

高雄市高英高級工商職業學校
Kao Ying Industrial Commercial Vocational High School

專題製作報告



智能無線適溫調節控制裝置

指導老師：蘇志雄老師

科別班級：電機科 3 年 1 班

組 長：吳宗翰(01)

組 員：李翔仁(13)、廖崇旭(08)、 潘慶益(09)

中 華 民 國 105 年 4 月

誌謝

首先感謝高英工商陳德松校長提倡教師專業本位之學術研究專題製作，以教師專業領域跨於教師帶領學生深入專題製作的依據，使學生這門專題製作課程有一個遵循規範，並了解實質專題製作的學習意義及專業探討研究的精神，如此便能使教師及學生在專業研究領域中不斷追求專業，並養成專業科技人的涵養。

經過這麼漫長的時間，本專題報告在努力下終於順利的完成，要先感謝指導老師蘇志雄老師細心的引導我們，克服專題製作中所面臨的困難，使得本專題可以順利完成。

專題報告口試期間，感謝蘇志雄老師給予我們很多上台練習的機會，不僅給我們指導，並且提供寶貴的經驗與建議，使得我們的專題內容可以更完整，在此由衷感謝。

同時在這段時間內，也感謝週遭老師及學生的支持協助，使得有著一股執著的動力，提領著學生突破時間及距離的障礙，充份善用科技人的專業研究執著、溝通及檢討修正的精神，一同完成此專題製作的任務。

最後，感謝科內的各位老師在各個學科領域方面，細心的指導，使我們的專題報告能夠更充實更完整，在此致上最高的敬意。

中文摘要

一般家庭用的電器，若要設定其自動開關，通常是以定時器訂定時間的方式來達到自動開關，但是這樣是不方便的，因為一旦太冷太熱定時器並沒辦法依據個人的需要調整電器的運轉功率或者開與關。

在生活中人人都求於方便及實用性，智能無線適溫調節控制可以實用在很多方面上，惰性創造發明，目前自動化已逐漸成為市場的主要發展趨勢。

本專題為了能夠與方便、實用性的議題做結合而延伸出利用感溫來做到用溫度控制電器，絕對達到方便、實用的一項專題，來達到現充現用的效益，我們想做一個能什麼都不用做，不需要任何開關，只要人走過去自動偵測溫度也能打開電器！

關鍵詞：智能遙控、適溫調節裝置

目錄

誌謝	i
中文摘要	ii
目錄	iii
表目錄	iv
圖目錄	v
壹、前言	9
一、製作動機	9
二、製作目的	9
三、製作架構	10
貳、理論探討	11
一、製作方法	11
二、一般家用的自動切換控制器	11
三、相位控制的原理及應用	26
四、整流電路的原理及應用	30
五、RF 無限射頻收發電路的原理及應用	34
六、紅外線遠端遙控	34
七、設計電路圖	42
參、專題製作	44
一、設備及器材	44-45
二、團隊任務配置	50
肆、製作成果	51
一、製作過程	51-52
二、製作成果	53-54
伍、結論與建議	52
一、結論	54
二、建議	55
陸、參考文獻	56-57

表目錄

表 1	使用儀器設備一覽表	44-45
表 2	使用材料	46-48
表 3	專題製作計畫書	49
表 4	工作進度甘特圖	50

圖目錄

圖 1 專題製作架構圖	10
圖 2 機械式定時器導螺感圖(側面)	13
圖 3 機械式定時器導螺感圖(正面)	13
圖 4 機械式定時器內部構造之 1	13
圖 5 機械式定時器內部構造之 2	13
圖 6 機械式定時器內部構造之 3	14
圖 7 機械式定時器內部構造之 4	15
圖 8 機械式定時器內部構造之 5	16
圖 9 電子式內部定時器之 1	16
圖 10 電子式內部定時器之 2	16
圖 11 電子式內部定時器之 3	17
圖 12 電子式內部定時器之 4	17
圖 13 電子式內部定時器之 5	17
圖 14 LM35 原圖	19
圖 15 LM35 電源模式圖之 1	19
圖 16 LM35 電源模式圖之 2	19
圖 17 LM35 電源模式圖之 3	19
圖 18 LM35 溫度線性圖之 4	19
圖 19 LM35 接腳圖	20
圖 20 LM324 原圖	21
圖 21 LM324 接腳圖	21
圖 22 Arduino UNO R3 原圖	22
圖 23 LM741 原圖	22
圖 24 LM741 接腳圖	23
圖 25 LM741 電壓飽和圖	24
圖 26 DAC0800 接腳圖	25
圖 27 DAC0800 原圖	25
圖 28 TCA785 原圖	27
圖 29 TCA785 接腳圖	27
圖 30 TCA785 各接腳波形圖	27

圖 31 電壓隨耦器接腳圖	28
圖 32 TRIAC 方向波形圖	29
圖 33 TRIAC 原圖	30
圖 34 TRIAC 接腳圖	30
圖 35 半波整流電路圖	31
圖 36 半波整流波形圖	31
圖 37 全波整流波形圖	32
圖 38 全波整流電路圖	32
圖 39 橋式整流電路圖與波形圖	33
圖 40 紅外線發射器與接收器原圖	34
圖 41 紅外線波形傳導圖	35
圖 42 紅外線訊號圖之 1.....	36
圖 43 紅外線訊號圖之 2.....	36
圖 44 紅外線訊號圖之 3.....	37
圖 45 紅外線訊號圖之 4.....	37
圖 46 紅外線訊號圖之 5.....	38
圖 47 TG-11 發射模組原圖	39
圖 48 TG-11 接收模組原圖	39
圖 49 HT-12E 接腳圖	39
圖 50 HT-12E 原圖	39
圖 51 HT-12D 接腳圖	39
圖 52 HT-12D 原圖	41
圖 53 DIP 開關圖	41
圖 54 DIP 開關原圖	42
圖 55 整流電路圖	42
圖 56 TG-11 發射模組電路圖	42
圖 57 TG-11 接收模組電路圖	43
圖 58 DAC0800 電路圖	43
圖 59 相位控制電路圖之 1	43
圖 60 相位控制電路圖之 2	44
圖 61 TG-11 發射模組電路測試	51
圖 62 TG-11 接收模組電路測試	51

圖 63 10 倍運算放大電路測試	51
圖 64 相位控制電路測試之 1.....	51
圖 65 相位控制電路測試之 2.....	51
圖 66 相位控制電路測試之 3.....	51
圖 67 相位控制電路測試之 3.....	52
圖 68 相位控制電路測試之 4.....	52
圖 69 10 倍數位轉類比放大電路測試之 1	52
圖 70 10 倍數位轉類比放大電路測試之 2	52
圖 71 10 倍數位轉類比放大電路測試之 3	52
圖 72 相位控制電路測試之 5.....	52
圖 73 整流電路完成圖之 1.....	53
圖 74 TG-11 發射模組電路完成圖之 1	53
圖 75 TG-11 發射模組電路完成圖之 2	53
圖 76 TG-11 發射模組電路完成圖之 3	53
圖 77 整流電路完成圖之 2.....	53
圖 78 整流電路完成圖之 3.....	53
圖 79 整流電路完成圖之 4.....	53
圖 80 TG-11 接收模組完成圖之 1.....	53
圖 81 TG-11 接收模組完成圖之 2.....	54
圖 82 TG-11 接收模組完成圖之 3.....	54

壹、前言

一、製作動機

我們做這個專題的動機是，為了行動較不方便，或是患有疾病無法接受功率太強之電器的長者、新生兒，進而使用溫度來控制電器功率大小。

二、製作目的

我們想要做這個專題的目的，是讓小組加深自動化控制的應用及相關知識，自動化控制讓人生活上便利許多，讓許多產業變的更有效率，許多產業紛紛都走路自動化代替人工本小組要在修業完成前精進此樣技能，加強加入職場後的競爭力，也較容易進入職場，學校以專題製作的概念或以專題問題方式，讓我學習團體的合作性及可能遇到的許多問題。

三、製作架構

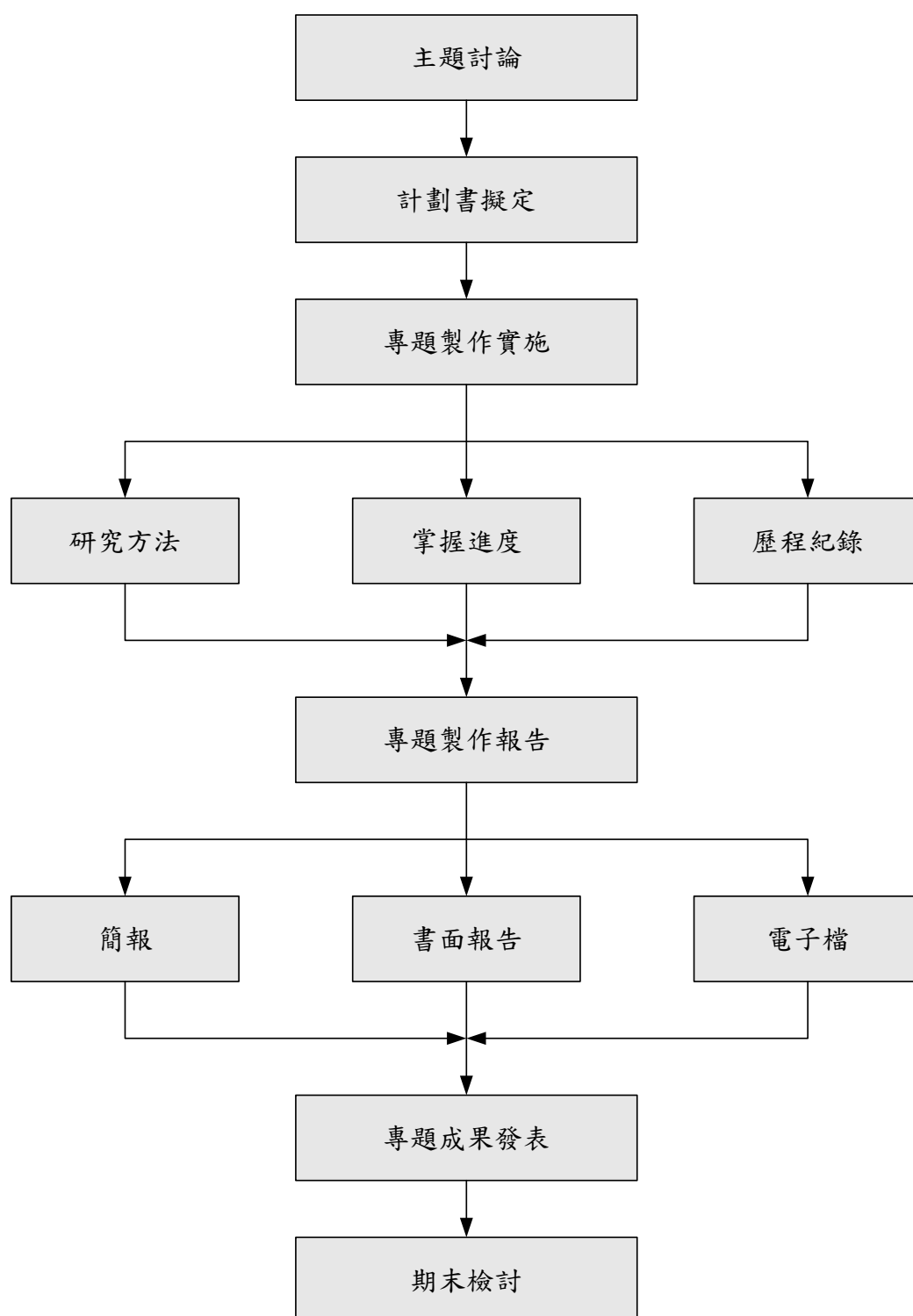


圖 1 專題製作架構圖

貳、理論探討

一、製作方法

智能無線適溫調節控制裝置，包含了 arduino UNO R3、TG-11、HT-12E、HT-12D、LM324、LM741、DAC0800 (D/A Converter)、LM35、TCA785、變壓器、LM7815、LM7905、LM7805、LM7905、電解電容 2200 μ F、電解電容 220 μ F、二極體、電壓隨耦器、陶瓷電容 10 μ F、精密可變電阻、固定電阻等。

我們使用了螺絲起子(鎖螺絲.拆螺絲.配線)、剝線鉗(剝線.剪線)、數位電子錶(量測電路)、小型刻磨機(鑽洞用)、電子溫度計(量測溫度)、電源供應器(供應電源)、示波器(顯示波形)、電烙鐵、烙鐵架、海綿。

二、一般家用的自動切換控制器

定時器，運用十分得廣泛，除了工業上作為 24 小時定時作用外，也運用在一般的家庭用電器，用以精準地控制時間，一般利用範圍為控制電器的開與關，經常地使用在電風扇、電冰箱、冷氣等，一般分為機械式、電子式兩種。

缺點是無法依據各人的需要來做控制，如；溫度。且會因為某些問題而造成精準度上的問題。

(一) 機械式定時器：

機械式定時器，是利用線圈將電能轉為磁能，當作動力來源，並用之轉動一支導螺桿持續旋轉，然後導螺桿再帶動所有的齒輪機構組，最後達到轉動大輪盤的目的。

機械式定時器，採用多個齒輪的方式，先由線圈將電能轉為磁能，在帶動導螺桿，導螺桿會帶動數個小齒輪，運用減速的原理帶動最大的齒輪，來做到控制時間的功能。機械式定時器的裡頭有一個線圈轉動一支導螺桿，導螺桿再帶動四個連動齒輪，其中一個齒輪有止動開關，只能單方向轉動，往另一個方向旋轉就會空轉，防止使用者迴轉轉盤時損壞了倒螺桿，因為倒螺桿只能單方向轉動。最上面的齒輪又帶動上面的轉盤。基本上每個齒輪零件上面都兩組不同齒數的齒輪，導螺桿先帶動第一個齒輪零件上數目較多的齒輪，然後第一個齒輪零件上數目較少的齒輪再帶動第二個齒輪零件數目較多的齒輪，所以每經過一個齒輪零件，其轉速就會變慢，這樣才可以用小小的導螺桿來帶動大它將近五十倍的轉盤。

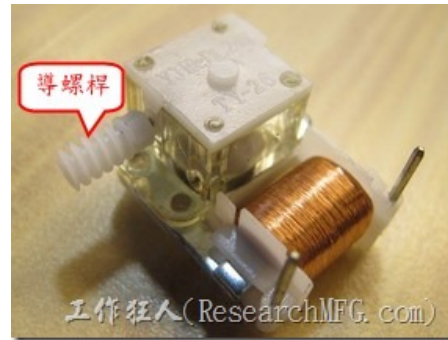


圖 2 機械式定時器導螺感圖(側面) 圖 3 機械式定時器導螺感圖(正面)



圖 4 機械式定時器內部構造之 1



圖 5 機械式定時器內部構造之 2

機械式定時器的電源的開與關則使用了一個微動開關(micro switch)來控制，微動開關在正常情況下是斷電的，當微動開關被壓下去時就會導通，並會有一個「推桿」的設計，並連結到轉盤上的「撥接片」，這些「撥接片」其實就是控制開關的槓桿力臂，當「撥接片」被往內扳的時候，槓桿力臂就會往上翹，也就不會碰觸到「推桿」，微動開關就不會被下壓，電源就會保持關閉；當「撥接片」被往外扳的時候，槓桿力臂就會往下凸出，力臂碰觸到「推桿」後會將之往左移動，微動開關的側邊按鈕就會被下壓，電源就會變成導通的狀態，



圖 6 機械式定時器內部構造之 3

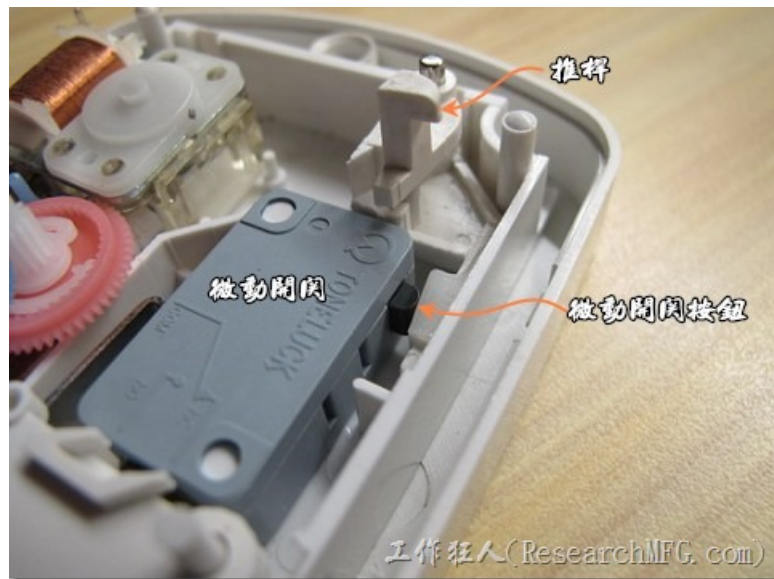


圖 7 機械式定時器內部構造之 4

另外，利用了軸承與凸輪機構設計了一個雙開關的「推桿」，可以讓計時器有三個不同的功用－常開、定時、常關。當紅色的開關切換到下面「常關」時，「推桿」有足夠的餘裕空間，就算被轉盤上的「撥片」碰觸到也沒有足夠的距離下壓微動開關；當紅色的開關切換到下面「常開」時，「推桿」會預先推擠左「推桿」並往左移動，強迫微動開關的按鈕下壓並啟動電源。

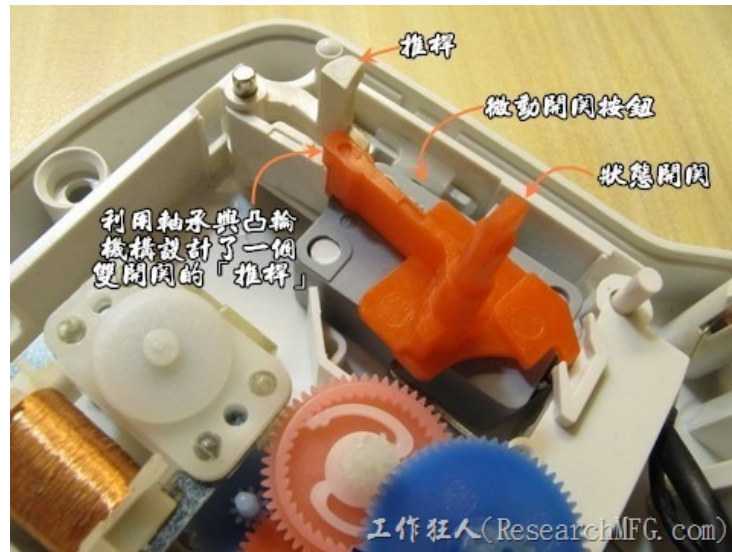


圖 8 機械式定時器內部構造之 5

(二) 電子式定時器

主要零件為金屬化膜電容器(MKT)，繼電器(relay)用來控制電源開啟或關閉，鎳氫充電電池，用來保持控制 IC 運轉的電力。

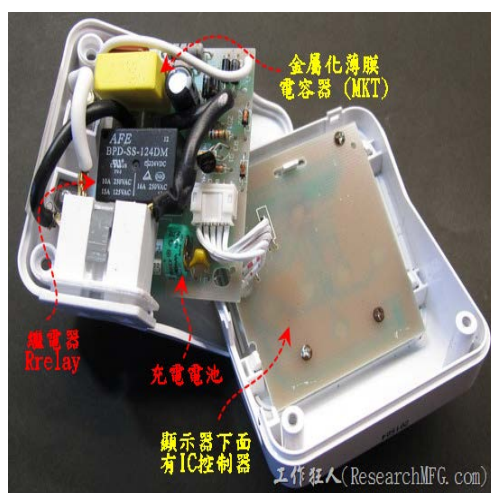


圖 9 電子式內部定時器之 1



圖 10 電子式內部定時器之 2

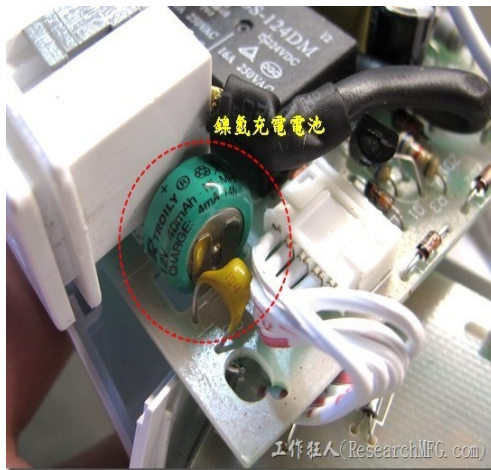


圖 11 電子式內部定時器之 3

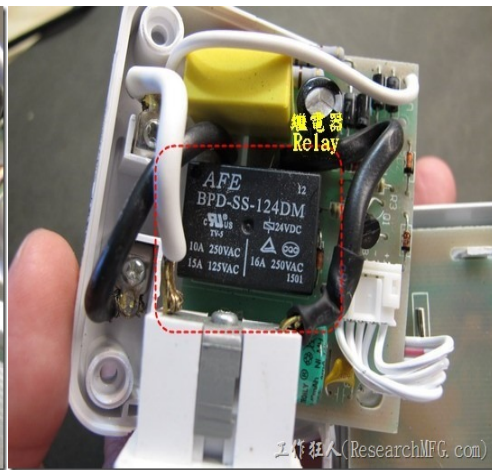


圖 12 電子式內部定時器之 4

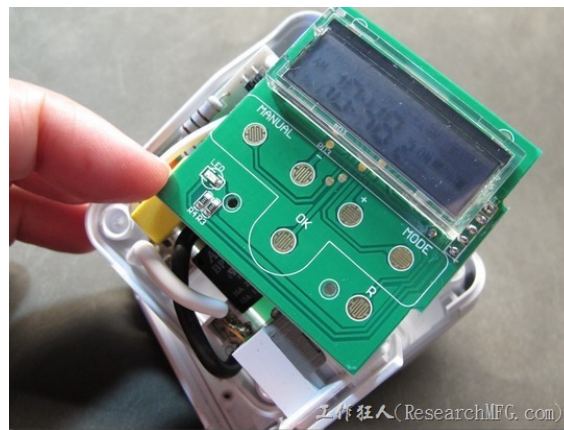


圖 13 電子式內部定時器之 5

而其原理而其原理，在內部迴圈周期小於最壞情況下的內部傳播延遲時，大多數足夠複雜積體電路使用時鐘訊號同步電路的不同部分。一些情況下，超過一個時鐘周期需要執行可預測的行為。隨著積體電路變得越來越複雜，向所有電路提供精確且同步的時鐘的問題變得越來越困難。複雜晶片最有代表性的例子就是微處理器，現代電腦的中心組成部分，其依賴於來自石英晶體諧振器的時鐘。唯一例外的是非同步電路，如非同步處理器。

時鐘訊號也可能由門控，即用一個控制訊號使能或關閉電路某一部分的時鐘訊號。這種技術經常用於通過有效地關閉數位電路中未使用的部分來節省電力。但同時以複雜的時序分析為代價。

（三）電器開關與定時器缺點改良

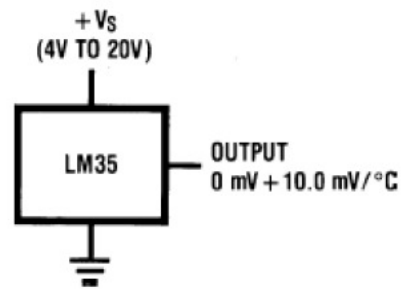
為了改良定時器的缺點，本專題使用了 LM35，溫度控制 IC 來做改良。

（四）LM35 的原理及應用

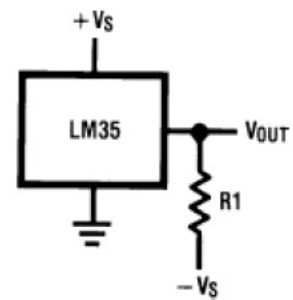
LM35 為一顆溫度感測元件，而它的特點是，它與攝氏溫度單位呈線性關係，對於較常使用攝氏單位的我們相當的適合，因為是採用內部補償電路，所以輸出可以由 0°C 開始，它的工作電壓範圍 4V~30V，0°C 時輸出為零，每提高 1°C 輸出就增加 10mV，它方便的地方就在於非常精準的感測溫度，不需要額外的校準，就有極高的準確度，LM35 提供兩種供電方式，一種是單電源模式，另一種是正負電源模式，正負電源模式可以提供負度的量測，而它的靜態電流只有僅僅 50 μ A，非常的省電，



圖 14 LM35 原圖



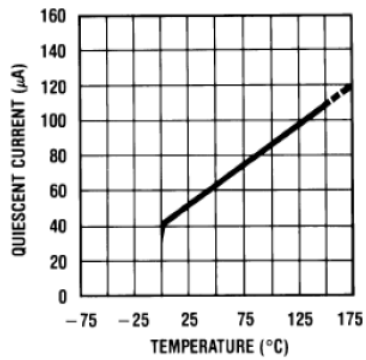
(a) 單電源模式



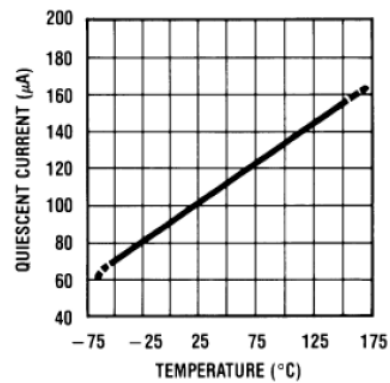
(b) 正負雙電源模式

圖 15 LM35 電源模式圖之 1

圖 16 LM35 電源模式圖之 2



(a) 單電源模式



(b) 正負雙電源模式

圖 17 LM35 電源模式圖之 3

圖 18 LM35 溫度線性圖之 4



圖 19 LM35 接腳圖

但是由於其所輸出之電壓十分微小，因此必須加上運算放大器等類似之元件加以放大才可供以使用。

（五）LM324 的原理及應用

LM324 是一顆內含四個 OPA 的一顆積體電路，並提供了兩種的供電模式，有單電源以及雙電源，這顆 IC 的另一個特點就是，它的工作電壓範圍很廣，單電源範圍為 3V~30V，雙電源範圍為 $\pm 1.5V \sim 15V$ ，而它不單單只是把四個 OPA 放在一起，而是可以僅由一組單電源就可以驅動，不僅工作電壓範圍很廣，而且可以僅由一組單電源驅動，相較於 $\mu A741$ 來說方便性可以說是大大的提升。



圖 20 LM324 原圖

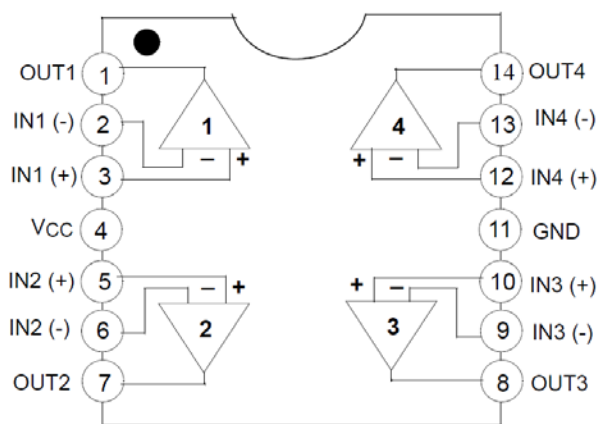


圖 21 LM324 接腳圖

(六) Arduino UNO R3 的原理及應用

Arduino，是一個開放原始碼的單晶片微控制器，它使用了 Atmel AVR 單片機，採用了開放原始碼的軟硬體平台，建構於簡易輸出/輸入(simple I/O)介面板，並且具有使用類似 Java、C 語言的 Processing/Wiring 開發環境。而當 LM35 的輸出放大後，在輸出給 Arduino 的 A1，即可編輯軟體，做溫度控制，更適合各人的需求。

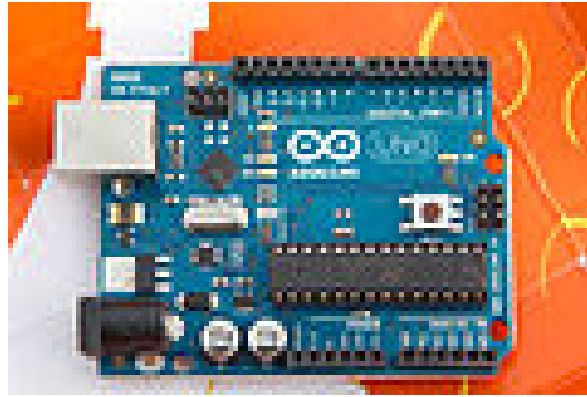


圖 22 Arduino UNO R3 原圖

(七) LM741 的原理及應用

LM741 放大器为运算放大器中最常被使用的一种，拥有反相向与非反相两输入端，由输入端输入欲被放大的电流或电压信号，经放大后由输出端输出。放大器作动时的最大特点为需要一对同样大小的正负电源，其值由 $\pm 12\text{Vdc}$ 至 $\pm 18\text{Vdc}$ 不等，而一般使用 $\pm 15\text{Vdc}$ 的电压。

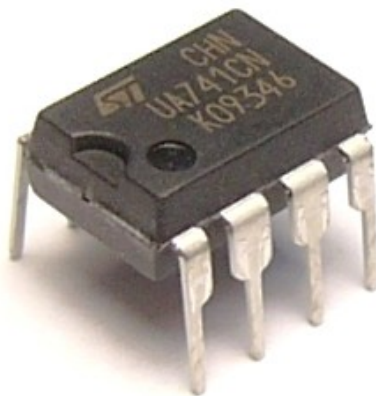


圖 23 LM741 原圖

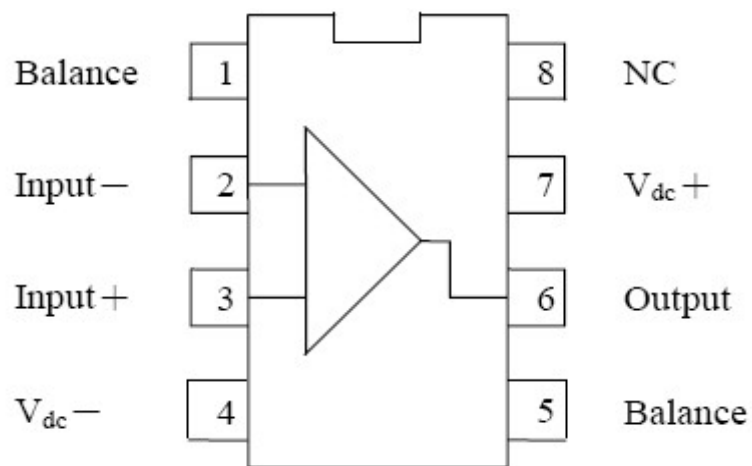


圖 24 LM741 接腳圖

741 运算放大器使用时需于 7、4 脚位供应一对同等大小的正负电源电压 $+V_{dc}$ 与 $-V_{dc}$ ，一旦于 2、3 脚位即两输入端间有电压差存在，压差即会被放大于输出端，唯 Op 放大器具有一特色，其输出电压值决不会大于正电源电压 $+V_{dc}$ 或小于负电源电压 $-V_{dc}$ ，输入电压差经放大后若大于外接电源电压 $+V_{dc}$ 至 $-V_{dc}$ 之范围，其值会等于 $+V_{dc}$ 或 $-V_{dc}$ ，故一般运算放大器输出电压均具有如图 5 之特性曲线，输出电压于到达 $+V_{dc}$ 和 $-V_{dc}$ 后会呈现饱和现象。

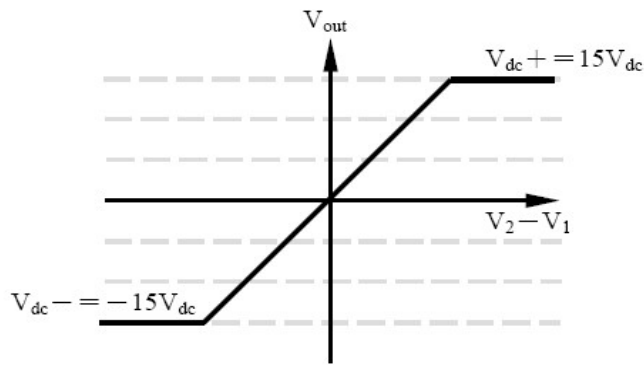


圖 25 LM741 電壓飽和圖

LM741 由於需要正負電源 15V，但是這會使電源電路更加的龐大，所以改採用 LM324 這顆 IC，它內部有 4 個運算放大器，而且因為工作電壓範圍廣，所以可以直接使用 +5V 與 0V 當作高低壓。

(八) DAC0800 的接腳說明

- (1) VLC(第 1 腳)：邏輯臨界腳。因為不同的邏輯族有不同的輸出電壓，因此將這些不同的輸出電壓 DAC0800 的數位數入即需將電壓做一個調整。DAC0800 之訊號來源為 TTL 之輸出時，此腳要接地。
- (2) Iout₁ , Iout₂ (第 2, 4 腳)：類比電流輸出。Iout₁ 與 Iout₂ 之和為定值，其關係為 $FS \cdot Iout_1 + Iout_2 = I$ (滿刻度電流)。
- (3) -V(第 3 腳)：負電源輸入。其範圍為 $-18V \leq -V \leq -4.5V$ 。
- (4) +V(第 13 腳)：正電源輸入。其範圍為 $+4.5V \leq +V \leq +18V$ 。
- (5) D0~D8(第 5~12 腳)：數位輸入。D1 為 MSB, D8 為 LSB。

(6) $+ \text{ref } V$, $- \text{ref } V$ (第 14, 15 腳) 參考電壓輸入。用來決

定滿刻度電流的大小。

(7) COMP(第 16 腳): 頻率補償。接電容成為補償電路以防止

高頻振盪。

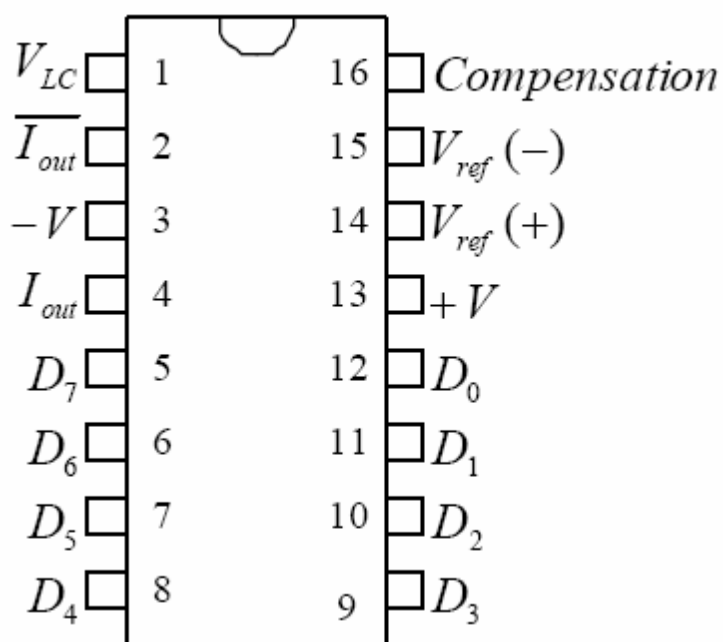


圖 26 DAC0800 接腳圖



圖 27 DAC0800 原圖

三、相位控制的原理及應用

一般的市售電器控制器，是採用 relay 的接點來當作其輸出控

制，雖然簡單實用但是其負載上有一定的限制，例如；定時器，一般通常只能負載至 15 安培。因此，本專題採用相位控制的方式來改良一般市售電器控制器的缺點。

（一） TCA785 的原理及應用

TCA785 的原理如图 3 所示，其中脚 11 接移相控制电平 V11，脚 6 接调制信号，脚 5 接同步信号，脚 12 通过电容接地，脚 9 和 10 分别接锯齿波斜率电阻和电容，脚 15 和 14 为脉冲输出端 Q1 和 Q2。同步电压 VSYNC 经电阻 R5 到零点鉴相器 ZD，当 ZD 检测出其过零点后，可送同步寄存器 SR 寄存，并由 SR 控制锯齿波发生器 RG，RG 的电容 C10 由电阻 R9 决定的恒流源 SC 充电，当电容 C10 的锯齿波电压 V10 大于移相控制电压 V11 时，便产生一个脉冲信号到输出逻辑单元，并在引脚 14(Q1)、引脚 15(Q2)产生触发脉冲。可以看出：触发脉冲的移相受移相控制电压 V11 大小的控制，触发脉冲 Q1、Q2 可在 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 范围内移相，且管脚 14、15 输出脉相位差 180°

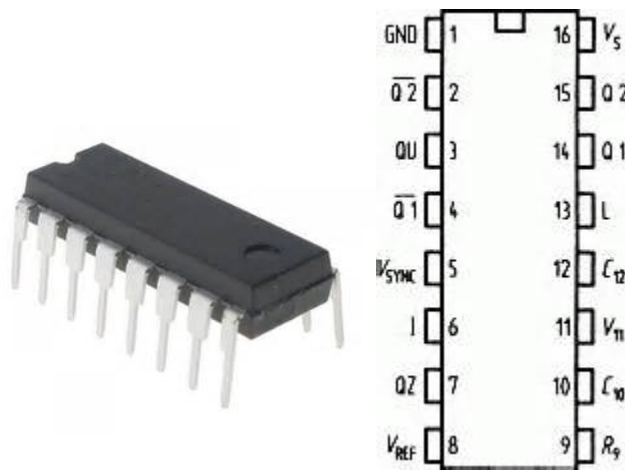


圖 28 TCA785 原圖 圖 29 TCA785 接腳圖

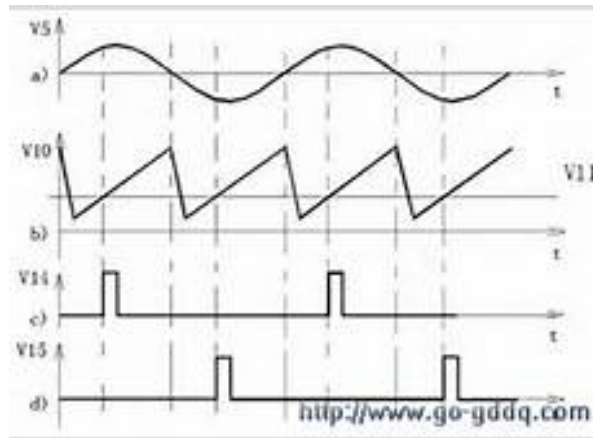


圖 30 TCA785 各接腳波形圖

(二) 電壓隨耦器的原理及應用

電壓隨耦器(Voltage follower)又叫做單位增益緩衝器 (Unity-Gain Buffer)，它其實就是非倒相放大器的化身，只是將回授電阻變為零，使輸出電壓直接回授至倒相輸入端，而 R_1 被開路，回授量為 100%，OPA 電壓隨耦器的作用如同電晶體的射極隨耦器；射極隨耦器是電晶體三種組態中，輸入阻抗最大而輸出阻抗最小的電路，其電流增益近似於 1；同樣地，OPA 電壓隨耦器也是所有

OPA 電路組態中，輸入阻抗最高(大約 10Ω 以上，理想上可認為是無限大阻抗)，輸出阻抗最低(小於 0.1Ω ，可認為是零輸出阻抗)。

OPA 電壓隨耦器由於具有高輸入阻抗以隔絕前後級的影響，且近似零輸出阻抗可推動更多的負載，所以常做為緩衝器使用。

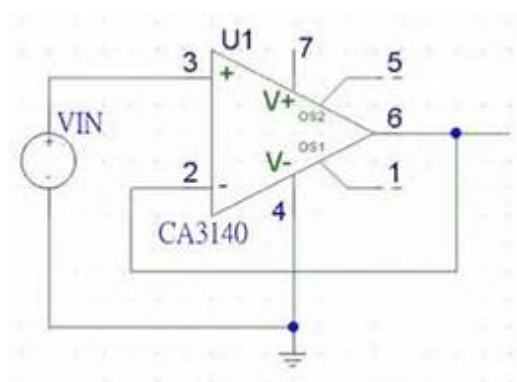


圖 31 電壓隨耦器接腳圖

(三) TRIAC 的原理及應用

TRIAC 是 P1N1P2N2 四層三端結構元件，共有三個 PN 結，分析原理時，可以把它看作由一個 PNP 管和一個 NPN 管所組成，由於 BG1 和 BG2 所構成的正反饋作用，所以一旦可控硅導通后，即使控制極 G 的電流消失了，可控硅仍然能夠維持導通狀態，由於觸發信號只起觸發作用，沒有關斷功能，所以這種可控硅是不可關斷的。由於可控硅只有導通和關斷兩種工作狀態，所以它具有開關特性，這種特性需要一定的條件才能轉化，而其特性；TRIAC(TRI-ELECTRODE AC SWITCH)為三極交流開關，亦稱為雙向晶閘管或雙向可控硅。雙向可控硅為三端元件，其三端分別

為 T1 (第二端子或第二陽極)，T 2(第一端子或第一陽極)和 G(控制極)亦為一開極控制開關，與 SCR 最大的不同點在於雙向可控硅無論於正向或反向電壓時皆可導通，其符號構造及外型，如圖 1 所示。因為它是雙向元件，所以不管 T1 ,T2 的電壓極性如何，若開極有信號加入時，則 T1 ,T2 間呈導通狀態；反之，加開極觸發信號，則 T1 ,T2 間有極高的阻貳。在本專題中，只需要更換 TRIAC，即可達到負載上的提升。

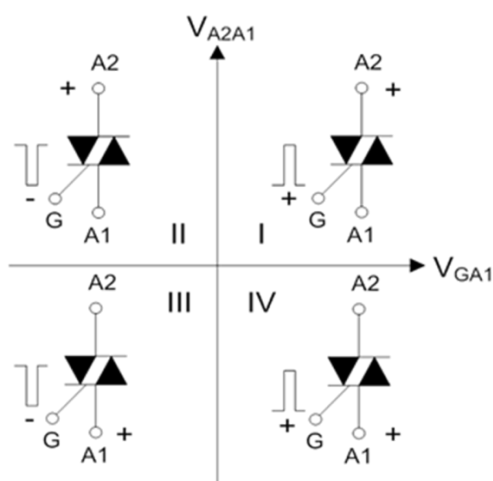


圖 32 TRIAC 方向波形圖

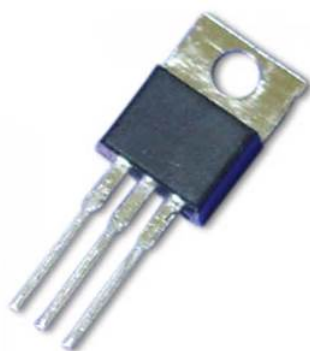


圖 33 TRIAC 原圖

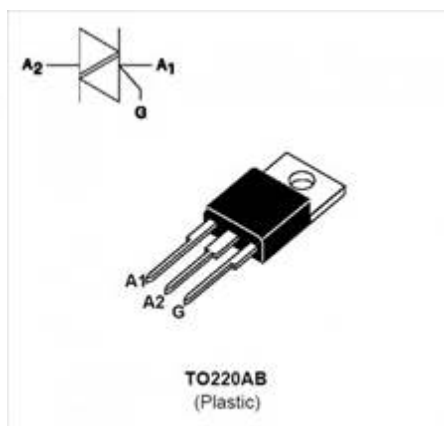


圖 34 TRIAC 接腳圖

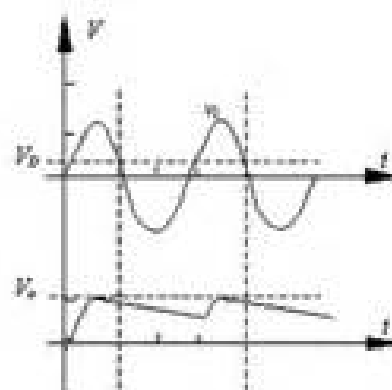
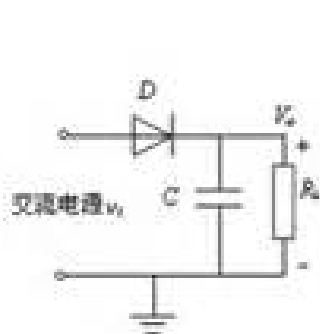
四、整流電路的原理及應用

電力網供給用戶的是交流電，而各種無線電裝置需要用直流電。整流，就是把交流電變為直流電的過程。利用具有單向導電特性的器件，可以把方向和大小交變的電流變換為直流電。

(一)半波整流電路

變壓器次級電壓 e_2 ，是一個方向和大小都隨時間變化的正弦波電壓，它的波形如圖 5-2 (a) 所示。在 $0 \sim \pi$ 時間內， e_2 為正半周即變壓器上端為正下端為負。此時二極管承受正向電壓而導通， e_2 通過它加在負載電阻 R_{fz} 上，在 $\pi \sim 2\pi$ 時間內， e_2 為負半周，變壓器次級下端為正，上端為負。這時 D 承受反向電壓，不導通， R_{fz} 上無電壓。在 $\pi \sim 2\pi$ 時間內，重複 $0 \sim \pi$ 時間的過程，而在 $3\pi \sim 4\pi$ 時間內，又重複 $\pi \sim 2\pi$ 時間的過程…這樣反復下去，交流電的負半周就被"削"掉了，隻有正半周通過 R_{fz} ，在 R_{fz} 上獲得了一個單一方向（上正下負）的電壓，如圖 5-2 (b) 所示，達到了整流的目的是，但是，負載電壓 U_{sc} 。以及負載電流的大小還隨時間而變化，因此，通常稱它為脈動直流。這種除去半周、圖下半周的整流方法，叫半波整流。不難看出，半波整說是以"犧牲"一半交流為代價而換取整流效果的，電流利用率很低（計算

表明，整流得出的半波電壓在整個周期內的平均值，即負載上的直流電壓 $U_{sc} = 0.45E_2$) 因此常用在高電壓、小電流的場合，而在一般無線電裝置中很少採用。



電音輸出的二極管半波整流電路 仿真演示

圖 35 半波整流電路圖

圖 36 半波整流波形圖

(二)全波整流電路

全波整流電路，可以看作是由兩個半波整流電路組合成的。變壓器次級線圈中間需要引出一個抽頭，把次組線圈分成兩個對稱的繞組，從而引出大小相等但極性相反的兩個電壓 e_{2a} 、 e_{2b} ，構成 e_{2a} 、 D_1 、 R_{fz} 與 e_{2b} 、 D_2 、 R_{fz} ，兩個通電回路。全波整流電路的工作原理，在 $0 \sim \pi$ 間內， e_{2a} 對 D_1 為正向電壓， D_1 導通，在 R_{fz} 上得到上正下負的電壓； e_{2b} 對 D_2 為反向電壓， D_2 不導通（見圖 5-4 (b)）。在 $\pi \sim 2\pi$ 時間內， e_{2b} 對 D_2 為正向電壓， D_2 導通，在 R_{fz} 上得到的仍然是上正下負的電壓；

e2a 對 D1 為反向電壓，D1 不導通

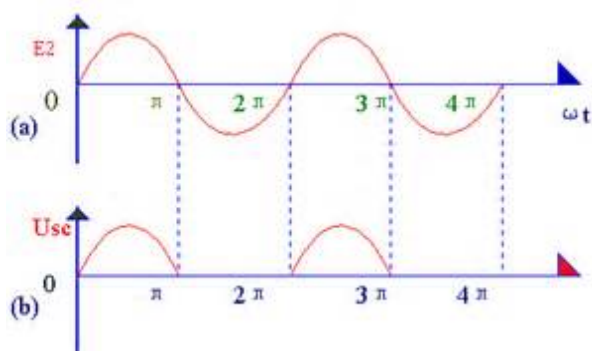


圖 37 全波整流波形圖

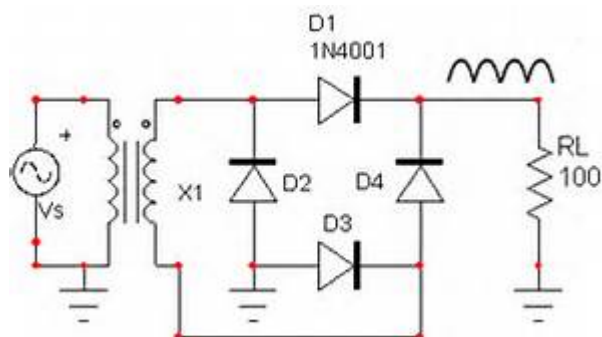


圖 38 全波整流電路圖

(三)橋式整流電路

橋式整流電路是使用最多的一種整流電路。這種電路，隻要增加兩隻二極管口連接成"橋"式結構，便具有全波整流電路的優點，而同時在一定程度上克服了它的缺點。橋式整流電路的工作原理如下： e_2 為正半周時，對 D_1 、 D_3 加正向電壓， D_1 、 D_3 導通；對 D_2 、 D_4 加反向電壓， D_2 、 D_4 截止。電路中構成 e_2 、 D_1 、 R_L 、 D_3 通電回路，在 R_L 上形成上正下負的半波整流電壓， e_2 為負半周時，對 D_2 、 D_4 加正向電

壓，D2、D4 導通；對 D1、D3 加反向電壓，D1、D3 截止。

電路中構成 e_2 、D2、 R_{fz} 、D4 通電回路，同樣在 R_{fz} 上形成上正下負的另外半波的整流電壓如此重複下去，結果在 R_{fz} 上便得到全波整流電壓。其波形圖和全波整流波形圖是一樣的。從圖 5-6 中還不難看出，橋式電路中每隻二極管承受的反向電壓等於變壓器次級電壓的最大值，比全波整流電路小一半。

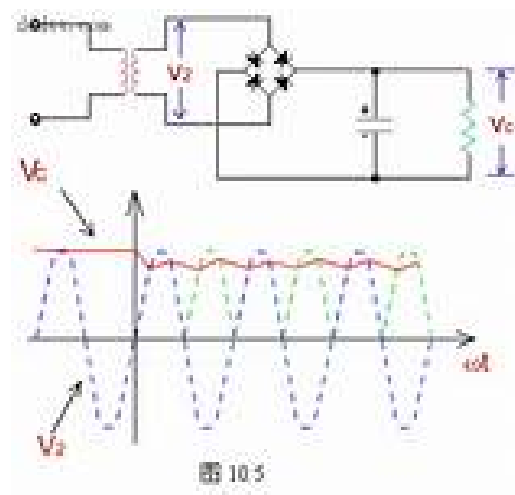


圖 39 橋式整流電路圖與波形圖

五、RF 無限射頻收發電路的原理及應用

現今的控制器方面是十分講求方便性，遠端無線遙控是不可或缺的，而一般家庭用的遠端無線遙控器通常是紅外線式的，紅外線式的遙控方式雖然好用，但是也有其不方便之處，其遙控距離、障礙物、方向皆是缺點，RF 無限射頻收發電路則是直接改良了以上的缺點。

六、紅外線遠端遙控

紅外線是目前最常見的一種無線通訊，普遍使用在家電以及玩具產品，如電視、音響、錄放影機、冷氣機、DVD、MP3 Player、遙控車等。

紅外線遙控之所以被大量採使用，主要是因為紅外線裝置體積小、成本低、耗電少及硬體設計容易。下圖是紅外線發射器(Transmitter 或稱 IR LED)和接收器(Receiver)常見外觀，一般來說，紅外線遙控系統由發射器和接收器這兩部份組成。



圖 40 紅外線發射器與接收器原圖

紅外線是不可見光，其實生活中充滿了紅外線，只是我們看不到。紅外線主要來自太陽，不過很多物體也會發射紅外線，例如燈泡、蠟燭、中央空調等，甚至人體也會散發紅外線。人體所發出的紅外線的量是可以偵測的，耳溫槍就是利用這個道理測量人的體溫。有這麼多紅外線光源，當然會對遙控造成干擾，所以得做一些預防措施確保通訊正確。

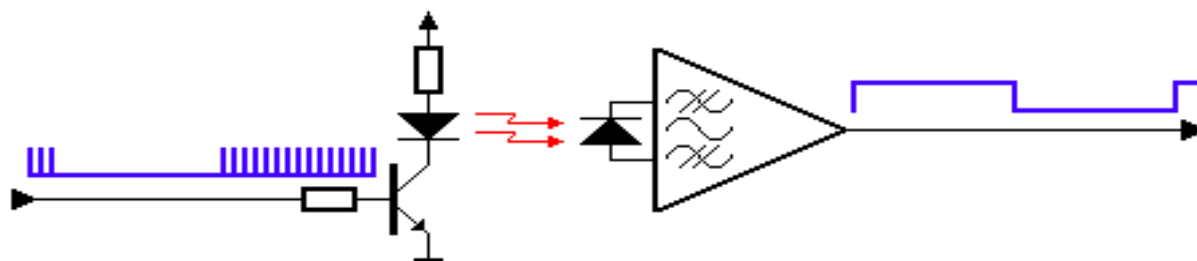


圖 41 紅外線波形傳導圖

避免干擾的解藥是 Modulation。我們講話速度若適當，不徐不急，聽得舒服，聽者自然不漏接。相同的道理，利用 Modulation 讓 IR LED 以特定的頻率閃爍，Receiver 端也調整到同樣的頻率，便可以忽略干擾。在上圖中，可以看到調變訊號 (Modulated signal) 在驅動 IR LED 發射訊號，而偵測到的訊號則從右手邊的 receiver 跑出來。

在 Serial 通訊中常會提到 mark 和 space 狀態。space 是紅外線的預設訊號，Transmitter 處於 off 狀態，這時 IR LED 不會發射光亮；而在 mark 狀態 IR LED 會以特定的頻率送出 on/off 脈衝(Pulse)。消費電子一般使用 30kHz 到 60kHz 的頻率。

因為 Receiver 會把訊號反向，所以從 Receiver 這端來看，space 意味著 high level 訊號輸出，而 mark 則是 low level 訊號輸出，特別注意 mark 跟 space 並非我們要傳輸的 1 與 0 數位訊號。mark 跟 space 以及 1 與 0 之間的關係是由所用的 protocol 決定的。目前 IR Protocol 有相當多種，如 NEC, Philips RC5, RC6, RC-MM, Toshiba, Sharp, JVC, Sony SIRC 等。

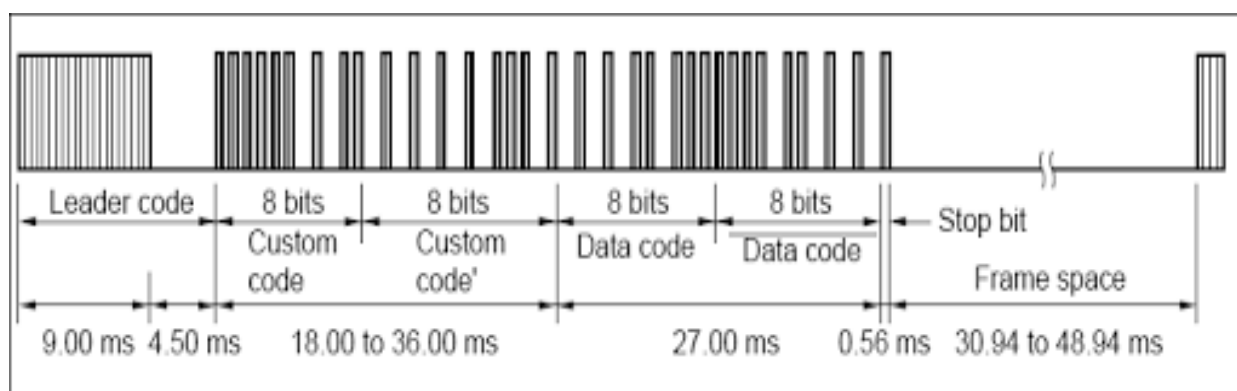


圖 42 紅外線訊號圖之 1

Bit data format:

- 560us 的 Pulse 加上 1690us 的 space 共計 2.25ms 的波形代表 1
- 560us 的 Pulse 加上 560us 的 space 共計 1.12ms 的波形代表 0

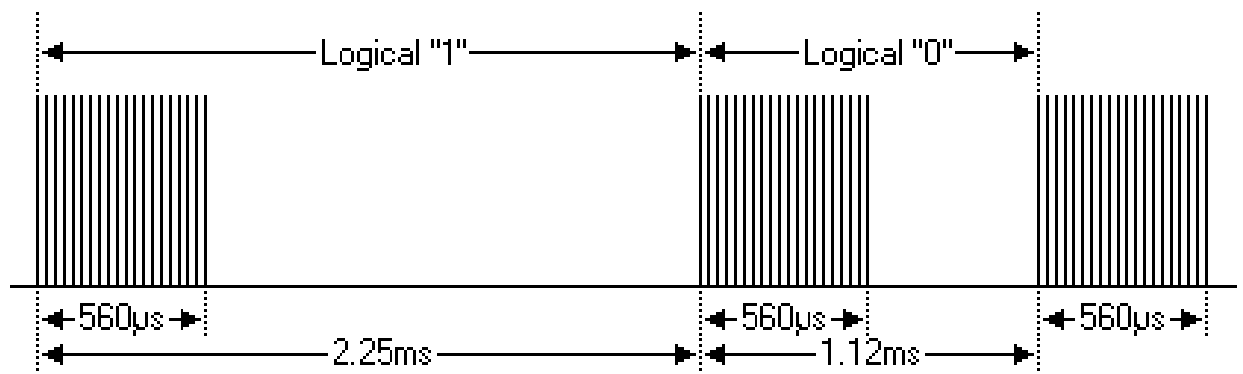


圖 43 紅外線訊號圖之 2

Pulse 係由很多 on/off 交替的訊號所組成:

- Carrier frequency = 38kHz
- duty factor = 1/3
- period = 26.5μs

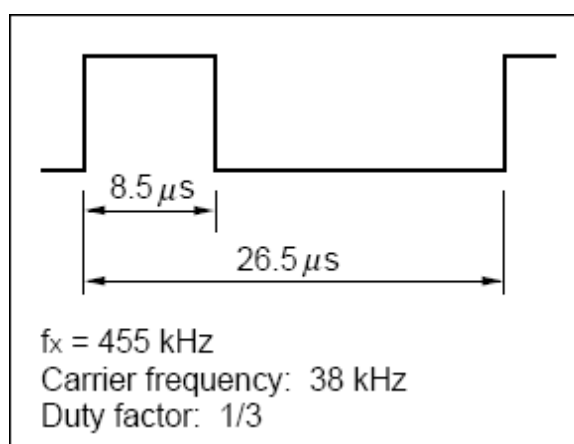


圖 44 紅外線訊號圖之 3

按著遙控器按鈕不放，會發出連發指令。連發指令有兩種形式，一種

是每次都發射送同樣的 code，好處是可以避免干擾，缺點是耗電。

另一種是在送出正常指令的 code 後緊接著只傳送簡短的 Repeat code:

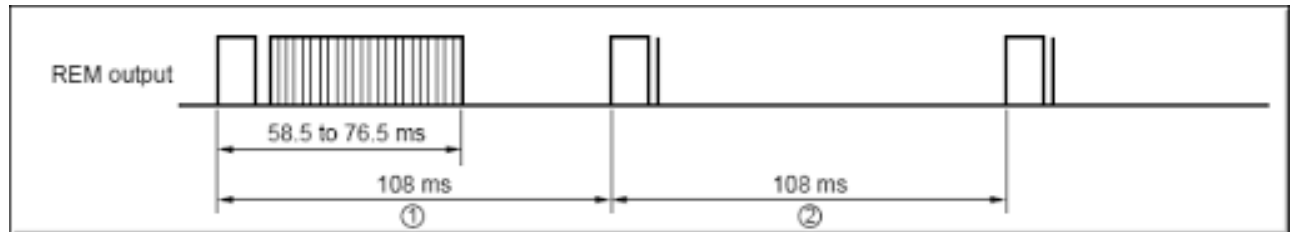


圖 45 紅外線訊號圖之 4

Repeat code 由 9ms 載波(carrier waveform) 和 2.25ms 的 space 以及一個 560us Pulse 組成:

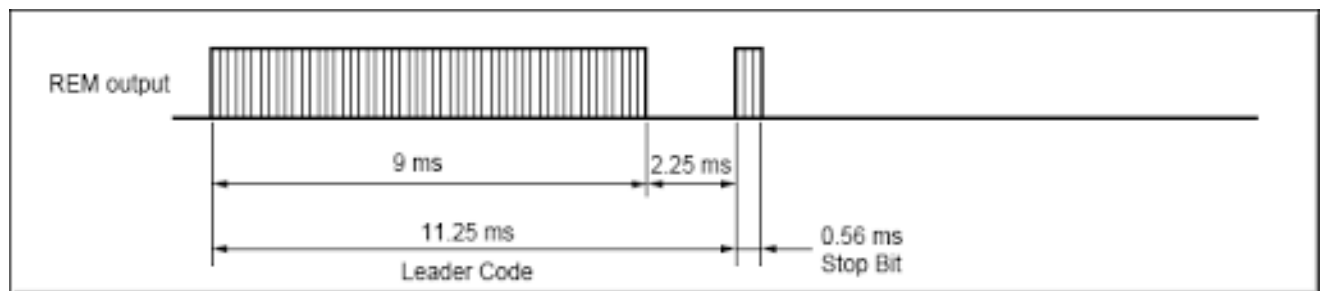


圖 46 紅外線訊號圖之 5

以上是為家用型的紅外線遠端遙控器的遙控原理，但是這一種遙控方式容易存在距離上的問題，紅外線遠端遙控的距離是固定的，並不能延長，其二是一旦前方有障礙物阻擋，就會接收不到，其三是怕有雜訊干擾，總和以上的缺點，本專題所採用的 RF 無限射頻收發的遙控方式，是改良於上述缺點的，RF 無限射頻的接收與發射的距離是可以延長的，再加上其是以數位訊號傳輸的方式傳遞訊號，因此不存在

障礙物上的困擾，另外，TG-1 收發模組

的體積小，價格也較為便宜，這會比市售的紅外線遙控器更為便利。

(一) TG-11 收發模組

TG-11 無線收發模組，是一組由發射器和接收器所組成的模組，具備 UHF 發射接收電路，可做無線電傳輸及控制等相關應用，搭配編解碼 IC，不易受外界雜訊干擾，可搭配 DIP 開關裝置來調整密碼設定，頻率範圍從 300MHz 到 434MHz。

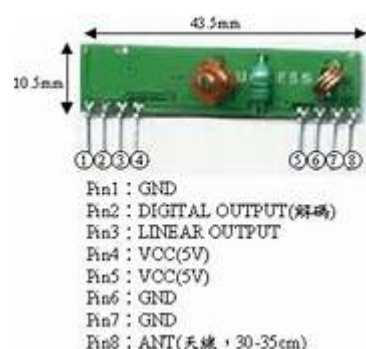
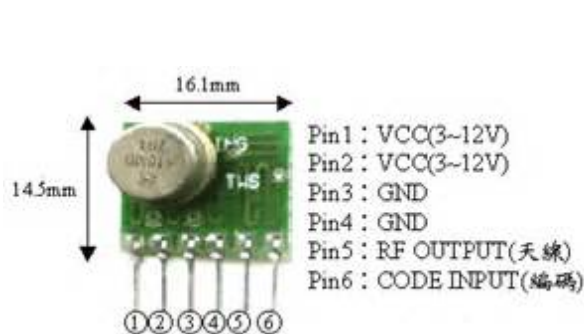


圖 47 TG-11 發射模組原圖

圖 48 TG-11 接收模組原圖

(二) HT-12E

HT-12E 為編碼 IC，其特性；應用 CMOS 技術，具有省電、防雜訊等優點、工作電壓在 2V~12V、內含振盪電路，只需外加一只電阻即可提供工作頻率(OSC1 與 OSC2)，如圖 3 所示之 1MΩ 電阻與圖 4 所示之 33KΩ、HT-12E 編碼 IC 可以有 $2^8=256$ 組密碼設定，並可傳送 4 個位元資料、HT-12D 解碼 IC 具有 4 位元資料

輸出，8 位元密碼設定，輸出資料具有拴鎖功能、HT-12E 編碼 IC 的接腳，A0~A7 是密碼的位元設定，總共有 256 種不同的組合；D0~D3 是資料輸入位元；DATA OUT 是資料發送端。



圖 49 HT-12E 接腳圖



圖 50 HT-12E 原圖

(三) HT-12D

HT-12D 為解碼 IC，其特性；應用 CMOS 技術，具有省電、防雜訊等優點、工作電壓在 2V~12V、內含振盪電路，只需外加一只電阻即可提供工作頻率(OSC1 與 OSC2)，如圖 3 所示之 1MΩ 電阻與圖 4 所示之 33KΩ、HT-12E 編碼 IC 可以有 $2^8=256$ 組密碼設定，並可傳送 4 個位元資料、HT-12D 解碼 IC 具有 4 位元資料輸出，8 位元密碼設定，輸出資料具有拴鎖功能、HT-12E 編碼 IC 的接腳，A0~A7 是密碼的位元設定，總共有 256 種不同的組合；D0~D3 是資料輸入位元；DATA OUT 是資料發送端。HT-12D 解碼 IC 的接腳，A0~A7 是密碼的位元設定，總共有 256 種不同的組合；D0~D3 是資料輸出位元；DATA IN 是資料接收端。當 HT-12D

與 HT-12E 搭配使用時，使用 8 組 DIP 開關來設定 A0~A7 所須輸入的密碼，當兩者密碼一致時，HT-12E 所傳送的 4 位元資料會出現在 HT-12D 的 D0~D3 接腳上。本文是在 HT-12E 上裝設 4 個按鈕開關(Pin10~Pin13)，透過無線收發模組來控制 HT-12D 的腳位(Pin10~Pin13)，呈現高 / 低電位信號，加上其他應用電路，便可達到無線遙控功能。

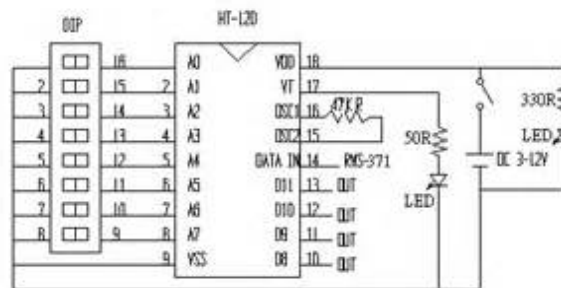


圖 51 HT-12D 接腳圖



圖 52 HT-12D 原圖

(四) DIP 開關

其原理就是將 switch 開關整合成一個，藉由調整 JUMP 開關來設定密碼。本文使用 8 組開關，密碼組合可達到 $2^8=256$ 個，有這

密碼設定的功能，可以以一個發射器對多個接收器，或是多個發射器對一個接收器，應用範圍增加。

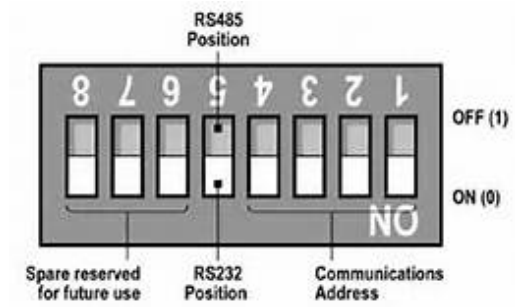


圖 53 DIP 開關圖

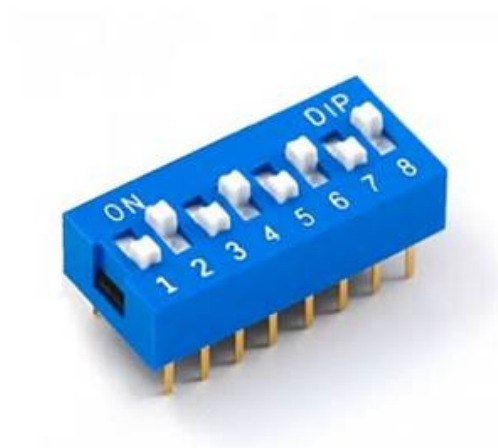


圖 54 DIP 開關原圖

七、設計電路圖

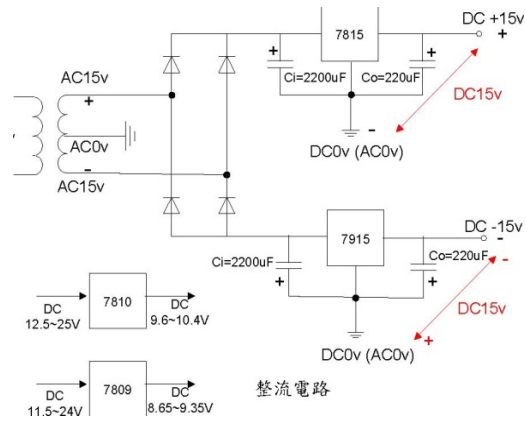


圖 55 整流電路圖

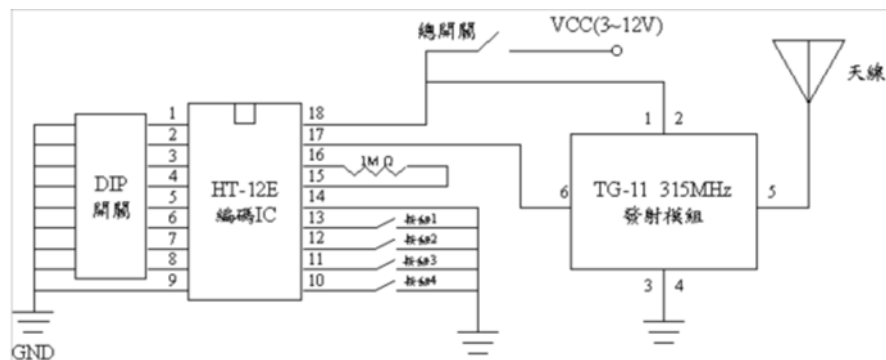


圖3. 發射模組電路圖

圖 56 TG-11 發射模組電路圖

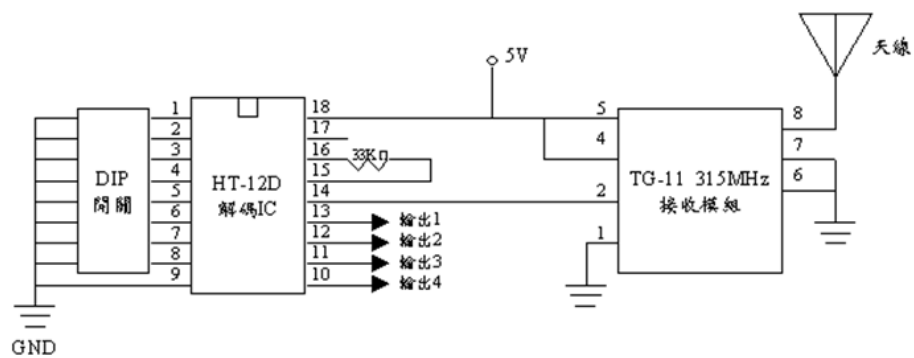


圖4. 接收模組電路圖

圖 57 TG-11 接收模組電路圖

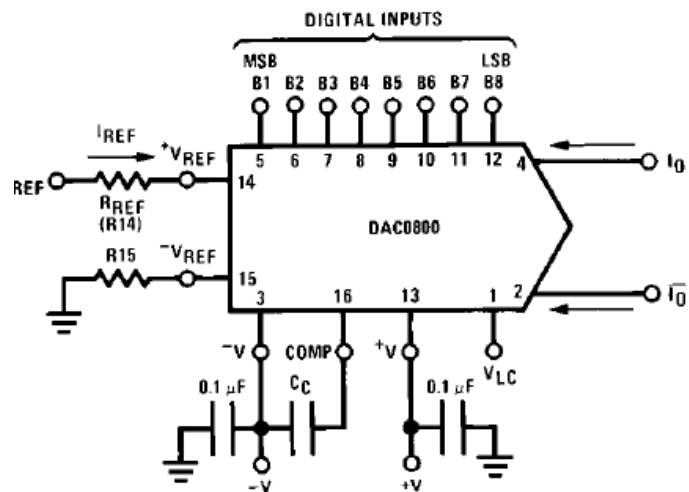


圖 58 DAC0800 電路圖

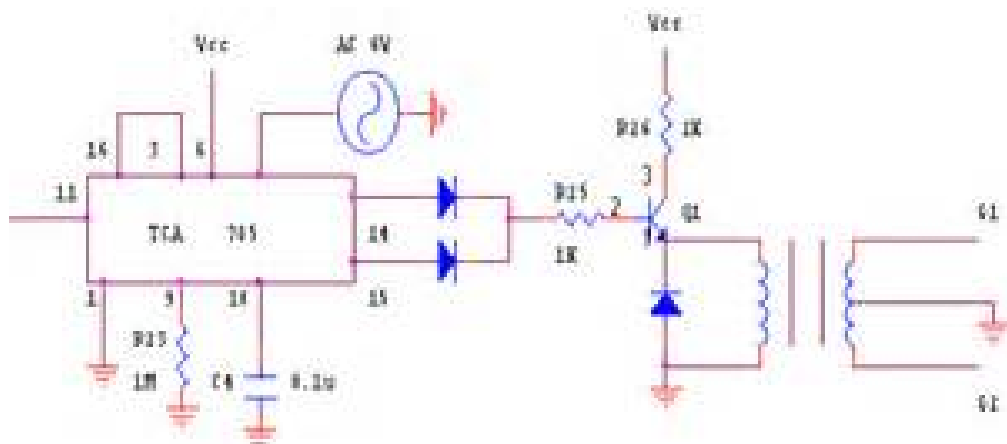


圖 59 相位控制電路圖之 1

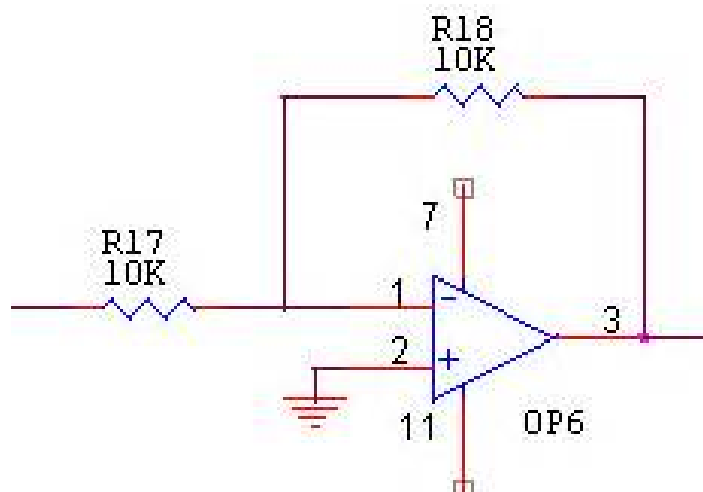


圖 60 相位控制電路圖之 2

參、專題製作

一、設備及器材

表 1 使用儀器設備一覽表

設備名稱	用途說明
個人電腦	報告撰寫
數位相機	紀錄整個專題製作流程
三用電錶	測量配線電路正確或短路
數位電壓錶	量測電路電壓或電阻
小型刻磨機	鑽螺絲孔或切割整理電路板
電源供應器	供應電路板電源
示波器	顯示電路波形
吹風機	加熱 LM35，以測量溫度
冰塊	降溫 LM35，以測量溫度
電烙鐵	焊接電路板上的電子元件
烙鐵架	放置電烙鐵
海綿	清洗電烙鐵的焊接頭上的污漬
尖嘴鉗	夾取或拔取電子元件
斜口鉗	剪斷 OK 線

剝線鉗	剝線或剪斷導線
螺絲起子	鎖緊線路螺絲
Microsoft Office Word	製作專題報告
Microsoft Office Power Point	進行口頭報告、製作及專題成品報告呈現

表 2 使用材料

名稱	數量	備註
Arduino UNO R3 控制板	1	
TG-11 (RF 發收模組)	2	
HT-12E (編碼器)	2	
HT-12D (解碼器)	2	
LM324 (運算放大器)	10	
LM741 (運算放大器)	5	
DAC0800 (D/A Converter)	2	
LM35 (感溫 IC)	3	
TCA785 (相位控制 IC)	3	
AC110V/AC18V-0V-18V (變壓器)	2	
LM7815 (穩壓 IC)	3	
LM7905 (穩壓 IC)	3	
LM7805 (穩壓 IC)	2	
LM7905 (穩壓 IC)	2	
電解電容 2200 μ F/至少耐壓 50V	2	
電解電容 220 μ F/至少耐壓 30V	2	
1N4001 二極體	8	

IC 腳座	10	
焊錫	1	
錫油	2	
精密可變電阻	20	20K
固定電阻	50	200、100、501K
銅柱	30	粗牙
螺母	30	粗牙
螺絲	6	粗牙
Arduino 電源線	1	
排針	2	
杜邦線+母座	30	
保險絲座	4	
電腦電源線座(母)	2	
電源開關	4	AC110V
萬用電路板	20	
光纖板	2	
OK 線	6	
DIP 開關	20	
指撥開關	6	
TRIAC	2	45A

端子台	2P*4	
-----	------	--

表 3 專題製作計畫書

專 題 類 型		☐ 個人型專題 ☒ 團隊型專題
科 別 / 年 級		電機科／三年級
專 題 名 稱	中 文	智能無線適溫調節控制裝置
	英 文	Smart Wireless temperature adjustment control device
專 題 內 容 簡 述		智能無線適溫調節控制裝置可以針對所有的社會族群來做使用，而製作的主要目的於：可適用在所有電器上，當你因行動不便無法操作遠端的電器時，此專題可以根據目前室溫，來做電器功率的無限段調整，功率的調整也可由自己的喜好來手動無線操作，在現代社會中，越來越偏向自動化，智能將成為一個趨勢。
指 導 老 師 姓 名		蘇志雄 老師
組 長 姓 名		吳宗翰 (01)
組 員 姓 名		李翔仁(13)、廖崇旭(08)、潘慶益(09)
專 題 執 行 日 期		102 年 9 月 1 日至 103 年 6 月 30 日

二、團隊任務配置

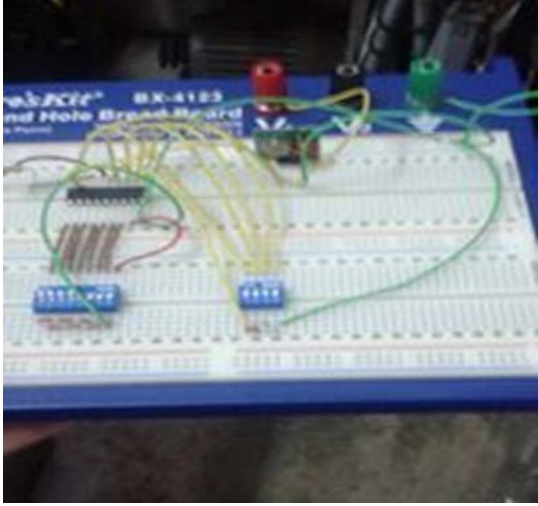
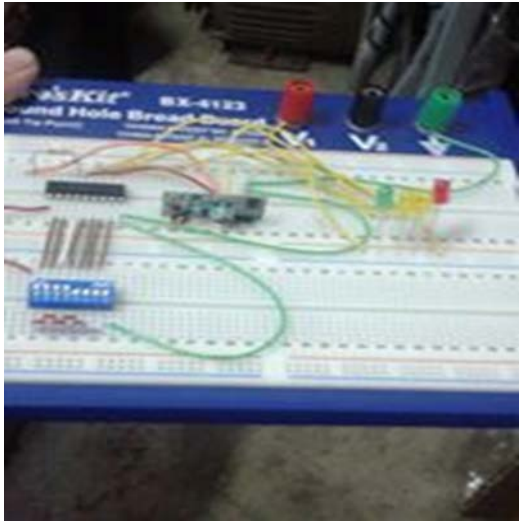
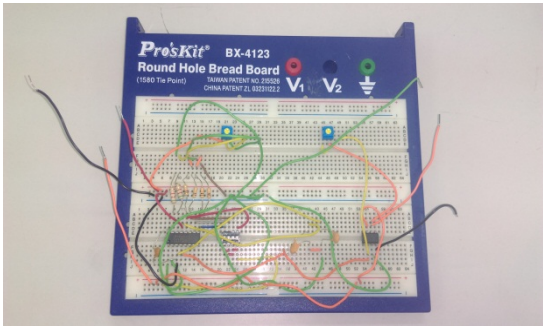
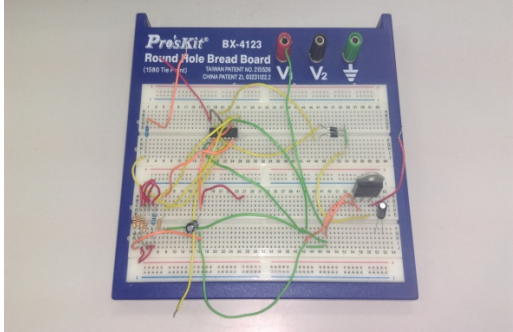
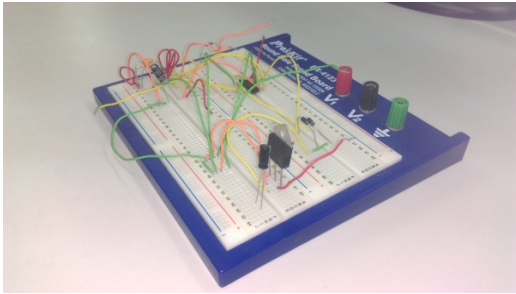
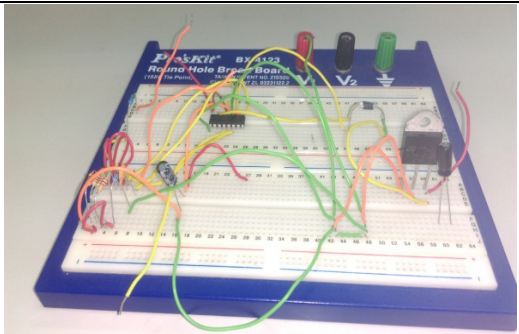
以下每個組員利用每天的早自修或下課跟專題指導老師報告專題製作進度，同時也利用 FaceBook 通訊與指導老師作線上溝通詢問問題或直接針對控制程式利用網路遠端進行解答程式問題，使專題進度持續前進。

表 4 工作進度甘特圖

工作進度 \ 時間	104				105						負責成員
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
確認研究主題	●	●									全體成員
擬定研究大綱		●	●								全體成員
文獻資料蒐集		●	●	●							全體成員
製作原理探討			●	●							全體成員
硬體電路設計			●	●							全體成員
購買專題器材				●	●						吳宗翰
硬體電路製作				●	●	●	●				全體成員
整體專題測試							●	●			全體成員
數據資料整理							●	●			全體成員
撰寫專題報告								●	●		廖崇旭 李翔仁
專題成果發表									●	●	全體成員
完成進度(%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	

肆、製作成果

一、製作過程

	
圖 61 TG-11 發射模組電路測試	圖 62 TG-11 接收模組電路測試
	
圖 63 10 倍運算放大電路測試	圖 64 相位控制電路測試之 1
	
圖 65 相位控制電路測試之 2	圖 66 相位控制電路測試之 3

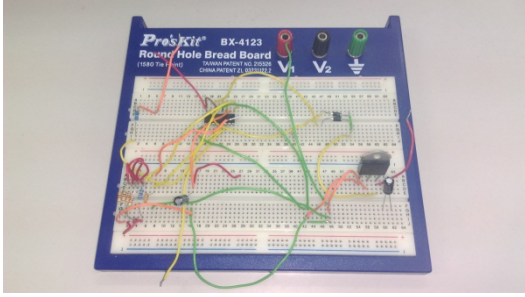


圖 67 相位控制電路測試之 3

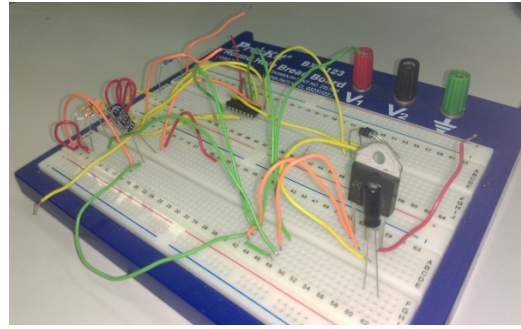


圖 68 相位控制電路測試之 4

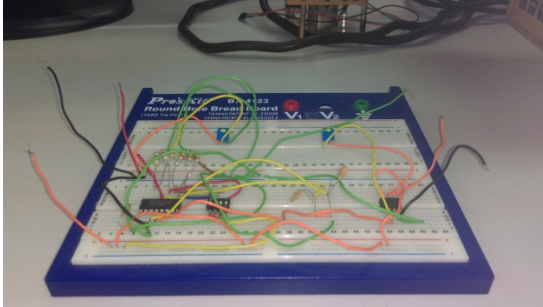


圖 69 10 倍數位轉類比放大電路測試之 1

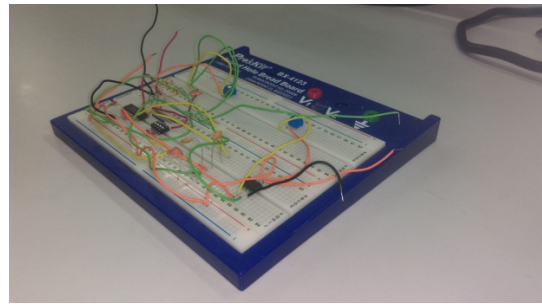


圖 70 10 倍數位轉類比放大電路測試之 2

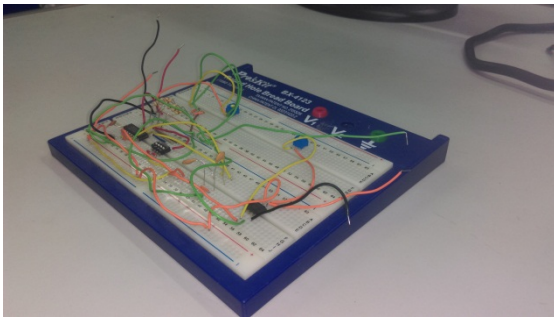


圖 71 10 倍數位轉類比放大電路測試之 3

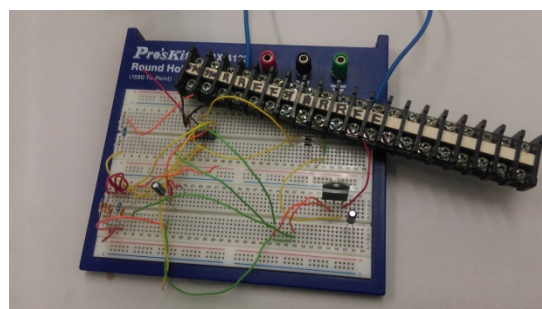


圖 72 相位控制電路測試之 5

二、製作成果

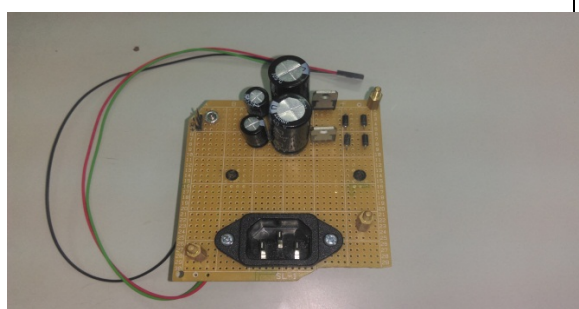


圖 73 整流電路完成圖之 1

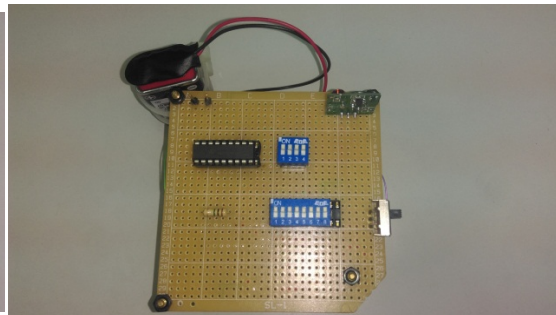


圖 74 TG-11 發射模組電路完成圖之 1

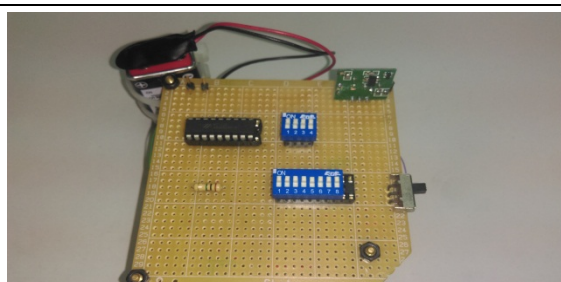


圖 75 TG-11 發射模組電路完成圖之 2

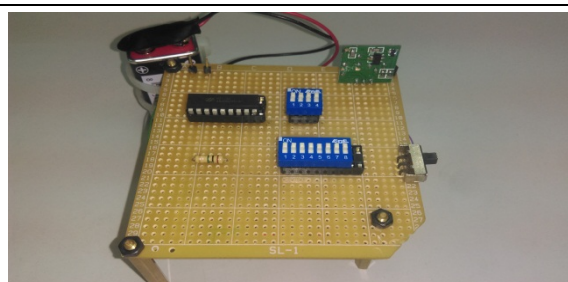


圖 76 TG-11 發射模組電路完成圖之 3

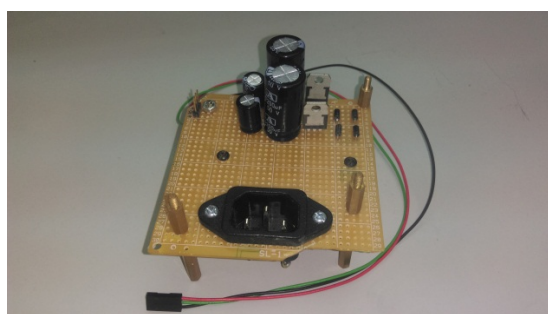


圖 77 整流電路完成圖之 2

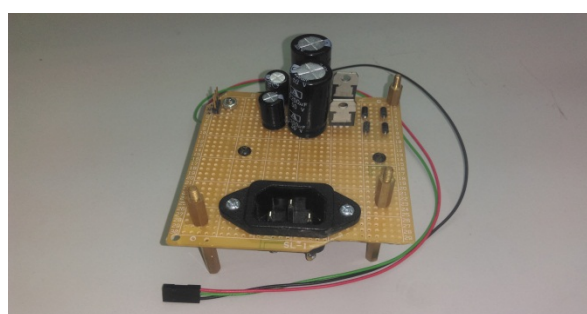


圖 78 整流電路完成圖之 3

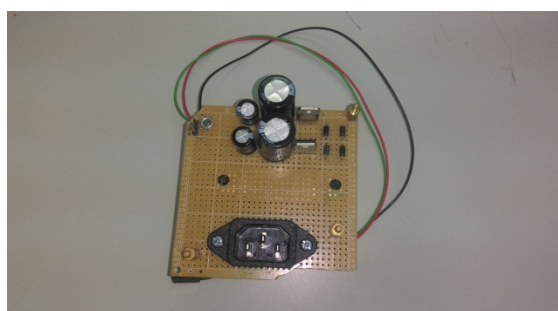


圖 79 整流電路完成圖之 4

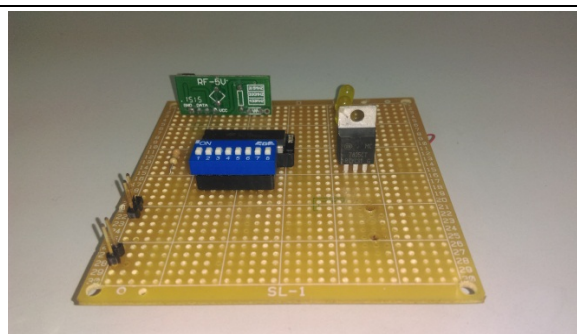


圖 80 TG-11 接收模組完成圖之 1

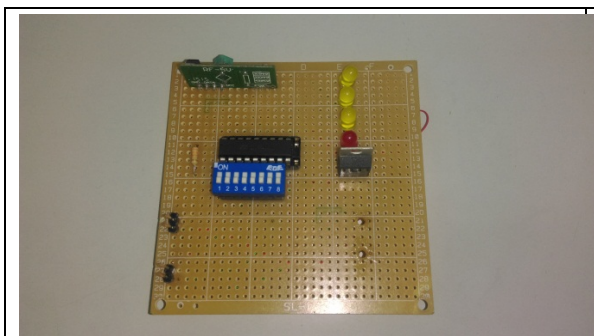


圖 81 TG-11 接收模組完成圖之 2

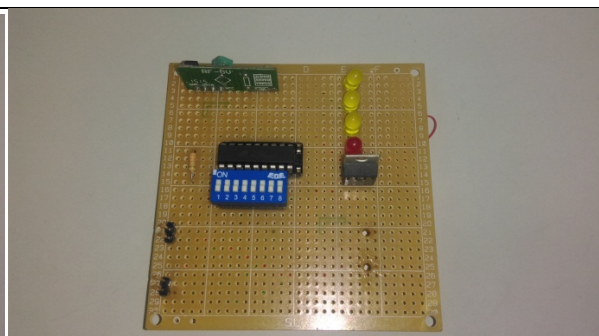


圖 82 TG-11 接收模組完成圖之 3

伍、結論與建議

一、結論

目前家中必會使用到電器，但是在這環保、綠能、節能減碳的意識開始起頭，除了自身的便利性之外，環保、綠能、節能減碳是目前任何為我們帶來方便的任何裝置、控制器所必須具備的，就連家中常用的電器，如；電風扇、冷氣、冰箱等，皆開始被貼上環保的標籤，已顯示該電器的耗能、瓦數上的需要量較少於傳統電器，也正是這環保意識的起頭，造就許多方便的裝置的出現，但是本人常常在思考，我們家用的電器雖然基本上都會有定時的功能，雖然說這樣也有達到環保上的功用，但本身還是有不方便的地方，因此選擇了溫度控制、遠端遙控這兩大課題來研究。溫度控制是不管在家中甚至是工業當中常常被拿來運用的一種技術，因為溫度是最能顯現出該物的狀況，這本人相信不管是人類還是機械，溫度皆是不可或缺的要素。而除了溫度方面外，遠端遙控也是日常生活中時常必須使用到的，惰性成就了發明，相信這是現今任何一種帶來方便性的裝置所必須擁有的，若我們生活當中缺少了這兩種要素，那會有多麼不便呢？

二、建議

任何需要溫度控制、遠端遙控的所有場所。

陸、參考文獻

一. LM35，2016 年 4 月 10 日，取自網站

[http://designer.mech.yzu.edu.tw/articlesystem/article/compressedfile/\(2003-10-20\)%20%E6%BA%AB%E5%BA%A6%E6%84%9F%E6%B8%AC%E5%99%A8LM35%E4%BB%8B%E7%B4%B9.aspx?ArchID=546](http://designer.mech.yzu.edu.tw/articlesystem/article/compressedfile/(2003-10-20)%20%E6%BA%AB%E5%BA%A6%E6%84%9F%E6%B8%AC%E5%99%A8LM35%E4%BB%8B%E7%B4%B9.aspx?ArchID=546)

二. LM324，2016 年 4 月 10 日，取自網站

<http://baike.baidu.com/view/2388647.htm>

三. LM741，2016 年 4 月 10 日，取自網站

<http://www.ti.com.cn/product/cn/lm741>

四. DAC0800，2016 年 4 月 10 日，取自網站

http://r.search.yahoo.com/_ylt=A8tUwYEPtwlXIG0AXchr1gt.;_ylu=X3oDMTByYzhha3F2BGNvbG8DdHcxBHBvcwMxBHZ0aWQDBHNIYwNzcg--/RV=2/RE=1460283279/RO=10/RU=http%3a%2f%2fwww.fcu.edu.tw%2fwSite%2fpublic%2fAttachment%2ff1256197340663.pdf/RK=0/RS=A2fHbKFZN6QVme5_Xu9sPPMhXpw-

五. TCA785，2016 年 4 月 10 日，取自網站

<http://140.127.114.64/practises/2.2/2.2%20.htm>

六. TRIAC，2016 年 4 月 10 日，取自網站

<http://140.127.114.64/practises/1.1.2%20TRIAC/1.1.2%20TRIAC.htm>

七. 電壓隨耦器，2016 年 4 月 10 日，取自網站

http://eshare.stust.edu.tw/EshareFile/2010_5/2010_5_cd1d1e06.pdf

八. 機械式定時器，2016 年 4 月 10 日，取自網站

<http://www.researchmfg.com/2014/01/timer/>

九. 電子式定時器，2016 年 4 月 10 日，取自網站

<http://www.findlifevalue.com/?p=8777>

十. TG-11，2016 年 4 月 10 日，取自網站

<http://www.ck.tp.edu.tw/~tech/robert/%B3%E6%B4%B9%A4%F9%B9%EA%B2%DF-%B5L%BDu%B9q%A6%AC%B5o%BC%D2%B2%D5%C0%B3%A5%CE.pdf>

十一. arduino，2016 年 4 月 10 日，取自網站

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Arduino>

十二. 整流電路，2016 年 4 月 10 日，取自網站

<http://www.autooo.net/utf8-classid124-id47632.html>

十三. 紅外線遙控裝置，2016 年 4 月 10 日，取自網站

<https://takako042.wordpress.com/2010/04/14/%e7%b4%85%e5%a4%96%e7%b7%9a%e9%81%99%e6%8e%a7%e5%8e%9f%e7%90%86%e8%88%87-nec-ir-protocol>



高足盈校 英才輩出

高雄市高英高級工商職業學校

校址：高雄市大寮區鳳林三路 19 巷 44 號

電話：(07)783-2991

網址：www.kyicvs.khc.edu.tw

E-mail：kyic@kyicvs.khc.edu.tw