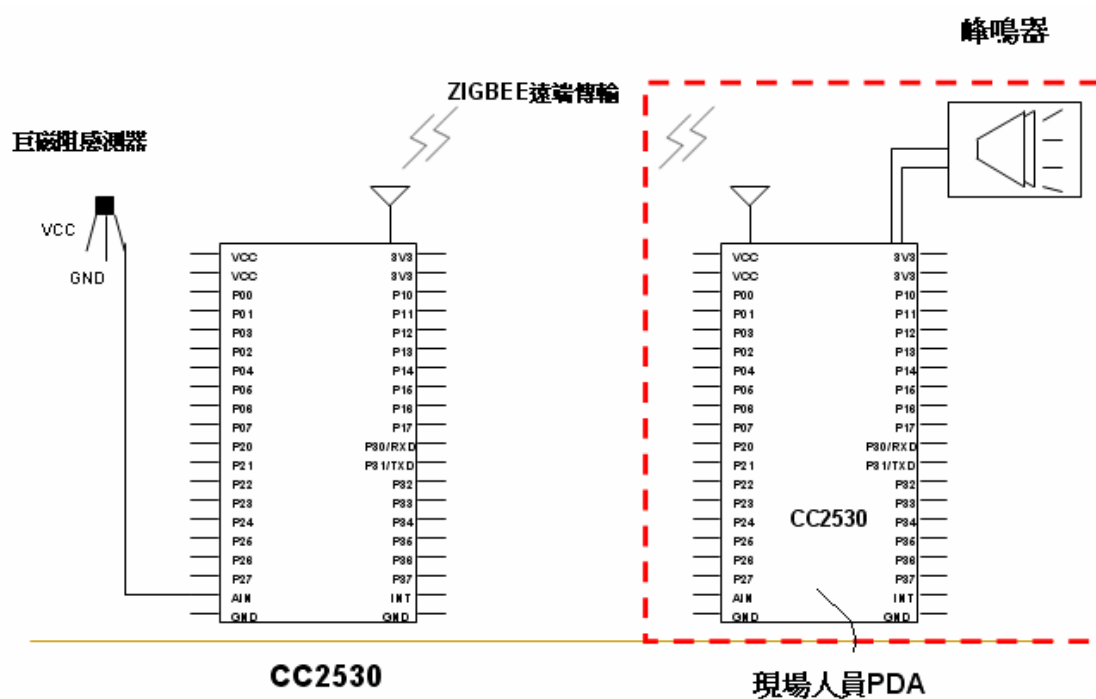
3-1 CC2530 應用

CC2530 是由林振漢老師與他的學生和公司合作所開發生產，而 CC2530 主要是用 USB 接頭連接電腦，而 CC2530 裡已把許多東西作整合，例如 8051、A/D、D/A、ZIGBEE、RS232、蜂鳴器.. 等等作結合，外部則有 LCD 螢幕、鍵盤、外接供電(3.3V 和 5V)內建 USB 除錯、調試、模擬、燒錄功能，支援超過 20 種感測器與驅動裝置、提供 C 原始程式碼與實驗，完整 C51 語言原始程式碼，完整 Z-Stack 支援，IAR 環境，開發方便、快捷、簡單，具有液晶顯示，直觀、明瞭，電容式觸控按鍵可彈性規劃鍵盤，支援 Ethernet 網路與 RS232 通訊。巨磁阻感測器和 CC2530 結合則由 CC2530 上的 3.3V 給予電壓，再由巨磁阻感測器去量測待測物上磁帶之磁性變化藉由 CC2530 內部 A/D 轉換與 8051 程式在顯示到 LCD 上

而我門是利用 ZIGBEE 來傳輸 每次傳 8BIT 的訊號傳道另外一組 CC2530, 發出蜂鳴器和小型燈泡顯示



圖五 CC2530 實體圖



圖八 ZigBee 無線傳輸

3-2 玻璃基板應用

玻璃基板是利用均豪精密公司所提供的傳輸機台，我們無線監測感測器

產業應用上，將本感測裝置應用在具高附加價值的大尺寸的薄型玻璃傳輸線上，因大尺寸及高價值的超薄玻璃在長度百公尺以上的傳輸機構及各站製程設備間傳送，加上現場操作人員無法兼顧多項繁重製程工作，倘若單一感測器能具有多功能量測及監測功能，將能大幅降低現場人員的工作量及設備成本。

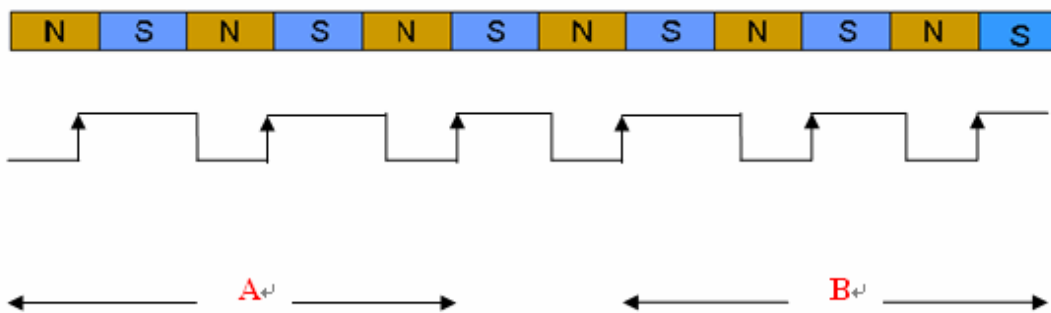
本實驗剛好有均豪精密有限公司的大力贊助下取得了 LCD 玻璃基板的傳輸機台，但因只有一台所以在機台兩旁設置了極限開關以取代工廠的傳輸線，而我們以壓克力板做為 LCD 玻璃基板來實驗。

第四章 功能介紹

4-1 過遠、偏移發出警報停止運作

主要功能是偵測玻璃基板在運作動作時，是否每一塊的玻璃基板零件的位置都一樣的精準無誤，只要有一點誤差馬上就可以偵測到，這就可以降低產出不良品的玻璃基板省下了成本，也省下了許多事後修補的時間。

■ 假設一個載具之磁帶具有6個N極與5個S級：



$$\frac{\text{高位觸發次數}}{A} = \text{片數}$$

A 不足 3 次高位觸發為偏移

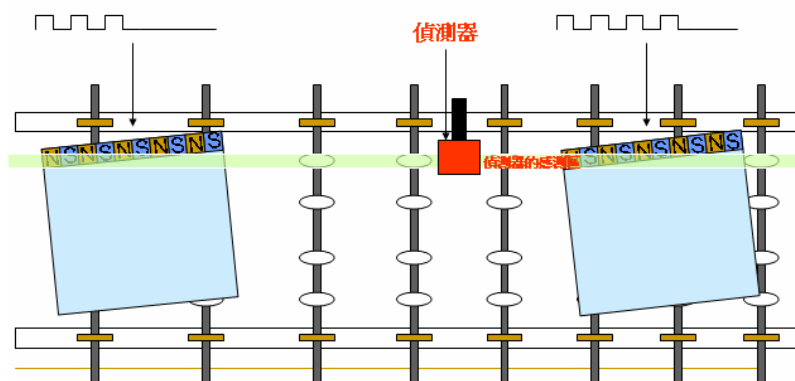
圖九 高為觸發圖

當巨磁阻正在監測的期間，磁帶擺放正確（如圖十一），每當一個磁帶經過巨磁阻，巨磁阻則會讀取到 6 個高位觸發，在經過 0.6 秒則會在遇到另外一個磁條而讀取到另外 6 個高位觸發這是正常的運作模式。

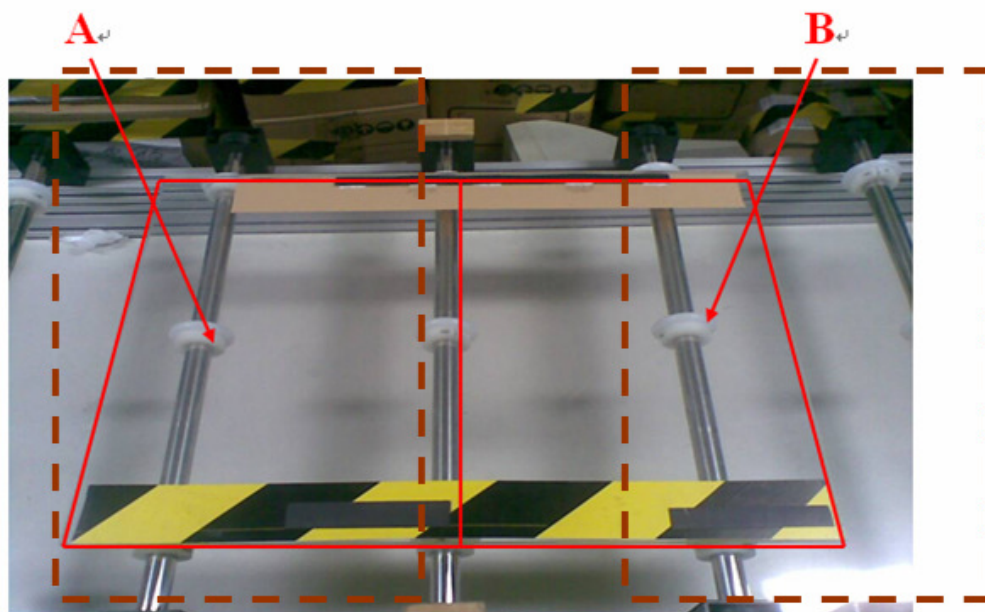
當組員把後面那個磁條往後挪個幾公分，把間距拉開（如圖十二）

當巨磁阻監測完前面那個磁條後經過 0.6 秒沒有監測到另外一個高位觸發，程式會發生錯誤訊號，並使用 ZIGBEE 傳送一個封包到另外一個 CC2530 的 PDA 上並蜂鳴器響、小燈泡閃。

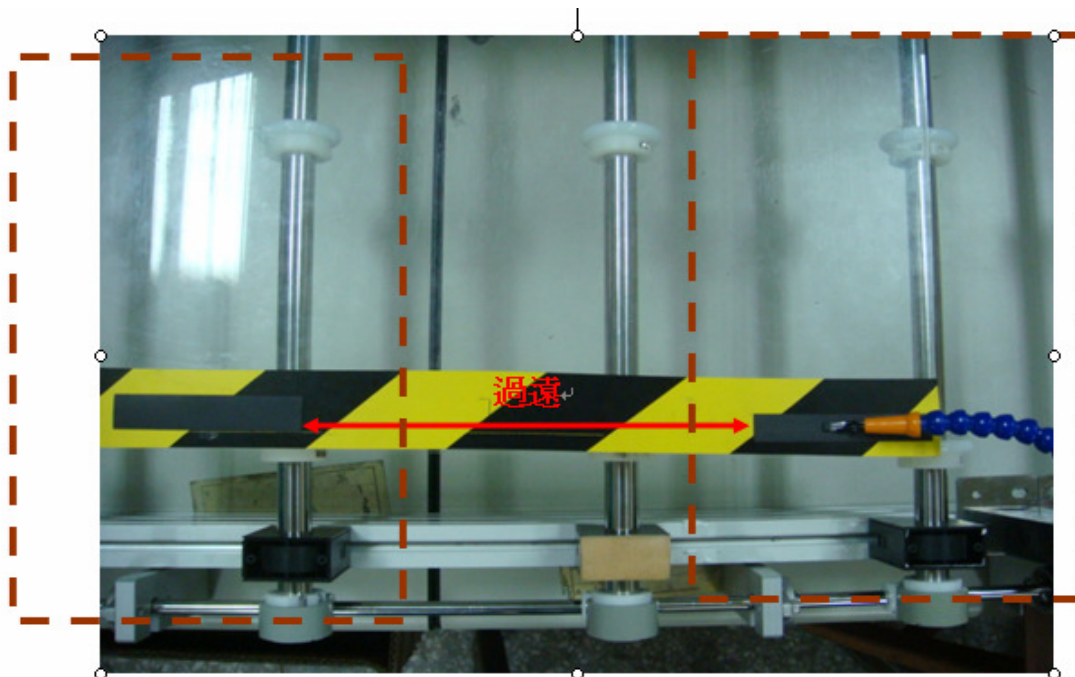
還有另外一個突發狀況，當組員把後面那個磁條往上傾斜（圖十三），巨磁阻沒有監測滿 6 個高位觸發，也依樣會到異常來處理。



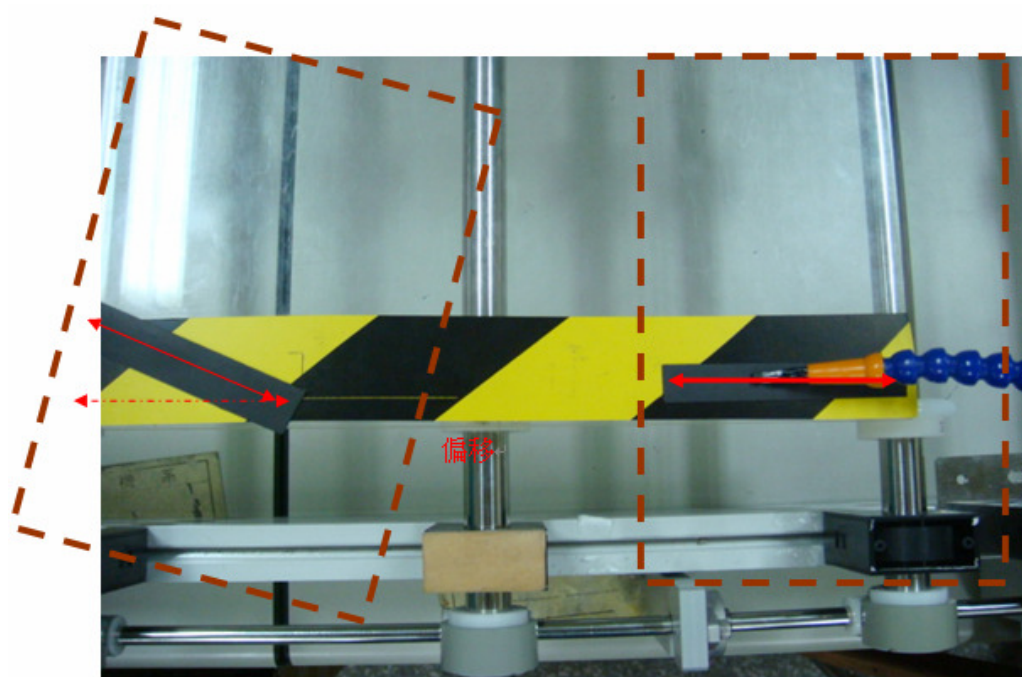
圖十 偏移模擬圖



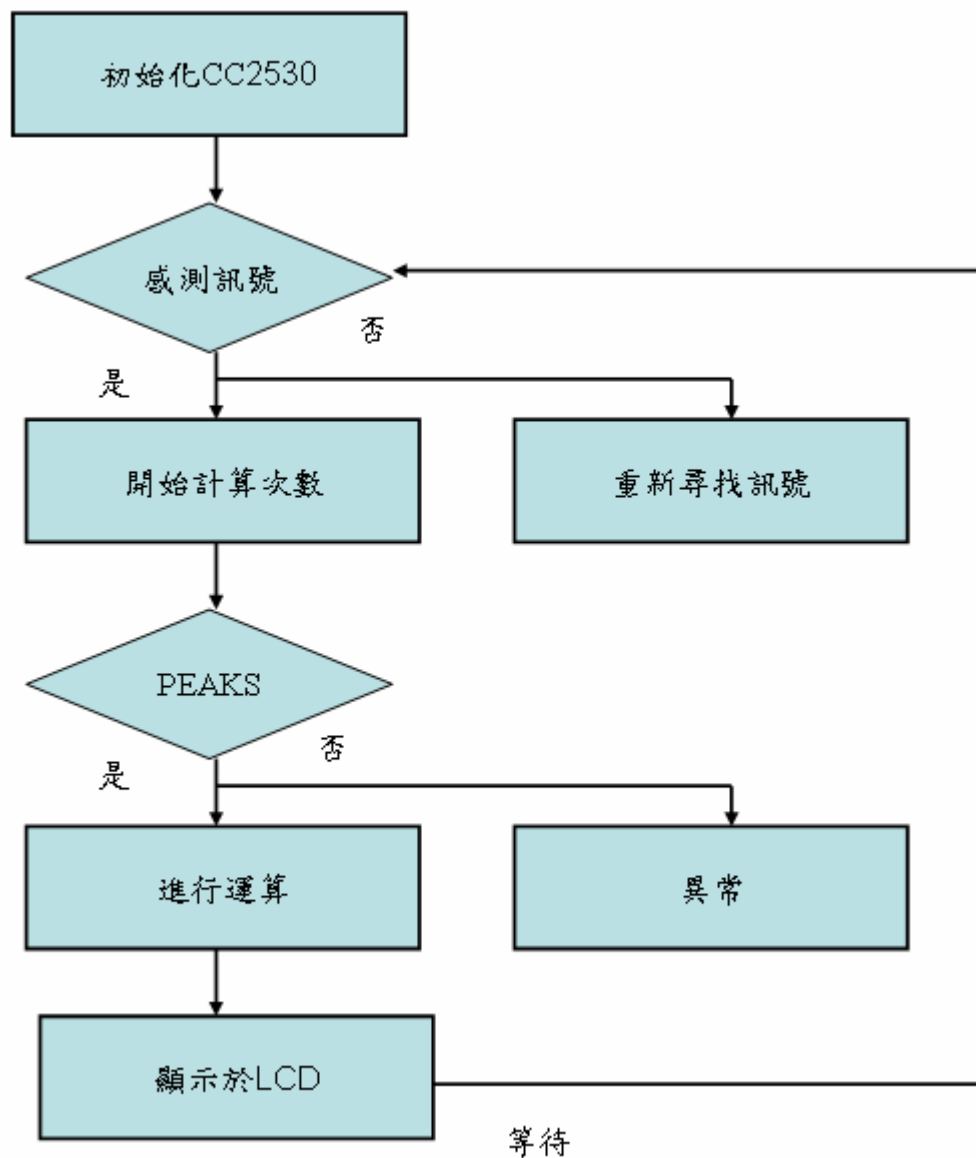
圖十一 基板正常



圖十二 基板過遠



圖十三 基板偏移

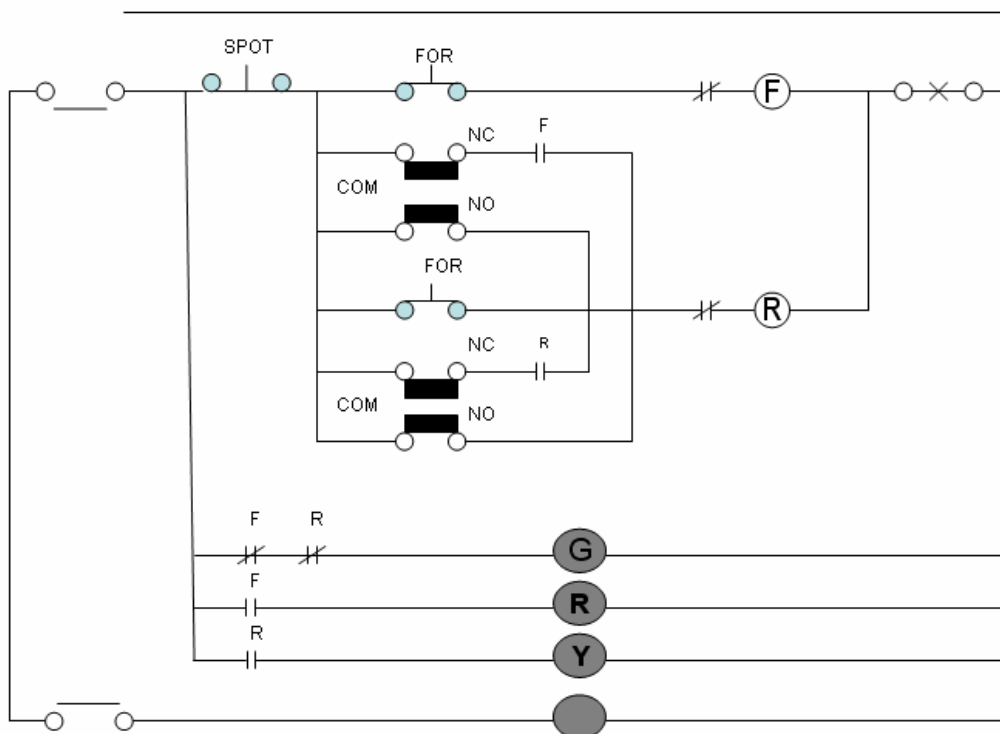


圖十四 異常流程圖

4-2 機台停止

「圖十五」我們使用讓機台停止的方法是想用單晶片上傳一個小電流到機台使機台停止，所以用電晶體和繼電器來搭配做為開關，但是機台是用交流電的，所以我們想到用橋式整流交流電變直流電。

機台是用交流電而我們的單晶片是用 USB 的直流我們用小電流來推動大電流方式想到了繼電器和電晶體的特性，然後巨磁阻上測量到的訊號傳到 CC2530，如果偵測到錯誤的話發出一個電壓到電晶體傳到繼電器上面產生開關模式，然後用橋式整流方式用小電流推動大電流來使機台停止。



圖十五 機台停止電路圖

4-3 結論

製作專題的過程中，要先了解主要元件巨磁阻(GMR)之特性與內部構造，在與 CC2530 和 LCD 和 ZigBee. 傳輸機台做一個完整搭配，最過麻煩的是因用壓克力板作為 LCD 玻璃基板，因重量不夠重，導致玻璃基板碰到兩邊極限開關會造成偏移。

然後再來是無線傳輸，由於我們使用的 ZigBee, 可以使用點對點傳輸，所以我們使用另外一台的模組，可以充當行動人員的行動顯示器，當錯誤發生時，顯示器上面會有蜂鳴器會產生聲響，而燈泡會顯示錯誤訊號使我們知道有東西偏移或者有移動到，而工作人員可以馬上處理，這也表示說工作人員不用隨時站在那邊檢測，減少人力的資源應用。

附錄一 參考文獻

1. 黃榮俊，許峻瑜，2008，” 2007 年諾貝爾物理獎---巨磁電阻的原理與應用”， 科學發展，2008 年 6 月，426 期。

2. 林振漢，8051 單晶片實作-使用 C 語言。

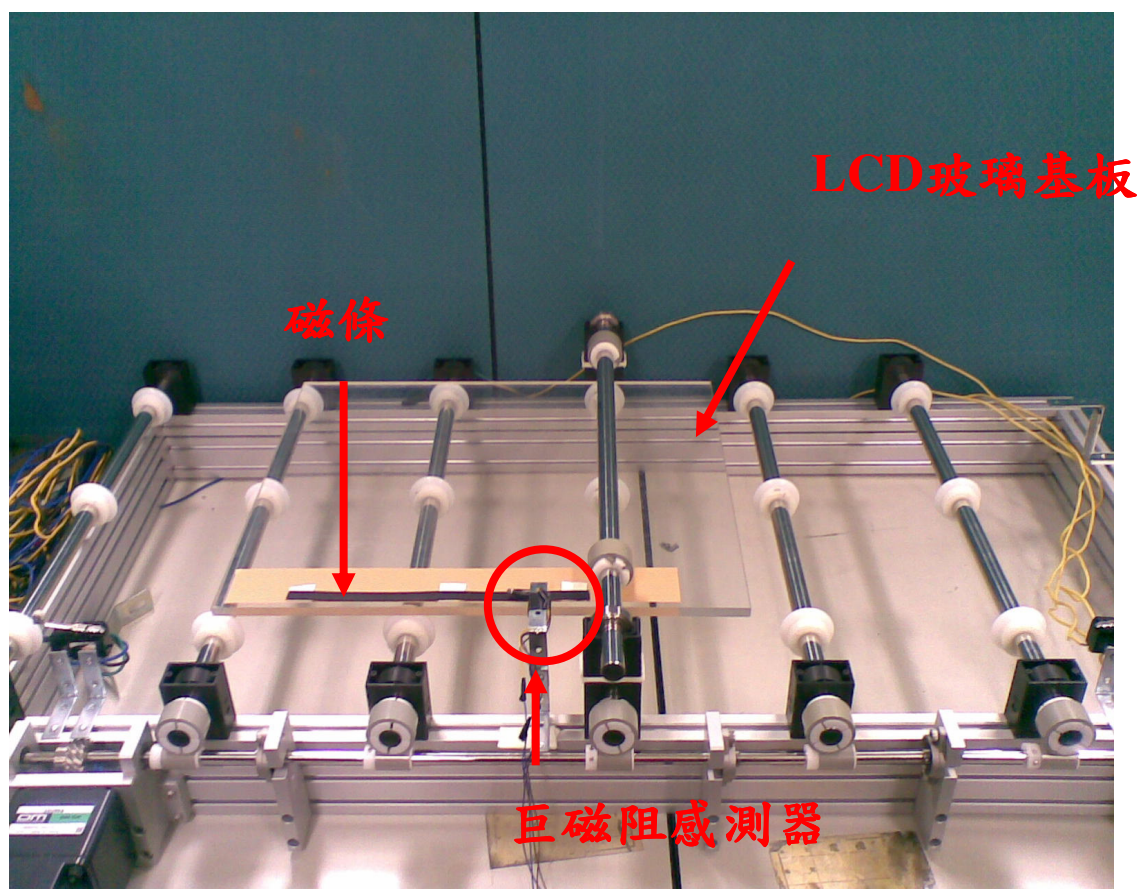
3. 2007 年諾貝爾物理學獎：巨磁阻效應

http://www.sciscape.org/news_detail.php?news_id=2277

4. 巨磁阻效應 維基百科

<http://zh.wikipedia.org/zh-hk/%E5%B7%A8%E7%A3%81%E9%98%BB%E6%95%88%E5%BA%94>

附錄二 機台硬體圖



附錄三 工作分配圖

成員	姓名	學號	專題製作內容職 責
組長	陳柏維	BD96081	寫程式, 找材料, 製作 PPT。
組員	吳愷庭	BD96080	寫程式, 採購, 硬 體拆裝。

附錄四 程式碼

1. 過遠、偏移

```
//-----  
  
-----  
  
// Filename: ex.c  
  
// Description: 可變電阻(A/D)範例  
  
//-----  
  
-----  
  
//-----  
  
-----  
  
// INCLUDES  
  
//-----  
  
-----  
  
#include "hal_defs.h"  
  
#include "hal_cc8051.h"  
  
#include "hal_int.h"  
  
#include "hal_mcu.h"  
  
#include "hal_board.h"  
  
#include "hal_lcd.h"
```

```
#include "hal_keypad.h"
```

```
#include "hal_uart.h"
```

```
#include "hal_buzzer.h"
```

```
#include "hal_led.h"
```

```
#include "hal_rf.h"
```

```
#include "util.h"
```

```
#include "util_lcd.h"
```

```
#include "basic_rf.h"
```

```
#include "hw_54H.h"
```

```
//-----
```

```
-----
```

```
void main(void)
```

```
{
```

```
    uint8 key;
```

```
    uint8 z;
```

```
    // Initialise board peripherals
```

```
    halBoardInit();
```



```

// Indicate that device is powered

halLedSet(8);

// Print Logo and splash screen on LCD

utilPrintLogo("** M190 Test  **");

halMcuWaitMs(300);

halBuzzer(300);

while (halKeypadPushed() == 0);

utilMenuSelect(NULL);

double DATA_END= 0;

uint8 DATA_END_1= 0;

while (TRUE)

{

    uint16 num=12;

    uint16 CT = 0;

    uint16 a = 0;

    uint8 DATA_TIME = 0;

    uint16 DATA_ADC;

    halLcdClear();

    // halBuzzer(300);

```

```

M190_Init();

halLcdWriteLine(HAL_LCD_LINE_1,    "**          Sensor
**" );

DATA_END_1 = DATA_END * 10;

if(DATA_END < 10)  {num=12;}

if(DATA_END > 9)   {num=11;}


halLcdDisplayUint16(HAL_LCD_LINE_2,    num    ,
HAL_LCD_RADIX_DEC , DATA_END );

halLcdWriteString(HAL_LCD_LINE_2, 13, ".");

halLcdDisplayUint16(HAL_LCD_LINE_2,    14    ,
HAL_LCD_RADIX_DEC , DATA_END_1 % 10);


DATA_ADC = M190_GetValue();

DATA_ADC = DATA_ADC & 0xff00;

if(DATA_ADC == 0x4100){

while (TRUE) //start

{

```

```

for(CT=0;CT<230;CT++)
{
    DATA_ADC = M190_GetValue();

    DATA_ADC = DATA_ADC & 0xff00;


    if(DATA_ADC == 0x4100)
    {

a+=1;

if(a == 1){

DATA_TIME++;

}

        halLcdDisplayUint16(HAL_LCD_LINE_2, 7 ,
HAL_LCD_RADIX_DEC , DATA_TIME);

        halLcdDisplayUint16(HAL_LCD_LINE_2, num ,
HAL_LCD_RADIX_DEC , DATA_END );

        halLcdDisplayUint16(HAL_LCD_LINE_2, 1 ,
HAL_LCD_RADIX_HEX , DATA_ADC);

        halMcuWaitMs(1)

```

```
while(a)

{

DATA_ADC = M190_GetValue();

DATA_ADC = DATA_ADC & 0xff00;

if(DATA_ADC != 0x4100)

{a=0;  }}
```

2. 接收

```
static void appRF_RTX()
{
    uint8 cmd;

    // Initialize BasicRF

    basicRfConfig.myAddr = LIGHT_ADDR;

    if (basicRfInit(&basicRfConfig) == FAILED){}

    // Keep Receiver on

    basicRfReceiveOn();

    pRxData[0]=0x2B;pRxData[1]=0;

    // Main loop

    while (1){

        //發射 RF 訊號

        basicRfReceiveOff();

        uint8 v = 1,v2=0;//halButtonPushed();

        if (v == 1)

        {

            pTxData[2] = DevID;

            pTxData[3] = '1' ;
```

```

        pTxData[4] = '0' ;

        basicRfSendPacket(LIGHT_ADDR,          pTxData,
APP_PAYLOAD_LENGTH);

        halLedToggle(1);
    }

    basicRfReceiveOff();

    if (v == 2)
    {

        pTxData[2] = DevID;

        pTxData[3] = '2' ;

        pTxData[4] = '0' ;

        basicRfSendPacket(LIGHT_ADDR,          pTxData,
APP_PAYLOAD_LENGTH);

        halLedToggle(2);

        halBuzzer(300);

    }

    //接收 RF 訊號

    //basicRfReceiveOn();

```

```

if(basicRfPacketIsReady())
{
    if (basicRfReceive(pRxData, APP_PAYLOAD_LENGTH, NULL) >
0)
    {
        if(pRxData[2]==DevID)
        {
            cmd=pRxData[3];

            switch(cmd)
            {
                case '1' :

                    halLedToggle(pRxData[4]-0x30);

                    halBuzzer(300);

                    break;

                case '2' :

                    halLedSet(pRxData[4]-0x30);

                    halBuzzer(300);

                    break;

                case '3' :

```



```
{  
    for(n2=0;n2<1000;n2++);  
}  
  
}
```

心得:

在這次的專題裡讓我感受良多，一開始我們就遇到瓶頸，就是利用巨磁阻來量測磁條改變電壓，以前沒聽過巨磁阻，但是老師解釋一下也拿了一些資料給我們看才知道，看完我們就去找巨磁阻，再這之前老師有找到一家廠商在製作我們要用的巨磁阻但是在大陸，因為我們想壓低成本在台灣找找看有沒有廠商在製作，結果沒有我們就去問楊尚霖老師他說硬碟裡面就有我們要的巨磁阻的頭，所以我們就拿硬碟裡面的巨磁阻來量，在實驗的過程裡我們發現因為巨磁阻的頭太小了，我們也抓不出他的信號，沒辦法測我們只好去找廠商購買現成的巨磁阻，買到的巨磁阻我們把他運用在之前學長做的專題來測驗，而之前學長做專題我們不知道怎麼去找電源和配線，這一些問題我們可以透過做專題的方式讓我們清楚明白自己哪一部分學的不夠透澈而去加以補強，不懂得部份可以自己翻書或是請教老師而找出問題解決會映像深刻，與同學相互討論不但會增進彼此間的情誼而且討論出來的方法也會深刻印象。感謝學校有這項課程我覺得很重蹈，因為有這項課程裡可以學習到很多的東西，也感謝老師這一年的指導。

組員:吳愷庭

心得

專題，是很有趣得一種作業模式，也算是給自己的一項工作，而我們就是要完成他，遇到困難解決困難，找尋幫忙而解決困難而學習把自己不會的學習自己會的，這也是一種增加自己的資本，人本來就是天天學習，學習別人的知識，學習別人的走過的路。

這次專題是大家共同努力而來的，真的很謝謝很多老師和學長，他們很耐心的講解給我們聽，提醒方式，教我們一些我們不會的，讓我們學習把自己不會的學習變成自己的，而這次專題讓我們明白，我們學的東西還是不夠基礎的東西還是要多學習，自己的根基打好，才能繼續往前，前進，而進步。

而且我也明白了創新真的不是人做的，而發現很多老師真的很聰明，可以想那麼的專利，遇到困難請教他們，他們可以用自己的經驗和自己所學習的，細心慢慢的跟我們講清楚說明白，使我們好學習，好應用在這次的專題上面。

真的很謝謝各位老師，學長，和同學。

組員：陳柏維

光碟