

全國高級中等學校 113 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 30 分鐘內，若零件**(含電路板)**有問題，可提出要求更換。但競賽開始 30 分鐘後，零件每一次更換扣**術科二**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。**

競賽地點：臺中市立臺中工業高級中等學校

競賽日期：民國 113 年 11 月 28 日

競賽時間：3 小時

A、題目說明：**主題：**Triple Channel DC Power Meter/三通道直流功率計

直流功率計 (DC Power Meter) 是一種用於測量直流電系統中的功率的儀器。它廣泛應用於電力、電子、能源等領域，特別是在測試電腦硬體、電池、太陽能板及其他直流設備時。

本題目要設計一個簡單的直流功率計，透過 INA3221 電流/電壓監控器來測量電壓電流，經過計算得到功率，並且記錄消耗的能量和電荷量，同時利用 OLED 顯示題目要求之相關資訊和按鈕開關來切換不同模式與控制顯示畫面。

請依照設計要求，設計出符合功能要求的三通道直流功率計程式並燒錄到 STM32L053-Nucleo 上完成測試。本題目說明之未盡事宜請依參考答案 hex 檔為主。

表一、LED 顏色 GRB 數值

| Color(顏色) | GRB 數值 |
|-----------|----------|
| OFF | 0x000000 |
| RED(紅) | 0x000f00 |
| GREEN(綠) | 0x0f0000 |
| BLUE(藍) | 0x00000f |
| WHITE(白) | 0x080808 |
| YELLOW(黃) | 0x080800 |

表二、量測要求與誤差表

| 項目 | 說明 |
|--------|------------------------|
| 電壓量測誤差 | $\leq \pm 50\text{mV}$ |
| 電流量測誤差 | $\leq \pm 5\%$ |
| 功率量測誤差 | $\leq \pm 10\%$ |
| 能量 | $\leq \pm 10\%$ |
| 電荷量 | $\leq \pm 10\%$ |

備註 1：1 Wh(瓦時) = 1W(瓦)的電器在使用 1 小時所消耗的能量

備註 2：1 Ah(安時) = 1A(安培)的電流通電 1 小時的電荷量

B、選手必須完成之工作項目如下：**一、設計要求：****Mode0 (基本功能測試模式) 功能要求：**

0. 按住 SW2 並 Reset 後，OLED1 立刻顯示 Mode0 的初始畫面，如圖一所示。
1. Reset 後，LED1~LED3、BUZZ 應皆為 Off。
2. 按一下 SW1 可切換 LED1 顏色，依序為 OFF→RED→GREEN→BLUE→WHITE→OFF→RED→GREEN...，GRB 數值請依照表一所示。
3. 按一下 SW2 可切換 LED2 顏色，順序同上。
4. 按一下 SW3 可切換 LED3 顏色，順序同上。
5. OLED1 應每 0.5 秒內更新正確的系統資訊，文字顯示格式如圖一所示。以下行列之敘述皆為直行(Column)橫列(Row)。A~G、H、M、S 之對齊方式不限但不能增減字數或拼寫錯誤。
 - 5.1. OLED 第一列，請寫入正確的標題。
 - 5.2. OLED 第二列 A，請寫入崗位編號。
 - 5.3. OLED 第三列 B，請寫入 SW1 狀態，按下為 ON，放開為 OFF。
 - 5.4. OLED 第四列 C，請寫入 SW2 狀態，按下為 ON，放開為 OFF。
 - 5.5. OLED 第五列 D，請寫入 SW3 狀態，按下為 ON，放開為 OFF。
 - 5.6. OLED 第三列 E，請寫入 LED1 狀態 (顏色)。
 - 5.7. OLED 第四列 F，請寫入 LED2 狀態 (顏色)。
 - 5.8. OLED 第五列 G，請寫入 LED3 狀態 (顏色)。
 - 5.9. OLED 第六列 H、M、S，請分別寫入系統 RTC 之小時、分鐘、秒鐘。

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | T | C | 1 | 1 | 3 | | E | l | e | c | t | r | o | n | i | c | s |
| C | o | m | p | e | t | i | t | o | r | : | A | A | | | | | |
| S | W | 1 | : | B | B | B | | L | E | D | 1 | : | E | E | E | E | E |
| S | W | 2 | : | C | C | C | | L | E | D | 2 | : | F | F | F | F | F |
| S | W | 3 | : | D | D | D | | L | E | D | 3 | : | G | G | G | G | G |
| S | y | s | t | e | m | R | T | C | : | H | H | : | M | M | : | S | S |

圖一、Mode0 之 OLED1 顯示格式

Mode1 (一般模式) 功能要求：

0. 不按 SW2 並 Reset 後，OLED1 立刻顯示 Mode1 之 Task1 的初始畫面，如圖二所示。
1. 按一下 SW3 可切換至下一個 Task，依序為 Task1→Task2→Task3→Task4→Task5→Task5→Task5...。
2. 按一下 SW1 可切換至上一個 Task，依序為 Task5→Task4→Task3→Task2→Task1→Task1→Task1...。
3. 每按一下 SW3 或 SW1，如果 Task5 設定 Buzz 為 ON，Bz1 應該要發出 50ms 頻率 4kHz 工作週期 50% 的聲響。
4. Task1：OLED1 應每 0.5 秒內更新正確的系統資訊，文字顯示格式如圖二所示。
 - 4.1. OLED 第一列，請寫入正確的標題，使用 7x10 字體。
 - 4.2. OLED 第二列 A，請寫入 INA3221 測量到的三個通道功率加總，單位 W，使用 16x26 字體。
 - 4.3. OLED 第三列，請寫入正確的標題，使用 7x10 字體。
 - 4.4. OLED 第四列 B，請寫入三個通道消耗能量的加總，單位 Wh，使用 11x18 字體。
 - 4.5. 按住 SW2 超過 2 秒，應將三個通道消耗能量的加總歸零，如果 Task5 設定 Buzz 為 ON，Bz1 應該要發出 300ms 頻率 4kHz 工作週期 50% 的聲響。
 - 4.6. LED1~LED3 分別對應 CH1~CH3，如果 Task5 設定 LED 為 ON，功率最高的通道應顯示為紅色，第二高的通道應顯示為黃色，第三高的通道應顯示為藍色，功率為 0W 的通道 LED 應熄滅。

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|--|---|
| T | o | t | a | l | | W | a | t | t | a | g | e | : | | | | |
| | A | | A | | A | | . | | A | | A | | W | | | | |
| E | n | e | r | g | y | | U | s | e | d | : | | | | | | |
| | B | | B | | B | | . | | B | | B | | B | | W | | h |

圖二、Task1 之 OLED1 顯示格式

5. Task2~4：OLED1 應每 0.5 秒內更新正確的系統資訊，文字顯示格式如圖三所示。

5.1. OLED 第一列 X，Task2~4 請分別寫入 1~3。例如 Task2 為 CH1 Information、Task3 為 CH2 Information、Task4 為 CH3 Information。

5.2. OLED 第二列 A，請寫入對應通道 INA3221 測量到的電壓，單位 V。例如 Task2 顯示 CH1 的電壓、Task3 顯示 CH2 的電壓、Task4 顯示 CH3 的電壓。

5.3. OLED 第三列 B，請寫入對應通道 INA3221 測量到的電流，單位 A。

5.4. OLED 第四列 C，請寫入對應通道 INA3221 測量到的功率，單位 W。

5.5. OLED 第五列 D，請寫入對應通道消耗的能量，單位 Wh。

5.6. OLED 第六列 E，請寫入對應通道消耗的電荷量，單位 mAh。

5.7. 按住 SW2 超過 2 秒，應將應通道消耗的電荷量和消耗的能量歸零，如果 Task5 設定 Buzz 為 ON，Bz1 應該要發出 300ms 頻率 4kHz 工作週期 50%的聲響。

5.8. 如果 Task5 設定 LED 為 ON，LED1~3 狀態如表三所示。

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| C | H | X | | I | n | f | o | r | m | a | t | i | o | n | | | |
| V | o | l | t | a | g | e | : | A | A | . | A | A | A | V | | | |
| C | u | r | r | e | n | t | : | B | B | . | B | B | B | A | | | |
| P | o | w | e | r | : | C | C | C | C | . | C | C | C | W | | | |
| E | n | e | r | g | y | : | D | D | D | . | D | D | D | D | W | h | |
| q | : | E | E | E | E | E | E | E | E | . | E | E | E | m | A | h | |

圖三、Task2~4 之 OLED1 顯示格式

表三、Task2~4 之 LED1~3 狀態

| | LED1 | LED2 | LED3 |
|-------|-------|-------|-------|
| Task2 | WHITE | OFF | OFF |
| Task3 | OFF | WHITE | OFF |
| Task4 | OFF | OFF | WHITE |

6. Task5：OLED1 應每 0.5 秒內更新正確的系統資訊，文字顯示格式如圖四所示。

6.1. OLED 第一行，請寫入正確的標題，使用 7x10 字體。

6.2. OLED 第二行 A，請寫入 Buzz 設定狀態，開啟為 ON，關閉為 OFF，Reset 後預設為開啟，使用 11x18 字體。

6.3. OLED 第二行 B，請寫入 LED 設定狀態，開啟為 ON，關閉為 OFF，Reset 後預設為開啟，使用 11x18 字體。

6.4. 按一下 SW2 可切換設定 Buzz 或 LED，選擇到的設定文字要反白，如圖五所示。

6.5. 按住 SW2 超過 2 秒，應改變選擇到的設定。

6.6. 如果 LED 設定為開啟，LED1~3 應每 0.5 秒輪流亮一顆燈，顏色為綠色，依序為 LED1→LED2→LED3→LED2→LED1...。

6.7. Task1~5 也應依照 Task5 的設定來決定 Bz1 和 LED1~3 是否要開啟。

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|
| S | y | s | t | e | m | | S | e | t | t | i | n | g | s | | | |
| B | u | z | z | : | | | A | A | A | | | | | | | | |
| L | E | D | s | : | | | B | B | B | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

圖四、Task5 之 OLED1 顯示格式(選擇設定 Buzz)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|
| S | y | s | t | e | m | | S | e | t | t | i | n | g | s | | | |
| B | u | z | z | : | | | A | A | A | | | | | | | | |
| L | E | D | s | : | | | B | B | B | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

圖五、Task5 之 OLED1 顯示格式(選擇設定 LED)

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。

確認 STM32L053-Nucleo 的 JP5 要接上 jumper，且為 5V 供電。

透過 Task board 的 U1 與 STM32L053-Nucleo 連接。

2. 調整電源供應器輸出+5V，接至 Task board 上的 P1 輸入電源。
3. 量測 Task board 上的 TP2 應有+3.3V。
4. 使用 STM32L053-Nucleo 上的 USB 座燒錄。
5. 按下 STM32L053-Nucleo 上的[Reset]按鍵。
6. 依照評分表測試。

C、參考資料

- STM32L0 相關說明書
- ITC113_ESP_Example 完整專案
- ITC113_ESP_Answer.hex
- 周邊元件之 Datasheet

D、範例專案與程式說明 (ITC113_ESP_Example.uvprojx)

1. 請使用 Keil uVision5 或 STM32CubeIDE，Compile ITC113_ESP_Example 專案，並 download .hex 檔後執行。
2. 範例程式內已經寫好部份 GPIO 的初始化；系統延遲副程式，單位為 ms。
3. 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。

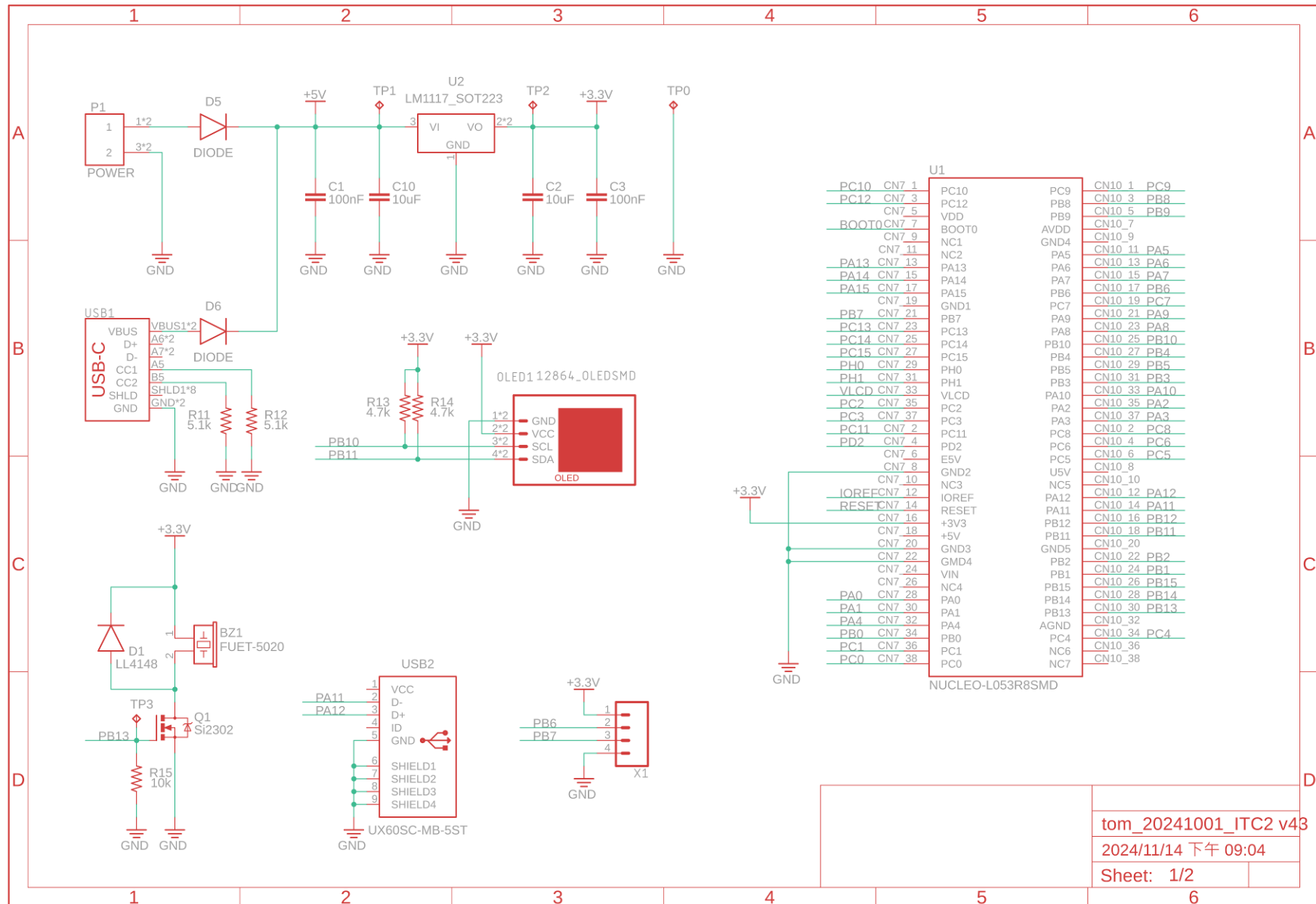
E、零件表

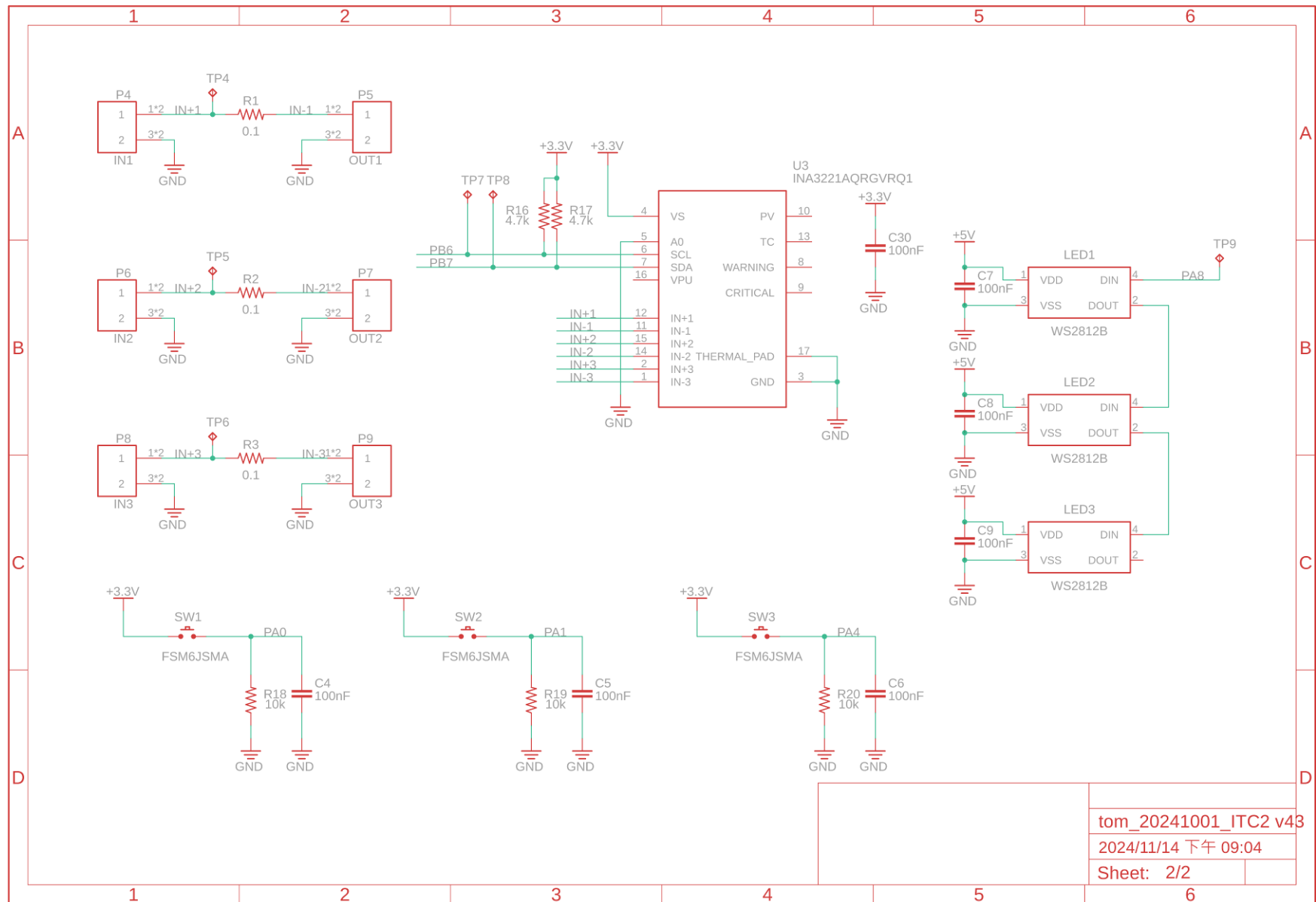
Task board

| 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 | C1, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C30 | 9 | |
| 2 | 積層電容 | 10uF / SMD0805 | C2, C10 | 2 | |
| 3 | 蜂鳴器 | 它激式/5V/SMD | Bz1 | 1 | |
| 4 | 蕭特基二極體 | NRVBA340NT3G/ DO-214AC | D5, D6 | 2 | |
| 5 | 二極體 | LL4148/SOD-80 | D1 | 1 | |
| 6 | 發光二極體 | WS2812B / SMD5050 | LED1, LED2, LED3 | 3 | |
| 7 | N-Channel MOSFET | SI-2302 / SOT-23 | Q1 | 1 | |
| 8 | 電阻 | 0.1Ω / SMD2512 | R1, R2, R3 | 3 | |
| 9 | 電阻 | 4.7kΩ / SMD0805 | R13, R14, R16, R17 | 4 | |
| 10 | 電阻 | 5.1kΩ/ SMD0805 | R11, R12 | 2 | |
| 11 | 電阻 | 10kΩ/ SMD0805 | R15, R18, R19, R20 | 4 | |
| 12 | 按鈕開關 | Tact Switch / 6mm /SMD | SW1, SW2, SW3 | 3 | |
| 13 | 測試點 | SMD | TP0, TP1, TP2, TP3, TP4, TP5, TP6, TP7, TP8, TP9 | 10 | |
| 14 | OLED 模組 | 1.3 吋/SH1106 | | 1 | |
| 15 | 排針母座 | 4*2Pin / 2.54mm/SMD | OLED1 | 1 | For OLED1 |
| 16 | 排針母座 | 19*2Pin / 2.54mm/SMD | U1 | 2 | For Nucleo-64 |
| 17 | 接線端子台 | 2060-452/998-404 | P1,P4,P5,P6,P7,P8,P9 | 7 | |
| 18 | 積體電路 | LM1117/SOT-223 | U2 | 1 | |
| 19 | 積體電路 | INA3221/QFN-16-EP(4x4) | U3 | 1 | |
| 20 | USB 母座 | TYPE-C | USB1 | 1 | |
| 21 | USB 母座 | MINI-B | USB2 | 1 | |
| 22 | 尼龍螺絲 | ∅ 3mm / 長 10 mm | | 2 | |
| 23 | 尼龍螺柱(公) | ∅ 3mm / 高 30 mm | | 8 | For Task Board |
| 24 | 尼龍螺帽 | ∅ 3mm | | 8 | For Task Board |
| 25 | 印刷電路板 | Task board | | 1 | |
| 26 | 水泥電阻包 | | | 1 | |

E、參考電路圖

大會編號：_____ 選手崗位編號：_____ 姓名：_____





圖二、Task board 電路圖(二)

術科 2 評分標準表

| 職 類 | | 工業電子 | 競賽日期 | 113 年 11 月 28 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 |
| Mode0 功能要求(27 分) | | | | | | | | |
| 1 | 進入 Mode0 方式正確且 OLED1 初始畫面格式正確 | | | | | 1 | | 全對才給分 |
| 2 | OLED 第一列資訊 | | | | | 1 | | 全對才給分 |
| 3 | OLED 第二列資訊 | | | | | 1 | | 全對才給分 |
| 4 | OLED 第三列 SW1 資訊 | | | | | 2 | | 全對才給分 |
| 5 | OLED 第四列 SW2 資訊 | | | | | 2 | | 全對才給分 |
| 6 | OLED 第五列 SW3 資訊 | | | | | 2 | | 全對才給分 |
| 7 | OLED 第三列 LED1 資訊 | | | | | 3 | | 全對才給分 |
| 8 | OLED 第四列 LED2 資訊 | | | | | 3 | | 全對才給分 |
| 9 | OLED 第五列 LED3 資訊 | | | | | 3 | | 全對才給分 |
| 10 | LED1~3 功能 | | | | | 6 | | 每顆燈 2 分 |
| 11 | OLED 第六列 RTC 資訊 | | | | | 3 | | 全對才給分 |
| Mode1 功能要求(63 分) | | | | | | | | |
| 12 | 進入 Mode1 方式正確與 OLED1 初始畫面格式正確 | | | | | 1 | | 全對才給分 |
| 13 | 按一下 SW3 可切換至下一個 Task | | | | | 2 | | 全對才給分 |
| 14 | 按一下 SW1 可切換至上一個 Task | | | | | 2 | | 全對才給分 |
| 15 | 每按一下 SW3 或 SW1，Bz1 應發出 50m 聲響(4kHz、50%) | | | | | 2 | | 全對才給分 |
| 16 | Task1：OLED 第一列資訊 | | | | | 1 | | 全對才給分 |
| 17 | Task1：OLED 第二列資訊 | | | | | 1 | | 全對才給分 |
| 18 | Task1：OLED 第三列資訊 | | | | | 1 | | 全對才給分 |
| 19 | Task1：OLED 第四列資訊 | | | | | 1 | | 全對才給分 |
| 20 | Task1：SW2 功能 | | | | | 1 | | 全對才給分 |
| 21 | Task1：Bz1 功能 | | | | | 1 | | 全對才給分 |
| 22 | Task1：LED1~LED3 功能 | | | | | 6 | | |
| 23 | Task2：OLED 資訊 | | | | | 6 | | 每行 1 分 |
| 24 | Task2：SW2 功能 | | | | | 1 | | 全對才給分 |
| 25 | Task2：Bz1 功能 | | | | | 1 | | 全對才給分 |
| 26 | Task2：LED1~LED3 功能 | | | | | 1 | | 全對才給分 |
| 25 | Task3：OLED 資訊 | | | | | 6 | | 每行 1 分 |
| 26 | Task3：SW2 功能 | | | | | 1 | | 全對才給分 |

| | | | | |
|------------|---|-------|--|--|
| 27 | Task3：Bz1 功能 | 1 | | 全對才給分 |
| 28 | Task3：LED1~LED3 功能 | 1 | | 全對才給分 |
| 29 | Task4：OLED 資訊 | 6 | | 每行 1 分 |
| 30 | Task4：SW2 功能 | 1 | | 全對才給分 |
| 31 | Task4：Bz1 功能 | 1 | | 全對才給分 |
| 32 | Task4：LED1~LED3 功能 | 1 | | 全對才給分 |
| 33 | Task5：OLED 資訊 | 4 | | 每行 1 分 |
| 34 | Task5：按一下 SW2 功能 | 2 | | |
| 35 | Task5：長按 SW2 功能 | 3 | | |
| 36 | Task5：LED1~LED3 功能 | 2 | | 全對才給分 |
| 37 | Task5：BUZZ 開啟和關閉功能正常 | 3 | | 全對才給分 |
| 38 | Task5：LED 開啟和關閉功能正常 | 3 | | 全對才給分 |
| 時間分數(10 分) | | | | |
| 39 | 時間分數可得分條件須符合下列條件： 組裝未缺件，且自行編寫程式獲得 10 分以上。 繳件時間： | 10 | | ≤ 1.00hr：10 分 1.00 ~ 1.50hr：8 分 1.50 ~ 2.00hr：5 分 2.00 ~ 2.50hr：2 分 |
| 40 | 扣分(超過 30 分鐘後，每個零件扣總分 5 分) | | | 簽名： |
| 總 分 | | 100 分 | | 簽名： |