



---

## **HY11P Series**

無開關自動測量應用

### 目 錄

1.	簡介 .....	4
2.	原理說明 .....	5
2.1.	電子秤應用量測原理.....	5
2.2.	無開關自動啟動原理.....	5
2.3.	Load Cell蠕變現象及定時自動歸零 .....	5
3.	設計規劃 .....	6
3.1.	硬體架構.....	6
3.2.	軟體流程.....	8
4.	計算平均電流.....	9
4.1.	VDDA啟動瞬間電流.....	9
5.	結論 .....	10
6.	範例程式操作說明.....	11
6.1.	校正說明.....	11
6.2.	秤重說明.....	12
6.3.	Auto Zero .....	12
6.4.	範例程式.....	12

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. 簡介

使用電池工作的高精度量測產品，通常在長期量測訊號沒有改變時會進入休眠狀態，節省電池電量的消耗，延長電池使用壽命。當需要重新啟動量測時，一般都需要另外使用數位開關來做喚醒動作。如果能實現待測訊號有些微改變時就將 CPU 喚醒重新啟動量測，而且休眠時平均消耗電流夠小，電池使用壽命就可以超過一年以上。除了讓許多需要長期監控待測訊號的產品可以使用電池工作，而且增加產品使用的便利性。

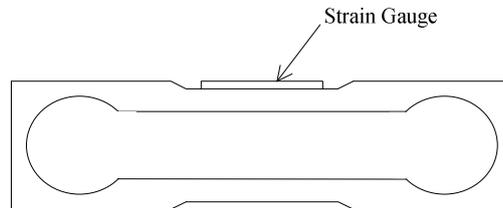
本文是使用紘康科技公司推出的 HY11P 系列晶片來完成無開關自動啟動，快速量測的電子秤。當電子秤在休眠狀態時，我們放上超過百分之一滿量程的重量時。電子秤將會自動喚醒，而且在 2~3 秒內顯示量測結果。整個系統在休眠時平均耗電流約 20uA，即使使用 CR2032 鈕扣電池也能使用超過一年。

紘康科技公司的 HY11P 系列晶片為內建高解析度 $\Sigma\Delta$ ADC，可程式化增益放大器(PGA)及 LCD Driver 的 8 位元 MCU。其內建 2.4V 線性穩壓器，低類比線路工作電壓，可程式化的 ADC 量測速度(1KHz~8Hz)，及快速 MCU 啟動功能，讓我們不需外接主動元件就可以輕易達到所要的功能。

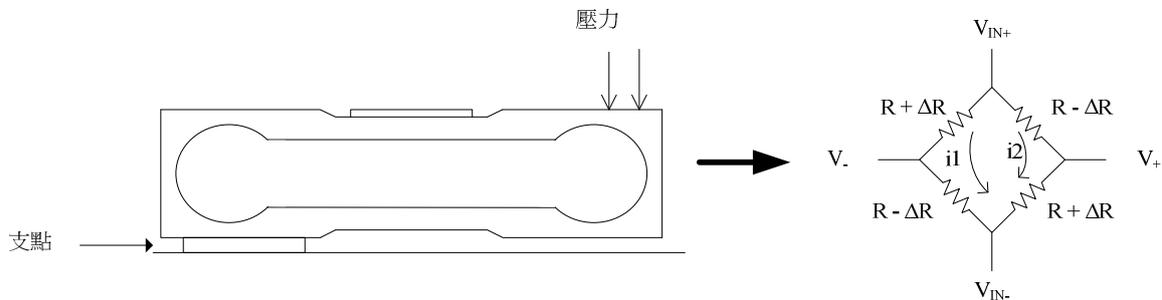
## 2. 原理說明

### 2.1. 電子秤應用量測原理

Load Cell 的原理是在鋁制的棒上面貼上一片由橋氏電阻所組成的 Strain Gauge，俗稱應變片。



當鋁棒受到壓力變形導致將 Strain Gauge 的電阻產生  $\Delta R$  的變化量



因此  $\Delta R$  的變化量產生在訊號兩端的電壓變化為

$$V_+ - V_- = \Delta R/R \times (V_{IN+} - V_{IN-})$$

因此利用此電壓變化的物理量經過 ADC 轉換為數位訊號，經由顯示器顯示出來。

但是由於此電壓變化大致為 mV 等級的電壓訊號(因為  $\Delta R$  的變化量遠小於  $R$ )，要做一個高精度的秤，處理的訊號將接近於 0.1uV，一般使用在廚房秤的 Load Cell 的  $R$  大約 1K $\Omega$ ，而滿量程之  $\Delta R$  的變化量最大也只有 1 $\Omega$ ，如果  $V_{IN+}-V_{IN-}$  的電壓為 3V，輸出訊號  $V_+ - V_-$  的電壓也只有 3mV；如果要以 5000 Count 的廚房秤而言，1 格代表只有 0.6uV。

我們量測系統是否能滿足小訊號的測量通常以其輸入的 RMS Noise 或 Peak to Peak Noise( $V_{pp}$  noise) 來表示，通常  $V_{pp} = 6.6 V_{rms} (\pm 3.3\sigma)$ ，而要做到顯示完全不滾動，則  $V_{pp}$  須小於 1 格所代表的電壓。以上述例子而言  $V_{rms}$  必須小於 90nV。

### 2.2. 無開關自動啟動原理

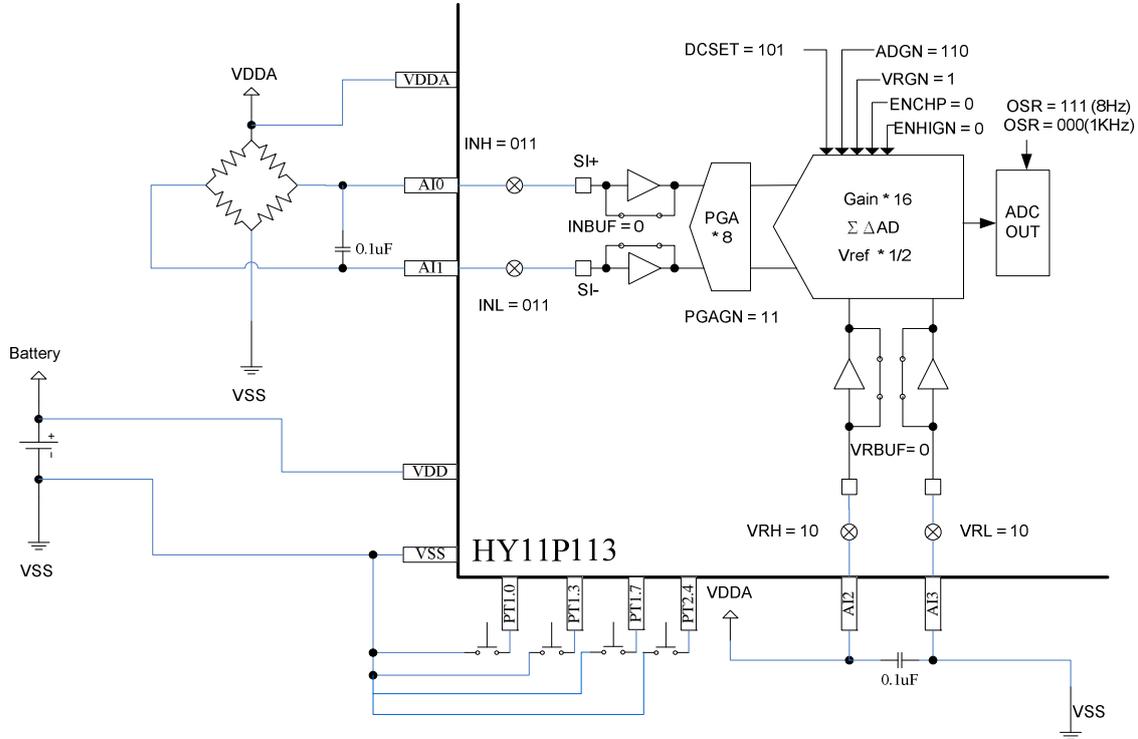
對於使用電池工作的產品，通常我們至少保證電池使用壽命大於 1 年，也就是如果使用 200mAh 電池，其平均耗電流要小於  $200\text{mA}/(365 \times 24) = 22.8\mu\text{A}$ 。以 Load Cell 提供 2.4V 電壓在加上 ADC 及 MCU 的消耗電流，全部消耗電流約在 3mA，如果以每秒量測一次，我們需要在約 6mS 內就量測到穩定的資料。所以提供快速穩定及省電的測量是最關鍵的。

### 2.3. Load Cell 蠕變現象及定時自動歸零

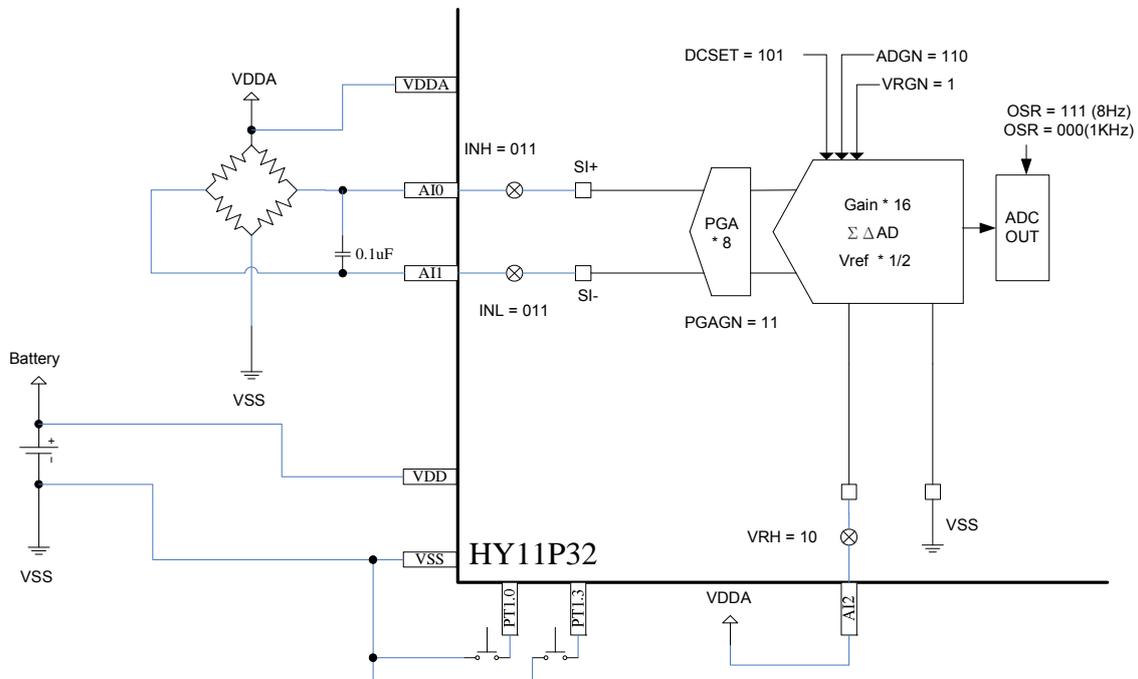
由於 Load Cell 本身的零點會隨時間飄移，一般稱為蠕變現象。為了解決這個問題，設計電子秤產品通常會有開機歸零的程序。由於無開關自動啟動的電子秤開機時重量已經放上去，無法執行開機歸零。所以我們除了關機歸零的程序以外，我們還設計定時歸零的程序來降低 Load Cell 蠕變現象造成的誤差。

### 3. 設計規劃

#### 3.1. 硬體架構



圖表 1



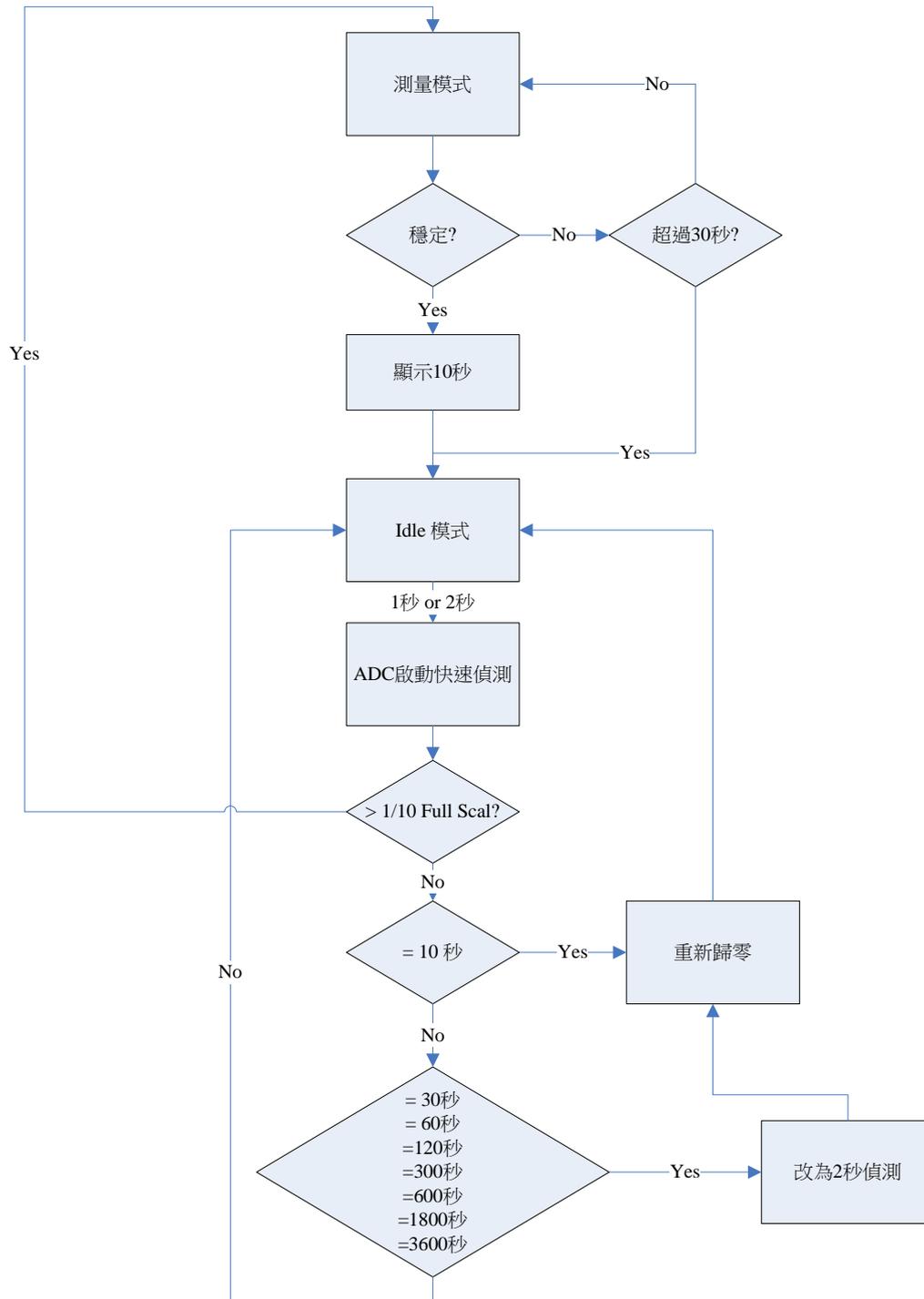
圖表 2

圖表 1 為使用 HY11P13 實現電子秤的參考線路圖，圖表 2 為使用 HY11P32 實現電子秤的參考線路圖，Load Cell 輸入電壓由內置Regulator 2.4V輸出供給，Load Cell 1mV/V的輸出訊號，Full Scale輸出電壓為 2.4mV，ADC內部的PGA放大 8 倍，Gain放大 16 倍，參考電壓由VDDA-VSS供給VRGN設置 1(VREF乘 1/2)，相當於輸入參考電壓 1.2V，這樣的設定下，ADC在 8 Hz輸出速率下輸入的 RMS Noise約為 110nV，如果我們再取 8 筆資料平均其輸入的 RMS Noise可降至約為 40nV，完全可以滿足做 5000 Counts廚房秤的需求。

在休眠模式下，使用內部看門狗約每秒喚醒一次，此時先啟動內部電源系統待電源穩定後再開啟 ADC，ADC 輸出速率設為 1KHz。取第二筆 ADC 輸出判斷是否有重量改變。如果超過臨界重量則自動啟動進入正常連續量測模式，否則繼續回到休眠模式。

正常連續量測模式下如果超過 30 sec 量測重量沒有改變，則會進入休眠模式。在休眠模式下開始 10sec 做自動歸零，一直延長至 1 小時自動歸零一次。

### 3.2. 軟體流程



圖表 3

### 4. 計算平均電流

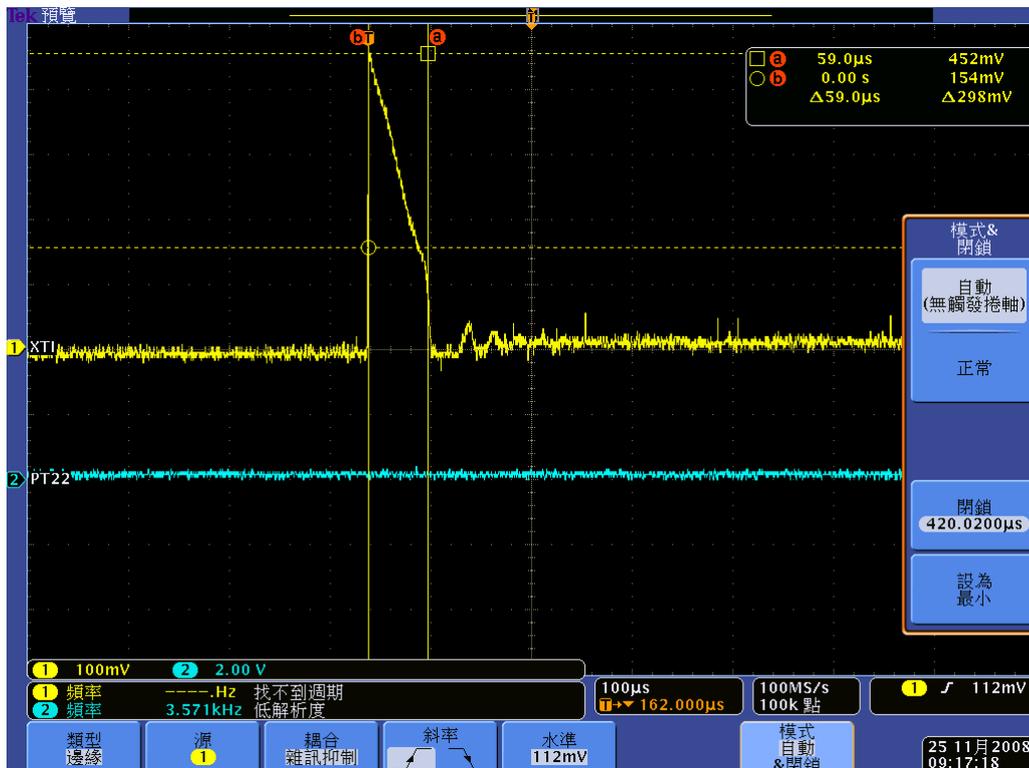
每 1 秒啟動 ADC 量測一次，每次啟動時間約為 4mS( MCU 啟動 1mS，VDDA 電源穩定時間 1mS，ADC 量測時間 2mS) 量測其間所需要消耗電流約為 3.15mA ( Load Cell 2.4mA, HY11P13 約 0.75mA)。所以平均電流為  $3.15\text{mA} \times 4\text{mS} / 1\text{s} = 12.6\mu\text{A}$ 。

在休眠模式下啟動看門狗所需要消耗電流約為 1.65uA。每小時自動歸零 1 次(約 1s)所需平均消耗電流約為  $3.15\text{mA} / 3600\text{s} = 0.88\mu\text{A}$ 。每天使用一次，每次使用時間約 1 分鐘其平均消耗電流為  $3.15\text{mA} / 1440 = 2.19\mu\text{A}$ 。

另外一個可能被忽略的計算的是對於 VDDA 外接電容充電所需要的電流。理論上其至少所需的平均電流(以每秒充放電一次)  $I = C \times V / t = 2.4\text{V} \times 1\mu\text{F} / 1\text{s} = 2.4\mu\text{A}$ 。下圖為我們接 VDDA 接上 1uF 電容時由示波器觀察，瞬間啟動 VDDA 壓差(電流的 Sense 電阻為 6Ω)每 1 秒啟動 ADC 的平均電流約為 17uA，每 2 秒啟動 ADC 的平均電流約為 8.5uA。歸零 1 次(約 1 秒)的電流為 3.15mA/S。3600 秒內未進入 Normal Mode 的平均電流：  
 $[(17\mu\text{A} \times 10\text{S}) + (3150\mu\text{A} \times 8\text{S}) + (8.5\mu\text{A} \times 3590\text{S})] \div 3600\text{S} \approx 15.5\mu\text{A}$

#### 4.1. VDDA 啟動瞬間電流

下圖為 VDDA 接上 1uF 電容時由示波器觀察，瞬間啟動 VDDA 電壓(電流的 Sense 電阻為 6Ω)。



圖表 4

$$\begin{aligned} \text{VDDA 平均電流} &= ((51\text{mA} \times 59\mu\text{S}) \div 2) + (23\text{mA} \times 59\mu\text{S}) \\ &= 2881.2 \text{ mA} \cdot \mu\text{S} \approx 2.8812\mu\text{A/S} \end{aligned}$$

從上面分析平均消耗電流總和約為  $12.6\mu\text{A} + 1.65\mu\text{A} + 0.88\mu\text{A} + 2.19\mu\text{A} + 2.88\mu\text{A} = 20.2\mu\text{A}$

### 5. 結論

本文介紹使用紘康科技的 HY11P 系列晶片來完成無開關自動啟動電子秤開發，由於 HY11P13 內建高解析度 ADC，可程式化增益放大器(PGA)，穩壓器，LCD Driver，所以我們只需要外接幾顆穩壓電容及 EEPROM 就可以完成電子秤開發，同時其 ADC 具有快速啟動並提供穩定而快速輸出的資料，讓我們可以非常省電監測是否有重量改變來完成無開關自動啟動功能。同樣的原理也可以適用於其他不同傳感器的應用，如胎壓監測、溫度監測、流量監測....等。

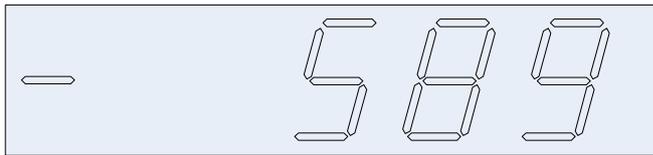
若使用紘康科技的 HY11P32 來完成無開關自動啟動電子秤開發，由於 HY11P32 內建 BIE(Build-In EPROM)，所以我們只需要外接幾顆穩壓電容就可以完成電子秤開發，同時其 ADC 具有快速啟動並提供穩定而快速輸出的資料，讓我們可以非常省電監測是否有重量改變來完成無開關自動啟動功能。

### 6. 範例程式操作說明

#### 6.1. 校正說明

如果 EEPROM 內如果無校正值，程式自動進入校正模式。如果需要重新校正先按 PT1.7\* 然後 Power ON，然後放開 PT1.7。

校正模式下首先 Show 內碼值

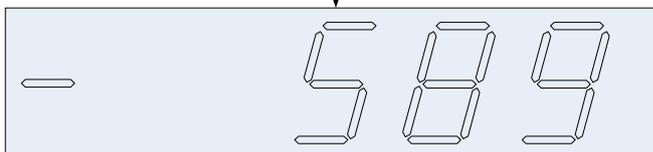
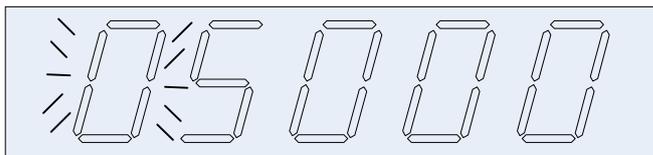


按 PT1.7，滿載重量(最大秤重範圍)

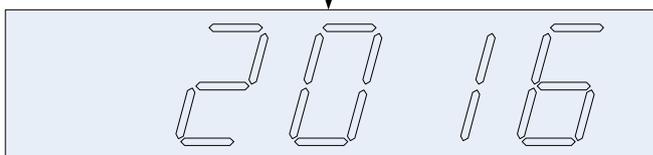
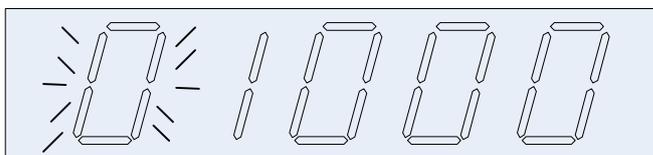
位數閃爍代表該位數輸入

按 PT1.3，數字往上遞增，由 0→9

按 PT1.7，數位右移，直到最後一位時進入零點校正，此時顯示內碼值，再按一下 PT1.7，存入零點值，並進入下一個流程



零點校正完成後，進入標準重量校正



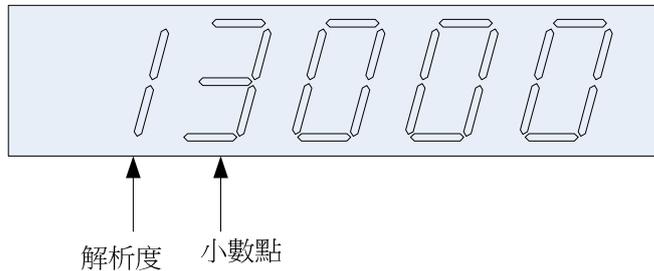
按 PT1.3，數字往上遞增，由 0→9

按 PT1.7，數位右移，直到最後一位時進入標準重量校正，放上輸入的標準重量砝碼，再按一下 PT1.7，存入校正值，並進入下一個流程

標準重量校正完成後，進入解析度與小數點位數選擇

按 PT1.3，數字往上遞增，由 0→9

按 PT1.7，數位右移，直到最後一位時，再按 PT1.7，將所有的值存入 EEPROM 後進入秤重模式



For HY11P13 進入校正模式及按鍵為 PT1.7；For HY11P32 進入校正模式及按鍵為 PT1.0

### 6.2. 秤重說明

For HY11P13

如果 EEPROM 內如果無校正值，程式自動進入校正模式。

按鍵 PT1.7→Zero 或 Tare

當重量小於滿載重量的 1/10，按此鍵為 Zero 功能

當重量大於滿載重量的 1/10，按此鍵為 Tare 功能

按鍵 PT1.3→內碼值與重量值，切換顯示

程式設定 40div 為自動開機啟動判斷依據

秤重穩定後，約 5 秒鐘時間，程式將進入休眠模式

秤重持續不穩定下，約 30 秒鐘時間，程式將進入休眠模式

For HY11P32

如果晶片 BIE 內如果無校正值，程式自動進入校正模式。

按鍵 PT1.0→Zero 或 Tare

該產品不具內碼值與重量值切換顯示功能

### 6.3. Auto Zero

當重量在零點範圍內 $\pm 1$  div，並在 1 秒鐘維持穩定狀態下，會 Auto Zero。如果 Auto Zero 大於滿載重量的 1/10，不再有此功能。

當重量持續約 30 秒鐘內低於 40div 時，則視為進入歸零動作。

歸零後，約 7 秒鐘穩定時間，程式將進入休眠模式。

### 6.4. 範例程式



HY11P13  
AutoON.rar



Auto\_ON\_HY11P32.  
rar