



汽車水溫上限警告控制器

勤益科技大學 電子工程系

摘要

我們常常在一般道路或高速公路上看見車輛拋錨停在路邊等待救援，而拋錨原因有 5~6 成是水溫過高而造成車輛拋錨，分析水溫過高原因不外乎從汽車水箱著手，為何從汽車水箱分析？原因是現在汽車引擎冷卻方式大部分為水冷式系統，其構造必須有一個水箱來裝冷卻液；當汽車保養不確實或水管破裂時使得冷卻液流失，造成引擎及水箱溫度升高，此時駕駛人在行駛路上只能從儀表板上溫度表初步確認水箱溫度高或低，但在一般汽車儀表板上的溫度表並未能詳細指出目前水溫的溫度及確認是否已超過上限值，若超過上限值而沒有一個警告機制來警告駕駛人做處理，輕者汽車冷氣不冷重者會因引擎過熱而導致引擎燒毀，更嚴重者會造成火燒車等事故，所以才有此作品的構想。此產品構想除了可在汽車業上做基本安全配備外，亦可由現有汽車做改裝(After market)；若要由汽車原廠製造業列入安全配備則僅在汽車電腦增加此功能即可，若汽車本身沒有增加此產品可由一般修車廠及改裝車廠作加裝，只要在水箱及水管增加感應器及在駕駛座增加顯示器即可完成。

關鍵字：汽車水箱、冷卻液、溫度表、警告機制、感應器、顯示器。

1. 前言

創作此作品最主要彌補一般汽車只用指針或數字顯示汽車水箱的溫度，但並未告知駕駛人若溫度升到一個上限值時所必須做出警告的機制及該有的處理動作。此作品最主要的功能除了可以顯示汽車水箱溫度外，還可以因溫度不同而使顯示器作出不同效果的警示功能，若水溫超過上限值則將引擎強制熄火的功能；該作品計畫使用盛群公司的 HT46 系列 MCU 的 AD、I/O 功能及 HT16 系列 LCD Driver (HT-1622)、並使用雙色 LED 及負性 4 個 8 字節 LCD 當顯示器、以及使用 AD590 溫度感應器感應汽車水箱溫度(本作品用 12V 直流電源搭配 150Ω 20W 電阻來模擬汽車的水箱溫度)。表 1 為在不同溫度值所表現出來的效果與動作反應。



水溫狀態	LCD 顯示效果及動作
正常溫度 35° C 以下	LCD 維持為藍色
溫度超過 35° C	LCD 變紅色
溫度超過 40° C	LCD 變紅色閃爍
溫度超過 45° C	LCD 紅藍相間變色，並發出警告音樂。
溫度超過 50° C	LCD 變紅色閃爍，發出警告音樂，且強制將電源關閉。

表一 水溫狀態不同時所顯示效果與動作

參考表一的動作與顯示效果，相信駕駛人可以清楚由本作品所顯示的溫度值判斷目前汽車水溫的狀況來做相對的措施，即使對汽車水箱溫度並無任何概念，也能由顯示器的顯示效果判斷汽車的狀況，但前提是必須將各車廠的水溫警戒值寫入 MCU，依據不同的顯示效果讓駕駛人了解目前水溫狀況。

2. 工作原理

本次作品工作原理可分成 MCU 工作方式、溫度感測器(AD590)、運算放大器、LED 變色電路、音效控制電路及 LCD Driver 等，以下將分別說明 HT46R232、HT1622、AD590 及其他電路的特性及工作原理。

2.1 HT46R232 工作原理及特性運用

HT46R232 最多有 40 個雙向輸入/輸出埠可供資料傳輸用，以及 2 個 16 位元可程式計時、計數器及 1 個與輸入/輸出共用的外部中斷輸入；內建晶體和 RC 振盪電路，振盪方式由外部電路決定；另外記憶體部分有 8 層堆疊深度、4096×16 程式記憶體(ROM)及 192×8 資料記憶體(RAM)；特殊功能有看門狗定時器(WDT)、8 通道 10 位解析度的 A/D 轉換、4 通道 8 位元的 PWM 輸出，且提供 HALT 和喚醒功能可降低電源功率損耗，表 1 為工作頻率對應 VDD 的對照表，本次作品除了 PWM 及 RC 震盪未使用外，其餘功能均已使用到；表二為說明 HT46-R232 於不同頻率運作時的 VDD 電壓值。其技術特性為低功率全靜態 CMOS 設計，消耗電流 TYP. =2mA(當 VDD=5V 時，使用石英晶體振盪)，指令及採用 RISC 的架構，於韌體設計時較為簡易。

工作頻率(fs _{sys})	工作電壓(V _{DD})
4MHz	2.2V~5.5V
8MHz	3.3V~5.5V

表二 HT46R232 於不同工作頻率時的工作電壓範圍



本次作品在 HT46R232 運用除了利用 MCU 內基本的輸入\輸出功能外，也使用較進階的算術運算及 AD 轉換功能；輸入\輸出的功能主要是將 MCU 運算出來的溫度值經由 PA 輸出信號給 HT1622，HT1622 工作方式由下一點說明；運算功能則使用到連續加法指令所做成乘法功能及連續減法指令所做成的除法功能，在軟體應用上則使用了”ADD”、”RRC”、”RLC”等三種指令；AD 轉換功能 A/D 轉換 HT46R232 有 8 個通道、10 位解析度(9 位精度)的 A/D 轉換器。其參考電壓為 VDD。

與 A/D 轉換有關的暫存器有 4 個：A/D 轉換暫存器低位元組 ADRL (24H)、A/D 轉換暫存器高位元組 ADRH (25H)、A/D 轉換控制暫存器 ADCR (26H)和 A/D 轉換時脈設定暫存器 ACSR (27H)等。當完成 A/D 轉換後，可從 ADRH 和 ADRL 讀取 A/D 轉換結果。ADCR 用來定義 A/D 通道數量、類比輸入通道選擇、A/D 轉換開始控制和完成標誌。如果要進行 A/D 轉換，要先定義好 PB 埠的設定，選擇轉換的類比通道，然後給 START 控制位一個上升沿信號和一個下降沿信號(0→1→0)。完成 A/D 轉換後，EOC 位會被清除，並且產生 A/D 轉換中斷(如果 A/D 轉換中斷允許)。ACSR 是 A/D 時脈控制暫存器，用來選擇 A/D 的時脈來源。A/D 轉換控制暫存器用來控制 A/D 轉換。

ADCR 的第 2~0 位用來選擇類比 Chanel 輸入，總共有 8 個 Chanel 可以選擇。ADCR 的第 5~3 位用來設定 PB 的工作模式，PB 可以做為類比輸入 Chanel，或是數字輸入/輸出埠，由這 3 位元來決定。如果 PB 選擇為類比輸入，則其輸入/輸出功能和 Pull High 電阻將失效，而 A/D 轉換電路會被致能。EOC 位(ADCR 的第 6 位)是 A/D 轉換結束旗標位元。透過檢測這個旗標位元可以知道 A/D 轉換是否結束。ADCR 的 START 位用來開啟 A/D 轉換，給 START 位一個上升沿信號和一個下降沿信號可以開始 A/D 轉換。為了確保 A/D 轉換順利完成，START 位應保持為“0”，直到 EOC 位變為“0”(A/D 轉換完成)。AD 轉換可以使用輪詢方式或是使用中斷方式來完成；若是使用輪詢方式只要檢查 EOCB 位元是否為“0”；若使用中斷方式則需設定 AD 中斷請求智能 EADI (INTC1.0)=1，若以轉換完成後則會引起中斷請求。

2.2 HT1622 LCD Driver 工作原理及特性運用

HT1622 為一 32 Segment * 8 Common 的 LCD 驅動器，其特性為如下：

1. 工作電壓：2.4-5.2V。
2. LCD 驅動條件為 1/4Bias、1/8Duty。
3. 兩種蜂鳴器頻率(2KHz/4KHz)。
4. 3-wire serial interface。
5. 內建 time base generator 以及 WDT Time base or WDT 溢位輸出 8 種的 time base/WDT 的時脈輸入。
6. 提供省電模式。
7. 內建 32*4 bit 顯示記憶體。
8. VLCD 接腳可用來調整 LCD 輸出電壓。

HT1622 可軟體控制使其適用於多樣化的 LCD 應用線路，只用到 3 至 4 條訊號線便可控制 LCD 驅動器，除此之外也可介由指令使其進入省電模式。在本次作品因 LCD 為廠商提供，其 LCD 規格為 8 Segment * 4 Common，但驅動條件為 1/8 Duty、1/4Bias、VLCD 為 4.5V，正好符合 HT1622 的驅動條件。



2.3 AD590 工作原理及特性運用

AD590 為一個 PTAT (Proportional To Absolute Temperature) 的電流調節器 (Current Regulator)；它的輸出電流正比於環境溫度，AD590 的電流溫度係數為 1uA/K；也就是說溫度每上升 1°K，電流就上升 1uA，在絕對溫度零度時(凱式溫度零度)，其電流為 0。AD590 之主要特性如下：

1. 線性的電流輸出：1uA/K
2. 反應溫度範圍：-55°C ~ +150°C
3. 工作電壓：+4V~+30V
4. 高輸出阻抗：>10MΩ

在本作品 AD590 元件所擔任的工作為電流變化型感測，此種形式的感測器會因物理量的變，而造成電流的變化，一般其電流變化可表示為如下線性式：

$$I(T) = I(0) + \beta T$$

其基本的轉換電路有壓降法與分流法兩種，以下將分別介紹。

1. 壓降法：

若串聯固定電阻 R，則電流流過此電阻時會在電阻上產生壓降，所以其壓降可表示為：

$$V(T) = I(T) \times R$$

因此，可獲得輸出電壓 V(T) 與溫度 T 間之線性關係式。

2. 分流法

此法是利用運算放大器的虛短路原理，輸出電壓可寫成 $V(T) = \beta T \cdot R_2$ 即可獲得輸出電壓 V(T) 與溫度 T 間之線性關係。

本次作品採用分流法，當外界溫度改變時，利用 AD590 的特性會因不同的溫度而是輸出電流不同，但因 VDD 電壓範圍只有 0~5V，且 AD590 可偵測溫度範圍為 -55°C ~ +150°C，若要依據所提供之工作電壓來轉換，對於提供給 MCU 的信號解析度肯定不足而造成溫度偵測會有很大的差異，故將在作品結構說明運算放大器的工作原理。

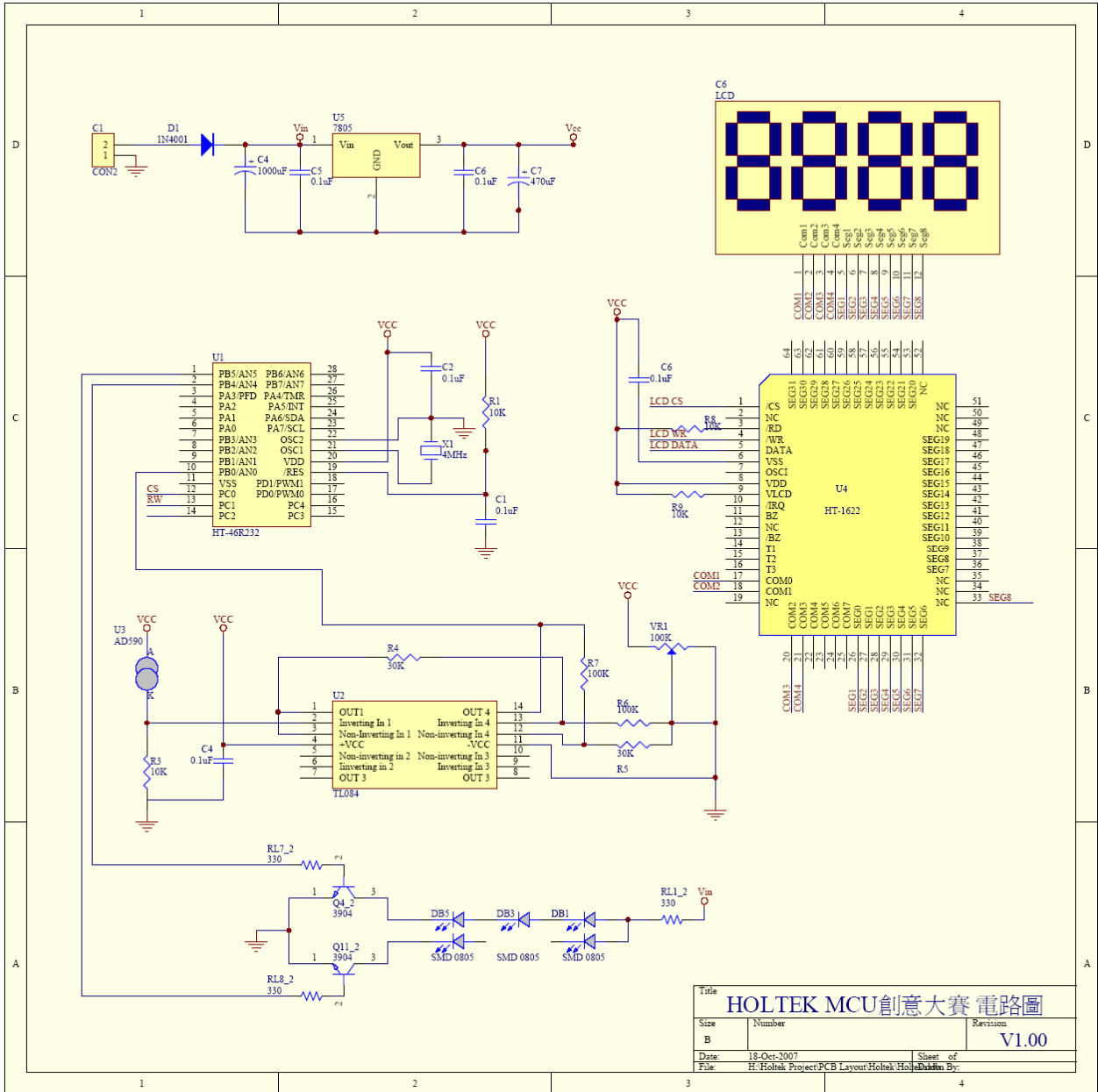


2.4 其他電路工作原理

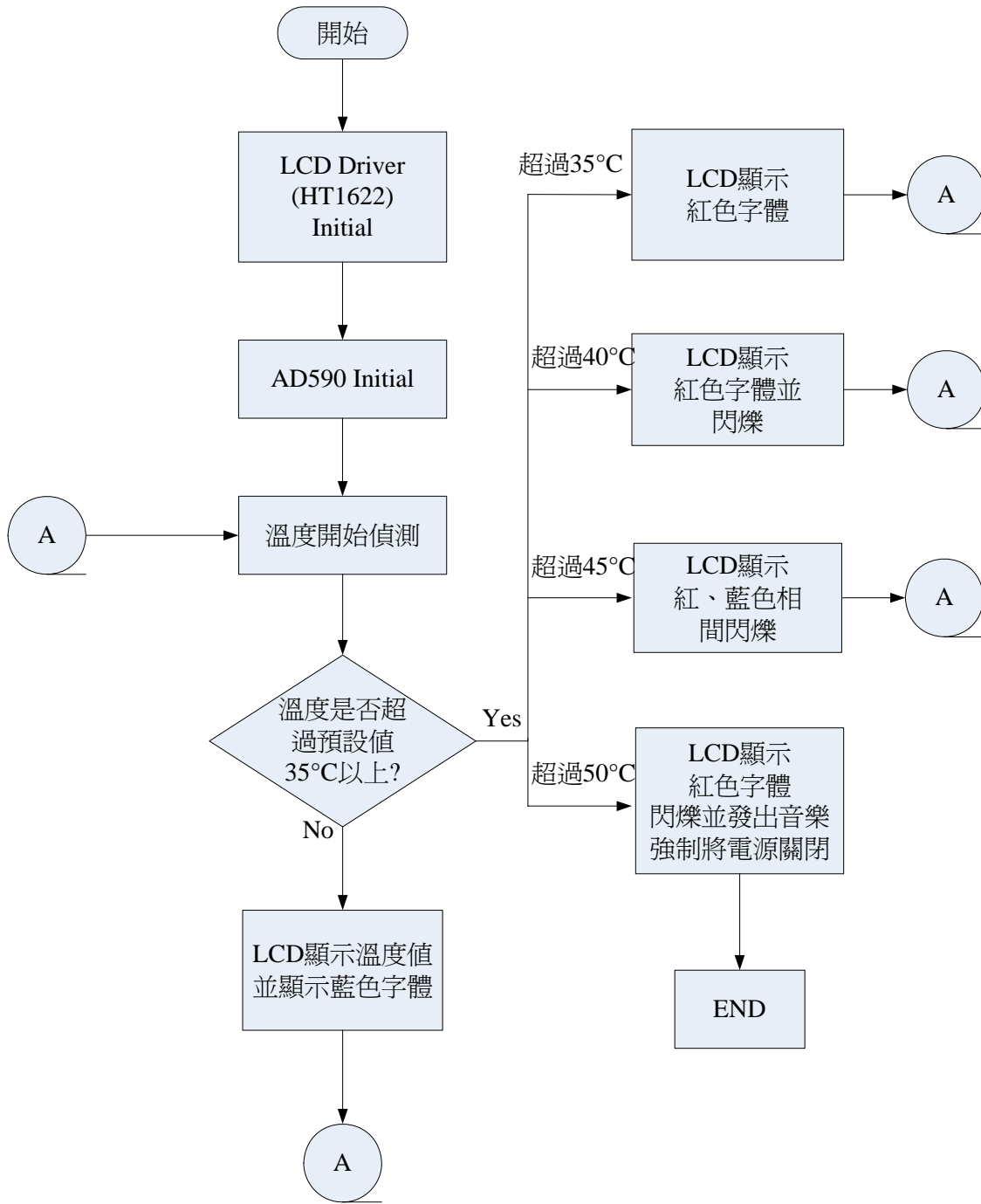
在本次作品最大的特色為 LCD 字體顏色可以做變化，其實是 LCD 顯示方式使用 Negative Mode，特性是若 LCD 未顯示時其底色為透光率極低且為深藍底色，若有顯示時 LCD 顯示字節則為透明的，此時若在 LCD 底部打上背光，則 LCD 顯示的顏色就會跟背光顏色一樣，故利用此特性將 Light Bar 用雙色 LED 焊接，且用電晶體開關電路做顏色切換，若需要做不同效果則由軟體上設定，例如若溫度值在正常溫度 35°C 時則設定藍色背光顯示；若溫度值在 40°C 時則設定 LCD 變紅色閃爍，所以在 LED 變色電路則使用電晶體開關電路搭配 HT46-R232 輸出埠來控制變色；至於音效電路模板則是在電子材料行購買的現成品，但也需要外部電路控制，所以在不同的動作需要有不同的音效時，則在軟體設定上做信號輸出即可發出不同的音效，在未來若有足夠的相關電路資料則可運用於本作品，使其更動性提高。

3. 作品結構

在作品結構中可分成硬體架構及軟體設計，硬體架構可參考第 4 頁電路圖(圖一)，軟體結構可參考第 5 頁流程圖(圖二)；硬體架構上大致可區分成 MCU 單元、LCD(或 LCM)單元、溫度感測單元與音效單元，而 LCD 單元有可細分出 LCD、LCD Driver 及 LED 變色電路等；在 HT46R232 與其他電路或元件搭配上除了在工作原理稍微提到外，還有 AD 轉換的功能；其各單位的連結說明大致為感測器單元將溫度感測後所產生的電流值，經由運算放大器將其放大後送至 HT46R232 做 AD 轉換，轉換後的資料經由 MCU 顯示成 HT1622 可接受的資料值並顯示出溫度，同時判斷溫度是否已超過表 1 所示之各個溫度限定值，再送出切換信號給 LED 變色電路及音效電路，這樣即達成本次作品的功能要求，所以在 MCU 所使用的 AD 轉換已經是核心功能，若在軟體並沒有妥當規劃，可能會造成溫度直不準，甚至造成誤動作，而 AD 轉換的功能依據則來自 AD590 所提供的信號，並經由運算放大器放大，而運算放大器的功能是要改善因電壓的變動太小而造成數位輸出位元永遠不會變化，所以運算放大器在本次作品運用差動放大器的特性加以克服此問題，故在電路的搭配上任何節點均不能有任何差錯。軟體的規劃上除了在前言上提到使用算數指令外，還使用了乘積值轉換成十進制的程式，最主要是將 AD 轉換值轉成十進制，好讓 LCD 能顯示溫度值；另外顯規劃出判斷的程式，因為此判斷程式是本作品重心所在，而此程式運用在 LED 變色判斷，所以在判斷程式中必須比較轉換值為多少，才能確認需要變成哪種顯示狀態；所以本次作品上 MCU 的應用由基本層面運用到進階層面，也完全能振此機會了解 Holtek 公司所設計的 MCU 及其功能。



圖一 本次作品電路圖

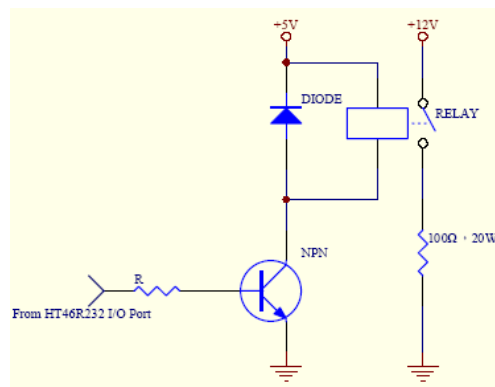


圖二 本次作品程式流程圖



4. 測試方法

本次作品測試方式參考圖三所示電路圖，因我們不可能在現場擺一輛汽車做測試，固測試方式則採用 DC12V 電壓於 100Ω 、20W 固定電阻上通電加熱，再將溫度感測器 AD590 靠近電阻，此時溫度值會因通電的時間將電阻緩慢加熱，這時電阻即能模擬汽車水箱的溫度，而我們可以從 LCD 上讀出溫度值，且顯示的效果會因不同的溫度值而有不同的變化，若溫度值超過程式所設定的上限值則 MCU 會送出斷電信號將 DC12V 電源切斷，這時就是模擬當溫度超過上限值時就將引擎強制關閉的動作。



圖三 模擬汽車水箱的電路

5. 參考文獻

1. HT46R232 Specification Handbook (V1.40, Nov. 23, 2005, Holtek Semiconductor Inc.).
2. HT1622 Specification Handbook ((V1.40, Feb. 06, 2007, Holtek Semiconductor Inc.).
3. HT-IDE3000 User's Guide (繁體中文版) (Jul. 2006, Holtek Semiconductor Inc.).
4. HT46 系列微控制器理論與實習 C 語言版(李文昌, Oct. 01, 2006, 宏友圖書).
5. HT46xx 微控制器理論與實務寶典(附範例光碟片)(修訂版) (鍾啟仁, Aug. 22, 2006 全華圖書公司).