

全國高級中等學校 112 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**(含電路板)**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：嘉義高工

競賽日期：民國 112 年 11 月 23 日

競賽時間：3.5 小時

A、題目說明：

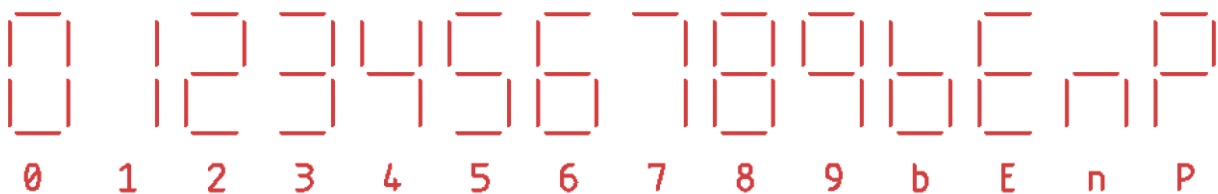
主題：N scale train controller / N 規火車模型控制器

N 規(N Scale)是一種軌距為 9mm 的鐵道模型，其模型與現實世界的比例為 1/148~1/160。N 規鐵路模型主要以電作為動力。N 規模型車輛藉由兩個軌道取得電力來被操控。兩個軌道一邊作為正極、一邊作為負極，通過軌道和接觸的車輪驅動最大電壓 12V-15V 的直流電動機讓模型車輛行車。根據軌道間的電壓變化或 PWM 工作週期讓模型速度加減，根據軌道的正負極來控制模型行駛的方向。全世界的 N 規鐵路模型大多都採用此種控制方式，所以不同廠牌的 N 規車輛，都可在的 N 規線路上一起行駛。

請依照設計要求，設計出符合功能要求的 N 規控制器程式並燒錄到 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。

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. SW1 切換至 00，立刻執行 Mode0 的功能。
1. LED2、LED3、LED4 亮。
2. DS1 顯示 0。
3. DS2 顯示 VR1(PA0)電壓整數部分(例如 2.345V 顯示 2.)。
4. DS3 顯示 VR1(PA0)電壓小數部分(例如 2.345V 顯示 345)。
5. 當 SW3 按住時，BZ1(PB13)發出 500Hz 的聲音。



圖一、七段顯示器參考顯示格式

Model1(一般模式)功能要求：

0. SW1 切換至 01，立刻執行 Model1 的功能。
1. LED2 不亮。LED3、LED4 狀態，如表一所示。

表一

| SW4(逆轉機)切換至前進位 | SW4(逆轉機)切換至中立位 | SW4(逆轉機)切換至後退位 |
|----------------|-----------------|----------------|
| LED3 亮、LED4 不亮 | LED3 不亮、LED4 不亮 | LED3 不亮、LED4 亮 |

2. 馬達輸出(P2)方向，如表二所示。

表二

| SW4(逆轉機)切換至前進位 | SW4(逆轉機)切換至中立位 | SW4(逆轉機)切換至後退位 |
|--|--------------------------------------|--|
| P2_Pin1(TP3)輸出 PWM P2_Pin2(TP4)輸出低態 | P2_Pin1(TP3)輸出低態 P2_Pin2(TP4)輸出低態 | P2_Pin1(TP3)輸出低態 P2_Pin2(TP4)輸出 PWM |

3. 加速手把(VR1)推到最前面為 0 檔，拉到底為 14 檔，DS1、DS2、DS3、P2 狀態，如圖表三所示。PWM 頻率為 1KHz。

表三

| 檔位 | DS1、DS2 顯示 | DS3 顯示 | 馬達輸出(P2)PWM Duty (前進位、後退位) | 馬達輸出(P2)PWM Duty (中立位) |
|----|------------|-------------|-------------------------------|------------------------------|
| 0 | 0 | 目前 PWM Duty | 0% | 0% |
| 1 | 1 | | 6% | |
| 2 | 2 | | 12% | |
| 3 | 3 | | 18% | |
| 4 | 4 | | 24% | |
| 5 | 5 | | 30% | |
| 6 | 6 | | 36% | |
| 7 | 7 | | 42% | |
| 8 | 8 | | 48% | |
| 9 | 9 | | 55% | |
| 10 | 10 | | 64% | |
| 11 | 11 | | 73% | |
| 12 | 12 | | 82% | |
| 13 | 13 | | 91% | |
| 14 | 14 | | 100% | |

Mode2(擬真模式)功能要求：

0. SW1 切換至 10，立刻執行 Mode2 的功能。
1. LED3、LED4 狀態，如表一所示。
2. 馬達輸出(P2)方向，如表二所示。
3. 加速手把(VR1)推到最前面為 0 檔，拉到底為 14 檔，DS1、DS2、DS3、P2 狀態，如表四所示。
- PWM 頻率為 1KHz。

表四

| 檔位 | DS1、DS2 顯示 | DS3 顯示 | 馬達輸出(P2)PWM Duty (前進位、後退位) | 馬達輸出(P2)PWM Duty (中立位) |
|----|---------------|--|--|---------------------------|
| 0 | Eb | 時速= 目前 PWM Duty * 150 (例如:10%顯示 15 50%顯示 75) | -10%/s 直到 0% | 0% |
| 1 | b8 | | -5%/s 直到 0% | |
| 2 | b7 | | -4.5%/s 直到 0% | |
| 3 | b6 | | -4%/s 直到 0% | |
| 4 | b5 | | -3.5%/s 直到 0% | |
| 5 | b4 | | -3%/s 直到 0% | |
| 6 | b3 | | -2.5%/s 直到 0% | |
| 7 | b2 | | -2%/s 直到 0% | |
| 8 | b1 | | -1.5%/s 直到 0% | |
| 9 | n | | -1%/s 直到 0% | |
| 10 | P1 | | 目前 PWM<20%: +1%/s 直到 20% 目前 PWM>20%: -0.5%/s 直到 20% | |
| 11 | P2 | | 目前 PWM<40%: +2%/s 直到 40% 目前 PWM>40%: -0.5%/s 直到 40% | |
| 12 | P3 | | 目前 PWM<60%: +3%/s 直到 60% 目前 PWM>60%: -0.5%/s 直到 60% | |
| 13 | P4 | | 目前 PWM<80%: +4%/s 直到 80% 目前 PWM>80%: -0.5%/s 直到 80% | |
| 14 | P5 | | +5%/s 直到 100% | |

*Eb=emergency braking 緊急緊軔

4. SW2(ATP 開關)切換至使用位時，LED2 亮。SW2(ATP 開關)切換至隔離位時，LED2 不亮。

5. SW2(ATP 開關)切換至使用位和時速不為 0 時，連續按住 SW3 超過 15 秒，BZ1(PA2)發出 0.5 秒叫，0.5 秒不叫的警告聲，如果經過 3 秒未放開 SW3，BZ1(PA2)發出 0.25 秒叫，0.25 秒不叫的警告聲，如果再經過 3 秒未放開 SW3，檔位切換至 0 (Eb)。
6. SW2(ATP 開關)切換至使用位和時速不為 0 時，連續放開 SW3 超過 3 秒，BZ1(PA2)發出 0.5 秒叫，0.5 秒不叫的警告聲，如果經過 3 秒未按下 SW3，BZ1(PA2)發出 0.25 秒叫，0.25 秒不叫的警告聲，如果再經過 3 秒未按下 SW3，檔位切換至 0 (Eb)。
7. 當檔位切換至 0 (Eb)時，必須等到時速到 0 和加速手把(VR1)推到檔位 0 (Eb)之後，才可以離開檔位 0 (Eb)切換至其他檔位。

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 E5V 供電。

透過 Task board 的 U1 與 STM32L053-Nucleo 連接。

2. 調整電源供應器輸出+12V，接至 Task board 上的 P1 輸入電源。
3. 量測 Task board 上的 TP1 應有+12V。
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
- ITC112_ESP_Example 完整專案
- ITC112_ESP_Answer.hex
- 周邊元件之 Datasheet

D、範例專案與程式說明(ITC112_ESP_Example.uvprojx)

1. 請使用 Keil uVision5 或 STM32CubeIDE，Compile ITC112_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 | C20, C23, C30, C41, C43 | 5 | 紙托盤包裝 |
| 2 | 積層電容 | 1nF / SMD0805 | C21 | 1 | |
| 3 | 電解電容 | 100uF/16V | C22 | 1 | |
| 4 | 蜂鳴器 | ∅ 12mm / 它激式/12V | Bz1 | 1 | |
| 5 | 二極體 | LL4148/ SOD-80 | D1 | 1 | |
| 6 | 七段顯示器 | 紅光/共陽極 | DS1、DS2 | 2 | 含 5Pin 圓孔座 每個 DS 配 2 排 |
| 7 | 七段顯示器 | 三連紅光/共陽極 | DS3 | 1 | 含 6Pin 圓孔座 每個 DS 配 2 排 |
| 8 | 發光二極體 | 5mm / 紅光 | LED1 | 1 | |
| 9 | 發光二極體 | 5mm / 綠光 | LED2、LED3 | 2 | |
| 10 | 發光二極體 | 5mm / 黃光 | LED4 | 1 | |
| 11 | P-Channel MOSFET | SI-2301 / SOT-23 | Q1-Q5 | 5 | |
| 12 | N-Channel MOSFET | SI-2302 / SOT-23 | Q6 | 1 | |
| 13 | 電阻 | 330Ω / SMD0805 | R41, R42, R43, R44, R45, R46, R47, R48, R49, R50, R51 | 11 | |
| 14 | 電阻 | 820Ω / SMD0805 | R25 | 1 | |
| 15 | 電阻 | 1kΩ/ SMD0805 | R21 | 1 | |
| 16 | 電阻 | 5.6kΩ/ SMD0805 | R23 | 1 | |
| 17 | 電阻 | 10kΩ/ SMD0805 | R24, R52, R31, R53, R54, R55, R56, R57 | 8 | |
| 18 | 電阻 | 91kΩ/ SMD0805 | R22 | 1 | |
| 19 | 指撥開關 | 2P/DIP | SW1 | 1 | |
| 20 | 滑動開關 | SPDT/間距 mm | SW2 | 1 | OS102011MS2QN1 |
| 21 | 按鈕開關 | Tact Switch / 12mm | SW3 | 1 | |
| 22 | 搖頭開關 | 90 度/間距 2.54mm | SW4 | 1 | ST-0-103-C03-N003-RS |
| 23 | 測試點 | 黑色 | TP0 | 1 | |
| 24 | 測試點 | 紅色 | TP1-TP10 | 10 | |
| 25 | 可變電阻 | RK12L1210C0R | VR1 | 1 | |
| 26 | 排針母座 | 19*2Pin / 2.54mm | U1 | 2 | For Nucleo-64 |
| 27 | 端子台 | 2*1Pin / 5mm | P1、P2、P3 | 3 | |
| 28 | 積體電路 | TPS259631/SOP-8 | U2 | 1 | |
| 29 | 積體電路 | MCP14A0304/SOP-8 | U3 | 1 | |
| 30 | 金屬螺絲 | ∅ 3mm / 長 10 mm | | 4 | |
| 31 | 銅柱(公) | ∅ 3mm / 高 30 mm | | 6 | For Task Board |
| 32 | 金屬螺帽 | ∅ 3mm | | 10 | For Task Board |
| 33 | 印刷電路板 | Task board | | 1 | |
| 34 | 莫士座 | 4pin | X1 | 1 | |
| 35 | 3D 列印零件 | | | 3 | |

The image shows a PCB layout for a custom board, likely a development board or a specialized interface board. The layout is organized into sections A, B, C, and D, with a grid system (1-6 horizontally, A-D vertically).

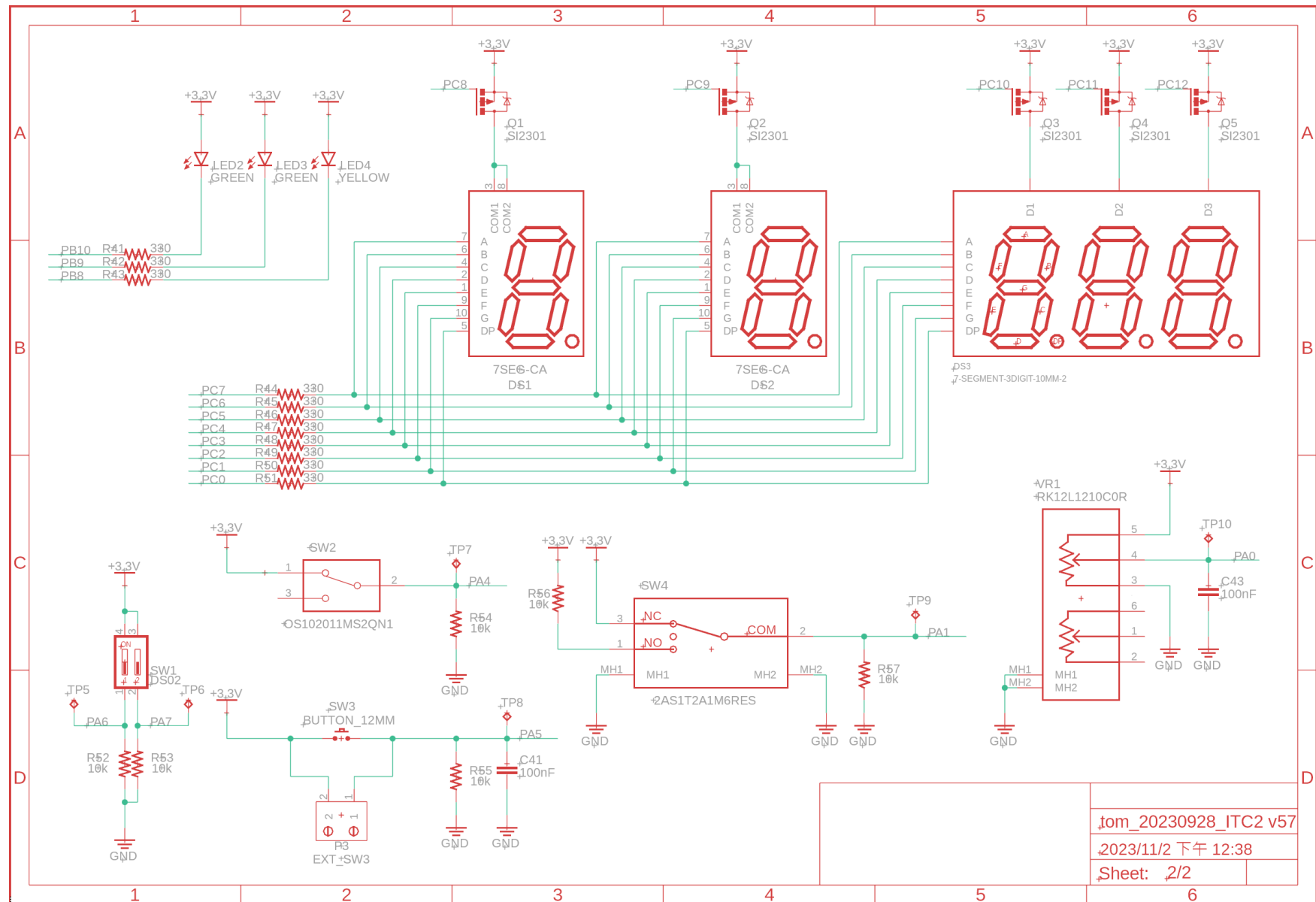
Key Components and Connections:

- Microcontroller (U1):** NUCLEO-L053R8. Pins are connected to various components and headers.
- Power Management (U2):** TPS259631DDAR. Connected to a +12V input (P1) and provides output to the motor driver and other components.
- Motor Driver (U3):** MCP14A0304T-E_SN. Controls the motor output (P2).
- USB-to-UART Bridge (U4):** UX60SC-MB-5ST. Connects the USB port (P3) to the microcontroller.
- Other Components:** LED1 (red), Buzzer (BZ1), Diode (D1), Resistor (R1), Capacitor (C1), and various passive components (resistors, capacitors).

Pin Headers and Connections:

- P1:** +12V input.
- P2:** Motor output.
- P3:** USB port.
- P4:** +3.3V input.
- P5:** +12V input.
- P6:** +12V input.
- P7:** +12V input.
- P8:** +12V input.
- P9:** +12V input.
- P10:** +12V input.
- P11:** +12V input.
- P12:** +12V input.
- P13:** +12V input.
- P14:** +12V input.
- P15:** +12V input.
- P16:** +12V input.
- P17:** +12V input.
- P18:** +12V input.
- P19:** +12V input.
- P20:** +12V input.
- P21:** +12V input.
- P22:** +12V input.
- P23:** +12V input.
- P24:** +12V input.
- P25:** +12V input.
- P26:** +12V input.
- P27:** +12V input.
- P28:** +12V input.
- P29:** +12V input.
- P30:** +12V input.
- P31:** +12V input.
- P32:** +12V input.
- P33:** +12V input.
- P34:** +12V input.
- P35:** +12V input.
- P36:** +12V input.
- P37:** +12V input.
- P38:** +12V input.
- P39:** +12V input.
- P40:** +12V input.
- P41:** +12V input.
- P42:** +12V input.
- P43:** +12V input.
- P44:** +12V input.
- P45:** +12V input.
- P46:** +12V input.
- P47:** +12V input.
- P48:** +12V input.
- P49:** +12V input.
- P50:** +12V input.

8



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 | 112 年 11 月 23 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(25 分) | | | | | | |
| 1 | LED2、LED3、LED4 顯示正確 | | | 5 | | 一個燈錯扣 2 分 |
| 2 | DS1 顯示正確 | | | 4 | | 全對才給分 |
| 3 | PA0 電壓於 DS2 顯示資訊正確 | | | 5 | | 全對才給分 |
| 4 | PA0 電壓於 DS3 顯示資訊正確 | | | 5 | | 少一位扣 2 分 |
| 5 | 按下 SW3 使 BZ1 發出 500Hz 聲音 | | | 6 | | 頻率錯扣 3 分 |
| Mode1 功能要求(32 分) | | | | | | |
| 7 | LED2 顯示正確 | | | 2 | | 項次 1 有才評分 |
| 8 | SW4 正確控制 LED3、LED4 | | | 6 | | 一個燈錯扣 3 分 |
| 9 | DS1、DS2 顯示正確 | | | 6 | | 一個檔位錯扣 2 分 |
| 10 | DS3 顯示正確 | | | 6 | | 一個檔位錯扣 2 分 |
| 11 | 馬達輸出 PWM Duty 正確 | | | 6 | | 一個檔位錯扣 2 分 |
| 12 | 馬達輸出方向正確 | | | 6 | | 一個錯扣 3 分 |
| Mode2 功能要求(33 分) | | | | | | |
| 13 | SW2 能正確控制 LED2 | | | 1 | | 全對才給分 |
| 14 | SW4 能正確控制 LED3、LED4 | | | 2 | | 全對才給分 |
| 15 | DS1、DS2 顯示正確 | | | 2 | | 一個檔位錯扣 1 分 |
| 16 | DS3 顯示正確 | | | 4 | | |
| 17 | 馬達輸出 PWM Duty 正確 | | | 8 | | |
| 18 | 馬達輸出方向正確 | | | 2 | | |
| 19 | SW3 按住功能正常 | | | 5 | | |
| 20 | SW3 放開功能正常 | | | 5 | | |
| 21 | 檔位切換至 0 (Eb)時，必須等到時速到 0 和加速手把(VR1)推到檔位 0 (Eb)之後，才可以離開檔位 0 (Eb)。 | | | 4 | | |
| 6 | 時間分數：可得分條件符合下列任一即可 1. 組裝未缺件，且自行編寫程式，完成項次 1~5 之全部細項 2. 組裝未缺件，且燒錄標準答案為全功能 繳件時間： | | | 10 | | ≤ 1.00hr：10 分 1.00 ~ 1.50hr：8 分 1.50 ~ 2.00hr：6 分 2.00 ~ 2.50hr：4 分 2.50 ~ 3.00hr：2 分 |
| 7 | 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： |