

# 2022 微算機期末專題 - Computer Numerical Control(CNC) Plotter

組員：E14093051 李彥勳、C14096073 林星佑

## 一、系統功能與原理說明

電腦數值控制(CNC)是指通過電腦自動控制機械加工工具如鑽頭、車床、磨床、銑床和 3D 印表機的行為。一台使用 CNC 的機器會根據寫好的程式，將一塊原材料，在無需人類干預的情況下完成製造過程。此專題作為數控加工機的前置步驟，也就是省略末端效應器的行為，以控制其位置本身為目標。我們利用微動開關指示 PIC18F4520 我們所希冀的末端效應器（筆尖）位置，收到訊號後將方向訊號（正逆轉）與脈衝波（速度訊號）傳遞給負責控制 X、Y 軸的步進馬達驅動模組以控制位置。加工部分（控制筆頭升降以繪圖）則由另一顆獨立按鈕指示伺服馬達控制其轉角從而操縱筆尖位置是接觸圖面或離開得以實施。

## 二、系統使用環境及對象

### 1. 基本資料

- i. 系統使用環境：MPLAB 5.20
- ii. 開發語言：Assembly Language
- iii. 編譯器：XC8
- iv. 燒錄器具：PICkit™4
- v. 晶片：PIC18F4520

### 2. 使用對象

謹將此專題成果獻給所有不願意動手親筆書寫文字與作圖的人。希望能為他們的生活帶來多一絲的方便。

## 三、系統架構

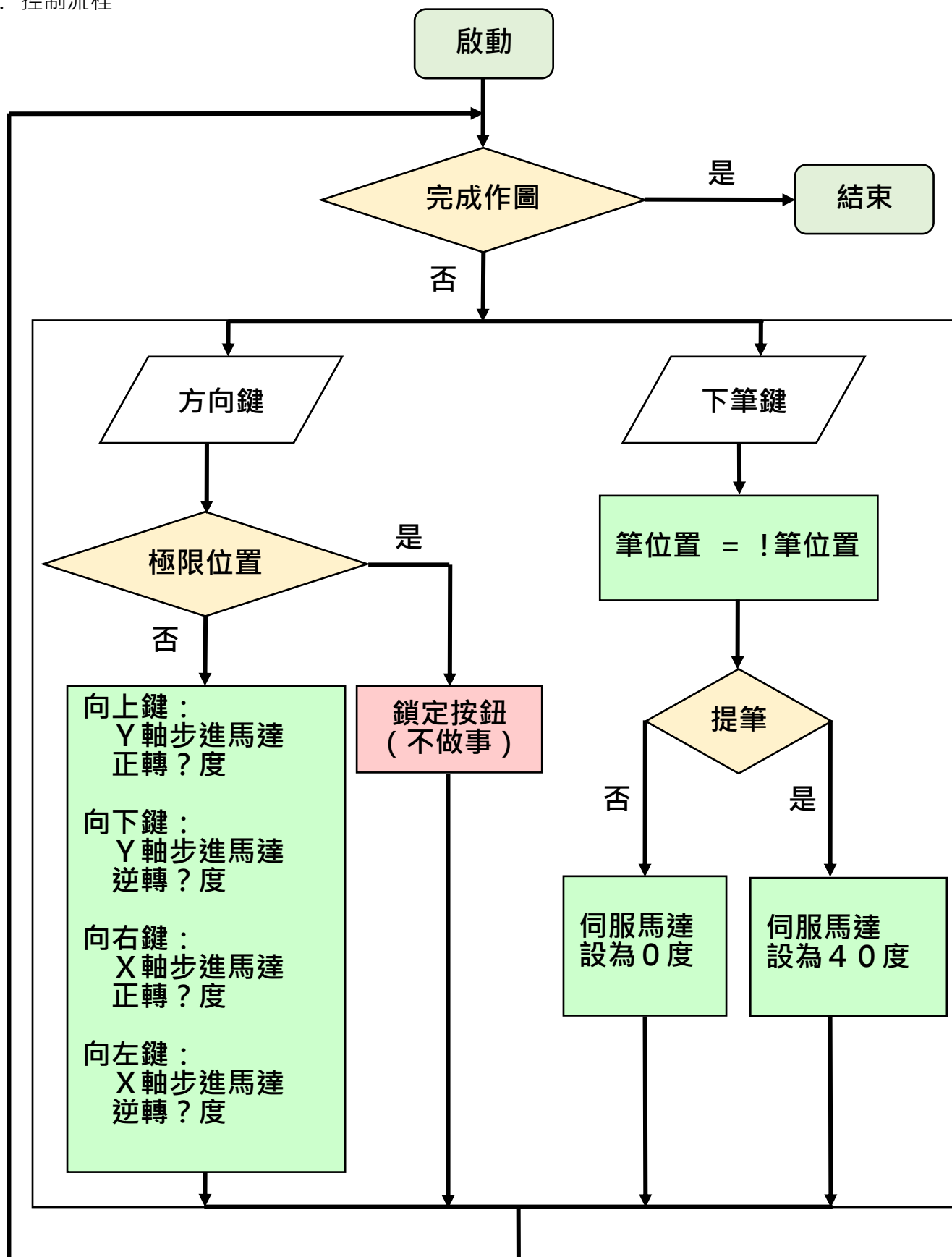
### 1. 參數

輸入電壓	12~35 V
成品體積	45 cm × 50 cm × 15 cm
作圖範圍	20 cm × 30 cm

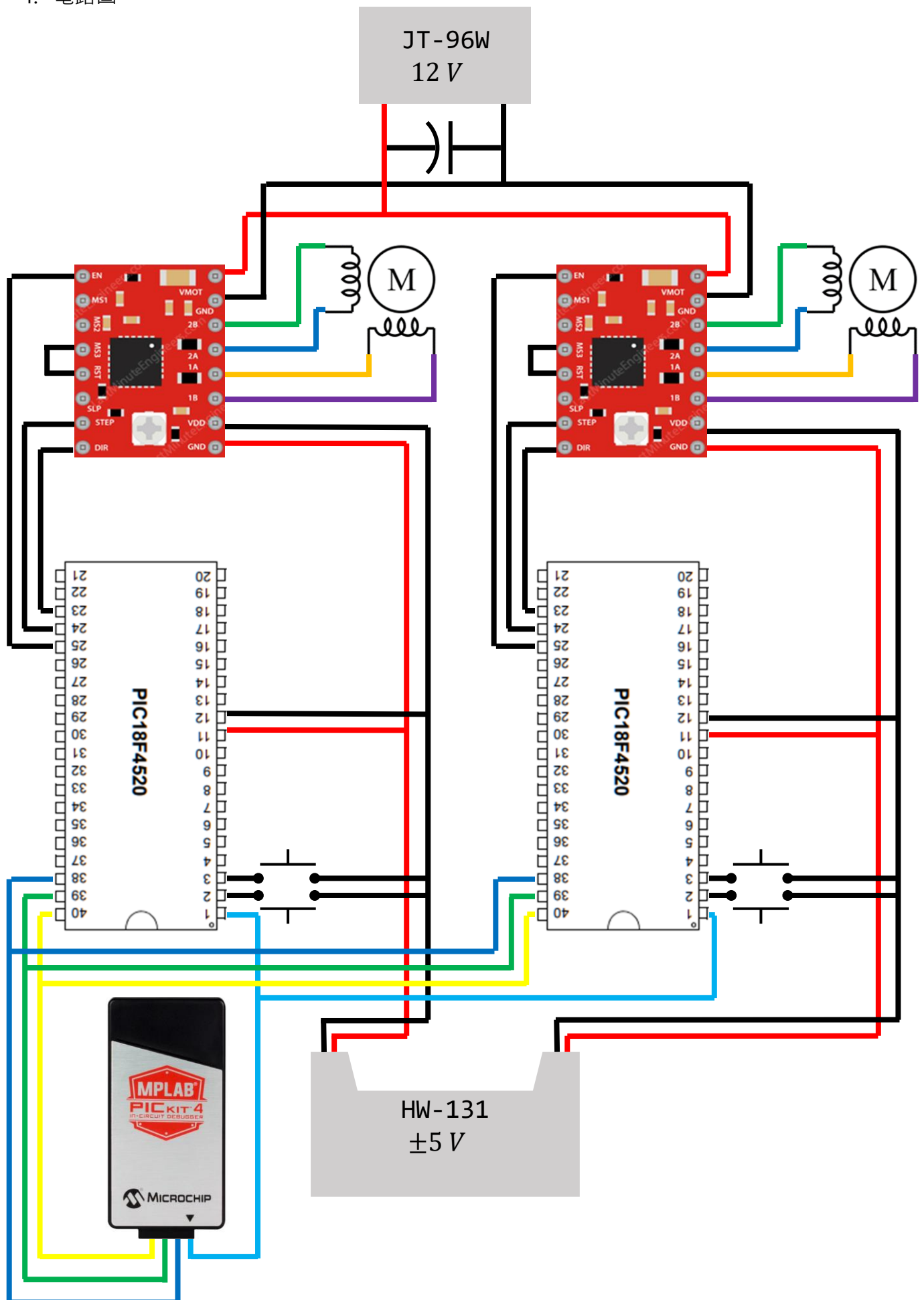
### 2. 單元項目

PWM 使用：	伺服馬達
Timer 使用：	伺服馬達(Timer2)，步進馬達(Timer0)
Interrupt 使用：	按鈕
進階單元項目整理：	A4988 模組、HW-131 電源模組、JT-96W 直流電源供應器

### 3. 控制流程



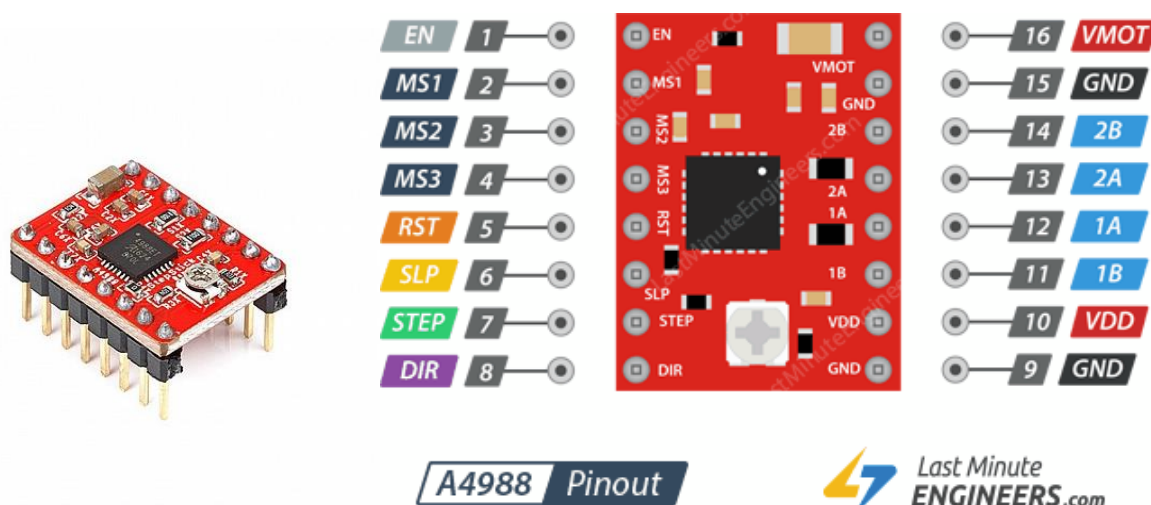
#### 4. 電路圖



## 四、開發程序/周邊接口或 Library 及 API 使用說明

### 1. 開發工具

#### i. A4988 步進電機驅動模組



MS1	MS2	MS3	STEPS
L	L	L	1:1
H	L	L	1:1/2
L	H	L	1:1/4
H	H	L	1:1/8
H	H	H	1:1/16

A4988 是一顆有轉換器、溫度與短路或過載保護的步進馬達驅動器，最高微步距可以劃分達1/16，同時外部電壓最大可達35 V，電流約±2 A。

其中步距只要使用跳線帽即可簡單控制。為維持操縱精度我們使用的是1/16模式。

A4988 的優點是在操縱時只要輸入正逆轉方向、輸出的步距就可以達到需求，不需要在控制器上面做複雜的相位控制，可以大大的減少應用上的困難。同時它上面有一顆可變電阻，可以用於調整最大輸出電流，不論大小皆能控制的泛用性使 A4988 成為最廣為人知的驅動模組。

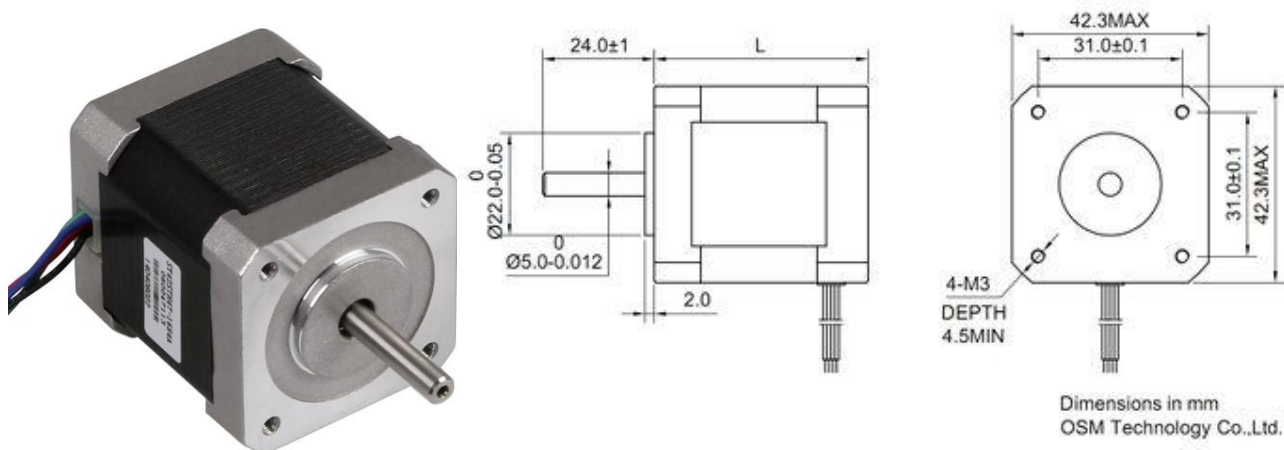
#### ii. HW-131 電源供應模組

此模組可將電腦輸出電壓轉為5 V且穩定。因此在專題中用作 A4988 的邏輯電壓源。

且我們在機構設計上有兩顆步進馬達因此需要兩顆 A4988。此模組的設計恰好橫跨麵包板兩端，大幅降低接線難度。



### iii. NEMA 17 42BYGH 兩相四線步進電機



步進電機由脈衝訊號控制，搭配其內部多重繞阻結構可以維持高精準、穩定轉速；且在通電後即有抵抗轉矩，即擁有不輕易滑移這項其他電機無法做到的多項優點。

NEMA 17 是雙極型，其步距角為 $1.8^\circ$ ，也就是說，它可以將每一轉分為 200 步。其內部的每個繞阻在 $1.2\text{ V}$ 的張力下均支持 $4\text{ A}$ 的強度。利用該繞阻，即可讓其產生 $3.2\text{ kg/cm}$  相當大的扭力。

NEMA 是美國電子製造標準所定義的尺寸規格，所代表的是俯視時電機的占地面積。數字17所代表的即是電機框架為 $17 \times 17\text{ in.}$  (約 $42 \times 42\text{ mm}$ )。尺寸並不直接代表所產生的力矩，因此不是 NEMA 17 就一定比 NEMA14 來的有力。我們選擇 NEMA 17 的原因僅是取得容易。

## 2. 零件表

### i. 機電系統

PIC18F4520 .....	3 個
A4988 步進電機驅動模組 .....	2 個
微動開關 .....	5 個
杜邦線 .....	適量

### ii. 結構組件

M6 轉 M8 聯軸器 .....	2 個
光軸滑台導軌 .....	2 組
單牙梯形絲桿、法蘭 .....	2 組
三分松木合板 .....	適量
5 mm 密集板 .....	適量
角鐵 .....	適量
筆 .....	1 隻

iii. 動力系統

NEMA 17 42BYGH 步進電機	2 台
MG 90 S 伺服電機	1 台

iv. 電力供應

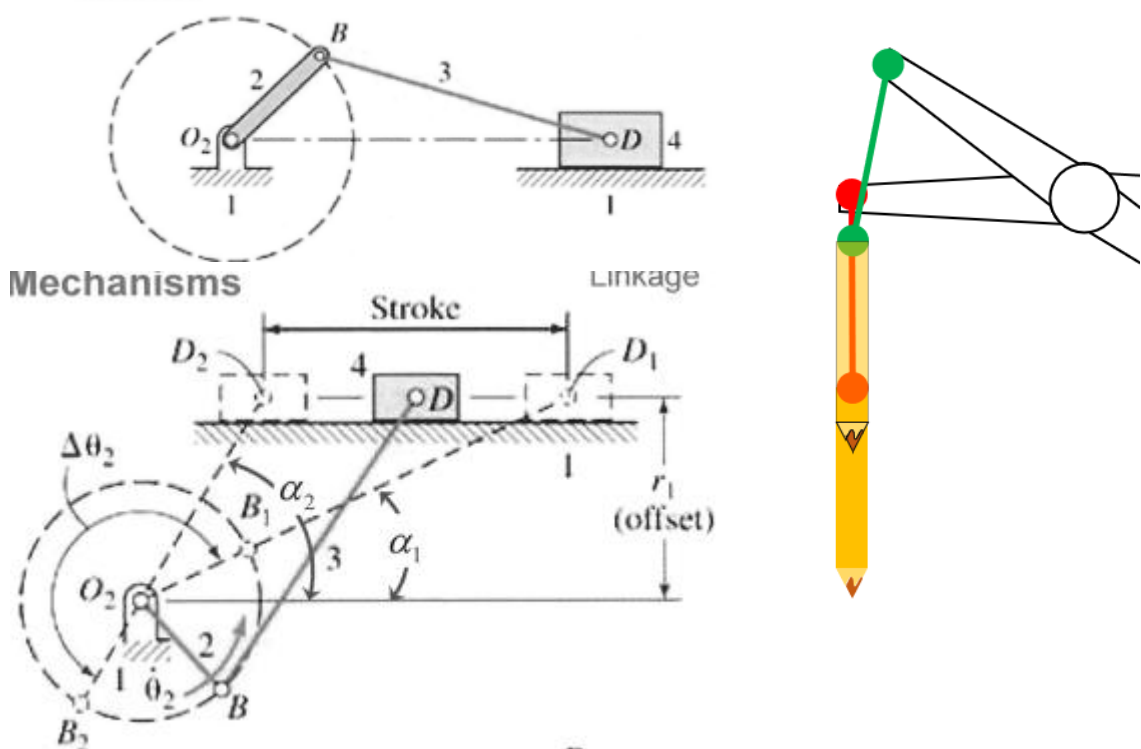
HW-131 電源模組	1 個
JT-6W 110 V 轉 12 V 變壓器	1 個

3. 其他應用技術

i. 四連桿機構 ( Four-bar linkage )

在控制筆桿升降時我們決定用 MG90S 達成。而其所輸出的運動是圓周運動，並不能滿足我們希望筆桿垂直升降的需求。因此我們在結構設計上引入曲柄滑塊 ( Single-slider crank mechanism ) 機構。如下右圖所示，其可以將環狀輸出轉為線性運動。

我們可以利用以下的模型設計參數

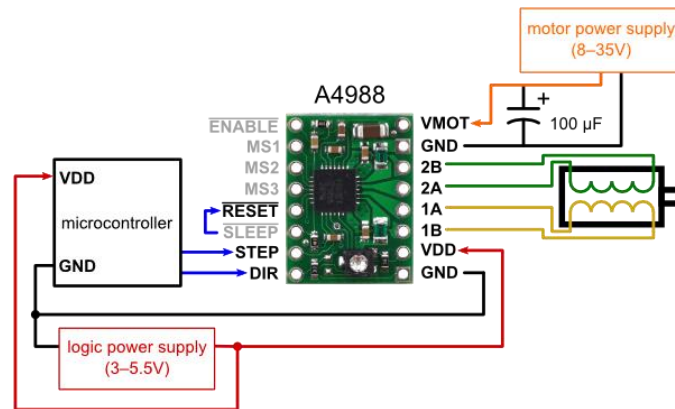


ii. 低通濾波器 ( Low-pass filter )

在電源端抑或任一晶片有接觸外界電源的地方我們都加上了電容。

這些電容，目的是使電源線和地線之間為低阻抗，電源接近理想電壓源。並不是我們要濾除電源的紋波，而是為了讓某晶片電流發生變化在電源線上造成的紋波不影響其它晶片。

接線方式如下圖所示。



## 五、實際組員之分工項目

李彥勳：出錢、出力、購買硬體、統整接口、木板裁切、寫字機器人組裝、馬達、程式。

林星佑：出錢、題目發想、剪接影片、寫報告、寫字機器人組裝、馬達、程式

## 六、遇到的困難及如何解決

### 1. Code 出現不可預期之錯誤

描述：

在使用 MPLAB 的時候經常遇到，同一份 code 有時候正常執行，有時候執行失敗的情況。

解決辦法：嘗試以下步驟：

(1) 重新插入 pickit → (2) 重新啟動電源模組 → (3) 重新插入馬達電源供應器 → (4) 將該檔案從專案 exclude 再 include → (5) 開新檔案或專案然後把 code 複製過去 → (6) 重新啟動 MPLAB → (7) 重新開機 或 (8) 換一台電腦。

### 2. A4988 一定要搭配電容使用

描述：

一開始使用 A4988 的時候沒有使用電容，導致 A4988 直接壞掉

解決辦法：使用電容

### 3. 馬達的使用

描述：

用一個 PIC18F 晶片同時操控兩個馬達(伺服馬達或是步進馬達)，會無法成功執行，初步推

測可能是 PIC18F 發出的訊號會衝突

解決辦法：多使用兩個 PIC18F 晶片，每個晶片操控一個馬達