

臺北市立大安高級工業職業學校

電子科

專題報告

數位 IC 測試器

Digital IC Tester

學生 組長：林翰寬

組員：溫偉荐

組員：黃善維

組員：楊錫沅

指導老師：黃建中 老師

中華民國 111 年 1 月

## 摘要

這次我們研究的專題為數位 IC 測試器(Digital IC Tester)。此功能為測試積體電路的好壞。同時在 LCD 上顯示積體電路的狀態，並且手機也可以利用藍牙連接操控數位 IC 測試器。我們探討此專題遭遇一些挫折，為了做出預期的功能，我們詢問老師、上網去找資料、參閱了相關的書籍，同時我們也從錯誤中學習。總而言之，這個專題不僅讓我們發揮每個人的所長，也使我们認識團隊合作的重要性。

關鍵字:Arduino mega2560、LCD、藍牙

## **Abstract**

The topic of our research this time is the Digital IC Tester. This function is to test the quality of the integrated circuit. At the same time, the status of the integrated circuit is displayed on the LCD, and the mobile phone can also use the Bluetooth connection to control the integrated circuit Tester. We encountered some setbacks when discussing this topic. In order to make the expected function, we asked the teacher, searched for information on the Internet, and READ related books. At the same time, we also learned from our mistakes. All in all, this topic not only allows us to give full play to everyone's strengths, but also enables us to realize the importance of teamwork.

Keywords: Arduino mega2560, LCD, Bluetooth

# 目錄

|  |     |
|--|-----|
| 摘要.....  | I   |
| ABSTRACT.....                                  | II  |
| 目錄.....  | III |
| 表目錄.....                                       | V   |
| 圖目錄.....                                       | VI  |
| 第 1 章 前言.....                                  | 1   |
| 1-1 背景及目的.....                                 | 1   |
| 1-2 預期成果.....                                  | 1   |
| 1-3 組員貢獻度.....                                 | 2   |
| 第 2 章 理論探討.....                                | 4   |
| 2-1 ESP32.....                                 | 4   |
| 2-2 HC-05.....                                 | 5   |
| 2-3 ZIF 座.....                                 | 6   |
| 2-4 LM7805.....                                | 7   |
| 2-5 APP INVENTOR 2.....                        | 8   |
| 2-6 ALTUIM DESIGNER.....                       | 16  |
| 2-7 LASERBOX.....                              | 18  |
| 2-8 ARDUINO.....                               | 19  |
| 2-9 MICROSOFT WORD 和 MICROSOFT POWERPOINT..... | 25  |
| 第 3 章 專題設計.....                                | 26  |
| 3-1 系統架構圖.....                                 | 26  |
| 3-2 流程圖.....                                   | 27  |
| 3-3 甘特圖.....                                   | 28  |
| 第 4 章 專題成果.....                                | 29  |
| 4-1 問題與解決.....                                 | 29  |
| 4-2 成果.....                                    | 33  |
| 第 5 章 結論與建議.....                               | 35  |
| 5-1 結論.....                                    | 35  |

|             |    |
|-------------|----|
| 5-2 建議..... | 35 |
| 參考文獻.....   | 36 |
| 附錄.....     | 37 |
| 成員簡歷.....   | 39 |

# 表目錄

|                |   |
|----------------|---|
| 表 1 組員貢獻度..... | 2 |
|----------------|---|

## 圖目錄

|   |    |
|---|----|
| 圖 1 ESP32.....                            | 4  |
| 圖 2 HC-05.....                            | 5  |
| 圖 3 ZIF 座.....                            | 6  |
| 圖 4 LM7805 設計電路圖.....                     | 7  |
| 圖 5 APP INVENTOR 2 網站畫面.....              | 8  |
| 圖 6 藍牙測試的設計畫面.....                        | 8  |
| 圖 7 建立藍牙清單.....                           | 9  |
| 圖 8 藍牙成功連接選中項.....                        | 9  |
| 圖 9 藍牙斷線.....                             | 9  |
| 圖 10 WRITE 程式方塊.....                      | 10 |
| 圖 11 READ 程式方塊.....                       | 10 |
| 圖 12 數位 IC 測試器設計手機畫面.....                 | 11 |
| 圖 13 數位 IC 測試器實際手機畫面.....                 | 11 |
| 圖 14 螢幕初始化.....                           | 12 |
| 圖 15 建立清單選擇器.....                         | 12 |
| 圖 16 執行清單選擇器選中項.....                      | 12 |
| 圖 17 結束軟體提示.....                          | 13 |
| 圖 18 執行結束軟體.....                          | 13 |
| 圖 19 相關設定.....                            | 13 |
| 圖 20 藍牙連接設定.....                          | 14 |
| 圖 21 數字鍵功能.....                           | 14 |
| 圖 22 傳遞 IC 名稱及判斷好壞.....                   | 15 |
| 圖 23 ALTUIM DESIGNER 設計畫面.....            | 16 |
| 圖 24 第一次做的電路.....                         | 16 |
| 圖 25 原本 ESP-32 的電路圖.....                  | 17 |
| 圖 26 ARDUINO MEGA 2560 和 LM7805 的電路圖..... | 17 |
| 圖 27 第一次雷射切割畫面.....                       | 18 |
| 圖 28 雷射切割成品設計製作.....                      | 18 |
| 圖 29 ARDUINO 程式大致方向.....                  | 19 |
| 圖 30 IC 資料的分類.....                        | 19 |
| 圖 31 資料提取.....                            | 20 |
| 圖 32 手動模式下提取 4011.....                    | 20 |
| 圖 33 字串 COMPARE_IC.....                   | 21 |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 圖 34 自動模式下提取 4011 ..... | 22 |
| 圖 35 資料對照.....          | 23 |
| 圖 36 輸入信號與輸出信號.....     | 23 |
| 圖 37 IC 測試.....         | 24 |
| 圖 38 C 字元的高態與低態迴圈 ..... | 25 |
| 圖 39 系統架構圖 .....        | 26 |
| 圖 40 流程圖.....           | 27 |
| 圖 41 甘特圖.....           | 28 |
| 圖 42 ERROR 515.....     | 29 |
| 圖 43 ERROR 507.....     | 29 |
| 圖 44 設計 PCB 當時畫面 .....  | 30 |
| 圖 45 設計 PCB 當時佈線畫面..... | 30 |
| 圖 46 USB 座方向錯誤.....     | 31 |
| 圖 47 解決 USB 座方向辦法 ..... | 31 |
| 圖 48 USB 座和鋰電池電池盒 ..... | 31 |
| 圖 49 IC 的總測試資料過大.....   | 32 |
| 圖 50 手動模式.....          | 33 |
| 圖 51 自動模式.....          | 33 |
| 圖 52 IC 正常.....         | 34 |
| 圖 53 IC 不正常.....        | 34 |
| 圖 54 執行判斷中(自動模式) .....  | 34 |



# 第1章 前言

## 1-1 背景及目的

在實驗過程中，有時可能會因為不清楚積體電路編號，或遇到被測試的積體電路本來就是有故障。所以我們的專題，數位 IC 測試器就是來測試出積體電路的狀態及編號。

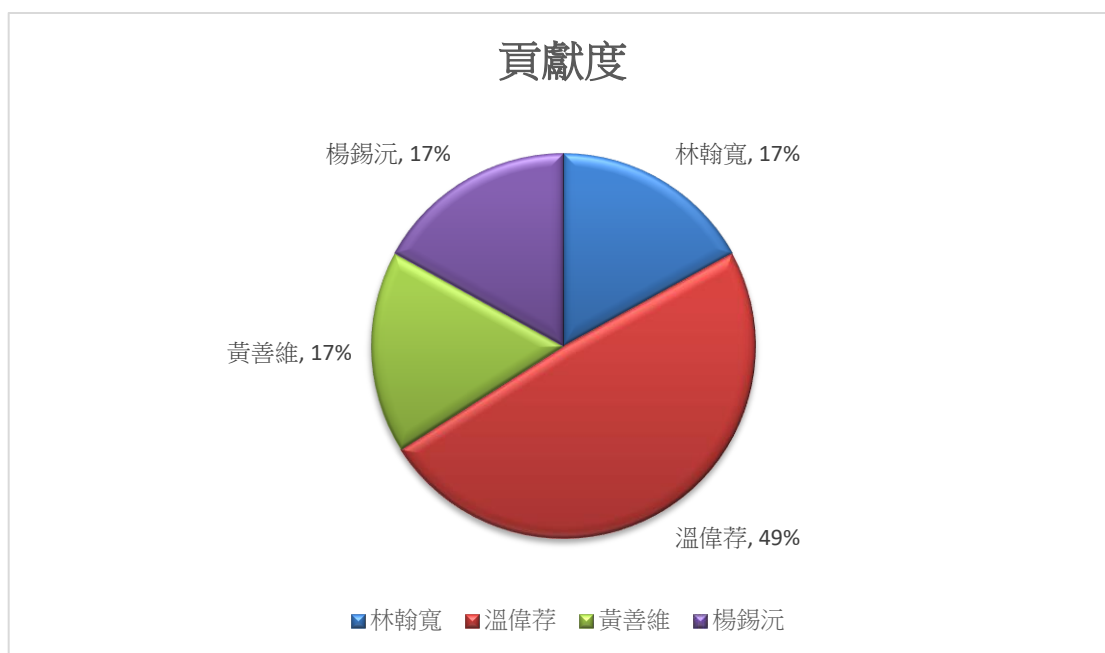
## 1-2 預期成果

做出一個內部具有電池供電的數位 IC 測試器，測試 IC 好壞並且顯示狀態，利用藍牙連接的手機搭配 Arduino Mega 2560 和 LCD，做出手動模式和自動模式。手動模式是先由手機傳送 IC 名稱給 Arduino Mega 2560，內部程式進行核對後，將結果回傳。而自動模式只要將 IC 直接放進 Zif 座即可，不用依賴手機來做輸入，LCD 來告知使用者正在判斷中，當內部程式完成核對後，將結果回傳。在 LCD 上會顯示 IC 名稱和 IC 是否正常的狀態，可分為 Normal 和 Error，而手機只會顯示 IC 正不正常。

### 1-3 組員貢獻度

如表 1 組員貢獻度，本專題的組員貢獻度，依據難度及負責內容來分配。

表 1 組員貢獻度



| 組員  | 負責內容  | 貢獻度 (%) |
|-----|---|---------|
| 林翰寬 | 1.使用 Altium Designer 來設計電路<br>2.設計海報<br>3.幫忙編輯專輯報告                        | 17%     |
| 溫偉荐 | 1.使用 Arduino 來設計程式<br>2.幫忙編輯專輯報告  | 49%     |
| 黃善維 | 1.使用 MIT App Inventor 2 來設計程式<br>2.編輯專輯報告(Word)<br>3.幫忙編輯專輯報告(PowerPoint) | 17%     |
| 楊錫沅 | 1.設計外觀及洗電路板、鑽孔電路板<br>2.使用 Laserbox 來設計外觀                                  | 17%     |

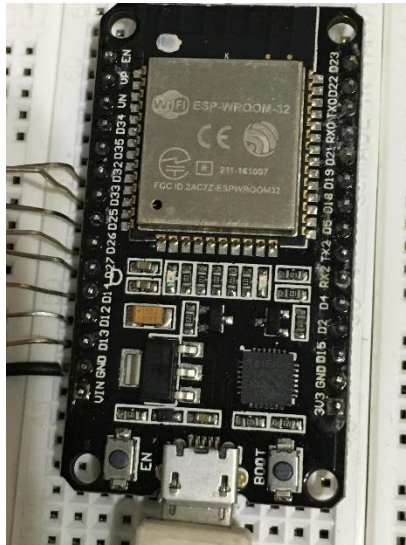
|  |                      |  |
|--|----------------------|--|
|  | 3.編輯專輯報告(PowerPoint) |  |
|--|----------------------|--|

## 第2章 理論探討

### 2-1 Esp32

如圖 1 Esp32，Esp32 是一個低成本、低功耗的單晶片微控制器，提供 Wifi 和 藍牙連接。我們曾經使用的 Esp32 型號為 ESP-WROOM-32。

圖 1 Esp32



該工作電壓介於 2.2 伏特至 3.6 伏特，初期我們使用的很順利，然而我們在製作數位 IC 測試器時，發現了問題，所以我們後來就不用 Esp32 了。

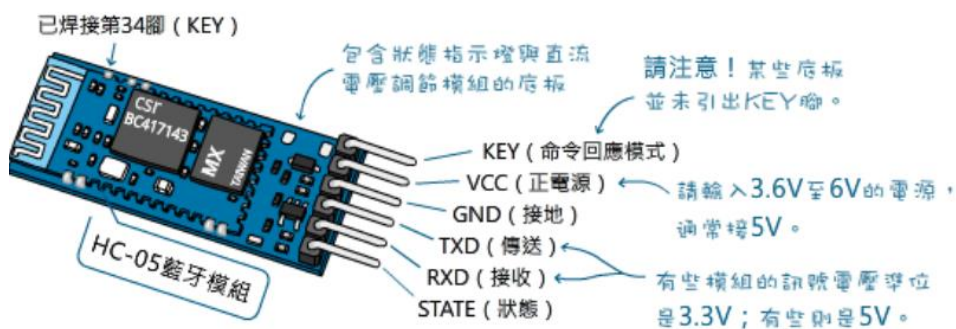
## 2-2 HC-05

如圖 2 HC-05，HC-05 採用英國劍橋的 CSR(Cambridge Silicon Radio) 公司的 BC417143 晶片，具有支援藍牙功能，傳輸距離為十公尺。

體積較 Esp32 輕巧，價格也較便宜，雖然功能沒有較 Esp32 來的多，在本專題裡仍舊可以提供足夠的藍牙連接效果。

圖 2 HC-05

(資料來源：<https://swf.com.tw/?p=693>)



## 2-3 Zif 座

如圖 3 Zif 座，Zif 座又被稱為零插拔力插座，是一種可以用很少力氣就可以插拔的積體電路插座，降低因插拔導致針腳彎曲甚至斷裂的問題。

圖 3 Zif 座

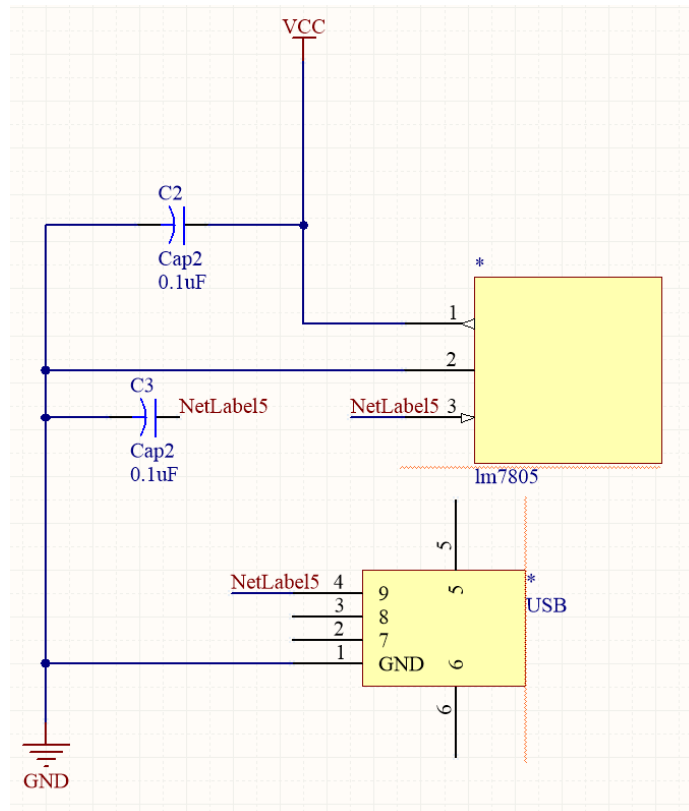


為何會可以降低使用問題呢？那是因為 Zif 座的一側有一支槓桿讓使用者只要將其推開，插座內的彈簧式接點就會被分開，此時就能夠將積體電路插下去。然後當槓桿或者滑桿回到原位後，接點便會被重新閉合並抓緊被測試的積體電路接腳。

## 2-4 LM7805

如圖 4 LM7805 設計電路圖。做為本次專題設計的使用元件，應用於電源電路，利用 LM7805 穩壓 IC 來當作一個保護電路。其輸出電壓：4.8V ~5.2V ，最大輸出電流：1.5A ，輸入輸出壓差：2V 。

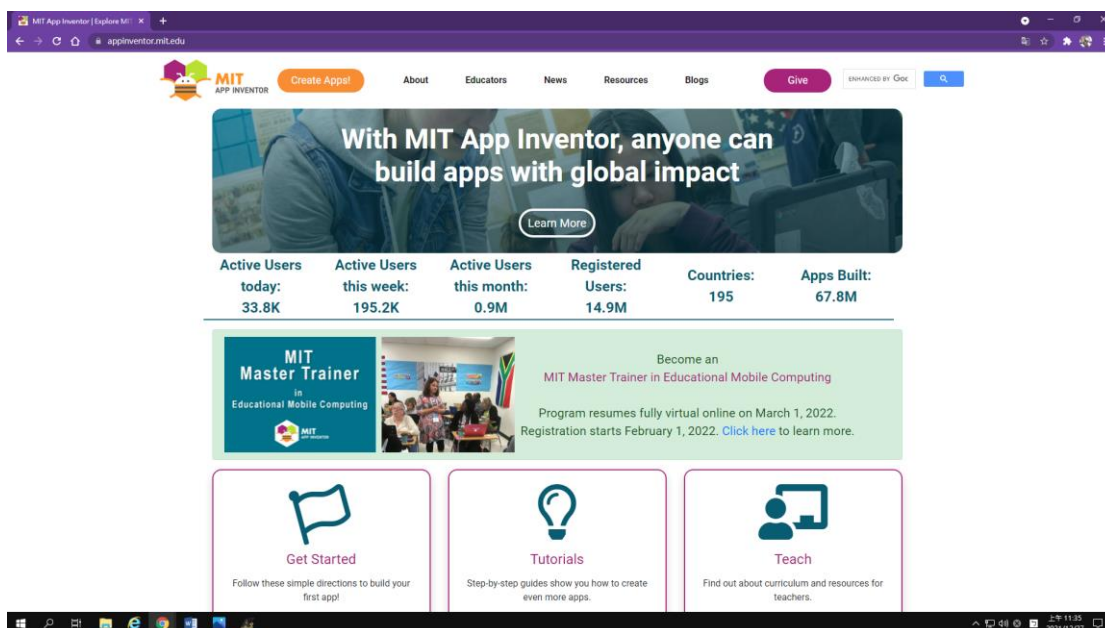
圖 4 LM7805 設計電路圖



## 2-5 App Inventor 2

如圖 5 App Inventor 2 網站畫面，App Inventor 2 是一款利用圖形式程式方塊設計出的安卓智慧型手機應用程式開發軟體，拖曳程式方塊組成一個個程式碼，起先由 Google 提供的應用軟體，現在由麻省理工學院維護及營運。本專題使用 App Inventor 2 來設計使用者操控的手機介面。

圖 5 App Inventor 2 網站畫面



為了能夠具備手機來控制本專題的功能定利用 App Inventor 2 來設計一個實驗的介面。希望能夠用藍牙連接，並且能夠傳輸及接收傳送值，我們先設計了如圖 6 藍牙測試的設計畫面，依序為藍牙清單選擇器、藍牙連接狀態、藍牙斷線、接收文字框和接收按鈕、傳輸文字框和傳輸按鈕。

圖 6 藍牙測試的設計畫面





首先，先建立一個藍牙清單 Scan，連線和斷線的狀態皆由 Connection 來顯示連接狀態，如圖 7 建立藍牙清單。

圖 7 建立藍牙清單



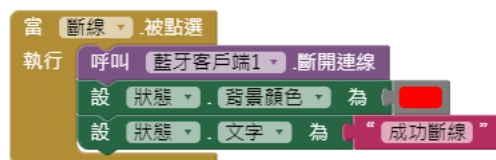
然後選擇想要連接的藍牙選項，選中的藍牙便可以連接，如圖 8 藍牙成功連接選中項。

圖 8 藍牙成功連接選中項



點選 Disconnect 按鈕即可斷線，如圖 9 藍牙斷線。

圖 9 藍牙斷線



當連線狀態處於連線時，可以進行傳輸數值或是接收數值。以下兩塊程式碼分別代表按下 WRITE 按鈕即可傳輸數值，如圖 10 WRITE 程式方塊；而按下 READ 按鈕即可顯示接收的數值，如圖 11 READ 程式方塊。

圖 10 WRITE 程式方塊

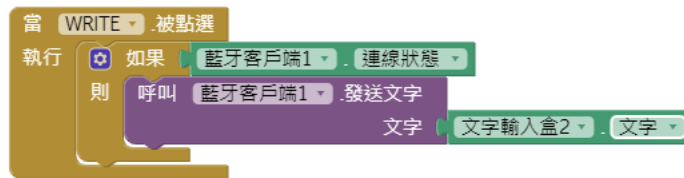
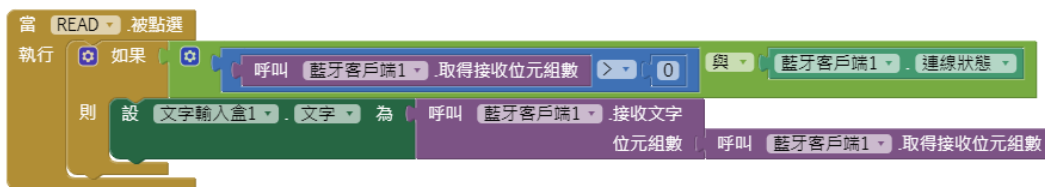


圖 11 READ 程式方塊



基於上述內容中，連線狀態可以傳輸數值或是接收數值和控制藍牙連線狀態，為了不要讓畫面如圖 12 過於雜亂不堪，我們決定用一個類似返回主畫面的功能，也就是建立一個名為「測試器設定」的清單選擇器，依序分別有「相關設定」、「藍牙連線設定」、「傳遞及接收設定」、「返回首頁」、「應用說明」，如圖 13。

圖 12 數位 IC 測試器設計手機畫面

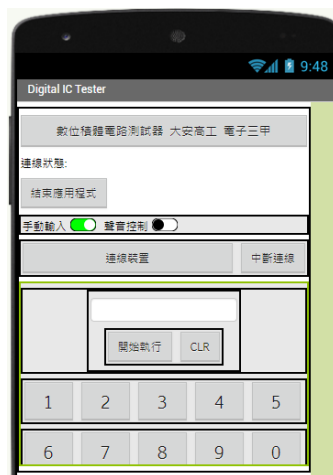


圖 13 數位 IC 測試器實際手機畫面



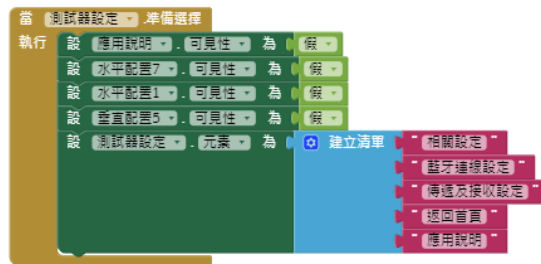
如圖 14 螢幕初始化，和清單選擇器的選中項「返回首頁」時，會指引到首頁。

圖 14 螢幕初始化



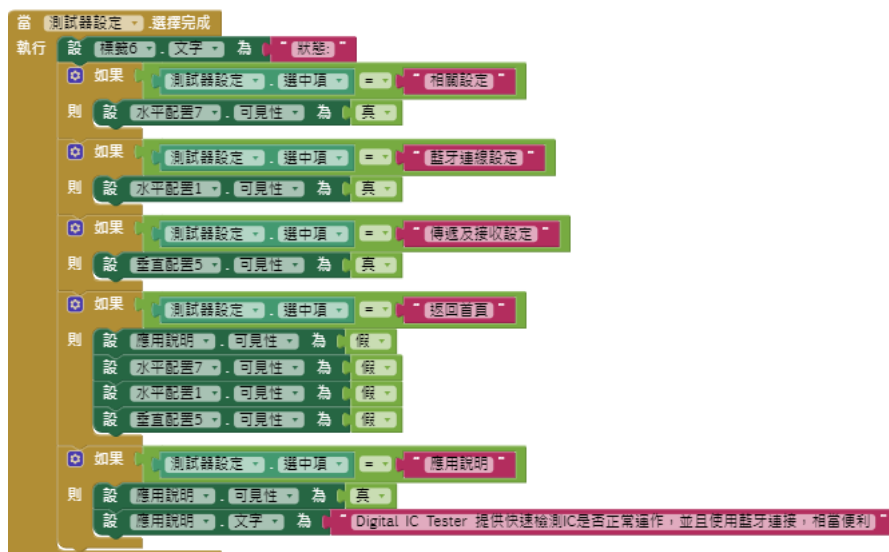
首頁除了有「測試器設定」的清單選擇器，如圖 15 建立清單選擇器，和連線狀態，以及一個結束程式的按鈕。

圖 15 建立清單選擇器



當「測試器設定」的清單選擇器選擇完的選中項即可前往該畫面，如圖 16 執行清單選擇器選中項。

圖 16 執行清單選擇器選中項



按下「結束應用程式」的按鈕，會先跳出提示，如圖 17 結束軟體提示。如果想要退出軟體，會執行圖 18 執行結束軟體。

圖 17 結束軟體提示

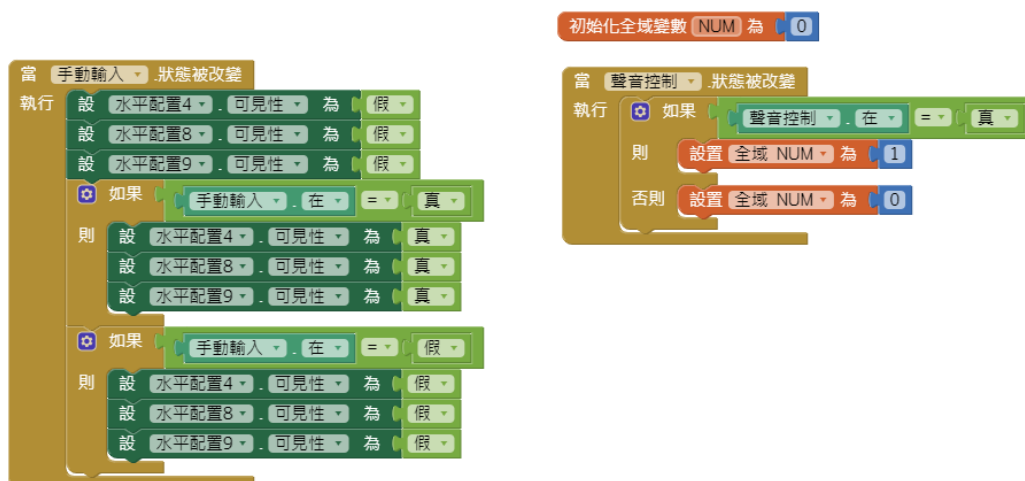


圖 18 執行結束軟體



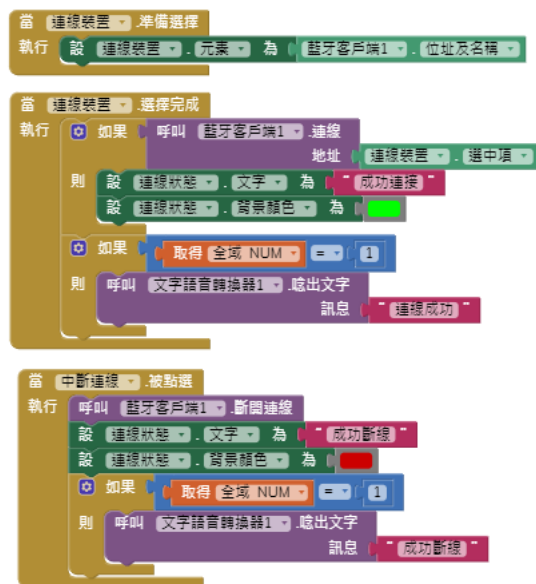
「相關設定」包含了控制手動輸入的開關和聲音控制開關。當手動輸入開關為 ON 時，在「傳遞及接收設定」除了顯示 IC 狀態不會消失外，其他一律不顯示；反之，則一律顯示。當聲音控制開關為 ON 時，語音轉換器會啟動，唸出指定的提示訊息；反之，則一律設為靜音。如圖 19 相關設定。

圖 19 相關設定



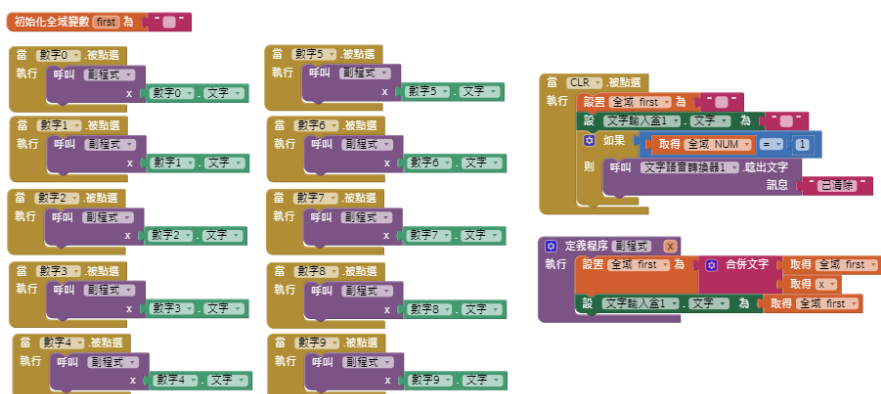
「藍牙連線設定」是在控制藍牙連線的狀態，可以進行藍牙連接或是藍牙斷線。該設定則沿用實驗時的程式碼。當連線成功時，則連線狀態會顯示成功連接；反之，則會顯示成功斷線。如圖 20 藍牙連接設定。

圖 20 藍牙連接設定



「傳遞及接收設定」包含了傳輸數值和接收數值的功能。為了讓手機端使用起來能夠像傳統的數位 IC 測試器一樣的感覺，傳輸數值前，不再是以手機的鍵盤來輸入，而是以程式的鍵盤來輸入，分別有數字 0 到數字 9 和 CLR(清除鍵)，如圖 21 數字鍵功能。

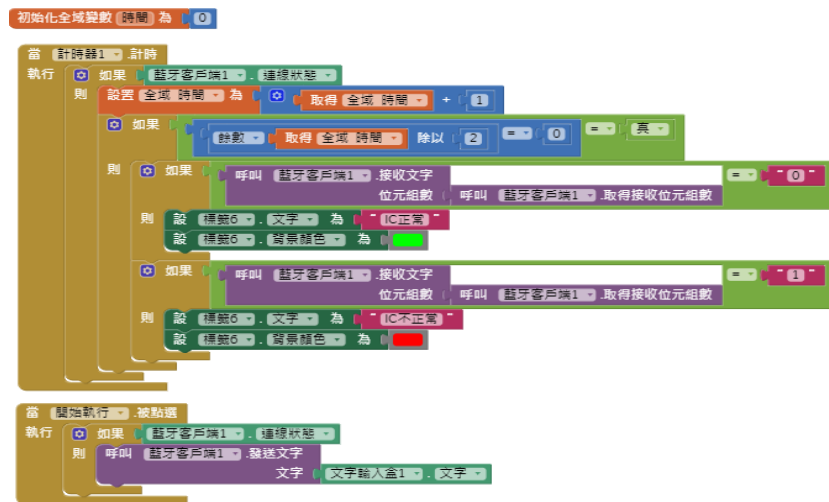
圖 21 數字鍵功能



「開始執行」相當於 WRITE 的傳輸數值功能；而 READ 的功能則改為以計時器用固定時間搜尋來判斷是否有數值 0 或是 1 過來，如果傳遞數值為 0 則顯示 IC 正常；反之，則顯示 IC 不正常。如圖 22 傳遞 IC 名稱

及判斷好壞。

圖 22 傳遞 IC 名稱及判斷好壞

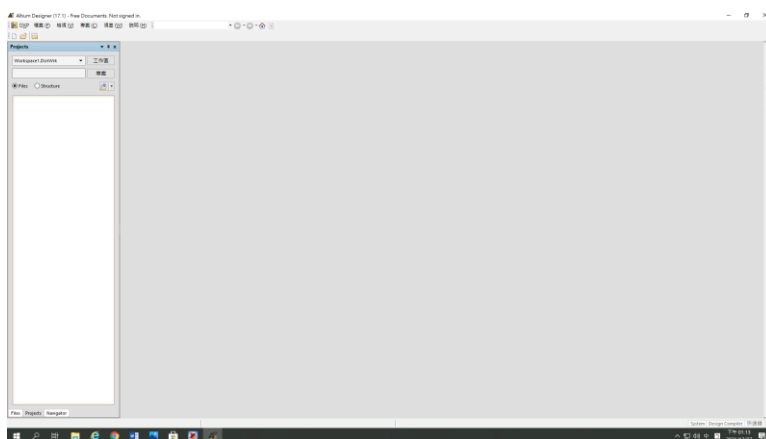


「應用說明」會顯示一串訊息文字，內容為 Digital IC Tester 提供快速檢測 IC 是否正常運作，並且使用藍牙連接，相當便利。

## 2-6 Altium Designer

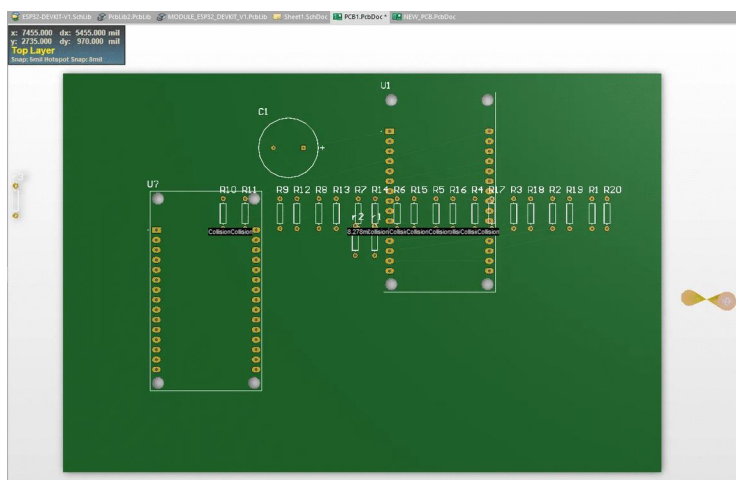
Altium Designer 是 altium 公司開發的一款電子設計自動化軟體，用於設計零件庫、電路圖、PCB Layout 等相關的功能，本專題使用 Altium Designer 來設計電路圖，如圖 23 Altium Designer 設計畫面。

圖 23 Altium Designer 設計畫面



如圖 24 第一次做的電路，我們有想要做出電路板設計圖。為了能夠把電源電路與 Zif 座整合在一起，發揮數位 IC 測試器的基本功能，也就是能夠夾住測試 IC，並且可以配合 Arduino 的程式來偵測及回傳 IC 腳位是否有損壞。

圖 24 第一次做的電路





如圖 25 原本 Esp-32 的電路圖和圖 26 Arduino Mega 2560 和 LM7805 的電路圖。原本這個專題有使用 Esp-32，所以當時有設計和 Esp-32 搭配的電路。先從設計零件的 Library 開始，再來設計出零件和零件間的電路接腳設計圖，再來就是設計 PCB 佈線圖，最後就是將成品給列印出來，當作焊接電路圖的原稿。

圖 25 原本 Esp-32 的電路圖

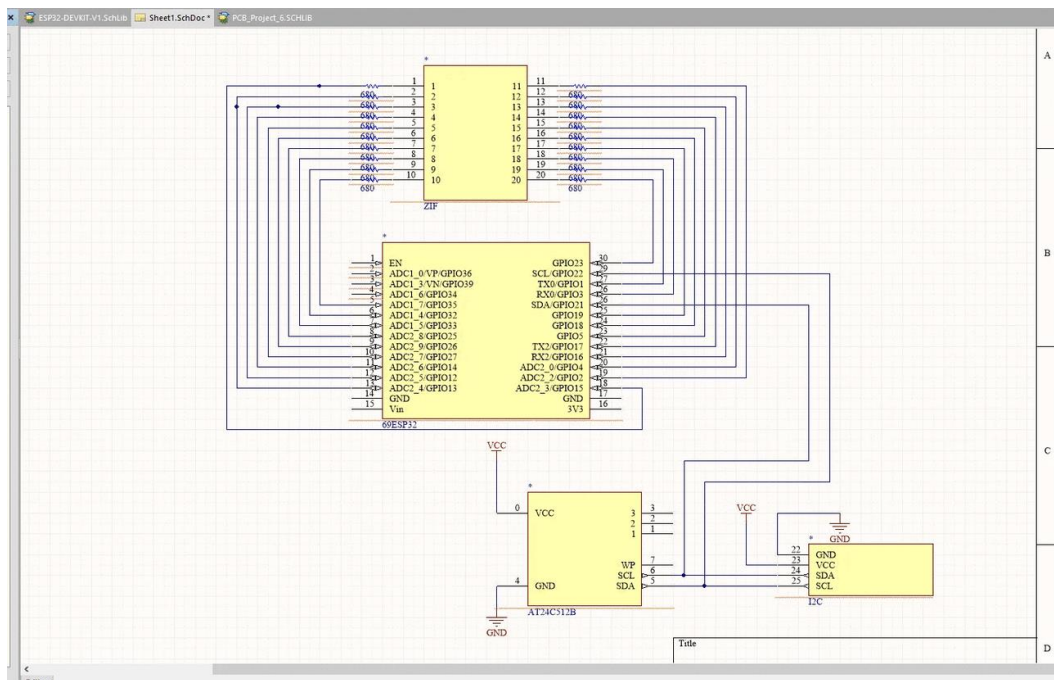
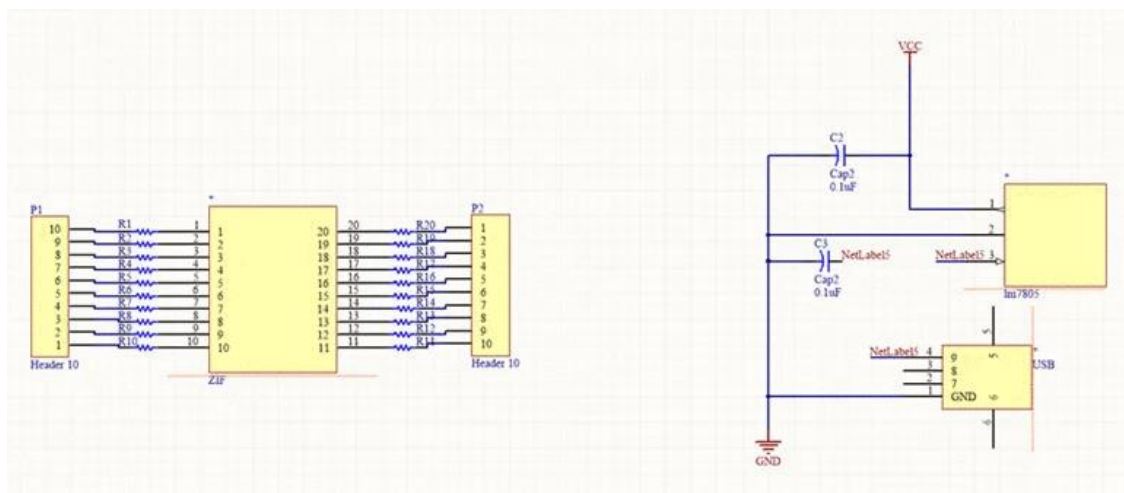


圖 26 Arduino Mega 2560 和 LM7805 的電路圖



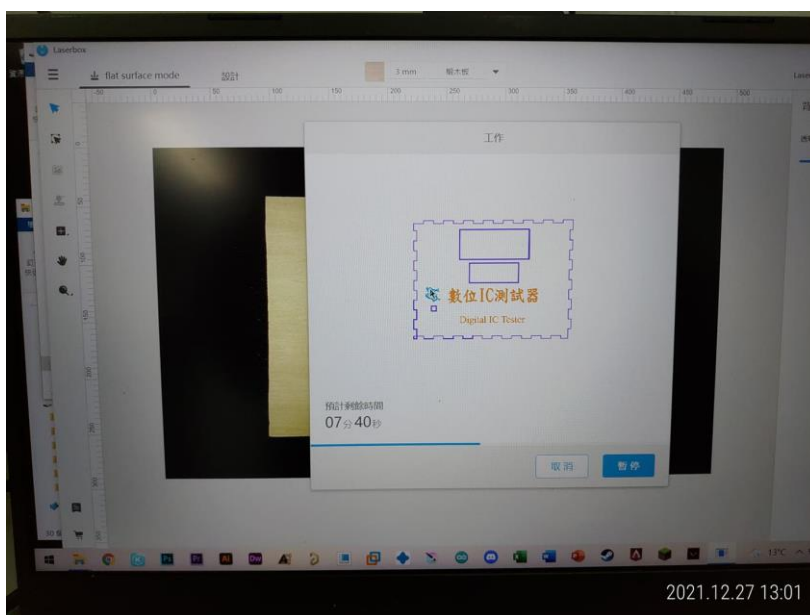
## 2-7 Laserbox

本次專題所需的外殼外觀大小總計為以下數據：長 16 公分、寬 6 公分、高 12 公分、厚度 3 毫米。經過多次調整，從圖 27 第一次雷射切割畫面到圖 28 雷射切割成品設計製作可看出來，第一次設計無法呈現本專題名稱，這種情況往往會讓使用者無法留下深刻的印象，或是無法快速了解這個外殼裡到底內嵌了哪些功能。前者僅事先規劃外殼大小，後者為了美觀新增了我們的專題初步訊息。

圖 27 第一次雷射切割畫面



圖 28 雷射切割成品設計製作



## 2-8 Arduino

如圖 29 Arduino 程式大致方向，可分為資料提取和資料對照。資料提取主要是從已建好的 IC 資料庫中提取出要測試的 IC 資料；資料對照則是拿提取出的測資與 IC 回傳回來的信號做對照，以此判斷 IC 的狀態是否正常。

圖 29 Arduino 程式大致方向



如圖 30 IC 資料的分類。IC 總資料主要以六個主要的字串存取來做區分，依序為總 IC 資料(Daten\_str)、單筆 IC 的資料(compare\_ic)、IC 編號(compare\_name)、IC 腳位數(compare\_pin)、IC 測資(compare\_signal)、IC 的測資筆數(Signal\_amount)。

圖 30 IC 資料的分類



在資料提取部分，一顆 IC 的總資料包含了 IC 編號、IC 腳位數、IC 測試信號，而所有 IC 總資料合在一起就是我所建立用來存放 IC 測資的字串”Daten\_str”。如圖 31 資料提取，IC 編號由’\$’與’\*’包住；腳位數由’#’與’@’包住；測資則由’@’與’@’包住。需要尋找不同型態的資料時再使用迴圈尋找這些特殊字元包住的資料以此提取需要的資料種類。

圖 31 資料提取



以手動模式來說，假設使用者利用已經藍牙連線的手機利用 App Inventor 2 設計的軟體，輸入一個 IC 編號為 4011，那程式就會從 IC 的總測資(Daten\_str)裡跑回圈抓出由’\$’與’\*’字元包住的 IC 編號，再判斷是否一致，若不一致就搜尋下一個’\$’字元，若一致就抓出當前’\$’字元(包含這個)至下一個’\$’字元裡包住的單筆 IC 總資料，並存入到字串(compare\_ic)裡。如圖 32 手動模式下提取 4011 所示。

圖 32 手動模式下提取 4011



如圖 33 字串 compare\_ic，把字串(compare\_ic)裡的三種資料種類分別存入三個字串: IC 編號(compare\_name)、IC 腳位數(compare\_pin)、IC 測資(compare\_signal)，再使用迴圈從 IC 測資(compare\_signal)裡求出有幾筆測資後存入字串(Signal\_amount)裡，最後將這四種字串進行測試的動作。

圖 33 字串 compare\_ic

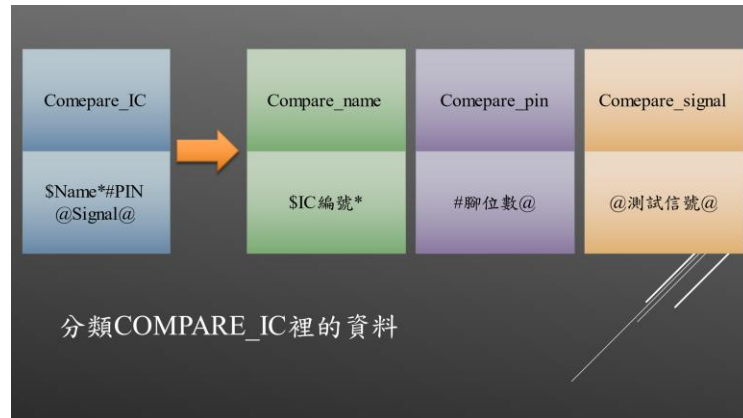


圖 34 自動模式下提取 4011，以自動模式來說，因為沒有使用者利用手機提前告知的 IC 編號，在測試時相對於手動模式會比較麻煩。首先程式會先跑迴圈從第一個字元開始尋找 '\$' 字元，只要找到就抓取此 '\$' 字元（包含這個）至下一個 '\$' 字元裡包住的單筆 IC 總資料存入字串 (compare\_ic) 裡，再和手動模式一樣把字串 (compare\_ic) 存成另外三個字串，求出 IC 測資筆數 "Signal\_amount" 後以此四種字串進行測試。

若發現結果錯誤就跳回尋找 '\$' 字元的步驟尋找下一個 '\$' 字元，直到迴圈跑到 '/' 結束字元 (代表結果錯誤) 或是結果正確為止。

圖 34 自動模式下提取 4011

- ▶ 八筆 IC 測試資料 →
- ▶ 假設測試的 IC 編號為: 4011
- ▶ 從一筆 IC 資料逐筆測試

自動模式:

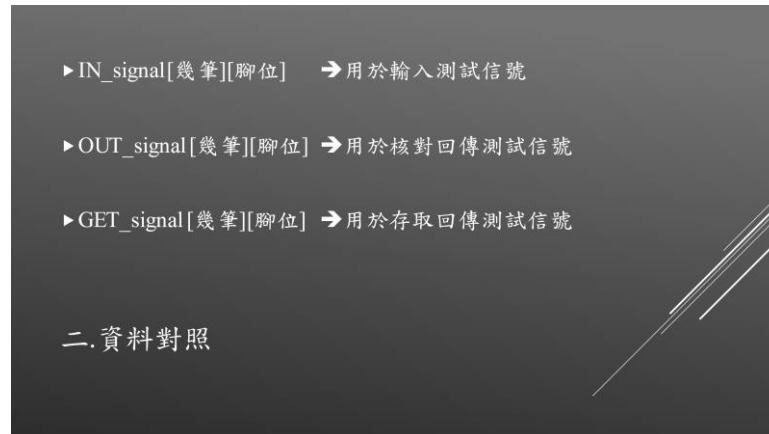
```

$4013*#14@LHC100G001CHLV@HLC001G
100CLHV@LHC000G000CHLV@HLC010G0
10CLHV@$4066*#14@0HH000G0HH000V@
1HH100G1HH100V@0LL011G0LL011V@1H
H111G1HH111V@$4081*#14@00LH11G11H
L00V@10LL10G10LL10V@01LL01G01LL01
V@11HL00G00LH11V@$4093*#14@00HH0
0G00HH00V@10HH10G10HH10V@01HH01
G01HH01V@11LL11G11LL11V@ $4011*#14
@00HL11G11LH00V@10HH10G10HH10V@
01HH01G01HH01V@11LH00G00HL11V@$4
0106*#14@0H0H0HGH0H0H0V@11L11LGL
1L11V@$7400*#14@00H00HGH00H00V@
10H10HGH10H10V@01H01HGH01H01V@1
1L11LGL11L11V@$7401*#14@H00H00G00
H00HV@H10H10G10H10HV@H01H01G01H
01HV@L11L11G11L11V@

```

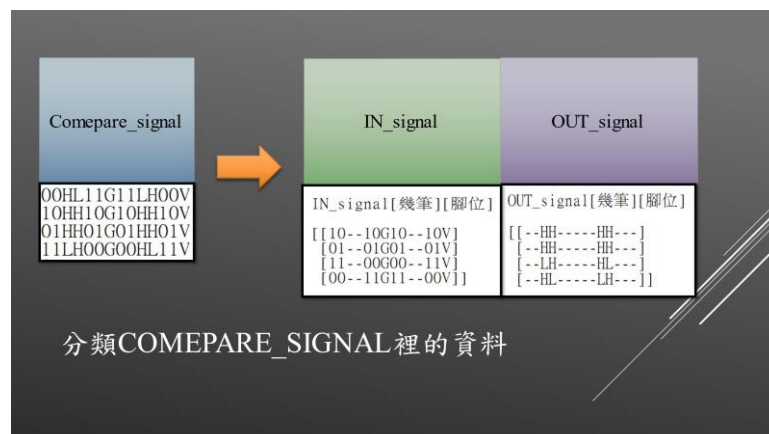
在資料對照部分，我宣告了三個主要的二維字元陣列來做 IC 測資的存取，如圖 35 資料對照，分別是:”IN\_signal[幾筆測資][第幾腳位]”供給 IC 測試信號用、”OUT\_signal[幾筆測資][第幾腳位]”對照信號用、”GET\_signal[幾筆測資][第幾腳位]”接收 IC 測試信號用。

圖 35 資料對照



IC 測資”compare\_signal”存放的測試信號可以分成輸入與輸出，輸入，是供給 IC 的測試信號；而輸出，是 IC 回傳的測試信號。我則是把這兩種測資分成兩個二維字元陣列存放，再以特定字元來表示不同的信號。如圖 36 輸入信號與輸出信號。

圖 36 輸入信號與輸出信號

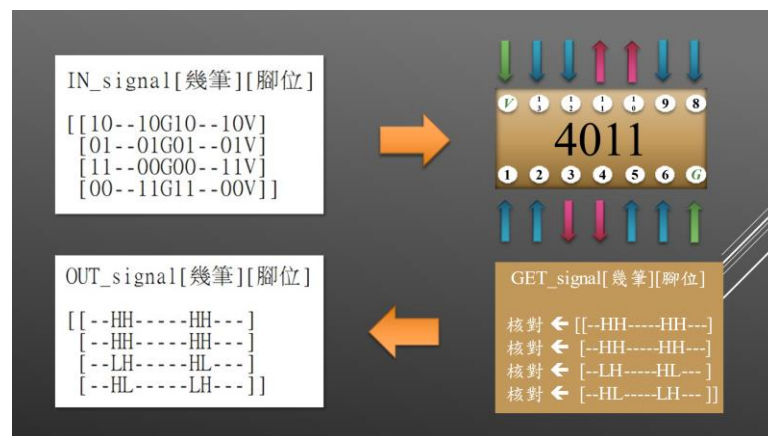


二維字元陣列“IN\_signal”裡存放輸入測試信號，有’0’，’1’，’V’，’G’幾種字元，依序可說明為’0’字元表示輸入低電位、’1’字元表示輸入高電位、’V’字元表示 VCC、’G’字元表示 GND。若是有時脈的 IC 則會有’C’字元，而’C’字元則表示時脈的正/負緣觸發。而二維字元陣列的行與列分別是”第幾筆測資”與”第幾腳位”。

二維字元陣列“OUT\_signal”裡存放輸出測試信號，裡面有’L’，’H’幾種字元。’L’字元表示輸出低電位；’H’字元則表示輸出高電位。而二維字元陣列的行與列也分別是”第幾筆測資”與”第幾腳位”

如圖 37 IC 測試，首先使用第一個迴圈按照輸入信號”IN\_signal”裡的字元供給 IC 測試信號，包含 VCC 跟 GND 的所有信號都供給完後使用第二個迴圈接收 IC 回傳回來的信號，再以’L’與’H’字元(分別表示輸出”低態”與”高態”)的方式存入迴傳信號”GET\_signal”，最後使用第三個迴圈對照回傳信號”GET\_signal”與對照信號”OUT\_signal”是否完全一致，若一致就在 LCD 上顯示”Normal!!!”；若不一致則在 LCD 上顯示”Error!!!”。

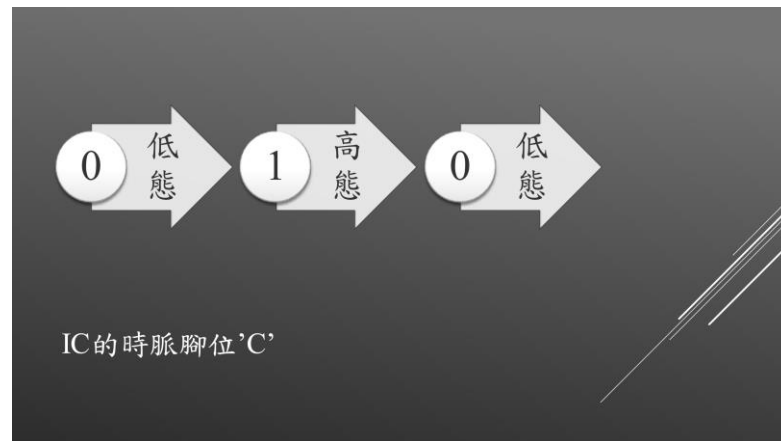
圖 37 IC 測試





若是有時脈的 IC 則會在供給信號與回傳信號兩個迴圈中間再加入一個迴圈，當迴圈跑到'C'字元時就會在 IC 的時脈腳位供給"低態→高態→低態"的電位。若 IC 是正緣觸發就會在"低態→高態"時動作；若是負緣觸發則會在"高態→低態"時動作。如圖 38 C 字元的高態與低態迴圈所示。

圖 38 C 字元的高態與低態迴圈



## 2-9 Microsoft Word 和 Microsoft PowerPoint

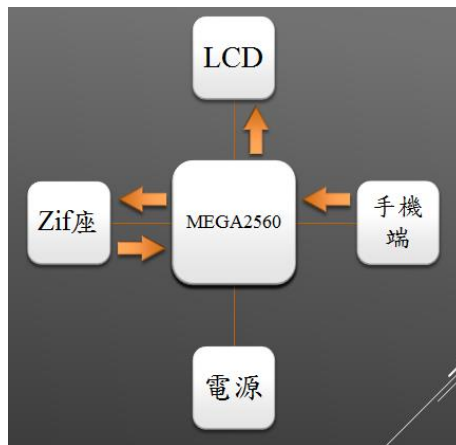
這兩款程式皆由微軟公司所開發，分別是文書處理程式和簡報程式。內部具有強大的編輯功能，可以插入圖片、影片，也可以標示首頁、頁尾、頁碼等相關設定，甚至提供文書對齊的功能。我們選擇使用這兩款程式不僅是因為方便的使用性，再加上我們過去的使用習慣，因此不去選擇其他的程式來撰寫報告，而是選擇我們熟悉的方式來做出本專題的報告。

## 第3章 專題設計

### 3-1 系統架構圖

如圖 39 系統架構圖，本專題根據方法可分為手動模式和自動模式來測試 IC，而模式的切換是由按鈕開關控制。原本有將 IC 狀態回傳給手機端，因為 Arduino 程式部分無法正常輸出給手機端，該功能目前為無功能，故不在系統架構圖中。

圖 39 系統架構圖



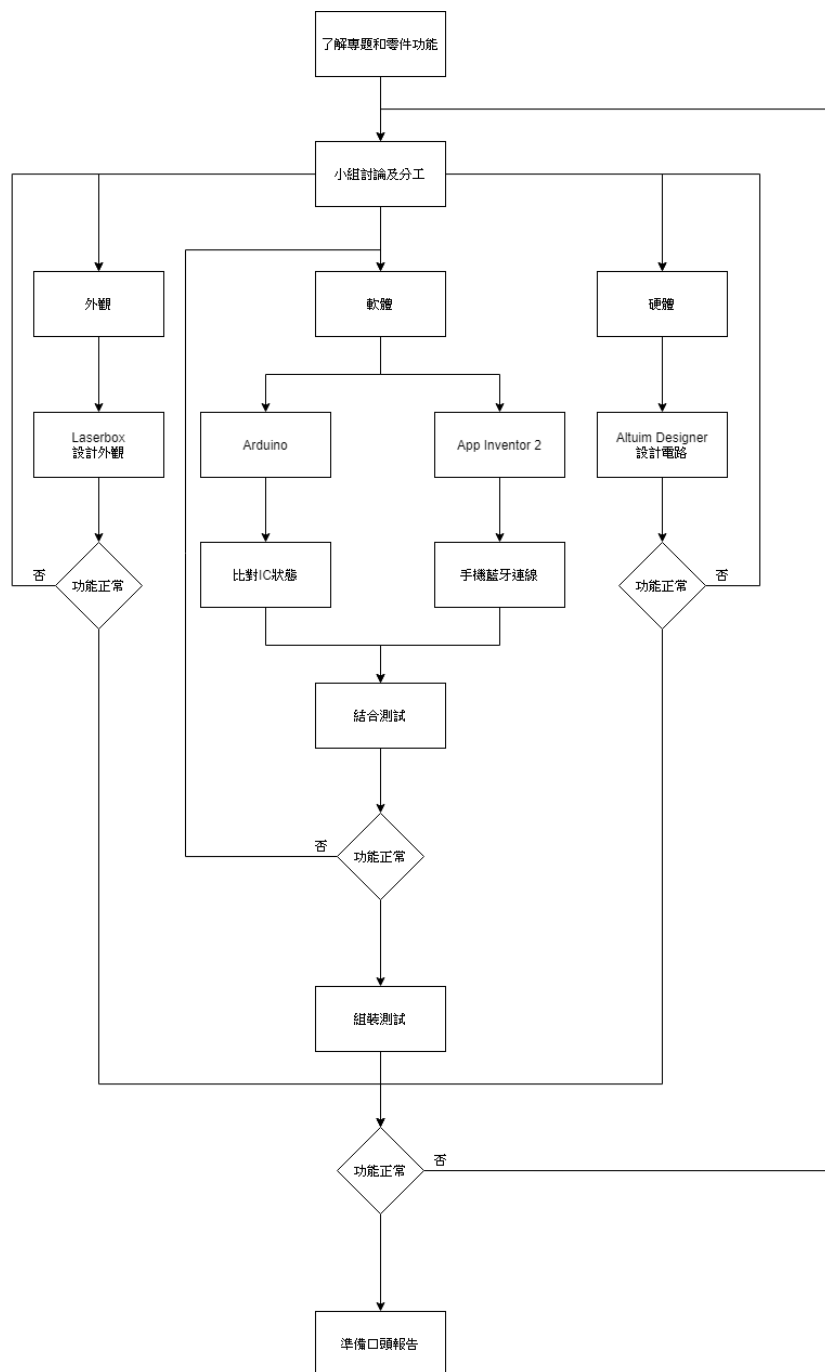
手動模式部分，先由手機端傳送 IC 名稱，當 Arduino Mega 2560 接收到時，依序執行迴圈尋找 IC 名稱並且分類資料，接著送入信號給 Zif 座上的 IC，當 IC 接收信號後便會傳回，Arduino Mega 2560 便會核對回傳信號判斷 IC 的好壞，並將結果回傳給 LCD。

自動模式部分，Arduino Mega 2560 會先送一個高電位給 22 腳，依序執行迴圈尋找 IC 名稱並且分類資料，接著送入信號給 Zif 座上的 IC，當 IC 接收信號後便會傳回，Arduino Mega 2560 便會核對回傳信號判斷 IC 的好壞，將結果回傳給 LCD。

### 3-2 流程圖

如圖 40 流程圖，大致上會先了解專題相關特性及功能，接著就會開始分工處理專題的外觀、軟體、硬體，經過結合測試、組裝測試，若功能不正常，便會加以討論及解決。

圖 40 流程圖



### 3-3 甘特圖

如圖 41 甘特圖，我們會預先設定每週的進度，以流程圖的概念為核心，設計出較為詳細的甘特圖來做分時及分工完成本專題。

圖 41 甘特圖

| 工作項目                    | 週次<br>(日期) |       |        |       |        |        |        |        |       |  | 負責成員       |
|-------------------------|------------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--|------------|
|                         | 9月6號       | 9月27號 | 10月18號 | 11月1號 | 11月15號 | 11月29號 | 12月13號 | 12月27號 | 1月10號 |  |            |
| 了解功能                    | ■          | ■     |        |       |        |        |        |        |       |  | 全體         |
| 準備材料                    |            | ■     | ■      |       |        |        |        |        |       |  | 全體         |
| 外殼規劃及製作                 |            |       |        |       |        | ■      | ■      | ■      |       |  | 楊錫沅        |
| 硬體(AD)規劃                |            |       |        | ■     | ■      | ■      | ■      |        |       |  | 林翰寬        |
| 硬體製作、測試                 |            |       |        |       |        |        | ■      | ■      | ■     |  | 林翰寬<br>楊錫沅 |
| 軟體(Arduino)規劃           |            | ■     | ■      | ■     | ■      | ■      |        |        |       |  | 溫偉荅        |
| 軟體(App inventor 2)規劃    |            | ■     | ■      | ■     | ■      | ■      |        |        |       |  | 黃善維        |
| 軟體(Arduino)製作、測試        |            |       |        |       | ■      | ■      | ■      |        |       |  | 溫偉荅        |
| 軟體(App inventor 2)製作、測試 |            |       |        |       | ■      | ■      | ■      |        |       |  | 黃善維        |
| 整合測試                    |            |       |        |       |        |        |        | ■      | ■     |  | 全體         |
| 撰寫報告及上臺報告               |            |       | ■      | ■     | ■      | ■      | ■      | ■      | ■     |  | 全體         |
| 預定進度                    | 5          | 10    | 15     | 30    | 45     | 60     | 75     | 90     | 100   |  | 累積百分比<br>% |

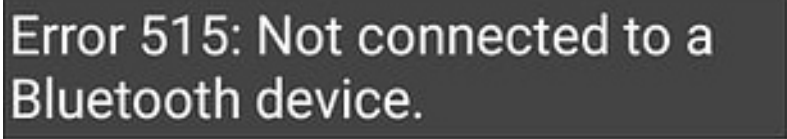
## 第4章 專題成果

### 4-1 問題與解決

在 App Inventor 2 程式測試時，有遭遇過兩個問題，分別是 Error 515 和 Error 507。兩種問題皆和藍牙連接有關。

如圖 42 Error 515，Error 515 主要是因為設計程式的問題，系統進行藍牙搜尋的時間剛好和操作時起了衝突，導致雙方皆無法順利動作，解決方法是參閱 App Inventor 2 的 <https://community.appinventor.mit.edu/>，修改程式成功解決問題。

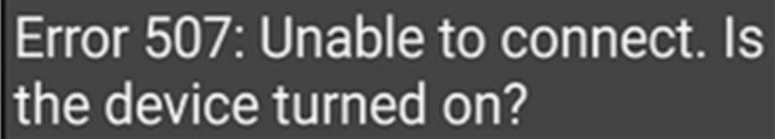
圖 42 Error 515



Error 515: Not connected to a Bluetooth device.

圖 43 Error 507，Error 507 主要原因可以分成藍牙發送端沒有通電、藍牙尚未與手機連線、選錯配對裝置。當時是以 Esp-32 來當藍牙配對的裝置，先將過去有配對過的紀錄給刪除，想要重新配對 Esp-32 時卻找不到，然而手機當時可以搜尋到其他的藍牙裝置，當我們一個一個排除可疑問題時，解決方法是我們最終想到先等待一段時間後，再重新啟動藍牙發送端，參閱 <https://community.appinventor.mit.edu/>，才確定我們順利的解決了這個問題。

圖 43 Error 507



Error 507: Unable to connect. Is the device turned on?

對於 Altium Designer 的方面，有遭遇過兩個問題，分別是 Esp-32 與

Zif 座間的連接方向相反、USB 座設計方向相反，兩種問題皆和設計電路圖有關。

我們希望電路不要太複雜，所以設計好的腳位盡量整齊且不雜亂，製作過程起先一切順利，直到做到一定程度時，才發現 PCB 跟原本設計的腳位不一樣，Esp-32 的腳位沒有對到 Zif 座的腳位上，反而是連接到旋轉 180 度的腳位。雖然是個失敗品，經過微調後還是可以做出原本該有的功能。如圖 44 設計 PCB 當時畫面與圖 45 設計 PCB 當時佈線畫面所示。

圖 44 設計 PCB 當時畫面

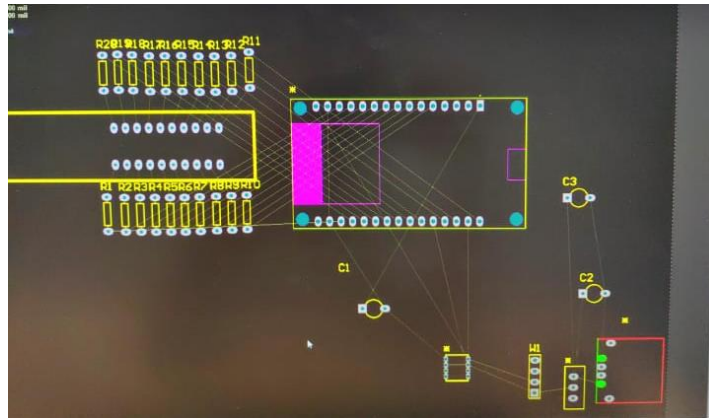
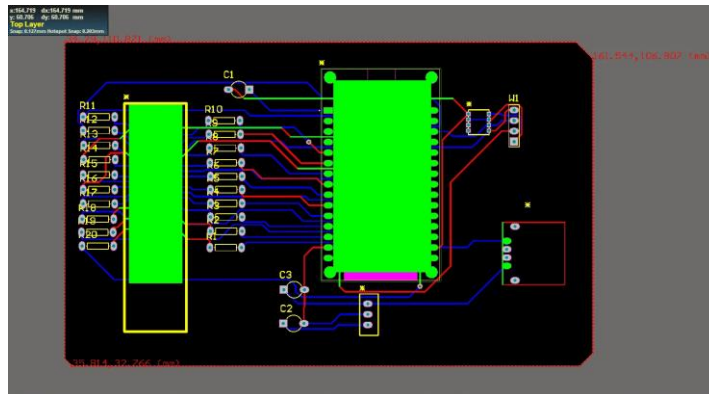


圖 45 設計 PCB 當時佈線畫面



當曝光、蝕刻、鑽孔、切完電路板時，我們才赫然檢查到 USB 座在設計電路圖的過程就已經做錯了，整個方向和我們預期的相反，如圖 46 USB 座方向錯誤，導致想要插 USB 都會改決卡卡的，我們有討論過是否要重新再設計一張電路圖時，考量時間因素和電路圖的佈線關係，我們以大膽的心態想出了將電路板切半，如圖 47 解決 USB 座方向辦法，這樣就解決了 USB 座的方向問題，如圖 48 USB 座和鋰電池電池盒。

圖 46 USB 座方向錯誤

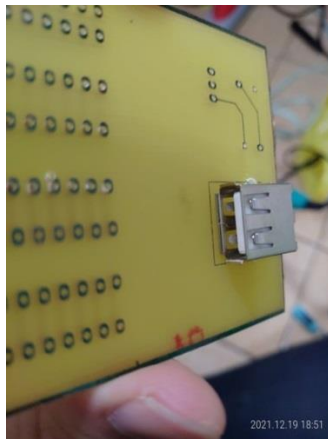


圖 47 解決 USB 座方向辦法



圖 48 USB 座和鋰電池電池盒



對於 Arduino 的方面，主要可以分為 IC 各種資料的提取、IC 的時脈腳位 clock、IC 的總測試資料過大。IC 各種資料的提取和 IC 的時脈腳位 clock 主要是因為 Arduino 寫程式時，程式過於繁多，一時想不到該如何寫程式，仔細思考數天後才寫出正確的架構。IC 的總測試資料過大，174 顆 IC 便會有各自的判斷 IC 好壞的程式，導致製作時間超時，所以我們決定只測試主要會用到的 IC，畢竟時間緊迫，我們就拿幾顆 IC 作測試並且成功顯示出功能，這就是我們主要的解決方法。如圖 49 IC 的總測試資料過大所示。

圖 49 IC 的總測試資料過大





## 4-2 成果

如圖 50 手動模式，已連接藍牙的手機傳送 IC 名稱給 Arduino Mega 2560，執行判斷迴圈並且分類資料，送入信號給 Zif 座回傳核對信號給 Arduino Mega 2560，最後將 IC 狀態顯示在 LCD 上。

圖 50 手動模式



圖 51 自動模式，按下按鈕開關傳送高電位給 Arduino Mega 2560 的腳為 22，執行較為複雜的判斷迴圈並且分類資料，送入信號給 Zif 座回傳核對信號給 Arduino Mega 2560，最後將 IC 狀態顯示在 LCD 上。

圖 51 自動模式



手動模式和自動模式皆不會回傳 IC 狀態給手機，是因為 Arduino 程式功能異常，短時間內無法處理，面臨期末報告前該功能最後被迫取消。

在 LCD 可看出執行 IC 判斷狀態。如圖 52 IC 正常，當 IC 被判定正常運作，會顯示 IC 名稱和 Normal!!；如圖 53 IC 不正常，當 IC 被判定不正常運作，會顯示 Error!!；如圖 54 執行判斷中(自動模式)，而只有在自動模式下，執行判定前，會顯示 loading...-----。

圖 52 IC 正常



圖 53 IC 不正常



圖 54 執行判斷中(自動模式)



## 第5章 結論與建議

### 5-1 結論

我們的專題製作預期是希望能測試 TTL、CMOS 的部分 IC 好壞，包含組合邏輯、解碼編碼器和有時脈的部分 IC，並且分成自動測試與藍牙控制的手機輸入測試兩種模式。而最後這些功能最後都有做出來，但我們遇到了一個問題，開發板存取的 IC 測試資料過於龐大導致放不下太多測資，這是我們目前沒能解決的問題，在這方面我們有想過使用 ROM 的空間來存取，但目前還沒做出來。

### 5-2 建議

我們建議未來想要做這個專題的小組，首先要先去了解零件的特性，同時考慮電壓大小會不會影響電路功能，再來就要團隊分工，適時地分配時間，適合的分配隊友的工作，除了可以像這個專題使用藍牙連接，也可以挑戰看看我們沒有使用的 Wifi 功能，畢竟 Wifi 有藍牙較為方便的優勢，或是做出考慮積體電路測試器的延伸功能，試著讓專題加一些分數吧！

## 參考文獻

- [1] Akshay Baweja (2018).IC testing with Arduino Mega.Retrieved September 7,2021,from  
<https://blog.arduino.cc/2018/02/05/automated-ic-testing-with-arduino-mega/>
- [2] Jack Lee Workshops(民 109 年)。 [AI2][Arduino][ESP32] Classic Bluetooth connection between ESP32 and AI2 App/傳統藍牙傳輸使用 ESP32 與 AI2(一)。民 110 年 9 月 7 號，取自：  
<https://www.youtube.com/watch?v=j6uO2fBPLyA>
- [3] Jack Lee Workshops(民 109 年)。 [AI2][Arduino][ESP32] Classic Bluetooth connection between ESP32 and AI2 App/傳統藍牙傳輸使用 ESP32 與 AI2(二)。民 110 年 9 月 7 號，取自：  
<https://www.youtube.com/watch?v=Qv06XbOgxIU>
- [4] TTL 積體電路資料手冊 (1979)：。台北：前鋒出版社。
- [5] Sara Santos (2018).How to Use I2C LCD with ESP32 on Arduino (ESP8266 compatible).Retrieved September 9,2021,from  
<https://randomnerdtutorials.com/esp32-esp8266-i2c-lcd-arduino-ide/>

## 附錄

### 附錄一 設備清單

| 類別  | 設備、軟體名稱              | 應用說明                                      |
|-----|----------------------|---|
| 1.  | Altium Designer      | 設計專題電路圖                                   |
| 2.  | Arduino              | 設計程式利用 HC-05(原定 Esp32)的藍牙功能和手機連線，控制本專題的動作 |
| 3.  | MIT App Inventor 2   | 設計程式利用手機連線和 HC-05(原定 Esp32)的藍牙功能，控制本專題的動作 |
| 4.  | Laserbox             | 設計外觀                                      |
| 5.  | Microsoft Word       | 提供撰寫報告                                    |
| 6.  | Microsoft PowerPoint | 提供撰寫報告                                    |
| 7.  | 電腦                   | 專題設計所需的設備                                 |
| 8.  | 手機                   | 專題設計所需的設備                                 |
| 9.  | 曝光機                  | 曝光專題電路板                                   |
| 10. | 蝕刻機                  | 蝕刻專題電路板                                   |
| 11. | 鑽孔機                  | 鑽孔專題電路板                                   |
| 12. | 烙鐵                   | 焊接專題電路板                                   |
| 13. | Micro USB 線          | Esp32 電源線                                 |
| 14. | 三用電表                 | 檢測專題電路板                                   |
| 15. | 電源供應器                | 模擬電源供應器                                   |

附錄二 材料清單

| 類別名稱 | 材料名稱     | 單位 | 數量 | 應用說明             | 備註           |
|------|----------|----|----|------------------|--------------|
| IC   | Esp32    | 個  | 1  | 提供藍牙功能           | 取代為<br>HC-05 |
| IC   | HC-05    | 個  | 1  | 提供藍牙功能           |              |
| IC   | LM7805   | 個  | 1  | 穩壓 IC 保護電路功能     |              |
| 測試器  | Zif 座    | 個  | 1  | 測試積體電路的接腳        |              |
| 顯示器  | LCD      | 個  | 1  | 顯示積體電路的<br>好壞與名稱 |              |
| 材料   | 錫        | 捲  | 1  | 焊接專題電路板          |              |
| 材料   | 顯影劑      | 包  | 1  | 洗專題電路板           |              |
| 材料   | 溫水       | 杯  | 1  | 洗專題電路板           |              |
| 材料   | 紙        | 張  | 2  | 曝光專題電路板          |              |
| 材料   | 雙面膠      | 捲  | 1  | 曝光專題電路板          |              |
| 材料   | 680 歐姆電阻 | 個  | 40 | 限流電阻及測試用         |              |
| 材料   | 排座       | 個  | 20 | 焊接專題電路板          |              |
| 材料   | 麵包板      | 個  | 1  | 測試專題電路板功能        |              |
|      |          |    |    |                  |              |
|      |          |    |    |                  |              |
|      |          |    |    |                  |              |

## 成員簡歷

| 姓名           | 林翰寬   | 班級 | 電子三甲 |   |
|--------------|---|----|------|---|
| 曾修習<br>專業科目  | 基本電學(含實習)<br>電子學(含實習)<br>電腦輔助設計實習<br>行動裝置應用實習<br>數位邏輯(可程式邏輯設計實習)<br>微處理機(單晶片微處理機實習)<br>微電腦原理(微電腦應用實習)<br>汽車電子應用實習 |    |      |  |
| 參與專題<br>工作項目 | 使用 Altium Designer 來設計電路<br>設計海報<br>幫忙編輯專輯報告  |    |      |   |
| 經歷簡介         | 丙級工業電子通過<br>高一下學期棋藝社副社長<br>高一下學期餐膳股長  |    |      |   |

|              |   |    |      |   |
|--------------|---|----|------|---|
| 姓名           | 溫偉荐   | 班級 | 電子三甲 |  |
| 曾修習<br>專業科目  | 基本電學(含實習)<br>電子學(含實習)<br>電腦輔助設計實習<br>行動裝置應用實習<br>數位邏輯(可程式邏輯設計實習)<br>微處理機(單晶片微處理機實習)<br>微電腦原理(微電腦應用實習)<br>汽車電子應用實習 |    |      |   |
| 參與專題<br>工作項目 | 使用 Arduino 來設計程式<br>幫忙編輯專輯報告(PowerPoint)  |    |      |   |
| 經歷簡介         | 丙級工業電子通過  |    |      |   |



| 姓名           | 黃善維   | 班級 | 電子三甲 |   |
|--------------|---|----|------|---|
| 曾修習<br>專業科目  | 基本電學(含實習)<br>電子學(含實習)<br>電腦輔助設計實習<br>行動裝置應用實習<br>數位邏輯(可程式邏輯設計實習)<br>微處理機(單晶片微處理機實習)<br>微電腦原理(微電腦應用實習)<br>汽車電子應用實習   |    |      |  |
| 參與專題<br>工作項目 | 使用 MIT App Inventor 2 來設計程式<br>編輯專輯報告(Word)<br>幫忙編輯專輯報告(PowerPoint)   |    |      |   |
| 經歷簡介         | 高一上學期副班長<br>高一上學期實習課 B 組安全股長<br>高一下學期實習課 B 組安全股長<br>高一下學期榮服隊隊員<br>高二上學期實習課 B 組領班<br>高二上學期榮服隊第五組小隊長<br>高二上學期棋藝社活動兼總務<br>高一下學期榮服隊副隊長兼第五組小隊長<br>高一下學期棋藝社活動兼總務<br>高一下學期台北市教育博覽會學代表<br>高三上學期圖書股長<br>丙級工業電子通過 |    |      |   |

|              |   |    |      |   |
|--------------|---|----|------|---|
| 姓名           | 楊錫沅   | 班級 | 電子三甲 |   |
| 曾修習<br>專業科目  | 基本電學(含實習)<br>電子學(含實習)<br>電腦輔助設計實習<br>行動裝置應用實習<br>數位邏輯(可程式邏輯設計實習)<br>微處理機(單晶片微處理機實習)<br>微電腦原理(微電腦應用實習)<br>電子電路實習 |    |      |  |
| 參與專題<br>工作項目 | 設計外觀及洗電路板、鑽孔電路板<br>使用 Laserbox 來設計外觀<br>編輯專輯報告(PowerPoint)  |    |      |   |
| 經歷簡介         | 高二下學期衛生股長<br>丙級工業電子通過   |    |      |   |