

# 中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

高中組 生活與應用科學科

佳作

040814

用電防災節能屋

學校名稱：國立大甲高級工業職業學校

作者：  職三 張笙振  職二 王思閔  職二 黃羽鴻	指導老師：  謝易裕
---	------------------

關鍵詞：用電安全、電器火災、預防火災

## 摘要

設計兼具用電防災與用電節能之保護系統，並提供防範電器火災之道。電暖器或除濕機可能因為人為操作不當產生異常高溫或自燃導致火災，本作品可於發生重大災害之前，預先關閉電器，阻止高溫繼續延燒。當偵測電器周圍溫度超過 40°C 時，電源會立即跳電，並啟動「語音廣播」與「警告字幕」，即使住戶外出也不用太擔心，系統已關閉危險電器，「第二字幕機」仍保留顯示以便讓主人返家時可儘速掌握，字幕提供簡易故障排除技巧。設計「聲控安全插座」以及「磁性安全插座」，解決老人或小孩夜間摸黑找不到開關容易跌倒的問題，只要以聲控方式即可點燈或關燈。節能方面：自由選擇節能模式，只要外出時關門，就會自動幫你關電節能，並以有語音提示以及電表顯示耗電量。

## 壹、研究動機

本組針對可能發生電器火災之電器，在「用電安全」與「用電節能」方面進行溫度控制與電源管制的研究，以改善人類居家生活之安全。本組在動機方面，想到凜冽的寒冬，家家戶戶經常使用電暖器來取暖，但電暖器和除濕機可能因人為操作或零件不良、短路產生異常高溫，而造成電器火災或自燃，人為操作不當如：電暖機傾倒、摔落、放置在易燃物旁等。

根據報導「除濕機」是意外通報最多的商品，根據台北市消防局統計，台北市 92 年到 98 年，使用除濕機不當引發火警的比例為 24 件 5%；使用電暖器不當也有 14 件。根據內政部消防署統計 98 年因**電氣設備起火的件數**計有 846 次，**佔總起火原因的 32.3%**，2011 年台電網頁宣導事項中特別強調電熱器周圍不得放置易燃物品，以免發生火災，因此本研究欲利用溫度監控來加強電暖器或除濕機的預警及保護功能。

使用時只要將本溫度控制器放置於電暖器或除濕機附近周圍(吹熱氣範圍)，當電暖器或除濕機災害發生且使室內產生高溫之前，預先關閉發熱電器並啟動安全裝置。

聯合新聞網(民 94)報導：台電表示國內因為沒有拔插頭所浪費的電力(待機電力)，每年浪費電費將近新台幣 60 億元，成為近年家庭用電成長快速項目之一且未來隨著智慧型家電的比例升高，待機電力的消耗將會越來越多。環保署推動十大減碳宣言，其中包括「隨手關燈拔插頭」，可知電不用時，完全切斷待機耗電品的重要性。。

## 貳、研究目的

- 一、研究電暖器或除濕機造成電器災害前能預先切斷發熱電器，並防止災害擴大。
- 二、探討使用電暖器之安全距離，避免放置距離過近、人為操作不當，而造成人體傷害或電器火災，歸納出安全的擺設位置。
- 三、研究除濕機發熱溫度與時間之關係，並提出防範電器火災之道。
- 四、運用電晶體工作模式原理，設計驅動電路以完成溫度控制。
- 五、設計用電節能裝置，包括：出門自動節能關電、聲控關電、手動關電節能、顯示待機耗電等。
- 六、研究聲控家電功能，以利大人快速保護小孩之用電安全，解決夜間摸黑找不到開關容易跌倒的問題，設計新型安全插座，以改善傳統插座易使民眾跌倒之缺點。

## 參、研究設備及器材

表 3-1 使用設備與材料

表 1 使用設備與工具

項次	品名	規格	數量	單位
1	數位示波器	TDS-3210	1	部
2	電源供應器	0~30V	3	個
3	三用電表	DCV,ACV,DCmA	1	個
4	電烙鐵	110V	6	個
5	麵包板		5	個
6	多功能功率表	12V	1	個
7	溫度計	0~100° C	1	個
8	萬用鉗		1	個
9	導線	1.25mm <sup>2</sup>	20	米
10	安培表	3A	1	個
11	單晶片燒錄器	89S51	1	個

表 2 使用材料(聲音控制器)

項次	品名	規格	數量	單位
1	電阻	220Ω	1	個
2	電阻	1.2KΩ	1	個
3	電阻	3.3KΩ	1	個
4	電阻	5.6KΩ	1	個
5	電阻	20KΩ	1	個
6	電阻	68KΩ	1	個
7	電阻	100KΩ	1	個
8	電阻	300KΩ	3	個
9	電阻	1.2MΩ	2	個
10	電阻	3.9MΩ	1	個
11	半固定可變電阻	20KΩ	1	個
12	半固定可變電阻	1MΩ	1	個
13	電容	0.048Mf	1	個
14	電容	0.01Mf	1	個
15	電容	0.1Mf	2	個
16	電容	10Mf	2	個
17	電容	100Mf	2	個
18	電容	1000Mf	1	個
19	二極體	1SS53	1	個
20	二極體	RA-1	1	個
21	發光二極體	紅色	1	個
22	電晶體(NPN)	MLC945P	3	個
23	繼電器	8V	1	個
24	AC-插座	110V	1	個
25	降壓變壓器	110V/8V	1	個
26	麥克風	電容式	1	個
27	IC	VC-4011	2	個

表 3 使用材料(溫度控制器)

項次	品名	規格	數量	單位
1	電阻	100Ω	8	個
2	電阻	1KΩ	6	個
3	電阻	2.2KΩ	1	個
4	電阻	5KΩ	1	個
5	電阻	10KΩ	5	個
6	電阻	100KΩ	2	個
7	可調式電阻	5KΩ	2	個
8	電容	150Pf	1	個
9	二極體	IN4001	2	個

10	電晶體(PNP)	CS9012	6	個
11	繼電器(2C)	5V	3	個
12	運算放大器	Ma741	2	個
13	共陽極七段顯示器	4 位數	1	個
14	溫度感測器	AD590	1	個
15	單晶片	89S51	1	個
16	固態繼電器	SSR	1	個

## 肆、研究方法或過程

### 一、研究步驟

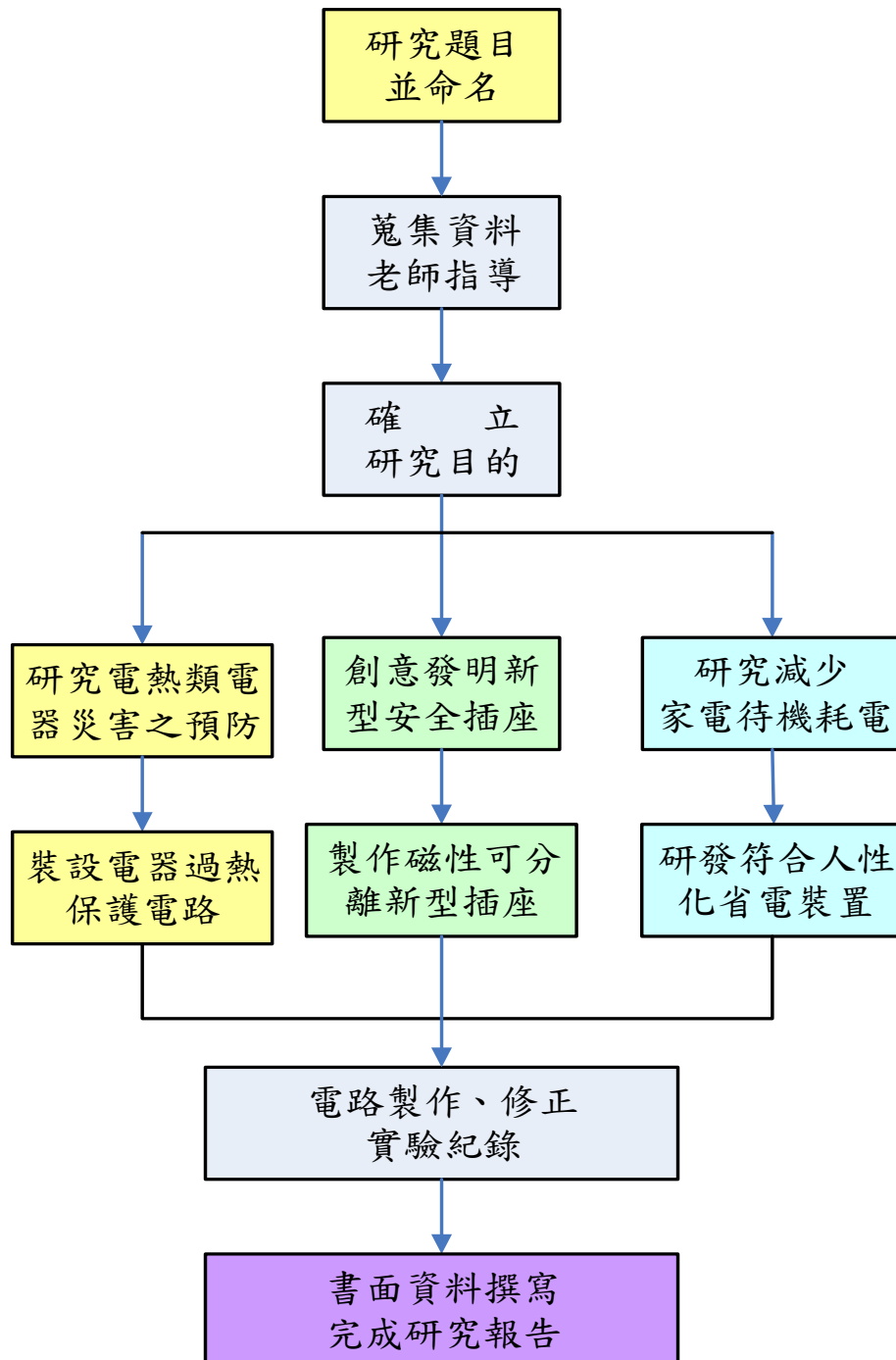


圖 4-1 研究步驟

## 二、電路硬體方塊圖

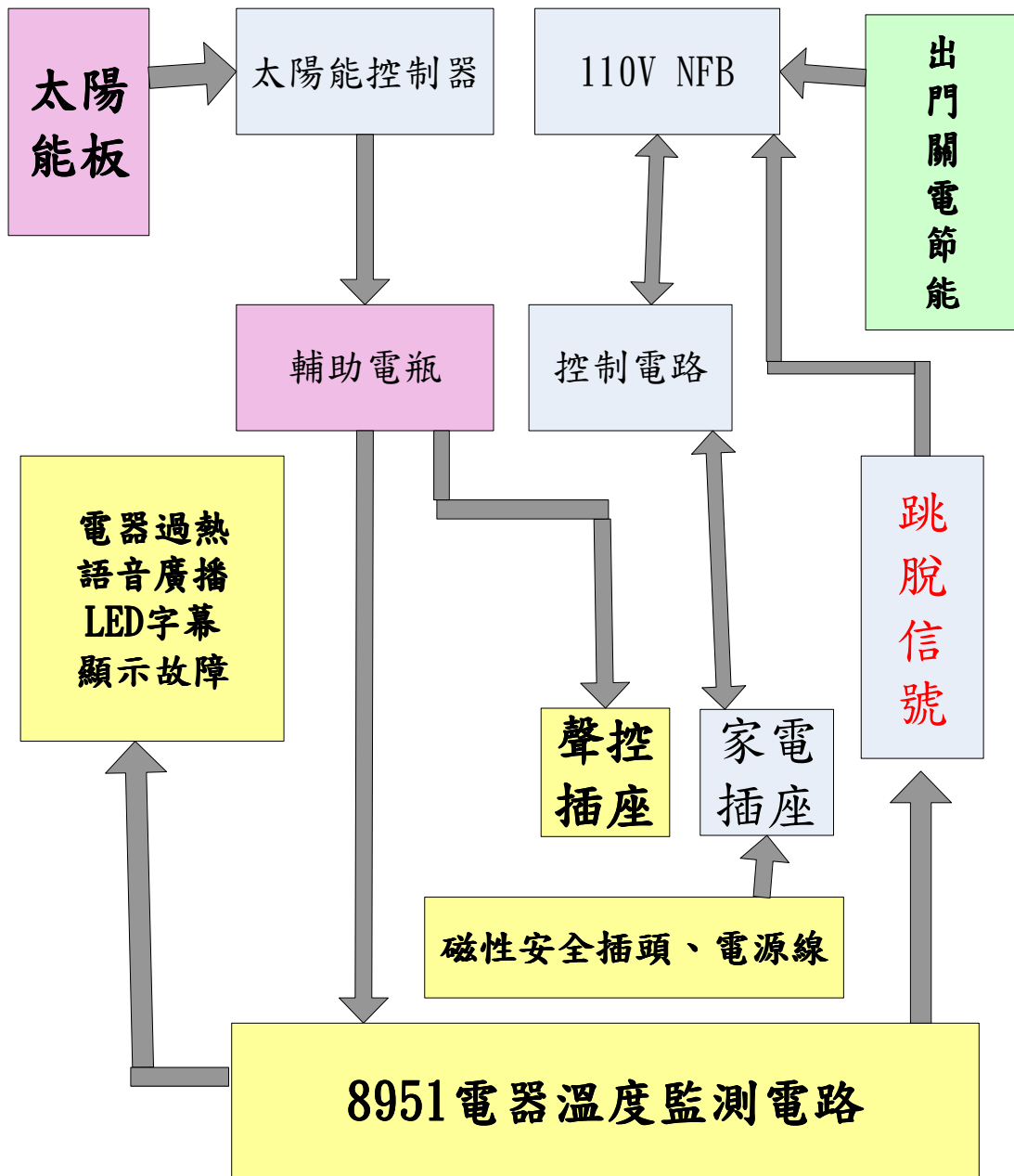


圖 4-2 電路硬體方塊圖

如圖 4-2 所示，包含用電安全電路：提供電暖器災害保護。用電節能電路：出門節能以及聲控插座、安全插座等電路，並由太陽能及電瓶供電。

## 三、文獻探討

### (一)用電防災及相關案例

當電暖器或除濕機可能因為人為操作不當或自燃，使室內產生高溫。

「用電安全」係指民眾在使用電器時應注意的安全事項，避免因疏忽而引起感電或漏電的意外事故，造成生命財產的傷害。台灣電力公司(民100)網頁宣導用電安全：**電熱器周圍請勿放置書籍、衣服等易燃物品**，以免發生火災。

依中央社記者林淑媛(民 100)報導：經濟部標準檢驗局官員指出，**除濕機是意外通報最多的商品**，標檢局已公告召回…等 12 個品牌共 39 個型號的除濕機，因零件有問題出現自燃危險，提醒民眾檢查家中除濕機型號，若有問題立即請廠商檢修，且廠商不得收費。

2010.01.27華視新聞報導：高雄一名七十歲老先生因為天氣冷，睡覺時把電暖器放在腳邊，沒想到居然被燙成二度灼傷。

基於以上文獻提示，本組欲製作預防電器火災之作品，能在電器產生高溫之前中止電器通電，並及時以聲光信號通知屋主處理。

**漏電斷路器的原理**是當電路有漏電時，漏電斷路器（Earth Leakage Circuit Breaker，簡稱 ELCB），能迅速跳脫，以切斷來保護使用者免於感電的危險（謝進發、鄭錦鈞，民99）。

本研究採用之 ELCB 規格為高感應電流、高速型，詳細規格為 2P，250V，30mA，0.1 秒，5KA。

## (二)用電節能方面

依成功大學研究生郭伯巖(民94)指出：不可忽視家電的待機耗電，老舊效率差的家電設備(約10年以上)耗電量相當高，音響、冷氣與電視機都是具有待機耗電的家電設備，長期不用應將插頭拔開(郭伯巖，民94)。

聯合新聞網(民94)報導：一般家庭將近有20台電器隨時插在電源上，除了冰箱，還包括冷氣、洗衣機、電風扇、電視機、DVD播放機、烘碗機、排油煙機、音響、微波爐、熱水瓶及電腦周邊設備等。

陳玉樹(民97)針對某科技大學的研究發現：學校用電設備待機耗電量約暫用電量2%，以學校夜間12點後，學校用電為1000kw左右，其中設備待機耗電量約有50kw~150kw，故設備待機耗電量是非常高的。

## (三)電熱器與除濕機發熱原理與適宜溫度

### 1、電熱器使用溫度

依蔡朝洋（民95）的研究指出：電熱器在使用上，除了需時加擦拭，保持反射盤的清潔，以免因灰塵而減低反射效能外，尤應注意安全問題。尤其在冬天的夜晚使用，不可過於靠近衣物、棉被，**以免造成火災**，插座則以使用陶瓷的專用插座為佳。

表4-1 使用暖氣時最適當的室內溫度

房間的名稱	適宜的室溫
客廳	18~20度
臥房	16~18度
辦公室	18~20度
醫院病房	18~20度
醫院手術室	26~28度
商店	16~18度
輕工業工廠	16~18度

如表 4-1 所示，**電暖器適宜溫度為 28 度以下**，考量室溫有可能超過 30 度，故本研究以超過 40°C 會啓動安全裝置，電暖器吹風範圍溫度降低於 30 度時解除過溫度警報。

### 2、電熱器的發熱原理：

電熱器又名電暖器。係利用電流通過電阻綫產生能量，以取暖的電器。

### 3、除濕機注意事項：

**除濕機**在使用時的周圍溫度**超過40度以上**時，系統內的壓力會增高而使壓縮機過載，又周圍溫度低於15度時，隨著蒸發器表面的水滴會結冰而使除濕機失去除濕效果。所以**除濕機必須在15~40度之範圍內使用**。

故本研究以**40度**當作電器災害溫度偵測的上限溫度，若超過40度，視為發生電器災害，將會啓動所有的安全裝置。

## (四)除濕機的發熱與工作原理

當蒸發器內要蒸發時，其潛熱使蒸發器的表面冷卻而使溫度降低，然後把外面的空氣吸

進來通過蒸發器，其表面和空接觸產生了水分的凝結，成為露珠滴了下來。再把乾燥的空氣送出，一質不停反覆這個動作達到除濕的效果(鄧榮斌，民 85)。

#### 四、用電防災電路設計

##### (一) 溫度控制及驅動電路

##### 1、溫度感測器

如圖 4-3 所示，溫度感測器採用 AD590，用以偵測電熱產品之附近溫度。



圖 4-3 溫度感測器

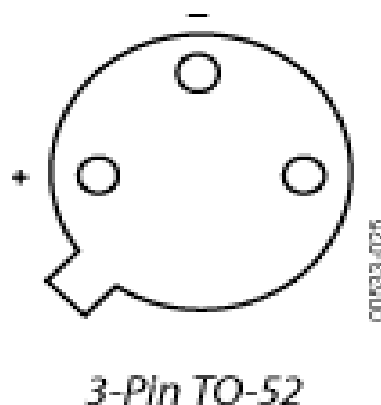


圖 4-4 AD590 接腳圖

接腳圖如圖 4-4 所示，和一般電晶體的外型相似。AD590 的輸出電流與絕對溫度成正比，溫度每升高 1 度 K 輸出電流就增加  $1 \mu A$ ，計算其輸出電流:

$I=(273+T) \mu A$ ，式中 T 為溫度(°C)。可知當溫度越高時，AD590 輸出電流越大，使電路輸出電壓上升。

##### 2、溫度控制及推動電路

**運用 A/D 轉換原理，將溫度感測之類比電壓信號轉換成數位信號**後，微電腦才能將資料進行處理

如圖 4-5 所示，目的在監控電器周圍溫度，預防電暖器造成危險高溫，並可將室內溫度，顯示於七段顯示器上，以 89S51 單晶片設計溫度控制程式如附錄所示，當溫度超過 40 度高溫時，如圖 4-5 所示單晶片 8951 令繼電器動作，使附近的開關 NFB 自動跳電，並發出「電器異常高溫語音廣播」和「LED 字幕警示」，如圖 4-6、圖 4-7 所示，R1、R2、R3 ON，當故障排除後，溫度下降低於 30 度時(恢復安全溫度)，則繼電器 R1、R2 OFF，停止語音警報廣播，透過自保持迴路，R3 仍然 ON，使第二個中文 LED 警示字幕顯示「曾發生電器火災警告」，以便使屋主返家後及時處理電器災害、掌握狀況，待按下重置鍵後，LED 字幕才會停止警告顯示，故本裝置即使主人外出不在，系統仍會預先幫你切斷高溫電器。「語音廣播警報」內容：電器異常高溫警報，請檢查電器用品並移開易燃物。

溫度控制設定方法：首先參考電熱器使用適宜溫度最高為  $28^{\circ}C$ ，設定溫度控制的上下限，高溫= $40^{\circ}C$ ，低溫= $30^{\circ}C$ ，若電暖器附近的感測溫度超過 40 度，會使繼電器全部動作啟動安全裝置，程式設定如下：

```
#define on 40
#define off 30
if (results>=on)relay=0;
/* 若溫度>=40 度，則開啓繼電器 */
else if (results <=off) relay=1;
```

/\*若溫度 $\leq 30$ 度，則關閉繼電器\*/

如圖 4-5 所示，在硬體電路接線方面：本組將 ADC0804 的輸出資料接腳連接到 89S51 的 PORT0，而 ADC0804 之 RD 接腳連接到 89S51 之 WR 接腳、ADC0804 之 RD 腳連接到 8x51 之 RD 接腳，使 ADC0804 變成是 8x51 的「外部記憶體」，而 ADC0804 之 INTR 接腳連接到 89S51 之 P3.2 接腳，可當成一班輸入埠，以偵測 ADC0804 是否完成轉換；以中斷方式處理。將轉換後的數位信號，輸出到 PORT2 所連接的四位數七段顯示器，而其掃描信號透過 PORT1 送出去。由 P3.3 輸出到兩組電晶體開關電路，以驅動三組。

電晶體開關電路設計：運用電晶體飽和與截止工作模式之原理，當 P3.3 腳輸出 0，繼電器內阻 $=160\Omega$ ，切入電壓 0.6V 時，測出  $\beta = 150$ ，計算出  $I_{C(sat)} = (5-0.2) \div 160 = 30\text{mA}$ ， $\beta I_B > I_{C(sat)}$ ，電晶體飽和，當溫度超過 40 度時，啟動繼電器及安全裝置，溫度低於 30 度時，關閉繼電器及部份大多數的安全裝置。



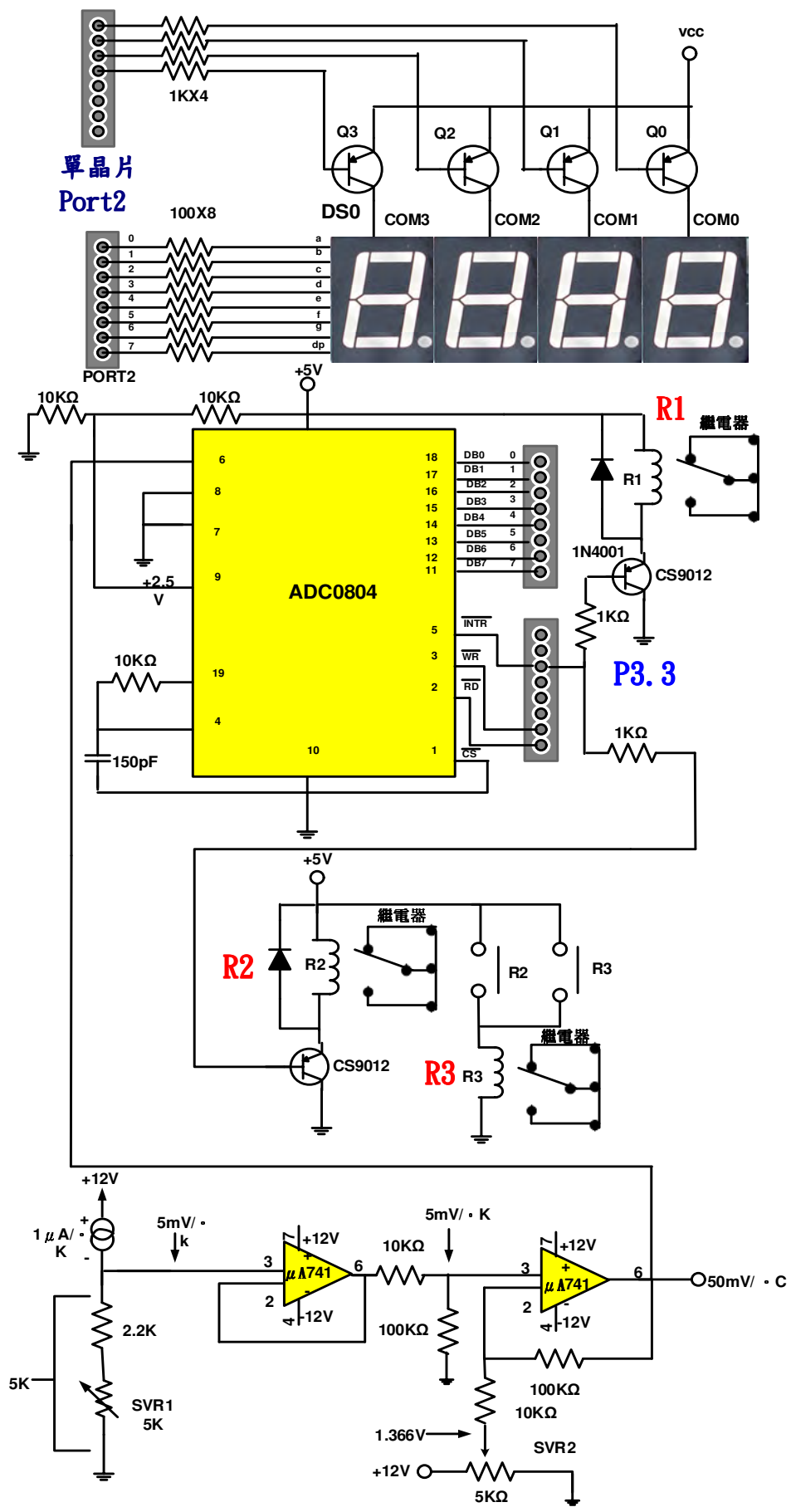


圖 4-5 溫度及安全裝置控制電路

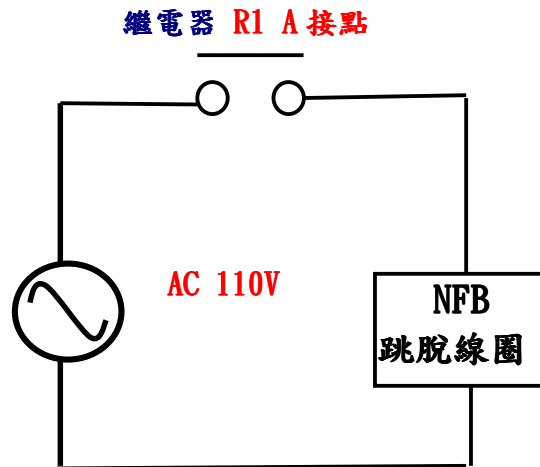


圖 4-6 高溫 NFB 自動跳脫圖

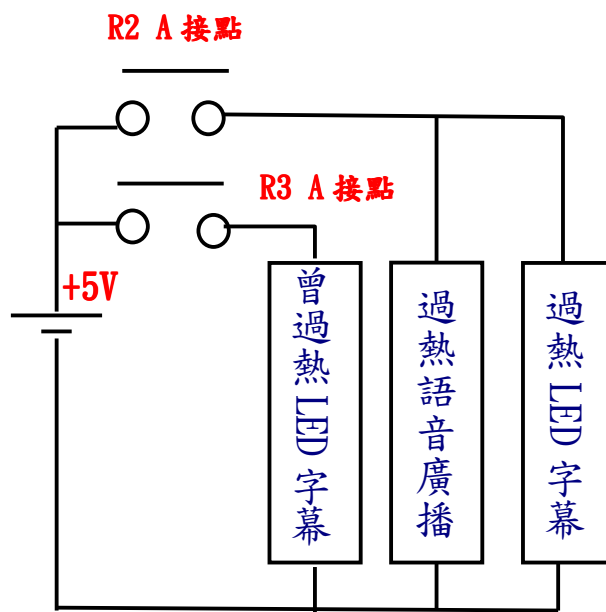


圖 4-7 電器周圍高溫警報電路

完成電路焊接之溫度控制器電路板如下圖所示



圖4-8 完成溫度控制器電路板

## (二)聲控插座安全電路

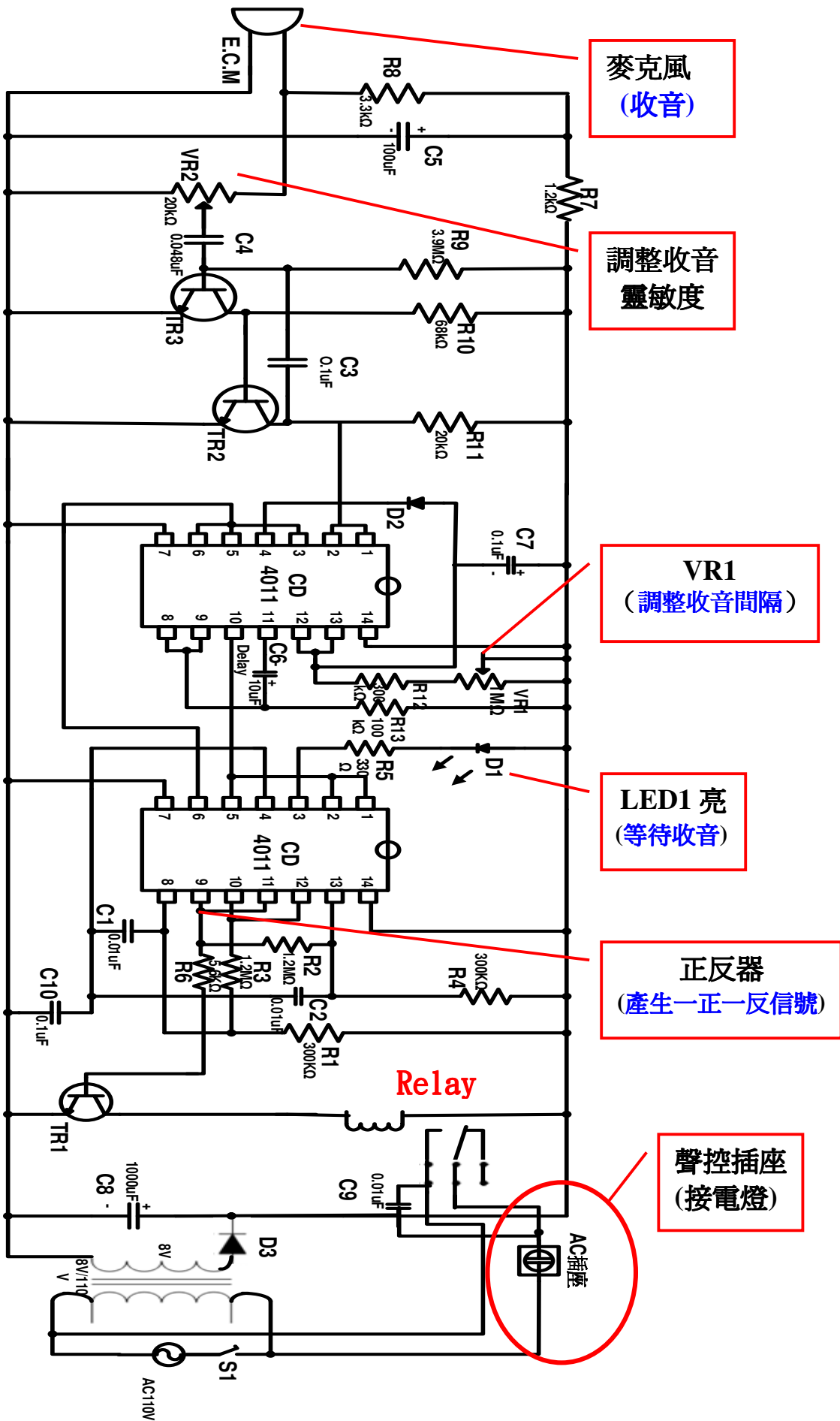
聲控插座電路設計電路圖如圖4-9所示，成品如圖4-10所示，由於夜間關燈後如圖4-12非常昏暗，老人或兒童摸黑行動具有危險性，為使大人快速保護他們用電安全，因此設計以聲控方式開關電燈，解決夜間摸黑找不到開關容易跌倒的問題。

主要是可以聲音(如連續拍手兩下)來對插座作ON/OFF控制，先拍手兩下ON，再拍兩下OFF，拍手間距可調以防干擾或不小動作，特別適用於大人控制兒童使用家電，只要小孩有危險時，拍手即可使插座斷電，為防止他別人拍手，不小心動作，本電路具備防誤動作功能，只要將收音間隔變短即可：將可變電阻VR1調整RC充放電時間，使之變短即可解決干擾問題。

IC1、IC2採CD4011，如圖4-11內容為NAND閘，第一個IC作為邏輯判斷用，第二個IC作為正反器之用，產生一正一反之輸出，並以繼電器控制插座之ON/OFF。由於拍手間隔的時間可以透過VR1調整，預設間隔很短，可達到防止雜音干擾或誤動作之功用。

半夜關燈光線昏暗情形如圖4-12所示，非常昏暗，首先由麥克風接收使用者的聲音指令，當手拍第一下時LED1亮起，若LED1未熄滅之前再拍第二下，則繼電器動作使插座供電110v，電燈亮起(如圖4-13所示)避免跌倒，如果同樣的步驟，再拍兩下，則聲控插座會斷電令電燈熄滅(如圖4-14所示)。

聲控安全插座成品照片如下圖所示：



麥克風  
(收音)

調整收音  
靈敏度

VR1  
(調整收音間隔)

LED1 亮  
(等待收音)

正反器  
(產生一正一反信號)

聲控插座  
(接電燈)

圖4-9 聲控安全控制電路



圖4-10 聲控安全插座成品

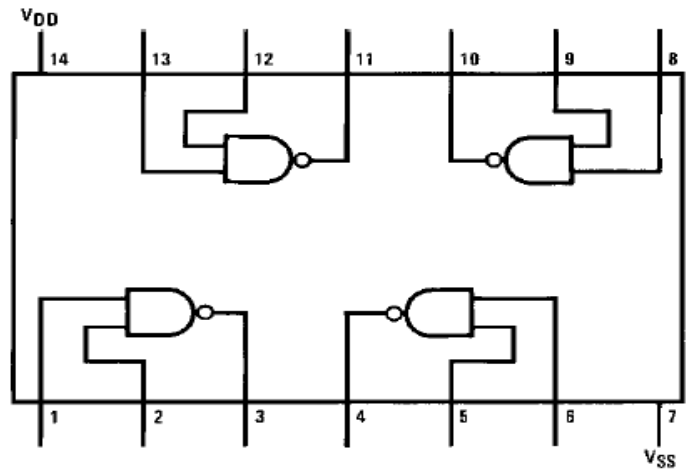


圖4-11 NAND閘CD4011 IC接腳圖



圖4-12 半夜關燈光線昏暗



圖4-13 連拍兩下聲控插座令電燈發亮



圖4-14 再拍兩下聲控插座令電燈熄滅

### (三) 磁性安全插座

創意發明磁性安全插座，在家裡經常走動的時候，經常會有一種經驗，就是每個家庭都使用很多家電，許多的電線在地下，走過去若不小心勾到電線可能摔個四腳朝天(如圖 4-15~圖 4-17)，尤其兒童在家中很容易發生跌倒意外，因為插頭插在插座的緣故，再加上拔起的插頭有帶電體，就容易造成觸電，因此本組想要設計一種以磁性吸附方式的插頭，如

果踢到電線只是脫落，但不會使人受傷，此作品尤其是針對愛亂跑的兒童和年老的老人，有很大的幫助和貢獻。一般家電也可透過「轉接頭」使用本安全插座。

作品考量兒童萬一拿鐵棒或尖物伸入插座內，特別設置「兒童安全開關」如圖 4-18 所示，只要將「兒童安全開關」切 OFF 位置，磁性插座即斷電，保護兒童之用電安全。



圖 4-15 電器插上磁性插座



圖 4-16 絆到電線會自動脫落



圖 4-17 絆到電線本轉接頭會自動脫落



圖 4-18 防金屬棒接觸插座之兒童安全開關

## 五、用電節能電路設計

### (一)外出關門自動節能：

電路設計如圖4-19所示，只要外出時關門，就會自動幫你關電、省電，節省很多待機耗電的浪費，並發出啓節能語音之廣播（如圖4-26），讓你知悉是否啓動省電措施，但某些像冰箱之類的電器不會關閉，首先SW1可設定自動或手動，若想出門節能必須將切換開關切至AUTO模式(如圖4-20)，如圖4-21主人尚未外出，屋內正常耗電供電110v，如圖4-22只要主人外出關門，屋內插座斷電同時點燈10秒後才會燈熄，讓主人有光線可回房間或上樓，切斷居家待機插座的電源，關閉屋內耗電(圖4-23)，如圖4-24由監測瓦特計由原本顯示耗電值降為0W(圖4-25)。

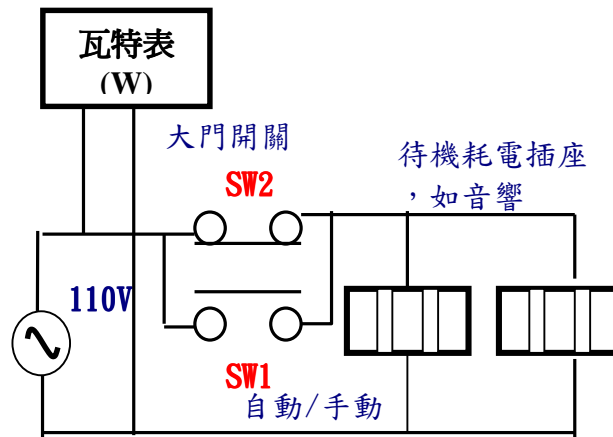


圖4-19 出門關電節能電路



圖 4-20 要設定出門節能時按下 AUTO 模式



圖 4-21 出門前家庭正常用電



圖 4-22 外出關門斷電，燈亮 10 秒



圖 4-23 關門後電燈熄滅、關閉用電



圖 4-24 出門前顯示電腦及音響待機耗電(W)



圖 4-25 出門後功率計降為 0W



圖 4-26 出門節能語音廣播

## (二) 手動節能功能

附有大型節能手動關電用開關，可中止許多如 DVD、音響、電腦等具有待機浪費電力之問題，手動切開(on)插座有電如圖 4-27，切關(off)節能不耗電，如圖 4-28 所示同時有防止兒童把玩插座觸電之功用。



圖 4-27 手動切開插座有電



圖 4-28 手動切關插座不耗電



### (三)太陽能節能電路設計



圖4-29 太陽能供電實測可達1.5A

太陽能板如上圖所示，太陽能板採用每片額定 10 瓦特，額定電壓 17V，0.6A 之太陽能板，太陽能板兩片並聯供電實測可達 1.2A，為達節能目的，電源採太陽能供電電路圖，如圖 4-30 所示，並以二極體防止電池逆向充電，保護太陽能板。

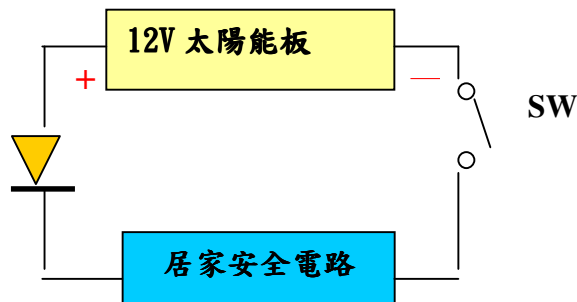


圖 4-30 太陽能供電電路圖

### (三)專題成品照片

本專題作品完成如圖4-31所示，包含用電安全裝置、用電節能裝置，底部有溫度感測器，並顯示家中室溫，以監測是否超過安全溫度，中間有電表顯示屋內耗電瓦特數、系統電壓值。



圖4-31 本專題完成照片(太陽能板另裝)

## 六、實驗過程

### (一)電暖器發熱溫度實驗

本實驗目的在研究使用電暖器之適當的安全距離，避免放置與人體距離過近造成人體傷害。

實驗條件：以手提電暖器，電熱管為石英管為例，由於電暖器之發熱為輻射狀，不同角度可能產生不同發熱溫度，如圖4-32所示，為受熱物與電暖器出口方向呈現不同角度之示意圖，本實驗分別以偏角 $0^{\circ}$ 、 $30^{\circ}$ 、 $45^{\circ}$ 、 $75^{\circ}$ 角進行實驗。其中夾角係指電暖器對著受熱者兩者之間的夾角，本組利用量角器、捲尺溫度計進行不同角度發熱溫度實驗，如圖4-33所示為量測電暖器高溫之情形。

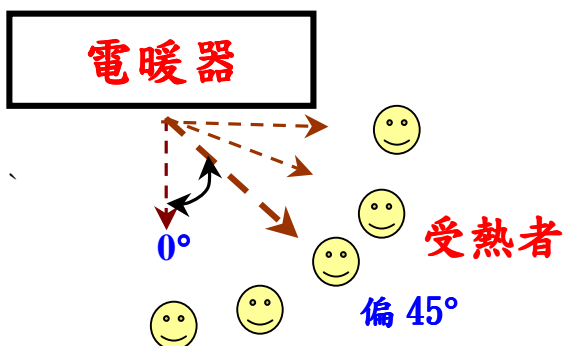


圖4-32 受熱者與電暖器不同角度示意圖



圖4-33 電暖器發熱溫度實驗照片

不同加熱距離、角度，電暖器發熱溫度曲線如圖4-34所示，結果顯示受熱位置在「電暖器正前方之發熱曲線」，比起其他「不同角度發熱曲線」，在溫度上是較高的，而且當漸漸靠近電暖器20cm以內時，受熱溫度會急驟上升，從 $41^{\circ}\text{C}$ 快速上升至 $107^{\circ}\text{C}$ ，達到使物品燃燒的危險溫度，故**使用手提電暖器時**，應注意正前方溫度較高，尤其**不能在距離20公分內使用**，避開易燃物，以免發生電器火災。如果電暖器要擺放於斜角方向，由曲線得知，感受的溫度會降低，而且偏離正前方的角度越大溫度越低。

### 電暖器發熱與距離關係

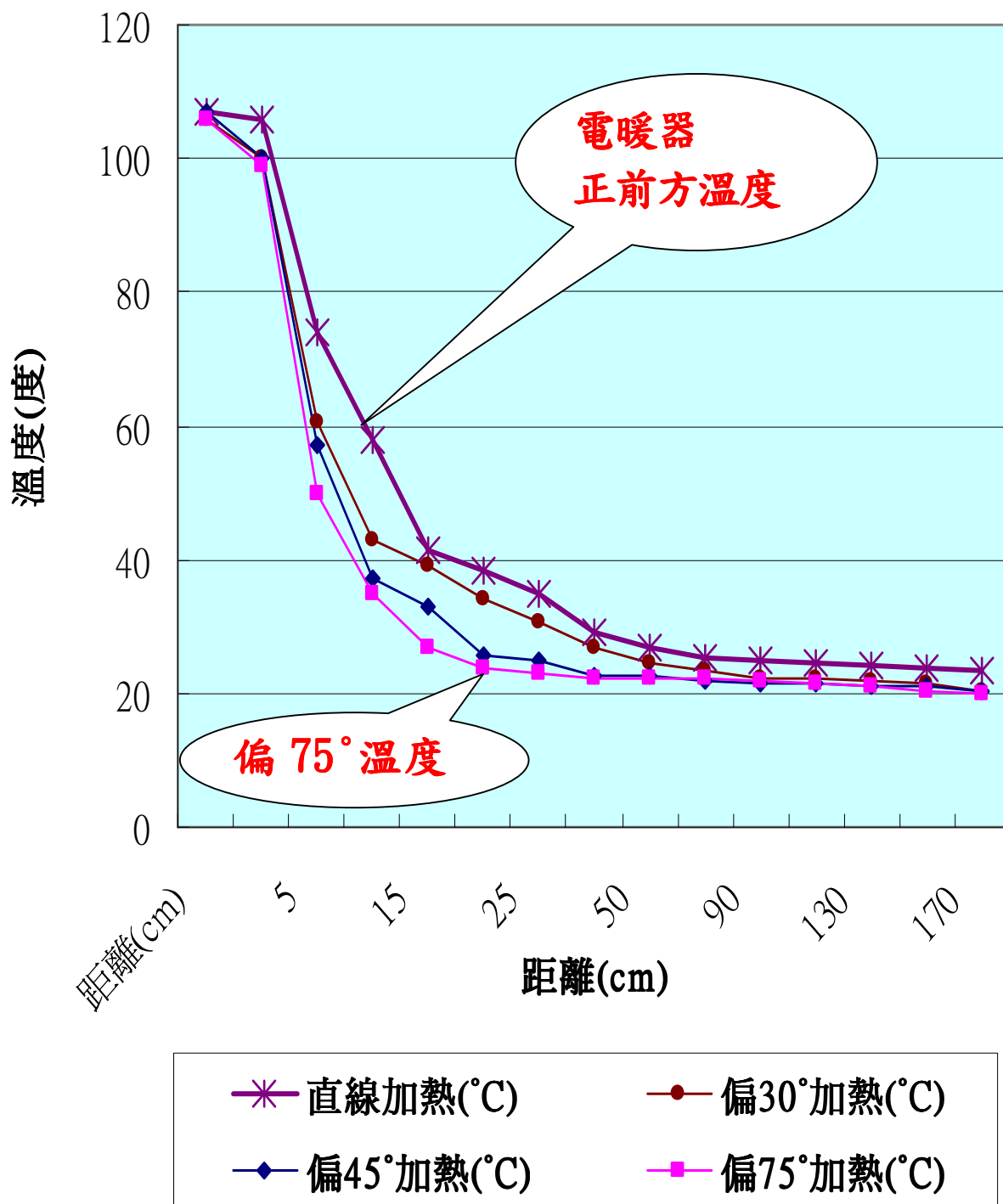


圖4-34 電暖器不同距離、角度發熱溫度圖

表4-2 電暖器不同距離、角度之發熱溫度實驗

項次	距離(cm)	正面加熱 (°C)	偏 30°加熱 (°C)	偏 45°加熱 (°C)	偏 75°加熱 (°C)	室溫 (°C)
1	2	107	106	107	106	20
2	5	106	100	100	99	20
3	10	74	60.4	57	50	20
4	15	58	43	37.3	35	20
5	20	41.4	39	32.8	27	20
6	25	38.3	34	25.6	23.6	20
7	30	35	30.6	24.9	23.1	20
8	50	29	26.8	22.8	22.4	20
9	70	27	24.7	22.5	22.3	20
10	90	25.4	23.4	22	22.2	20
11	110	25	22.4	21.6	21.7	20
12	130	24.4	22.1	21.4	21.3	20
13	150	24	21.9	21.1	21	20
14	170	23.6	21.3	20.9	20.4	20
15	190	23.4	20.5	20.5	20.1	20

實驗紀錄表如表4-2所示，本實驗以手提式800W電暖器，在室溫20°C為例，量測電暖器正前方距離與感測溫度的關係，以及面對電暖器不同角度的發熱溫度，以獲得使用電暖器適宜的擺放距離，由本研究之文獻探討得知，使用暖氣時最適當的室內溫度為28°C內，故由表5實驗得知：手提電暖器在使用上，應放置距離人體超過0.5公尺以上之距離，才能避免高溫或不適。

## (二)除濕機溫升實驗

以110V，60HZ，額定消耗能力210W，R-22冷媒，2.1A，35°C之除濕機為例進行實驗目的在量測除濕機之發熱溫度與時間之關係，實測照片如圖4-35所示，測得溫升變化如圖4-36所示：



圖4-35 除濕機溫升實驗

表4-3 除濕機出口溫度紀錄表

項次	時間	感測溫度	室溫
1	1分鐘	26.4°C	20°C
2	5分鐘	30.8°C	20°C
3	10分鐘	33.1°C	20°C
4	15分鐘	34°C	20°C
5	20分鐘	35.1°C	20°C

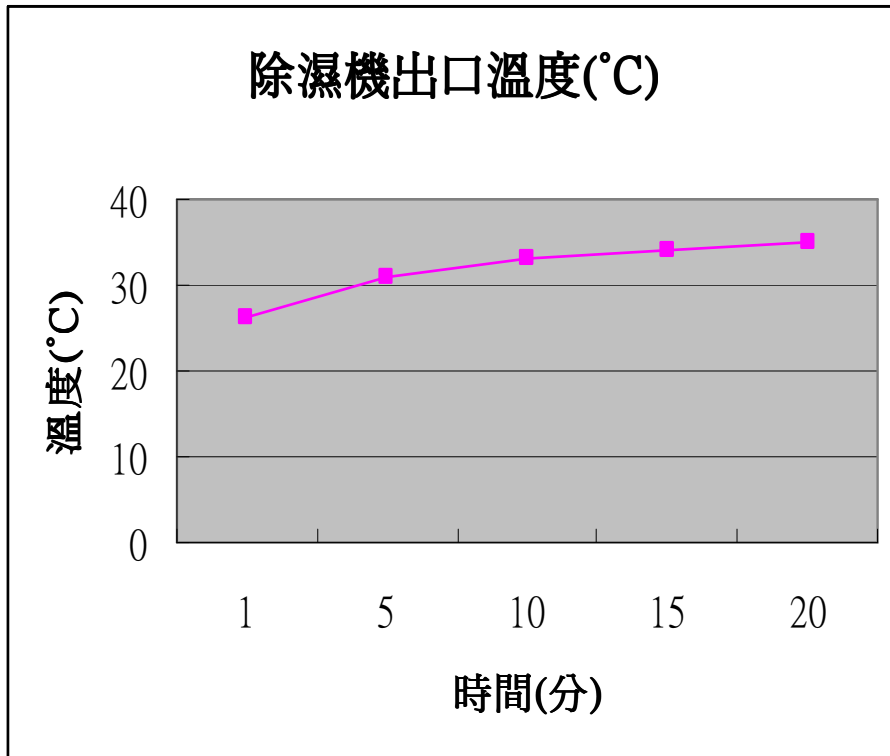


圖4-36 除濕機出口溫升曲線

除濕機出口溫度實驗如表4-3所示，實驗結果顯示，運轉時間越久，除濕機出風口溫度會緩慢上升，除濕機在運轉20分鐘之後，可發出35.1°C之溫度但不像電暖器太靠近會燃燒，沒有超過安全溫度40°C，依相關文獻，除濕機在使用時的周圍溫度不能超過40度，唯過去除濕機經常發生自燃案例，經濟部標準檢驗局官員指出，除濕機是意外通報最多的商品，標檢局已公告召回不可不小心，因此建議將本溫度保護裝置，安裝於除濕機出風口附近，以確保電器用電安全，降低火災之發生率。

### (三)溫度感測電路實驗

運用數位邏輯學A/D轉換原理，將溫度感測之類比電壓信號轉換成數位信號後，微電腦才能將資料進行處理，以單晶片89S51程式設計，AD590為溫度感測器，用吹風機模擬電暖器加熱。

溫度偵測電路設計圖如圖4-37所示，首先調整類比OPA放大器之可變電阻(調OPA2之參考電壓)，令VR2=1.366V，再調整VR1，使七段顯示器顯示目前室溫為止(如圖4-38)，即可使顯示值與室溫相同，當時室溫(18°C)。

將AD590串連一個5KΩ接地，如圖4-37，調整SVR1使其總電阻為5KΩ，此時電阻兩端的電壓變化為5mV/°K，因為0°C=273.2°K，所以電阻兩端的電壓在0°C時為1.366V，可調整SVR2使其電壓為1.366V以抵補消除，使其變化為50mV/°C(OPA放大10倍)，如果

加至 ADC0804 輸入最大電壓為 5V，則可測量的溫度範圍為 0~100°C 時，加至 ADC0804 支電壓為 5 V，轉變之數位值為 250，必需乘以 0.4 修正，我們可以將數位值乘以 4，在顯示時，取一位小數即可。

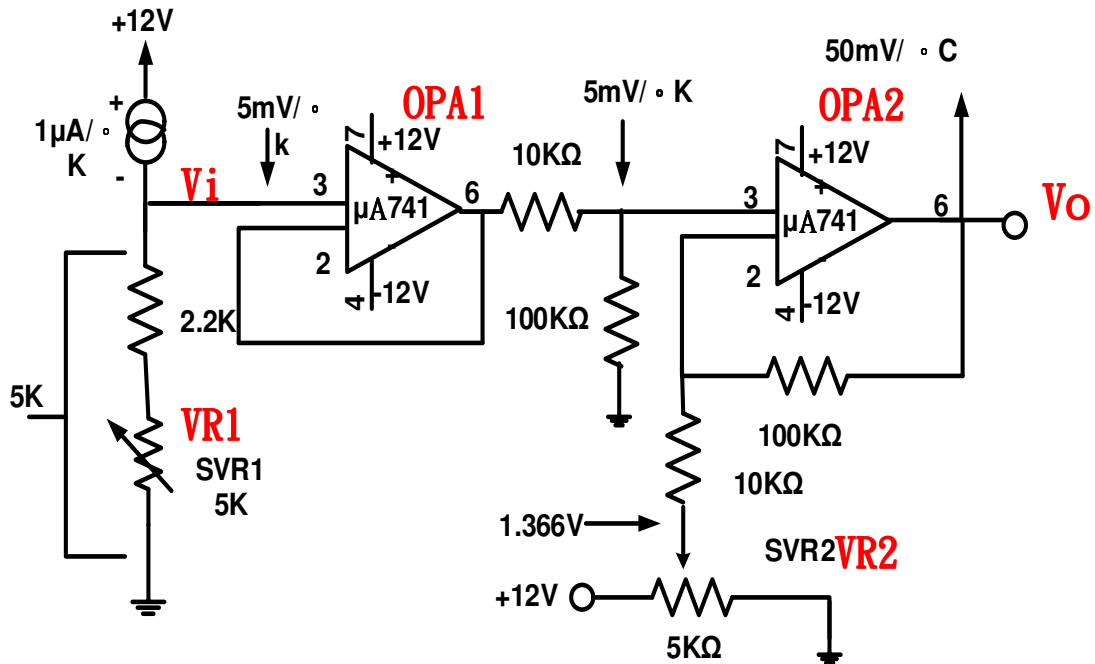


圖4-37 OPA溫度偵測電路

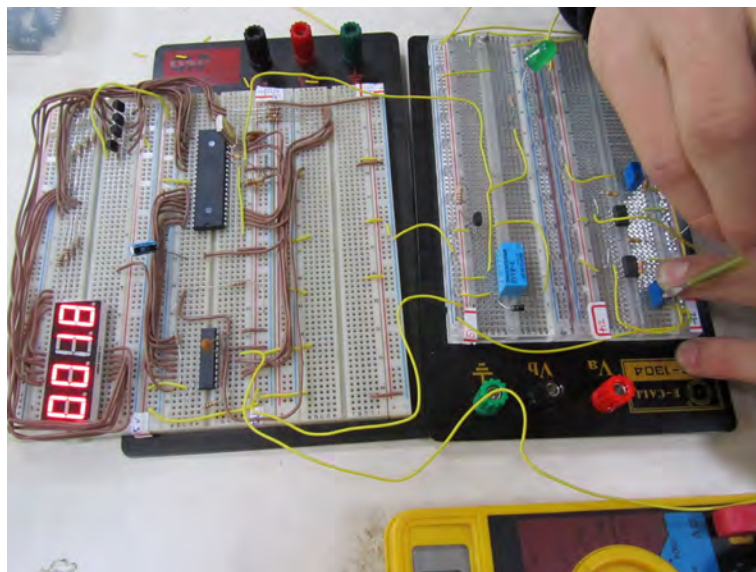


圖 4-38 調整 VR1 使七段顯示器為室溫

#### (四)模擬電暖器異常高溫實驗

以綠色 LED 偵測繼電器動作與否，燈亮表示繼電器動作可啟動安全裝置。首先由顯示器顯示室內溫度，如圖 12 所示，然後以吹風機模擬電暖器對 AD590 加熱（如圖 4-39），綠色 LED 不亮，待加熱達到 40°C 以上時，系統感測過熱，使 89S51 P3.3 腳輸出高電位，推動繼電器動作，使綠色 LED 亮，此時啟動所有的安全裝置如「語言警報」、「LED 中文警告字幕」等（如圖 4-40）所示。

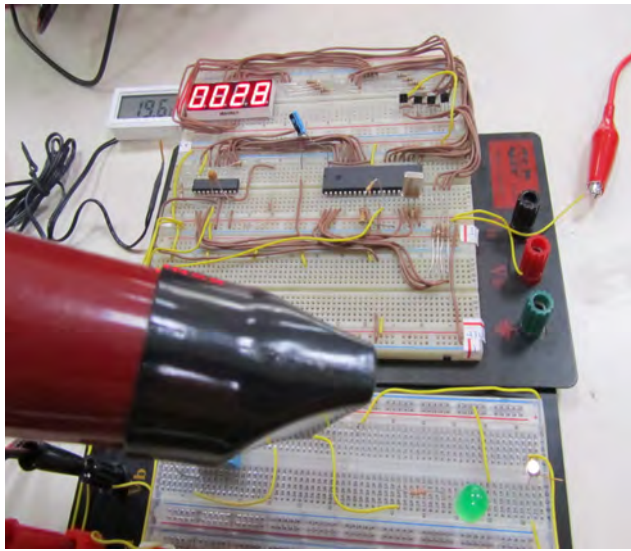


圖 4-39 模擬電暖器對 AD590 加熱

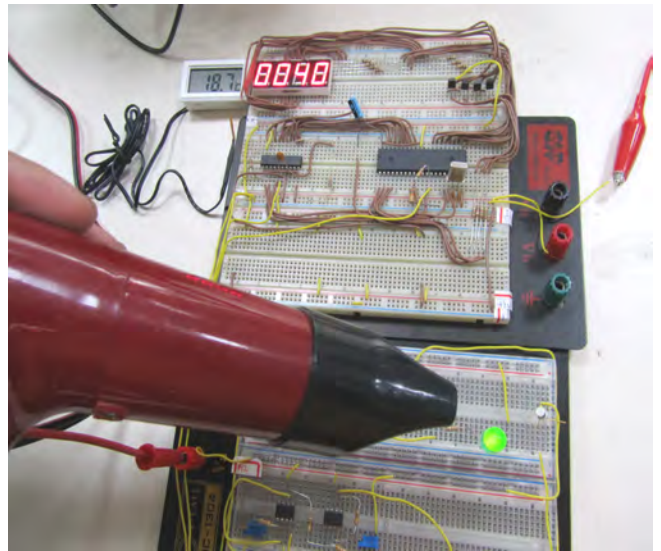


圖 4-40 加熱達 40°或以上時啓動安全裝置

如圖 4-41 所示：電暖器加熱範圍溫度已下降到正常範圍時(30 度以下)，程式令 89S51 P3.3 腳輸出低電位，使繼電器 R1、R2 接點 OFF，關閉部份安全裝置，三用電表碰 A 接點不導通未偏轉，語音廣播自動停止，繼電器 R3 接點 ON，LED 中文警告字幕(二)仍保留警告顯示以便讓主人返家時可掌握和處理狀況。

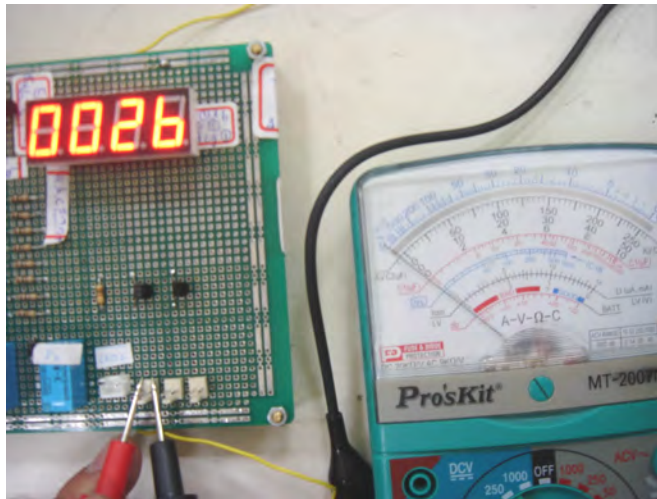


圖 4-41 溫度已下降到正常範圍(30 度以下)

### (五)單晶片程式設計

設計以圖 4-5 電路圖配線，參相關書籍單晶片設計實務之接腳圖 (楊明豐，民 91)。

採單晶片 89S51 程式設計，將溫度感測單元之類比信號，經 ADC0804 轉換為數位信號，再送到 89S51 運算，是否使繼電器動作，以啓動相關安全裝置。以編輯軟體 Keil C51 編輯程式如附錄一所示。並以燒錄軟體燒至 PD89S52A3 燒錄器，如圖 4-42~圖 4-44 所示。

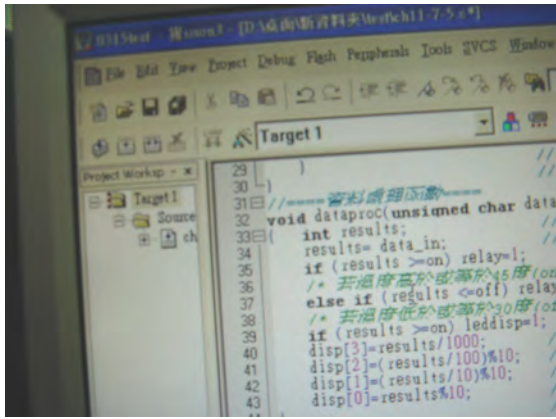


圖 4-42 Keil C51 編輯溫度控制程式

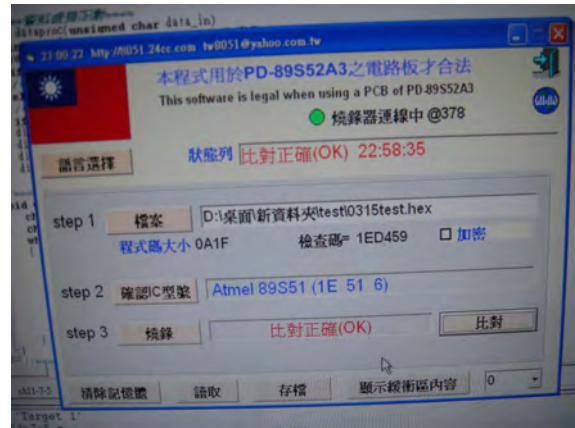


圖 4-43 以燒錄軟體燒至 PD89S52A3 燒錄器



圖 4-44 組員進行程式設計

### (五)居家待機耗電量實驗

本實驗之目的在證實，有許多居家待機電器即使沒有在使用，也會消耗可觀的電力，本實驗以數位功率計偵測屋內耗電電功率，並以一部電腦及一部音響主機為例，電腦主機及音響各為額定 350W，螢幕額定為 2.5A。

表 4-4 居家待機耗電量

項次	電腦待機消耗	音響主機待機消耗	合計	備註
一	8.5W	8.5W	17W	

量測結果各為 8.5W，本實驗結果如表 4-4 所示，如圖 4-45 所示僅使用這兩項家電加總高達為 17W 耗電。



圖 4-45 電腦及音響主機合計待機耗電 17W



如圖 4-46、圖 4-47 為音響主機及桌上型電腦未開機之待機耗電功率，本實驗證實只要沒有拔掉插頭，就會浪費電力。



圖 4-46 電腦螢幕及主機待機消耗電功率 8.5W



圖 4-47 音響主機待機消耗電功率 8.5W

## 五、成品測試與調整

本單元針對對電器異常高溫警報各項功能進行測試與調整，以做最後功能修正確認工作，測試功能如以下所示。

(一) 異常高溫自動跳電：如圖 4-48 為正常供電照片，當家中使用電暖器或除濕機附近，溫度控制器感測超過 40°C，NFB 開關會立即跳電，如圖 4-49 NFB 開關跳電避免持續高溫。



圖 4-48 正常供電且顯示市電



圖 4-49 偵測溫度達 40°C 以上跳電燈熄

(二) 異常高溫超過 40°C 會發出「語音廣播」和兩組「LED 中文字幕提醒」，字幕機內容為「電器高溫警報，請檢查發熱電器並移開易燃物」，如圖 4-50 以吹風機模擬電暖器加熱，當感測器周圍溫度超過 40°C (如圖 4-51)，啟動第一組「LED 中文字幕提醒」並顯示簡易災害排除方法，假設住戶外出之後回家，系統已幫忙關閉危險電器，如圖 4-53 等電暖器加熱範圍溫度已下降到 30°C 以下的安全溫度時「語音廣播」停止，但「第二個 LED 中文字幕」仍保留顯示以便讓主人返家時可儘速掌握與處理，若主人欲關閉「第二個 LED 中文字幕」只需切一下 RESET 鍵即可。



圖 4-50 模擬電暖器對感測器加熱



圖 4-51 偵測溫度達 40°C 以上啓動字幕顯示

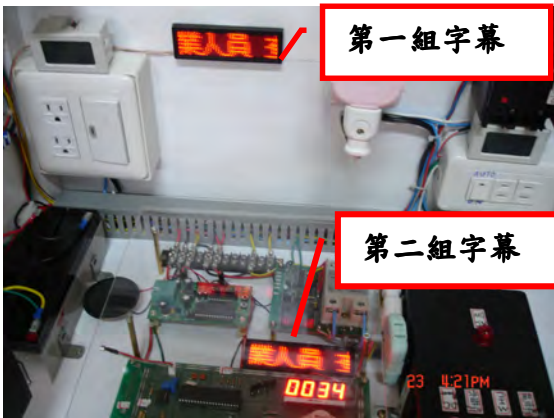


圖 4-52 溫度下降未低於 30°C 字幕機皆亮



圖 4-53 低於下限溫度 30°C 保留上方字幕提示

## 伍、研究結果

### 一、 研究結果

#### (一)電暖器之安全使用距離與擺放位置：

以800w石英管電暖器為例，「正前方溫度」比其他受熱角度方面的溫度高，在使用上應放置距離人體超過50cm以上之距離，才能避免高溫或不適當逐漸靠近電暖器20cm以內時，受熱溫度會急劇上升，從41°C快速上升至107°C，達到使物品燃燒的危險溫度，故使用手提電暖器時，應注意正前方溫度較高，尤其不能在距離20公分內使用，請避開易燃物，以免發生電器火災，如果電暖器要擺放在斜角方向使用時，接收的溫度會感覺比較低，而且偏離正前方的角度越大溫度越低。

#### (二)預防電暖器造成電器火災：

**運用 A/D 轉換原理**，將溫度感測之類比電壓信號轉換成數位信號後，微電腦才能將資料進行處理，達到監控電器周圍溫度，預防電暖器造成危險高溫，並可將室內溫度，顯示於七段顯示器上，使附近的開關 NFB 自動跳電。

#### (三)預防除濕機災害：

以210W的除濕機為例，出口溫升實驗結果顯示，運轉時間越久，除濕機出風口溫度會緩慢上升，除濕機在運轉20分鐘之後，可發出35.1°C之溫度但不像電暖器太靠近會燃燒，出風口溫度沒有超過其安全溫度40°C。建議將本作品之溫度感測器，安裝於除濕機出風口附近，以確保電器用電安全，降低火災之發生率。

#### (四)溫度控制驅動電路原理：

輸出端係運用電晶體工作模式之原理，運用飽和區與截止區之特性啓動各項安全裝置，當電器周圍溫度超過 40 度時，繼電器 on，啓動「電器異常高溫廣播」和兩組「LED 字幕提示」，計算出  $I_{C(sat)} = 30mA$ ， $\beta I_B > I_{C(sat)}$ 使電晶體飽和。溫度下降低於 30 度時(恢復安全溫度)，停止語音警報廣播，第二個「LED 警示字幕」顯示「曾發生電器火災警告」，以便使屋主返家後及時處理電器災害、掌握狀況，待按下重置鍵後，LED 字幕才會停止警告顯示，故本裝置即使主人外出不在，系統仍會預先幫你切斷高溫電器。其中「LED 警示字幕」顯示內容：電器異常高溫警報，請檢查電器用品並移開易燃物。

#### **(五)外出關門自動節能：**

只要外出時關門，就會自動幫主人關電、省電，節省很多待機耗電的浪費，並發出啓節能語音之廣播，讓主人知道是否有啓動省電措施，但某些像冰箱之類的電器不會關閉，若想出門節能必須將切換開關切至 AUTO 模式，只要外出關上門，原電燈過 10 秒後才會熄滅，讓主人有光線可離開，同時切斷居家待機插座的電源，關閉屋內電力，由作品上之監測瓦特計可看到由原本顯示值降為 0W。

#### **(六)居家待機耗電量實驗：**

證實有許多居家待機電器即使沒有在使用，也會消耗可觀的電力，本實驗僅以一部電腦及一部音響主機為例，主機額定 350W，螢幕額定為 2.5A，並以作品上的數位功率表偵測屋內耗電(W)。量測結果各為 8.5W，故僅使用這兩項家電加總高達為 17W 耗電浪費。

#### **(七)聲控安全插座：**

老人或兒童摸黑行動具有危險性，以聲控方式開關電燈，解決夜間摸黑找不到開關容易跌倒的問題。可以聲音(如連續拍手兩下)來對插座作ON/OFF控制，先拍手兩下ON，再拍兩下OFF，拍手間距可調以防干擾或不小動作，特別適用於大人控制兒童使用家電，只要小孩有危險時，拍手即可使插座斷電，為防止他別人拍手，不小心動作，本電路具備防誤動作功能，方法是只要將收音間隔變短即可：將可變電阻VR1調整RC充放電時間，使之變短即可解決干擾問題。

#### **(八)創意發明「磁性安全插座」：**

以磁性吸附方式的插頭，如果踢到電線只是脫落，但不會使人受傷，此作品尤其是針對愛亂跑的兒童和年老的老人，有很大的幫助和貢獻。一般家電也可透過「轉接頭」使用本安全插座。轉接頭可隨身攜帶，用於家中任何角落。考量兒童萬一拿鐵棒或尖物伸入插座內，特別設置「兒童安全開關」，只要將「兒童安全開關」切 OFF 位置，磁性插座即斷電，保護兒童之用電安全。

## **陸、討論**

**問題一：**單晶片89S51推動繼電器電路，是否適合以高電位輸出來推動NPN電晶體？

**討論一：**本組經實驗證實為不適合：設計電路如圖6-1所示，若以89S51之P3.3為輸出接腳，推動NPN電晶體，將產生兩個問題，第一是無法成功推動電晶體，此仍89S51以高電位輸出推動能力不足，必須加上10K電阻及+5V，加以提昇才能成功推動電晶體，第二是即使能成功推動，也會在89S51通電瞬間P3.3腳會輸出一脈衝電壓，致使繼電器誤動作，一通電即令R3自保持。解決之道：實驗發現若89S51之P3.3腳以低電位輸出，推動PNP電晶體，再驅動繼電器，就能成功驅動，原因是89S51輸出腳預設是1(Hi)，所以0電位輸出不會有脈衝問題，而且此單晶片輸出以低電位輸出比高電位輸出有更大的推動電流，最後成功推動繼電器之電路。

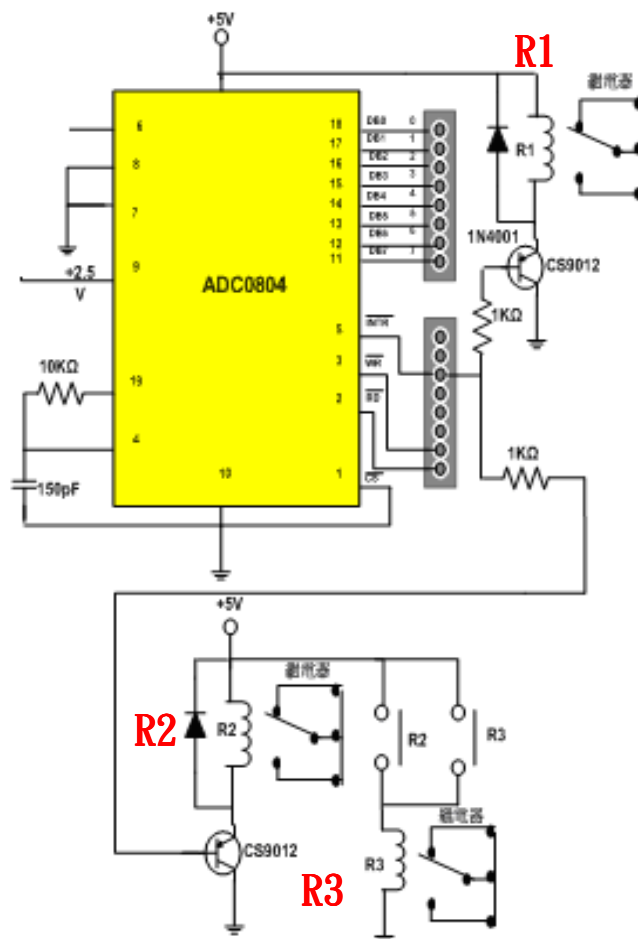


圖6-1 單晶片輸出腳以低電位輸出驅動Relay

**問題二：**出門外出自動節能功能與一般旅館插卡式開關電的方式有何不同？

討論二：本外出節能裝置與一般旅館插卡式開關電的方式功能不同，我們的作品不同之處：本作品不需要房卡，且外出有語音告知廣播功能「進入節能模式進行節能」，飯店沒有，也不會切斷冰箱的電、提供10秒照明，而且會功率監測表會顯示從原來待機耗電的瓦特數降為零。

**問題三：**屋內溫度感測之安全溫度設定值如何選定？

討論三：參考相關書籍，電暖器適宜溫度為28度以下，考量室溫有可能超過30度且除濕機附近溫度不得超過40°C，故本研究以超過40°C會啟動各項安全裝置。

**問題四：**紙類置於電暖器上是否可能造成電器類火災？

討論四：如圖6-2將一張衛生紙置於手提電暖器上，2分鐘後可發現有焦黑的情形，故紙類置於電暖器上很可能會造成電器類火災，依電力公司用電宣導，不要把易燃物靠近電暖器。



圖6-2 衛生紙置於手提電暖器上



圖6-3 兩分鐘後可發現有焦黑的情形

# 柒、結論

## 一、結論

本組針對可能發生電器火災之電器，在「電器防災」與「用電節能」方面進行溫度控制與電源管制的研究，以改善人類居家生活之安全。

### (一)電器防災裝置：

在發生電器火災之前，預先關閉電器，阻止高溫繼續延燒，當電路有漏電時，漏電斷路器，能迅速跳脫。運用 A/D 轉換原理，將溫度感測之類比電壓信號轉換成數位信號後，微電腦再資料進行處理，監控電器吹送溫度，超過 40°C 會啓動安全裝置，等溫度降低於 30°C 時才會解除過溫熱警報，預防電器火災，並將溫度顯示於七段顯示器上，使附近的開關 NFB 自動跳電。

### (二)使用電暖器之安全距離：

手提電暖器在使用上，應放置距離人體超過50cm以上之距離，才能避免高溫或不適，不可接近電暖器20cm以內的距離以免溫度急劇上升，導致發生電器火災之虞，電熱器加熱方向以正前方溫度較高，「正前方溫度」比其他受熱角度的溫度高，注意不能在距離20公分內使用，請避開易燃物，如果電暖器擺放於斜角方向時，並不會產生較高的溫度，但接收的溫度會感覺比較低，而且偏離正前方的角度越大溫度越低。

### (三)預防除濕機災害：

經實驗證實，除濕機長時間運轉並不會像電暖器可產生高溫，至要注意可能因零件不良、短路產生異常高溫或自燃，建議民眾上網查詢應召回檢修之廠牌型號，確認其安全性。建議將本作品之溫度感測器，安裝於除濕機出風口附近，以確保電器用電安全，降低火災之發生率。

### (四)溫度控制驅動電路原理：

輸出端係運用電晶體工作模式之原理，運用飽和區與截止區之特性啓動各項安全裝置，當電器周圍溫度超過 40 度時，啓動「電器異常高溫廣播」和兩組「LED 字幕提示」，溫度下降低於 30 度時(恢復安全溫度)，停止語音警報廣播，第二個「LED 警示字幕」顯示「曾發生電器火災警告」，以便使屋主返家後及時處理電器災害、掌握狀況，故本裝置即使主人外出不在，系統仍會預先切斷高溫電器。

### (五)外出關門自動節能：

可選擇手動或自動，自動時為節能模式，不需要房卡且外出時具有語音告知功能只要外出時關門，就會自動幫主人關電、省電，節省很多待機耗電的浪費，並發出啓節能語音之廣播，讓主人知道是否有啓動省電措施，由作品上之監測瓦特計可看到降為 0W。居家待機耗電量實驗：證實待機電器即使沒有在使用，也會浪費可觀的電力。

### (六)聲控安全功能：

以聲控方式開關電燈，解決夜間摸黑找不到開關容易跌倒的問題。可以聲音(如連續拍手兩下)來對插座作ON/OFF控制，先拍手兩下ON，再拍兩下OFF，拍手間距可調以防干擾或不小動作，特別適用於大人控制兒童使用家電，只要小孩有危險時，拍手即可使插座斷電，為防止他別人拍手，不小心動作，本電路具備防誤動作功能，可解決干擾問題。

### (七)創意發明「磁性安全插座」：

以磁性吸附方式的插頭，如果踢到電線只是脫落，但不會使人受傷，此作品尤其是針對愛亂跑的兒童和年老的老人。考量兒童萬一拿鐵棒或尖物伸入插座內，特別設置「兒童安全開關」，只要將「兒童安全開關」切OFF位置，磁性插座即斷電，保護兒童之用電安全。

## 二、建議

本研究在實驗的過程當中，遇到最大的困難，是先採用NPN電晶體設計89S51單晶片輸出電路，竟無法推動繼電器，最後發現89S51之輸出埠以低電位輸出控制電路，能獲致較佳之控制效能，較不會有雜訊輸出且較為穩定，因此建議研究學者，設計89S51輸出埠電路要

驅動電晶體時，儘量採用以低電位輸出控制電路，且電晶體以PNP類型較佳，乃因89S51輸出埠以低電位輸出能獲得較大推動之電流。

一般飯店的節能裝置可參考本作品之優點：本作品不需要房卡，且外出有語音告知功能「已進入節能模式進行節能」，飯店沒有，也不會切斷冰箱的電、提供10秒照明，而且會功率監測表會顯示從原來待機耗電的瓦特數降為零。

在電暖器使用上的建議方面：據今年報導有人睡覺時把電暖器放在腳邊，沒想到居然被燙成二度灼傷，台電也宣導：電熱器周圍請勿放置書籍、衣服等易燃物品，且本研究發現類似衛生紙之類的紙製品也會燒焦，而有造成電器火災之虞，故建議民眾勿使紙類接近電暖器20cm以內的範圍，以免溫度急驟上升釀成火災。

## 捌、參考資料及附錄

### 一、參考資料

- (一)台灣電力公司(民100)。用電安全。取自網址：<http://www.taipower.com.tw/>
- (二)郭伯巖(民94)。住宅耗電實測解析與評估系統之研究。國立成功大學建築研究所博士論文。
- (三)陳玉樹(民97)。從環保節能措施成效探討學校用電趨勢之研究。朝陽科技大學工業工程與管理系碩士論文
- (四)蔡朝洋(民95)。家庭電器修護(上)，全華書局。台北市。
- (五)蔡朝洋(民95)。家庭電器修護(下)，全華書局。台北市。
- (六)鄧榮斌(民85)。家庭電器維修，文京圖書。台北市。
- (七)蔡朝洋(民82)。單晶片微電腦8051/8751原理與應用，全華科技。台北市。
- (八)廣新聞網(民100)。11品牌部分型號除濕機召回北市消防局籲停用。取自網址：<http://tw.news.yahoo.com/article/url/d/a/110128/1/2llvf.html>
- (九)聯合新聞網(民94)。家電待機每年耗電費60億。取自網址：<http://www.tw-ehome.com/news8.php>
- (十)林淑媛(民100)。3月起除濕機擴大檢驗範圍。取自網址：<http://tw.news.yahoo.com/article/url/d/a/110225/5/2n2p1.html>
- (十一)鄧榮斌(民85)。家庭電器維修。文京書局。台北市。
- (十二)楊明豐(民91)。8051單晶片設計實務。碁峰資訊。台北市。
- (十三)謝進發、鄭錦鈞(民99)。基本電學實習一。台北縣。台科大圖書。

### 二、附錄：89S51溫度控制程式

```
#include <reg51.h>
char code TAB[10]=
{0xc0, 0xf9, 0xa4, 0xb0, 0x99,
// 0~4
0x92, 0x83, 0xf8, 0x80, 0x98 };
// 5~9
#define SCANPP1
#define SEG7PP2
#define on 40
#define off 30
sbit INTR=P3^2;
sbit relay=P3^3; //繼電器接腳位置
unsigned char xdata adc;
```

```

unsigned char _adc;
unsigned char disp[4]={0, 0, 0, 0};
unsigned char _adc; void dataproc(unsigned char); void display(void); void delay1ms(char);
main()
{relay=1;while(1)//預設繼電器初始不動作
{ display(); //顯示
_adc=adc;
/*讀取外部 RD=0、INTR=1*/
adc=0xff;
while(INTR==1); //等待中斷 _adc=adc; dataproc(_adc);
}
}
//====資料處理函數====
void dataproc(unsigned char data_in)
{ int results; results= data_in;//讀取 ADC0804
if (results>=on)relay=0;
/* 若溫度>=40 度，則開啓繼電器 */
else if (results <=off) relay=1;
/* 若溫度 <=30 度，則關閉繼電器 */disp[3]=results/1000;
disp[2]=(results/100)%10;
disp[1]=(results/10)%10;
disp[0]=results%10; }
//====顯示函數====
void display(void)
{ char i, scan;//宣告變數
char times=20;//掃描 20 次
while (--times>=0)//while { scan=1;
for(i=0;i<4;i++) { SEG7P=0xff;//關閉顯示器
SCANP=~scan; SEG7P=TAB[disp[i]]; //輸出 P0
delay1ms(4);//延遲
scan<<=1; } } }
void delay1ms(char x)
{ int i,j; for(i=0;i<x;i++)

for(j=0;j<120;j++);
}

```

## 【評語】 040814

本作品設計用電防災、用電節能、聲控斷電安全插座、磁性全插座、閉門電源控制等多項居家用電輔助裝置，在概念設計方面有諸多新穎設計巧思，具備實務應用價值。實驗方式以模型展示屋，測試概念設計可行性，並實作控制電路及安全插座，整體實驗過程深具科學內涵。