

臺北市立大安高級職業工業學校
綜合高中科

電子密碼鎖
Electronic Lock
專題報告

學生：組長：陳駿逸

組員：賴宥林

組員：蔡沛穎

組員：賴冠衡

指導老師：陳新秀老師

中華民國 1 月

中文摘要

從古至今鎖是人們生活中不可或缺的產品，它可以保護我們生命財產的安全性。而隨著時代的演進，鎖逐漸地從傳統的彈子鎖轉變成電子鎖。相較於傳統的鎖使用鑰匙來開起，電子鎖使用磁扣感應來解鎖，比起以前每一個不同的鎖都需要副新的鑰匙，現在使用磁扣可以大大降低鑰匙的數量。於是我們透過編寫 VHDL 和 Arduino 程式，控制 IC、繼電器、升壓電路等元件，達到電磁鐵的通電與否，進一步使門鎖定或開啟。

關鍵字：電子密碼、密碼鎖、鎖、Arduino、VHDL

英文摘要

Since ancient times, locks are an indispensable product in people's lives, and it can protect the safety of our lives and property. With the improvement of the times, locks have gradually changed from being traditional marble locks into electronic locks. Compared with traditional locks, which use keys to unlock, electronic locks use the induction of magnetic button to unlock. Compared with each previous lock before, which every door needed its paired key. Now using magnetic buttons can greatly reduce the number of keys.

So we write VHDL and Arduino programs to control ICs, relays, step-up circuits and other components to achieve the energization of the electromagnet and further lock or open the door.

目錄

內容

第一章前言.....	1
1-1 背景.....	1
1-2 目的.....	1
1-3 預期成果.....	1
第二章理論探討.....	2
2-1 RFID 無線射頻辨識.....	2
一、RFID 傳輸特性.....	2
二、RFID 運作.....	2
三、RFID 標籤.....	2
四、RFID 分類.....	3
五、運用.....	4
2-2 串列介面.....	4
一、PC 積體電路介接匯流排 (Inter-Integrated Circuit Bus).....	4
二、SPI 串行外設介面 (Serial Peripheral Interface Bus).....	5
三、I ² C & SPI 的比較.....	6
四、運用.....	7
2-3 Arduino Uno.....	7
一、特色.....	7
二、運用.....	7
2-4 CPLD 複雜的可規劃邏輯元件.....	8
一、內部架構.....	8
二、連接方式.....	8
三、安全性.....	8
四、運用.....	8
第三章專題設計.....	9
3-1 專題流程圖.....	9
3-2 甘特圖.....	10
3-3 專題系統架構.....	10
一、VHDL 程式.....	10
二、Arduino 程式.....	10
三、機構.....	10
3-4 程式架構(流程).....	11
一、VHDL 程式.....	11
二、Arduino 程式.....	14
3-5 機構.....	16
一、電路板設計.....	16

二、外殼設計.....	17
第四章專題成果.....	19
4-1 VHDL 密碼輸入與顯示	19
4-2 RFID 磁卡判定	19
第五章結論與建議.....	21
5-1 結論	21
5-2 建議(未來發展).....	21
一、製作電路板.....	21
二、磁力太弱.....	21
三、耗電量太大.....	21
參考文獻.....	22
附錄.....	24

圖目錄

圖 1 RC-522	4
圖 2 RC-522 接腳圖	4
圖 3 I2C 連接圖	5
圖 4 SPI 連接圖	6
圖 5 I2C&LCD 模組	7
圖 6 ARDUINO UNO 板	8
圖 7 專題流程圖	9
圖 8 甘特圖	10
圖 9 VHDL 除頻電路	11
圖 10 VHDL 移位電路	12
圖 11 VHDL 編碼程式	12
圖 12 VHDL 按鍵檢測程式	12
圖 13 VHDL DELETE 和 ENTER 程式	13
圖 14 VHDL 多工顯示	13
圖 15 VHDL 輪流顯示	13
圖 16 VHDL 多工顯示	14
圖 17 VHDL 0~3 計數器	14
圖 18 ARDUINO 程式 1	14
圖 19 ARDUINO 程式 2	14
圖 20 ARDUINO 程式 3	15
圖 21 ARDUINO 程式 4	15
圖 22 ARDUINO 程式 5	15
圖 23 主控板元件放置圖	16
圖 24 中繼板元件放置圖	16
圖 25 門框 3D 模擬圖	17
圖 26 門框設計圖	17
圖 27 盒子 3D 模擬圖	18
圖 28 盒子設計圖	18
圖 29 外殼成品	18
圖 30 VHDL 麵包板插件	19
圖 31 VHDL 密碼顯示	19
圖 32 ARDUINO 實際接線	20
圖 33 RFID 與 LCD	20

表目錄

表 1 I2C & SPI 比較表.....	7
表 2 參考文獻 1.....	22
表 3 參考文獻 2.....	22
表 4 參考文獻 3.....	22
表 5 參考文獻 4.....	23
表 6 設備清單.....	24
表 7 材料清單.....	25

第一章前言

1-1 背景

在這法治的社會下，每個人都擁有屬於自己的隱私權與財產權，為了保障人們這些權益進而導致「鎖」這項用品的發明，同時在這科技日新月異的世代中傳統的器具也逐漸遭到淘汰。

1-2 目的

運用現代常見的電子技術改善傳統門鎖出門需要攜帶笨重鑰匙的問題，並運用 RFID 的感應技術與按鍵輸入的常態技術互補兩者的缺點，即便忘記攜帶門卡仍然可以使用按鍵開鎖，藉此提升使用的便利性。

1-3 預期成果

藉由在校所學的專業知識，以及現代電子技術，使鎖安全性大幅升，也透過 RFID 技術，使其更加便利。透過按鍵輸入密碼，減少攜帶鑰匙的不便，降低鑰匙忘記帶的風險。透過 RFID 感應技術，不需鑰匙也能可快速解鎖。

第二章理論探討

2-1 RFID 無線射頻辨識

一、RFID 傳輸特性

RFID 不易受外在環境影響、不受尺寸、形狀限制可重複寫入、具感測器、可加密，例如：許多零售商店將 RFID 系統應用在購物流程上，顧客在結帳時不需移動購物車上的商品，也不須將物品靠近可掃描區域。因此，不僅可加快結帳速度圖時也可以減少人力需求。

二、RFID 運作

電磁感應式(Coupling)-近距離訊號傳遞(<1 公尺):利用電流通過 RFID 讀取器線圈所產生的磁場，讓近距離 RFID 標籤因電磁感應現象產生電流，以啟動標籤內的晶片。

電磁波反向傳播式(Backscattering)-遠距離訊號傳遞(>100 公尺): RFID 讀取器利用高頻電磁波傳輸訊號給 RFID 標籤，標籤的天線收到此高頻電磁波後，在內部形成共震,產生電流以啟動標籤內的晶片，晶片接收傳來的訊號後，將回應訊號經由同樣頻率的高頻載波反向回傳給 RFID 讀取器。

三、RFID 標籤

1. 依電力來源可分為以下三種：被動式標籤(Passive Tag)、半被動式標籤(Semi-passive Tag)和主動式標籤(Active Tag)

(1) 被動式標籤 (Passive Tag)：

被動式標籤內部沒有電池，平常處於沉睡狀態，只有當標籤吸收來自讀取器的無線電波後才會轉換成自身電力，喚醒自己並且送回識別資訊給讀取器。由於內部構造較主動式標籤簡單，所以體積較小、價格也較便宜，可大量佈署在低成本物品身上，主要用於動物晶片、物流管理、門禁系統、汽車防盜等。我們平時搭乘捷運時所使用的悠遊卡，也是屬於被動式 RFID 標籤的一種，只不過它與智慧卡(Smart Card)相結合，使得智慧卡不需要透過接觸式的讀卡機即可讀取卡內資料並扣款。

(2) 半被動式標籤 (Semi-passive Tag)：

半被動式標籤通常會與感應器結合，而且與主動式標籤一樣都附有電池。不同的是，電池提供的電力只能讓感應器在平時偵測周遭環境所使用(如：溫度、濕度等)，不足以提供通訊的電力來源，因此跟被動式標籤一樣都必須仰賴讀取器提供的電磁波才能回送訊號。由於電池也提供了通訊所需的部份微薄電力，讀取距離較被動式標籤長、抗干擾能力更強，主要用於監測周遭環境溫度或是震盪等應用場合，之後更可以整合其他感應器的設計，投入行車安全防護、居家看護等各式應用市場。

(3) 主動式標籤 (Active Tag) :

主動式標籤內部附有電池並提供運作所需的電力來源由於本身持有電源，所以此類標籤傳輸距離較長、讀取速度較快，但是相對的體積較大、壽命受限於電池，成本也較高，主要用於軍事、醫療、工業、貨櫃和國防上。

2. 依使用頻率可分為以下四類：低頻(Low Frequency)、高頻(High Frequency)、超高頻(Ultra High Frequency)和微波(Microwave)

(1) 低頻 (Low Frequency) :

此類標籤使用的頻段在 100KHz~500KHz 之間，其中以 125KHz 和 135KHz 最為常見。其傳輸距離約 10 公分，通訊低頻的優點是不易受干擾，當標籤靠近金屬或是液體的物品時，還能夠發射有效訊號；缺點是讀取距離較短，通訊速度、讀取及寫入較慢，無法同時辨識多個標籤。主要用於動物晶片、物流管理、門禁系統、汽車防盜等。

(2) 高頻 (High Frequency) :

使用頻段在 10MHz~15MHz 之間，其中以 13.56MHz 最為常見。優點是感應距離較長、讀取速度較快，而且可以同時辨識多個標籤。主要應用於圖書館管理、產品管理、智慧卡等。

(3) 超高頻 (Ultra High Frequency) :

使用頻段在 433~950MHz 及 2.45GHz 之間，其中以 433MHz 和 868~950MHz 最為常見。優點是讀取距離較遠、傳輸速率較快、可同時讀取辨識大量標籤、天線可用蝕刻或印刷方式製造；缺點是在金屬和液體的物品上辨識率不佳。主要應用於航空旅客與行李管理系統、貨架及棧板管理、出貨管理、物流管理、鐵路車廂監控等。

(4) 微波 (Microwave) :

使用頻段在 1GHz 以上，其中以 2.45GHz、5.8GHz 最為常見。特性與超高頻類似，對於環境的敏感性較高，主要用於行李追蹤、物品管理、供應鏈管理等。

四、RFID 分類

標籤依照被讀取器存取的方式分為下列三種類別：唯讀(Read-only)、一寫多讀(Write Once, Read Many)和讀寫(Read/Write)

(1) 唯讀(Read-only) :

唯讀式標籤的內存資訊在出廠時已被寫死，使用者無法修改或是寫入任何資訊，只能讀取標籤內的資料。使用者通常可以向廠商訂購特定識別碼的標籤，但由於無法改變其內容，所以主要被應用於門禁管理、車輛管理、物流管理、動物管理等較封閉的應用場合。

(2) 一寫多讀(Write Once, Read Many) :

使用者只能寫入或修改標籤內容一次，之後就等同唯讀式標籤只能被多次讀取。由於可以寫入一次，所以此類標籤通常應用在只需寫入一次資料的生產流程當中，提供隨時寫入識別碼的功能，並建立永久資訊。此類標籤成本較唯讀式標

籤高，主要用於資產管理、藥品管理、危險品管理、軍品管理等。

(3) 可讀寫 (Read/Write) :

使用者可以在標籤的生命週期內，隨時透過讀寫器重複寫入或修改標籤的內部資訊。其中內部資訊分為兩種區域：一個是由使用定義的保密唯讀區，裡面包含標籤的識別碼，只供使用者寫入一次；而另一個是可重複讀寫區，提供使用者可以自行編程。此類標籤通常帶給企業重要的應用能力，企業可以在生產流程當中的不同時間點，將相關資訊記錄到標籤內部(例如：產品由何人製造、上次標籤被讀取的時間位置等)，當流程結束之後，標籤所存的資訊可以提供最終使用者去檢驗該產品的生產流程是否符合標準。主要用於航空貨運、行李管理、信用卡服務、捷運票證等。

五、運用

我們購買了 RC-522 RFID 模組來當作密碼輸入外，第二個開鎖機制。透過磁卡的感應，傳送卡號到判斷城市，辨識出是否為符合卡號。

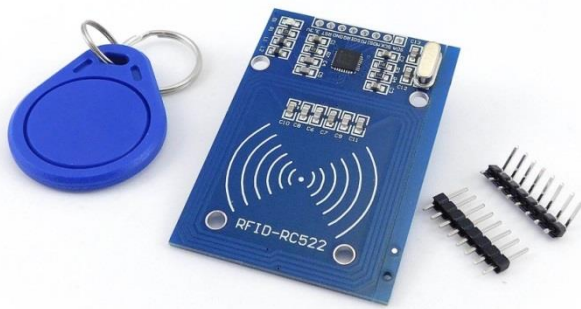


圖 1 RC-522

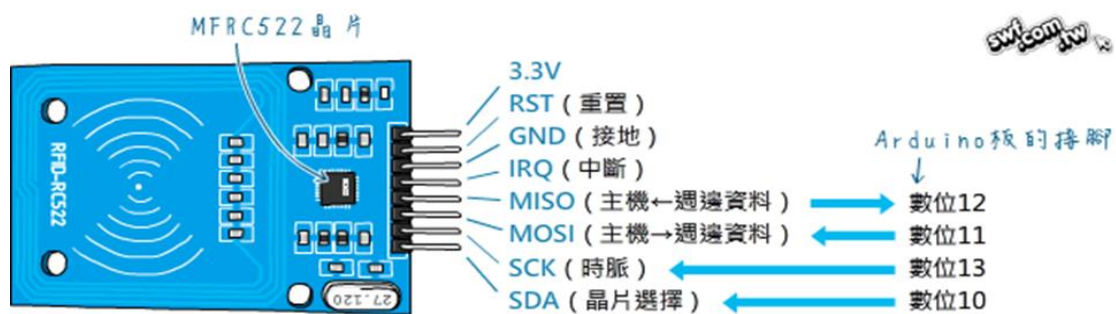


圖 2 RC-522 接腳圖

2-2 串列介面

一、I²C 積體電路介接匯流排 (Inter-Integrated Circuit Bus)

I²C Bus 是 1982 年由荷蘭飛利浦半導體公司(Philips Semiconductor) 所開發。主要是為了讓微控制器或 CPU 以較少的接腳數連接眾多的低速週邊裝置之用。

1. I²C 的匯流排接線只有兩條訊號線：資料線(SDA,Serial Data Line) 及時脈線(SCL,Serial Clock Line)，所有 I²C 裝置的這二支接腳都是 CMOS 開汲極(Open Drain) 或者是 TTL 開集極(Open Colloecor)的 I/O 接腳，並且並接 (Wired-AND)在這兩條線路上。接腳的內部開關在導通時為接地的邏輯低準位(Low)，而不導通時則形同斷線浮接，不過 I²C Bus 上必需要加入提升電阻 R_p (SDA、SCL 兩條線都需要)，將浮接狀態轉變為邏輯高準位 (High)狀。

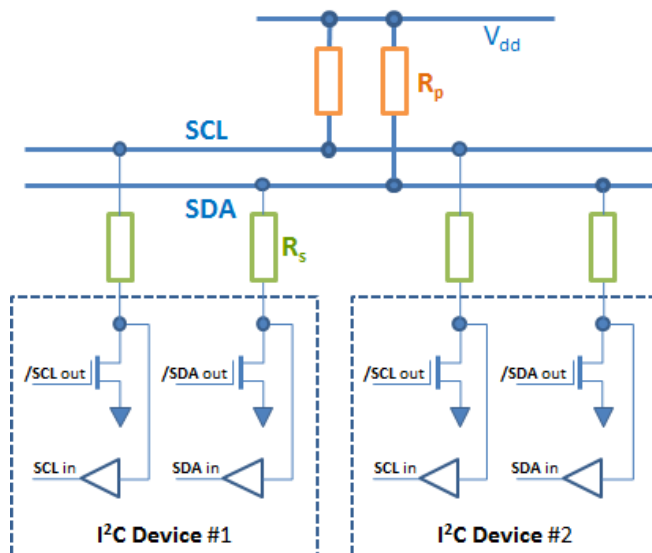


圖 3 I2C 連接圖

2. Wired-AND 線接及開顧名思義就是二組(或者是多組)接線接在一起，就有及開的功能。AND 開的邏輯狀態是全部輸入為 High 時，輸出為 High。只要任何一個輸入為 Low 時，輸出即為 Low。所以 I²C 晶片的輸出接腳以 Wired-AND 接在一起，就會有如下的效果：

- 所有晶片都輸出 High 時，我們可以在接線上量測到 High。
- 只要有一個晶片輸出 Low，我們就會在接線上量測到 Low。

二、SPI 串行外設介面 (Serial Peripheral Interface Bus)

一種用於短程通信的同步串行通信介面規範，具備有低接腳數，結構單純，傳輸速度快，簡單易用... 等特性，主要應用於單晶片系統中。這種介面首先被 Motorola 公司開發。

1. SPI 為一主從式架構，通常有一個 Master(主設備)和一個(或多個)Slave(從設備)。介接方法及內部硬體結構很簡單，如下面的示意圖：

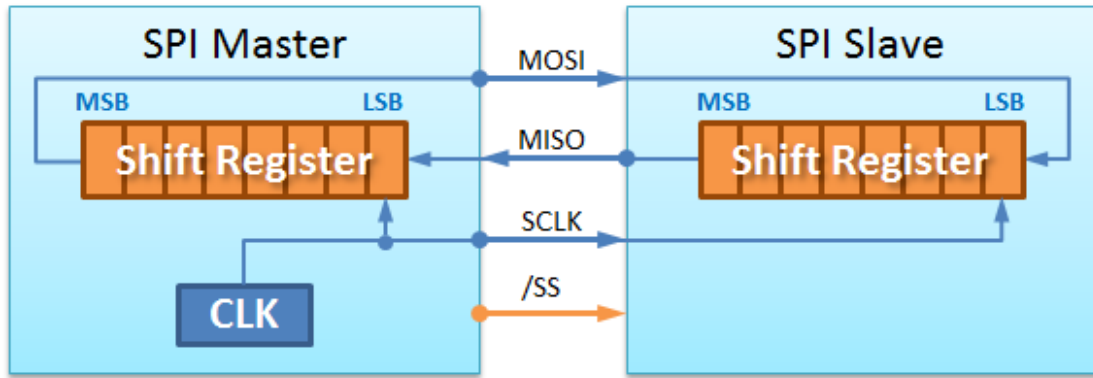


圖 4 SPI 連接圖

2. SPI 有兩種接腳方式：

一種為：

- MOSI：主出從入，master 數據輸出，slave 數據輸入
- MISO：主入從出，master 數據輸入，slave 數據輸出
- SCLK：時脈訊號時脈信號，由 master 產生並控制
- /SS：晶片致 slave 選擇信號，master 控制。slave 只有在 /SS 信號為低電位時，才會對 master 的操作指令有反應。

連接時只要把相同名稱接腳接在一起即可。

另一種為：

- SDO：Serial Data Out，資料輸出(不分主從)
- SDI：Serial Data In，資料輸入(不分主從)
- SCK：對應 SCLK
- /CS：對應 /SS

由於第二種標示方法不分主從，介接時只需把二個設備的 SDO 和 SDI 接腳對接：master 的 SDO 接到 slave 的 SDI, master 的 SDI 接到 slave 的 SDO。

三、I²C & SPI 的比較

1. 二個都是同步傳輸介面，主要是用於 CPU 和週邊晶片之間。
2. SPI 及 I²C 二者設計的主要目的在於減少 CPU 和週邊晶片之間的接腳數。
3. SPI 一般需要 4 條接線(至少三條)；I²C 則只要二條線。
4. SPI 的硬體結構簡單而且傳輸速度快，一般是 5M/10M/20Mbps 或是更快(可以到 200Mbps)；I²C 的傳輸速度則只有 100Kbps/400Kbps/1Mbps(/3.4Mbps/單向 5Mbps)。
5. SPI 是全雙工；I²C 是半雙工。
6. SPI 使用硬體線路來指定 slave 晶片；I²C 則在傳送的第一個位元組上指定(7bit 位址)。
7. SPI 不提供交握機制，無法確認 slave 晶片是否有跟上。I²C 則有雙向的確認機制。

	工作方式	接腳數量	傳輸速度	位置指定	交握機制
SPI	全雙工	4Pin	5M~200M (bps)	硬體線路	無
I²C	半雙工	2Pin	100K~5M (bps)	傳輸資料 第一位元	有

表 1 I²C & SPI 比較表

四、運用

我們使用 I²C 匯流排去減少 LCD 的接腳，以解決接腳過多的問題。



圖 5 I²C&LCD 模組

2-3 Arduino Uno

Arduino 是一個開放原始碼、簡單易學，而且低成本的微控制器平台。不具備相關專業知識，也能夠依照範例快速入門。

一、特色

開發環境方便且簡單易懂，且提供許多範本，讓那些對這領域的人，提供簡單、輕易上手環境。硬體種類可以依據不同需求決定大小，也很容易、擴充感測裝置，非常適合初學者使用。

二、運用

運用 UNO 版執行 Arduino 程式，去控制繼電器、RFID、LCD 等元件。



圖 6 Arduino Uno 板

2-4 CPLD 複雜的可規劃邏輯元件

CPLD 全名 Complex Programmable Logic Device，是由 PAL、GAL 等邏輯器件基礎上所發展而來，主要用於數位邏輯電路的 IC 設計製作。

一、內部架構

CPLD 的形式內部架構為 EEPROM，將電路燒路於其中後，若將電源切斷，CPLD 仍會保留原有的電路，不必重新載入。

二、連接方式

CPLD 其內部的連接匯流排採用多重金屬線連接方式，且每兩點間預置的金屬線連接。這種連接方式稱之為連續性內部連接（Continuous Interconnect）連續性內部的連接方式可依 LOGIC CELL 的放置位置預測出繞線的延遲時間，因此可精準得模擬出電路的時序特性，使工程師在元件燒錄前便可由模擬的環境來準確觀測電路之時序。

三、安全性

一般單晶片設計電路中，由於有人可能將單晶片中的程式讀出後，經由反組譯而得到程式原始碼，使得辛苦設計的程式遭人破解。CPLD 製作完成後的電路，因為內部硬體邏輯線路配置複雜，幾乎不可能讀出，所以別人無法由 CPLD 本身來破解。

四、運用

這次專題使用的 CPLD 是 EPM1270T144C5N，我們讓它去執行 VHDL 程式，進行密碼判斷、密碼顯示等工作。

- 工作電源電壓：2.5V / 3.3V；工作電源電流：55mA
- 最大工作頻率：304MHz；工作溫度：0°C ~ 70°C

第三章專題設計

3-1 專題流程圖

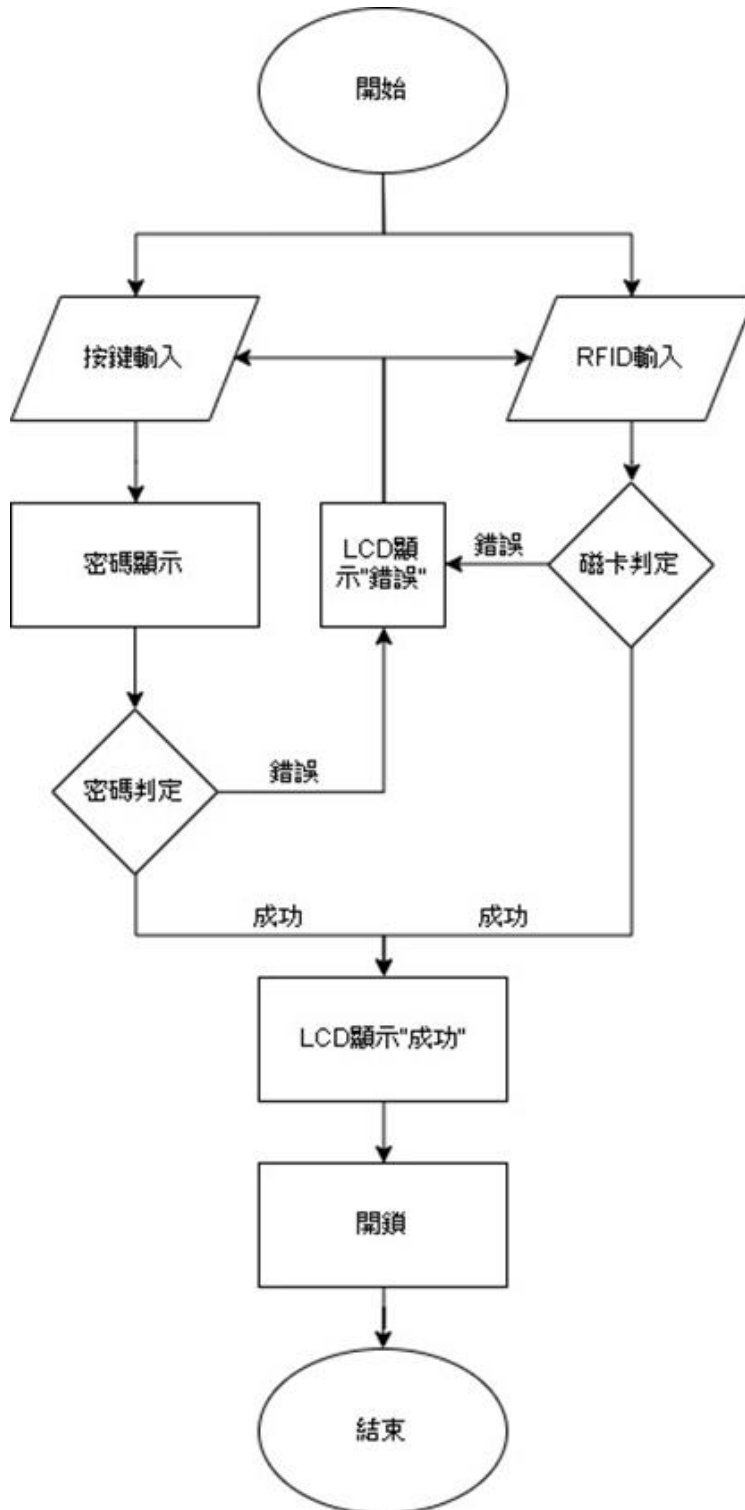


圖 7 專題流程圖

3-2 甘特圖

週次 (日期)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	負責成員	
工作項目																				
決定專題主題	■	■																		全體
決定專題功能		■	■																	全體
蒐集資料			■	■	■															全體
撰寫企畫書				■	■	■														全體
程式規劃						■	■	■												宥林、冠衡
程式編寫與測試							■	■	■	■										宥林、冠衡
硬體規劃									■	■	■	■	■							全體
印刷電路板與測試											■	■	■	■						全體
外包裝設計				■	■	■	■	■	■	■										駿逸、沛穎
外包裝製作											■	■	■	■	■					全體
組裝											■	■	■	■	■					全體
整體測試																■	■			全體
撰寫報告					■		■		■		■		■							全體
口頭報告							■		■		■		■			■	■	■		全體
預定進度	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	65	70	75	80	85	90	95	100	累積百分比%	

圖 8 甘特圖

3-3 專題系統架構

我們將專題分成 VHDL 程式、Arduino 程式、機構。

一、VHDL 程式

負責處理按鍵輸入密碼、密碼判斷及顯示密碼在七段顯示器上，並且將密碼正確與否的訊息傳送到 Arduino。

二、Arduino 程式

負責處理 RFID 磁卡判斷、LCD 顯示、繼電器延遲及接收來自 VHDL 的訊息，若磁卡判斷成功或密碼輸入正確，則控制繼電器，使電磁鐵短暫斷電，則 LCD 顯示”Success”，錯誤顯示”Error”。

三、機構

- 使用 Altium Designer 來設計電路板，一共有三片，分別為主控板(放 Arduino UNO 板和 CPLD 開發板)、中繼板(放部分元件及連結兩塊板)和使用者介面(放鍵盤、七段顯示器、LCD 和 RFID)
- 使用 Autodesk Inventor 來設計出外殼，分別為一個門框及一個放置電路板的盒子。

3-4 程式架構(流程)

一、VHDL 程式

```
begin
gnd_JP <= '0';
JP2 <= '1';
-- 1. 1kHz Pulsed Waves Circuit
process(clk)
variable cnt : std_logic_vector(25 downto 0);
begin
if (clk'event and clk = '1') then -- Positive Edge Trigger
cnt := cnt + 1;
if (cnt < fmax / 1E3 - 1) then -- Denominator = Output Frequency
clk_1kp <= '0';
else
clk_1kp <= '1';
cnt := (others => '0'); -- clear
end if;
end if;
end process;
process(clk)
variable cnt : std_logic_vector(25 downto 0);
begin
if (clk'event and clk = '1') then -- Positive Edge Trigger
cnt := cnt + 1;
if (cnt < fmax / 20 - 1) then -- Denominator = Output Frequency
clk_20p <= '0';
else
clk_20p <= '1';
cnt := (others => '0'); -- clear
end if;
end if;
end process;
--2.
process(clk)
begin
if (clk'event and clk = '1') then -- Positive Edge Trigger(20ns)
if (clk_1kp = '1') then -- Pulsed(1ms)
if (scan < 2) then
scan <= scan + 1;
else
scan <= 0;
end if;
end if;
end if;
end process;
scan_low <= "011"when (scan = 0) else
"101"when (scan = 1) else
"110"when (scan = 2) else
"111";
```

圖 9 VHDL 除頻電路

除頻電路：

以石英晶體震盪器的頻率計數

[(石英震盪器頻率/我要的頻率)-1]為'0' 最後一次為'1'

- clk_1kp 為 1KHz 的脈波
- clk_20p 為 20Hz 的脈波
- scan 為 2Hz 的 0~2 計數器
- 根據 scan 計數器：
 - sacn=0 時，sacn 輸出“011”，
即 Delete、1、4、7 那列輸出'0'
 - sacn=1 時，sacn 輸出“101”
即 0、2、5、8 那列輸出'0'
 - sacn=2 時，sacn 輸出“110”

即 Enter、3、6、9 那列輸出'0'

```
-----  
--2.Tact-SW Differential Circuit  
-- line_1  
--(1)Sequential Logic Circuit(Shift Registers):Tact-SW Sampling Circuit  
process(clk)  
begin  
    if(clk'event and clk = '1')then -- Positive Edge Trigger  
        if(clk_lkp = '1')then --Sample Frequency = 1kHz  
            q1 <= q0;  
            q0 <= sw_in; -- differential input signal write here!!  
        end if;  
    end if;  
end process;  
--(2)Combinational Logic Circuit : differential output(Tw=1ms)  
diff_np <= (q1)and(not q0); -- Catch Positive-Edge Pulsed Wave  
-----
```

圖 10 VHDL 移位電路

以 1KHz 的頻率做移位的動作：

- sw_in 為輸入，q0、q1 為估存的位元
- q0 先移到 q1，sw_in 在移到 q0 之後再比較 q0、q1
- 當 q0 為 1，q1 為 0 時，檢測到正緣(由 0 轉 1)，則 diff_np 為 1

```
-----  
--4.BCD  
bcd <= 0 when(scan = 1 and diff_np = "0001")else -- 0    7    8    9  
1 when(scan = 0 and diff_np = "0010")else -- 1    4    5    6  
2 when(scan = 1 and diff_np = "0010")else -- 2    1    2    3  
3 when(scan = 2 and diff_np = "0010")else -- 3    delete 0 enter  
4 when(scan = 0 and diff_np = "0100")else -- 4  
5 when(scan = 1 and diff_np = "0100")else -- 5  
6 when(scan = 2 and diff_np = "0100")else -- 6  
7 when(scan = 0 and diff_np = "1000")else -- 7  
8 when(scan = 1 and diff_np = "1000")else -- 8  
9 when(scan = 2 and diff_np = "1000")else -- 9  
10 when(scan = 0 and diff_np = "0001")else -- delete  
11 when(scan = 2 and diff_np = "0001")else -- enter  
12; -- none  
-----
```

圖 11 VHDL 編碼程式

將鍵盤的位子給予編號

```
-----  
process(clk)  
begin  
    F <= diff_np(0) or diff_np(1) or diff_np(2) or diff_np(3);  
end process;  
-----
```

圖 12 VHDL 按鍵檢測程式

當鍵盤被按下時 F，用來檢測 diff_np 的變化

- 只要一列偵測到鍵盤被按下，F 就為 1

```

-----
process(clk)
begin
    if(clk'event and clk = '1')then -- Positive Edge Trigger
        if(F = '1' and clk_20p = '1')then
            if(bcd < 10 and seg7_count < 4)then
                monitor3 <= monitor2 ;
                monitor2 <= monitor1 ;
                monitor1 <= monitor0 ;
                monitor0 <= bcd ;
                JP3 <= '1';
                JP1 <= '1';
                seg7_count <= seg7_count + 1;
            elsif(bcd = 11 and seg7_count = 4)then -- enter
                if(monitor3 = lock_3 and monitor2 = lock_2 and monitor1 = lock_1 and monitor0 = lock_0)then
                    JP3 <= '0';
                    JP1 <= '1';
                else
                    JP3 <= '1';
                    JP1 <= '0';
                end if;
            elsif(bcd = 10 and seg7_count > 0)then -- delete
                monitor3 <= 0 ;
                monitor2 <= monitor3 ;
                monitor1 <= monitor2 ;
                monitor0 <= monitor1 ;
                JP3 <= '1';
                JP1 <= '1';
                seg7_count <= seg7_count - 1;
            else
                JP3 <= '1';
                JP1 <= '1';
            end if;
        end if;
    end if;
end process;
-----

```

圖 13 VHDL Delete 和 Enter 程式

當偵測到鍵盤有輸入時：

- 如果鍵盤入的是 0~9 的數字，就讓 7 段顯示器的數字往左移動
- 如果 bcd=10 那就是 delete，讓數字往右移動，並刪除最後一個輸入數字
- bcd=11 時是 enter，當 monitor 滿 4 個數字並按下 enter 時，將判斷密碼是否正確，將結果輸出

```

-----
gnd <= "1110"when(count = 0)else
      "1101"when(count = 1)else
      "1011"when(count = 2)else
      "0111";
-----

```

圖 14 VHDL 多工顯示

根據計數器 0~3，輪流顯示 4 個 7 段顯示器亮起

```

-----
-- 5. BCD to 7-Segment Display Decoder : Common-Anode (low activated)
-- dpgfedcba
seg_out <= "10010000" when(monitor = 9)else -- 9
          "10000000" when(monitor = 8)else -- 8
          "11111000" when(monitor = 7)else -- 7
          "10000010" when(monitor = 6)else -- 6
          "10010010" when(monitor = 5)else -- 5
          "10011001" when(monitor = 4)else -- 4
          "10110000" when(monitor = 3)else -- 3
          "10100100" when(monitor = 2)else -- 2
          "11111001" when(monitor = 1)else -- 1
          "11000000" when(monitor = 0)else -- 0
          "11111111";
-----

```

圖 15 VHDL 輪流顯示

根據 monitor 的數字，輸出給 7 段顯示器要亮的位置

```

monitor <= monitor0 when(count = 0)else -- 0
        monitor1 when(count = 1)else -- 1
        monitor2 when(count = 2)else -- 2
        monitor3 ;

```

圖 16 VHDL 多工顯示

根據計數器 0~3，輪流顯示 4 個 7 段顯示器的數字

```

process(clk)
begin
if(clk'event and clk = '1')then -- Positive Edge Trigger(20ns)
    if(clk_lkp = '1')then -- Pulsed(1ms)
        if(count < 3 )then
            count <= count + 1;
        else
            count <= 0;
        end if;
    end if;
end if;
end process;
end beh;

```

圖 17 VHDL 0~3 計數器

0~3 計數器

二、Arduino 程式

設定接腳

```

#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);
int pb[]={6,7};

#define ss_pin 10
#define rst_pin 9
#define relay 8
#define Success_delay 2000
#define Error_delay 1000
int SPin = 2;
int EPin = 3;
MFRC522 mfrc522(ss_pin , rst_pin); // Create MFRC522 instance.

```

圖 18 Arduino 程式 1

初始化設定

```

void setup()
{
    Serial.begin(9600); // Initiate a serial communication
    SPI.begin(); // Initiate SPI bus
    for(int i=0;i<2;i++)
        pinMode(pb[i], INPUT);
    lcd.begin(16, 2);
    lcd.home();
    lcd.print("Elect Lock");
    delay(2000);
    lcd.clear();
    mfrc522.PCD_Init(); // Initiate MFRC522
    pinMode(SPIn, INPUT);
    pinMode(EPin, INPUT);
    pinMode(relay, OUTPUT);
    digitalWrite(relay, LOW);
}

```

圖 19 Arduino 程式 2

LCD 顯示 Show Your Card，並不斷檢測是否有感應卡片

```

void loop()
{
  delay(1000);
  lcd.print("Show Your Card");
  delay(1000);
  lcd.clear();
  // Look for new cards
  if ( ! mfr522.PICC_IsNewCardPresent() )
  {
    return;
  }
  // Select one of the cards
  if ( ! mfr522.PICC_ReadCardSerial() )
  {
    return;
  }
  //Show UID on serial monitor
  Serial.print("UID tag :");
  String content= "";
  byte letter;

```

圖 20 Arduino 程式 3

如果檢測到的卡號等於預設卡片則 LCD 顯示 Success

```

for (byte i = 0; i < mfr522.uid.size; i++)
{
  Serial.print(mfr522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " ");
  Serial.print(mfr522.uid.uidByte[i], HEX);
  content.concat(String(mfr522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " "));
  content.concat(String(mfr522.uid.uidByte[i], HEX));
}
Serial.println();
Serial.print("Message : ");
content.toUpperCase();
if (content.substring(1) == "B9 B9 88 5A") // UID set
{
  lcd.print("Success");
  Serial.println();
  digitalWrite(relay, HIGH);
  delay(Success_delay);
  lcd.clear();
  digitalWrite(relay, LOW);
}

```

圖 21 Arduino 程式 4

如果檢測到的卡號不等於預設卡片則 LCD 顯示 Error

```

else{
  lcd.print("Error");
  delay(Error_delay);
  lcd.clear();
}
}

```

圖 22 Arduino 程式 5

3-5 機構

一、電路板設計

- 1.主控板：放置 VHDL 開發板和 Arduino UNO 板
- 2.中繼板：連接兩塊板，輸出訊號給電磁鐵
- 3.使用者介面：放置鍵盤、LCD、RFID、七段顯示器

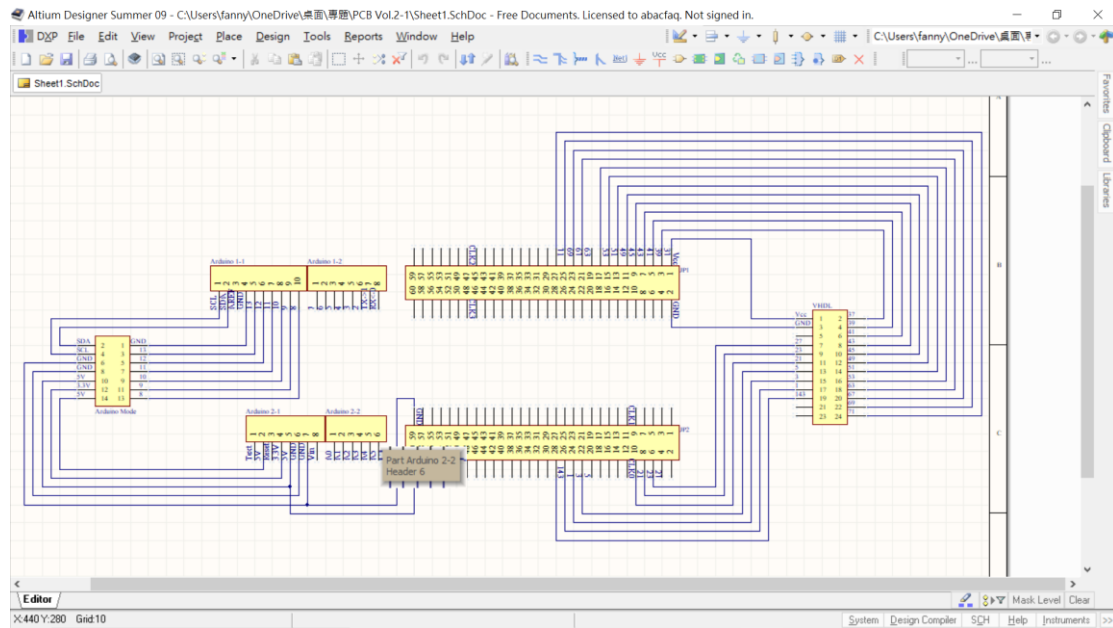


圖 23 主控板元件放置圖

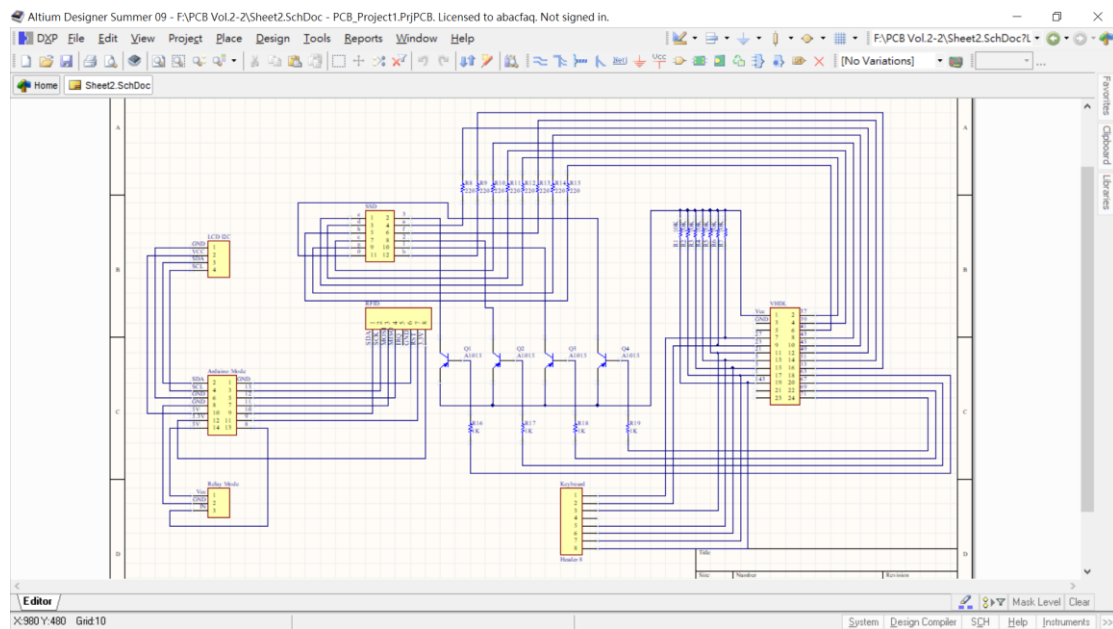


圖 24 中繼板元件放置圖

二、外殼設計

1.門框：14*26*1.2cm²的門框中間挖空了10*19.8cm²的空間來放置門板，後方11*14*4.2cm³的方塊是中空的，裡面要放電磁鐵，在方塊側面下方有挖出一個空間用來連接電磁鐵與電路。



圖 25 門框 3D 模擬圖

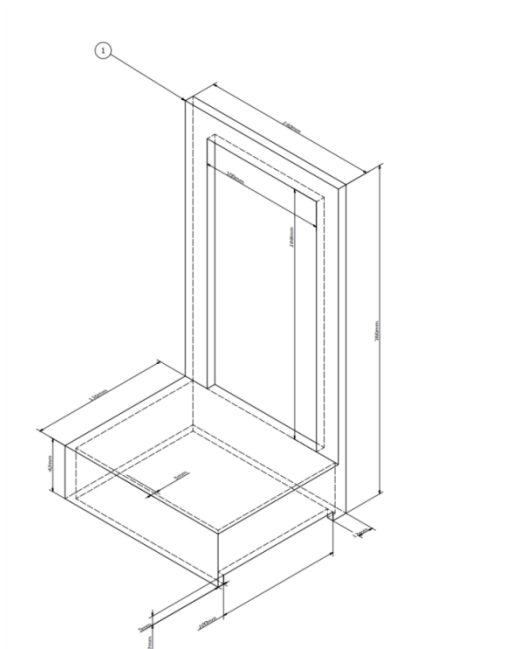


圖 26 門框設計圖

2.盒子：17*12*10cm³的盒子最上放是用來放使用者介面，面兩條通是為了線路連接，平台下方是空心，用來放其餘兩塊電路板，和門框一樣，下方都有留空間以便牽線。

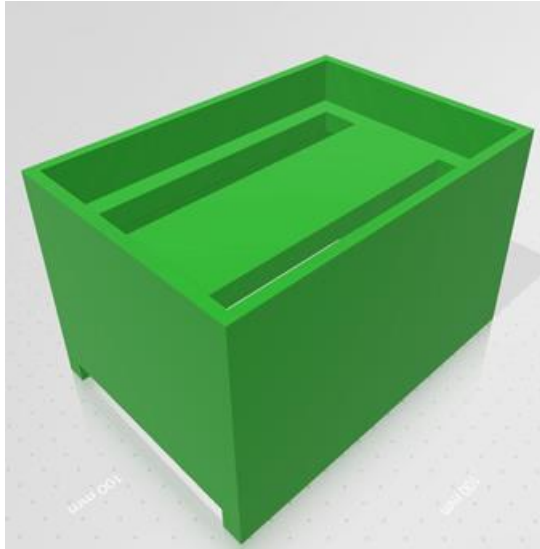


圖 27 盒子 3D 模擬圖

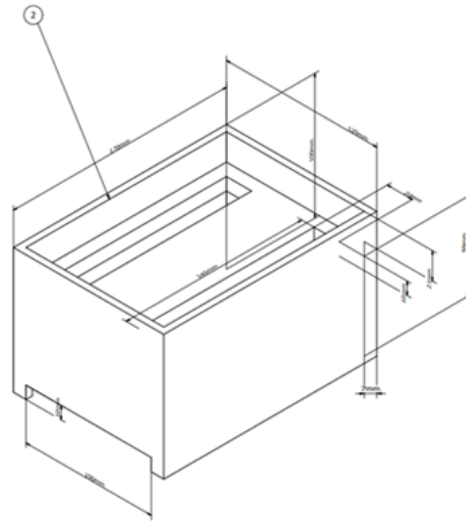


圖 28 盒子設計圖



圖 29 外殼成品

第四章專題成果

4-1 VHDL 密碼輸入與顯示

透過按鍵輸入四位密碼，將其向對應的數字顯示在七段顯示器上，若數字大於四個，則不再顯示，可以透過 Delete 鍵刪去密碼。輸入完成後，按下 Enter 鍵，即可將密碼傳送至內部程式判斷，若正確，則傳送一負緣信號至 Arduino 進行開鎖動作。

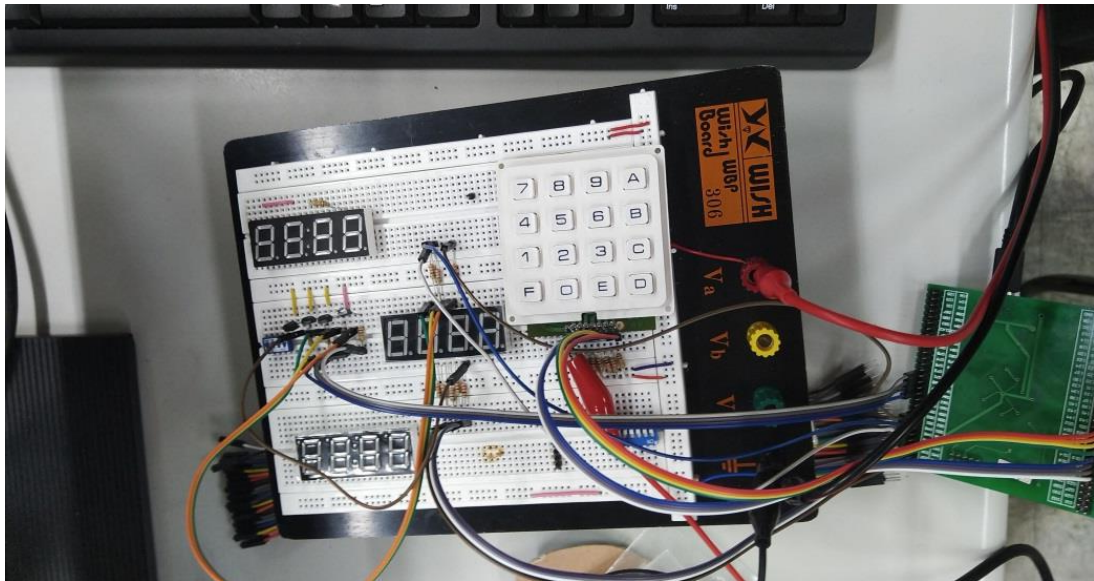


圖 30 VHDL 麵包板插件

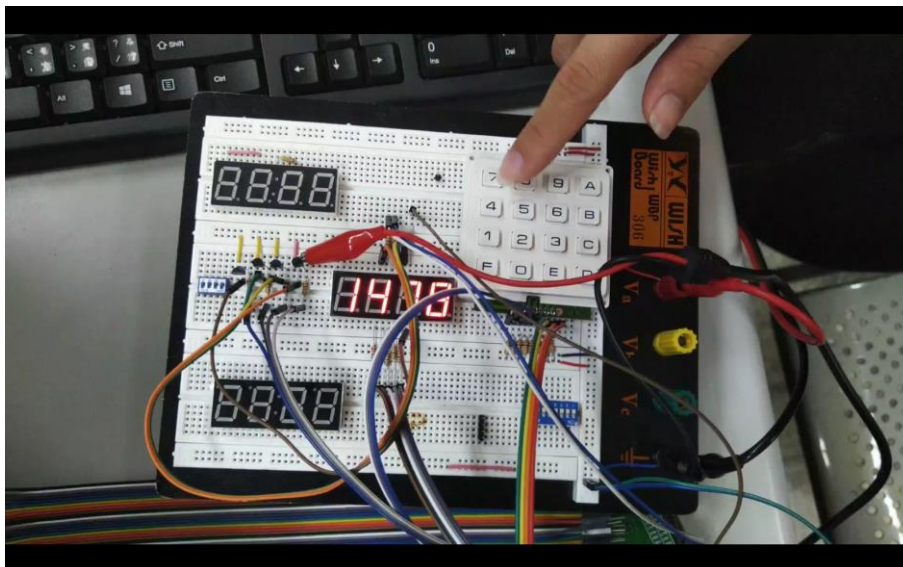


圖 31 VHDL 密碼顯示

4-2 RFID 磁卡判定

將磁卡靠近 RFID 感測器使其讀出卡號，將卡號傳送到內部程式判斷，若為正確

磁卡，LCD 顯示"Success"，並控制繼電器，使電磁鐵短暫失去磁力；若為錯誤磁卡，LCD 顯示"Error"。若接收到 VHDL 傳送成功的負緣信號，LCD 顯示"Success"，且成功開鎖；若接收到 VHDL 傳送失敗的負緣信號，LCD 顯示" Error "。

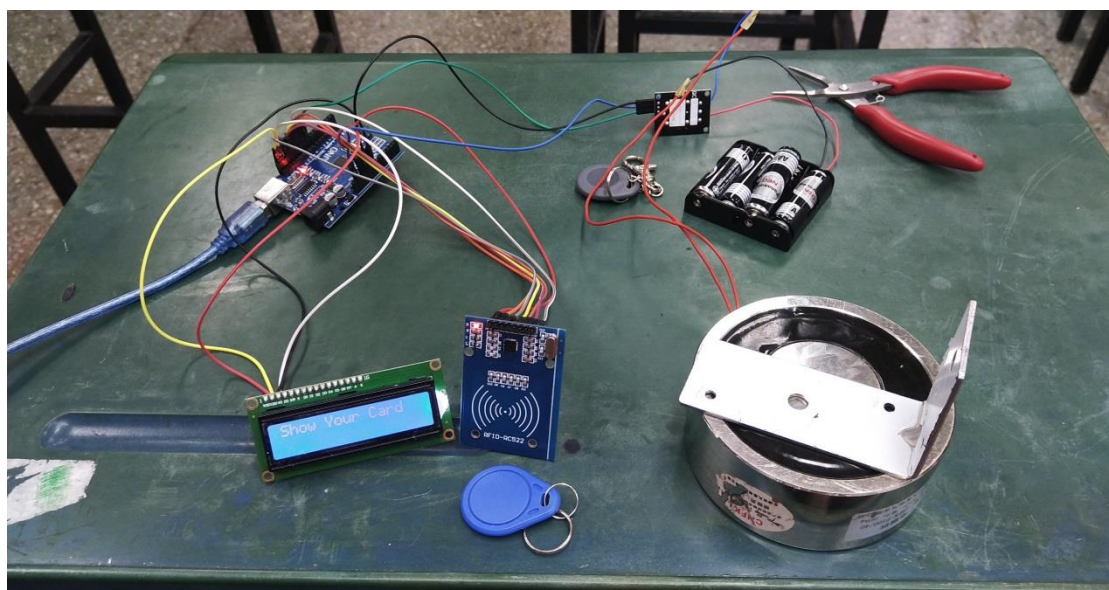


圖 32 Arduino 實際接線

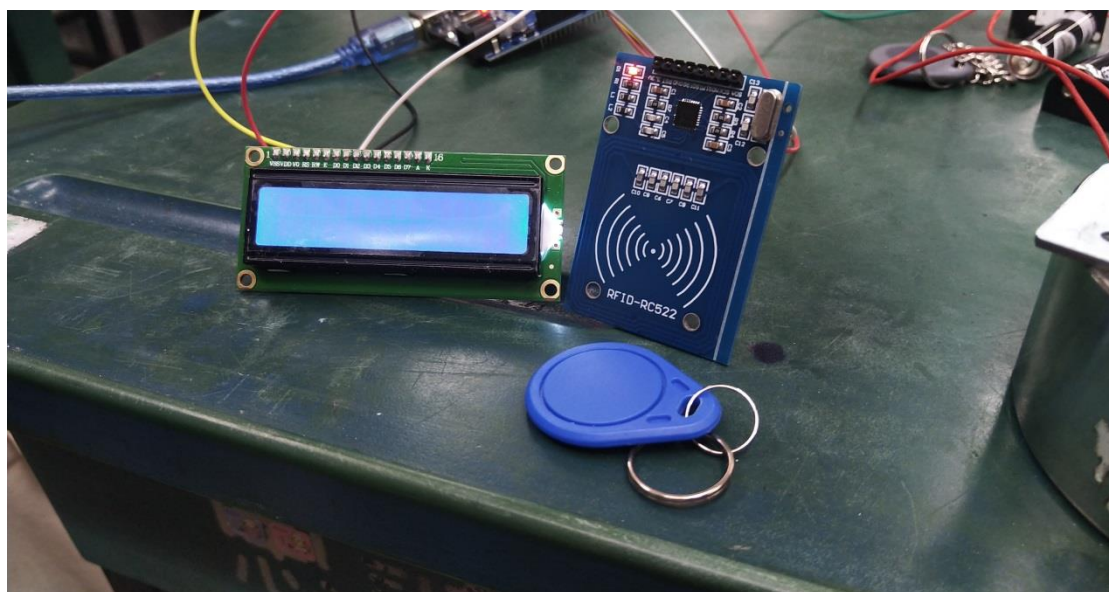


圖 33 RFID 與 LCD

第五章結論與建議

5-1 結論

這一次我們的專題雖然這次沒辦法在期限內完成，但我們在輸入、輸出的部分都有達到預期的結果，可以完美的執行我們所下達的指令；只是沒有成功在時間內將兩個部分整合成一個完整的程式，並且和外殼相接組合出最後的成品。以後如果學弟妹也有機會做到電子密碼鎖的話，他們可以把目標放在做出更多的功能，例如：指紋或人臉辨識、聲音解鎖，這接都有現成的模組可以套用，只是需要買比較多的硬體設備，但這些功能可以讓電子密碼鎖更加的方便，就算磁扣遺失，也可以靠著其他的密碼來進行解鎖。

5-2 建議(未來發展)

我們這次的電子密碼鎖有以下一些問題：

一、製作電路板

製作電路板時，由於經驗和技巧都沒有很成熟，所以成品失敗的機率很高，要先練習好在製作。

二、磁力太弱

門鎖的部分，由於磁力太弱，所以在設定外殼厚度或電磁鐵採購時，要確認好數值。

三、耗電量太大

購買的電磁鐵消耗瓦數太高，對電流要求太高，容易造成過熱或燒壞線路。

參考文獻

名稱	作者/網站名稱	日期	網址
RFID介紹與應用	羅乃維		http://www.ttrc.edu.tw/userfiles/file/training100/100-07-27RFID%E4%BB%8B%E7%B4%B9%E8%88%87%E6%87%89%E7%94%A8.pdf
暢談RFID-了解RFID標籤	程仲駿	X	https://www.ttea.org.tw/archive/files/2009_133_4.doc
LF低頻、HF高頻、UHF超高頻RFID的區別和主要應用	諾塔斯智能	2019/02/15	https://kknews.cc/zh-tw/news/q44532r.html
RFID技術發展與應用介紹	駱易非先生	2006/05/04	http://sun.cis.scu.edu.tw/~epaper/newspaper/0003/speaking-4.htm
Mifare RFID-RC522模組實驗(一):讀取Mifare RFID卡的UID識別碼	cubie	2016/08/15	https://swf.com.tw/?p=930
AMS1117 datasheet	X	X	http://xn----ctbgeuhdtb2b.xn--p1ai/cfiles/market/2932/1446015689.pdf

表 2 參考文獻 1

名稱	作者/網站名稱	日期	網址
AMS1117典型電路圖 淺談AMS1117電路應用	world技術匯	2018/10/04	https://kknews.cc/zh-tw/news/5bnr9a6.html
XL6009 升壓模組	Chosentech	X	https://chosentech.info/product/xl6009-%E9%9B%BB%E5%A3%93%E5%8D%87%E5%A3%93%E6%A8%A1%E7%B5%84/
CPLD/FPGA介紹與VHDL之使用-逢甲大學自動控制學系專題製作	指導教授： 黃建立 老師 學生： 吳仲偉、吳允華 郭達利、郭昱廷	2006/1	X
CPLD概論	X	X	http://w3.khvs.tc.edu.tw/ischool/public/resource_view/openfid.php?id=2263
FPGA與CPLD的區別	雲漢電子社區	2016/06/7	https://kknews.cc/zh-tw/tech/mgb3q6.html
線性穩壓器的工作原理	電源設計技術資訊網站	2016/03/30	https://micro.rohm.com/tw/techweb/knowledge/dcdc/s-dcdc/01-s-dcdc/72

表 3 參考文獻 2

名稱	作者/網站名稱	日期	網址
EPM1270T144 C5N	貿澤電子	X	https://www.mouser.tw/ProductDetail/Intel-Altera/EPM1270T144C5N?qs=jblrfmjbeiEBm2cCTj1eMw==
I2C bus 簡介	MagicJackTing	2016/4/29	http://magicjacking.pixnet.net/blog/post/173061691?fbclid=IwAR3cw7Uvs8Ve1IEdl2RmZj7LOcMYTBAVzXQOU3YYWgn4WXHE8qA0tYEEoL4
SPI 串列週邊介面	MagicJackTing	2016/11/05	http://magicjacking.pixnet.net/blog/post/164725144-spi-(serial-peripheral-interface)-%E4%B8%B2%E5%88%97-(%E5%BA%8F%E5%88%97)-%E9%80%B1%E9%82%A%E4%BB%8B?fbclid=IwAR28HLoS8YANAg2WZYnIOj5tmb_xCDbTf7UYdYRU4SAC9WqmJjpV2REFkE
Audesk Inventor	Audesk	X	https://www.autodesk.com/products/inventor/overview
Altium designer	Altium	X	https://www.altium.com/altium-designer/

表 4 參考文獻 3

作者	出版年代	書名	出版社地點及名稱
楊仁元、張顯盛、林家德	2008	專題製作理論與呈現技巧	台科大圖書股份有限公司 新北市新莊區中正路649號4樓
梅克2工作室	2013	Arduino 微電腦控制實習	台科大圖書股份有限公司 新北市新莊區中正路649號4樓
張義和	2016	新例說altiumDesigner：3D動畫製作、3D電路設計	新文京開發出版股份有限公司 新北市中和區中山路二段362號

表 5 參考文獻 4

附錄

類別	設備、軟體名稱	應用說明
軟體	QuartusII	編寫VHDL程式
軟體	Arduino 1.8.10	編寫Arduino程式
軟體	Chrome瀏覽器	查詢資料
軟體	Internet Explorer	上傳資料
軟體	autoCAD Inventor	3D模型建模
軟體	LaserBox	2D雷射切割設計
硬體	電腦	查詢資料、編寫程式
硬體	燒錄器	燒入程式至電路板
硬體	USB隨身碟	儲存資料
硬體	激光寶盒	切割木板
硬體	3D列印機	3D列印

表 6 設備清單

類別名稱	材料名稱	單位	數量	應用說明
電路板	Ardiono UNO 板	片	1	控制 LCD 顯示、電磁鐵開關、RFID 輸入訊號
電路板	MAX_II EPM1270T144C5N CPLD 開發板	片	1	控制七段顯示器、處理密碼輸入
電路板模組	Ardiono RFID 模組	片	1	感應磁卡
電路板模組	升壓模組	個	1	提高輸入電壓以供電磁鐵動作
電路板模組	繼電器模組	個	1	控制電磁鐵開關
電路板模組	I ² C	個	1	減少七段顯示器接腳
顯示器	LCD	個	1	顯示開鎖成功與否
顯示器	共陽極七段顯示器	個	1	顯示輸入密碼
電晶體	A1015Ω	顆	4	開關電路
電阻	1KΩ	顆	4	限制電流
電阻	10KΩ	顆	7	提升電流
電阻	220Ω	顆	8	限制電流
PCB	雙層感光版	片	2	製作電路
PCB	單層感光版	片	1	製作電路
磁鐵	電磁鐵	個	1	門鎖開關
木板	椴木板	片	1	門板原料
鐵片	L 型白鐵片	片	2	吸住門板

表 7 材料清單