

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組成果報告表單

題目名稱：透過 arduino 單晶片控制與設計、製作酒精蒸餾器

一、摘要：

防疫期間，酒精購買不易。因而萌生出製造酒精的想法。而此研究是透過設計及製作自製的酒精蒸餾器及利用 arduino 單晶片來進行電路控制與溫度控制。透過由糖(澱粉)加酵母菌發酵出低濃度釀造酒，再透過此自製的酒精蒸餾器而進一步製造出較高濃度的酒精。

二、探究題目與動機

由於新型冠狀病毒肆虐，大量醫療用品缺貨，尤其是口罩和酒精更是搶購一空。貨一上架，立刻秒殺，大排長龍已是日常。網路上已有教人自製口罩布套來延長醫用口罩的使用時限。因此我思考是否可以在家自行製造酒精的方法，讓口罩與酒精這兩個防疫雙寶，守住台灣這片淨土。

三、探究目的與假設

從糖(澱粉)加酵母菌發酵出低濃度釀造酒，再透過設計及製作酒精蒸餾器。進一步蒸餾製造出較高濃度的酒精。過程利用 arduino 微控制器來控制電路與控制加熱溫度，溫度控制在 78°C~85°C 之間。溫度到達 85°C 時開關關掉，停止加熱。當加熱裝置冷卻後，於 75°C 再開啟開關，繼續加熱。來達到蒸餾的效果，進一步製造出較高濃度的酒精。

四、探究方法與驗證步驟

一、糖由酵母菌發酵為酒精

(一)原理(參考資料一、二)

1. 酵母菌(*Saccharomyces cerevisiae*)是屬於真菌的一種，繁殖方式為無性出芽生殖，可以在有氧或無氧的環境生長，無氧的環境下才會進行酒精發酵反應，將葡萄糖或麥芽糖代謝成酒精和二氧化碳。

2. 化學反應式：
$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{無氧}]{\text{酵母菌}} C_2H_5OH + H_2O$$

3. 但是只要酒精超過 15%，酵母菌就會被酒精殺死，它一死，發酵也就停止了，酒精濃度無法上升。因此以蒸餾的方式，提高酒精濃度。

(二)釀酒器材:500g 砂糖、鍋子、爐具、市售酵母菌、罐子

(三)酒精發酵步驟

1. 首先在水裡加入 500g 砂糖，並加熱形成糖水
2. 待冷卻之後把糖水倒入罐子並加入市售的酵母菌，並且把容器密封形成無氧環境。
3. 靜止一個禮拜，發酵形成酒醪(酒精濃度不高)，就可以進一步蒸餾了。



加入砂糖，並加熱形成糖水



冷卻、於糖水內加入酵母菌

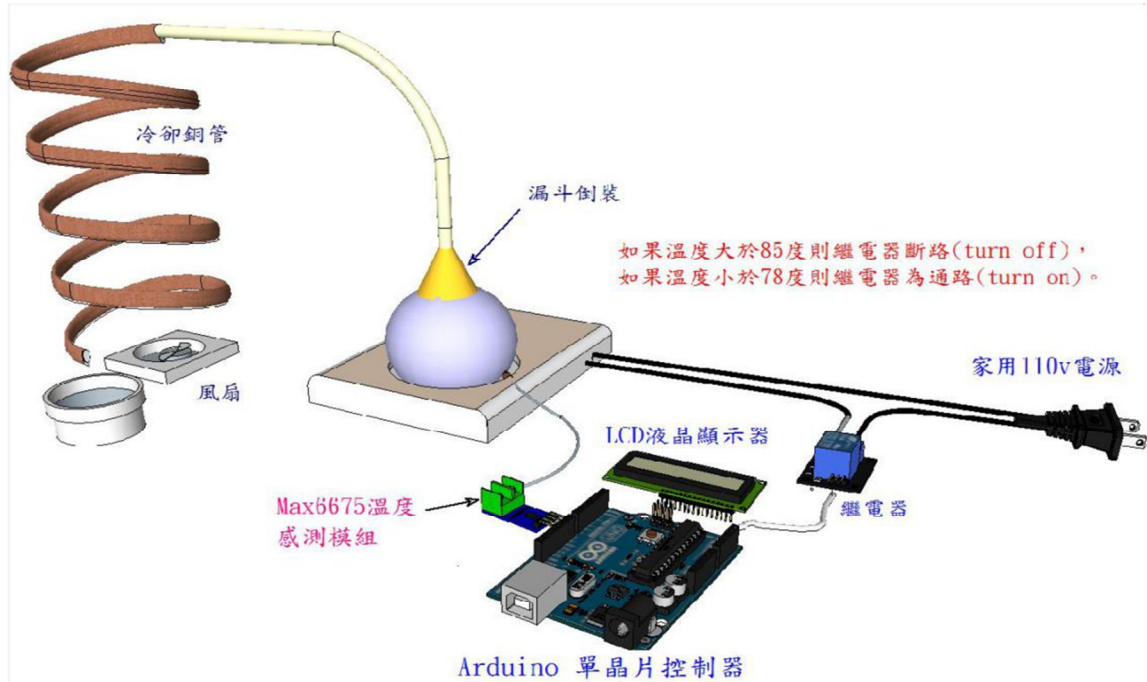


容器密封形成無氧環境，發酵

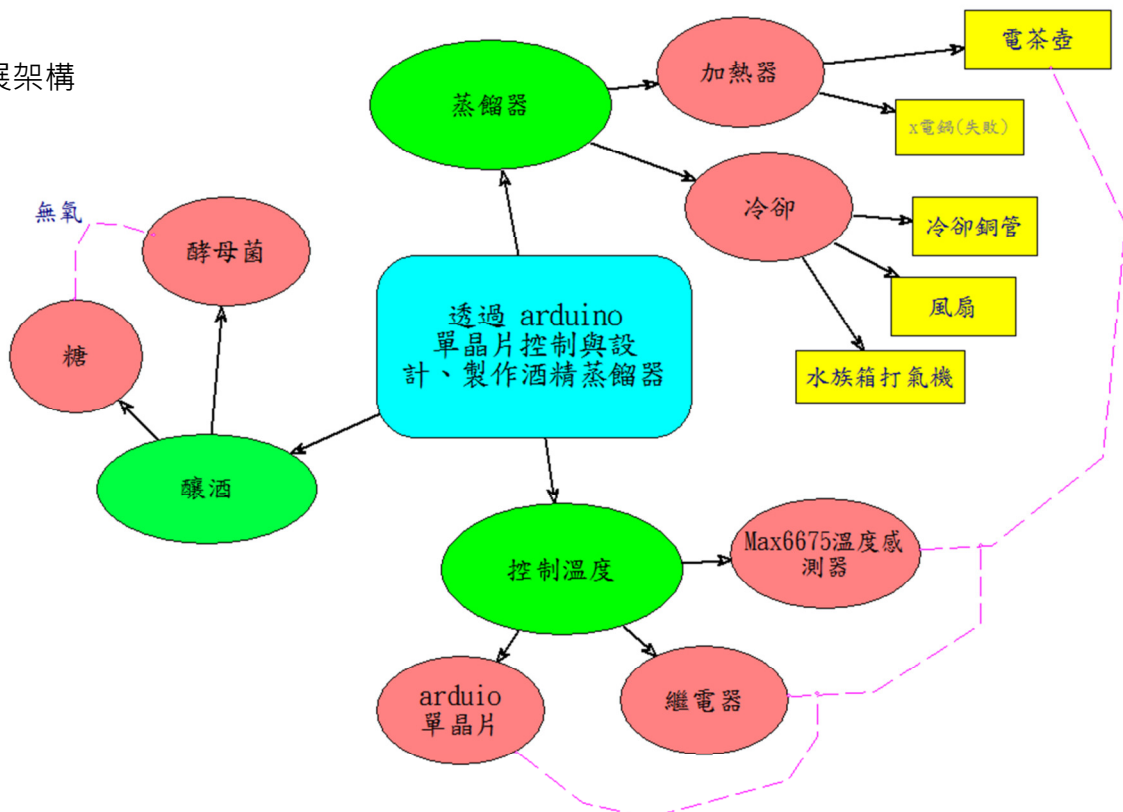
二、設計及製作酒精蒸餾器

(一)設計

1. 酒醪還沒蒸餾前為低濃度的酒,透過加熱裝置加熱到酒精沸點以上(約 78°C),使酒醪變為氣態,但溫度必須控制,使溫度不超過 85°C(溫度愈高,水氣的蒸發量愈多)。再透過冷卻器把氣態酒精變為液態的高濃度酒精。
2. 經文獻探討得知,一般在製作酒精時,需經過不只一次的蒸餾萃取。經過幾次蒸餾後,酒精已達 75%以上,可提供用於製作一般藥用酒精,進行消毒、防疫。
3. 利用 google Isketchup 學生版的免費軟體,畫概念設計圖(參考資料三)



4、發展架構

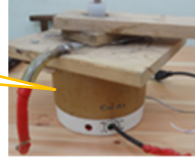


(二)製作

1.加熱器

試圖使用電茶壺為加熱裝置，改良為酒精蒸餾器。本來想利用電鍋為加熱器，可是後來發現電鍋的問題(拆解、密封不良、溫度偵測...)較難克服。因此決定改用電茶壺來作為加熱器。

電鍋為加熱器(失敗)



使用電茶壺為加熱裝置

2. 蒸餾容器

(1)利用茶壺作為蒸餾容器，再利用漏斗倒裝與管子收集氣體。使氣體導至冷卻裝置。

(2)首先把倒立的漏斗黏上茶壺，第一次嘗試利用熱融膠黏封，後來發現加熱過後熱熔膠會融化，因此後來使用了中性矽利康來黏封，可以耐住高溫就沒有融化問題了。最後裝設管子，使管子可以與漏斗和冷卻裝置的銅管吻合。



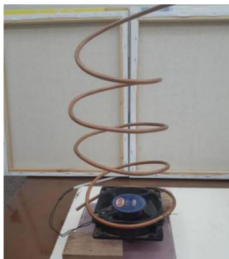
使用矽利康將漏斗與茶壺黏封，並裝設管子

3.冷卻裝置

(1)本來用水冷卻方式，銅管置於水桶中，但發現利用水冷卻水溫燙了，必須等到水降溫過後再換水，因此改為氣冷式。利用小型排風風扇作為冷卻裝置。

(2)將銅線纏繞成螺旋狀，固定於風扇上，可以更方便散熱。

(3)後來發現銅線溫度也是較高，因此包覆鋁箔紙增加散熱面積來降低溫度達到冷凝效果。



銅管纏繞成螺旋狀，固定於風扇上



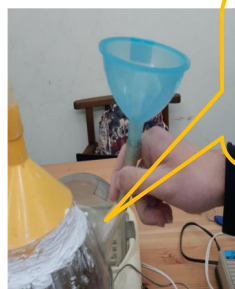
將鋁箔纏繞於銅管



4.打氣裝置

(1)發現蒸氣會停滯壺內並不會大量跑到上方的漏斗管子內，因此利用水族箱的打氣馬達來促使氣流擾動，使蒸氣往銅管流動。

(2)使用茶壺倒水處為酒醪進出口，也為打氣孔。



茶壺倒水處為酒醪進出口，也為打氣孔

打氣馬達來促使蒸氣向上流動

5.硬體結合

(1)將加熱裝置放置於加熱器上，並透過軟管連接冷卻裝置

(2)原理:首先加入酵母菌發酵後的酒，然後開始加熱，並產生酒精蒸氣，蒸氣會沿著管子到冷卻裝置，再透過風扇把酒精蒸氣冷凝為液態酒精。

加熱器和冷卻器結合



三、arduino 單晶片來進行電路控制與溫度控制

(一) 選用研究設備

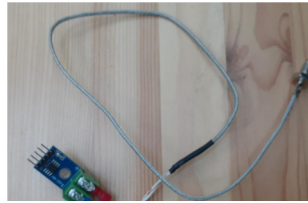
- 1.Arduino uno 微電腦單晶片控制板
- 2.繼電器 5v 來控制開關。
- 3.max6675(K 型熱電偶)來進行溫度感測
- 4.LCD 液晶顯示器來顯示溫度。



Arduino uno



繼電器 5v



max6675(K 型熱電偶)



LCD 液晶顯示器

(二)電路控制:

1. 控制加熱溫度，使溫度介於 78°C ~ 85°C 之間。當溫度大於 85°C 時斷電形成斷路，讓溫度自然下降到 78°C 時，再次通電形成通路加熱，以此類推。

2.利用繼電器 5v 來控制開關，以 arduino 單晶片來控制 110v 電源的開關

3.繼電器接線

(1)首先利用剝線鉗把兩根短電線剝開，分別裝設在 NO 與 COM。(圖一)

(2)把加熱器的電線剪開，並剝開。兩者纏繞。與繼電器形成串聯電路。(圖二)

(3)兩者纏繞後並用電火布纏繞。並把繼電器固定在木板上，以防觸電。(圖三)



圖一



圖二



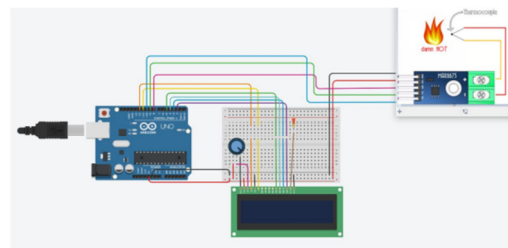
圖三

(三)溫度控制

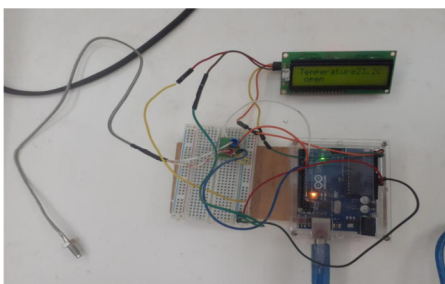
1.利用 max6675(K 型熱電偶)來進行溫度感測，並以 LCD 顯示器來顯示溫度。

2.利用 tinkercad 線上畫電路設計圖(參考資料四)(圖四)

3.實際組裝電路(圖五)



圖四、電路設計圖

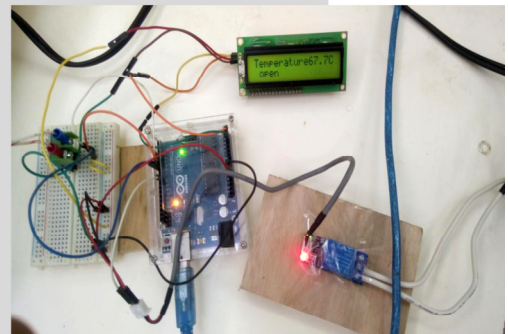


圖五、實際組裝電路

(四)溫度與開關結合

- 1.溫度與開關結合，當加熱器加熱到 85°C開關關掉，停止加熱。當加熱裝置冷卻至 78°C再開啟開關，繼續加熱
- 2.以下是酒精蒸餾器的溫度與開關 arduino 控制程式碼(電腦編譯，傳輸載入 arduino 單晶片):

```
#include "max6675.h"
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // LCD 液晶顯示器 I2C
int soPin = 4; int csPin = 5; int sckPin = 6; //溫度模組接腳
MAX6675 thermocouple(sckPin, csPin, soPin); //so、cs、sck 分別接 arduino 的 4、5、6 腳
float T; //設 T 為溫度感測的溫度變數
void setup() { //啟始設定
  pinMode(8, OUTPUT); //繼電器的開關由 arduino 的第 8 腳控制
  lcd.init(); //把 LCD 初始化
  lcd.backlight(); //把 LCD 的背光燈打開
  delay(3000); //給使用者時間來閱讀顯示器上的內容
}
//-----
void loop() {
  lcd.clear(); //清除 LCD 上的文字
  lcd.setCursor(0,0); //游標位置 0,0
  lcd.print("Temperature"); //於 LCD 的(0,0)印出 Temperature
  T = thermocouple.readCelsius(); //讀溫度 T
  lcd.setCursor(11,0); lcd.print(T); //LCD 的(11,0)印出溫度
  lcd.setCursor(15,0); lcd.print("°C"); //於 LCD 的(15,0)印出°C
  lcd.setCursor(0,1); //游標位置 0,1
  if(T > 85){ lcd.print(" power off"); digitalWrite(8, LOW); }
  //第 8 腳低電位 0v，繼電器斷路
  else if(T < 78){ lcd.print(" power on"); digitalWrite(8, HIGH); }
  //第 8 腳高電位 5v，繼電器通路
  delay(2000); //延遲 2 秒
}
```



圖六、溫度與開關結合圖片

- 3.溫度與開關結合圖片如圖六。

4.軟硬體結合：

(1)溫度感測裝置放置

剛開始利用鋁箔紙包住感測裝置，並塞進水壺與加熱器的空隙，但溫度顯示並沒有很理想，水已經沸騰了，可是溫度顯示 80°C，所以此方式溫度測量的誤差太大如(圖七)。



圖七



圖八、溫度感測頭加鋁箔紙

#改進方式：後來利用較厚的大面積鋁箔紙剪成符合爐具的大小，置入水壺與加熱器之間，並在旁邊留一段，來覆住溫度感測頭，達到有效熱傳導。發現此方式接近水壺的實溫度。(圖八)

(2)軟硬體結合圖片：



(五)、利用酒精比量度計來檢測是否是酒精及檢測其酒精濃度

- 1.第一次蒸餾後發現酒精濃度不到 50%，不過酒精度計有下沉。搥聞具有酒精的氣味、少量淺嚐像米酒(所有材料都是食品級且器材無污染可嚙食)，判斷含酒精成份。
- 2.經第二次蒸餾後酒精濃度達到了 60%，再經第三次蒸餾酒精濃度接近了 75%，可以成為防疫酒精。



第一次蒸餾酒精濃度不到 50% 第二次蒸餾酒精濃度達到 60% 第三次蒸餾酒精濃度接近 75%

五、結論與生活應用

為了 diy 酒精蒸餾器，我們改造了家用的電茶壺，並使用了網購價格普通的 arduino 控制器及相關模組(溫度偵測模組、繼電器模組)來控制蒸餾溫度。我們的冷卻方式是氣冷式(由小型排風扇+銅管組成)。約三次蒸餾後可得到約 75%防疫酒精，可以應用在殺菌消毒，成效確實可行。

參考資料

一、酵母菌 (2013) 。2020 年 12 月 18 日，取自

https://blog.xuite.net/alan_ntu/twblog/150512569

二、酵母菌與碳水化合物反應與研究(台灣網路科教館)。2020 年 12 月 18 日，取自

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=39&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=773&print=1>

三、Sketchup for Schools 畫設計圖

<https://edu.sketchup.com/app/?auth=goog>

四、tinkercad 線上畫電路設計圖

<https://www.tinkercad.com>

五、Max6675(K 型熱電偶)與 LCD 顯示器程式碼參考資料。2020 年 7 月 5 日，取自

https://robojax.com/learn/arduino/?vid=robojax_MAX6675_thermocouple%20_LCD1602