

Final project report

第 21 組 107062134 樊明勝 107062333 湯睿哲

作品名稱:

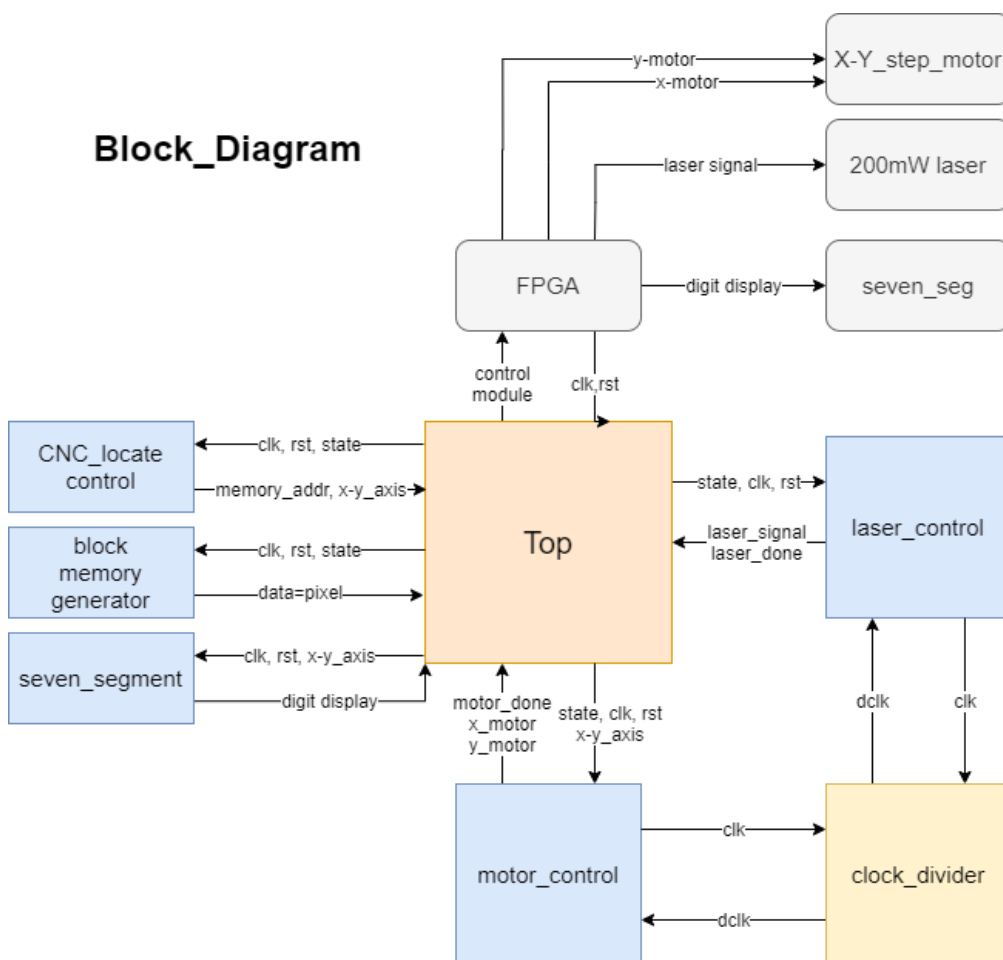
超級無敵霹靂雷射打印機 d(d ' v ') X 炙燒鮭魚

英文: *Super CNC*, Computer Numerical Control

作品概念:

就是將我們的雷射的位置，利用馬達移動到我們要的地方，然後一個一個點燒下去，每個點就對應到我們的圖片上的 pixel。因此我將馬達每一個一步的移動當作是一個 pixel 的距離就可以完成我們的圖案

設計主體:

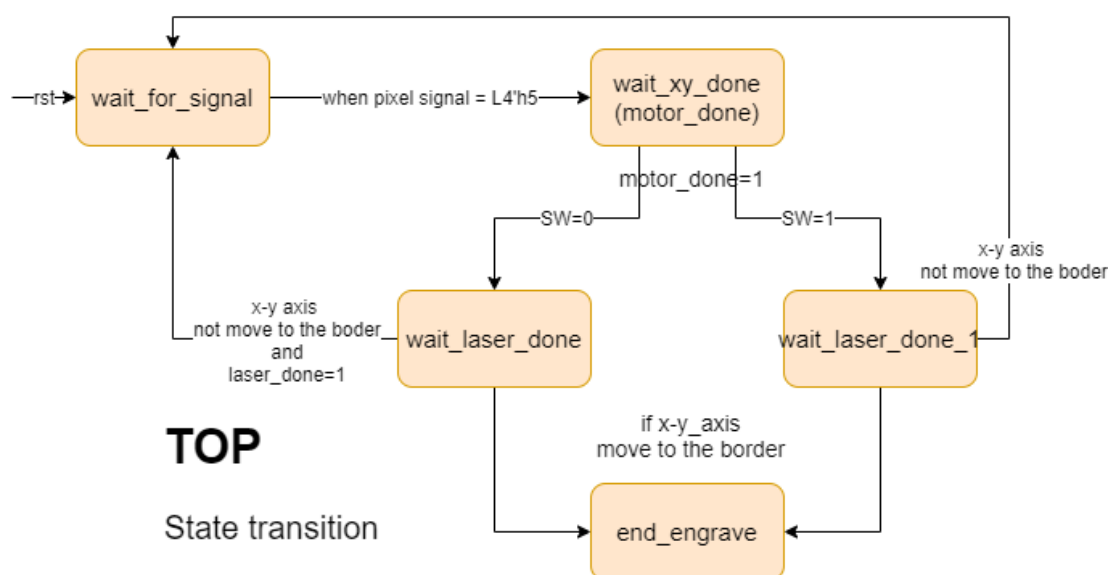


➤ 解釋:

可以看到說這是我整體的架構圖，先解釋外面硬體的部分，也就是 FPGA 所向外連的部分，分別是 stepper 需要分成 X and Y, 200 mW laser module(control relay module), seven segment。

再來就是像裡面，大致上就可以對應到外面的硬體部分，分成五個部分，seven segments 的部分我就不多做解釋了，block memory generator 主要就像是對應到 VGA 的部分，然後 laser control 主要是做控制時間的長短，CNC_locate_control 是負責處理掃圖片這個動作所以會產生 x,y_axis and memory generator，最後就是 motor control 負責雷射要打的位置。

然後我的 top 有一個 state transition 讓他可以很好的分配工作



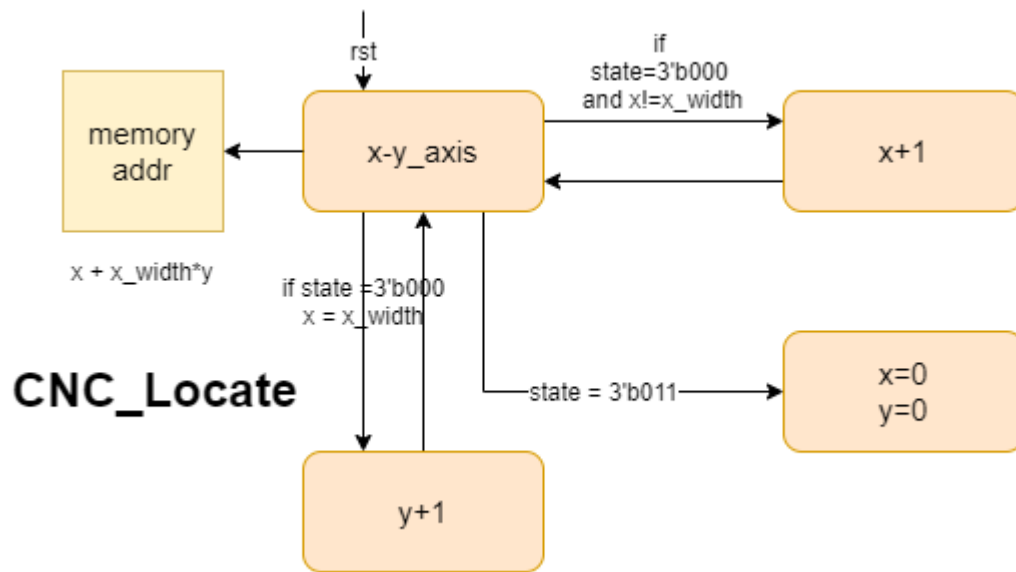
線上面的部分說明的各個 state 的 transition 條件

- **wait_for_signal** = 3'b000; 讓 CNC_locate 跟 memory 配合，去找哪些點是該印的，不用讓馬達每個點都走過。
- **wait_xy_done** = 3'b001; 這邊將 X Y 訊號給 motor control，讓他跑到指定地點，當他位置準備好，會回傳一個 XY done
- **wait_laser_done** = 3'b010; 這邊告訴 laser 可以開始燒，並且可以開始跑秒，時間到回傳一個 laser done
- **wait_laser_done_1**=3'b100; 這個是為了加速用的，給 laser module 不同的 d_clk
- **end_engrave** = 3'b011; 結束的 state

CNC_control & block_address_generator:

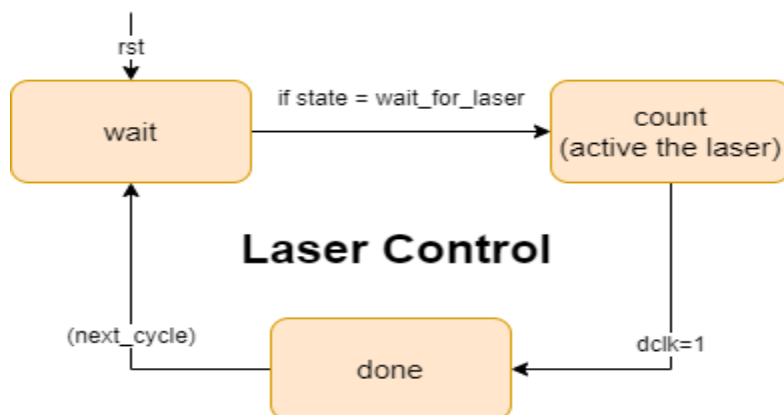
這個主要負責說就像是 VGA 上負責的 pixel_address 的部分，我在做 rst 後，X 從 0 開始跑，然後掃過 X-axis 一次後 Y_axis 做加一，就會做到說圖上的每個點都會到過一次，之後就可以把我的 x y 的位置轉變成 memory_addr，然後轉給 blk_addr_gen，就會得到位置的 pixel 資料，再將他有超過 threshold 的部分的位置傳給 motor control。

線上標有觸發的條件



🔧 Laser_control:

就是 state 到 **wait_laser_done** 的時候開始計時，接下來就是數到一定的時間，就可以把 laser_done 拉起來。Laser_signal 的部分，就是去啟動繼電器的部分。至於分成兩個的部分是因為說，有些部分比較細節，或是黑色的太多就算少一點時間也可以燒出好的效果。





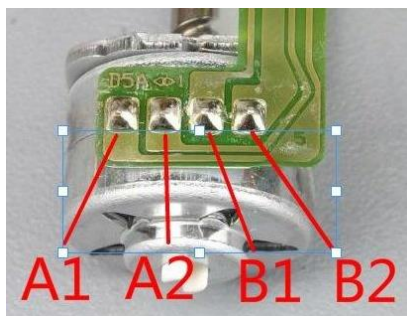
其實就是用 FPGA 在信號端決定在說連接 laser 的部分要不要接通，

然後在 laser 上面直接接上外接的電源。

我們有想過要不要再 demo 的時候接繼電器，但最後是選擇放棄的，因為燒的時間蠻重要的，但繼電器在那邊跳的時候也會浪費時間。

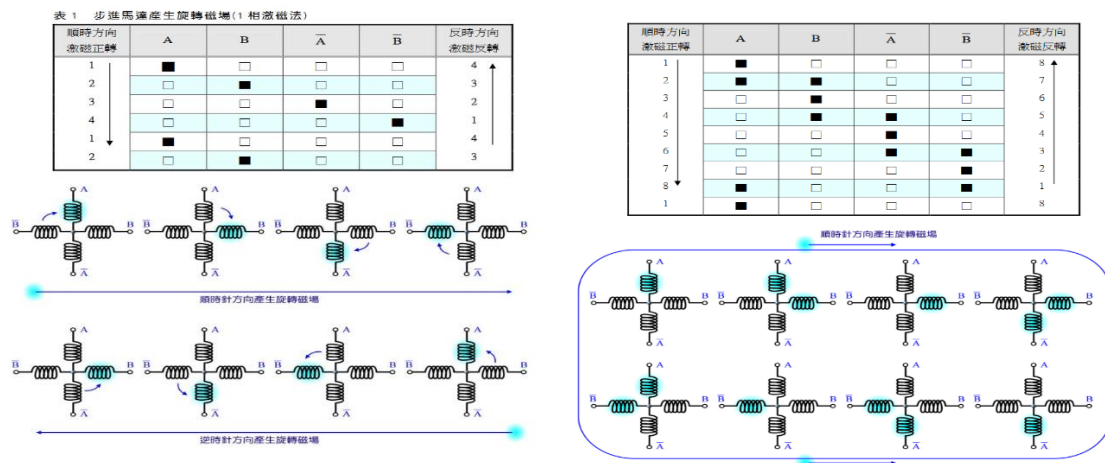
✚ Stepper_motor_control

首先這個要先解釋說，stepper motor 的原理，一開始我覺得最重要的就是你要很清楚你的步進馬達到底是幾相幾線的，可以在網路上找到你要的是哪種步進馬達的操作，一開始不懂的時候，會對這些還蠻迷惑的。那我們今天使用的是 2 相 4 線的步進馬達，對應到馬達的話他會分成



A A- B B-這四個部分，分別是兩兩一組。

然後她中間就是一個磁鐵，而線路是讓它周圍的一些線路的部分變電磁鐵讓他轉動，因此可以找到對應的規則輸入訊號方式。

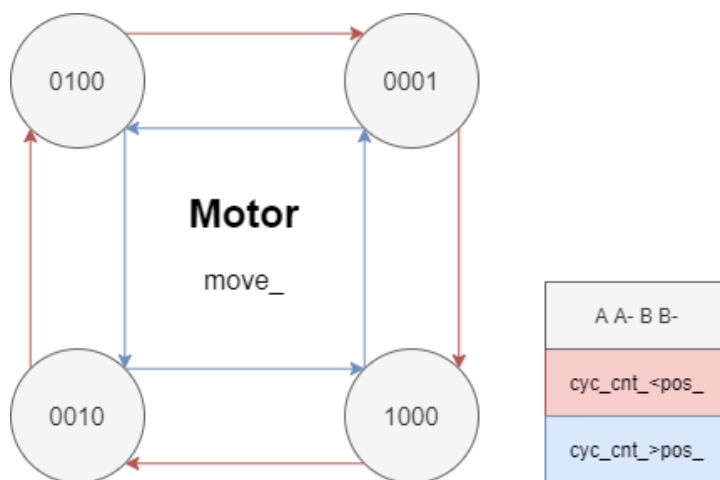


所以要仔細看一下 A 跟 A-中間是相隔 B 跟 B-的

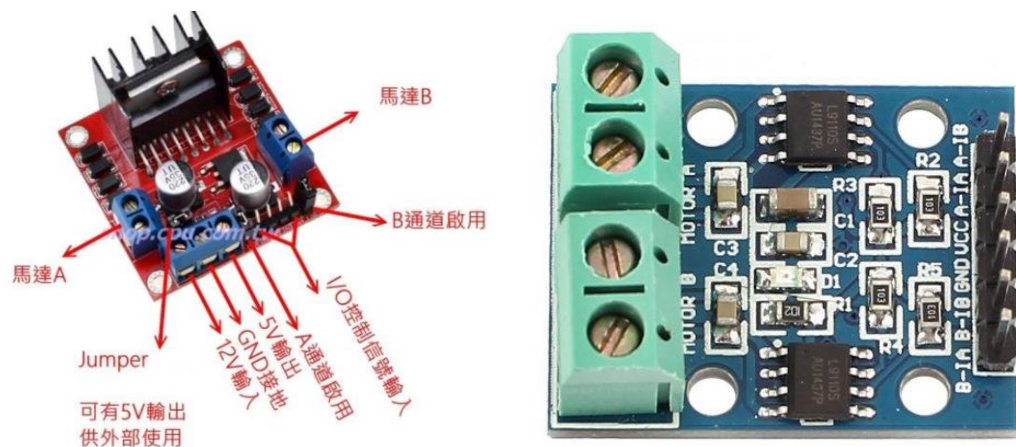
下面就是我們的 motor 轉動的 transition 圖

紅色是 clockwise，藍色是 counter_clockwise 對應到馬達的正轉 and 反

轉



但要注意到一點我們的 FPGA 不能直接接馬達上面



左邊(L293n) 跟右邊(L9110s) 的同樣都可以控制 4 線二相的步進馬

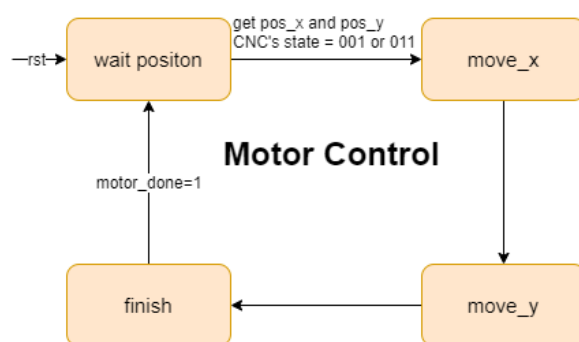
達，會挑左邊一是因為便宜，二是左邊的其實還有主要的功能是可以調節

直流馬達的轉速，還有一點左邊的驅動需要 12 相對來說太大了。

最後就是 motor_control 處理 x y position input 的 transition graph 還

沒動的時候 wait，可動的時候先 move x 到位再 move y 最後拉起

done。



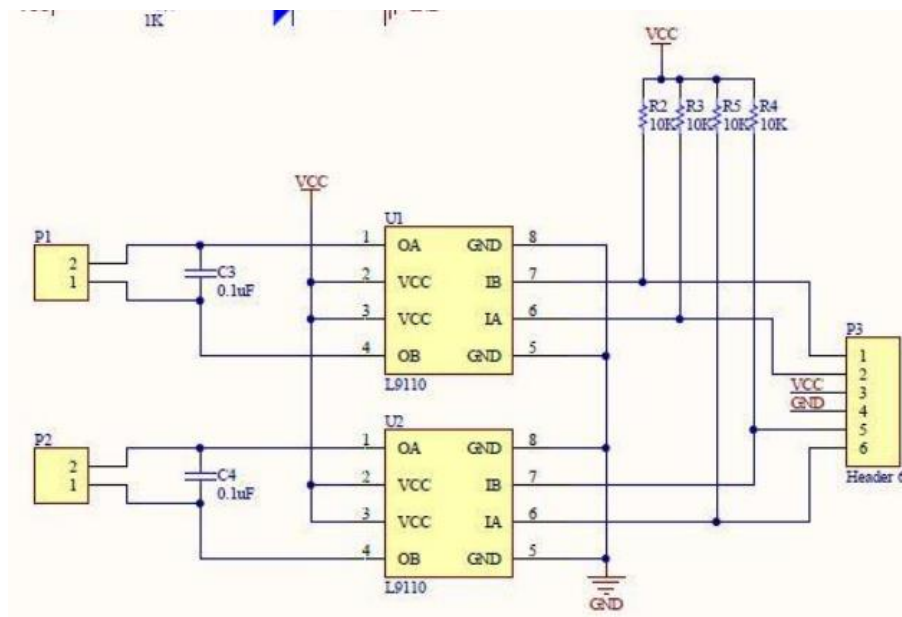
問題與討論：

- Q: 雷射接受 FPGA 的 VCC 跟 GND 的電源供應是可以亮的，但是如果
是 VCC 接到輸出為一的 pmod，這樣的話是不會亮的。

A: 我們的猜測是，因為一般輸出為 1 的 pmod 雖然說在 XDC file 的時候，是設定成 3.3V，但是電流也還是不夠，可能無碼驅動雷射上的模組。不像 LED 燈那樣電阻很小。

➤ **Q:** 第二個問題其實是差不多的，就是在想說，為什麼我們直接給步進馬達訊號的話，明明電壓是夠的但卻推不動？

A: 這個的話我是直接想找 L9110s 的圖做說明，但看得其實不是很懂，但當中還是有看到電阻跟 VCC 在接出去的圖，我覺得可能要驅動的話，可能還需要一定的加強或門檻，直接從 FPGA 出去的多半都是不行的。



心得

樊明勝:

我覺得這次的 **final project** 能夠做出來還蠻意外的，因為其實很多的事情都是走錯一步可能就差很多了，像是說我們的雷射原本頭的聚焦其實是不夠好的，但我在下定的時候又訂了一個 **10mw** 的，不小心就試到說這個前面聚焦的更好才可以燒起來，就將兩邊聚焦的部分換過來了；或是說 **CNC** 是研究很多 **youtube** 上面的網站，雖然說大部分都是 **arduino** 但是說還是有很多設計的概念還蠻值得參考的，就算我們這個只有一個影片是顯示他是用 **fpga** 做 **CNC** 的，但我們還是知道光碟機裡面有我們需要的東西，並且我都不只定一組東西 都會準備好備用的，還有像是我們一開始買的 **4 項五線馬達** 其實+-接的地方其實是有標錯的，但不小心花時間一直亂試就開始通電了，而且我覺得這個對我最大的幫助就是說，感覺開始瞭解說每個 **module** 的接線模式，他上面所標示的。

總之，這次真的蠻幸運也學到蠻多東西的，感覺自己可以將 **FPGA** 開始做得更硬體化，我覺得我們就是將我們的概念一開始就訂得很精緻，這樣的話就很清楚自己要做什麼，像 **VGA** 就那時候作業六就覺得自己做的 **666**，就會幫助自己選擇了這個 **final**，而且可能我們 **code** 的主體就不是到很難，但是呈現的效果就是很好。

我覺得就有做出來就很開心，然後希望自己以後可以做出一些更酷的東西，我自從查了這些之後 **youtube** 就開始推薦很多 **arduino** 的東西，就覺得很多概念很酷，很多都感覺可以試試看，我覺得有時候就算你覺得說他的概念好像不太難，但是說做出來就是一個很酷的事，而且又好像可以多少學一些不同的東西。

但我主要是希望，我之後如果有修電子電路的話可以看懂我上面 **po** 的那個線路圖，因為我現在看到越來越多的就是自己在用 **PCB** 版上裝東西然後焊上去跟設計電路，就覺得真的很猛，然後希望我這個可以再進步更多，我看到很多這種 **CNC** 的東西，他們其實是用 **arduino** 跑然後可以處理一個叫 **gcode** 的東西，然後可以接上很多標頭檔，希望之後可以做一個 **3D** 列印用的 **CNC**。

湯睿哲:

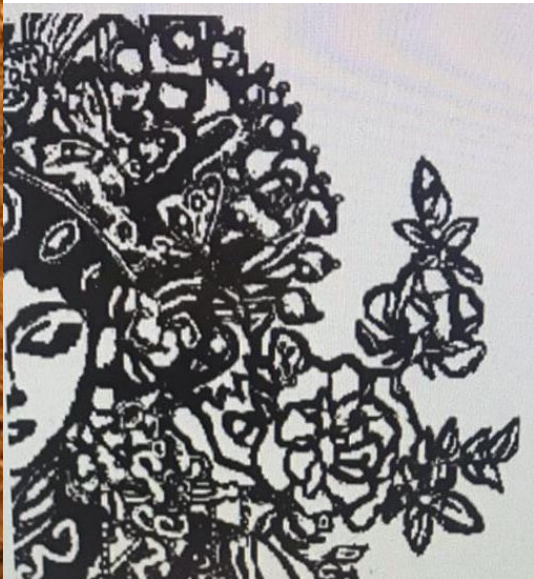
經過這次的期末 **project** 真的學到非常多，除了一些硬實上課交過的 **coding style** 與讓我最害怕的 **VGA** 外，還學到如何焊接與如何製作跳線，雖然焊接我差點把馬達給焊爆，但也是算有體驗到焊接的麻煩與辛苦，除此之外，還認識了甚麼是步進馬達以及如何讓它轉動的原理。

另外，除了知識上的心學習與操作，這次 **project** 讓我深深的體會到耐心的重要以及不段去嘗試的重要，剛剛開始我們完全不知道怎麼讓光碟馬達動

起來，足足卡了兩個禮拜的 0 進度，那段期間非常難受，差點就想放棄，但經過不斷的花錢買馬達以及不斷的試模組，才終於讓某個馬達轉起來，進而推知該如何讓光碟馬達動，幸好當時有沉住氣有耐心的去不斷嘗試。而且整個製作過程真的很幸運，自從馬達能動接而開始分工之後，大概三天就把它順利完成了，完全沒有兩份不同部分的 code 不相容卡住之類，認真體悟到清楚分工與與隊友默契的重要，不過唯一可惜的是，如果時間充裕以及沒有其他科期末考試的話，我覺得做引外觀一定可以做得更漂亮，看起來更蝦趴。

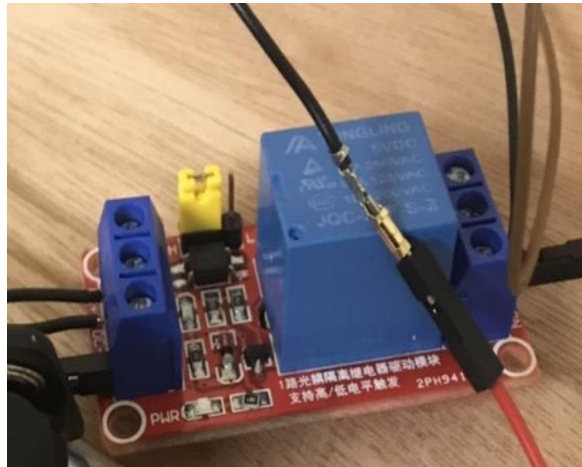
🌈 作品展覽:



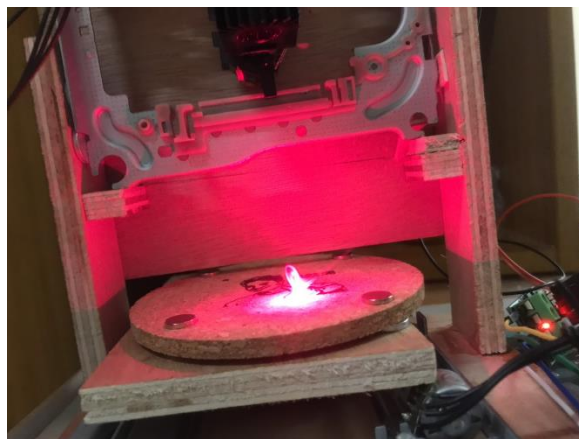
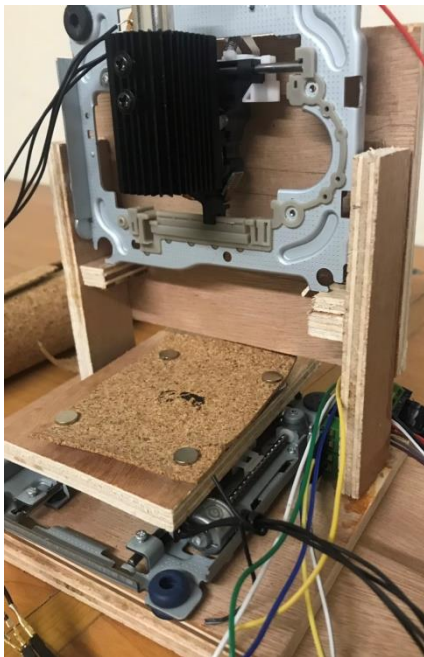


一些 Final 架構圖(雜圖)

接上繼電器



整個架構圖



L9110s

調出焦距冒煙

