

## 全國高級中等學校 109 學年度工業類科學生技藝競賽

### 職類：08 工業電子 術科試題 2

#### ● 競賽說明及注意事項：

1. 競賽項目：依據公告的元件和試題規定，在時限內完成試題指定工作。
  - ◇ 程式設計：依據電路圖、電路板、系統功能與動作要求，完成程式設計。波形或電壓參數需使用儀器量測以確認設計是否符合要求。
  - ◇ 功能測試：依據動作要求完成功能測試。
2. 選手應依據大會所給的電路圖、電路板和零件，自行安裝完成 Task 電路板組裝。**選手只允許依照【大會準備的材料】使用；**競賽開始 60 分鐘內，若零件有問題，可提出要求更換。但競賽開始 60 分鐘後，零件每一次更換**扣術科 2 成績總分 5 分**且每個零件只能更換一次，超過大會準備的數量時不得要求。
3. 除了圖面不清楚及正常理由外，一律不准發問。
4. 評分方式依評分項目內容及標準逐項評分。
5. 不清楚之處，由裁判團議定，並由裁判長或指定裁判給予宣佈說明。
6. 競賽期間不得與其他選手相互交談，否則該項成績以零分計算。
7. 登記繳交時間後就不能再繼續做，且評分完就要繳件。
8. **選手需要根據實際的零件與特性，自行調整韌體相關參數，使各項功能符合題目要求。**
9. **注意：參考答案之燒錄檔，僅供選手參考各功能項目之細節，不作為評分用途，若評分時出現參考答案之開機動畫，將不予評分，且術科 2 成績總分為 0 分。**

競賽地點：彰化市彰化附工

競賽日期：中華民國 109 年 11 月 26 日

競賽時間：3 小時 30 分鐘

**A、題目說明：**

**主題：多軸重力(加速度)顯示器**

電子式重力(加速度)計已經廣泛運用在日常生活中，常見應用包含自動旋轉手機螢幕、辨識載具 G 力並調整車輛動力與懸吊系統等，然而這些複雜的功能，皆脫離不了演算法的計算。本題目要設計重力(加速度)顯示器，使用者可以透過指撥開關切換同心圓點矩陣顯示器的功能，取樣重力感測器與積分器的電壓，藉由 ARM 進行運算後，並將對應的資訊顯示在同心圓點矩陣顯示器上，並根據模式發出對應聲響。

請依照設計要求，設計出符合功能要求的程式並燒錄到 STM32L053-Nucleo 上完成測試。

**B、選手必須完成之工作項目如下：**

**一、設計要求：**

0. Reset 或 SW1 有任何切換時，立刻根據進入對應模式，LED 同心圓顯示器根據表一顯示對應資訊；下方為 SW1 通道位置，對應進入的模式範例，採用二進制表示法：  
SW1 之通道由左至右若為 Off，Off，On，進入模式一。  
SW1 之通道由左至右若為 Off，On，Off，進入模式二。  
SW1 之通道由左至右若為 On，Off，Off，進入模式四。
1. 省電模式(模式零)：LR1-12、LB1-12 與 LG1 應熄滅，完成模式零。
2. 虛擬時鐘模式(模式一)：控制 LR1-12 與 LB1-12，完成模式一。
3. 同心圓顯示模式(模式二)：控制 LR1-12 與 LB1-12，完成模式二。
4. 重力 X 軸顯示模式(模式三)：控制 LR3、LR9、LB3、LB9 與 LG1，完成模式三。
5. 重力積分 X 軸顯示模式(模式四)：控制 LR3、LR9、LB3、LB9 與 LG1，完成模式四。
6. 重力 X-Y 軸顯示模式(模式五)：透過控制所有 LED，完成模式五。
7. 雷達掃描重力 X-Y 軸顯示模式(模式六)：透過控制所有 LED 與 Buzz1，完成模式六，每當雷達掃描線與重力 X-Y 軸應顯示的區域重疊時，發出 0.2 秒的聲響。
8. 地心偵測模式(模式七)：透過控制所有 LED，完成模式七。

表一、SW、LED 與 Buzz1 功能之關係表

模式 (SW1)	應控制之 LED	應控制之 LED 與 Buzz1 功能 (畫面不得閃爍且無殘影)
模式零 (Off, Off, Off)	無 所有 LED 皆熄滅	0.1. 所有 LED 皆熄滅
模式一 (Off, Off, On)	LR1-12 與 LB1-12 其餘 LED 皆熄滅	1.1. 剛進入該模式時，LR6 與 LB6 點亮，其餘熄滅 1.2. 每 1 秒，LR 顯示的燈號順時針位移一格 1.3. 每當 LR12 被點亮時，LB 顯示的燈號順時針位移一格
模式二 (Off, On, Off)	LR1-12 與 LB1-12 其餘 LED 皆熄滅	2.1 首先 LR1-12 在 1 秒內明顯逐漸變亮，接著執行 2.2 2.2. LR1-12 在 1 秒內明顯逐漸變暗並熄滅，接著執行 2.3 2.3. LB1-12 在 1 秒內明顯逐漸變亮，接著執行 2.4 2.4. LB1-12 在 1 秒內明顯逐漸變暗並熄滅，回到 2.1
模式三 (Off, On, On)	LR3、LR9、LB3、 LB9 與 LG1 其餘 LED 皆熄滅	3.1. 取樣 X 軸 G 值(AIN0)，根據下表點亮對應 LED $X\_G < -0.7G$ : LR3 $-0.7G \leq X\_G < -0.3G$ : LB3 $-0.3G \leq X\_G < +0.3G$ : LG1 $+0.3G \leq X\_G < +0.7G$ : LB9 $+0.7G \leq X\_G$ : LR9
模式四 (On, Off, Off)	LR3、LR9、LB3、 LB9 與 LG1 其餘 LED 皆熄滅	4.1 取樣 X 軸積分 G 值(AIN3)，根據下表點亮對應 LED $X\_IG < +0.8V$ : LR9 $+0.8V \leq X\_IG < +1.2V$ : LB9 $+1.2V \leq X\_IG < +2.0V$ : LG1 $+2.0V \leq X\_IG < +2.4V$ : LB3 $+2.4V \leq X\_IG$ : LR3
模式五 (On, Off, On)	所有 LED	5.1. 取樣 X 軸與 Y 軸 G 值(AIN0 與 AIN1)，並計算合力 XY_G，根據下表控制對應同心圓 LED $XY\_G < +0.3G$ : 點亮 LG1 $+0.3G \leq XY\_G < +0.7G$ : 依照 5.2 控制同心圓 LB1-12 $+0.7G \leq XY\_G$ : 依照 5.2 控制同心圓 LR1-12  5.2. 依照 X_G 與 Y_G 之夾角 $\theta$ ，根據下表點亮對應同心圓 LED； $\theta = \arctan(Y\_G/X\_G)$ $\theta$ 為 -15~+15 度：點亮同心圓 LED 之序號 3 $\theta$ 為 +15~+45 度：點亮同心圓 LED 之序號 2 $\theta$ 為 +45~+75 度：點亮同心圓 LED 之序號 1 $\theta$ 為 +75~+105 度：點亮同心圓 LED 之序號 12 $\theta$ 為 +105~+135 度：點亮同心圓 LED 之序號 11 $\theta$ 為 +135~+165 度：點亮同心圓 LED 之序號 10 $\theta$ 為 +165~+195 度：點亮同心圓 LED 之序號 9 $\theta$ 為 +195~+225 度：點亮同心圓 LED 之序號 8 $\theta$ 為 +225~+255 度：點亮同心圓 LED 之序號 7 $\theta$ 為 +255~+285 度：點亮同心圓 LED 之序號 6 $\theta$ 為 +285~+315 度：點亮同心圓 LED 之序號 5 $\theta$ 為 +315~+345 度：點亮同心圓 LED 之序號 4

模式六 (On, On, Off)	所有 LED	6.1. 持續更新 X 軸與 Y 軸 G 力，顯示規則如模式五 6.2. 剛進入該模式時，強制 LR1 與 LB1 點亮，作為雷達掃描線的位置 6.3. 每 0.2 秒，順時針旋轉雷達掃描線一格 6.4. 當雷達掃描線與 6.1 顯示的位置重疊時，Buzz1 發出 0.2 秒的聲響。
模式七 (On, On, On)	所有 LED	7.1. 取樣 X 軸與 Y 軸 G 值(AIN0 與 AIN1)，並計算合力 XY_G，根據下表點亮 LED  $XY\_G < +0.3\text{ G}$ : LR1-12, LB3, LB6, LB9, LB12, LG1 $+0.3\text{ G} \leq XY\_G < +0.7\text{ G}$ : 所有 LED 皆熄滅 $+0.7\text{ G} \leq XY\_G$ : 依照 X_G 與 Y_G 之夾角 $\Theta$ ，根據下表點亮對應 LED； $\Theta = \arctan(Y\_G/X\_G)$ $\Theta$ 為 -15~+15 度 : LG1, LB3, LR3 $\Theta$ 為 +15~+45 度 : LG1, LB2, LR2 $\Theta$ 為 +45~+75 度 : LG1, LB1, LR1 $\Theta$ 為 +75~+105 度 : LG1, LB12, LR12 $\Theta$ 為 +105~+135 度 : LG1, LB11, LR11 $\Theta$ 為 +135~+165 度 : LG1, LB10, LR10 $\Theta$ 為 +165~+195 度 : LG1, LB9, LR9 $\Theta$ 為 +195~+225 度 : LG1, LB8, LR8 $\Theta$ 為 +225~+255 度 : LG1, LB7, LR7 $\Theta$ 為 +255~+285 度 : LG1, LB6, LR6 $\Theta$ 為 +285~+315 度 : LG1, LB5, LR5 $\Theta$ 為 +315~+345 度 : LG1, LB4, LR4

備註 1：X\_G 為 X 軸 G 力，Y\_G 為 Y 軸 G，XY\_G 為 XY 軸 G 力之合力。

備註 2：X\_IG 為 X 軸積分 G 力，Y\_IG 為 Y 軸積分 G 力，XY\_IG 為 XY 軸積分 G 力之合力。

備註 3：XY 軸之合力為，兩軸之平方相加後並開根號(Root Sum Square)。

備註 4：計算 X\_G 與 Y\_G 之夾角  $\Theta$  時，可以參考函數 `double atan2(double y, double x)`，該函數輸入 x 與 y 不得為 0，輸出為  $-\pi$  至  $+\pi$ ，可以參考下方簡易說明。

範例一：`double theta = atan2(0, 1);`  
`theta = theta / 3.1415926 * 180;`  
 此時會的 theta 為 0.0，單位(度)。

範例二：`double theta = atan2(0.5, 0.5);`  
`theta = theta / 3.1415926 * 180;`  
 此時會的 theta 為 45.0，單位(度)。

範例三：`double theta = atan2(1, 0);`  
`theta = theta / 3.1415926 * 180;`  
 此時會的 theta 為 90.0，單位(度)。

範例四：`double theta = atan2(0.5, -0.5);`  
`theta = theta / 3.1415926 * 180;`  
 此時會的 theta 為 135.0，單位(度)。

## 二、功能測試：

1. 使用 STM32L053-Nucleo 請注意下列事項：

確認 STM32L053-Nucleo 的設定如賽前公告。(請參考圖一右側 STM32L053-Nucleo 之設定)

確認 STM32L053-Nucleo 的 JP5 要接上 jumper，且為 E5V 供電。

透過 Task board 的 X2(CN7 與 CN10)與 STM32L053-Nucleo 連接。

2. 調整電源供應器輸出+5.7V，接至 Task board 上的 X3 輸入電源。

3. 量測 Task board 上的 TP1 應有+5V。

4. 量測 Task board 上的 TP2 應有+3.3V。

5. 按下 STM32L053-Nucleo 上的[Reset]按鍵。

6. 將 Task board 平放於桌面，調整 VR1 使 TP15 上升或下降至 1.6V 並穩定。

將 Task board 平放於桌面，調整 VR2 使 TP16 上升或下降至 1.6V 並穩定。

Task board 平放於桌面時，TP15 與 TP16 的電壓每秒變動小於 20mV 即可，只需調整一次。

7. 依照表一和評分表測試。

## C、參考資料

- STM32L0\_HAL\_UM.pdf
- STM32L052\_RM.pdf
- STM32L053\_RM.pdf
- ITC109\_ESP\_Example 完整專案
- ITC109\_ESP\_Answer.hex
- 周邊元件之 Datasheet

## D、範例專案與程式說明(ITC109\_ESP\_Example.uvprojx)

1. 請使用 Keil uVision5，Compile ITC108\_ESP\_Example 專案，並 download .hex 檔然後執行。
2. 範例程式內已經寫好部份 GPIO 的初始化。。
3. 範例程式內已經寫好系統延遲副程式，單位為 ms。
4. 範例程式內缺少之周邊設定，選手需要自行評估並開啟，完成符合設計要求的程式。

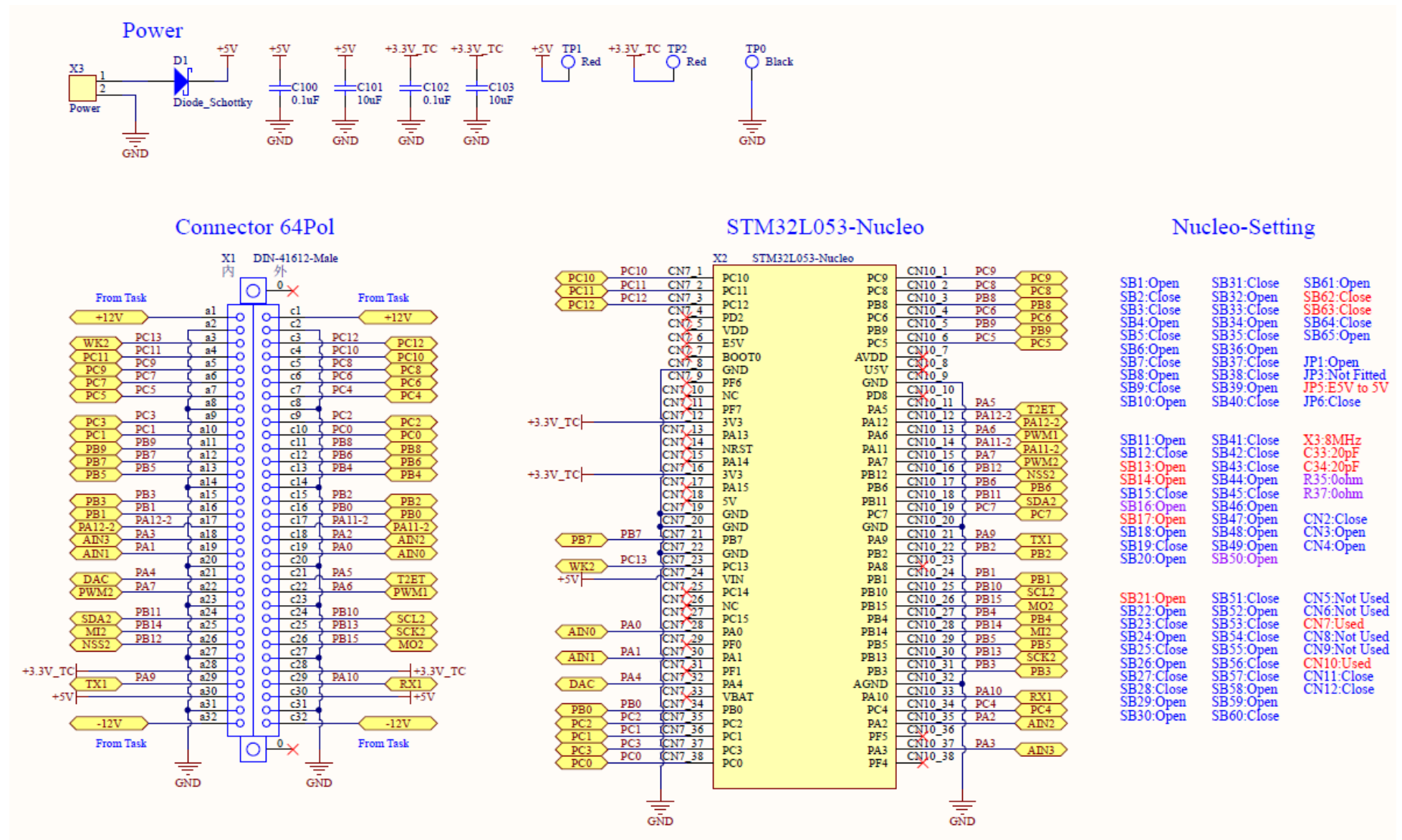
## E、零件表

## Task board

項次	名稱	規格及尺寸	元件符號	數量	備註
1	積層電容	0.1uF / SMD0805	C20, C23, C102 C200, C202	5	紙托盤包裝
2	積層電容	10uF / SMD0805	C21, C24, C103	3	塑膠托盤包裝
3	蜂鳴器	Ø 12mm / 它激式	Buzz1	1	
4	二極體	S1A / SMA	D1	1	
5	排針	2*1Pin / 2.54mm	J1	1	含 2P 短路夾
6	發光二極體	高亮度藍光 / SMD1206	LB1-LB12	12	
7	發光二極體	高亮度綠光 / SMD1206	LG1	1	
8	發光二極體	高亮度紅光 / SMD1206	LR1-LR12	12	
9	電晶體	2SA684 / TO-92	Q1	1	
10	電阻	220Ω / SMD0805	R2, R4, R6	3	
11	電阻	10Ω / SMD0805	R7	1	
12	電阻	160kΩ / SMD0805	R20, R23, R24, R27	4	
13	電阻	10kΩ / SMD0805	R21, R22, R25, R26	4	
14	指撥開關	3 通道 / DIP-6	SW1	1	
15	測試點	黑色	TP0, TP10	2	
16	測試點	紅色	TP1, TP2, TP11-TP16	8	
17	積體電路	ADXL335 模組	U1	1	含 5P 排針 含 5P 排針母座
18	積體電路	TLV274 / DIP-14	U2	1	含 14Pin IC 座
19	精密可變電阻	10kΩ / 3296W	VR1, VR2	2	
20	連接座	DIN_41612_Male	X1	1	
21	排針母座	19*2Pin / 2.54mm	X2	2	
22	端子台	2*1Pin / 5mm	X3	1	
23	銅柱(公)	Ø 3mm / 高 12 mm		6	For Task Board
24	金屬螺帽	Ø 3mm		6	For Task Board
25	銅柱(公)	Ø 3mm / 高 12 mm		2	For U1 ADXL335
26	金屬螺帽	Ø 3mm		2	For U1 ADXL335
27	金屬螺絲	Ø 3mm / 高 6 mm		2	Don't use
28	印刷電路板	Task board		1	

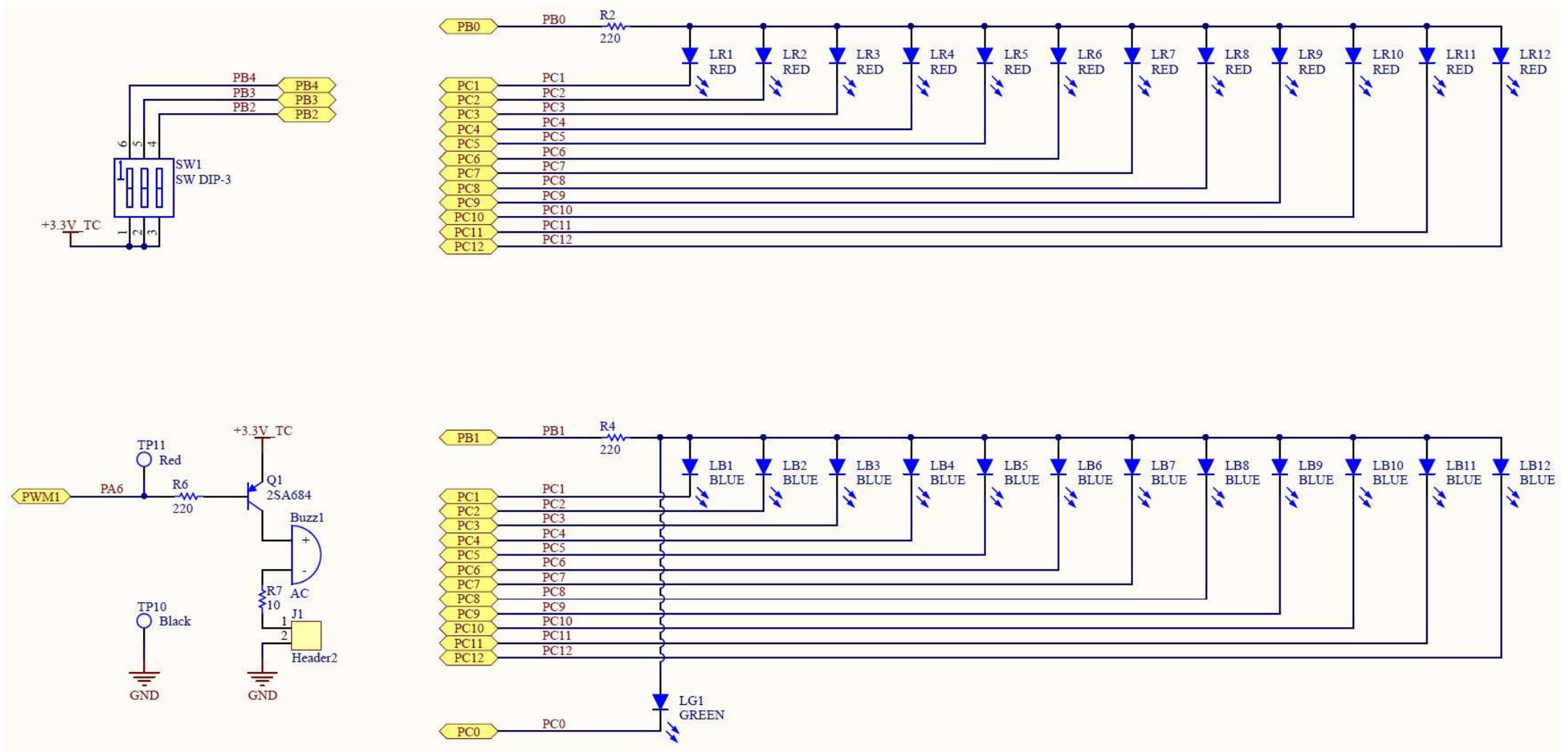
## E、參考電路圖

大會編號：\_\_\_\_\_ 選手崗位編號：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_



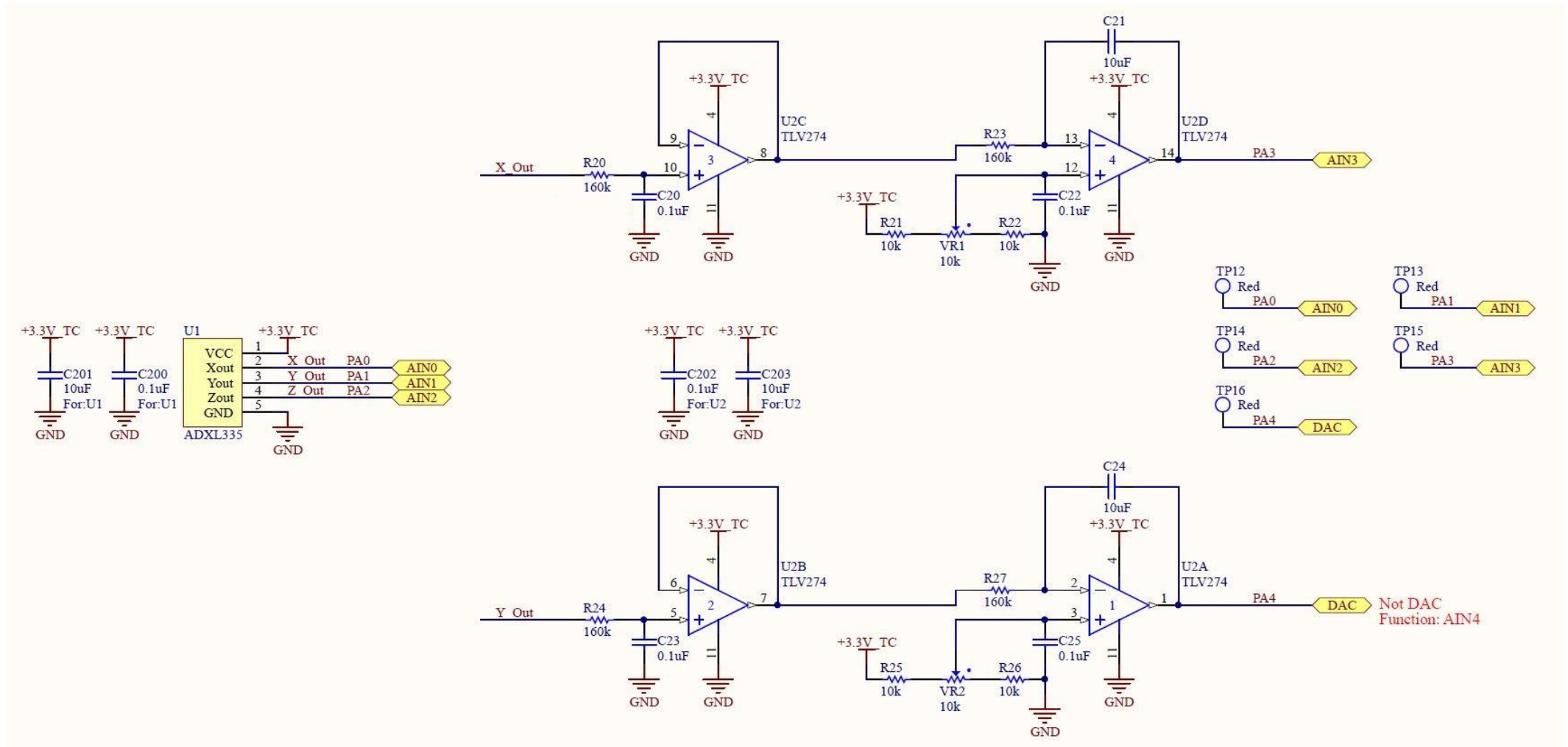
圖一、Task board 電路圖(一)





圖二、Task board 電路圖(二)





圖三、Task board 電路圖(三)

## 術科 2 評分標準表

職 類	工業電子	競賽日期	109 年 11 月 26 日	得分	
選手崗位編號		選手姓名			

項次	評審內容	配分	實得分數	備註
指撥開關 SW1 能切換對應模式，且不須重新供電或 Reset，方可評分，所有功能應符合表一所示				
0	0.1. 所有 LED 熄滅	3		全對才給分
1	1.1. 剛進入該模式時，LR6 與 LB6 點亮，其餘熄滅	4		全對才給分
	1.2. 每 1 秒，LR 顯示的燈號順時針位移一格	4		全對才給分
	1.3. 每當 LR12 被點亮時，LB 顯示的燈號順時針位移一格	4		全對才給分
2	2.1. 首先 LR1-12 在 1 秒內明顯逐漸變亮，接著執行 2.2	4		全對才給分
	2.2. LR1-12 在 1 秒內明顯逐漸變暗並熄滅，接著執行 2.3	4		全對才給分
	2.3. LB1-12 在 1 秒內明顯逐漸變亮，接著執行 2.4	4		全對才給分
	2.4. LB1-12 在 1 秒內明顯逐漸變暗並熄滅，回到 2.1	4		全對才給分
3	3.1. 根據表一點亮對應 LED	5		一個狀態 1 分
4	4.1. 根據表一點亮對應 LED	5		一個狀態 1 分
5	5.1. 根據表一控制對應同心圓 LED	3		一個同心圓區 1 分
	5.2. 依照夾角 $\theta$ ，根據表一點亮對應同心圓 LED	12		誤差不超過 30 度
6	6.1. 持續更新 X 軸與 Y 軸 G 力，顯示規則如表一之模式五	3		全對才給分
	6.2. 進入該模式時，強制 LR1 與 LB1 點亮，作為雷達掃描線	2		全對才給分
	6.3. 每 0.2 秒，順時針旋轉雷達掃描線一格	4		全對才給分
	6.4. 雷達掃描線與 6.1 的位置重疊時，Buzz1 發出 0.2 秒的聲響	5		全對才給分
7	7.1. 根據表一點亮 LED： $XY\_G < +0.3\ G$	5		全對才給分
	$+0.3G \leq XY\_G < +0.7\ G$	3		全對才給分
	$+0.7G \leq XY\_G$	12		誤差 $\leq 30$ 度
10	時間分數 (若是燒錄標準答案繳交，必須全功能且組裝未缺件)  繳件時間：	10		$\leq 1\text{hr}$ ：10 分 1~1.5hr：8 分 1.5~2hr：6 分 2~2.5hr：4 分 2.5~3hr：2 分
11	扣分 超過 60 分鐘後，每個零件扣總分 5 分			簽名：
總 分		100 分		簽名：