

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生活與應用科學科

最佳(鄉土)教材獎

040813

漁塭防寒控制系統

學校名稱：臺中縣私立大明高級中學

作者： 高二 孫嫚含 高二 何宗益 高二 連育德 高二 陳凱維	指導老師： 陳鵬松 張志村
---	---------------------

關鍵詞：漁塭 防寒 溫度感測器

漁塭防寒控制系統

摘要

漁塭防寒控制系統的研究動機與目的，是為了解決漁塭因寒流而造成養殖魚類凍死暴斃的問題，幫助漁民減少寒害損失。為了解決這個問題，我們想到了可以利用上課所學的數位溫度計，改良成溫度感測控制電路，配合加熱器與抽水馬達，將加熱後的熱水輸送至水中來調節水溫，以防止水溫過低而造成養殖魚類凍死。

數位溫度計是以溫度感測器 AD590 感測溫度轉換成電壓，由 ADC0804 類比轉數位 IC 轉換成數位資料，再透過單晶片 8051 的處理後，輸出至七段顯示器，顯示溫度。

漁塭防寒控制系統的溫度感測控制電路，AD590 溫度轉換成電壓改為 $10\text{mV}/\text{K}$ ，減法器減去 0°C 對應之電壓值更改為 2.732V ，再放大 10 倍，修改單晶片 8051 的處理程式，除了顯示溫度外，當溫度低於 $A^\circ\text{C}$ 時，啟動防寒控制系統；當溫度高於 $B^\circ\text{C}$ 時，關閉防寒控制系統。 $A^\circ\text{C}$ 與 $B^\circ\text{C}$ 視養殖魚類的不同，可加以調整設定。

壹、研究動機

每當寒流來襲時，新聞經常報導養殖魚類凍死暴斃，造成養殖漁業損失慘重；為了減少寒害，業者時常在漁塭周圍燃燒稻草以提高漁塭周圍的溫度，使得養殖業者苦不堪言。但是人不是鐵打的，漁民們也不可能二十四小時照顧漁塭，而且燃燒稻草以提高漁塭周圍的溫度的方式，不僅造成嚴重的空氣污染、漁塭水質變差，更導致魚的食用品質下降而危害健康。

為了解決這個問題，我們想到了可以利用上課所學的數位溫度計，改良成溫度感測控制電路，配合加熱器與抽水馬達，將加熱後的熱水輸送至水中來調節水溫，以防止水溫過低而造成養殖魚類凍死。

貳、研究目的

一、解決漁塭因寒流而造成養殖魚類凍死暴斃的問題。

因為養殖魚類無法抵抗強烈寒流的低溫，所以我們想利用漁塭防寒控制系統來替這些養殖魚類製作一個溫暖的家，讓牠們好過冬！

二、幫助漁民減少寒害損失與負擔。

虱目魚生存的環境溫度為 $10^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$ ，只要維持水溫在 11°C 至 12°C 即可免除虱目魚凍死的損失。其他養殖魚類，可以依照養殖的需要去設定調節溫度，以減少寒害損失。

參、研究設備與器材

一、設備

名稱	數量	名稱	數量	名稱	數量
電腦及相關軟體	4	剝線鉗	1	烙鐵	1
電路板雕刻機	1	斜口鉗	1	吸錫器	1
雷射印表機	1	尖嘴鉗	1	溫度計	3
直流電源供應器	3	小電鑽	1	十字起子	1
三用電表	1	IC 夾	1	一字起子	1

二、零件表

名稱	規格	數量	名稱	規格	數量
變壓器/3A	110V/24-0-24V	1	插針座	SIP6	2
穩壓 IC	7912K/3A	1	插針座	SIP4	5
穩壓 IC	7812K/3A	1	插座	110V/10A	4
穩壓 IC	7805K/3A	1	排阻	2.2K Ω 8R9P	2
橋式整流器	110V/3A	2	保險絲座		2
稽納二極體	5.1V	1	保險絲	110V/3A	1
稽納二極體	3.9V	1	保險絲	110V/10A	1
電解電容器	47 μ F/50V	2	抽水馬達	SP-601	2
電解電容器	47 μ F/25V	4	抽水馬達	PH400	1
電解電容器	2200 μ F/50V	2	杜邦端子	2.5mm	40
電解電容器	10 μ F/25V	1	二極體	1N4148	5
電源線	110V/15A	2	二極體	1N4002	4
電晶體	2SC1384	11	七段顯示器	7SEG \times 4_CA	1
電晶體	4355	4	VR	5K	1
電晶體	3569	4	VR	10K	1
陶瓷電容器	30pF	2	SVR	20K	1
陶瓷電容器	150pF	1	SVR	10K	1
電阻	820 Ω	7	RELAY	12V	4
電阻	330 Ω	3	LED	紅黃綠各 2 藍 1	7
電阻	2K	1	IC 及座	ULN2803A	2
電阻	220 Ω	11	IC 及座	ADC0804	1
電阻	2.2K Ω	16	IC 及座	89C51	1
電阻	10K	7	IC 及座	74LS47	2
電阻	100K	2	IC 及座	74LS245	1
溫度感測器	AD590	1	IC 及座	74LS139	2
搖頭開關	110V/3A	3	IC 及座	741	2
插針座	SIP7	1	CRYSTAL	12MHz	1

肆、研究過程或方法

一、瞭解熱水在冷水中對流的情形

利用模型模擬在漁塭裡出水點排列不同，對於漁塭整體溫度上升造成的影響。
實驗器材：透明整理箱、輸水管、廣告顏料、寶特瓶、溫度計、眼藥水的空瓶子、水桶、
電氣膠帶。

模型大小：長 45cm、寬 25cm、高 20cm，模型內水位高度 10cm。

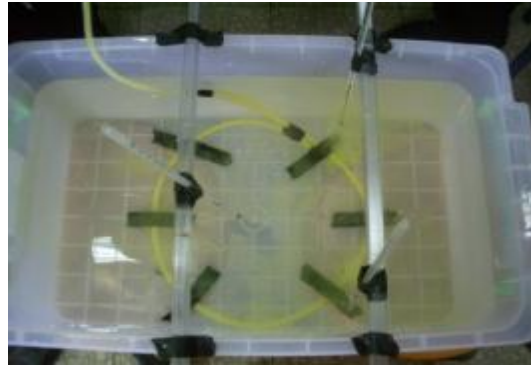
實驗溫度：模型內之水溫 15~18°C，注入水之溫度 40~45°C。

實驗(一)：

- 1、水加入冰塊，使水溫下降至 15°C 上下。
- 2、利用軟管鑽洞黏成一個圓圈放置水中，把顏料加入熱水倒入寶特瓶中。
- 3、把加入顏料的熱水注入軟管，觀察熱水由軟管流出時的方向，紀錄它擴散的速度。
- 4、這樣的接法使得前端出水量較多、後端的出水量較少，無法達到平均擴散的目標。



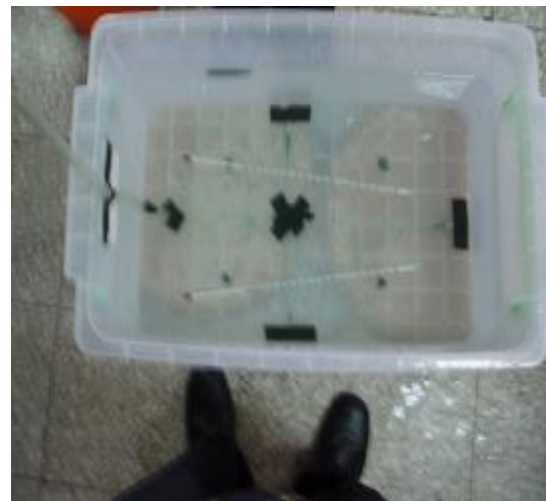
用冰塊把水溫降低！



觀察紀錄熱水擴散的速度

實驗(二)：

- 1、改良出水點，利用四通接頭把水管接成一入三出，如右圖。
- 2、水加入冰塊，使水溫下降至 15°C 上下。
- 3、把加入顏料的熱水注入軟管，觀察熱水由軟管流出時的方向，紀錄它擴散的速度。
- 4、擴散速度快，擴散比較均勻。
- 5、溫差越大對流的情形越明顯（冷水一樣為 15°C，加入 45°C 的熱水擴散速度比加入 40°C 的熱水擴散速度快）。
- 6、三個出水點不易配合長方形的漁塭，無法使整體擴散保持同步且均勻（角落擴散不均勻）。



第二個模型完成囉！

實驗(二)的流程圖 (由左至右)



擴散 1

擴散 2

擴散 3

擴散完成

實驗(三)：

- 1、改良出水點，把眼藥水的瓶子製成五通，在旁邊打四個洞接等長水管。期望水阻變成一樣，出水量會平均分配，以達到效果。
- 2、水加入冰塊，使水溫下降至 15°C 上下。
- 3、把加入顏料的熱水注入軟管，觀察熱水由軟管流出時的方向，紀錄它擴散的速度。
- 3、擴散速度快而且均勻，達到預期的目標。

實驗(三)的流程圖 (由左至右)



初溫 15°C

五通

擴散 1

擴散 2



擴散 3

擴散 4

擴散 5

完全擴散

二、瞭解電湯匙加熱效果

- 1、以 10 公升 25°C 的水，由電湯匙加熱至 45°C 為標準，來模擬加熱效果。
- 2、加熱的同時邊攪拌，使加熱的水溫能均勻擴散，同步增溫。
- 3、約 8 分鐘後加熱至 35°C，最後達到預定的 45°C，總計時間 20 分鐘。



25°C



35°C



45°C

三、使用 Protel98 Schematic 繪製電路圖

- (一)、設定電路圖紙大小。Options-Document Options-Sheet Options-Standard Style-A4 或 B4。
- (二)、載入零件庫。Components in Library-Find-By Library Reference-輸入零件名稱-Find Now-Add To Library List。
- (三)、取用零件。Components in Library 選取零件-Place(或 Components Library Reference-輸入零件名稱-Ok)。
- (四)、編輯零件名稱、外型、數值、序號(或自動排序 Tools-Annotate...)
- (五)、連接線路。
- (六)、IC 未使用之輸入接腳，放置忽略 ERC 測試點 (Place-Directives-No ERC 或 x)。
- (七)、ERC 電氣檢查 Tools-ERC-Ok。
- (八)、產生網路表 Tools-Create Net list-Ok，LED 接腳 A 改為 1、K 改為 2，電晶體 EBC 對應 PCB 外型之 123。

四、使用 Protel98 PCB 設計電路板

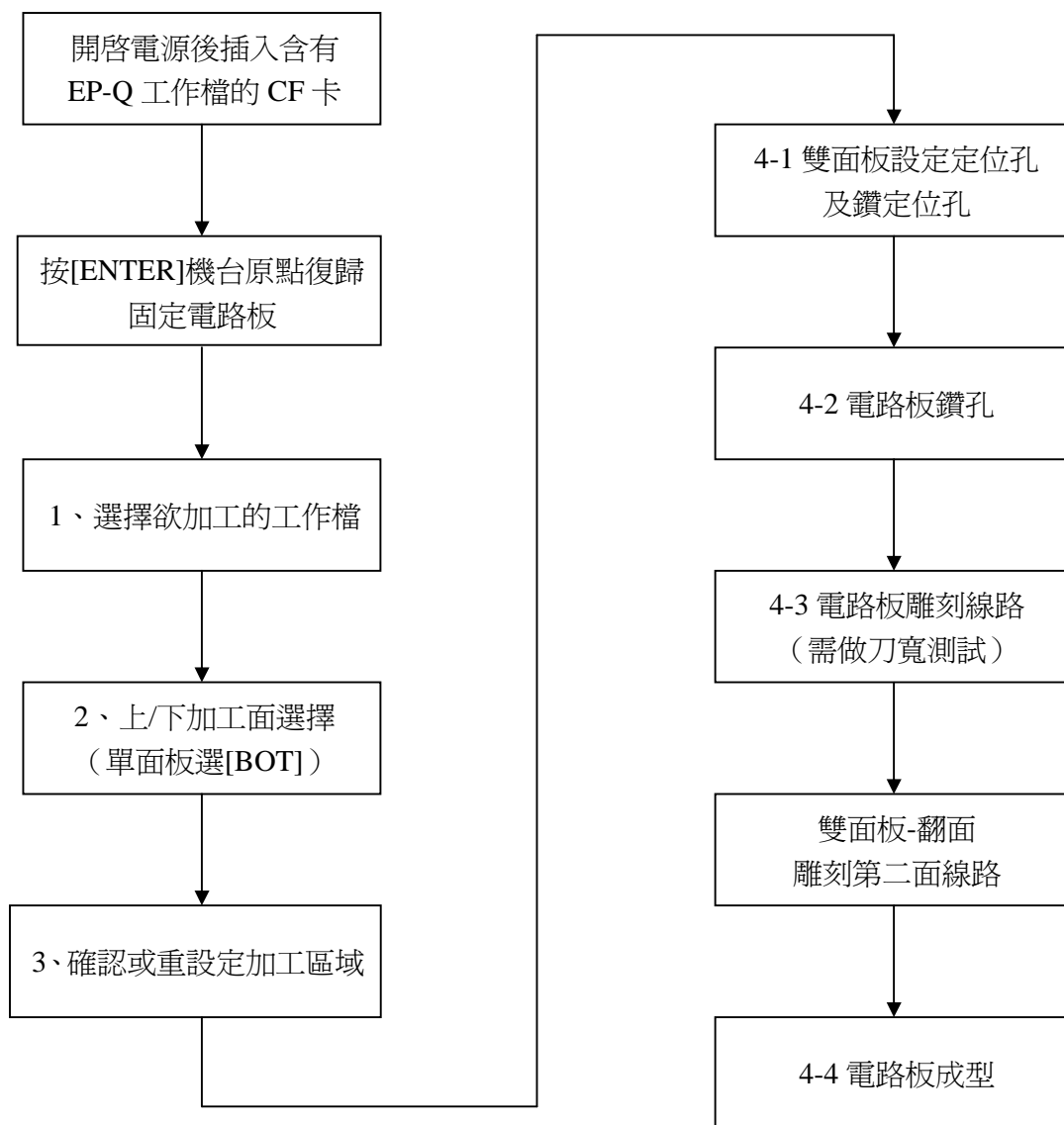
(一) **EP-Q 電路板雕刻機 Lay out 建議**

- 1、線寬/線距儘量設在 12mil 以上。(4mil \doteq 1mm)
- 2、鋪銅會增加路徑計算時間，如果需要鋪銅，鋪銅的線寬儘量放大。
- 3、電路板上的孔徑儘量維持一致，鑽孔時才不需一直更換鑽頭。
- 4、電路板的外形直接畫在線路層上，以方便外形偏移計算處理。
- 5、電路板的外圍放置四個參考焊點，以利下層銅箔對齊。
- 6、輸出 Gerber 檔案時，儘量以英制 mil 為單位。

(二) **進入 PCB 編輯器電路板的設計**

- 1、定義板框。
- 2、載入網路表。
- 3、佈置零件。
- 4、定義設計規則。
- 5、自動佈線設定。
- 6、自動佈線。
- 7、如有未完成或不滿意之部分，則改以手工佈線或修改。
- 8、完成佈線後，就存檔及輸出。
- 9、輸出 Gerber 檔。
- 10、輸出鑽孔檔。

五、使用禾宇 **EP-Q** 電路板雕刻機製作電路板



六、使用 Keil_C μ Vision2 設計 8051 單晶片 C 語言程式

- (一) 啓動 μ Vision2，建立一個專案檔並從元件資料庫中選擇一種 CPU。
Project-NEW Project...-Creat NEW Folder-鍵入新建專案檔的名字-Project-Select Device for Target 為專案選擇一個 CPU。
- (二) 建立一個新的原始檔案，把這個原始檔案添加到項目中。
File-New-輸入原始碼（程式）-File-Save As...檔名*.C-Project Window-Files-滑鼠右鍵-Add Files...。
- (三) 為 80C51 元件添加和配置啓動碼（視需要）。
Project-Targets, Groups, Files...-添加 System Files-例如雙擊 STARTUP.A51-編輯啓動代碼。如果使用元件內部 RAM，那麼啓動代碼的設置必須符合 Options - Target 對話方塊中的設置。

(四) 設置目標硬體的工具選項。

打開 Options for Target 對話方塊-在 Target 標籤的頁中，可以指定目標硬體以及所選元件的內部零件的所有相關參數。當在 Options for Target-Output 中致能 Creat HEX File 後， μ Vision2 每次 Build 處理都會產生 HEX 黨。

(五) Build 專案並產生一個可供 PROM 程式設計的 HEX 檔。

單擊工具欄圖示 Build Target，可以翻譯所有原始檔案並應用。當 Build 應用存在語法錯誤時， μ Vision2 將會在 Output Window – Build 頁顯示錯誤和警告資訊。雙擊資訊行， μ Vision2 在編譯器視窗打開此資訊對應的原始檔案，並定位到對應的位置。

成功地產生應用程式後，產生一個 Intel HEX 黨，下載到 EPROM 燒入器或模擬器中。

伍、研究結果

一、瞭解熱水在冷水中對流的情形

實驗目的是以不同的出水位置，觀察擴散方式的差異；速度、出水量要相等。

實驗(一)環狀系統，每個點的出水量不平均，各個角落所測得的溫度不一樣。

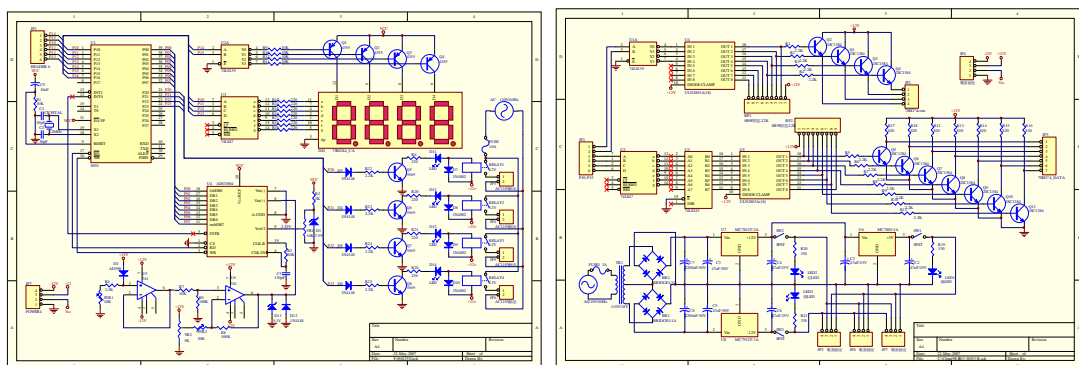
實驗(二)十字出水的方式，因水管長短不一，使得每個水管的阻力不一樣，水溫上升的溫度，水管短出水量比較大周圍溫度比較高，水管長出水量比較小周圍溫度比較低。

實驗(三)製作簡易的五通，材料是以眼藥水的空瓶子，以旁邊為出水點，分成四路，接出的水管等長，不僅達到出水量一樣且擴散度速度快，能在短時間內使溫度均勻擴散，達成預期目標。

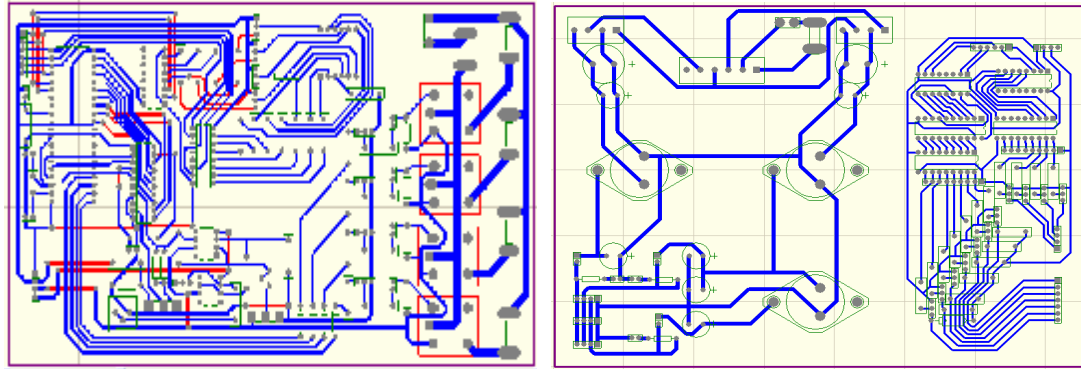
二、瞭解電湯匙加熱效果

一克的水上升一度所需的熱量為一卡，使 10 公升的水，由 25°C 上升至 45°C，所需的熱量 $H = 10000 \times (45 - 25) = 200000$ 卡。所用的時間約為 20 分鐘，所以一分鐘所產生的熱量為 10000 卡，電功率 $P = 4.2 \times 10000 \div 60 = 700W$ ，可作為製作漁塭模型加熱器選擇的依據。

三、使用 Protel98 Schematic 繪製電路圖（控制電路圖、電源與大型 7SEG 解碼電路圖）



四、使用 Protel98 PCB 設計電路板（控制電路板、電源與大型 7SEG 解碼電路板）

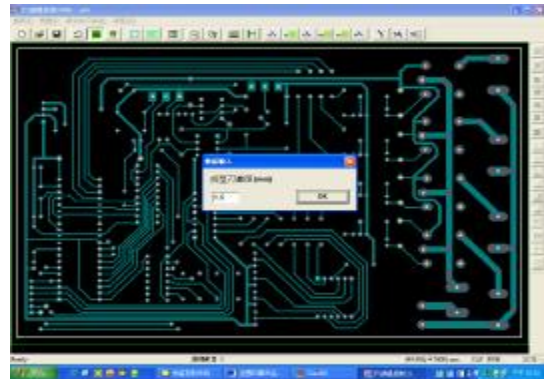


五、使用禾宇 EP-Q 電路板雕刻機製作電路板

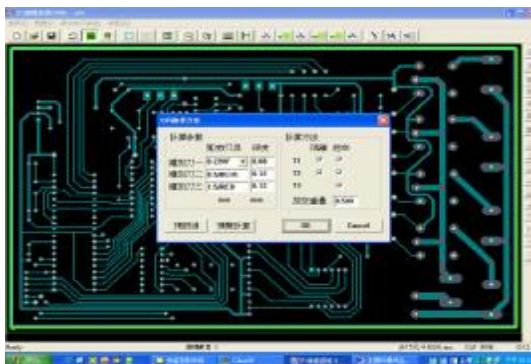
（一）電路轉檔與規劃



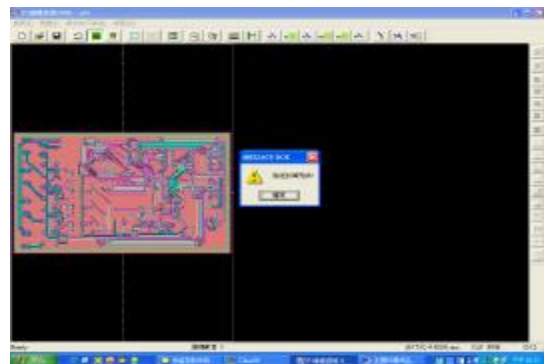
1、載入控制電路板佈線檔



2、控制電路板成型規劃

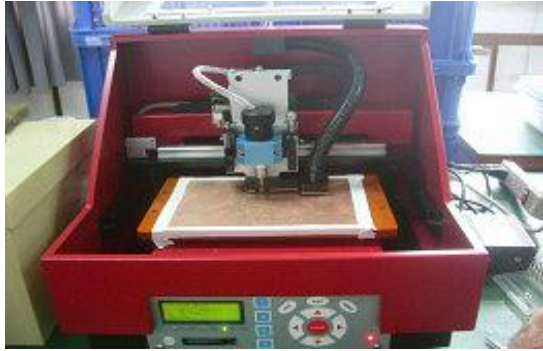


3、控制電路板刀具路徑規劃



4、控制電路板儲存為 epq 檔案

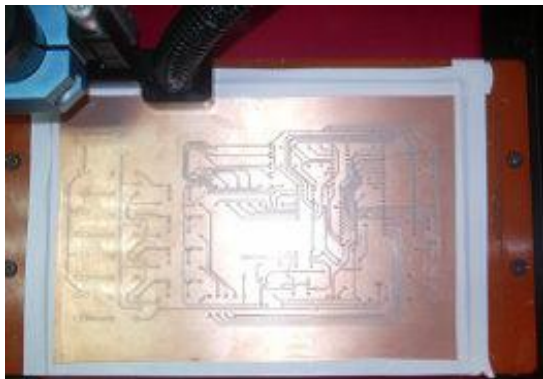
(二) 電路雕刻



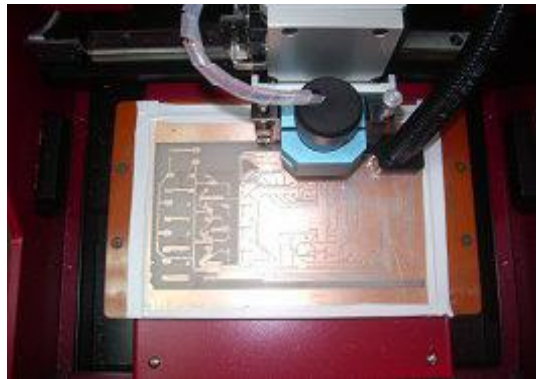
1、固定電路板、設定加工區域



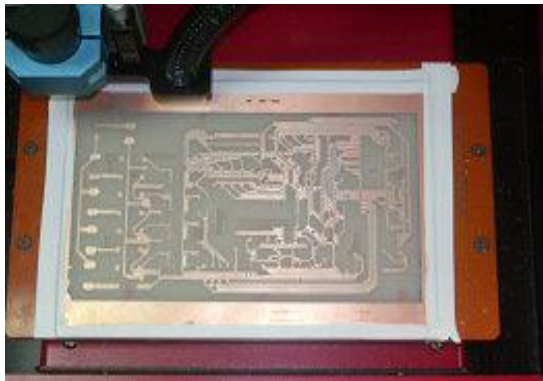
2、鑽孔



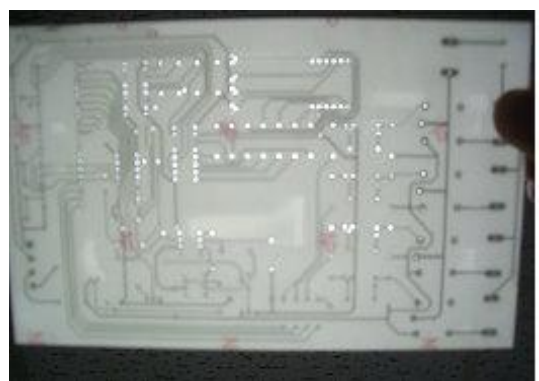
3、刻劃路線



4、去除多餘的銅箔面

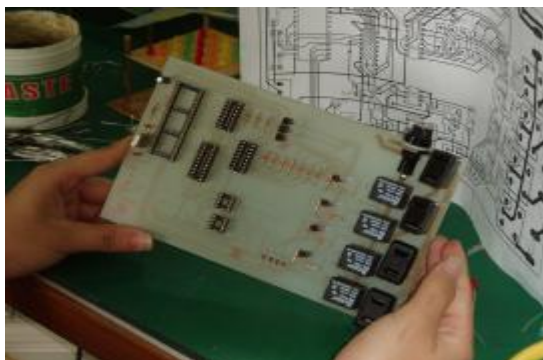


5、切除外框

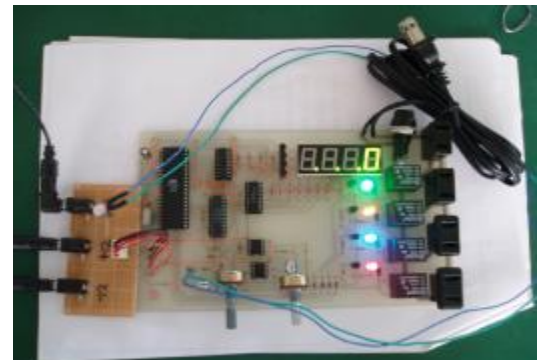


6、控制電路板完成

(三) 焊接零件與測試



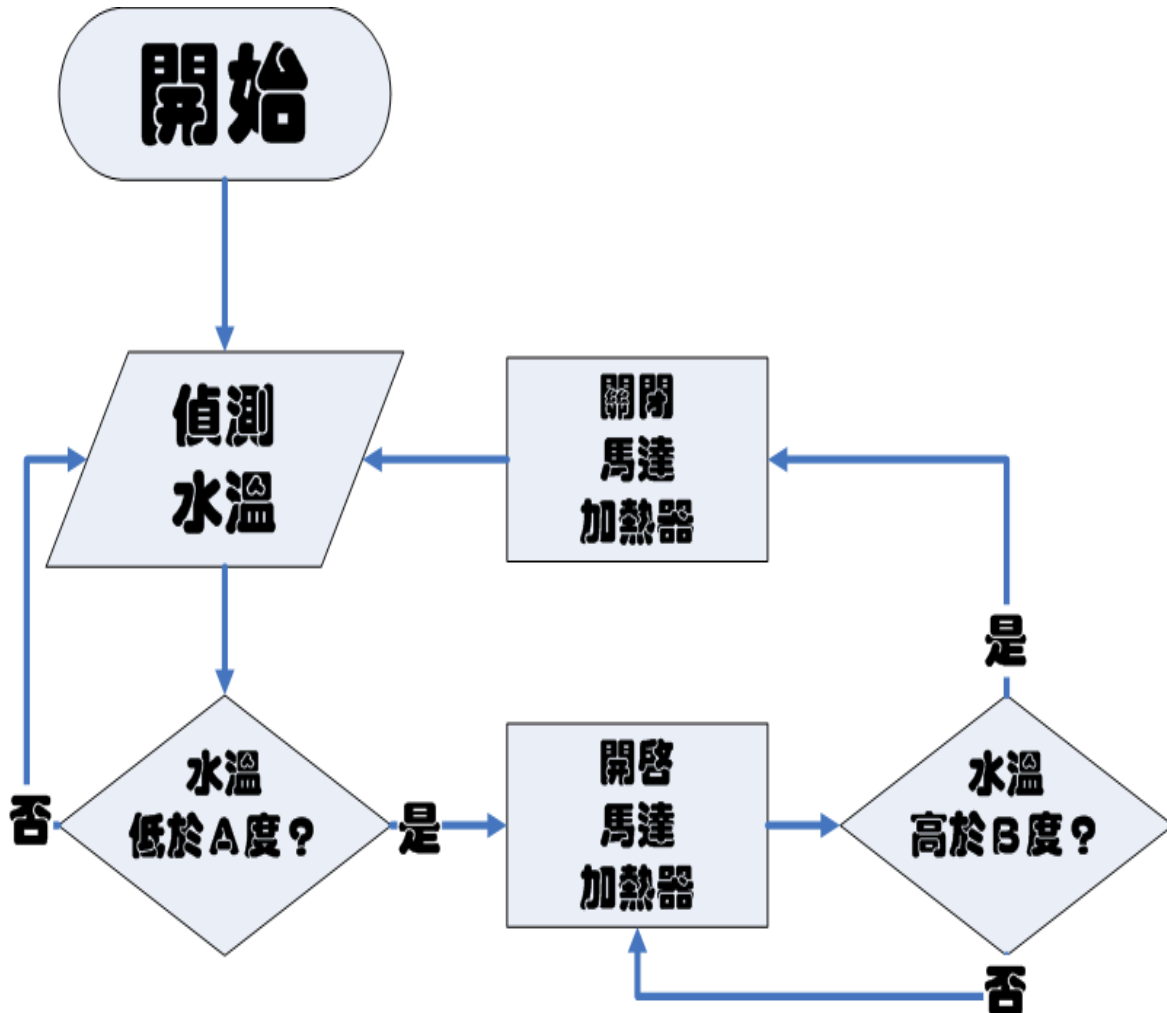
1、控制電路板焊接零件



2、控制電路板測試調整

六、使用 Keil_C μ Vision2 設計 8051 單晶片 C 語言程式

(一) 溫度感測控制電路系統流程圖



(二) 溫度感測控制電路工作原理 (溫度以 26.8°C 為例說明)

- 1、溫度感測器 AD590 串聯 SVR1 ($10\text{K}\Omega$) 與 $2.2\text{K}\Omega$ ，調整 SVR1 使電阻兩端電壓變化為 $1\mu\text{A}/^{\circ}\text{K}\times 10\text{K}\Omega = 10\text{mV}/^{\circ}\text{K}$ ，因此 26.8°C 時電阻兩端之電壓 $V = (273.2 + 26.8) \times 10\text{m} = 3.00\text{V}$ 。(測量電壓隨耦器下 $\mu\text{A}741_6$)
- 2、調整 VR1 使 ADC0804 類比轉數位 IC，第 9 支腳 $V_{\text{ref}/2} = 2.55\text{V}$ ，使輸入滿刻度電壓 5.1V 時，對應輸出數位資料 255。(對應關係為 50 倍)
- 3、調整 VR2 使減法器減去 0°C 對應之電壓值 2.732V 。
- 4、調整 SVR2 ($20\text{K}\Omega$) 使減法器將 26.8°C 對應之電壓 3.00V ，減去 0°C 對應之電壓值 2.732V ，再放大 10 倍，即 $(3.00 - 2.732) \times 10 = 2.68\text{V}$ 。
- 5、ADC0804 輸入 2.68V 將輸出 134，再由程式將 $134 \times 2 = 268$ 輸出至七段顯示器，顯示 26.8°C 。
- 6、溫度感測控制電路系統模擬，配合室溫採 $A^{\circ}\text{C} = 26^{\circ}\text{C}$ 、 $B^{\circ}\text{C} = 28^{\circ}\text{C}$ ，以利操作與觀察。實際應用時，配合真正需求設定 $A^{\circ}\text{C}$ 與 $B^{\circ}\text{C}$ 之溫度。

(三) 溫度感測控制電路 C 語言程式

```
#include "reg51.h"
unsigned char xdata ADC_0804
int sample=10000;
char number=0;
unsigned char value;
unsigned char buffer[4]={0,0,0,0};
void convert(void);
void display(void);

main()
{
    P2=0x00;
    IE=0x83;
    TMOD=0x01;
    TH0=(65536-10000)/256;
    TL0=(65536-10000)%256;
    TCON=0x01;
    TR0=1;
    P1=0xff;
    ADC_0804=P0;
    while(1);
} /* main */

void EX0_int(void) interrupt 0
{
    while(--sample==0)
    {
        sample=10000;
        value=ADC_0804;
        convert();
    }
    ADC_0804=P0;
} /* EX0_int */

void T0_int(void) interrupt 1
{
    TH0=(65536-5000)/256;
    TL0=(65536-5000)%256;
    display();
} /* T0_int */

void convert(void)
{
    unsigned int temp;
    temp=value*2;
    buffer[0]=temp/1000;
    buffer[1]=(temp%1000)/100;
    buffer[2]=(temp%100)/10;
    buffer[3]=temp%10;
    if(temp<260)
        P2=0x0f;
    if(temp>280)
        P2=0x00;
} /* convert */

void display(void)
{
    char i;
    i=number;
    i<<=4;
    i+=buffer[number];
    P1=i;
    number++;
    if(number==4)
        number=0;
} /* display */
```

陸、討論

一、如何解決養殖業者照顧漁塢的時間問題，燃燒稻草的空氣污染問題、水質污染問題？

答：以溫度感測控制電路，配合加熱器與抽水馬達，進行自動防寒控制，可以解決養殖業者照顧漁塢的時間問題，燃燒稻草的空氣污染問題、水質污染問題。

二、如何製作溫度感測控制電路？

答：利用上課所學的數位溫度計，改良成溫度感測控制電路，配合加熱器與抽水馬達，將加熱後的熱水輸送至水中來調節水溫，以防止水溫過低而造成養殖魚類凍死。

三、如何將數位溫度計，改良成溫度感測控制電路？

答：(一) 在 8051 之 P2 輸出埠，增加抽水馬達與加熱器控制電路。

(二) 提高 ADC0804 的解析度至 0.2°C 。將 AD590 溫度轉換成電壓改為 $10\text{mV}/^{\circ}\text{K}$ ，減法器減去 0°C 對應之電壓值更改為 2.732V ，再放大 10 倍，才由 ADC0804 轉換為數位資料輸出。

(三) 修改單晶片 8051 的處理程式，除了顯示溫度外，當溫度低於 $A^{\circ}\text{C}$ 時，啟動防寒控制系統；當溫度高於 $B^{\circ}\text{C}$ 時，關閉防寒控制系統。

四、如何製作電路板？

答：(一) 採用萬用電路板焊接製作。

優點：已具備製作能力。缺點：耗時又容易錯誤，檢修較困難。

(二) 採用 PCB 電路板列印底片，進行曝光、顯像、蝕刻、鑽孔、焊接製作。

優點：已具備製作能力。缺點：容易造成環境污染。

(三) 使用禾宇 EP-Q 電路板雕刻機製作電路板，再進行焊接製作。

優點：不會造成環境污染。缺點：必須有老師指導，而且只能在學校進行製作。

五、如何繪製電路圖與設計電路板？

答：使用 Protel98 Schematic 繪製電路圖，使用 Protel98 PCB 設計電路板。

六、如何設計 8051 單晶片程式？

答：(一) 使用單晶片組合語言。

缺點：必須有老師指導，受限於開發軟體與設備，只能在學校進行設計。

(二) 使用 Keil_C μ Vision2 設計 8051 單晶片 C 語言程式。

優點：開發軟體可以免費合法取得，類似 VB，學習容易，可利用課餘時間設計。

七、直接加熱與間接加熱的優缺點？

答：(一) 直接加熱可以減少散熱之損失，但加熱設備只能採用電極板加熱器，才可以直接將加熱設備安裝於漁塢內；加熱器週邊溫度將會比較高，也會有漏電問題。

(二) 採取間接加熱循環系統，可以避免局部過熱與燙傷問題，也可以避免電熱器與配電迴路的漏電問題，增加改用瓦斯或燃油加熱的彈性。

八、溫度突然上升是否會導致魚塢裡的魚適應不良？

答：採取間接加熱循環系統，讓魚塢裡的水溫慢慢升高，同時可以把加熱的水溫維持在適當的範圍內，不會有溫度突然上升導致魚適應不良的問題。

九、如何將加熱的水溫維持在一個範圍內？

答：魚塢防寒控制系統運用溫度感測控制電路，當水溫低於 A°C 時，啟動防寒控制系統；當水溫高於 B°C 時，關閉防寒控制系統。A°C 與 B°C 視養殖魚類的不同，可加以調整設定；即可將加熱的水溫維持在一個範圍內。

十、如果要實際運用魚塢防寒控制系統，該如何實現？

答：(一) 採取間接加熱循環系統，加熱設備可以選擇採用電熱器、瓦斯或燃油加熱器。
(二) 把管路埋在魚塢底下，以減少散熱損失。出水口均勻分佈於小魚塢或防寒溝，同時出水口必須高於底部，以免泥沙沉澱覆蓋堵塞住出水口。
(三) 接到每一個出水口的水管必須等長，水管的直徑與轉彎數均相同，才能達到出水量一樣，使水溫均勻擴散，達成預期目標。
(四) 將 110V 繼電器線圈接至控制電路的 110V 插座，運用繼電器控制大馬力抽水馬達。

十一、如何估算小型魚塢或是大型魚塢的防寒溝進行魚塢防寒控制需要多少熱能？

答：寒流來襲時，會造成寒害的低溫通常發生在凌晨，持續 1 至 2 小時，以溫度感測控制電路進行魚塢防寒自動控制所需熱能不至於太多。

小型魚塢或是大型魚塢的防寒溝容積以 400m^3 (長 50m×寬 4m×深 2m) 為例：溫差 1°C 維持 1 小時所需熱能為 400×10^6 卡 = 1680×10^6 焦爾 = 467 仟瓦/小時 = 467 度電。

十二、加熱池是否須加裝溫度監控和高溫斷電安全開關？

答：加熱池是採取水循環系統，另外加熱設備不論選擇採用電熱器、瓦斯或燃油加熱器，加熱設備本身都有溫度監控和高溫斷路安全開關。因此，加熱池不須額外加裝溫度監控和高溫斷電安全開關。

柒、結論

- 一、以溫度感測控制電路，配合加熱器與抽水馬達，進行自動防寒控制，可以解決養殖業者照顧魚塢的時間問題，燃燒稻草的空氣污染問題、水質污染問題。
- 二、直接加熱可以減少散熱之損失，但加熱設備只能採用電極板加熱器，才可以直接將加熱設備安裝於魚塢內；加熱器週邊溫度將會比較高，也會有漏電問題。
- 三、採取間接加熱循環系統，讓魚塢裡的水溫慢慢升高，同時可以把加熱的水溫維持在適當的範圍內，不會有溫度突然上升導致魚適應不良的問題。不但可以避免局部過熱與燙傷問題，也可以避免電極板加熱器與配電迴路的漏電問題，增加改用瓦斯或燃油加熱的彈性，業者可配合需求選擇採用電熱器、瓦斯或燃油加熱器。
- 四、魚塢防寒控制系統運用溫度感測控制電路，當水溫低於 A°C 時，啟動防寒控制系統；當水溫高於 B°C 時，關閉防寒控制系統。A°C 與 B°C 視養殖魚類的不同，可加以調整設定；即可將加熱的水溫維持在一個範圍內，所需熱能不至於太多，成本效益可達預期。

五、如何實現漁塭防寒控制系統：

- (一) 採取間接加熱循環系統，加熱設備可以選擇採用電熱器、瓦斯或燃油加熱器。
- (二) 把管路埋在漁塭底下，以減少散熱損失。出水口均勻分佈於小漁塭或防寒溝，同時出水口必須高於底部，以免泥沙沉澱覆蓋堵塞住出水口。
- (三) 接到每一個出水口的水管必須等長，水管的直徑與轉彎數均相同，才能達到出水量一樣，使水溫均勻擴散，達成預期目標。
- (四) 將大型漁塭整體加熱，耗費能源太大，不合乎成本，若將漁塭防寒控制系統安置在防寒溝內，只讓防寒溝這個區域的水溫上升，利用魚的求生本能，自然就會游向較溫暖的地方，達到減少寒害的目的。
- (五) 當魚大量聚集時，含氧量便會減少，所以防寒溝內必須裝置一台打水馬達，增加防寒溝的含氧量。
- (六) 只需將 110V 繼電器線圈接至控制電路的 110V 插座，即可運用 110V 繼電器控制 110V/220V 的大馬力抽水馬達或三相電力抽水馬達。

捌、參考資料及其他

一、參考資料

- 1.書名：Protel 98 之 PCB 電腦輔助電路板設計
作者：柯南
出版社：台科大圖書股份有限公司
- 2.書名：例說 Protel 99SE
作者：張義和 陳敵北 詹健良
出版社：新文京開發出版股份有限公司
- 3.書名：8051 單晶片 C 語言設計實務
作者：楊明豐
出版社：碁峰資訊有限公司
- 4.書名：8051 單晶片/C 語言程式設計-使用 Keil Cx51
作者：馬忠梅、籍順心、張凱、馬岩、
出版社：全華科技圖書股份有限公司
- 5.手冊：EPQ 電路板雕刻機
出版社：禾宇精密科技股份有限公司

【評語】 040813 漁塭防寒控制系統

1. 由生活環境的問題發想值得鼓勵。
2. 利用模型模擬溫度感測，加熱及溫控並無可厚非，但應考慮規模放大縮小的比例原則，例如應將水流速度調小，才能與魚塭之實況對比。
3. 應考慮以魚作實驗以驗證某些推論，例如在不必作整個魚塭區整體加熱的情形下設計防寒溝是否可避免寒害。