



電壓與溫度量測應用說明書

HY11P13

40000/10000 Counts Voltage and Temperature Sensor

目錄

1	簡介	3
2	原理說明	5
2.1	40000 COUNTS	5
2.2	10000 COUNTS	5
2.3	TPS (Temperature Sensor)	6
2.4	控制晶片	7
3	設計規劃	8
3.1	硬體說明	8
3.2	晶片線圖說明	8
3.3	BOM表清單	9
3.4	軟體說明	9
4	技術規格	12
4.1	技術規格	12
4.2	實驗方式	12
5	結論	15
6	操作說明	16
6.1	版面配置	16
6.2	使用方法	17
6.3	實際焊接板	18
7	附件	18
8	參考文獻	18

1 簡介

對於很多工業、聲音或消費性領域應用方面的系統而言，類比數位轉換器(A/D)通常都是扮演很重要的關鍵腳色。為了可以滿足許多應用需求，市面上因而衍伸出多種不同A/D架構的產品別。從逐次逼近型ADC (successive-approximation (SAR))、積分型ADC(Dual slope)，到近年來新發展起來的 Σ - Δ 型ADC(sigma-delta)，它們各有其優缺點，能滿足不同的應用場合的使用。SAR、Dual Slope ADC等，主要應用於中速或較低速、中等精度的資料收集和智能儀器中。 Σ - Δ 型ADC主應用於高精度資料收集特別是數字音響系統、多媒體、精密測量等電子測量領域。表 1-1 約略說明了不同A/D架構產品解析度及應用領域，圖 1-2 為 2005 年的A/D架構分析資料，可以說明不同產品類別的A/D應用領域。

表 1-1 不同 A/D 架構與解析度和轉換速率關係表

架構	Pipelined	SAR	$\Sigma\Delta$	Dual slope
轉換速率(Hz)	1M~1G	10K~10M	1~100K	1~1K
解析度(Bit)	8-16	8-20	12-24	12-22
應用領域	通信訊號 音源訊號	資料擷取	傳感器訊號 數位音響	傳感器訊號

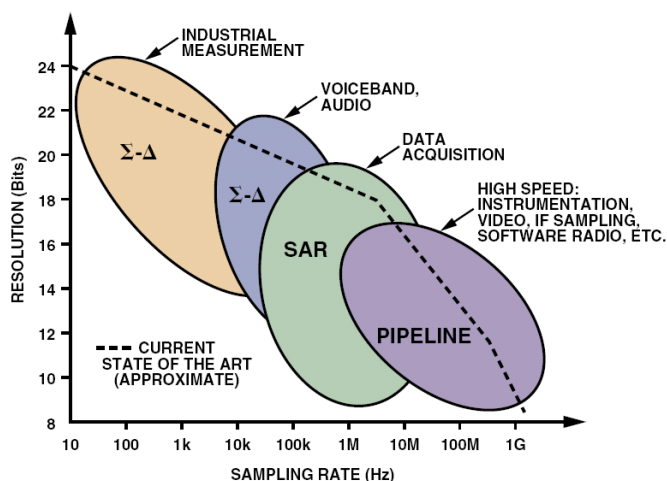


圖 1-2 不同A/D架構與解析度和取樣率關係圖 [1]

下面則針對 SAR、Dual slope、 Σ - Δ ADC 做簡要介紹：

SAR ADC：

此為應用較廣泛的轉換方法之一，主要由比較器、逐次逼近暫存器（SAR）和邏輯控制單元組成。為將輸入信號與已知電壓進行比較並進行轉換，轉換完成後為二進制輸出。其Input RMS noise通常約在 1mV左右，一般解析度約在 12 位上下。

其優勢在於解析度低於 12 位時價格較低，取樣率可達 1MSPS(million samples per

second)，功耗較低，且尺寸小。但其缺點就是當高於 14 位解析度以上通常價格較高，且若使用在傳感器上則須先進行前置信號增益放大和濾波，明顯成本會增加許多。

Dual Slope ADC：

亦稱為積分型 ADC。主要由輸入切換開關的積分器、比較器、計數器構成，透過兩次積分將輸入的電壓轉換成和平均值成正比的時間間隔，並利用計數器進行計數來完成轉換。其 Input RMS noise 通常約在 10 μ V 左右，一般解析度約在 16 位上下。

其優勢在於輸入端採用了積分器，對交流噪聲的干擾有很強的抑制能力，可以抑制高頻噪聲和固定的低頻干擾（如 50Hz 或 60Hz），適合在嘈雜的工業環境中使用。但其缺點就是轉換速率低，轉換速率在 12 位時通常只有約 100~300SPS。

Σ - Δ 型ADC：

亦稱為過取樣轉換器，主要根據前後量值的差值大小來進行量化編碼。其由類比 Σ - Δ 調製器和數字取樣濾波器所組成。先由 Σ - Δ 調製器完成信號取樣及增量編碼，再由數字取樣濾波器轉換成高解析度的數字信號。其 Input RMS noise 通常約在 1 μ V 左右，一般解析度約在 16 位~20 位上下。

其優勢在於解析度較高，可高達 24 位。轉換速率相對於積分型 ADC 來的高；內部過取樣轉換器直接實現了數字濾波功能，間接降低了對傳感器信號濾波的要求。但其缺點在於較高速 Σ - Δ 型 ADC 的價格通常高出許多。一般在相同轉換速率下，較 SAR ADC、Dual slope ADC 的功耗高。

而紘康科技[2]目前所推出內建SPI串行界面的OP + A/D微控制器HY11P13，即為具有 18 位 Σ - Δ 型A/D解析能力的單晶片。該晶片 ROM size 4K x 16、Ram size 256byte，提供 4x20 LCD 點數顯示，I/O 最多可支援到 14 埠。其 18 位高A/D解析度包含 8 組網路輸入選擇，可應用於大部分Sensor的偵測及網路切換。內部所提供的PWM輸出可高達 10 位的分辨信號可控制驅動器使用，搭配於PFD也可使用於發聲元件上產生美妙音樂。

該款 HY11P13 微控制器不僅待機電流低於 3 μ A，睡眠電流更是低於 1 μ A，在使用內建震盪器於啟動 A/D 應用時整個晶片消耗電流僅 750 μ A，大大延長電池壽命，內建組的電壓偵測點，更可適時監控電池電壓的消耗。

本文則針對紘康科技 HY11P13 八位元 MCU，在僅使用少數被動元件下，做出最簡單的 A/D 應用，而其高性能的 A/D 更可應用在許多溫度、壓力、氣體感應器或體重(脂)秤上，只需簡單應用電路，即可達到應用需求，大大減少一般要增加 OPA 線路或是濾波線路來達到信號放大或穩定需求。下列則使用內建 18bit Σ - Δ A/D 進行大訊號 40000 counts 電壓測量、小訊號 10000 counts 電壓測量、及內建溫度 Sensor 的溫度測量，在單點溫度校正下可實現-40 $^{\circ}$ C~85 $^{\circ}$ C 範圍內僅 \pm 3 $^{\circ}$ C 的最大溫度誤差。

2 原理說明

2.1 40000 COUNTS

Σ - Δ A/D 的使用下，輸入電壓和參考電壓比就成為數位輸出的辨識，以 A/D 參考電壓(ΔVR)1.2V 為前提之下， $\pm 400.00\text{mV}$ 為輸入訊號(ΔVIN)。在內建低雜訊放大倍率為 1 倍($PGA \times GAIN$)的設定下，ADO 輸出數位碼定義為：

$$ADO = \left(\frac{\Delta VIN}{\Delta VR} \times PGA \times GAIN \times 2^{18} \right)$$

若以顯示 40000 counts 為目標顯示成 400.00mV，顯示最小單位為 10uV，若要達外部顯示穩定 1 格的誤差，且內外解析度比設定為 1:5，因此 Input RMS Noise 則必須小於或等於 $10\text{uV}/5 = 2\text{uV}$ 才能達成。

A/D Output rate 則選擇在過取樣率(OSR)為 8192 模式下，相當於 A/D 輸出頻率達：

$$\frac{A/D \text{ Clock}}{OSR} = \left(\frac{250 \text{ KHz}}{8192} \right) = 30.5 \text{ Hz}$$

網路設定方式，採用該產品提供的網路交叉方式取值，可直接抵銷 A/D 電壓偏移值 (A/D Offset)。分別於正向網路/反向網路各取數位輸出值做相減抵銷動作。(INH/INL:為外部信號輸入腳位；S+/S-為內部 A/D 信號輸入源)

正向網路數位輸出： $ADO1 = +ADO + ADO_{Offset}$

反向網路數位輸出： $ADO2 = -ADO + ADO_{Offset}$

則相減數位輸出結果為： $(ADO1-ADO2) = 2ADO \dots$ 直接抵銷存在的 AD Offset

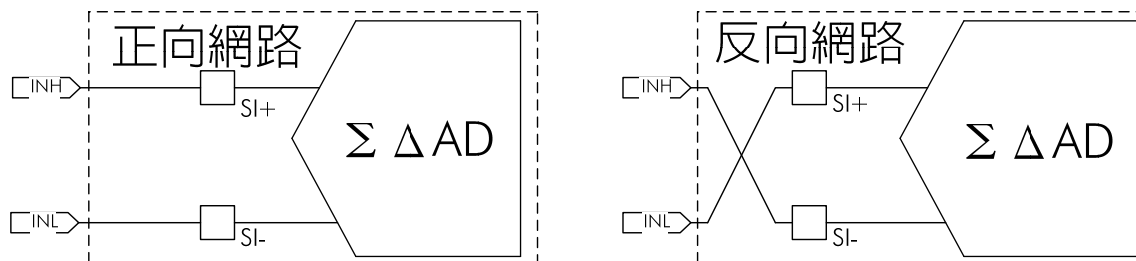


圖 2-1 A/D 網路交叉示意圖

2.2 10000 COUNTS

測量原理相同於 40000 counts 測量方式，而此為針對 1uV 小信號進行測量，因而必須要進行輸入信號放大，在此採用該晶片本身內建的低雜訊放大器進行信號放大，可省去使用 OPA 放大器元件，並設定放大器倍率為 64 倍($PGA \times GAIN=8 \times 8$)的設定，在此放大倍率下，該晶片 A/D 仍保有 16Bit 解析度。若 A/D 參考電壓(ΔVR)1.2V， $\pm 10.000\text{mV}$ 為輸入訊號(ΔVIN)，則 ADO 輸出數位碼為：

$$ADO = \left(\frac{\Delta VIN}{\Delta VR} \times PGA \times GAIN \times 2^{16} \right)$$

若以顯示 10000 counts 為目標顯示成 10.000mV，顯示最小單位為 1uV，若要達外部顯示穩定 1 格的誤差，且內外解析度比設定為 1:3，因此 Input RMS Noise 則必須小於或等於 $1\text{uV}/3 = 0.33\text{uV}$ 才能達成。

A/D Output rate 則選擇在過取樣率(OSR)為 32768 模式下，相當於 A/D 輸出頻率達：

$$\frac{A/D \text{ Clock}}{OSR} = \left(\frac{250 \text{ KHz}}{32768} \right) = 7.6 \text{ Hz}$$

網路設定方式，仍採用該產品提供的網路交叉方式取值，直接抵銷 A/D 偏移值。

2.3 TPS (Temperature Sensor)

該設計採用內部兩組二極體組成，以電壓信號對溫度的變化為一通過 0°K 電壓為 0V 的曲線，使用上只需單點校正即可達到準確溫度值。其中兩組二極體 +TPS/-TPS 存在一 N 倍電流比例關係 (I: NI)，其 $V_{be} = V_{TPS}$ 等效電壓公式及等效電路如下：

$$V_{TPS} = (n_f) \times \left(\frac{KT}{q} \right) \times \ln(N)$$

K is Boltzmann's constant (1.38×10^{-23}).

q is the charge on the electron (1.6×10^{-19} Coulombs).

T is the absolute temperature in Kelvins.

N is the ratio of the two currents.

n_f is the ideality factor of the thermal diode.

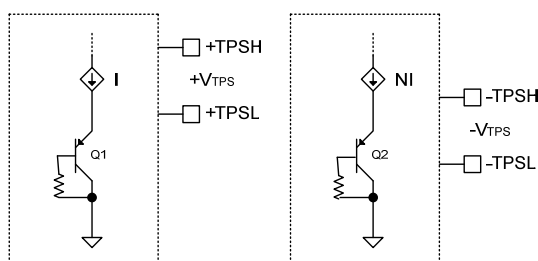


圖 2-2 TPS 等效電路圖

V_{be} 等效電壓為：

$$V_{be1} = V_{+TPS} = V_{ADC1} + V_{ADOffset}$$

$$V_{be2} = V_{-TPS} = V_{ADC2} + V_{ADOffset}$$

$$\Delta V_{be} = (V_{be1} - V_{be2}) = (V_{+TPS} - V_{-TPS}) = V_{ADC1} - V_{ADC2} \dots \text{相減項後即可消除 A/D}$$

Offset

因此只要在相同溫度下 (T_A °C)，測量到 +TPS 與 -TPS A/D 數值後，將兩數相減並取平均值，即可得到該溫度下相對應的 TPS 數值，並透過單點校正計算，即可得到良好溫度曲線，其增益校正公式為：

$$G_{TPS} = \left(\frac{V_{TPS@T_A}}{273 + T_{Offset} + T_A} \right) = \left(\frac{V_{TPS@T_A}}{289 + T_A} \right)$$

T_{Offset} : 二極體本身所造成的等效串聯電阻效應，使得 $V_{TPS} = 0V$ 時不為 0°K 的溫度值，該晶片設計者提供參數值為 $T_{Offset} = 16^\circ K$ 。

溫度測量時，仍是以 A/D 參考電壓 (ΔVR) 1.2V 為設定，輸入訊號為內部 TPS 訊號切換。而內建低雜訊放大倍率為 1 倍 (PGA × GAIN) 的設定，且該晶片規格 V_{TPS} 溫飄係數為 17.8uV/0.1°C，若以顯示 0.1°C 為最小單位，則要達外部顯示穩定 1 格的誤差，內外解析度比設定為 1:6，因此 Input RMS Noise 則必須小於或等於 $17.8uV/6 = 2.97uV$ 才能達成。

A/D Output rate 則選擇在過取樣率 (OSR) 為 8192 模式下，相當於 A/D 輸出頻率達：

$$\frac{A/D \text{ Clock}}{OSR} = \left(\frac{250 \text{ KHz}}{8192} \right) = 30.5 \text{ Hz}$$

2.4 控制晶片

以上簡單的 A/D 應用只要使用 HY11P13 微處理器即可完成，HY11P13 微處理器在使用上僅需 8 個被動元件，即可完成 A/D 信號測量，搭配 OSR 設定使用可達到 GAIN=1, 8Hz/18bits 穩定輸出，即使小信號的測量(內建低雜訊放大器放大 128 倍)仍可達到 16Bit 解析度。

在 CPU 指令上，提供了 68 組指令集，即使目前只是 Assembly 的程式架構仍可讓使用者更輕鬆完成程式撰寫。在 LCD 顯示點數方面共提供 80 點數(4 COM*20 SEG)供一般手持式應用產品使用。其內部共提供 3 組 Timer 使用，不論是時鐘設定甚至於到 PWM 控制驅動器開關，都具備完整功能讓使用者依其應用來配置。SPI 的傳輸介面更可提供使用者做為 A/D 分析及通訊記錄等使用。

3 設計規劃

3.1 硬體說明

晶片本身簡單的被動元件，除 POWER 共 4 顆電容穩壓電容(VDD /MLCD /VDDA /ACM)，及 RST 腳位本身的 Pull high 電阻和接地電容外，再搭配 A/D 信號輸入端及參考電壓端的濾波電容即可架設簡易 A/D 測量系統。其搭配的周邊電路 EEPROM 24C02，主要做為電壓測量及溫度測量時儲存校正參數使用；另外配置的 Voltage demo circuit 由可變電組成做為展示用的 DC 電壓信號輸入源。

由於該產品擁有多組 A/D 輸入通道可使用，本文使用 AI0/AI1 當電壓信號輸入引腳，AI2/AI3 當參考電壓輸入引腳，該應用上使用最簡化線路完成，參考電壓源採用 VDDA/VSS 電源腳當成 AI2/AI3 參考電壓源，並使用內部 VREGN 放大器進行參考電壓 1/2 信號衰減，以達到 $\Delta VR=(2.4V-0V)/2=1.2V$ 。

電壓輸入信號源的參考點以電源 ACM(1.2V)為參考源連接到 AI1 引腳，可供 AI0 引腳輸入做 +/- 信號測量，就像 40000 counts 電壓測量範圍則可達 $\pm 400mV$ 輸入信號。

而 R9/R8/R10 的電阻聯接主要做為穩定信號源的輸入，供 A/D 電壓信號測試時使用。

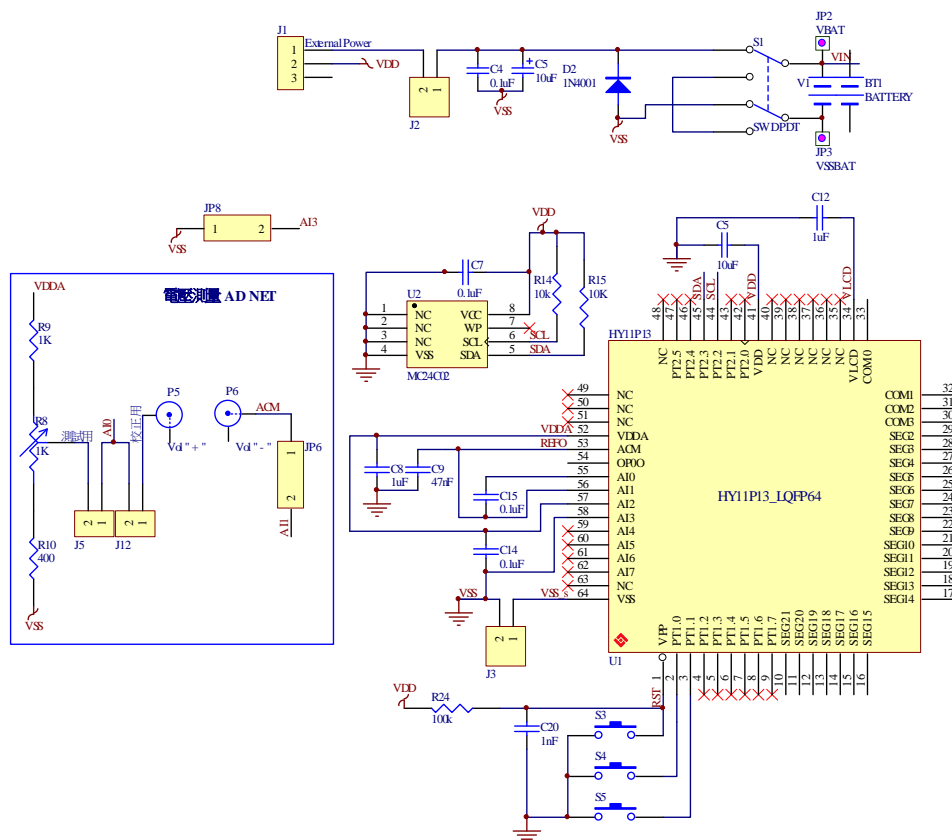


圖 3-1 電路圖

3.2 晶片線圖說明

本應用板除適用於 HY11P13 PKG_LQFP64(10mm*10mm)/DICE(裸晶)外也同時適用於 HY11P12 DICE(裸晶)，使用者需依不同晶片型號進行不同晶片 PAD 腳位定義，實際輸出腳位可參照圖 3-1 電路圖中 U1 腳位定義。

3.3 BOM 表清單

符號	元件	描述
BT	CR2032	CR2032電池
C12	1u	0805
C14	0.1u	0805
C15	0.1u	0805
C20	1n	0805
C5	10u	0805
C7	0.1u	0805
C8	1u	0805
C9	47n	0805
D2	1N4001	SMD
J1	1-2 short	DIP
J12	short	DIP
J2	short	DIP
J3	short	DIP
J4	LCD	4*17
J5	short	DIP
JP6	short	DIP
JP7	short	DIP
JP8	short	DIP
P5	Voltage Positive Input	
P6	Voltage Negative input	
R10	400	0805
R14	10k	0805
R15	10k	0805
R24	100k	0805
R8	1k	0805
R9	1k	0805
S1	Switch	Switch
U1	HY11P13	HYCON IC
U2	24C02	EEPROM
S3	Button	Button
S4	Button	Button
S5	Button	Button

3.4 軟體說明

流程圖：分成開機校正模式及測量模式。程式流程請參考下圖 3-3 流程圖說明。校正流程請參考下圖 3-4 說明。

測量模式軟體計算流程請參考下圖 3-5 說明，可大致分成下列文字敘述流程等：

切換正網路，丟棄 2 筆 ADO，取 4 筆 ADO 作平均計算。(Average1)

切換負網路，丟棄 2 筆 ADO，取 4 筆 ADO 作平均計算。(Average2)

Average1 減去 Average2 後做移位處理。

顯示值(DisplayDATA)=(ADO3 * (校正外 count)) / (EEPROM 校正值)

若為 300mV 下校正，則顯示值=(ADO3 * 30000) / (ADO3_{300mV})

顯示值做 16 進位轉 10 進位運算四捨五入

判斷是否做 LCD 顯示—OL—

LCD 顯示測量值，再重覆測量。

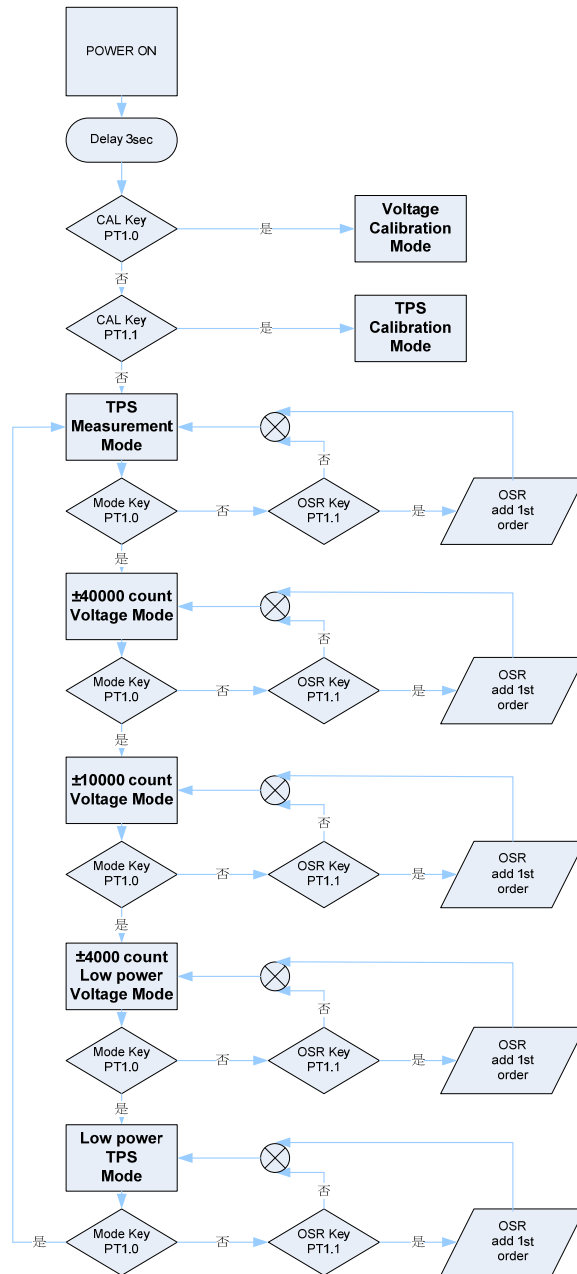


圖 3-2 流程圖

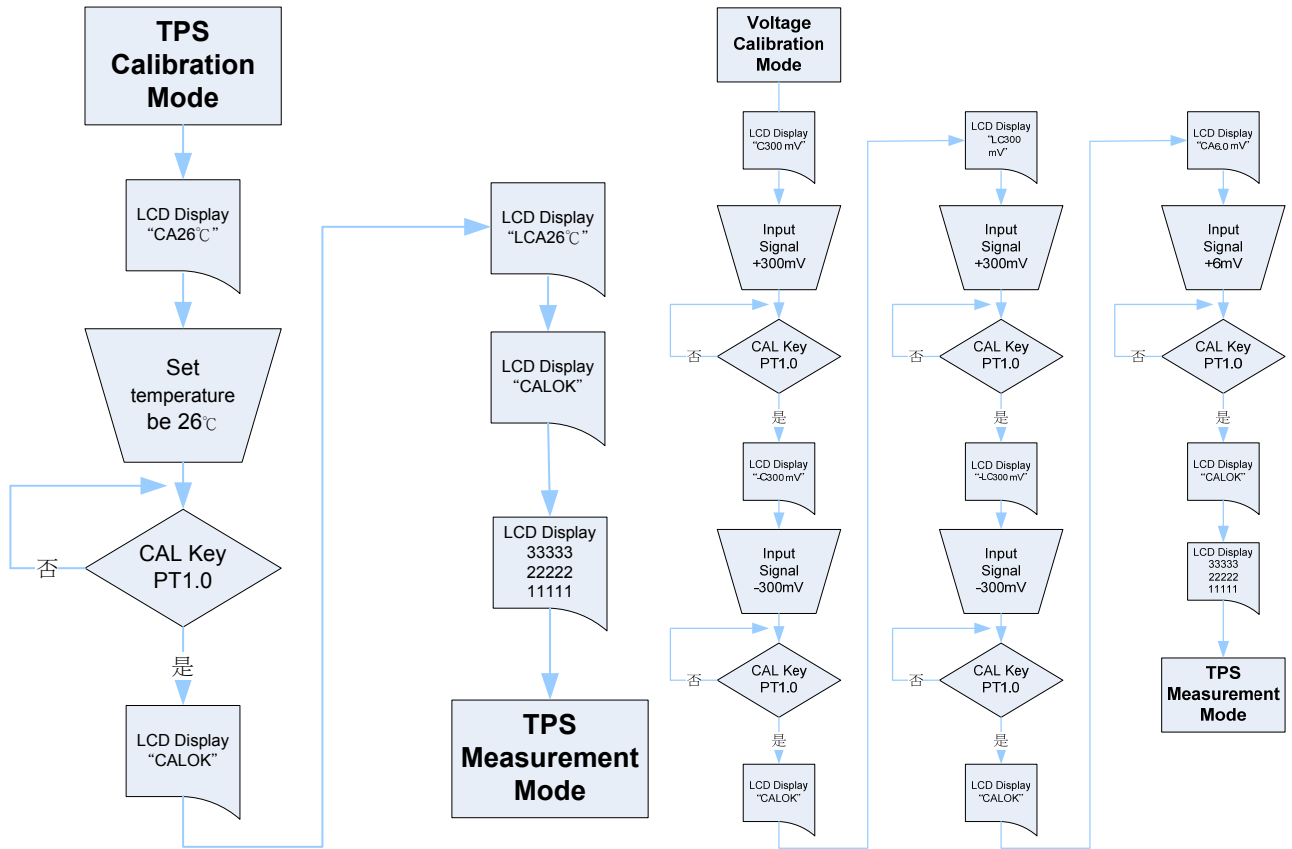


圖 3-3 校正模式流程圖

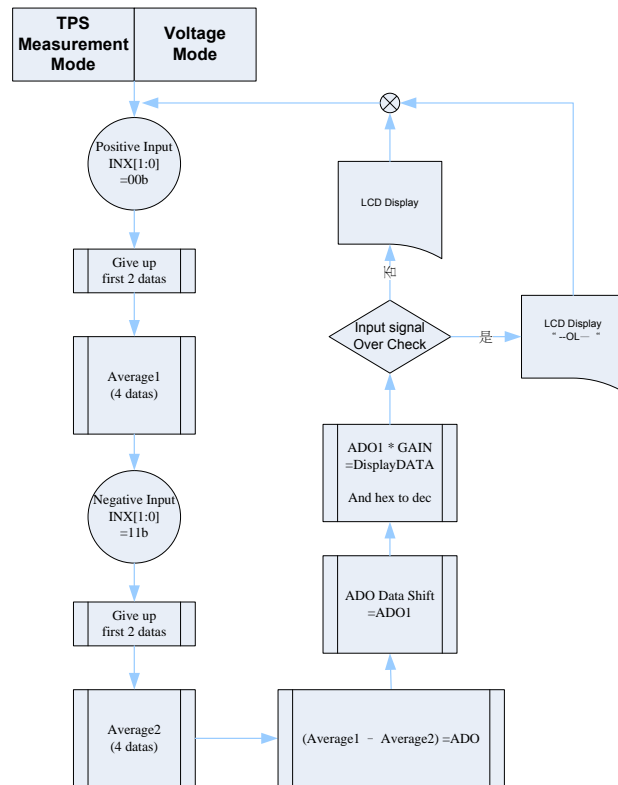


圖 3-4 測量流程

4 技術規格

4.1 技術規格

操作電壓	: 2.4V~3.6V。
功耗	: 0.2mA ~ 0.75mA。
解析度	: Voltage: 1uV ~ 10uV ; Temperature: 0.1°C。
顯示速率(Hz)	: 依不同模式 OSR 設定而不同。
顯示值	: ±400.00mV, ±10.000mV, ±400.0mV, ±150.0°C。

4.2 實驗方式

實驗儀器： Power Supply - Agilent E3630A
 Calibrator- Fluke 5500A
 USB/SPI Communication Board - PIC18LFxx Base

本文針對 HY11P13 晶片採用下圖 4-1 A/D 網路配置方式，並使用 DC 電壓值輸入做靜態 INL(積分非線性)誤差測試，在 $\Delta VR=1V$ ， ΔVIN 為校準器 Fluke5500A 電壓輸入訊號源，輸入訊號為 $\pm 450mV$ ， $1mV/Step$ 範圍內進行分析。

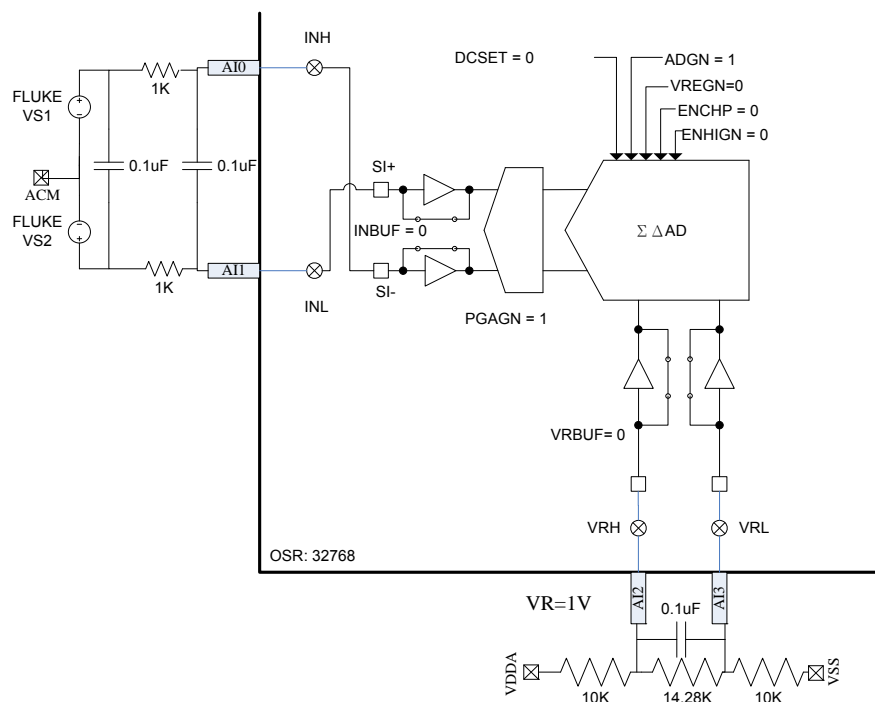


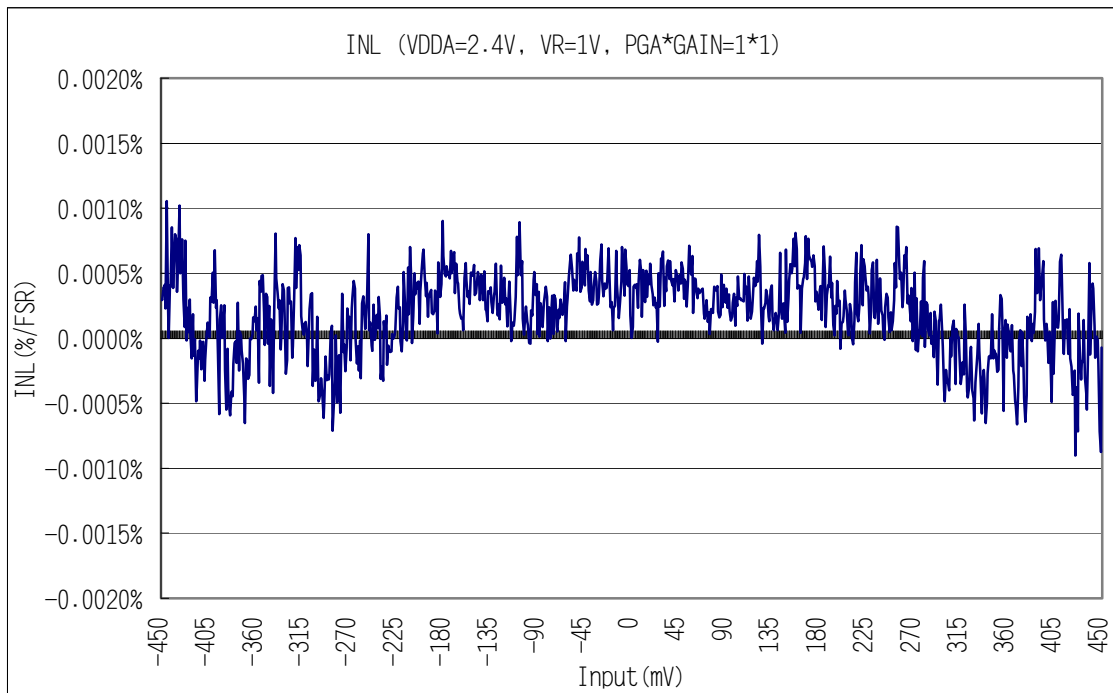
圖 4-1 A/D INL 測試電路圖

本文在所有輸入訊號測量完成後，採取 $\pm 300mV$ 輸入訊號處的數位輸出值當作校正點，取得一線性值 (ADO_{CAL})，再以實際每一點數位輸出值和該線性值 (ADO_{CAL}) 做 INL 誤差計算：

$$INL = \frac{(\text{Actual } ADO - ADO_{CAL})}{\text{Full scale range}} \quad (\%/FSR)$$

下表 4-2 為針對 DC 輸入信號源進行靜態 INL 誤差分析，結果顯示在該輸入範圍內整體積分非線性誤差 $| INL \text{ error} | \leq 10PPM$ 。

表 4-2 A/D INL 測試分析表



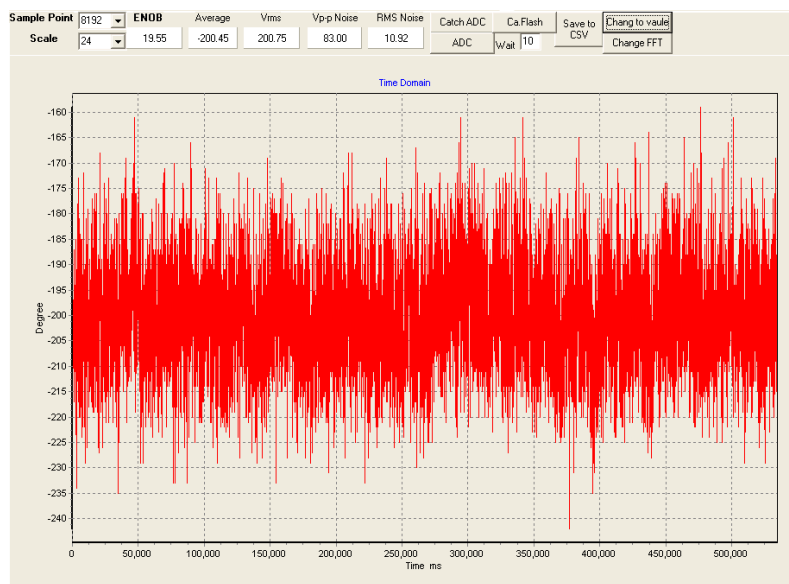
在下列設定下，取樣 8192 筆 A/D 輸出資料進行分析：(VDDA=2.4V、VR+=VDDA、VR-=VSS、INH=AI0、INL=AI1、INIS ON(內部短路)、OSR=8192、PGA=1、GAIN=1，內部增益共放大 1*1*2=2 倍)。

其 8192 筆分析資料顯示 RMS Noise = 10.92 LSB，Time Domain 可參照下表 4-3，但依據軟體程式處理方式為每次取 4 筆值平均來計算，總共有效筆數為 8192/4=2048 筆，重新計算其 RMS Noise = 6.26 LSB。

$$\text{則 Input RMS Noise}(\mu\text{V}) = 6.26 * 2.4 / (1 * 1 * 2 * 2^{22}) = 1.791 \mu\text{V}$$

因此實際測得該 Input RMS Noise=1.791uV，若要做到 40000 counts，400.00mV 顯示，內外 RMS Noise 比設定為 1:5(Input RMS Noise 必須小於 2uV)，外部 1 格穩定顯示是沒問題的。

表 4-3 Time domain (at PGA*GAIN=1*1)



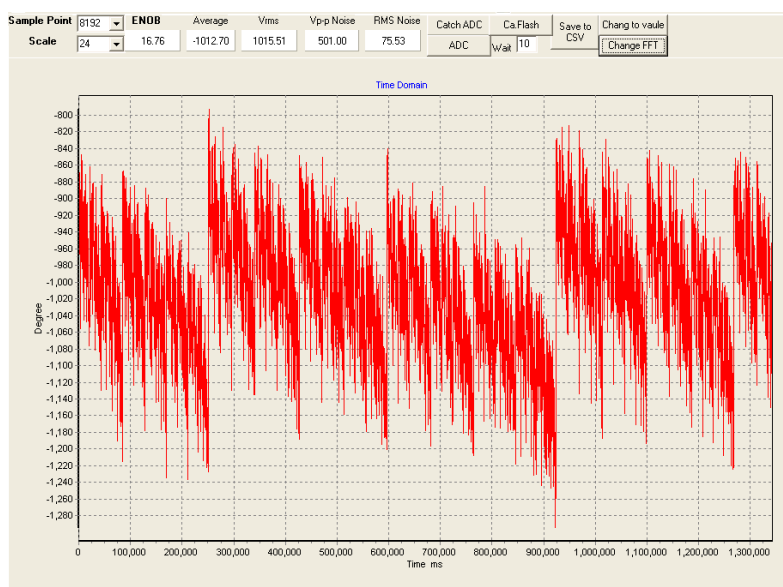
在下列設定下，取樣 8192 筆 A/D 輸出資料進行分析：(VDDA=2.4V、VR+=VDDA、VR-=VSS、INH=AI0、INL=AI1、INIS ON(內部短路)、OSR=32768、PGA=8、GAIN=8，內部增益共放大 $8*8*2=128$ 倍)。

其 8192 筆分析資料顯示 RMS Noise = 75.53 LSB，Time Domain 可參照下表 4-4，但依據軟體程式處理方式為每次取 4 筆值平均來計算，總共有效筆數為 $8192/4=2048$ 筆，重新計算其 RMS Noise = 68.21 LSB。

則 Input RMS Noise(uV) = $68.21*2.4/(8*8*2^2) = 0.305\mu\text{V}$

因此實際測得該 Input RMS Noise=0.305uV，若要做到 10000 counts，10.000mV 顯示，內外 RMS Noise 比設定為 1:3(Input RMS Noise 必須小於 0.33uV)，外部 1 格穩定顯示是沒問題的。

表 4-4 Time domain (at PGA*GAIN=8*8)



本文使用 CR2032 鈕扣電池做為該系統電源供給，並依測量不同種模式進行晶片消耗電流測試，發現其耗電流(IDD)約從 0.16mA~0.73mA(不同模式)，睡眠電流更是低於 1uA，詳見下表 4-5 數據說明：

表 4-5 晶片功耗測量數據

測量模式 @ VDD=3V	IDD(uA)	功耗(mW)
40000 counts Mode	370	1.11
10000 counts Mode	733	2.20
Low power 4000 counts Mode	166	0.50
TPS Mode	463	1.39
Low power TPS mode	254	0.76
SLEEP Mode	0.66	0.002

5 結論

原本若要進行 10uV/1uV 輸入信號測量，除了自行外接許多線路進行訊號測量外，就是使用市面上一般 Σ - Δ A/D 系列產品外掛 OPAMP 進行信號放大，並搭配 RC 濾波線路達到小信號穩定動作，不僅料件成本增加，生產備料複雜，更會有雜訊干擾問題，其外掛 OPAMP 進行信號放大，其信號點很容易受雜訊干擾而失真或失去穩定度。

經分析得知若要做到 40000 counts，400.00mV 顯示，最小單位為 10uV，內外解析度比設定為 1:5，則 Input RMS Noise 必須小於 2uV (10uV/2)，而實際測試內部增益為 1 時 (PGA*GAIN=1*1)，顯示 Input RMS Noise=1.791uV，該數值小於 2uV，因此可以做到內外解析度比設定為 1:5，外部 1 格穩定顯示。

然而 TPS 測量顯示最小單位為 0.1°C，內外解析度比設定為 1:6，Input RMS Noise 必須小於 2.97uV，而實際測試內部增益同樣為 1，因此可以做到溫度顯示內外解析度比設定為 1:6，外部 1 格穩定顯示。

而要做到 10000 counts，10.000mV 顯示，最小單位為 1uV，內外解析度比設定為 1:3，Input RMS Noise 必須小於 0.33uV，而實際測試內部增益為 64 時 (PGA*GAIN=8*8)，結果顯示 Input RMS Noise=0.305uV，因此可以做到內外解析度比設定為 1:3，外部 1 格顯示。

在使用紘康科技 HY11P13 晶片實際測試，僅需要極少數被動元件組合，晶片即可達到測量目的，甚至 1uV 小信號放大僅需要使用該晶片 A/D 內建低雜訊放大器進行放大，不僅省掉 OPAMP 元件成本，甚至可以大大減少外部雜訊干擾而造成訊號失真，筆者實際使用 Nokia 7610 手機(GSM 900/1800 系統)進行電話撥打或接收測試，發現使用其他方案晶片中外接 OPAMP 線路的信號放大系統很容易受手機信號干擾而測量結果異常，反而是 HY11P13 晶片測試結果幾乎都不受影響，實際看到結果外部顯示最多僅有 ± 1 count 的跳動誤差而已。而本文僅使用 HY11P13 晶片進行極簡單 A/D 應用測量，主要做為該晶片性能、穩定性和低功耗進行展示，其高性能 A/D 相信更是可以應用在其他相關 Sensor 的測量領域方面。

6 操作說明

6.1 版面配置

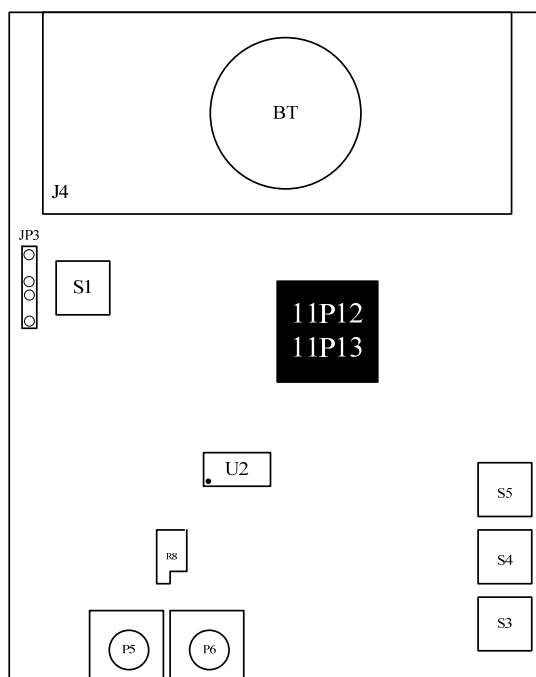


圖 6-1 應用板 TOP View

各相關位置代表符號，請依下列說明：

BT: CR2032 Battery

S1: Power Switch

S3: Button, RST PIN

S4: Button, PT1.0 Interrupt

S5: Button, PT1.1 Interrupt

11P12/11P13: 適用於 HY11P13 Package, HY11P13 Dice, HY11P12 Dice

U2: 24C02, EEPROM (SCL:PT2.2, SDA:PT2.3)

P5: Positive Signal

P6: Negative Signal

J4: LCD Panel

R8: 1K 可調電阻

6.2 使用方法

提供一個 Power ON 開關按鍵(S1)，三個觸發按鍵(S3、S4、S5)。

S1：晶片電源 Power ON/OFF 開關使用。

S3：晶片重置按鍵。

S4：測量模式切換按鍵。

S5：OSR 模式/睡眠模式切換按鍵。

操作流程：

測量模式：

開機後 LCD 會顯示倒數計時數字，顯示完成後直接進入 40000 counts 電壓測量檔位。

S4 按鍵(PT1.0)提供各種測量模式切換，依序如下：

TPS 溫度測量：

溫度允許測試範圍為 $-150^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ 範圍內。

40000 counts 電壓測量：

電壓允許輸入範圍 $\pm 450\text{mV}$ ，超過輸入電壓則 LCD 顯示—OL—。

10000 counts 電壓測量：

電壓允許輸入範圍 $\pm 9.5\text{mV}$ ，超過輸入電壓則 LCD 顯示—OL—。

Low power 4000 counts 電壓測量：

電壓允許輸入範圍 $\pm 450\text{mV}$ ，超過輸入電壓則 LCD 顯示—OL—。

Low power TPS 溫度測量：

溫度允許測試範圍為 $-150^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ 範圍內。

TPS 溫度測量： ...(重覆回到 TPS 測量)

S5 按鍵(PT1.1)提供 OSR 模式/睡眠模式切換：

OSR 模式：

依照不同檔位測量，每按一次按鍵 OSR 直接遞增一個級數。

睡眠模式：

S5 按鍵(PT1.1)恆按 2 秒鐘以上，在未放開情形下，按下 S4 按鍵(PT1.0)，LCD 顯示 SLEEP，可使晶片便直接進入睡眠模式，S4/S5 按鍵觸發可喚醒晶片。晶片喚醒後回到由 TPS 測量開始。

校正模式：

開機後 LCD 數字倒數計時完成前按下 S4/S5 即可進入校正模式。

按下 S4 進入電壓校正模式：

輸入校正電壓 300.00mV，按下 S4 按鍵開始 40000/4000 count 電壓校正。

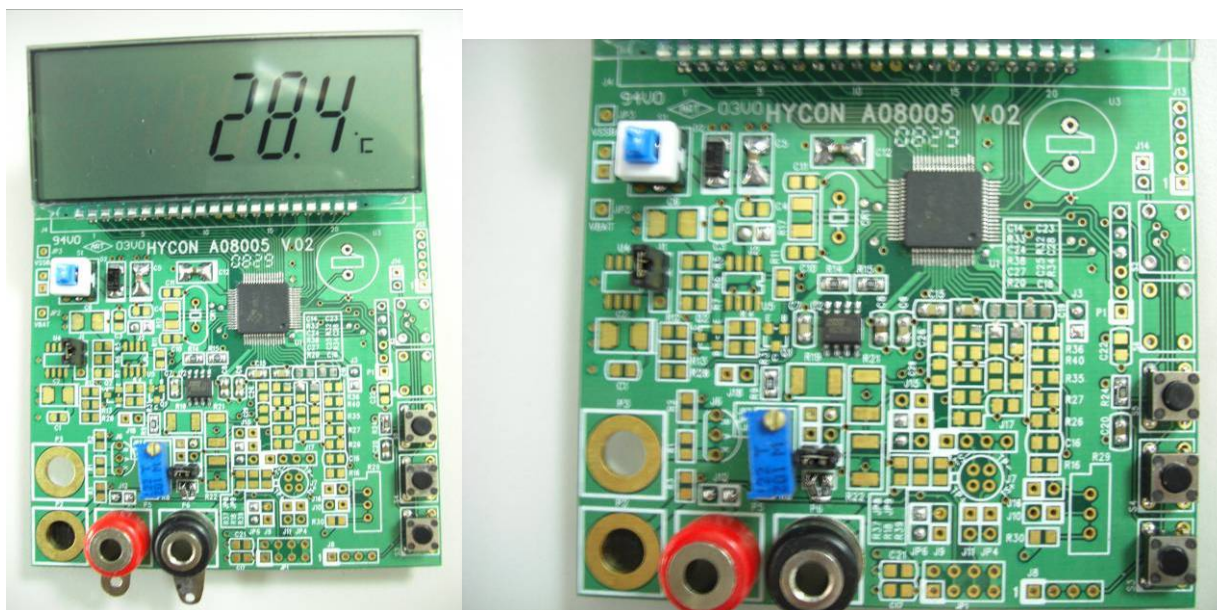
完成後輸入 6.000mV，再按下 S4 按鍵繼續 10000 count 電壓校正。

按下 S5 進入溫度校正模式：

控制溫度在 26°C ，按下 S4 按鍵繼續溫度檔位校正。

校正完成後，回到 TPS 檔位開始測量。

6.3 實際焊接板



7 附件



程式範例：
11P13- Voltage and temperature V04.rar

8 參考文獻

- [1] Analog Dialogue 39-06, June (2005)- <http://www.analog.com/analogdialogue>
- [2] 紘康科技產品資訊HY1113- <http://www.hycontek.com/>