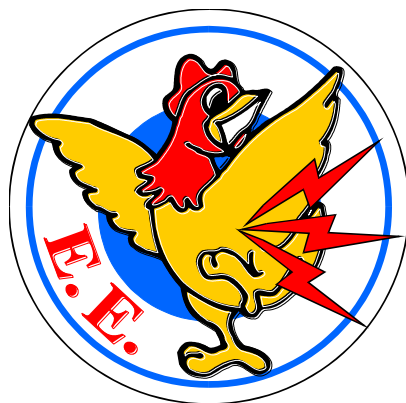
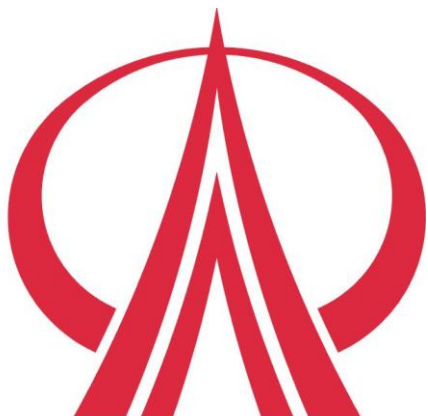


修平科技大學 電機工程系

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
HSIU-PING UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

實務專題報告書

以單晶片控制灌溉系統



指導老師：謝承達

專題製作學生：四技電四乙 廖景祥 BD97093

四技電四乙 游詠淳 BD97064

中華民國 一 百 年 十 二 月 七 日

摘要

農業是國家非常重要的產業之一，尤其是台灣這種海島國家，缺乏物資又要仰賴進口的情況下，如忽略自給自足的能力，當發生國際物資波動時，易受到其波動的衝擊。目前台灣農業主要是以傳統農業為主，農業自動化設施並不普遍於傳統農地，因此我們以田間作業中的灌溉系統為此次研究方向，主題以單晶片控制灌溉系統，製作灌溉模型研究實體控制的方法。

目錄

第壹章、緒論

1-1. 前言	1
1-2. 動機	1
1-3. 目的	1

第貳章、理論基礎介紹

2-1. 灌溉方式介紹	2
2-2. 元件介紹	3
2-2-1. MCU AT89S51	3
2-2-2. ADC0804 IC	6
2-2-3. 步進馬達原理	8

第參章、專題系統設計

3-1. 專題系統架構	9
3-2. 系統控制流程	10

3-3. 專題硬體設計	
3-3-1. 主控板電路	11
3-3-2. 水位感測器	12
3-3-3. 土壤濕度感測器	13
3-3-4. 馬達驅動電路	14
3-3-5. 田地灌溉模型	15
3-4. 系統控制程式	16
3-5. 專題成品實驗	22

第肆章、結論與心得

4-1. 結論	23
4-2. 心得	23
參考文獻	24
作者介紹	25

第壹章 緒論

1-1. 前言

農業自動化的種類分別有農產品收穫後處理與儲運自動化、種苗生產自動化、溫室栽培自動化術之改進、田間作業自動化和農產品廢棄物處理自動化，此次研究方向為田間作業自動化，田間作業範圍廣闊，從整地種植、灌溉、管理到收穫，整個生產過程均屬田間作業，田間作業受氣候、地形、作物等自然條件之限制較多，變數亦較大。

田間作業工作項目：灌溉系統之自動化、肥料及農藥施用自動化、田間管理及收穫等作業之自動化，而我們這次研究方向為灌溉系統之自動化。

1-2. 動機

本專題的製作動機是因為專題製作組長的父母是務農的，現今的農業主要還是以傳統農業為主，農業自動化在傳統農田中並不普遍，且農業自動化大多用在高經濟的溫式培養作物或種苗栽培，因此我們選擇田間作業自動化中的灌溉系統為主題，經由組長的想法與組員的討論並且經指導老師詢問後，我們決定以單晶片來模擬控制灌溉系統。

1-3. 目的

藉由 8051 單晶片來控制灌溉系統，模擬田間自動灌溉之動作，並探討實地運作可能會遇到的問題。

第貳章 理論基礎介紹

2-1. 灌溉方式介紹

灌溉的方式可分為漫灌、噴灌、微噴灌、滴灌、滲灌幾種。

漫灌：植物在畦和隴溝中排成行或在苗床上生長，水沿著渠道進入農田，順著隴溝或苗床邊沿流入。也可以在田中用硬塑料管或鋁管引水，在管上間隔距離開孔灌溉，用虹吸管連接渠道。

噴灌：由管道將水送到位於田地中的噴頭中噴出，有高壓和低壓的區別，也可以分為固定式和移動式。

微噴灌：利用折射、旋轉、或輻射式微型噴頭將水均勻地噴洒到作物枝葉等區域的灌水形式，隸屬於微灌範疇。

滴灌：將水一滴一滴地、均勻而又緩慢地滴入植物根系附近土壤中的灌溉形式，滴水流量小，水滴緩慢入土，可以最大限度地減少蒸發損失，滴灌條件下除緊靠滴頭下面的土壤水分處於飽和狀態外，其它部位的土壤水分均處於非飽和狀態，土壤水分主要藉助毛管張力作用入滲和擴散。是利用地下管道將灌溉水輸入田間埋于地下一定深度的滲水管道或鼠洞內，**滲灌：**借助土壤毛细管作用湿润土壤的灌水方法。

本專題之灌溉系統是以漫灌形式為主題，試以控制周邊之硬體設備和田間之感測器達到田間作業自動化。

2-2. 元件介紹

2-2-1. MCU AT89S51

AT89S51 基本功能介紹：

- (1)：8 位元中央處理單元。
- (2)：內建 4K 位元組的程式記憶體 (ROM)，最大可擴充到 64K 位元組。
- (3)：內建 128 位元組的程式記憶體 (RAM)，可外接擴充到 64K 位元組。
- (4)：具有 32 條 (4 組 8 位元) 雙向 (I/O) 線，且每條 (I/O) 線，可單獨定址的輸出入埠 P0、P1、P2、P3。
- (5)：具有 2 個 16 位元的計時/計數器，T0、T1。
- (6)：具有全雙工的串列傳輸通訊輸出/輸入埠，又稱 UART。
- (7)：具有 5 個中斷來源。INT0、INT 1、T0、T1、RXD、TXD。
- (8)：內部有時脈震盪電路。

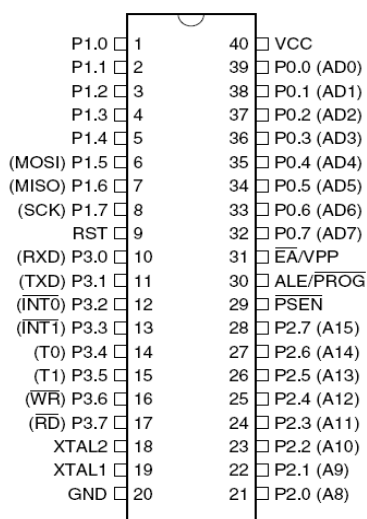


圖 (2-1) AT89S51 接腳圖

AT89S51 接腳說明：

P0.0~P0.7：Port0：埠 0 是一個開汲極(Open Drain)雙向 I/O 埠。在存取外部記憶體時，埠 0 具有資料匯流排(Data Bus)及低八位元位址線(A0~A7)的多重功能。埠 0 在當成一般 I/O 使用時必須加上外部提升電路。

P1.0~P1.7：Port1：埠 1 是具有內部提升電路的雙向 I/O 埠。

P2.0~P2.7：Port2：埠 2 是具有內部提升電路的雙向 I/O 埠，在存取外部記憶體時，埠 2 是當作高八位元的位址線。

P3.0~P3.7：Port3：埠 3 是具有內部提升電路的雙向 I/O 埠。

埠 3 的每支接腳都還有另一項的特殊功能：

P3.0：RXD 串列輸入。

P3.1：RXD 串列輸出。

P3.2：/INT0 外部中斷輸入。

P3.3：/INT1 外部中斷輸入。

P3.4：T0 計時器 0 外部輸入。

P3.5：T1 計時器 1 外部輸入。

P3.6：/WR 外部資料記憶體寫入。

P3.7：/RD 外部資料記憶體讀取。

VDD：正電源輸入腳，接+5V。

GND：系統接地。

RST：重置信號輸入端。在震盪器工作時，

將此腳保持在"Hi"兩個機械週期，可將CPU重置。

/PSEN：程式激發致能，可輸出外部程式記憶體之讀取信號。

每個機械週期動作兩次，再讀取內部程式記憶體時，/PSEN

不動作，在存取外部資料記憶體時，/PSEN會跳過兩個脈波

才動作。

/EA：外部存取致能。

當/EA腳為"Lo"時，CPU讀取外部程式記憶體。

當/EA腳為"Hi"時，讀取內部的程式記憶體。

XTAL1：反相震盪放大器的輸出端。

XTAL2：反相震盪放大器的輸入端。

2-2-2. ADC0804 IC

ADC0804 特性介紹：

- (1) CMOS 的逐步接近式 AD 轉換器。
- (2) 具有 8 位元解析能力，轉換時間為 100 微秒，而最大誤差為 1 個 LSB 值（最小電壓刻度）。
- (3) 採差動式類比電壓輸入，三態式數位輸出。
- (4) 類比輸入電壓範圍為 0 到 5V。

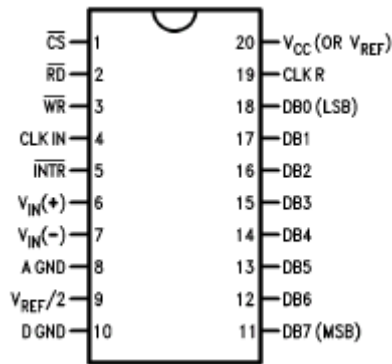


圖 (2-2) ADC0804 接腳

ADC0804 接腳說明：

\overline{CS} ：晶片選擇接腳，低態動作接腳，當 $\overline{CS}=0$ ，ADC0804 動作；若 $\overline{CS}=1$ ，ADC0804 不動作，BD0~7 呈現高阻抗狀態。

\overline{RD} ：資料讀取接腳，低態動作接腳，若 $\overline{CS}=0$ 、且 $\overline{RD}=0$ ，則可由 DB0~7 讀取 A/D 轉換後的數位資料。

\overline{WR} ：開始轉換接腳，低態動作接腳，若 $\overline{WR}=0$ ，即可使 ADC0804 開始進行 A/D 轉換動作。

$\overline{\text{INTR}}$ ：完成轉換接腳，低態動作接腳，若 $\overline{\text{INTR}}=0$ ，表示 ADC0804 已完成 A/D 轉換動作。

CLK IN：時鐘派坡輸入接腳，ADC0804 接受 100 到 1460kHz 的時鐘脈波。

CLK R：時鐘派坡輸出接腳，可連接電阻器，以產生時鐘脈波。

$V_{\text{REF}/2}$ ：參考電壓輸入接腳，。

$V_{\text{IN}+}$ ：類比電壓輸入之正端接腳。

$V_{\text{IN}-}$ ：類比電壓輸入之負端接腳。

V_{CC} ：電源接腳。

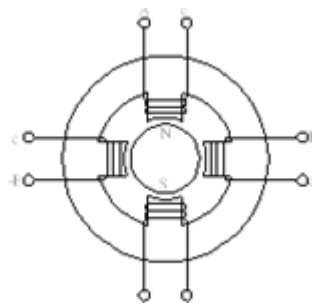
D GND：數位訊號接地接腳。

AGND：類比訊號接地接腳。

BD0~7：數位輸出資料接腳，此 8 隻接腳為三態式輸出，可直接連接微處理器的資料匯流排。

2-2-3. 步進馬達原理

圖(2-3)為四相式步進馬達的基本構造圖，中間轉子由永久磁鐵所構成，左邊為N極，另一邊為S極。定子有四組線圈，分別為A、-A、B及-B，各線圈的C端共接電源正極，另一端經由開關接在電源的負極。



圖(2-3) 四相式步進馬達構造圖

在此介紹激磁可分為：

(1) 一相激磁脈衝信號的順序推動，每次只有一個相機磁，因此稱為一相激磁。若要步進馬達反轉，只要將推動順序反過來就可以了。

(2) 二相激磁脈衝信號的推動順序，每走一步都有兩極同時激磁，因此所產生的轉矩比一相激磁的轉矩大。

(3) 脈衝信號的推動順序，這種方法是一相激磁和二相激磁的混合方式。

他的最大的優點在於步進馬達每走一步的步進角為前兩種激磁方式的一半，因而得到更小的步進角。

第參章、專題系統設計

3-1. 專題系統架構

多數的農作物都是以一列列的田耕地與灌溉田溝交錯種植，如圖(3-1)，圖(3-2)為本專題系統之架構圖，我們使用 8051 單晶片來控制周邊的 I/O 模組，以土壤濕度感測器的訊號來判斷田耕地濕度是否不足，運用步進馬達來模擬電動水閘門之動作，再以水位感測器的訊號來做為判定灌溉水位的高低。

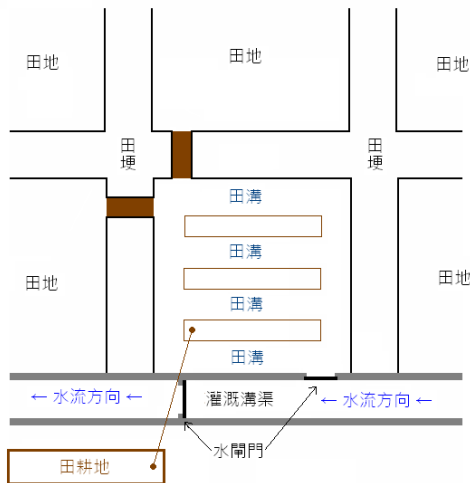


圖 (3-1) 灌溉系統示意圖

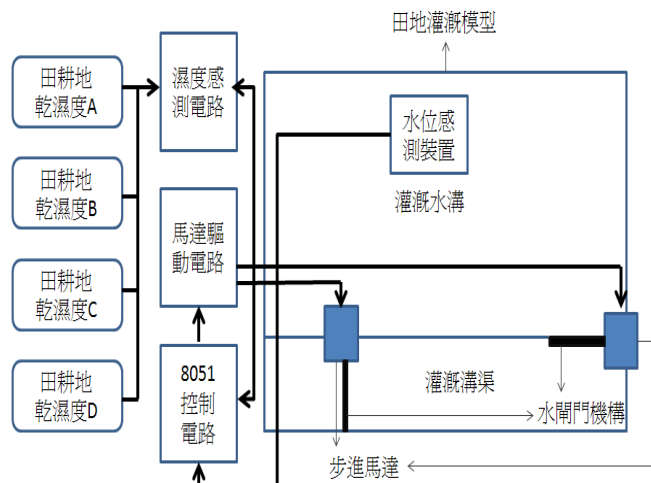


圖 (3-2) 灌溉系統架構圖

3-2. 系統控制流程

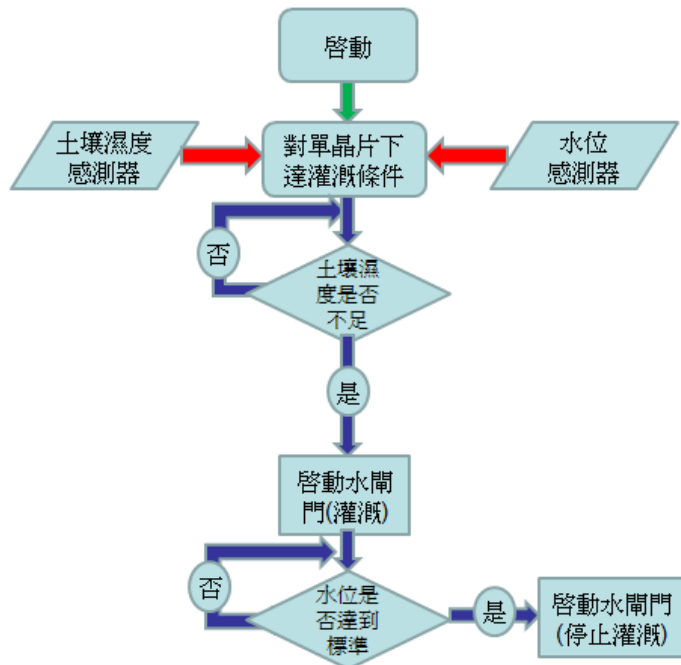


圖 (3-3) 灌溉系統 控制流程圖

1. 選擇農作物之灌溉系統模式。
2. 讀取土壤濕度感測電路訊號，判定是否達到灌溉標準。
3. 達到灌溉標準後，啟動蓄水閘門之蓄水動作與灌溉閘門之灌水動作。
4. 讀取水位感測電路訊號，判定是否達到灌溉完成標準。
5. 達到灌溉完成標準後，啟動灌溉閘門之擋水動作與蓄水閘門之洩水動作。

3-3. 專題硬體設計

3-3-1. 主控板電路

本系統是運用 AT89S51 來控制，圖 (3-4) 為主控板實體製作照片。

8051 腳位規劃 [參照 圖 (3-5)]：

Port 0.0~0.3 為灌溉系統之模式選擇腳位。

Port 0.4~0.7 為水位感測器之訊號接腳。

Port 1 為水閘門機構之步進馬達控制接腳。

Port 2 為土壤溼度感測器之訊號接腳。

Port 3.6 為控制 ADC0804 IC 之 A/D 轉換控制腳位。

Port 3.7 為控制 ADC0804 IC 之數位訊號傳送判定接腳。

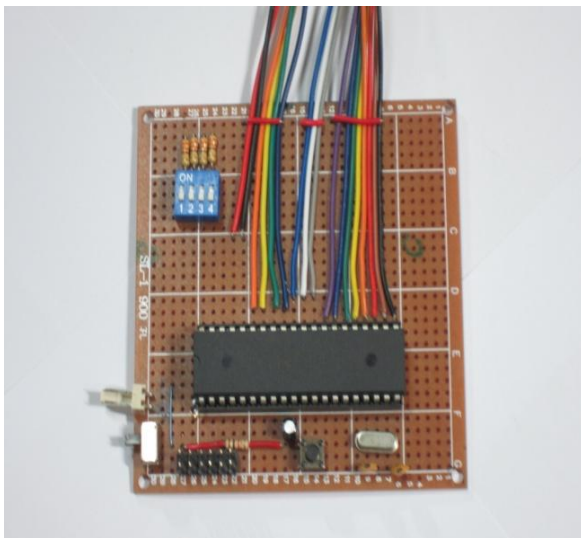


圖 (3-4) 主控板實體圖

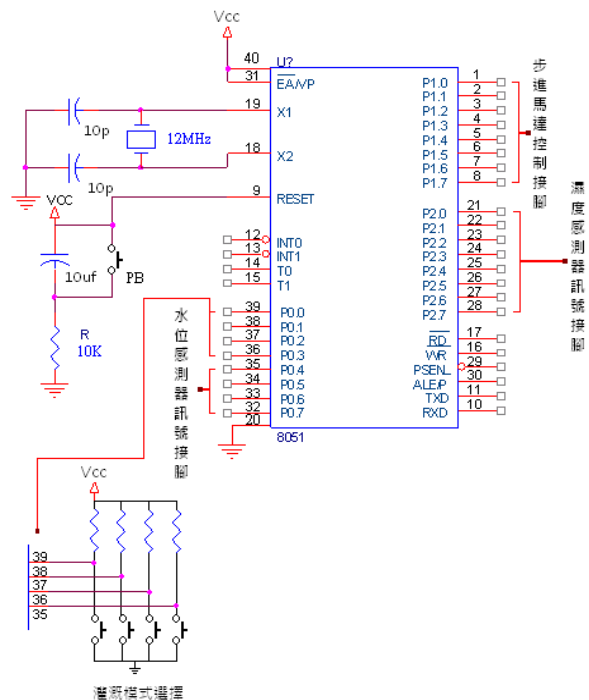
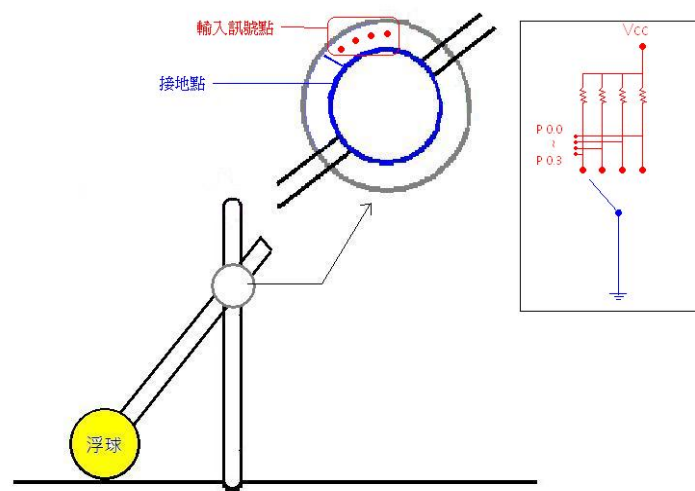


圖 (3-5) 主控板電路

3-3-2. 水位感測器

本專題之水位感測器設計，如圖（3-6），底軸為感測器之電路，內軸外緣裝上針狀金屬接地點且內軸連接浮球桿，底軸外緣裝有觸發訊號點，浮球浮動時會轉動內軸，使接地點順時針轉動依序觸碰訊號點，將導通後之接地訊號傳給單晶片做為水位高低的判定。



圖（3-6）水位感測器設計圖

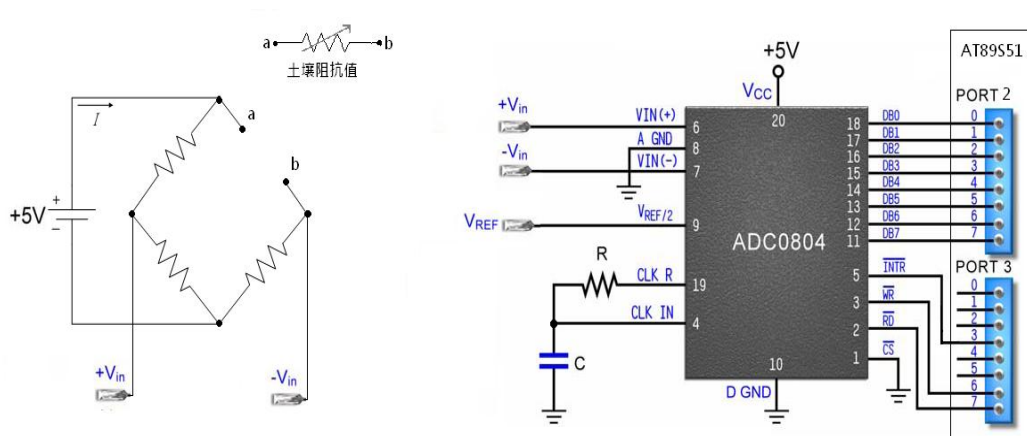
圖（3-7）為本專題設計製作之水位感測器實體照片。



圖（3-7）水位感測

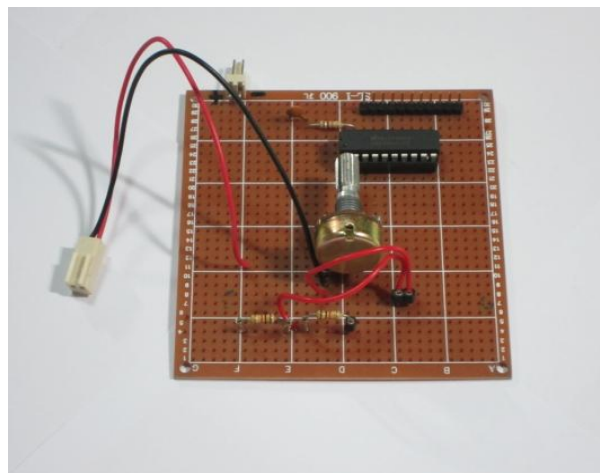
3-3-3. 土壤濕度感測器

本專題之土壤溼度感測器設計，如圖（3-8），利用惠斯頓電路 a b 兩端吸著水分子離子化，使土壤 a b 兩端點做為電阻值，當土壤溼度飽和時電橋平衡，當土壤乾燥時水分子離子化現象減少、電阻上升， $+V_{in}/-V_{in}$ 兩端產生電壓差，由 ADC0804 IC 讀取類比訊號後轉換為數位訊號傳送給單晶片做為土壤乾濕度的判定。



圖（3-8）土壤濕度感測電

圖（3-9）為本專題設計製作之土壤溼度感測器實體照片。



圖（3-9）土壤濕度感測器

3-3-4. 馬達驅動電路

圖 (3-10) 為步進馬達之驅動電路圖。

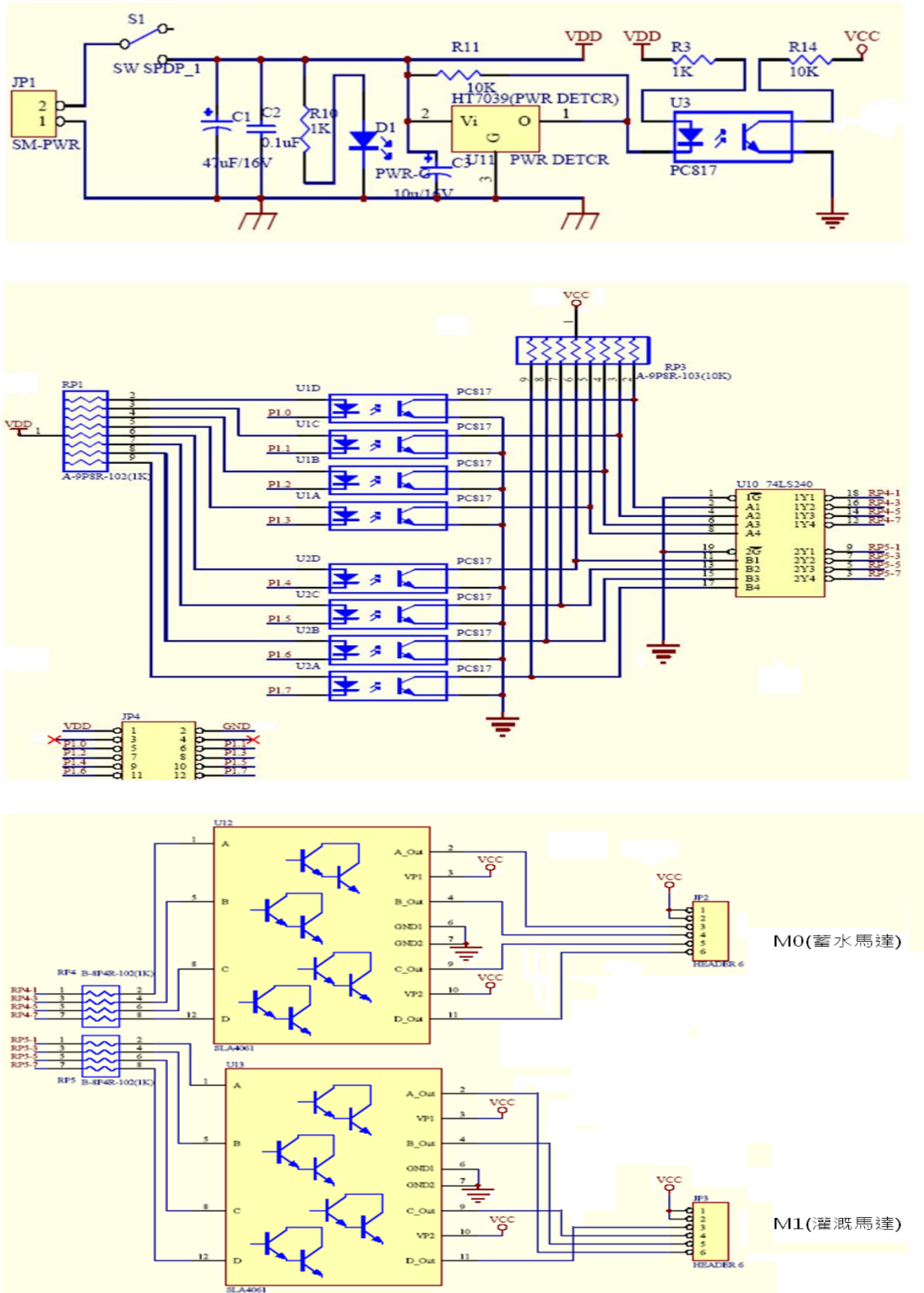
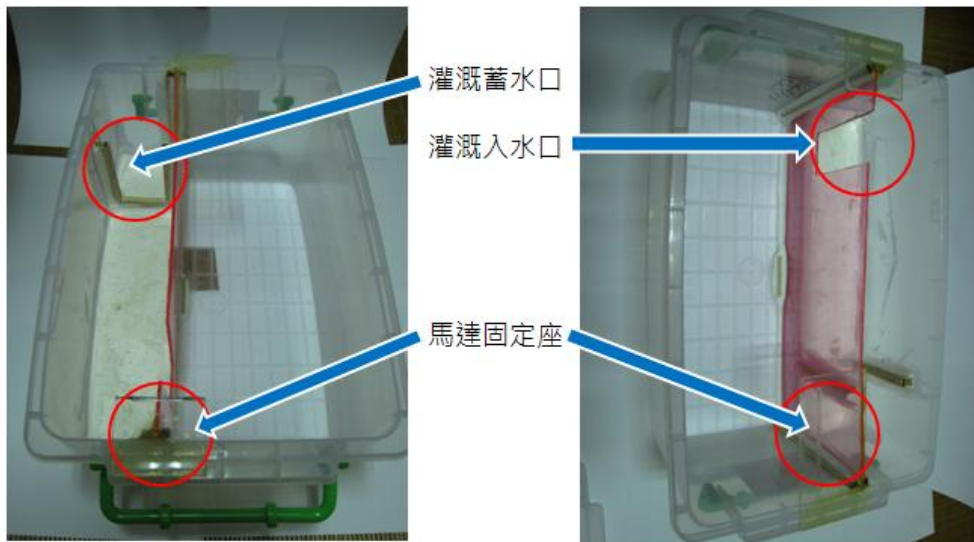


圖 (3-10) 步進馬達驅動電

3-3-5. 田地灌溉模型

經過田地探查後，我們以透明收納箱作為田地灌溉模型，如圖（3-11），將箱子分隔出田地與灌溉溝渠。



圖（3-11）田地灌溉模型

多數農田種植農作物是以田耕地與灌溉田溝交錯來規劃，本專題製作將田耕地獨立模型，如圖（3-12），方便專題測試與操作。

圖（3-13）為水閘門機構實體照片，將步進馬達轉軸固定一壓克力板，使水閘門機構以扇式來開合入水口。



圖（3-12）田耕地模

圖（3-13）水閘門機構

3-4. 系統控制程式

```
ORG 00h
MOV SP,#70H
JMP Xall
```

;-----灌溉模式選擇-----

Xall:

```
JNB P0.0,X0;    <--開關被按下跳至 X1

JNB P0.1,X1;    <--開關被按下跳至 X2

JNB P0.2,X2;    <--開關被按下跳至 X3

JNB P0.3,X3;    <--開關被按下跳至 X4

AJMP Xall
```

;-----灌溉模式 0-----

X0:

```
CLR  P3.6;      <--ADCWR
SETB P3.6;      <--ADCWR
ACALL DELAY150US
CLR  P3.7;      <--ADCRD
MOV  R0,P2
SETB P3.7;      <--ADCRD
MOV  A,#0BBH;   <---* * *---

ADD A,R0;       <--判斷土壤電阻值是否高過 65k

JC  Y0;         <---* * *---
```

Y0: CLR C

```
CALL MF_MR
```

J0: JNB P0.4,S0; <--判定水位是否達到高度 A

```

AJMP J0
S0: CALL MR_MF
MOV P0,#0FFH
JMP X0

```

;-----灌溉模式 1-----

```

X1:
CLR P3.6; <--ADCWR
SETB P3.6; <--ADCWR
ACALL DELAY150US
CLR P3.7; <--ADCRD
MOV R0,P2
SETB P3.7; <--ADCRD
MOV A,#0B0H; <---* * *---

ADD A,R0; <--判斷土壤電阻值是否高過 80k

JC Y1; <---* * *---
JMP X1
Y1: CLR C
CALL MF_MR

J1: JNB P0.5,S1; <--判定水位是否達到高度 B

AJMP J1
S1: CALL MR_MF
MOV P0,#0FFH
JMP X1

```

;-----灌溉模式 2-----

```

X2:
CLR P3.6; <--ADCWR
SETB P3.6; <--ADCWR
ACALL DELAY150US
CLR P3.7; <--ADCRD
MOV R0,P2
SETB P3.7; <--ADCRD
MOV A,#0ACH; <---* * *---

```

```

    ADD A,R0;          <--判斷土壤電阻值是否高過 90k

    JC Y2;             <---* * *---
    JMP X2
Y2: CLR C
    CALL MF_MR

J2: JNB P0.6,S2;      <--判定水位是否達到高度 C

    AJMP J2
S2: CALL MR_MF
    MOV P0,#0FFH
    JMP X2

;-----灌漑模式 3-----

X3:
    CLR  P3.6;         <--ADCWR
    SETB P3.6;         <--ADCWR
    ACALL DELAY150US
    CLR  P3.7;         <--ADCRD
    MOV  R0,P2
    SETB P3.7;         <--ADCRD
    MOV  A,#0A9H;      <---* * *---

    ADD A,R0;          <--判斷土壤電阻值是否高過 100k

    JC Y3;             <---* * *---
    JMP X3
Y3: CLR C
    CALL MF_MR

J3: JNB P0.7,S3;      <--判定水位是否達到高度 D

    AJMP J3
S3: CALL MR_MF
    MOV P0,#0FFH
    JMP X3

```

;----- 開始灌溉 -----

MF_MR:

MOV R1,#112; <--執行 112 步 (蓄水閘門 M0)

LOOPF_0:

MOV DPTR,#R0_TABLE; <--M0(蓄水)

MOV A,#0

MOV R2,A

LP1:

MOVC A,@A+DPTR

MOV P1,A

CALL DELAY

XRL A,#06H; <--相序資料是否等於 06H

JZ LOOPF_0; <---相序資料等於 09H 跳回 LOOPF_0(重設指標)

INC R2

MOV A,R2

DJNZ R1,LP1

MOV R1,#13; <--執行 13 步 (灌溉閘門 M1)

LOOPR_0:

MOV DPTR,#R1_TABLE; <--M1(灌水)

MOV A,#0

MOV R2,A

LP2:

MOVC A,@A+DPTR

MOV P1,A

CALL DELAY

XRL A,#60H; <--相序資料是否等於 60H

JZ LOOPR_0; <---相序資料等於 60H 跳回 LOOPR_0(重設指標)

```
INC R2
MOV A,R2
DJNZ R1,LP2
RET
```

;----- 停止灌溉 -----

MR_MF:

```
MOV R1,#112;    <--執行 112 步 (蓄水閘門 M0)
```

LOOPR_1:

```
MOV DPTR,#F0_TABLE; <--M0(放蓄水)
```

```
MOV A,#0
```

```
MOV R2,A
```

LP3:

```
MOVC A,@A+DPTR
```

```
MOV P1,A
```

```
CALL DELAY
```

```
XRL A,#09H;    <--相序資料是否等於 09H
```

```
JZ LOOPR_1;    <---相序資料等於 06H 跳回 LOOPR_1(重設指標)
```

```
INC R2
```

```
MOV A,R2
```

```
DJNZ R1,LP3
```

```
MOV R1,#13;    <--執行 13 步 (灌溉閘門 M1)
```

LOOPF_1:

```
MOV DPTR,#F1_TABLE; <--M1(止灌水)
```

```
MOV A,#0
```

```
MOV R2,A
```

LP4:

```
MOVC A,@A+DPTR
```

```
MOV P1,A
```

```
CALL DELAY
```



```

XRL A,#90H;          <--相序資料是否等於 90H

JZ LOOPF_1;          <---相序資料等於 90H 跳回 LOOPF_1(重設指標)

INC R2
MOV A,R2
DJNZ R1,LP4
RET

;-----
DELAY:
    MOV  R5,#8
MD0:  MOV  R6,#12
MD1:  MOV  R7,#255
    DJNZ R7,$
    DJNZ R6,MD1
    DJNZ R5,MD0
    RET

;-----
DELAY150US:
    MOV  R1,#74
    DJNZ R1,$
    RET

;-----
F0_TABLE::           <--正轉相序資料

    DB 03H,06H,0CH,09H

R0_TABLE::           <--反轉相序資料

    DB 03H,09H,0CH,06H

;-----
F1_TABLE::           <--正轉相序資料

    DB 30H,60H,0C0H,90H

R1_TABLE::           <--反轉相序資料

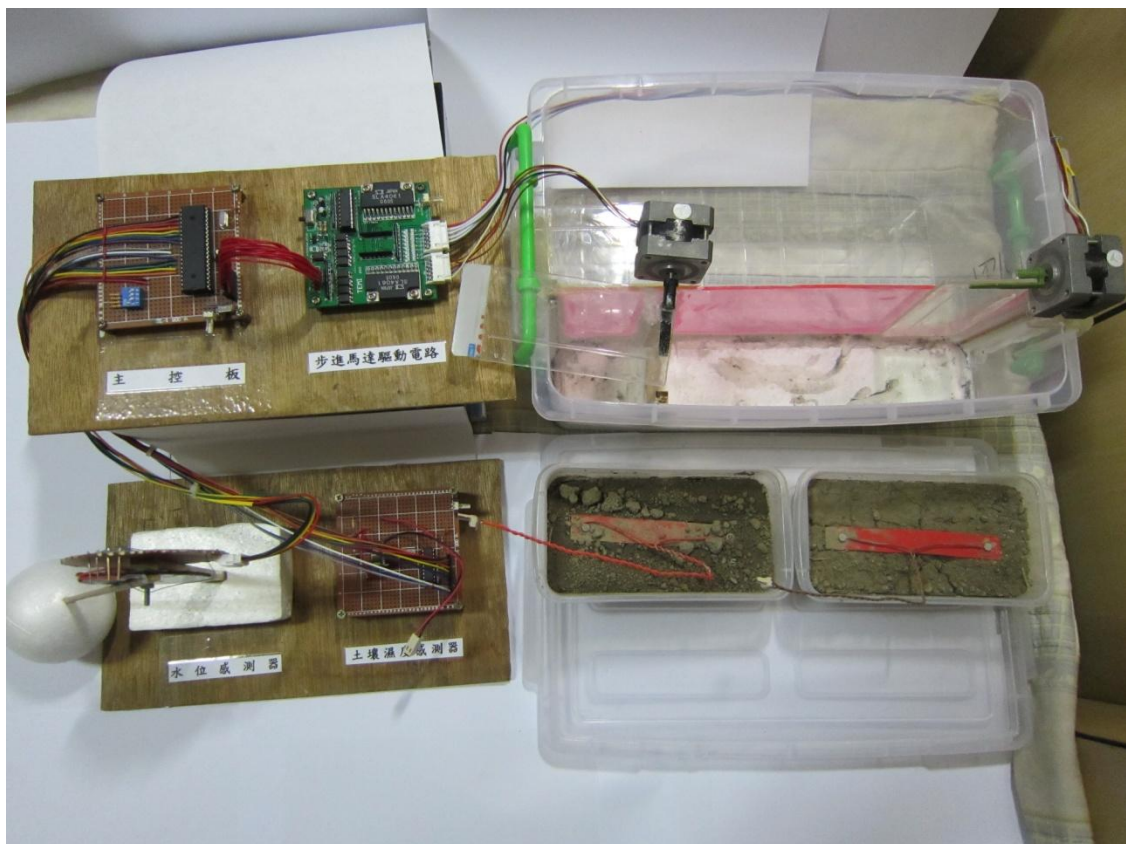
    DB 30H,90H,0C0H,60H
END

```

3-5. 專題成品實驗

模擬測試：

圖(3-14)為本專題之成品照片，灌溉系統為選擇四種灌溉標準，選定模式之後系統開始讀取模擬田耕地之土壤濕度，當土壤濕度降低到系統之灌溉標準之後系統啟動步進馬達進行溝渠水閘門阻水和灌溉水閘門開啟，再以灌水到溝渠區模擬水之流動，同時系統開始判定水位感測器之水位高度，當水位到達標準後，系統將啟動步進馬達進行溝渠水閘門洩水和灌溉水閘門關閉之動作。



圖(3-14) 專題成品照片

第肆章 結論與心得

4-1. 結論

本次實務專題製作，我們藉由單晶片控制週邊 I/O 來模擬到實地灌溉之情況，分析實地可能會遇到的問題，比如水閘門之設計、感測器製作等，感測器設計方面，我們測得單位距離土壤濕度量測之電阻值變化，同時我們也發現土壤之成分與密度對量測電阻值之影響，在經過數次量測後我們發現土壤密度變化只在初次翻土耕作時會有極大變化，後續的灌溉土壤泥沙會有沉積的現象，密度也因此穩定下來，經由訪問調查後我們將耕作的土壤濕度粗分為四個階段，因此本專題用四種土壤乾溼程度作為灌溉模式設定，再來我們參考浮球開關之文獻，製作出四個單位判定之水位感測器，灌溉系統所需要的水位判定不是很高，灌溉速度會受到溝渠水量影響，這點是目前本專題尚未解決的問題，此外無線訊號的傳輸也是我們接下來研究學習的方向。

4-2. 心得

在這次的專題過程中，遇到許多困難，但是卻會學很多東西，藉由請教老師學到平常上課學不到的事情。雖然本專題看似很簡單，但是卻讓我們學到很多實務運用的方法。

參考文獻

- [1]. 林振漢(2004)8051 單晶片實做：使用 C 語言，(1) P2-2。
- [2]. 陳連春(1998)步進馬達原理與活用要訣，(3) P12-13。
- [3]. 張義和、王敏男、許宏昌、余春長(2009)，例說 89S51 C 語言，(11) 11-1
~ 11-8。
- [4]. <http://www.bime.ntu.edu.tw/~dsfon/AgriAutomation/> 自動化論文
/automation0.htm。李廣武，農業生產自動化之研究與發展。
- [5]. <http://www.yjfloat.com.tw/product8.htm>。浮球開關~義覺企業公
司。

作者介紹



作者姓名：廖景祥

學歷：修平科技大學

興趣：影片欣賞、程式撰寫、腳踏車運動。



作者姓名：游詠淳

學歷：修平科技大學

興趣：影片欣賞、球類運動、出遊