



---

血糖計應用說明書

HY16F188

Glucose Meter

## 目 錄

1.內容簡介.....	4
2.原理說明.....	4
2.1 試紙說明.....	5
2.2 控制晶片.....	6
3.系統設計.....	8
3.1 硬體說明.....	8
3.2 電路說明.....	10
3.3 軟體說明.....	11
4.操作流程.....	12
5.技術規格.....	16
5.1 測試數據.....	17
6.實驗紀錄.....	18
7.附加檔案.....	21
8.參考文獻.....	21
9.修訂紀錄.....	21

注意：

- 1、本說明書中的內容，隨著產品的改進，有可能不經過預告而更改。請客戶及時到本公司網站下載更新 <http://www.hycontek.com>
- 2、本規格書中的圖形、應用電路等，因第三方工業所有權引發的問題，本公司不承擔其責任。
- 3、本產品在單獨應用的情況下，本公司保證它的性能、典型應用和功能符合說明書中的條件。當使用在客戶的產品或設備中，以上條件我們不作保證，建議客戶做充分的評估和測試。
- 4、請注意輸入電壓、輸出電壓、負載電流的使用條件，使 IC 內的功耗不超過封裝的容許功耗。對於客戶在超出說明書中規定額定值使用產品，即使是瞬間的使用，由此所造成的損失，本公司不承擔任何責任。
- 5、本產品雖內置防靜電保護電路，但請不要施加超過保護電路性能的過大靜電。
- 6、本規格書中的產品，未經書面許可，不可使用在要求高可靠性的電路中。例如健康醫療器械、防災器械、車輛器械、車載器械及航空器械等對人體產生影響的器械或裝置，不得作為其部件使用。
- 7、本公司一直致力於提高產品的品質和可靠度，但所有的半導體產品都有一定的失效概率，這些失效概率可能會導致一些人身事故、火災事故等。當設計產品時，請充分留意冗餘設計並採用安全指標，這樣可以避免事故的發生。
- 8、本規格書中內容，未經本公司許可，嚴禁用於其他目的之轉載或複製。

### 1.內容簡介

本文將介紹以量測電阻值訊號，相關應用如：一氧化碳(CO)濃度計、二氧化碳(CO<sub>2</sub>)濃度計、血糖計、糖(甜)度計等電化學信號，此類應用廣泛，本文僅以血糖計作為說明。

### 2.原理說明

正常情況下，身體會將吃進去的澱粉類食物分解及轉變成葡萄糖，做為生命的能源。而胰島素是由胰臟製造的一種荷爾蒙，它可以幫助葡萄糖進入細胞內，提供熱能。糖尿病患因為胰臟製造的胰島素不足或功能不良，無法使葡萄糖充分進入細胞利用，而留在血中使血糖濃度升高。長期的高血糖症狀，有時會引起視網膜病變、腎臟、神經病變（如導致截肢）、心臟和血管（如中風）、高血壓、生理需求功能減弱，嚴重者會導致死亡。糖尿病的發生與遺傳體質相當有關係，其他如肥胖、情緒壓力、藥物、營養生理失調，都會促使糖尿病的發生。

糖尿病已成為全球最主要的慢性病之一，「早期診斷、適當治療」與「患者自我配合」是控制糖尿病的不二法門，除了嚴重者長期注射胰島素外，糖尿病平日的血糖監測亦非常重要，配合用藥、飲食的控制及持續監測，可延緩各種糖尿病併發症的發生以擁有健康的生命。

利用測試試紙做為葡萄糖訊號的擷取來源，以固定偏壓方式激發試紙與血液的電化學反應成為電阻訊號輸出，再經由紘康科技的 32 位元單片機HY16F188 量測電阻訊號、運算、數位輸出顯示，如圖 1，以最少的元件達成偏壓式電阻量測方案。

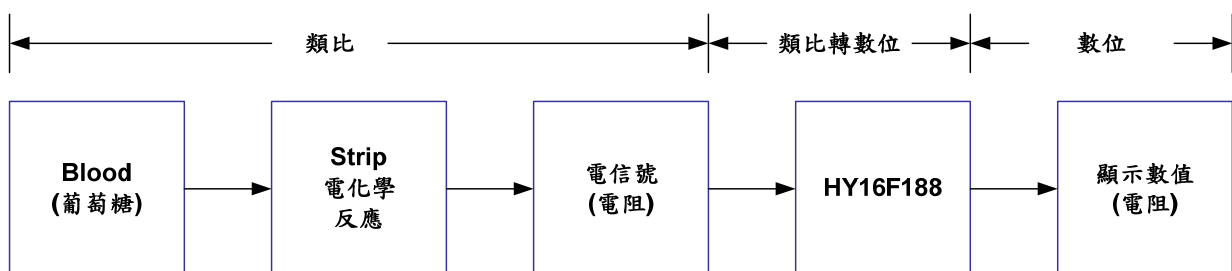


圖 1 類比與數位訊號轉換

2.1 試紙說明

由於各家試紙組成成分不同，本文以等效電路作為探討的方向，方案開發前，必須先瞭解試紙的等效電路(如圖 2)、電化學反應時間(圖 3)、電流轉換公式...等。  
 等效電路

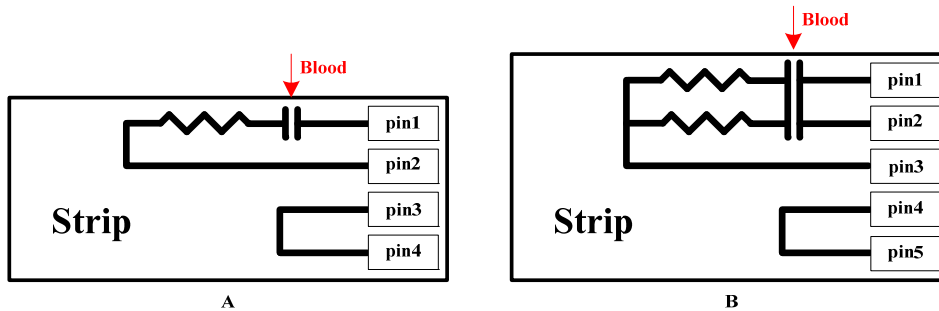


圖 2 試紙等效電路；A：單通道電阻，B：雙通道電阻

電化學反應時間

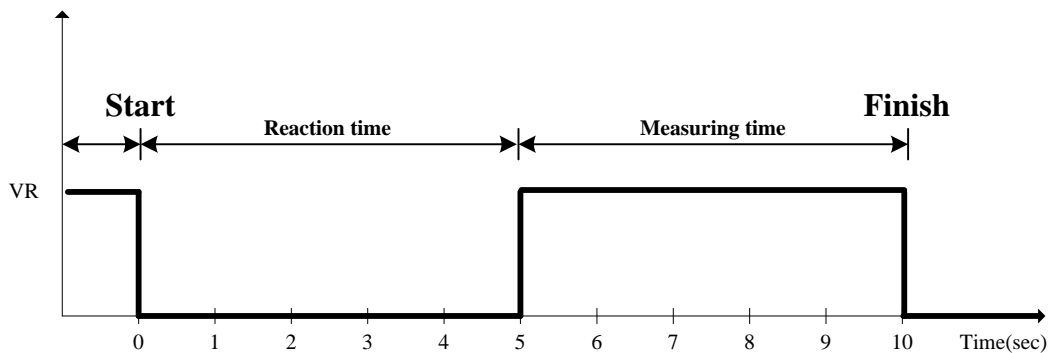


圖 3 電化學反應時間

VR：固定偏壓

Reaction time：試紙反應時間

Measuring time：試紙量測時間

電流轉換公式範例：

$$Glucose = I \times F(code) \times T(t)$$

I：電流(μA)

F(code)：不同試紙會有不同的值

T(t)：溫度係數

2.2 控制晶片

單片機簡介：HY16F 系列 32 位元高性能 Flash 單片機(HY16F188)

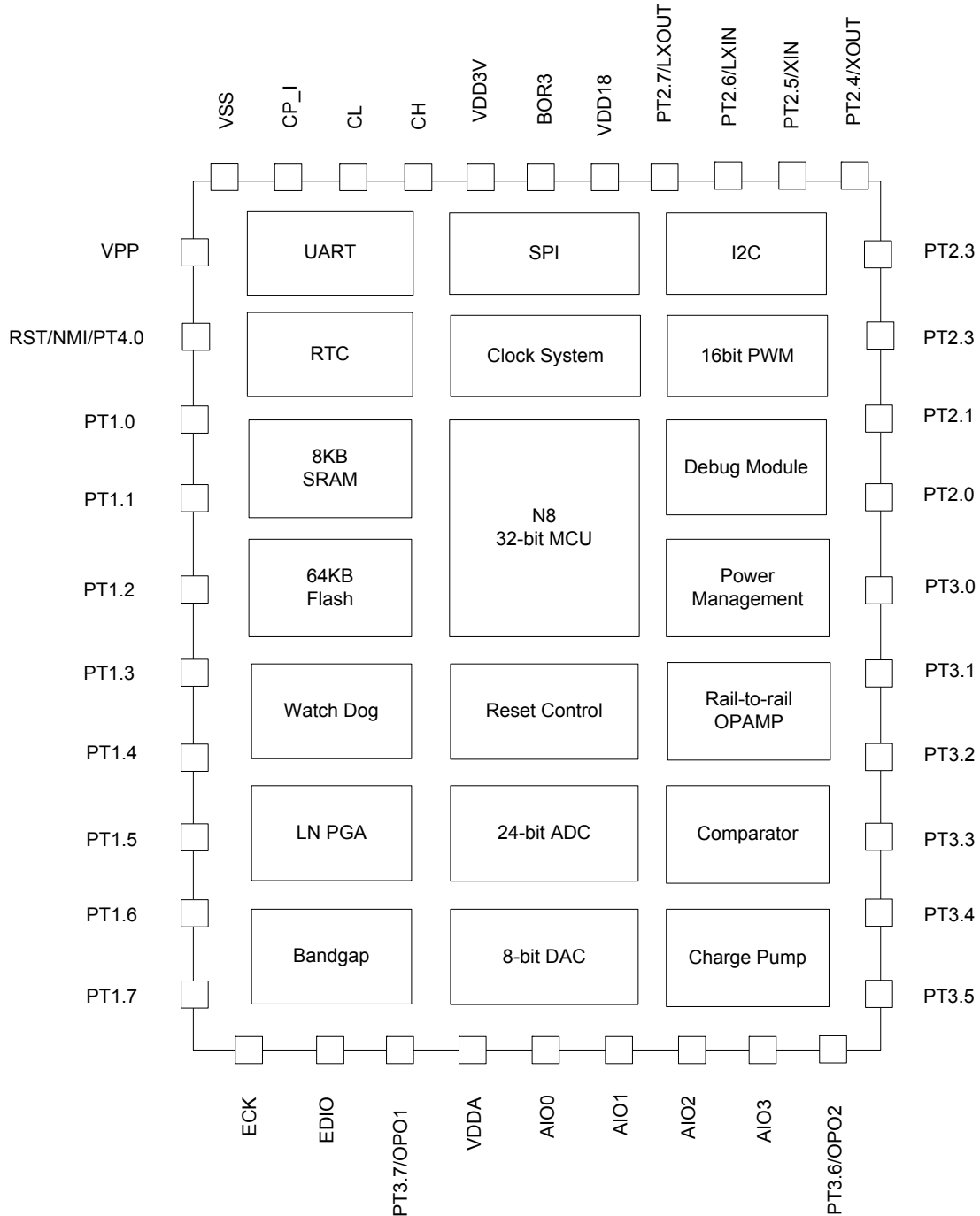


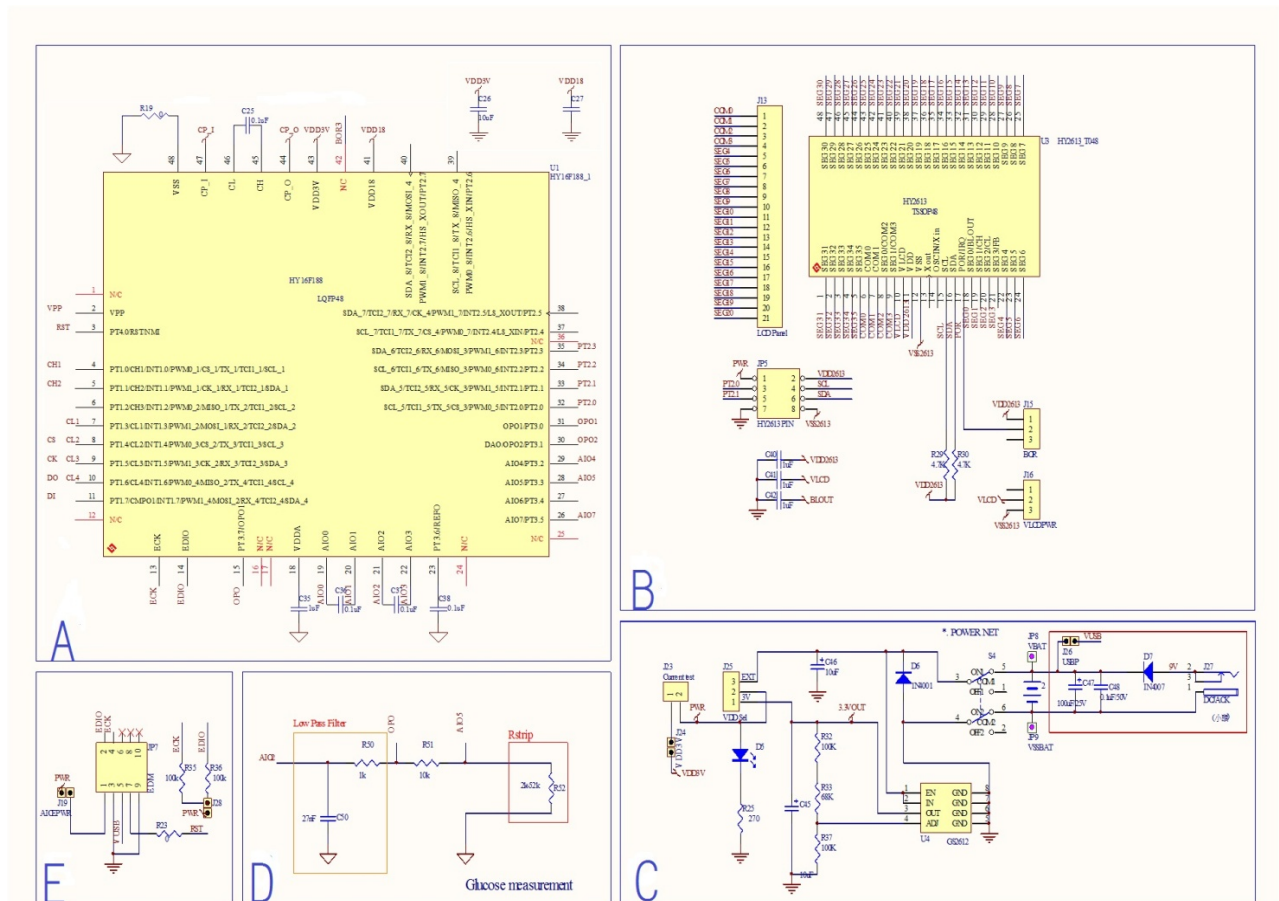
圖 4 紘康 HY16F 系列 32 位元高性能 Flash 單片機(HY16F188)

- (1)採用最新 Andes 32 位元 CPU 核心 N801 處理器。
- (2)電壓操作範圍 2.0~3.6V，以及-40°C~85°C工作溫度範圍。
- (3)支援外部 20MHz 石英震盪器或內部 20MHz 高精度 RC 震盪器，擁有多種 CPU 工作時脈切換選擇，可讓使用者達到最佳省電規劃。
  - (3.1)運行模式 350uA@2MHz/2
  - (3.2)待機模式 10uA@32KHz/2
  - (3.3)休眠模式 2.5uA
- (4)程式記憶體 64KBytes Flash ROM
- (5)資料記憶體 8KBytes SRAM。
- (6)擁有 BOR and WDT 功能，可防止 CPU 死機。
- (7)24-bit 高精準度  $\Sigma\Delta$ ADC 類比數位轉換器
  - (7.1)內置 PGA (Programmable Gain Amplifier)最高可達 128 倍放大。
  - (7.2)內置溫度感測器。
- (8)超低輸入雜訊運算放大器。
- (9)16-bit Timer A
- (10)16-bit Timer B 模組具 PWM 波形產生功能
- (11)16-bit Timer C 模組具 Capture/Compare 功能
- (12)硬體串列通訊 SPI 模組
- (13)硬體串列通訊 I2C 模組
- (14)硬體串列通訊 UART 模組
- (15)硬體 RTC 時鐘功能模組
- (16)硬體 Touch KEY 功能模組

### 3.系統設計

#### 3.1 硬體說明

#### PCB 電路圖說明



(A)中央處理器：

HY16F188 (Andes 32-bit MCU Core + HYCON 24-bit  $\Sigma$ ADC + UMC 64K Flash)

(B)顯示晶片：HY2613 (HYCON LCD Driver LCD Segment 4X36)

(C)電源電路：9V 轉 3.3V 電源系統

(D)類比感測模組：

透過單 1 顆 10 K $\Omega$  電阻+低通濾波器(1 K $\Omega$  電阻+27nF 電容)

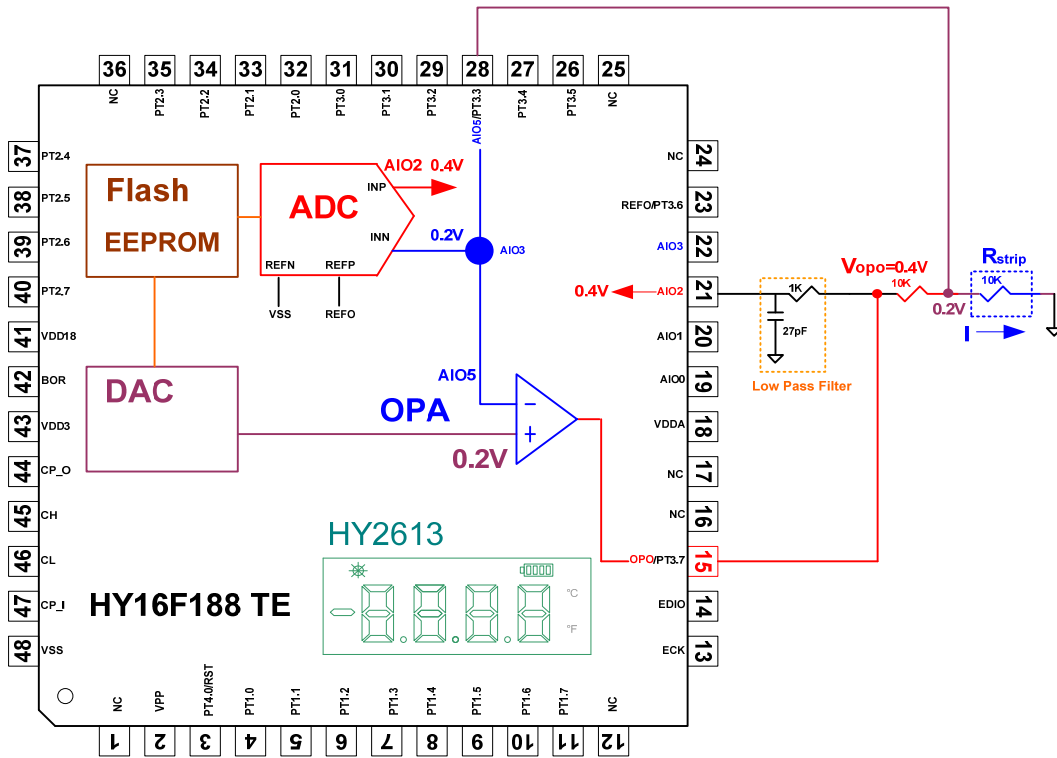
可偵測外部插入的試紙(以電阻方式代替)

(E)線上燒錄與 ICE 連結電路

透過 EDM 的連接，可支援線上燒錄模擬，

並擁有強大的 C 平台 IDE 以及 HYCON 類比軟體分析工具與 GUI 等支援。

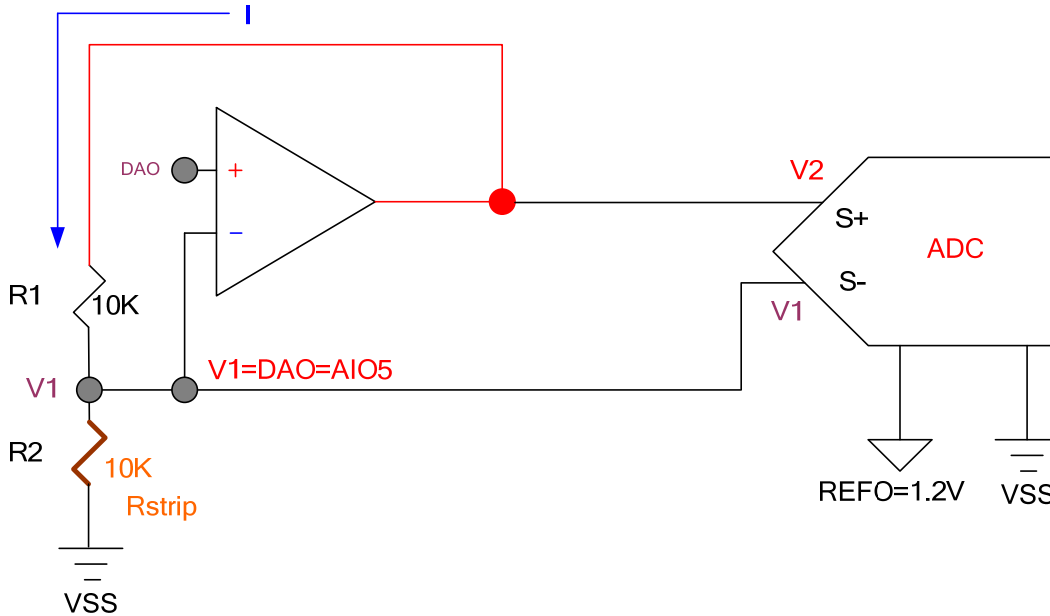




### 主要元件介紹

- (1)MCU：HY16F188，功能為量測電信號、控制、運算包含功能為儲存校正參數。
- (2)HY2613：負責 LCD 驅動。
- (3) $R_{strip}$ ：本應用以電阻取代試紙，以模擬試紙電化學信號。

3.2 電路說明



Step1:  $V2 = \frac{R1 + R2}{R2}(V1) = \left(\frac{R1}{R2}\right)(V1) + V1$

Step2:  $V2 - V1 = \left(\frac{R1}{R2}\right)(V1) + V1 - V1 = \left(\frac{R1}{R2}\right)V1 = R1 * \left(\frac{V1}{R2}\right) = R1 * I$

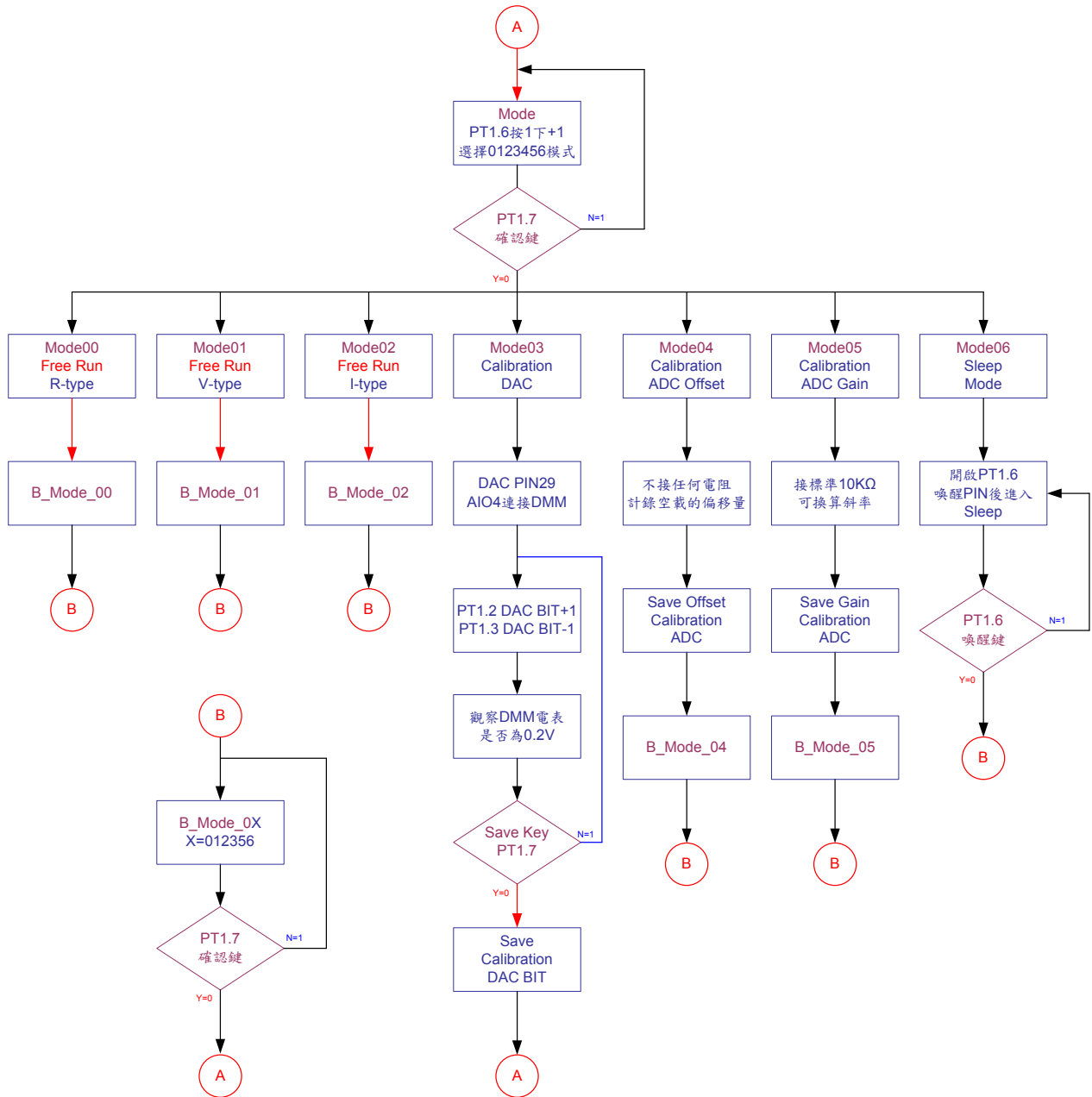
Step3:  $ADC = V2 - V1 = R1 * I$

Step4:  $I = \frac{V2 - V1}{R1}$

$R1 = 10K$        $V2 - V1 = ADC$        $V1 = 0.2V$   
 $ADC = \left(\frac{R1}{R2}\right)V1 = \left(\frac{10}{R2}\right)(0.2) = \left(\frac{2}{R2}\right)$   
 $R2 = \left(\frac{2}{ADC}\right)$

3.3 軟體說明

程式流程圖



### 4. 操作流程

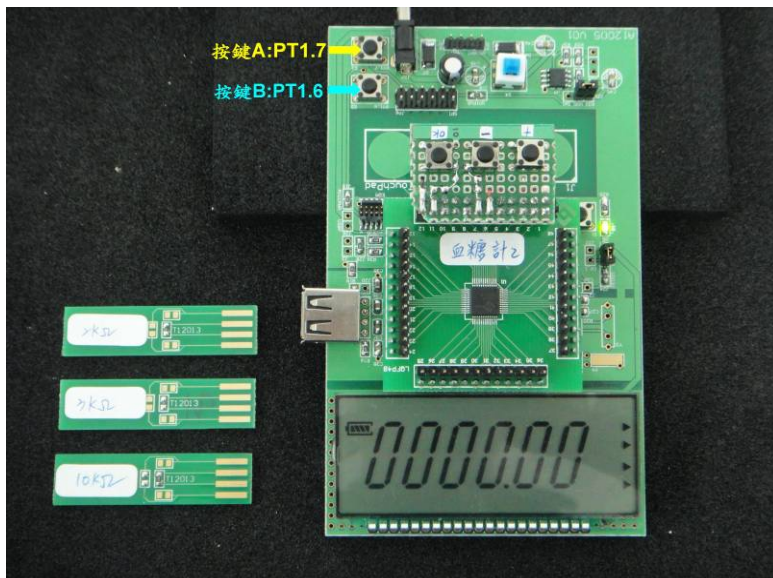
- (1) 上電 Power ON
- (2) 選擇模式 Mode(包含校正)
- (3) 將電組插入 USB 端口開始測量

#### 步驟 01(選擇模式)

插入電源.可以從 LCD 面板顯示模式 0~6

按鍵 B(PT1.6)為選擇鍵，每按一次，數值加 1。範圍 0~6 整數。

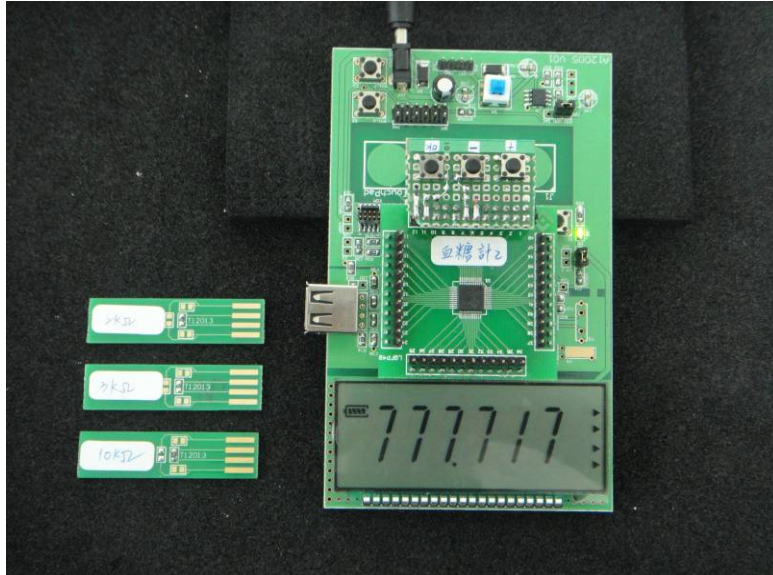
按鍵 A(PT1.7)為確認鍵。



### 步驟 02(確認 DAC)

按鍵 B(PT1.6)為選擇鍵，選到 3 為調整 DAC 輸出到 0.2V，此時需外接電表觀察。

按下確認鍵 A，顯示 7777.17，代表 DAC BIT 為 17

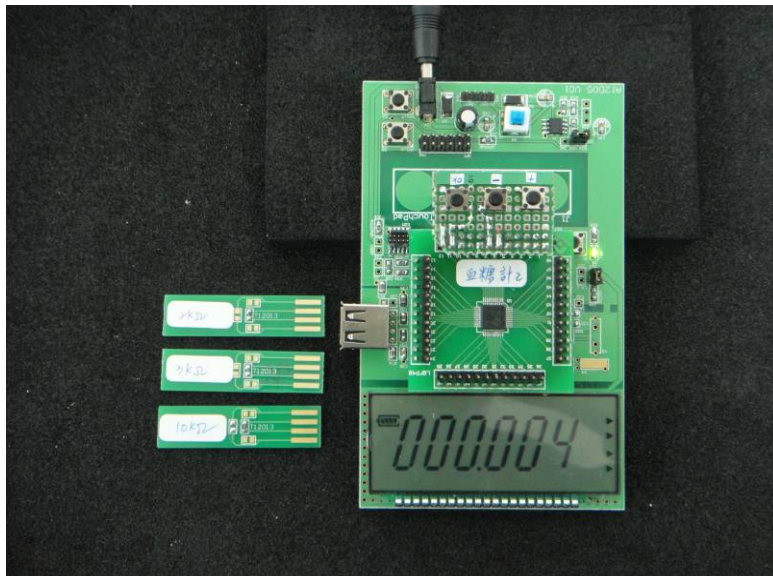


可按(+)17 會加 1 到 18，加滿 255 會歸零

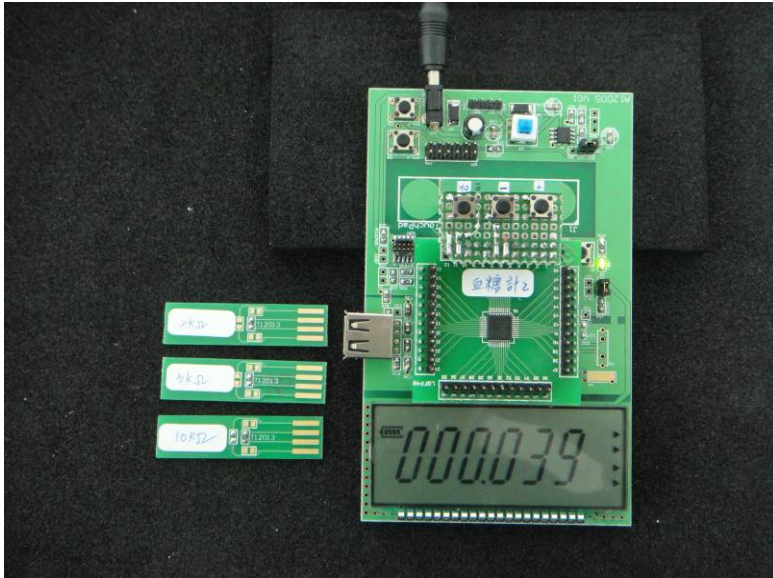
可按(-)17 會減 1 到 16，減到小於 0 會歸零

### 步驟 03(確認 ADC 的 OFFSET)

模式 4.按確認鍵 A 進入 ADC OFFSET 量測(此時待測端口需空接)

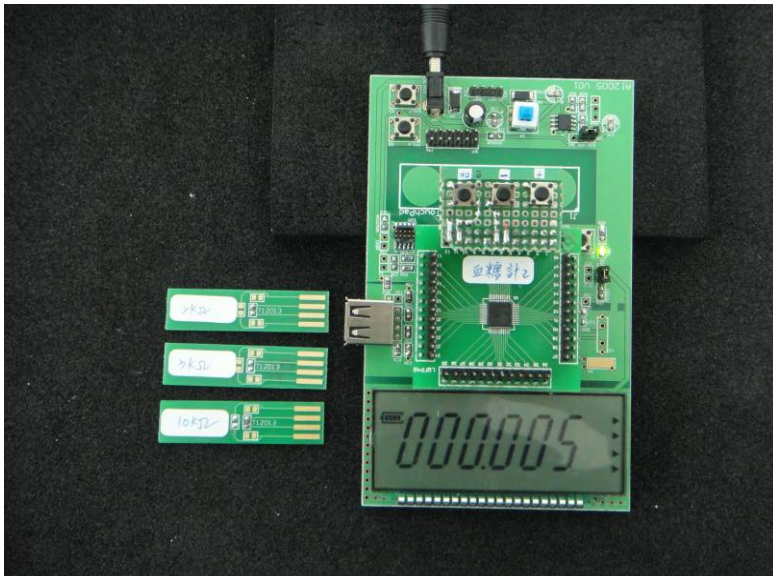


進入模式 4 後，LCD 將顯示 ADC OFFSET 值(39)  
此時若按確認鍵 A，則會將 ADC OFFSET 存下。



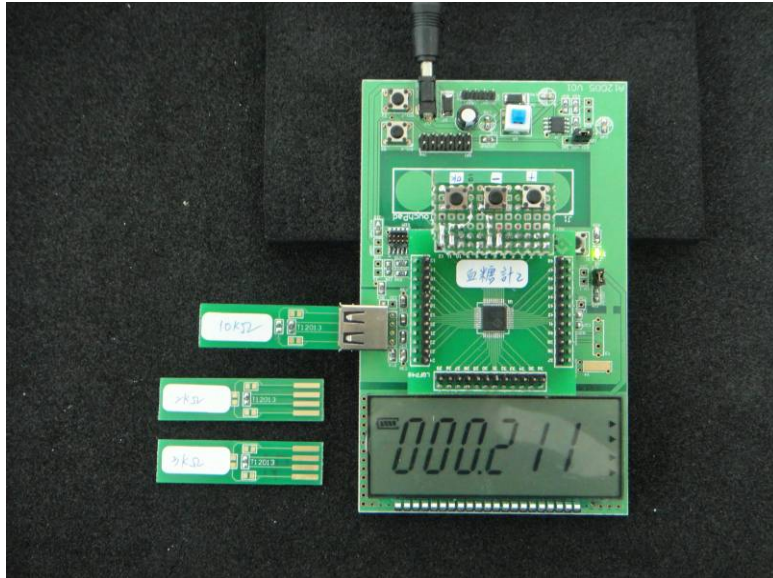
步驟 04(確認 ADC 的 Gain)

模式 5.按確認鍵 A 進入 ADC Gain 量測(此時待測端口需接 10KΩ 電阻)



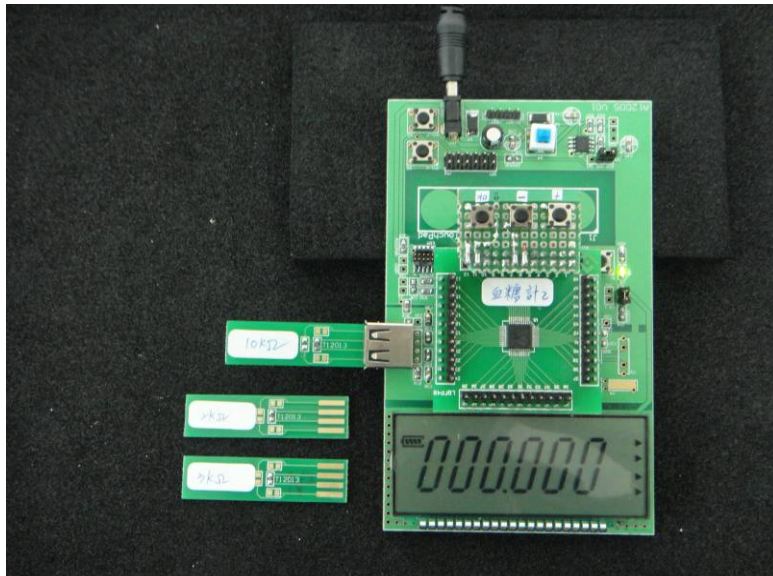


進入模式 5 後，LCD 將顯示 ADC 斜率值(211)  
此時若按確認鍵 A，則會將 ADC 斜率值存下。

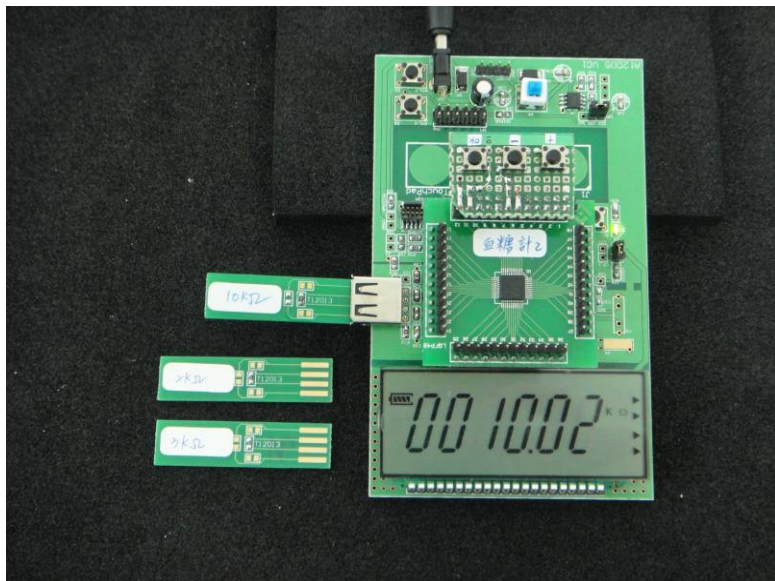


步驟 05(進入連續測量模式)

透過按鍵 B 選到模式 0.



按確認鍵 A 進入連續測量模式(10KΩ 電阻)



## 5.技術規格

- (1)Operation voltage : 2.4~3.6V
- (2)Operation current : 1.5mA@HSRC=2MHz/2(3.3V)
- (3)Sleep mode current : 2.5uA
- (4)Environment Temperature:25°C
- (5)Resolution: 0.01KΩ
- (6)測試範圍 : 2KΩ~47KΩ
- (7)誤差量約為 0.5%

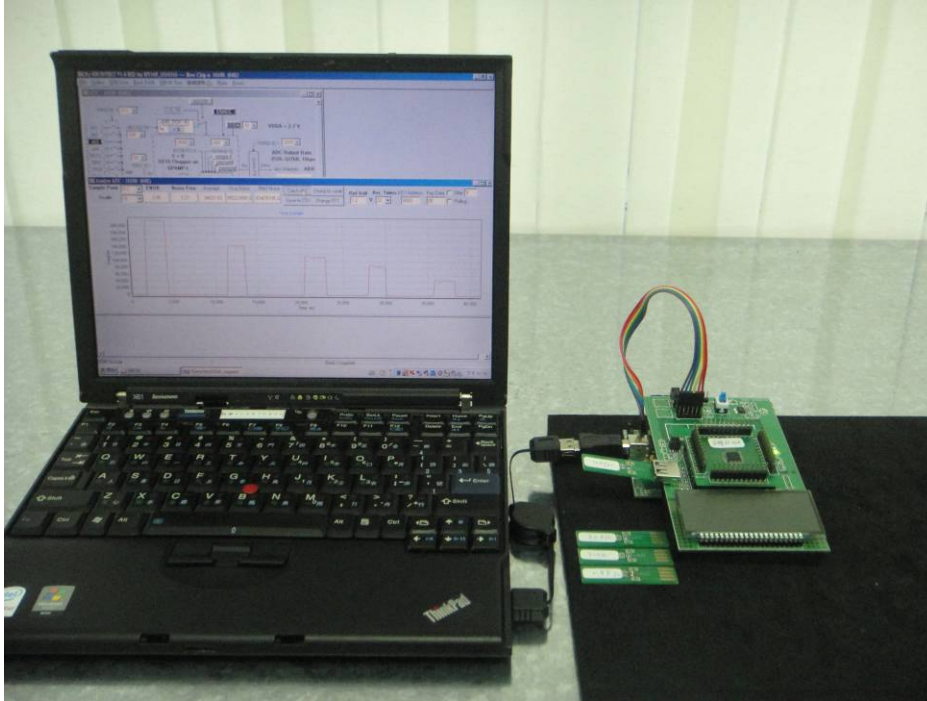


5.1 測試數據

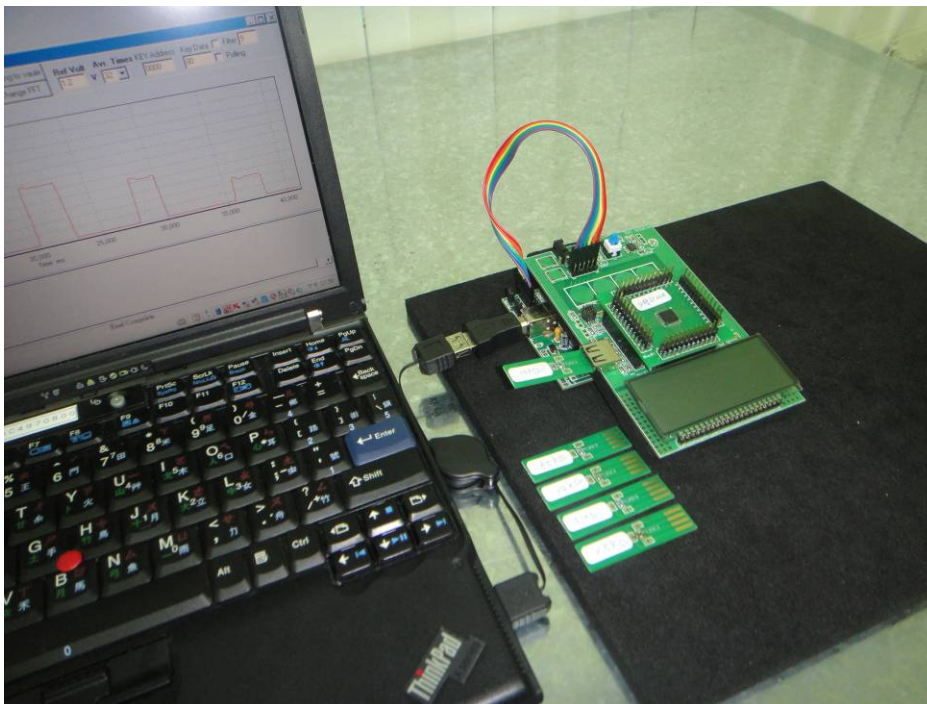
SMD 電阻	A	B	(A-B)/A
Rstrip 電阻標籤值(理論 KΩ)	接 DMM 電表量測(實際 KΩ)	HY16F 顯示(實際 KΩ)	A 和 B 誤差%
2	2.00	1.99	0.50
3	3.00	2.99	0.33
3.92	3.91	3.89	0.51
4.32	4.31	4.30	0.23
5.11	5.10	5.09	0.20
5.62	5.63	5.62	0.18
6.04	6.05	6.04	0.17
10	10.05	10.02	0.30
11	10.99	10.97	0.18
12	12.09	12.06	0.25
17.4	17.54	17.51	0.17
20	19.98	19.96	0.10
24	24.13	24.08	0.21
30	29.94	29.91	0.10
47	47.54	47.78	-0.50

## 6. 實驗紀錄

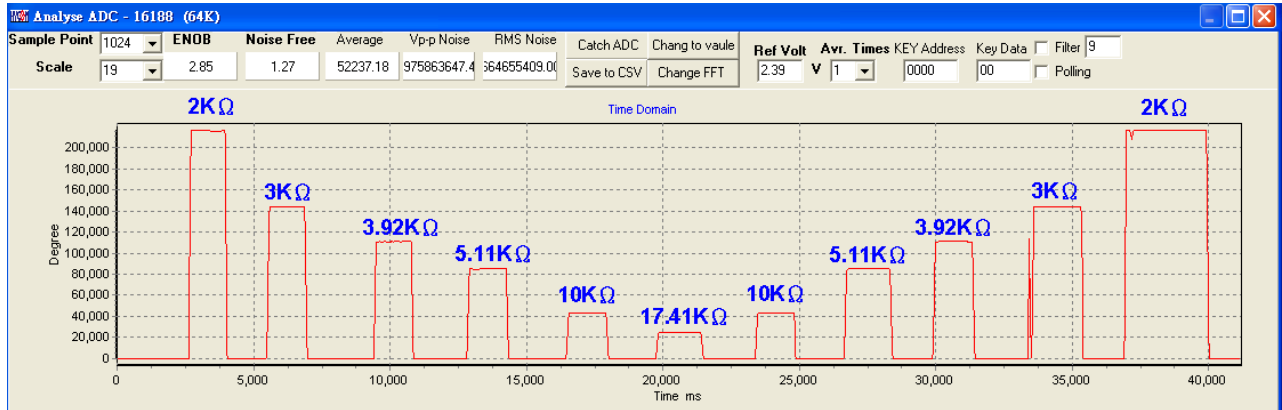
連接 ENOB TOOL 更換不同電阻值測試(整體圖形)



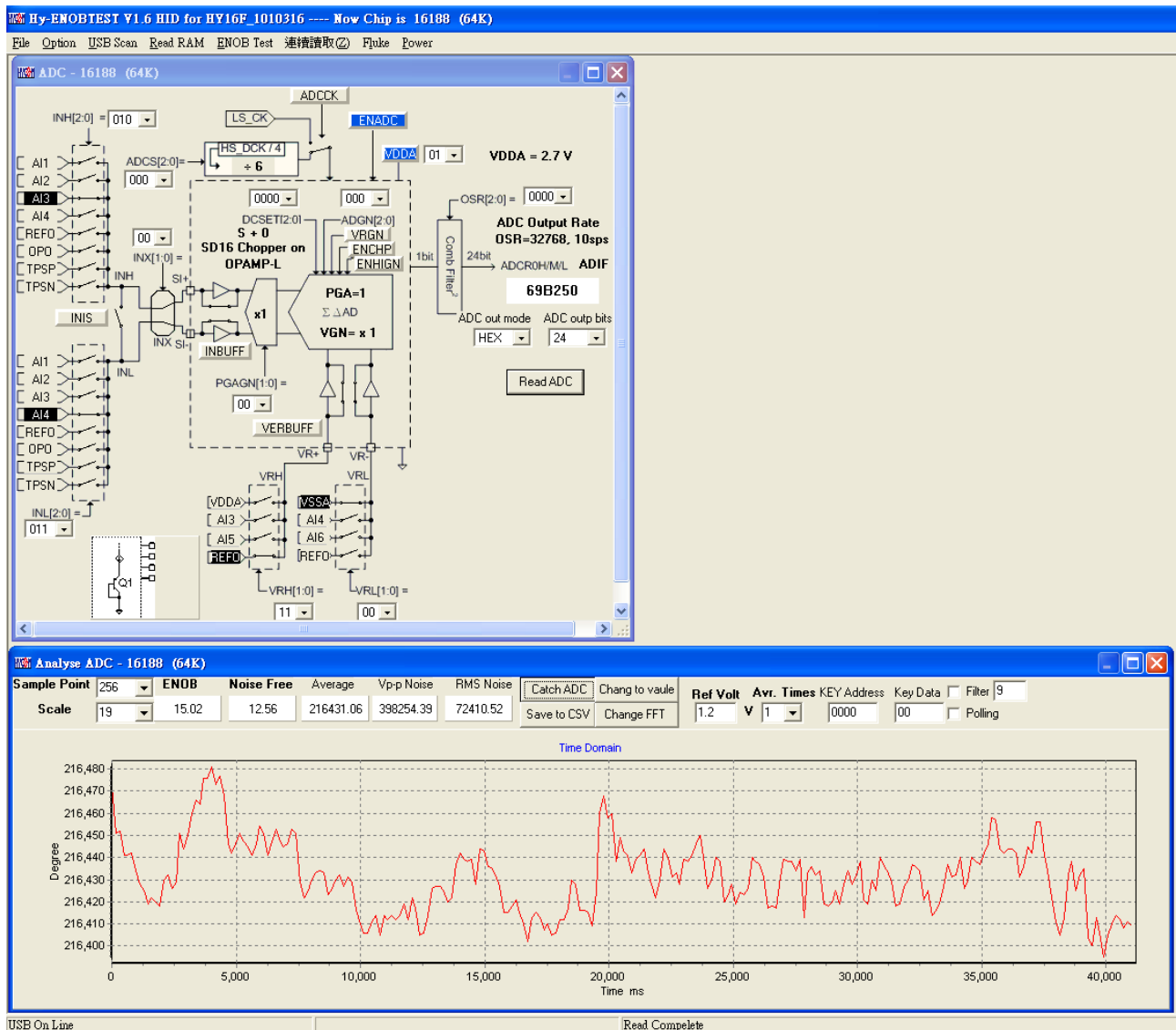
連接 ENOB TOOL 更換不同電阻值測試(連接方式)



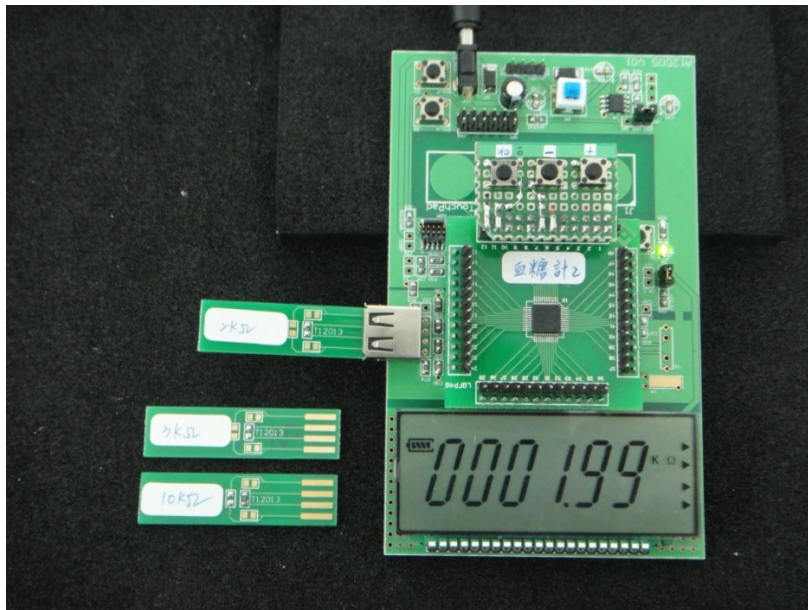
### 連接 ENOB TOOL 更換不同電阻值測試(軟體顯示)



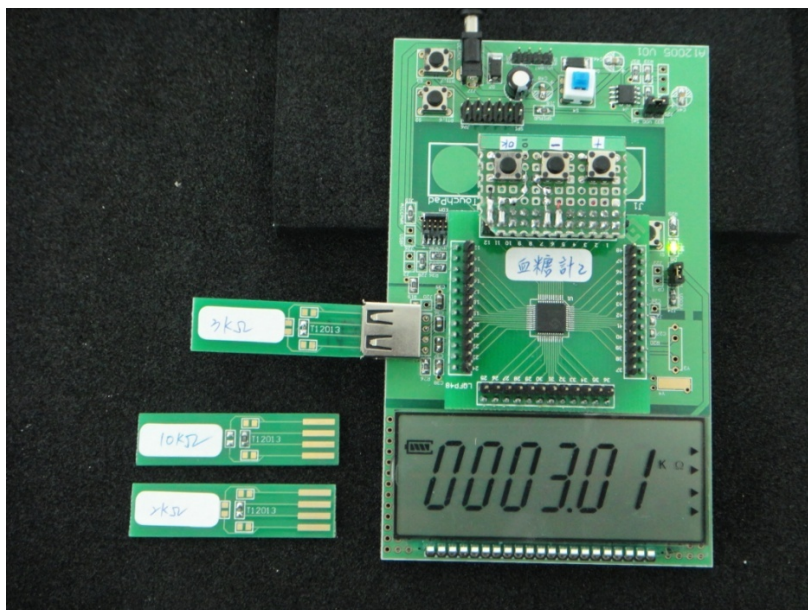
### 連接 ENOB TOOL (軟體顯示)(2KΩ)平均值為(216431.06)



使用 9V 電源供應器供電，更換不同電阻值測試(2KΩ)



使用 9V 電源供應器供電，更換不同電阻值測試(3KΩ)



### 7. 附加檔案



HY16F002V03.rar

### 8. 參考文獻

- (1) 廖健能, 「智慧型葡萄糖測量儀之研製」, 碩士論文, 大同大學生物工程學所, 2002。
- (2) 美商飛思卡爾半導體 Application Note AN4364(Glucose Meter Design)

### 9. 修訂紀錄

以下描述本檔差異較大的地方, 而標點符號與字形的改變不在此描述範圍。

版本	頁次	變更摘要	日期
V1.0	ALL	初版發行	11/23
V2.0	ALL	更改腳位名稱 VDD->VDD18	12/13
V3.0	Page21	更新程序	2014/12/17