

# 逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：  
電梯系統之研究

The Study of an Elevator System

作者：張偉皇、劉洪生、陳聆櫛、陳彥晴、梁庭娟

系級：電機工程學系

學號：D0649694、D0789508、D0649931、D0612814、D0640987

開課老師：何子儀 教授

課程名稱：微處理機系統實習

開課系所：電機工程學系

開課學年：一百零七學年度 第二學期



## 中文摘要

本文主要在設計與製作一個多功能整合電梯系統。使用 Keil C 軟體開發程式設計電梯系統程式，以 AT89S52 單晶片微控制器控制電梯系統，呈現日常生活中電梯的運作情形。本專題設計之電梯系統包括紅外線感測器、七段顯示器以及發光二極體等多種硬體裝置，使電梯擁有多功能特色。最後，將各部分整合，並且輸出多工訊號控制強扭力直流減速馬達拖動電梯，完成往上移動四層樓高度，亦能往下移動四層樓高度之功能。

一般的電梯大多使用曳引式、油壓式或氣動式等驅動系統，本專題研究選擇以曳引式電梯運作原理為基礎，藉由此次微處理機課程所學，結合電梯內部多個功能，設計一個小型的曳引式電梯模型，期望藉由研究與改良使其系統運作機制能夠更完善。一個優良的電梯系統，不僅能夠使人們的生活更為方便且省時與省力，同時也能提高電梯的安全性。

**關鍵字：** 曳引式電梯、電梯系統、單晶片微控制器

## Abstract

The aim of this research report is to design and implement an multifunctional elevator system. The system software is programming under Keil C software development platform. The complete system is based on the AT89S52 microcontroller. With a variety of hardware devices, such as four group of infrared sensor, a seven-segment display, and some light-emitting diodes, the system of the elevator becomes multiplex. After working for three months, we assembled each parts of the hardware and outputted multiplex signals from the AT89S52 to control the strong torque DC deceleration motor. Finally, the elevator can move up to the height of four floors, and can also move down four floors.

According to various aspects of information, normal structures of the elevators are commonly using traction type, hydraulic type, or pneumatic type driving system as well. We built up a simulate elevator model base on the traction type system and combined some simple features that we learn from the microchip control course. We hope that we can learn and try to improve the traction system. An excellent elevator system will not only make our life more convenient but also help us save times, or even improve the safety of the passengers.

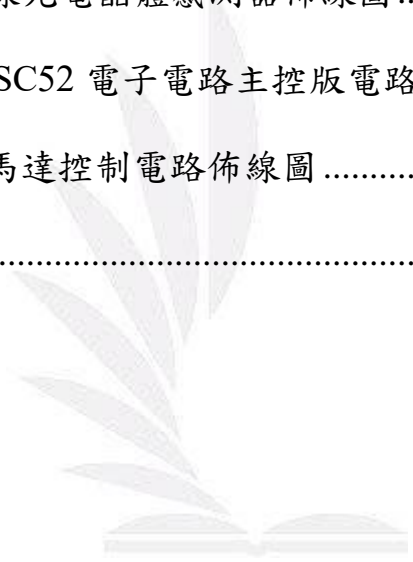
**Keyword:** Traction type elevator system 、 Elevator system 、 Single chip microcontroller

## 目錄

中文摘要.....	1
Abstract.....	2
目錄.....	3
圖目錄.....	6
表目錄.....	7
第一章、 研究流程 .....	8
1.1    CDIO 工作流程 .....	8
1.1.1 構思 (Conceive) 流程.....	10
1.1.2 設計 (Design) 流程 .....	12
1.1.3 實作 (Implement) 流程 .....	14
1.1.4 操作 (Operate) 流程 .....	16
1.2    CDIO 的好處 .....	18
第二章、 緒論.....	19
2.1    動機.....	19
2.2    研究目標.....	19
第三章、 系統架構 .....	20
3.1    硬體架構.....	20
3.1.1 AT89S52 單晶片微處理器.....	22
3.1.2 H 橋馬達控制電路.....	23
3.1.3 電梯按鍵電路.....	24

3.1.4	發光二極體.....	25
3.1.5	紅外線光電晶體感測電路.....	26
3.1.6	七段顯示器.....	27
3.2	軟體架構.....	28
3.2.1	主程式運作流程.....	28
3.2.2	副程式（進位旗標判斷變化）.....	30
第四章、	系統功能.....	33
4.1	系統功能說明.....	33
第五章、	系統功能操作說明.....	34
5.1	操作說明.....	34
第六章、	實驗結果.....	35
6.1	實驗器具.....	35
6.2	系統實驗硬體.....	35
6.3	系統實驗軟體程式內容.....	35
6.4	實驗結果與成效.....	36
第七章、	問題討論.....	38
第八章、	未來展望與結論.....	39
8.1	未來展望.....	39
8.2	結論.....	39
第九章、	組員工作劃分.....	41
第十章、	工作日誌.....	42

第十一章、 組員心得 .....	45
附錄.....	50
附錄 A. Capture 電路圖 .....	50
A.1 紅外線電路圖 .....	50
A.2 AT89SC52 電子電路主控版電路圖.....	51
A.3 H 橋馬達控制電路圖 .....	52
附錄 B. Layout 電路佈線圖 .....	53
B.1 紅外線光電晶體感測器佈線圖.....	53
B.2 AT89SC52 電子電路主控版電路佈線圖.....	54
B.3 H 橋馬達控制電路佈線圖 .....	55
參考文獻.....	56

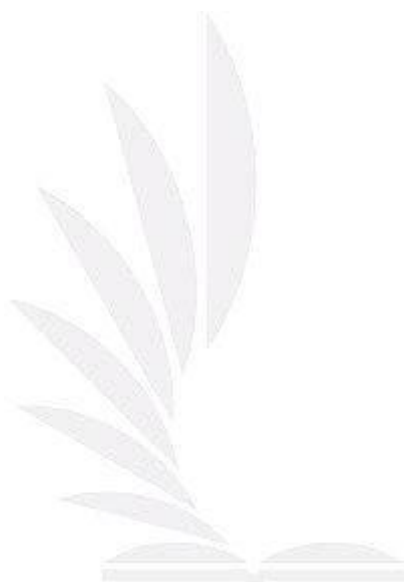


## 圖目錄

圖 1.1 專題執行流程圖 .....	9
圖 1.2 想法流程圖.....	11
圖 1.3 設計流程圖.....	13
圖 1.4 實作流程圖.....	15
圖 1.5 操作流程圖.....	17
圖 3.1 初步設計之電梯系統外觀示意圖 .....	21
圖 3.2 AT89S52 微處理器基本供電電路圖 .....	22
圖 3.3 H 橋馬達控制電路圖.....	24
圖 3.4 電梯按鍵電路 .....	25
圖 3.5 紅外線光電晶體感測電路圖 .....	27
圖 3.6 主程式流程圖 .....	29
圖 3.7 副程式流程圖 .....	32
圖 4.1 電梯系統功能示意圖 .....	33
圖 5.1 電子電路控制板 .....	34
圖 6.1 電梯系統完成成品 .....	37

## 表目錄

表格 3.1 本專題 AT89S52 之接腳功能統整表 .....	23
表格 9.1 組員工作劃分表 .....	41
表格 10.1 專題工作日誌 .....	42



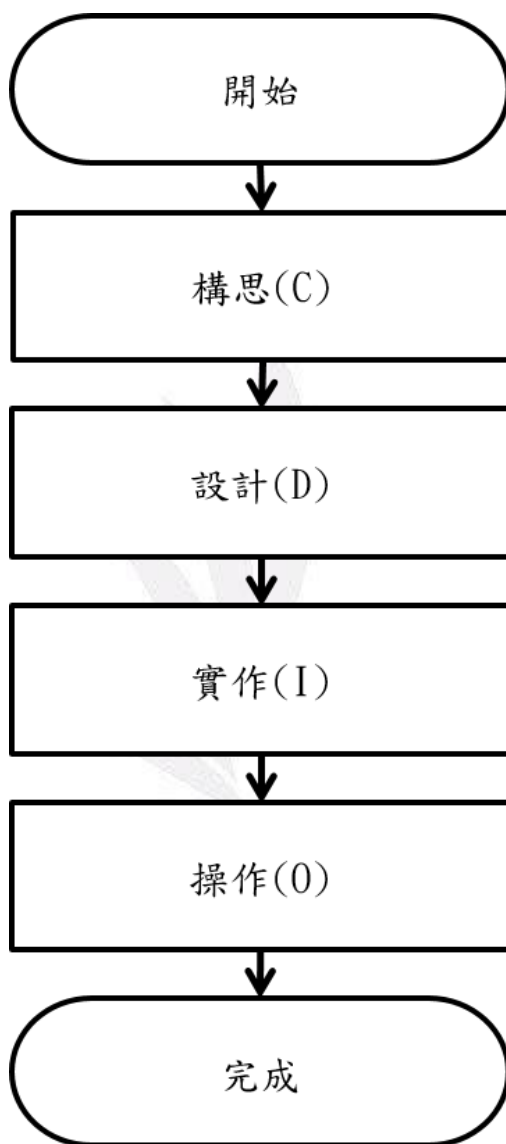


# 第一章、研究流程

## 1.1 CDIO 工作流程

本專題研究遵循構思 (Conceive, 簡稱 C)、設計 (Design, 簡稱 D)、實作 (Implement, 簡稱 I) 與操作 (Operate, 簡稱 O) 四個流程步驟執行, 如圖一.1 所列之流程。經過多次開會討論, 構想專題研究內容, 設計模擬真實電梯之作品樣貌, 並購買材料製作模型和撰寫軟體控制程式。最後, 將軟硬體系統整合, 實際上機操作, 完成專題成品。



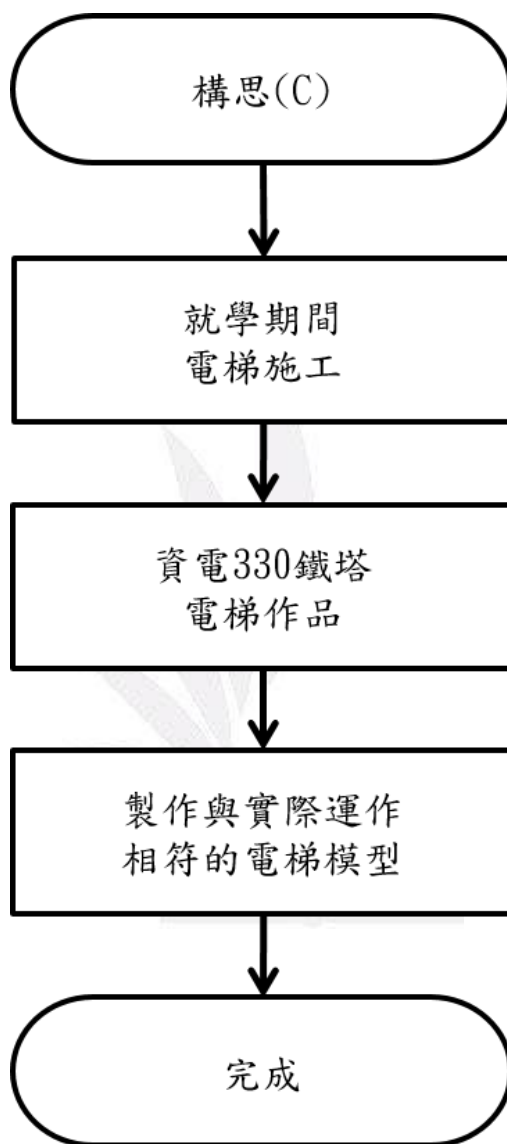


圖一.1 專題執行流程圖

### 1.1.1 構思 (Conceive) 流程

選定此研究主題的原因，啟發於學期初資電學院的電梯維修保養期，如一.2 所列之流程。由於上課教室大部分位於較高的樓層中，需要經常使用電梯作為代步工具。電梯於施工期間，電梯入口處和電梯轎廂內部黏貼上許多薄木板，對乘客使用該設施時造成不安全的心理困擾。搭乘電梯的安全性成了學生與教師們使用電梯時一項值得思索的問題。又因修習工程實習課時，經常看見資電學院 330 教室中展示的小型電梯鐵塔微處理機作品。基於此兩個因素，本組於是決定製作一組與實際運作相符合的電梯模型，期望能以此模型來模擬電梯實際運作時的情況。



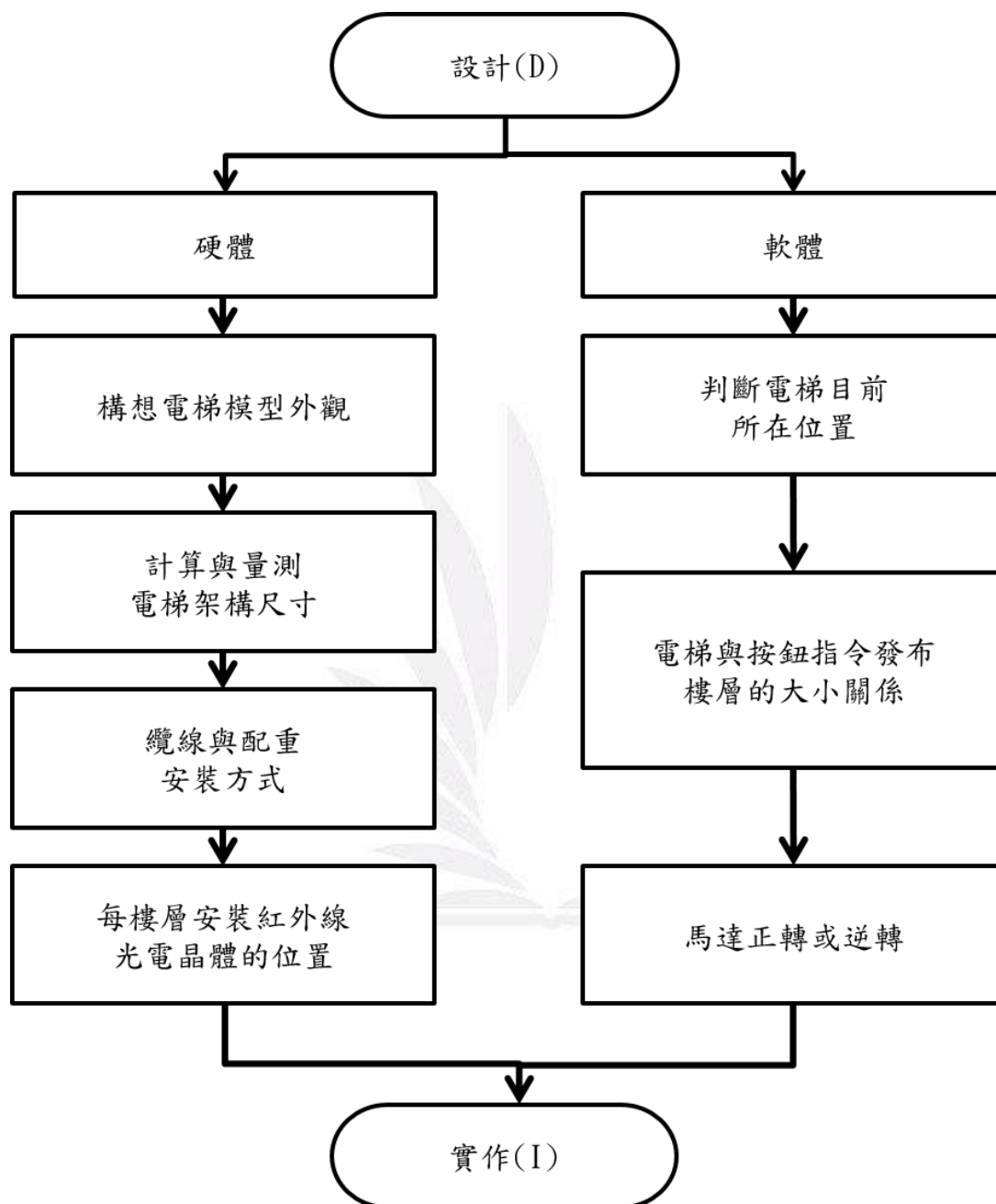


圖一.2 想法流程圖

### 1.1.2 設計 (Design) 流程

設計流程分為硬體及軟體兩部份，如圖一.3 所列之流程。硬體方面，首先構想曳引式電梯模型外觀。經過計算與量測，初步訂定電梯支架與電梯轎廂的尺寸。利用計算結果，繪製電梯模型結構設計圖；同時，構想安裝強扭力減速直流馬達的固定座。待設計圖完成後，選定安裝馬達、電梯纜線以及用來判斷電梯轎廂抵達目標樓層的紅外線光電晶體於每層樓的安裝位置。以上為硬體設計流程。

軟體方面，撰寫能夠利用紅外線光電晶體判斷電梯轎廂目前所在樓層的程式，配置於硬體上測試。確認可以精確判斷後，再利用微晶片程式狀態字元(program status word，簡稱 PSW)當中的進位旗標(carry，簡稱 CY)，依照其變化作為不同副程式執行的依據，發布指令控制馬達正轉或逆轉，使電梯上升或下降。



圖一.3 設計流程圖

### 1.1.3 實作 (Implement) 流程

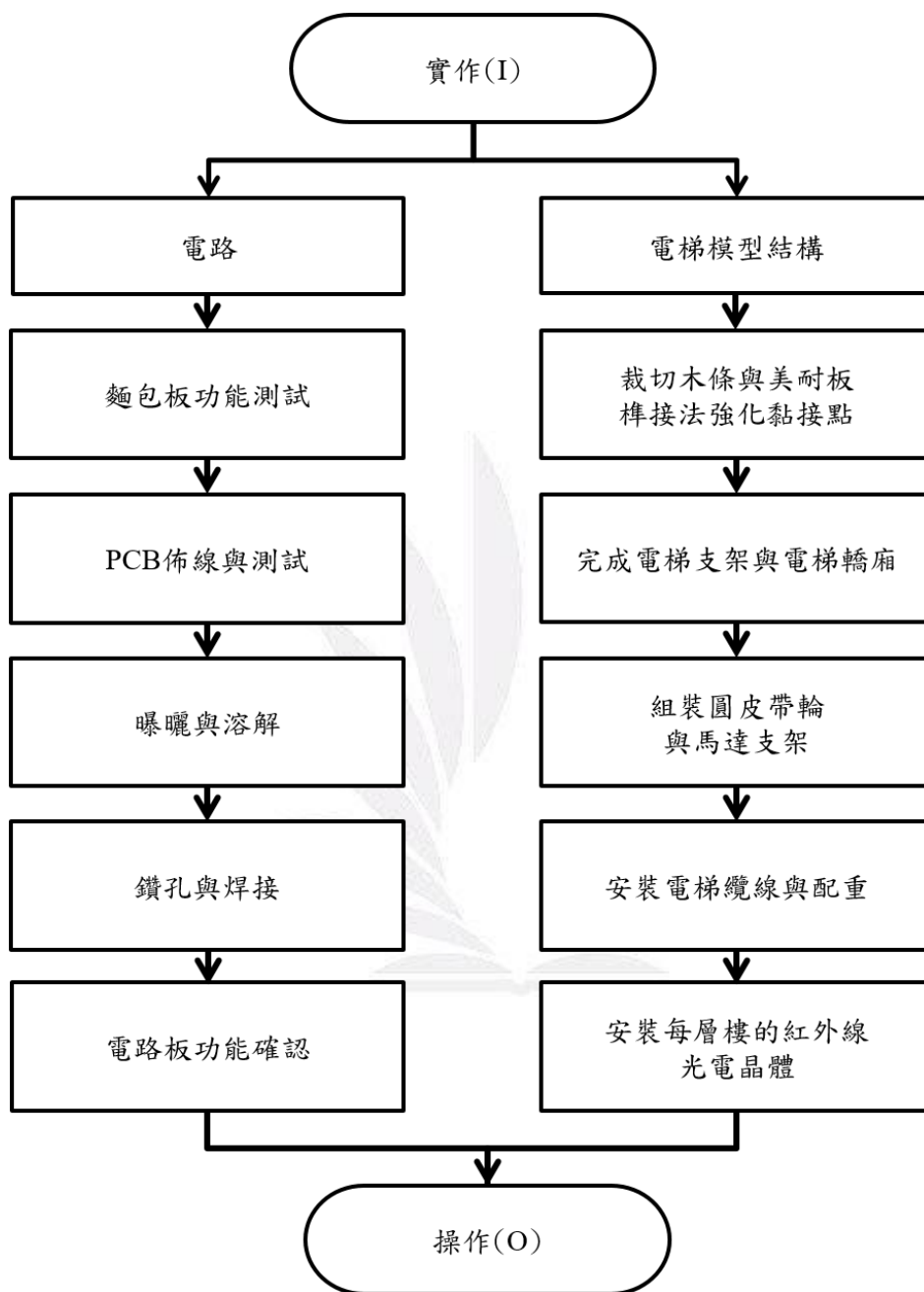
利用初步構想的電梯系統外觀設計圖以及預期整個系統擁有的運作功能，開始製作電梯模型與電子電路控制板。如圖一.4 所列之流程。

電梯模型結構部分，先挑選建構電梯的材料種類。經過討論，選定以木材和美耐板作為主要材料。以實體材料再次進行尺寸計算，比對預先構想之電梯外觀架構是否可以實現。得出實際製作之尺寸之後，裁切木條與美耐板，依工作進度進行電梯結構組裝，並以榫接法強化黏接點。

完成結構組裝後，再依照因應實體製作而修改的設計圖所標示的馬達固定座位置，安裝上皮帶輪、馬達、纜線和配重，完成拖動電梯轎廂上下移動的結構。最後一步，安裝紅外線光電晶體。配合電路功能測試的好與壞，隨即對硬體結構進行同步修改。

電子電路控制板部分，於麵包板上測試完成各項功能，爾後開始進行 PCB 電路實作步驟。利用 Capture 與 ORCAD 軟體繪製電路圖並轉檔，經佈線完成後列印至描圖紙上。接著曝曬該電路到感光版，進行顯影清洗及蝕刻。待乾燥後，裁切成適當大小，再對電路板上的元件腳位鑽孔，正確地焊接零件至電路板上。

將電梯模型與電子電路控制板相互結合，進行功能測試。



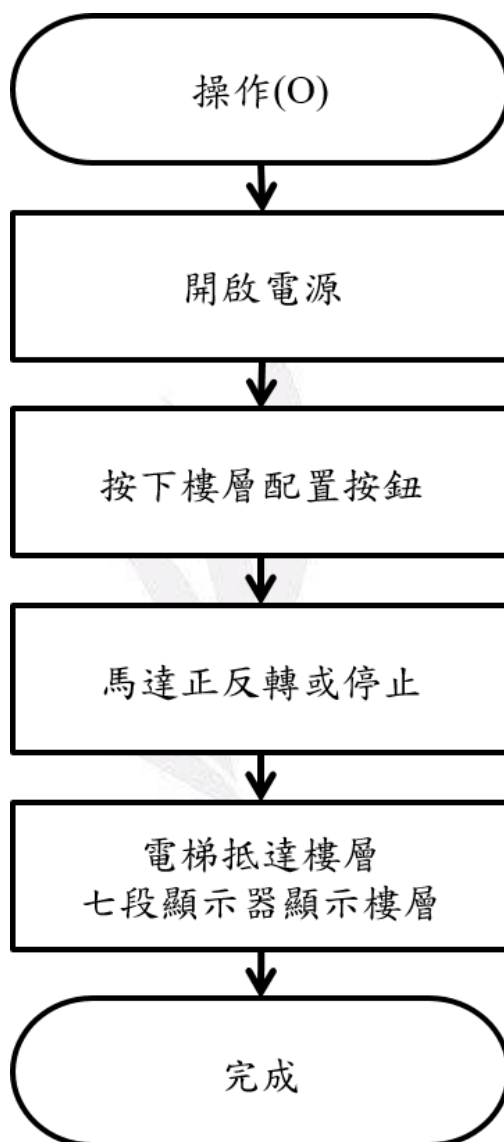
圖一.4 實作流程圖



#### 1.1.4 操作 (Operate) 流程

操作過程如圖一.5 所示。將電子電路控制板接上電源供應器，供應電壓大小約 10 至 12 伏特之間。按下任一層樓對應的上樓或下樓按鈕，表示該樓層發出電梯使用需求。系統接收到按鈕訊號，向馬達發出正轉、反轉或停止轉動的指令。待電梯轿廂抵達樓層，馬達停止轉動，並顯示抵達樓層數字於七段顯示器上，告知電梯外部的使用者電梯轿廂的位置。





圖一.5 操作流程圖

## 1.2 CDIO 的好處

本專題依據前述之進行方式與執行步驟利用 CDIO 方法完成一項微處理機控制之實作，可培養自我獨立思考完整系統架構、設計與技術整合，實現實際製作以及產品展示與推廣之能力，達到學習與產業界無縫接軌之教育學習與訓練目標。



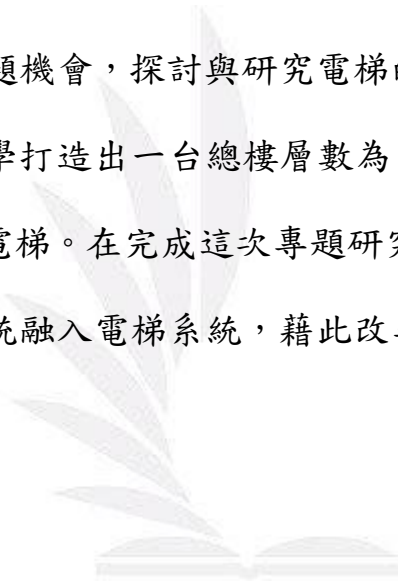
## 第二章、緒論

### 2.1 動機

近年來由於科技的進步，摩天大樓的高度不斷增高，人們多仰賴電梯到達需求樓層。因此，電梯成為高樓大廈中必備的重要工具，其功能性和安全性顯得更不可或缺。我們決定設計一台與真實電梯運作過程一樣的電梯，來模擬實際上可能遇到的各種意外。

### 2.2 研究目標

本組希望藉此專題機會，探討與研究電梯的原理與其運作機能。希望能夠以實習課所學打造出一台總樓層數為 4 層樓(高度約為 0.74 公尺)的曳引式模擬電梯。在完成這次專題研究後，我們期望能利用所學將自動化感測系統融入電梯系統，藉此改善電梯的使用舒適感，讓電梯更為人性化。



## 第三章、系統架構

本專題設計以 AT89S52 單晶片微處理器，搭配 H 橋馬達控制器和紅外線光電晶體感測電路。本章節將分成硬體架構及軟體架構兩方面進行介紹。

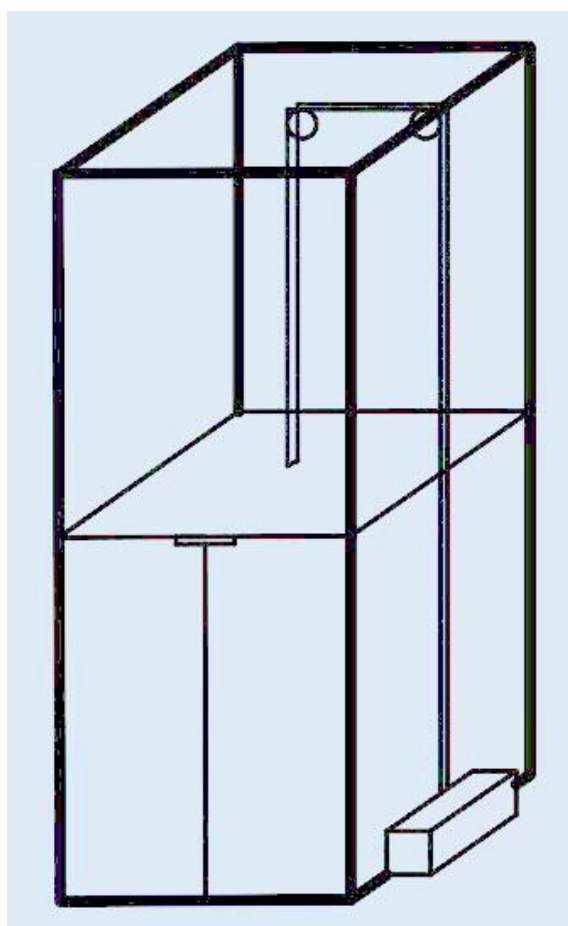
### 3.1 硬體架構

本專題所應用之硬體架構主要包含以下項目：

1. AT89S52 單晶片微處理器：接收並運算操作者按鈕指令訊號，傳輸運算後的訊號指令動作至其他硬體系統中。
2. H 橋馬達控制電路：經 AT89S52 微處理器傳送訊號，使 H 橋驅動並控制直流減速馬達正轉、逆轉與停止共三個動作。
3. 強扭力減速直流馬達 (編號：HN35GBD-1632)：馬達內部已配置適當的齒輪比，用來拖動電梯轎廂使其上升、下降或者停止。
4. 電梯按鍵電路：操作者點選按鍵，輸出觸發訊號至 AT89S52 微處理器接收腳位，完成銜接式控制他端硬體功能。
5. 發光二極體：當按鈕被按下時，對應按鍵的發光二極體發光，表示按鍵成功輸出觸發訊號，傳送至微處理器進行運算動作。當對應該按鍵的硬體動作皆執行完畢時，發光二極體將自行熄滅。
6. 七段顯示器：用於顯示電梯所在之樓層位置。

7. 紅外線光電晶體感測電路：發射紅外線訊號之元件安裝於電梯轎廂側面，而接收紅外線訊號之光電晶體，每層樓皆設置一個。此電路用於偵測電梯轎廂在哪一樓層。

經過小組討論以及設計，初步繪製之電梯模型結構設計圖如圖三.1 所示。其中包含強扭力減速直流馬達的固定座（左下角的立方體箱子）、皮帶輪（上方兩個圓盤）以及電梯纜線的安裝位置。

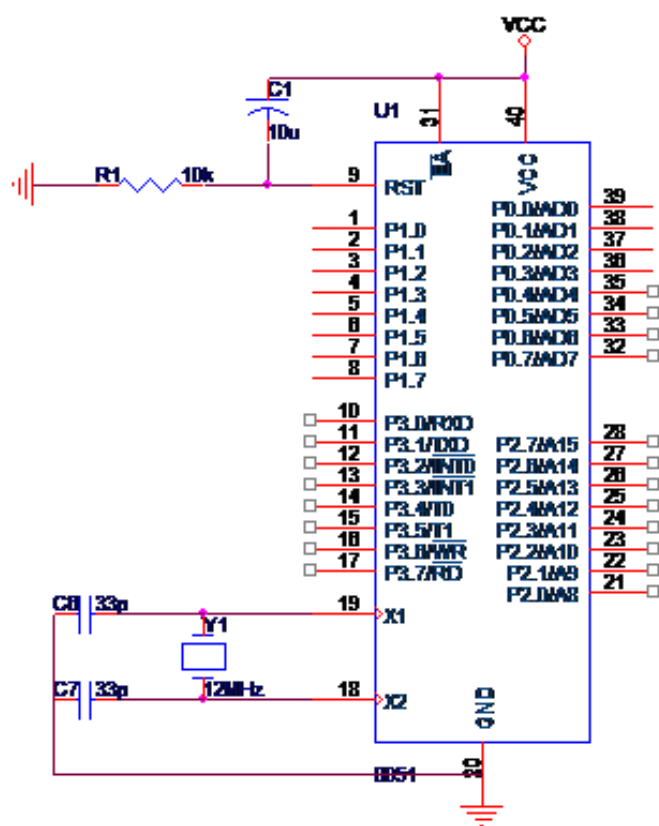


圖三.1 初步設計之電梯系統外觀示意圖

### 3.1.1 AT89S52 單晶片微處理器

AT89S52 屬於 MCS-51 單晶片的一種，且為 8-bit 的 CPU，共有 40 個接腳，每隻接腳的功用不盡相同。使用該微處理器最基礎的電路為供電電路，如圖三.2 所示。AT89S52 由英特爾公司於 1981 年製造到現在，有更多的 IC 設計商，如 ATMEL、Philips、華邦等公司，相繼開發了功能更多、更強大的兼容產品。

使用此微處理器來驅動並控制強扭力減速直流馬達，以及接收紅外線光電晶體感測電路上的訊號變化，並輸出訊號至七段顯示器告知目前電梯所在之樓層位置。各個腳位和其他硬體配對連接說明請見表格三.1。



圖三.2 AT89S52 微處理器基本供電電路圖

表格三.1 本專題 AT89S52 之接腳功能統整表

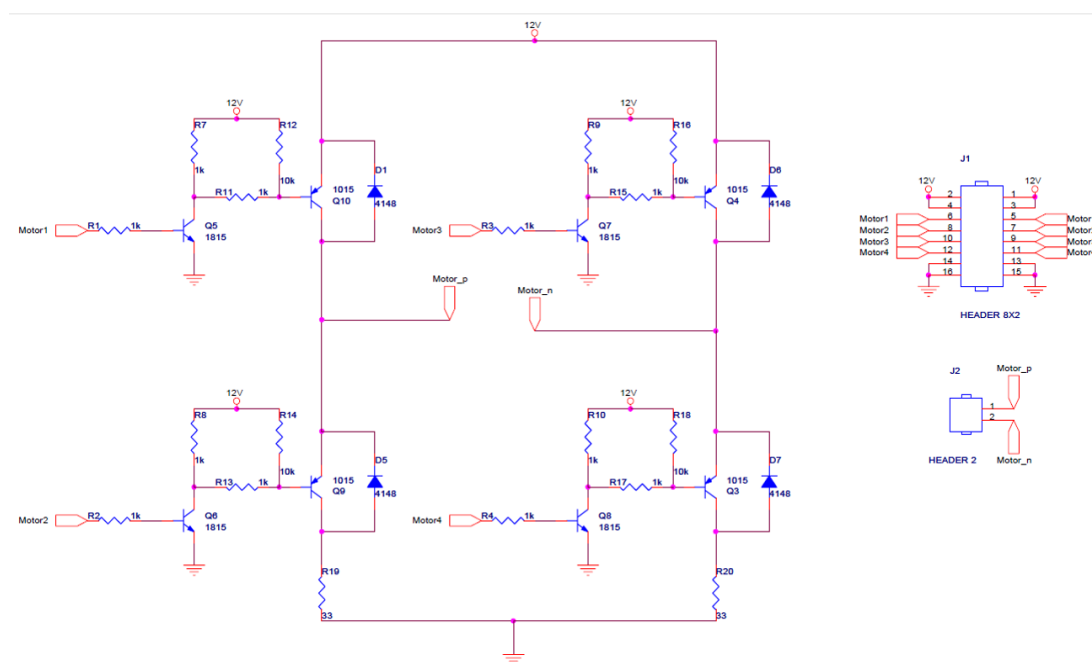
AT89S52 腳位	腳位名稱	功能簡介
1~4	P1.0~P1.3	H 橋馬達控制電路
5~8	P1.4~P1.7	紅外線光電晶體 感測電路
21~27	P2.0~2.6	七段顯示器
10~11 32~39	P3.0~3.1 P0.0~P0.7	各樓層向上、向下按 鍵、樓層數字按鍵

### 3.1.2 H 橋馬達控制電路

此電路內含 4 組電晶體開關電路（由常用的 SC1815 電晶體共 8 顆組成），如圖三.3 所示。藉由 AT89S52 單晶片輸送高低電位訊號使斜對稱電晶體電路導通。根據電晶體導通情況，改變進入直流減速馬達的電流流向，從而控制馬達正轉或逆轉。

在直流馬達控制系統中，為了減少流經馬達繞線電流及降低功率消耗等目的，經常利用脈波寬度調變訊號（pulse width modulation，簡稱 PWM）來控制交換式功率元件的開與關動作時間。藉著改變輸出脈波的寬度或頻率，來改馬達的轉動速度。其原理簡述如下：通過 PWM 的電流 ON、OFF 時間比例，來決定輸出電流的大小，從而間接控制電動機的轉速。本次專題研究由於時間較少，故未使用 PWM 調整馬達轉速，希望未來能夠應用此法，使電梯模擬更為真實。

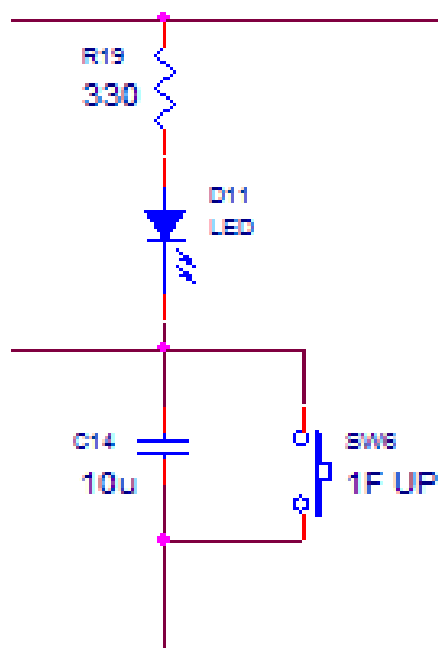




圖三.3 H 橋馬達控制電路圖

### 3.1.3 電梯按鍵電路

由電阻、電容、發光二極體與小型觸摸開關組成，如圖三.4 所示。每組按鍵電路皆連接至 AT89S52 單晶片上的一個腳位。當按鍵未被按下，單晶片接收高電壓訊號（5 伏特）；當按鍵被按下，電路上按鍵支路連接至地，使單晶片接收訊號產生電壓變化（由 5 伏特變為 0 伏特），進行程式條件運算。依電梯四層樓，配置上升、下降、1 樓、2 樓、3 樓和 4 樓共十組按鍵電路。AT89S52 的 P0.0~P0.7、P3.0~P3.1 依序為一樓外部上樓按鍵、二樓外部上樓按鍵、二樓外部下樓按鍵、三樓外部上樓按鍵、三樓外部下樓按鍵、四樓外部下樓按鍵、電梯轎廂內部一樓按鍵、二樓按鍵、三樓按鍵以及四樓按鍵。



圖三.4 電梯按鍵電路

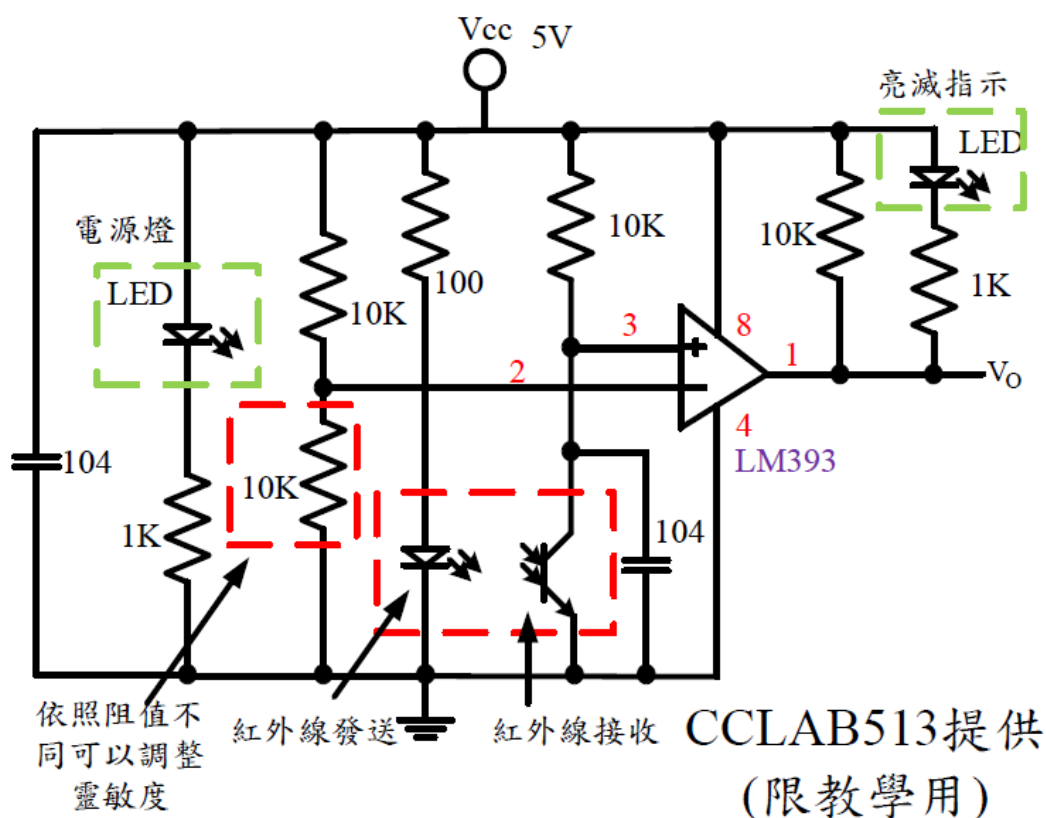
### 3.1.4 發光二極體

此元件用於按鍵電路和七段顯示器內。按鍵電路部分：當 AT89S52 的 P0.0~P0.7、P3.0~P3.1 送出低電位（0 伏特）或操作者按下按鍵時，發光二極體即發亮，告知操作者按鍵訊號成功觸發。七段顯示器套件部分：當 AT89S52 的 P2.0~P2.7 送出低電位（0 伏特），七段顯示器中接收到該訊號的發光二極體發亮，告知使用者電梯目前在樓層位置。

### 3.1.5 紅外線光電晶體感測電路

此電路的邏輯核心為 LM393 積體電路，其內部共有兩組 OP 放大器 (operational amplifier, 簡稱 OP 放大器)。如圖三.5 所示，當中僅示意其中一組放大器作為代表。此電路原理如下：由運算放大器特性得知，OP 放大器之 2 號腳位經 10K 電阻分壓得 2.5 伏特。3 號腳位的電壓大小由光電晶體是否導通決定。當光電晶體未接收到紅外線訊號時，光電晶體截止，使 3 號腳位電壓大於 2.5 伏特，經 OP 放大器運算，於 1 號腳位輸出高電位；當光電晶體接收到紅外線訊號時，光電晶體導通，使 3 號腳位電壓小於 2.5 伏特，經 OP 放大器運算，於 1 號腳位輸出低電位。2 號腳位支路節點下方的電阻可更換為不同阻值的電阻，來改變 2 號腳位的電壓值，進而改變 OP 放大器的運算準位，使其敏感度有所變化。電路左側與右側的發光二極體分別用來顯示電路通電正常和判斷 OP 放大器輸出端電壓變化。

透過這個特性，當電梯到達各樓層時，光電晶體接收到來自電梯轎廂上的紅外線發射訊號，使 OP 放大器輸出端有電壓變化。將單晶片的四隻腳位與四組 OP 放大器輸出端連結，即可接收電梯抵達樓層的訊號，爾後做出相對應的訊號傳送動作。



圖三.5 紅外線光電晶體感測電路圖

### 3.1.6 七段顯示器

此套件用來顯示電梯目前所在的樓層。其電路接法有兩種：共陽極與共陰極。共陽極方式，發光二極體的共用接點為電源，單晶片上7隻腳與發光二極體的負極連接。共陰極方式共用接點則為接地。本專題使用共陽極之接法：當單晶片輸出低電位時，電流流經發光二極體，使其發亮；反之，因發光二極體兩端電位相同，故無電流流過，不發亮。

## 3.2 軟體架構

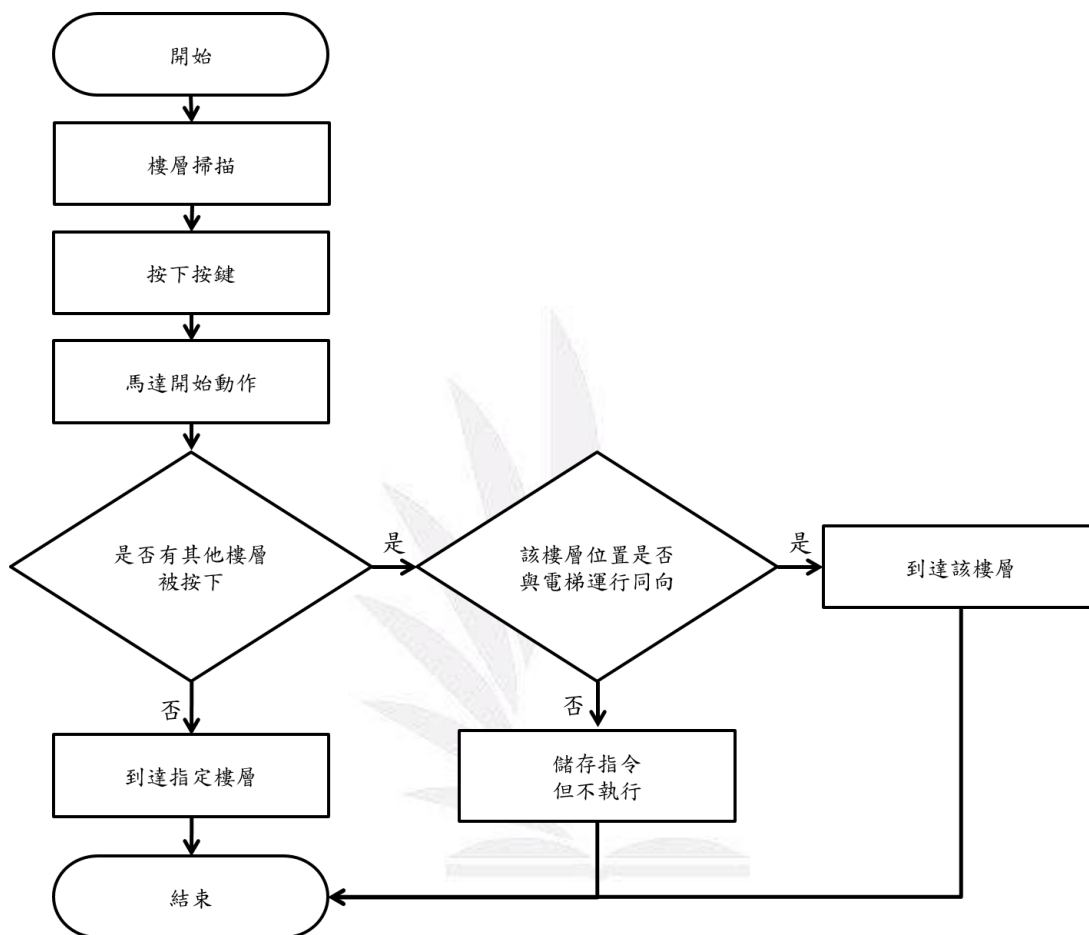
本專題控制程式分為主程式及副程式，運算過程說明與流程如下：

### 3.2.1 主程式運作流程

如圖三.6 上半部所示。主程式掃描電梯轎廂位置，此步驟為主程式與副程式一切運算的依據，也為最重要的一步。當任一按鈕被觸發時，程式內部將跳至副程式進行選擇控制馬達動作的運算(詳細運算過程將於副程式內容說明)。得出結果後，AT89S52 單晶片傳送訊號控制馬達動作。

在電梯轎廂移動期間，主程式將不停掃描是否有配置於其他樓層的按鈕觸發訊號。圖三.6 下半部所示，其掃描動作如下：

1. 若有其他按鈕觸發：程式運算觸發按鈕之樓層是否與電梯運行方向相同。若相同，電梯轎廂必定抵達該樓層後才停止，否則，AT89S52 單晶片儲存該訊號，在電梯轎廂到達最初觸發按鈕樓層後，程式運算再次回到副程式，控制馬達動作，並於抵達該樓層後，馬達停止運轉，等待下一次按鈕被觸發，作出指定動作。
2. 若無其他按鈕觸發：電梯將直接抵達最初觸發按鈕的樓層。電梯轎廂停止後，等待下一次按鈕被觸發，作出指定動作。



圖三.6 主程式流程圖

### 3.2.2 副程式 (進位旗標判斷變化)

如圖三.7 所示。若電梯轎廂運行中，有按鈕觸發，程式將進入副程式。副程式主要由兩個邏輯公式組成，分別為：

1. PSW 之值 = (觸發按鈕的樓層數值) - (電梯轎廂所在樓層數值)。
2. A 是否為 0。

其中，PSW 為程式狀態字元 (program status word) 之簡寫；A 為累積器 (Accumulator) 之簡寫。利用微晶片 PSW 當中的進位旗標 (carry, 簡稱 CY)，作為運算變化的依據。根據單晶片微處理器原廠規定，CY 僅可能有兩種數值變化。以這個特性，定義主程式用來分辨按鈕觸發樓層與電梯轎廂所在樓層的關係。其運算過程說明如下：如圖三.7 所示，每次進入副程式時，首先清空 CY。

1. 當 CY=1 時：

表示觸發按鈕的樓層數值小於電梯轎廂所在樓層數值，PSW 作借位減法 (因電梯模型設定樓層數僅 4 層樓，以 01H 表示一個樓層。故於副程式中 PSW 運算不會有進位現象)。單晶片依目前電梯樓層狀態判斷需不需要儲存完成的運算結果。若需要，馬達將在執行先前指令，於結束後，再接收儲存的指令，做出對應動作；若不需要，單晶片即刻控制馬達拖動電梯轎廂向下。程式返回主程式。

2. 當 CY=0 時：

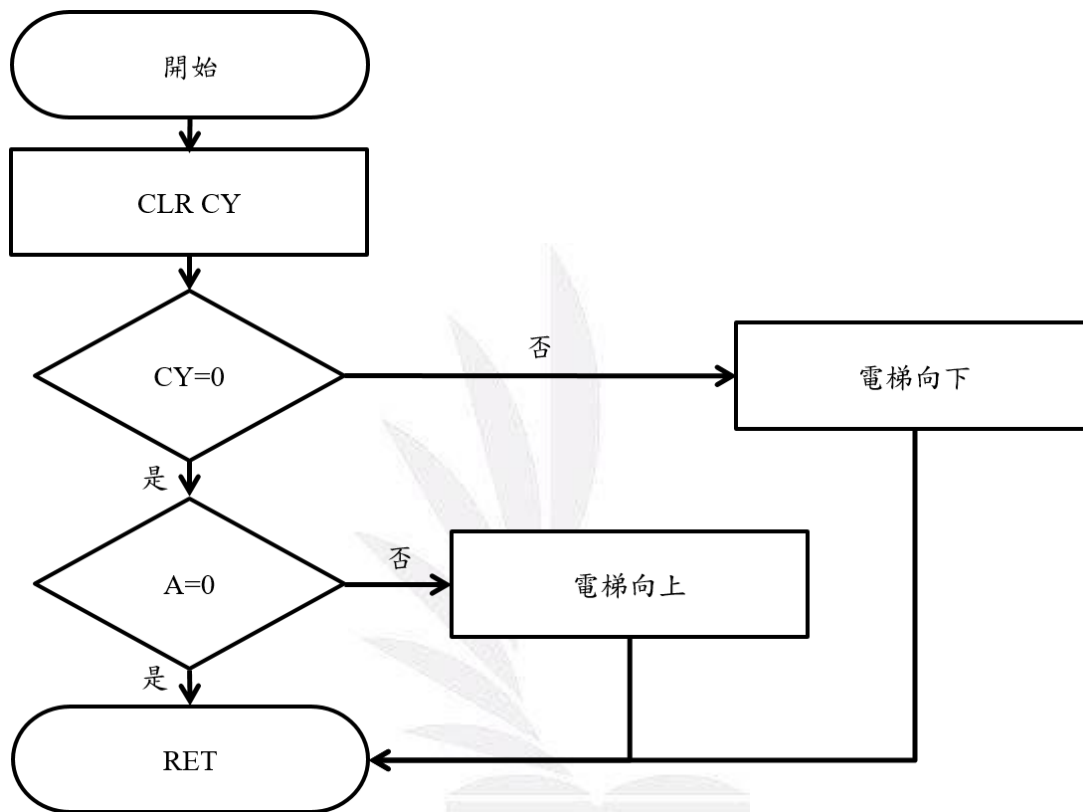
表示觸發按鈕的樓層數值大於或等於電梯轎廂所在樓層數值。程式進階判斷累積器 (Accumulator, 簡稱 A) 中的數值為大於或等於 0。

若為大於 0，單晶片依目前電梯樓層狀態判斷需不需要儲存完成的運算結果。若需要，馬達將在執行先前指令，於結束後，再接收儲存的指令，做出對應動作；若不需要，單晶片即刻控制馬達拖動電梯轎廂向上。

若為等於 0，單晶片告知馬達該按鈕觸發訊號不需有任何動作。程式返回主程式。





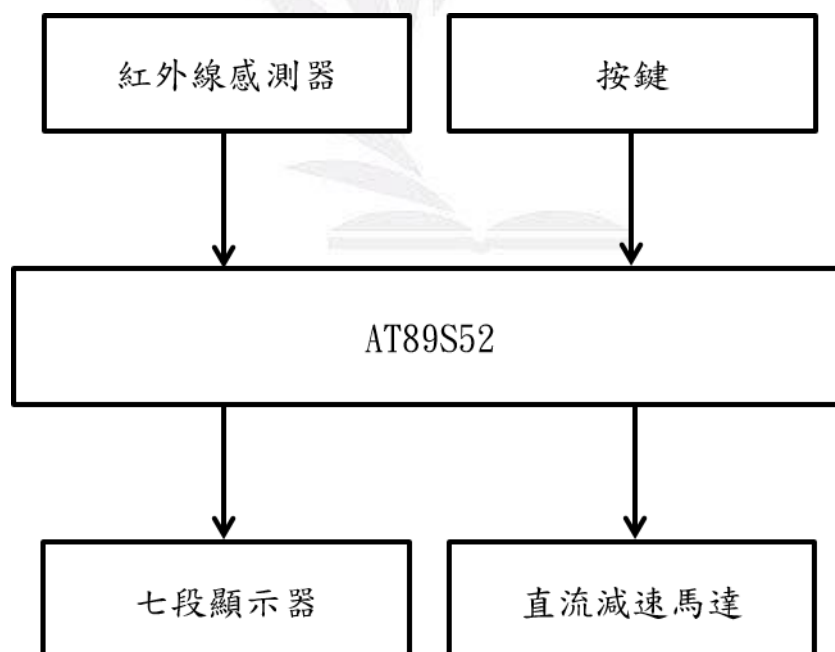


圖三.7 副程式流程圖

## 第四章、系統功能

### 4.1 系統功能說明

利用 AT89S52 與電子電路控制板控制直流減速馬達、七段顯示器、按鍵電路以及紅外線光電晶體感測電路，如圖四.1 所示。電梯轎廂與各樓層分別裝有紅外線發射器與光電晶體接收器，偵測電梯轎廂是否到達樓層。當操作者按下按鍵時，輸入電壓變化訊號至單晶片內。經過主程式與副程式運算，單晶片將傳輸訊號至 H 橋馬達控制電路與七段顯示器，前者驅動直流減速馬達正轉、逆轉或停止，後者顯示電梯所在樓層。



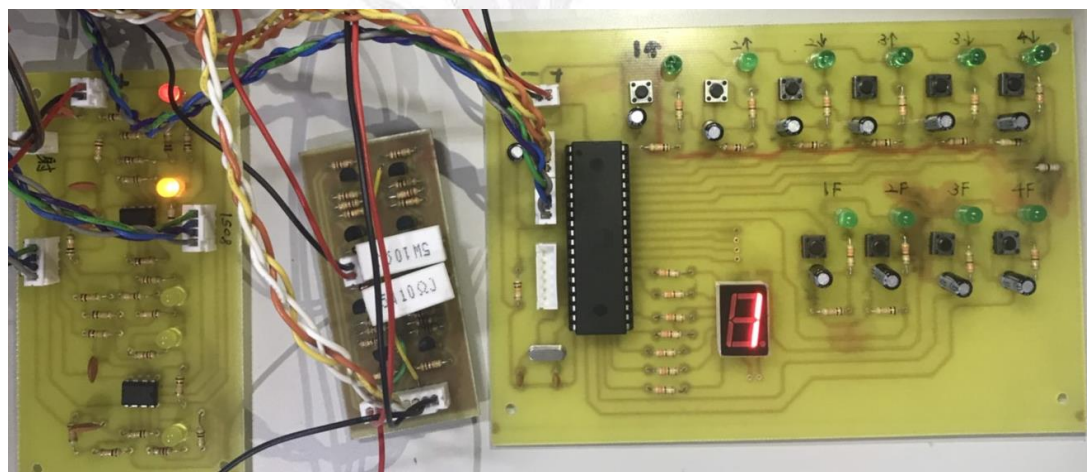
圖四.1 電梯系統功能示意圖

## 第五章、系統功能操作說明

### 5.1 操作說明

電梯系統之操作步驟配合圖五.1 做說明：

1. 觀察七段顯示器顯示電梯目前所在樓層。
2. 按下任意一層樓的上樓或下樓之按鍵，表示某樓層電梯外部發出電梯使用需求。
3. 電梯開始移動，當電梯到達發出使用需求的樓層時，按下 1~4 任一按鍵，模擬需求者進入電梯選擇想要到達的樓層。
4. 電梯將依指令抵達目的樓層。



圖五.1 電子電路控制板

## 第六章、實驗結果

### 6.1 實驗器具

1. 直流電源供應器一臺。
2. 電子式三用電表一臺。
3. 電梯系統電子電路控制板一塊。
4. H 橋馬達控制電路一塊。
5. 紅外線光電晶體感測電路一塊。
6. 7805 穩壓 IC 簡易電路一塊。
7. 電梯支架與電梯轎廂。

### 6.2 系統實驗硬體

本專題實際操作所使用之硬體包含如下：

1. AT89S52 單晶片微處理器。
2. 強扭力直流減速馬達。
3. 電梯按鍵電路。
4. 發光二極體。
5. 七段顯示器。
6. 紅外線電晶體感測電路。

### 6.3 系統實驗軟體程式內容

本專題實際操作所使用之軟體程式內容包含如下：

1. 電梯所在樓層掃描主程式。
2. 接收按鍵指令發布訊號主程式。
3. 使用進位旗標 CY 判斷電梯與發出按鍵指令樓層的相對位置之副程式。
4. 馬達正轉、逆轉與停止副程式。
5. 延遲時間副程式。

#### 6.4 實驗結果與成效

直流電源供應器供應約 10 伏特至 12 伏特區間之電壓，電流大小經量測得約 150 毫安培至 300 毫安培，方能使馬達拖動電梯轎廂。系統功能方面，當某樓層紅外線光電晶體感應到電梯轎廂上的紅外線訊號，或者按鍵電路有觸發訊號時，單晶片能正常接收來自紅外線感測電路與按鍵電路所發出的訊號，並輸出正確指令至 H 橋馬達控制電路和七段顯示器上。如圖六.1 所示的成品示意圖，電梯系統能夠模擬出和真實電梯一樣的動作狀態。

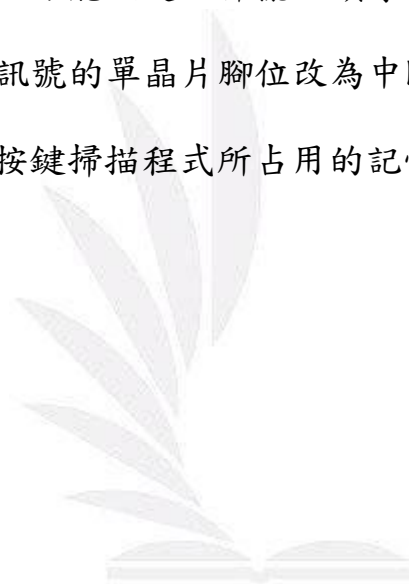
然而，減速直流馬達受 H 橋馬達控制電路影響，並無直接利用直流電源供應器供電給馬達運轉時的轉速高，但 H 橋可穩定並無誤地使馬達做出正轉、逆轉或停止。



圖六.1 電梯系統完成成品

## 第七章、問題討論

1. 目前載客使用的電梯，如何減少支架與電梯轎廂間的摩擦力，使馬達拖動的能量能夠減少不必要的損耗而傳遞至電梯轎廂上？
2. 組合語言中，並無不等式的邏輯運算。該以何種數據做為電梯系統運算指令之標準判斷？
3. 設計按鍵電路電容與電阻的串聯順序，需經過電路分析並搭配單晶片埠腳內部電路結構，方能決定元件擺放順序。
4. 若將接收按鍵觸發訊號的單晶片腳位改為中斷功能腳位，或許能使程式縮短許多，減少按鍵掃描程式所占用的記憶體空間。



## 第八章、未來展望與結論

### 8.1 未來展望

現代科技進步相當快速。高樓大廈越蓋越高的同時，人們也更依賴電梯代步。鑒於大眾能夠在樓層間移動上達到省時、省力與高安全性的效果，本研究希望藉由課程所學，設計出能夠模擬真實電梯系統運作時所遇到的各種突發狀況或意外，分析事故及其解決方案，並加入如自動偵測電梯門防夾系統、電梯空氣調節系統等各式新穎功能，使電梯更加人性化。

### 8.2 結論

本專題利用構思、設計、實作與操作流程方法執行，已達預期目標結果。在設計與實作一項產品時，初期之產品系統架構和創意思法之完整性將是決定其成功與否之關鍵。因此，本專題初期主要藉由觀察歷屆學長姐作品與參考相關文獻，並與老師及助教討論後，進一步完整地建立起具有邏輯性的系統架構，爾後才產生納入額外特殊功能的想法。

完成系統架構構思，接著著手設計電梯系統之硬體與軟體。本專題在硬體系統方面為微處理機控制器、其周邊應用電路以及硬體機構設計與製程，藉由參考相關基礎電路文獻與木工方法，並向老師及助教討論系統功能流程圖獲得。接著利用 OrCAD 軟體之 Capture 功能繪製電路圖，並利用麵包板測試系統電路功能，如紅外線光電晶體感測器及 H 橋馬達控制電路等。確認功能無誤後，利用 OrCAD 軟體之



Layout 功能繪製佈線圖，製作成印刷電路板，經過插件、接線及焊接，完成電子電路控制板，相當於產品之雛形。由於設計之電子電路控制板主要以單晶片微處理機控制器為基礎，因此，其原理與周邊電路之認識、設計與應用，都是藉由老師課堂講解、作業練習以及上機實習演練來完成。

在軟體設計方面，則利用 Keil C 微控制器系統開發軟體，撰寫組合語言程式碼，燒入單晶片微處理器，上機實際操作，經過不斷修正與除錯，實現系統之各項功能。



## 第九章、組員工作劃分

經過多次開會與討論，各組員所安排到的工作如表格九.1 所示：

表格九.1 組員工作劃分表

組員	工作分配
張偉皇	電梯支架設計與製作、OrCAD 電路圖繪製、PCB 電路製作、撰寫程式、報告書統整與修改
陳彥晴	簡報製作、報告書製作、OrCAD 電路圖繪製、PCB 電路製作
陳吟櫳	簡報製作、OrCAD 電路圖繪製
劉洪生	設計電路圖、PCB 電路製作、撰寫程式
梁庭娟	PCB 電路製作、操作影片錄製與剪輯

## 第十章、工作日誌

經過多次開會與討論，工作時程安排工作如表格十.1 所示：

表格十.1 專題工作日誌

4/17	4/18	4/19	4/20	4/21	4/22	4/23
期中報告	構思專題系統之流程圖	構思專題系統之流程圖	探討電梯原理、基本功能與外部架構	探討電梯原理、基本功能與外部架構	探討電梯原理、基本功能與外部架構	探討電梯原理、基本功能與外部架構
4/24	4/25	4/26	4/27	4/28	4/29	4/30
確認零件與電路圖、製作電梯結構	確認零件與電路圖、製作電梯結構	確認零件與電路圖、製作電梯結構	元件採買、製作電梯結構、H橋 PCB 製程	元件採買、製作電梯結構、H橋 PCB 製程	麵包板測試 H 橋控制功能、製作電梯結構	麵包板測試 H 橋控制功能、製作電梯結構
5/1	5/2	5/3	5/4	5/5	5/6	5/7
麵包板測試 H 橋控制功能	麵包板測試紅外線電路	麵包板測試紅外線電路	麵包板測試紅外線電路	撰寫 H 橋與紅外線電路控制程式、麵包板實測	撰寫 H 橋與紅外線電路控制程式、麵包板實測	撰寫 H 橋與紅外線電路控制程式、麵包板實測

5/8	5/9	5/10	5/11	5/12	5/13	5/14
撰寫 H 橋與紅外線電路控制程式、麵包板實測	加入按鍵電路與七段顯示器，修改控制程式	加入按鍵電路與七段顯示器，修改控制程式	加入按鍵電路與七段顯示器，修改控制程式	加入按鍵電路與七段顯示器，修改控制程式	撰寫單晶片程式控制、製作電梯轎廂	撰寫單晶片程式控制、製作電梯轎廂
5/15	5/16	5/17	5/18	5/19	5/20	5/21
撰寫單晶片程式控制、製作電梯轎廂	撰寫單晶片程式控制、製作電梯轎廂	繪製各電路圖	ORCA D 繪製各電路圖	ORCA D 繪製各電路圖	ORCA D 繪製各電路佈線圖	ORCA D 繪製各電路佈線圖
5/22	5/23	5/24	5/25	5/26	5/27	5/28
ORCA D 繪製各電路佈線圖	完成各電路佈線圖	PCB 電路製作	PCB 電路製作	焊接元件	焊接元件	電子電路控制整合、安裝於電梯實際測試
5/29	5/30	5/31	6/1	6/2	6/3	6/4
電子電路控制整合、安裝於電梯實際測試	修改程式、實際測試功能	修改程式、實際測試功能	修改程式、實際測試功能	修改程式、實際測試功能	修改程式、實際測試功能	修改程式、實際測試功能

6/5	6/6	6/7	6/8	6/9	6/10	6/11
報告書 面製 作、實 際測試 功能	報告書 面製 作、實 際測試 功能	報告書 面製 作、實 際測試 功能	報告書 面製 作、實 際測試 功能	練習報 告、實 際測試 功能	實際測 試功 能、拍 攝操作 影片	正式發 表



## 第十一章、組員心得

### 1. 組長—張偉皇

微處理機課程所教會我的事-努力、強韌、變通。有些事，即使你努力，也不一定能自己一個人解決；有些人，你說了再多的費心話，他們始終無動於衷；有些時候，不懂得變通，事情真的會做得很辛苦。組員應當精挑細選，與自己志不同、道不合之人，是不能一起工作的。

這三個月，每天的辛勤安排，終於成了甜美的果實。從一開始，對期末專題毫無想法，看著別組開始動工，有點羨慕。仔細安排整個專題 CDIO 的功過時程，才感受到，其實先有動作者，不見得為上策。不事先查詢電路元件規格書、蒐集硬體架構原理，都將造成往後進度上的絆腳石。擁有完整的資料，才能進行下一步工作。

老實說，我們的電梯架構，真的非常難製作。包含材料採買、切割以及量測，我們費盡心思，請教各界先賢與參考網路資料，才將其完成。軟體方面，也是絞盡腦汁，從軟體流程圖，一直到正式撰寫程式，花費整整三個禮拜的時間。

現在，我們的作品功能已經和日常所使用的電梯功能大致相符，但於硬體結構設計、電路配線和作品美觀等部分，仍需請教老師和各界人士相助。非常榮幸能修習到這麼難得的一堂課程，讓我發掘自己的不足之處。

## 2. 組員—劉洪生

在正式報告的前一天，電梯硬體軟體終於成功製作完成。我主要負責軟體撰寫，使用語言是組合語言，使用起來感覺比 C 語言難寫，更為機械化，整個主程式總共花了三天的時間建立。過程中遇到超多的 bug，像是判斷電梯轎廂目前位置與樓層之間的大小關係和電梯的運作邏輯，每個問題都花了很久的時間解決。利用課餘時間、假日從早做到晚，甚至在實驗室待到凌晨三點半，我們也花了很多時間使用 Capture 跟 layout 軟體去整理電路，重新畫了很多次，也很感謝何子儀老師幫我們解決了按鍵問題，好在老師有幫我們，不然按鍵就卡死了。課堂助教也在 debug 時幫助我們解決了很多問題，還有同組隊友們的配合，才能完成電梯成品。半個學期下來過程中很辛苦，但也學到了很多實作技巧，像是如何去想出並且實現一個產品。讓產品更符合我們想要的樣子。

### 3. 組員-陳吟權

我覺得這堂課最值得的是，課堂上的理論可以馬上應用到實驗課，不會有正課和實驗脫節的感覺。而這堂課最後的專題部分更是讓我深刻的體會到那些日常常見的用具在製作時是多麼困難和費心的，像我們這次的電梯專題比起我當初想像的還需要付出更多時間跟心力。

這次的專題讓我體驗到許多新鮮事，雖然我們大部分都處在撞牆期，經常需要拿著三用電表東測西測找尋問題、或是不斷的修改程式。但像是前往 PCB 室洗電路板、焊接等等，都是特別難得的經驗。

當第一眼看到電梯成功完成指定動作時，疲憊以及煩躁瞬間都消失了一大半。感謝我們的各位組員，由於大家的盡心盡力，讓我們能如期製作完成。



#### 4. 組員-陳彥晴

經過了這次的專題實作，讓我學習到如何從無到有的製作出一樣產品。一切都是那麼的新鮮，像是洗電路板、焊接等等，平時都只是聽老師上課在黑板上講解，很少有機會能夠實作。但透過了這堂課，我學習到如何構思一個專題的設計流程，接著一步一步的執行，還有一些接電路與焊接的技巧。一開始都會覺得很有趣，但在實作的過程中常常會遭遇到各種不同的挫折，像是電路出了問題，又或是程式有誤，常常讓人感到煩躁。而這些錯誤都要靠著自己拿著三用電錶找出錯誤，或是程式必須一修再修。但因為有同伴們的協助，靠著大家同心協力、溝通協調，找出錯誤然後更改，才能夠完成一項產品。因為這堂課我覺得自己的實作能力提升了不少，看著自己的成品，內心也有滿滿的成就感與感動，終於完成了啊！

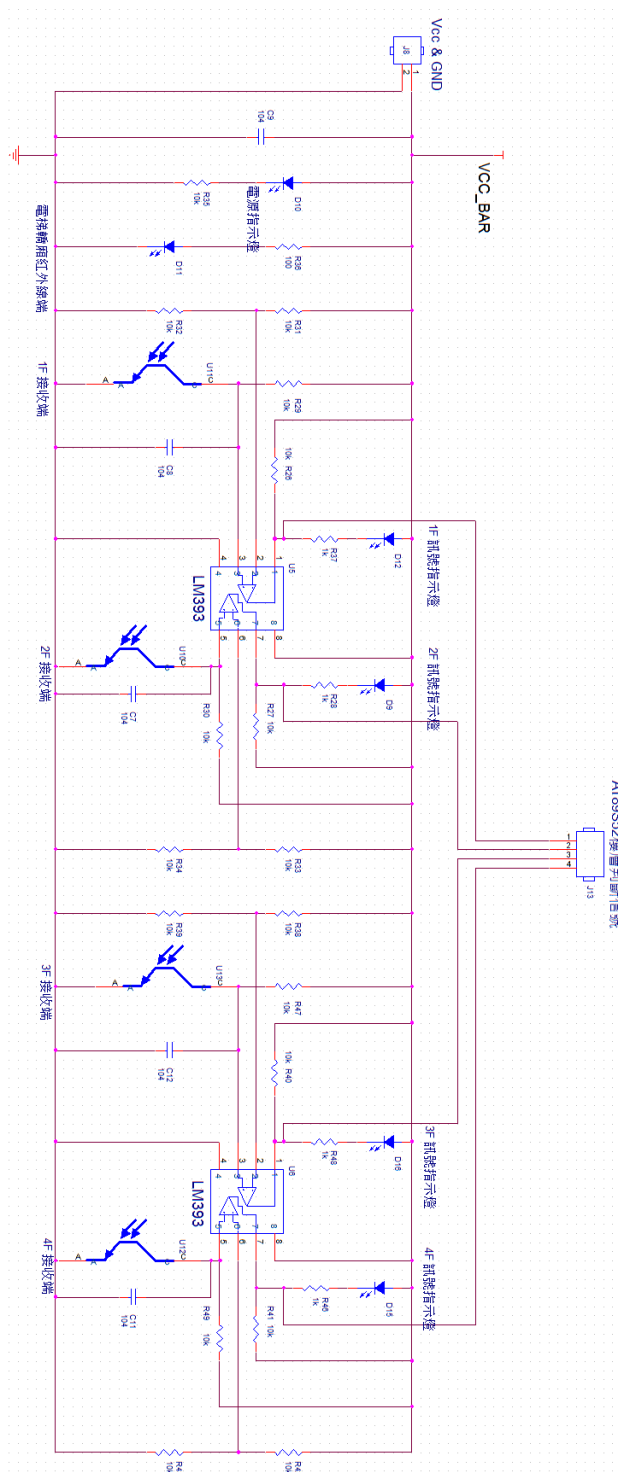
## 5. 組員-梁庭娟

這次專題主題為電梯系統。在我們決定做電梯後，就開始仔細思考電梯邏輯。平常認為理所當然的東西也變的需要深度探討，親自去搭乘電梯測試電梯如何運作，才能完整設計出系統的邏輯運算。一開始，想到有很多狀況可能發生，直到老師告訴我們應該由最基本的狀況下手，我們才逐漸設計出軟體流程架構。

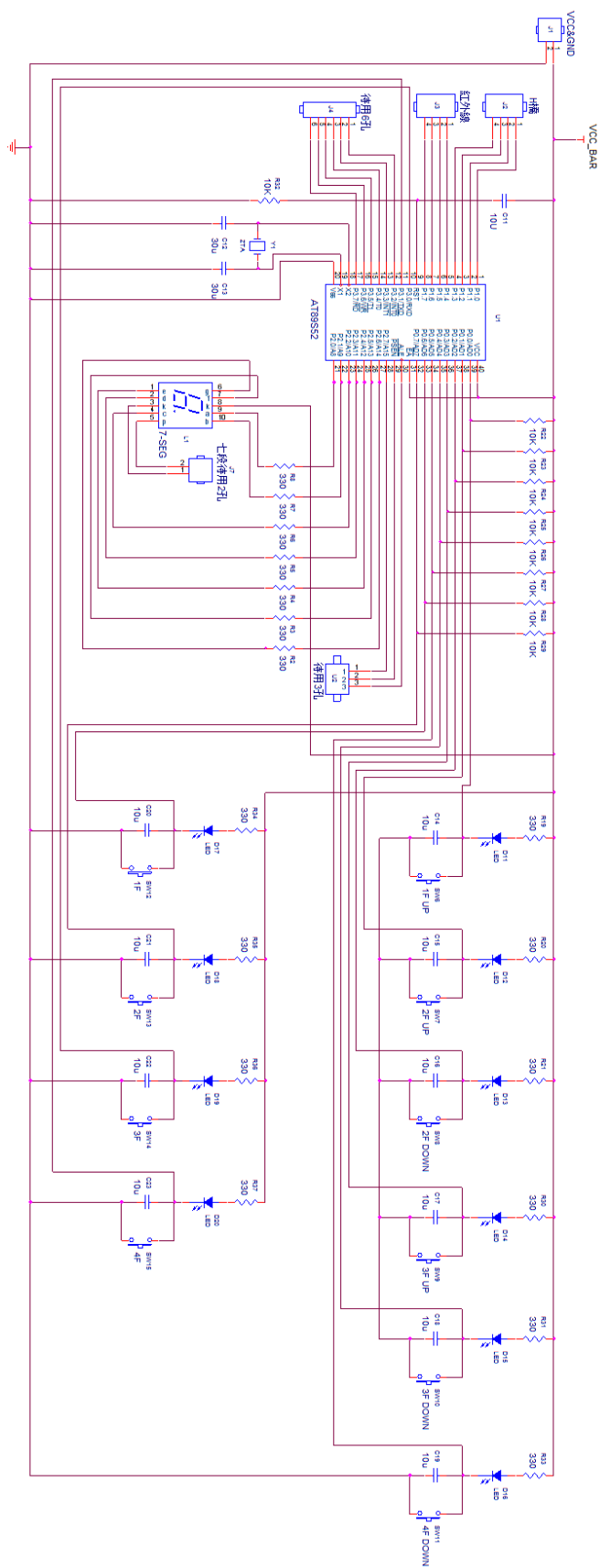
從採買元件，到接觸基本電路，在麵包板上親自測試與除錯，電路確認沒問題後開始畫 capture 與 layout，洗電路板後鑽孔，再組裝起來，程式不停尋找 bug，經除錯後，再尋找 bug 再除錯。成品完成後還需錄影片剪輯，不會的東西需要自己摸索，讓我學習到非常多自己的不足。

# 附錄

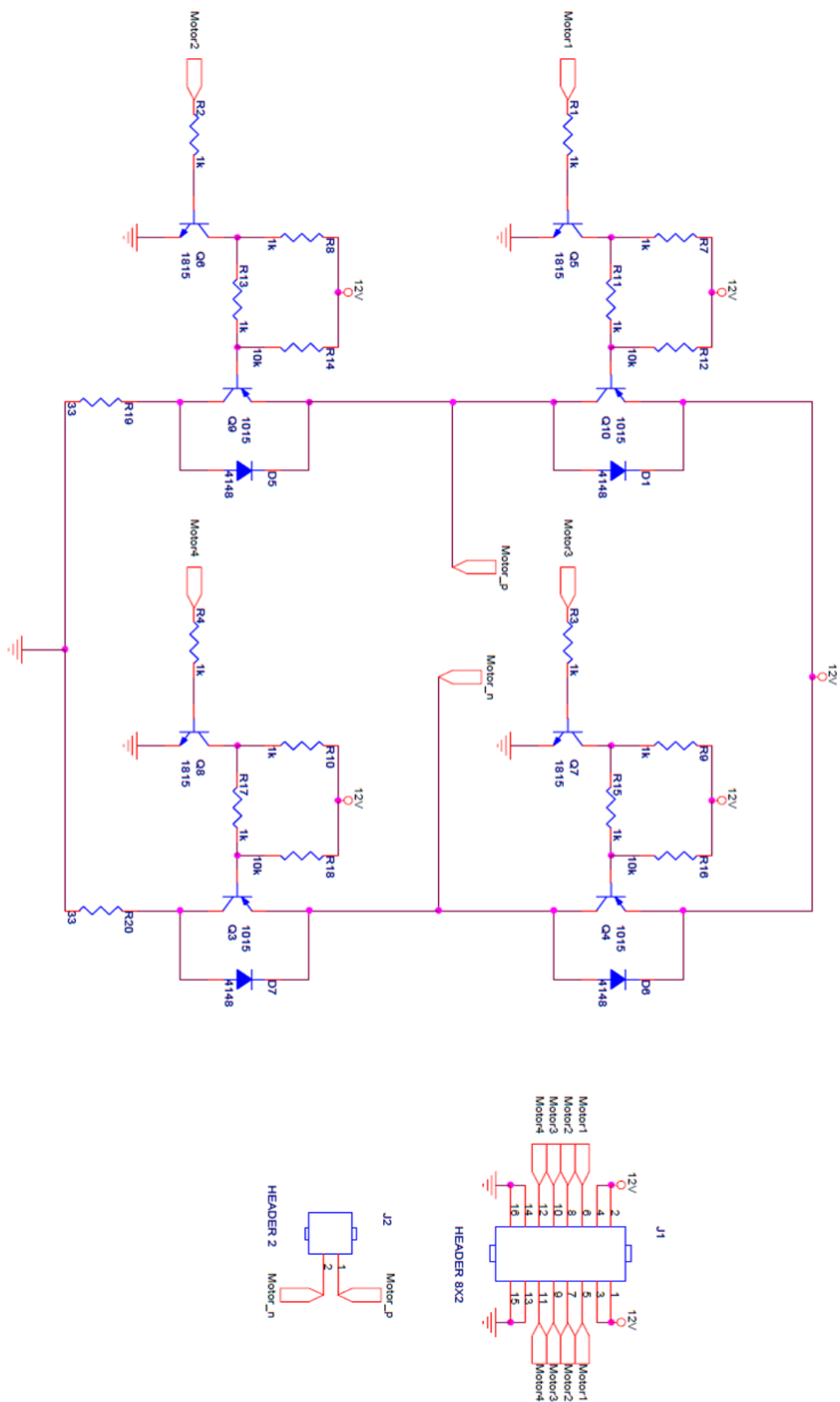
## 附錄A. Capture 電路圖



A.1 紅外線電路圖

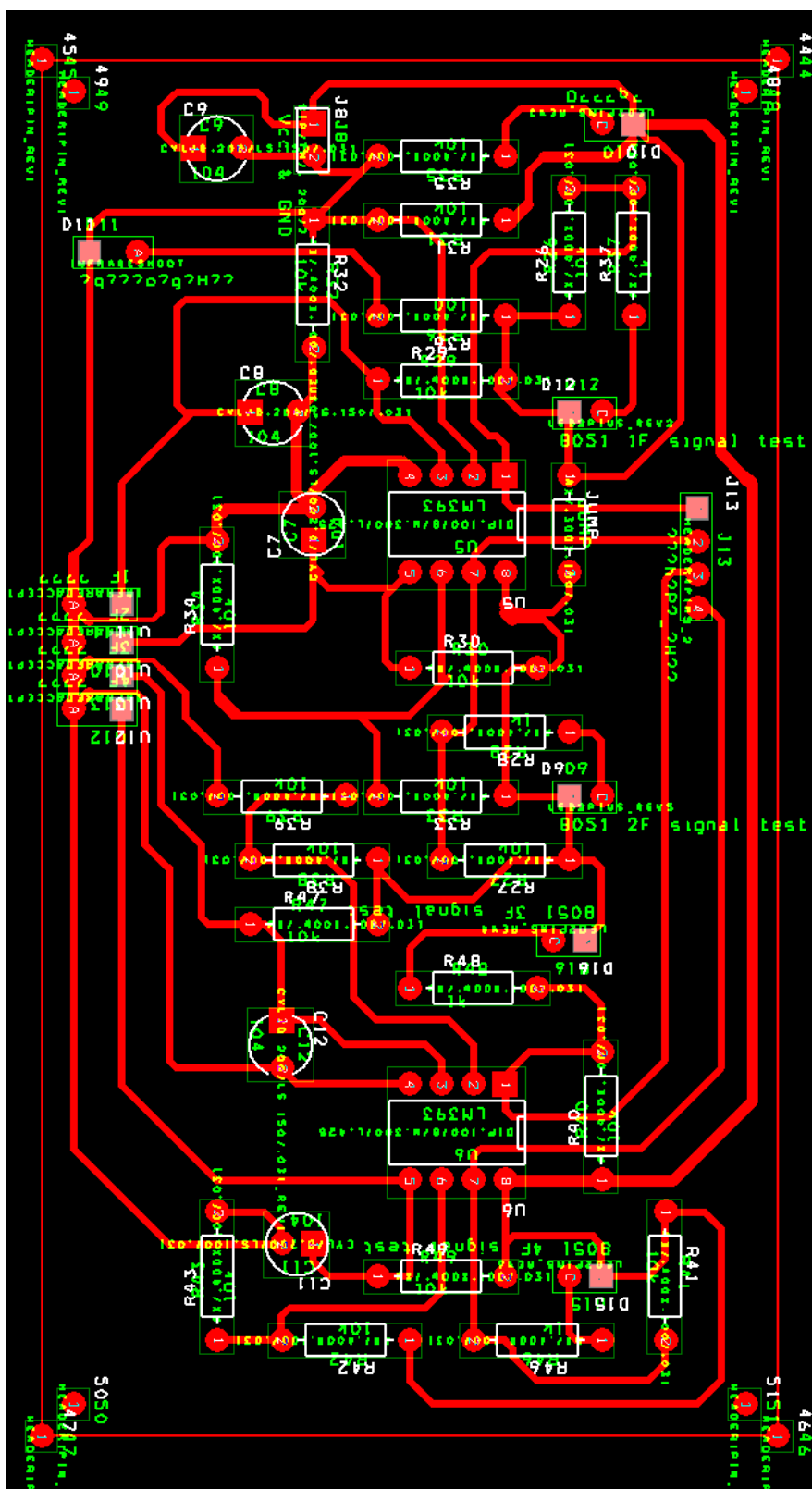


A.2 AT89SC52 電子電路主控版電路圖

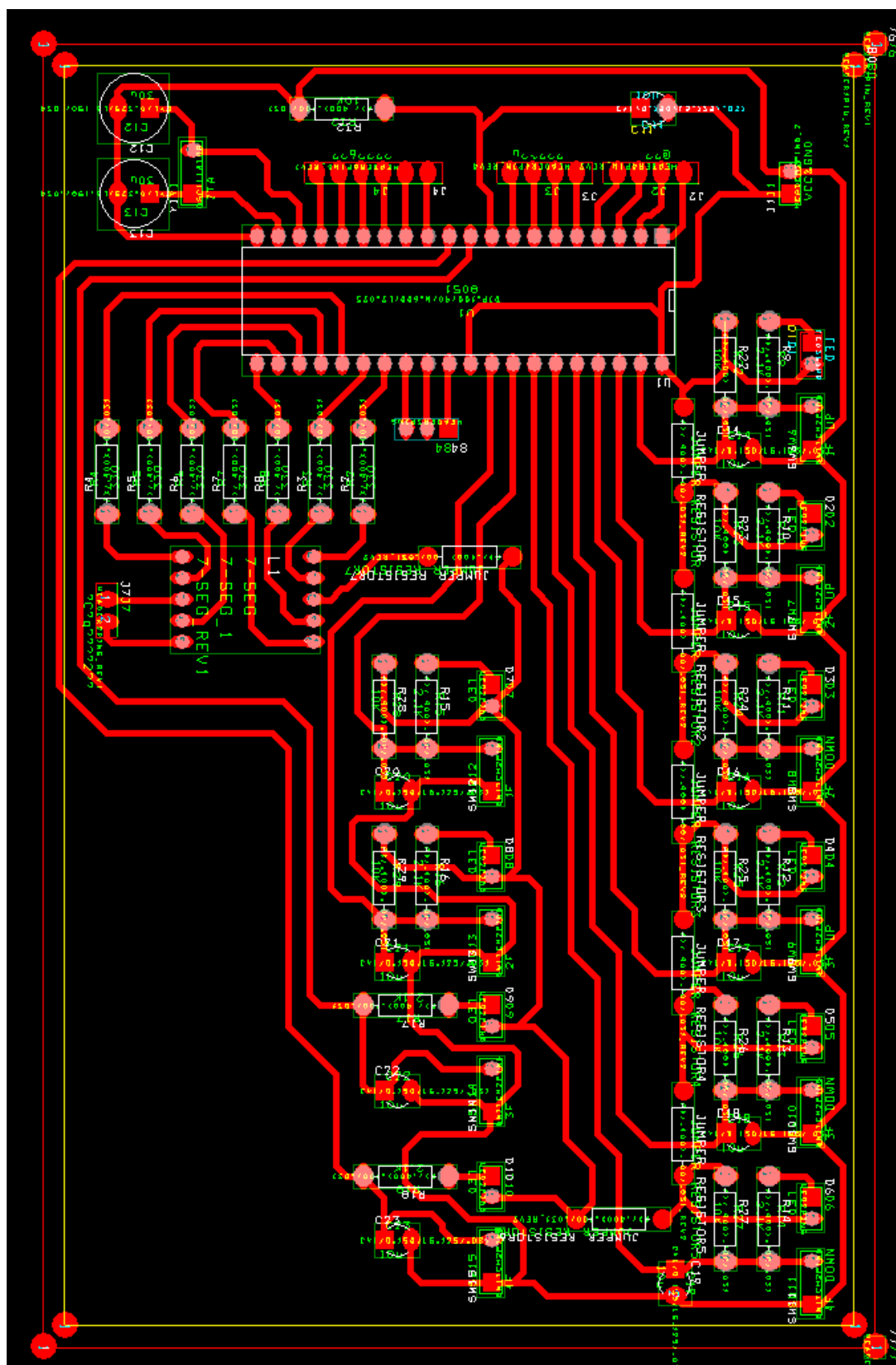


A.3 H 橋馬達控制電路圖

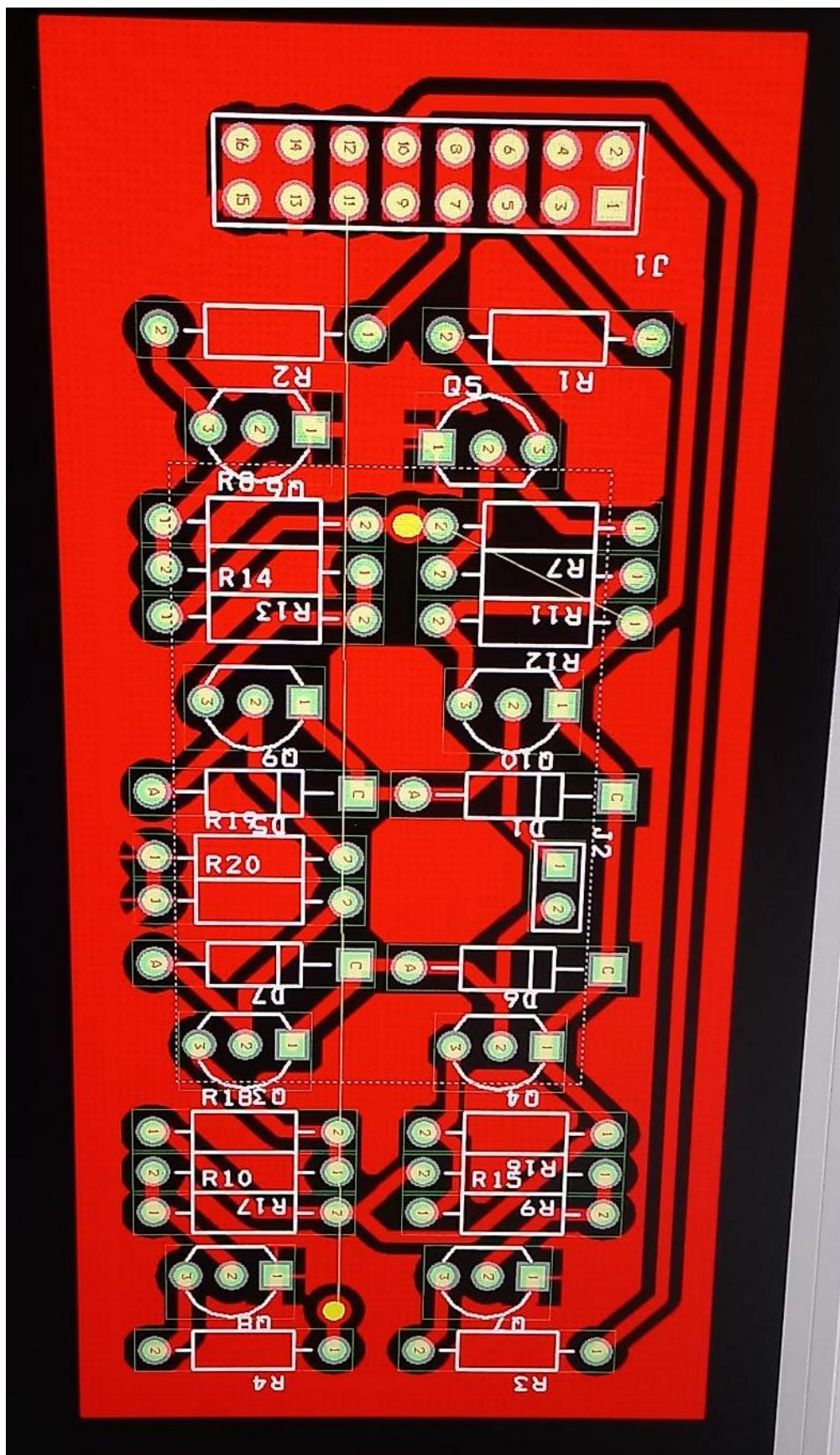
## 附錄B. Layout 電路佈線圖



B.1 紅外線光電晶體感測器佈線圖



B.2 AT89SC52 電子電路主控版電路佈線圖



B.3 H橋馬達控制電路佈線圖



## 參考文獻

### 1. 教學報告指引：

[1]計算機控制實驗室(無)。短距離避障 1。紅外線模組教學用 2，第 3-6 頁。逢甲大學

[2]計算機控制實驗室(無)。短距離避障 1。H 橋直流馬達驅動控制。逢甲大學

### 2. 網站資料：

[1]電梯 (2019 年 6 月 12 日)。維基百科。民國 108 年 4 月 20 號，取自：

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8D%87%E9%99%8D%E6%9C%BA>

[2]曳引升降機與油壓升降機(2012 年 2 月 28 日)。電梯資料網 HKELVE.com。民國 108 年 4 月 20 號，取自：

[http://www.hkelev.com/elev\\_motor.htm](http://www.hkelev.com/elev_motor.htm)

[3]探路者 (2014 年 4 月 10 日)。單片機的電梯控制系統。電子工程世界 — 電源。民國 108 年 4 月 21 號，取自：

[http://www.eeworld.com.cn/dygl/2014/0410/article\\_21321\\_1.html](http://www.eeworld.com.cn/dygl/2014/0410/article_21321_1.html)

[4]探路者 (2014 年 4 月 10 日)。單片機的電梯控制系統。電子工程世界 — 電源。民國 108 年 4 月 21 號，取自：

[http://www.eeworld.com.cn/dygl/2014/0410/article\\_21321\\_1.html](http://www.eeworld.com.cn/dygl/2014/0410/article_21321_1.html)

---

[5]曾教授與古董保時捷 (2013 年 12 月 17 日)。Chapter10 馬達。痞客邦。民國 108 年 4 月 21 號，取自

<https://eatontseng.pixnet.net/blog/post/102290242-%E7%AC%AC%E5%8D%81%E7%AB%A0%EF%BC%9A%E9%A6%AC%E9%81%94>

