

109學年度台灣區工科技藝競賽數位電子術科試題一

一、試題名稱：節能智慧型環境偵測系統

二、試題說明：

本試題為設計一節能智慧型環境偵測系統，可透過開關設定感測裝置持續更新、部分更新以及停止更新數值以達到節能目的，此偵測系統元件包含了兩個四位數七段顯示器、一個八位元指撥開關、128 X 160 RGB TFT LCD 顯示模組、DHT11 溫溼度感測器、TSL2561 光感測器、SD178B 語音模組以及 4 X 4 無段式開關，共七種元件，整體電路之架構如圖 1 所示。

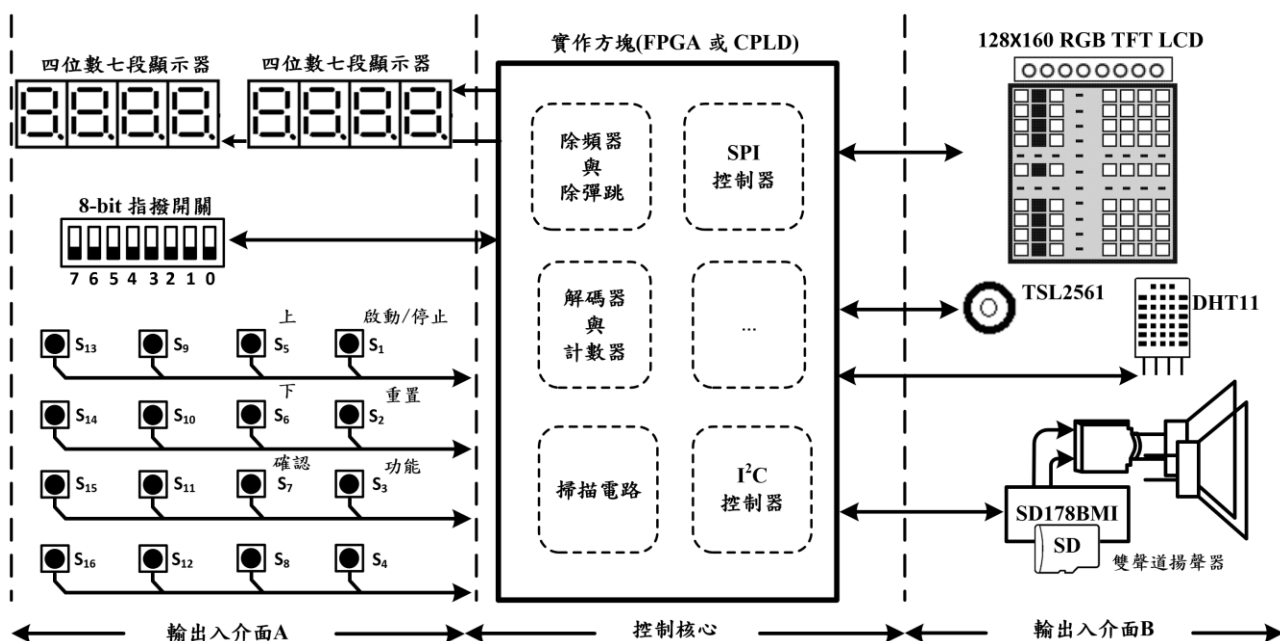


圖 1. 裝置測試平台整體架構圖

此平台分為三個部分：輸出入介面 A、控制核心以及輸出入介面 B，選手須實現上述硬體於麵包板、洞洞板或大會所提供之數位電子實驗電路板。在輸出入介面 A 部分，配置 4 X 4 個無段式開關、一 8-bit(位元)指撥開關以及兩個四位數七段顯示器，提供電路輸出入條件；在控制核心部分，請利用 FPGA 或 CPLD 設計(但不得使用嵌入式或外接任何微控制器，如 Arduino、樹莓派或是 ARM 等單晶片)實作方塊的相關電路，選手可自行思考及規劃；在圖 1 右側輸出入介面 B 部分，配置有一 128 X 160 RGB TFT LCD (使用 ST7735 控制晶片)具 SPI 介面，能顯示有顏色之圖型及文字；一 DHT11 溫溼度感測器和一 TSL2561 光感測器具 I²C 介面接入控制核心部分，得以提供溫溼度以及感測光的強度；一 SD178BMI 語音模組，可播放存放於 SD 記憶卡內的語音檔案，且能接受中文 BIG5 碼並說出中文，所有功能與設定皆需透過 I²C 介面完成。

三、功能要求：

1. 功能選擇開關 M 輸入格式：

功能選擇為使用 8-bit 指撥開關，最左邊 2 個位元，編號分別為 7 和 6 可參照圖 1，其數值範圍限制在 $00_{(2)} \sim 11_{(2)}$ ；指撥開關向上撥表示為 $1_{(2)}$ ，向下撥表示為 $0_{(2)}$ 。

- (1) $00_{(2)}$ (128 X 160 TFT LCD 測試)模式：按下 S_1 啟動測試，控制核心電路先對 LCD 進行初始化後，閃爍顯示如圖 2 所示，上半部第 1-80 列顯示白色，下半部第 81-160 列顯示黑色如圖 2 順序 1，接著上半部第 1-80 列顯示黑色，下半部第 81-160 列顯示白色如圖 2 順序 2，順序 1 與順序 2 循環顯示並維持兩秒鐘，以達到閃爍效果。接著開始以 0.5 秒的速率倒數，從數字 9 到 1，當倒數至數字 3 時，需改變顏色為綠色，當倒數到數字 2 時，需改變顏色為紅色，倒數到數字 1 時，改變顏色為藍色如圖 3 順序 1 到 9 所示，再回至圖 2 繼續循環，直到按下 S_1 測試程序停止於當下畫面。不論狀態如何，一但按下 S_2 重置鍵，系統將清除 LCD 畫面且呈現白色，直到再按下 S_1 啟動鍵才會開始。

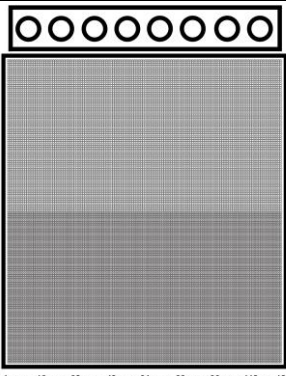
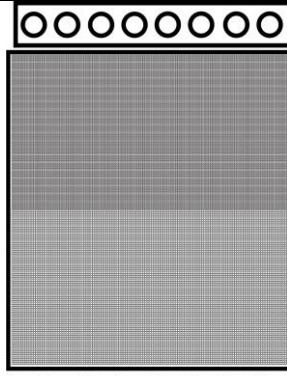
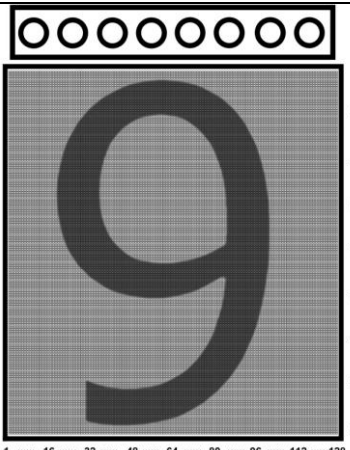
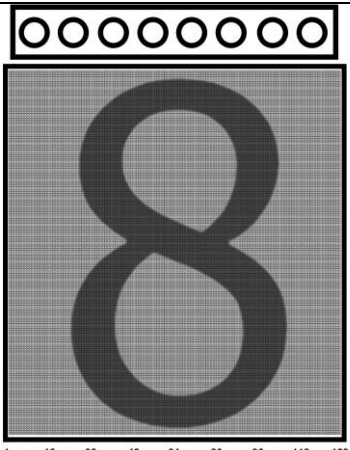
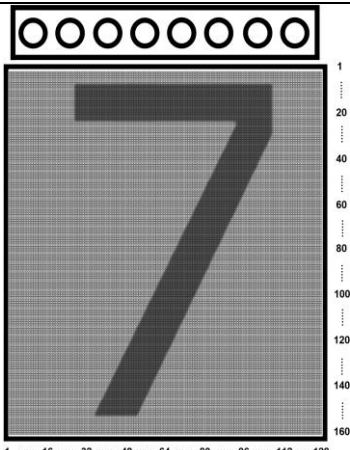
順序	1	2
顯示內容		
狀態	上半部顯示白色， 下半部顯示黑色	上半部顯示黑色， 下半部顯示白色

圖 2. 初始化亮暗閃爍維持兩秒

順序	1	2	3
顯示內容			
狀態	顯示黑色數字 9	顯示黑色數字 8	顯示黑色數字 7

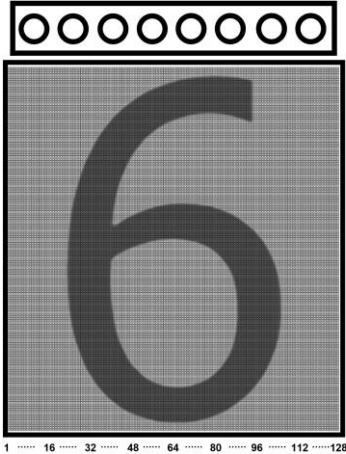
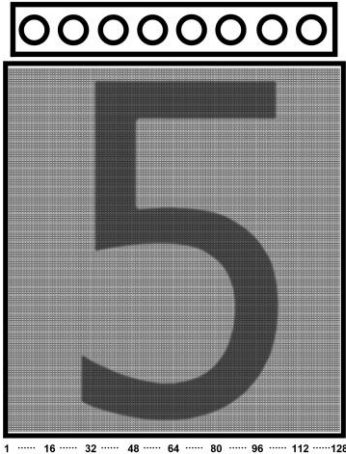
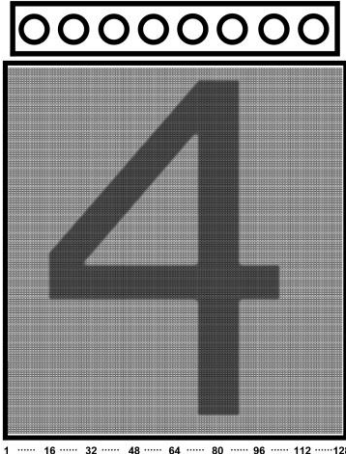
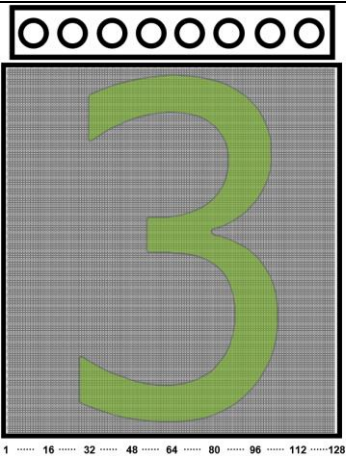
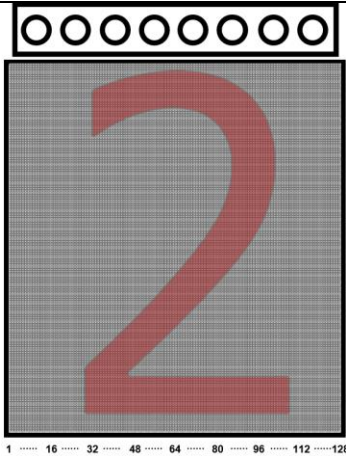
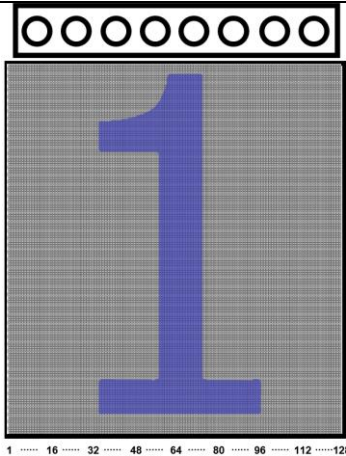
順序	4	5	6
顯示內容			
狀態	顯示黑色數字 6	顯示黑色數字 5	顯示黑色數字 4
順序	7	8	9
顯示內容			
狀態	顯示綠色數字 3	顯示紅色數字 2	顯示藍色數字 1

圖 3. 數字順序顯示以及顏色

(2) 01₍₂₎ (語音測試)模式：按下 S₁ 啟動測試，控制核心電路先對輸出入介面 A 兩個四位數七段顯示器進行閃爍控制並維持兩秒，可視閃爍效果即可，接著由左至右顯示 F1.VOL03 表示功能 1 設定語音模組音量，初始大小為(volume)為 3 如圖 4 所示，可透過 S₅ 上和 S₆ 下鍵改變音量大小，須有 VOL02、VOL03 以及 VOL04 三種音量可設定，按下 S₇ 確認鍵後即為設定完畢，且須聽到聲音改變，播放內容選手可自行決定。再按一次 S₃ 功能鍵即可切換至設定聲道資訊 F2.RIGHT.如圖 5，表示可設定右聲道，按 S₆ 下鍵則可切換到設定左聲道，顯示 F2.LEFT..如圖 6 所示，顯示設定雙聲道則需要再按 S₆ 下鍵如圖 7 所示，任一聲道設定都需再按下 S₇ 確認鍵後，才會反應。切換到播放或靜音模式，可按下 S₃ 功能鍵，七段顯示器會顯示 F3.PLAY. 如圖 8 所示，表示設定播放模式，按 S₆ 下鍵會切換到設定靜音模式，七段顯示器會顯示 F3.OFF..如圖 9 所示，再按下 S₇ 確認鍵後，揚聲器不會再發出聲音，直到切換到設定播放模式並按確認後。在設定模式時，不論當下處於哪一個設定，按 S₅ 上鍵一律回到前一個設定選單，除非處於功能 1，按 S₅ 上鍵並不會有變化。

顯示內容	
狀態	功能(Function)1:設定語音模組音量(volume)為 3

圖 4. 功能 1 音量設定

顯示內容	
狀態	功能(Function)2:設定語音模組聲道為右(RIGHT)聲道

圖 5. 功能 2 右聲道設定

顯示內容	
狀態	功能(Function)2:設定語音模組聲道為左(LEFT)聲道

圖 6. 功能 2 左聲道設定

顯示內容	
狀態	功能(Function)2:設定語音模組聲道為雙(BOTH)聲道

圖 7. 功能 2 雙聲道

顯示內容	
狀態	功能(Function)3:設定語音模組播放(PLAY)模式

圖 8. 功能 3 撥放模式設定

顯示內容	
狀態	功能(Function)3:設定語音模組靜音(OFF)模式

圖 9. 功能 3 靜音模式設定

- (3) 10₍₂₎ (感測器件測試)模式：按下 S₁ 啟動測試，控制核心電路先對 TFT LCD、TSL2561 以及 DHT11 溫溼度感測器初始化後，每隔 1 秒讀取 TSL2561 以及 DHT11 溫度和溼度感測數據，並顯示於輸出入介面 B 的 TFT LCD 顯示器上如圖 10 所示，由上而下顯示數值的資訊分別是光強度、溫度以及溼度，每一種量測數據都需要有對應的單位顯示，Lux 為光強度單位、°C 以及 % 表示溫度和溼度，顯示期間可以使用指撥開關選擇是否要顯示感測器的數值和是否要持續更新，輸出入介面 A 指撥開關 2~0 bits 可設定是否要顯示光強度以及溫溼度的資訊，而 5~3 bits 則是設定光感測器和溫溼度的資訊是否要持續更新，當往下撥時表示關閉 0₍₂₎，當指撥開關 5~0 bits 皆為 1₍₂₎ 時，表示所有感測器的資訊都須顯示並持續更新如圖 10 所示；當指撥開關 2~0 bits 數值為 011₍₂₎ 表示關閉溼度顯示，此時溼度資訊的欄位須顯示為 OFF，其餘未關閉則持續顯示與更新；當指撥開關 5~3 bits 設定為 001₍₂₎，只有光感測器的資訊會更新，溫度的部分則會停留在最後一筆資訊且不再更新改變如圖 11 所示，直到再按下 S₁ 停止鍵，LCD 則停止所有數值更新。

顯示內容	
狀態	指撥開關 5~0 bits 為 11111 ₍₂₎ ，顯示所有感測元件資訊並持續更新

圖 10. 在輸出入介面 B 上的 LCD 顯示 TSL2561 光強度感測數值、溫度以及溼度數值

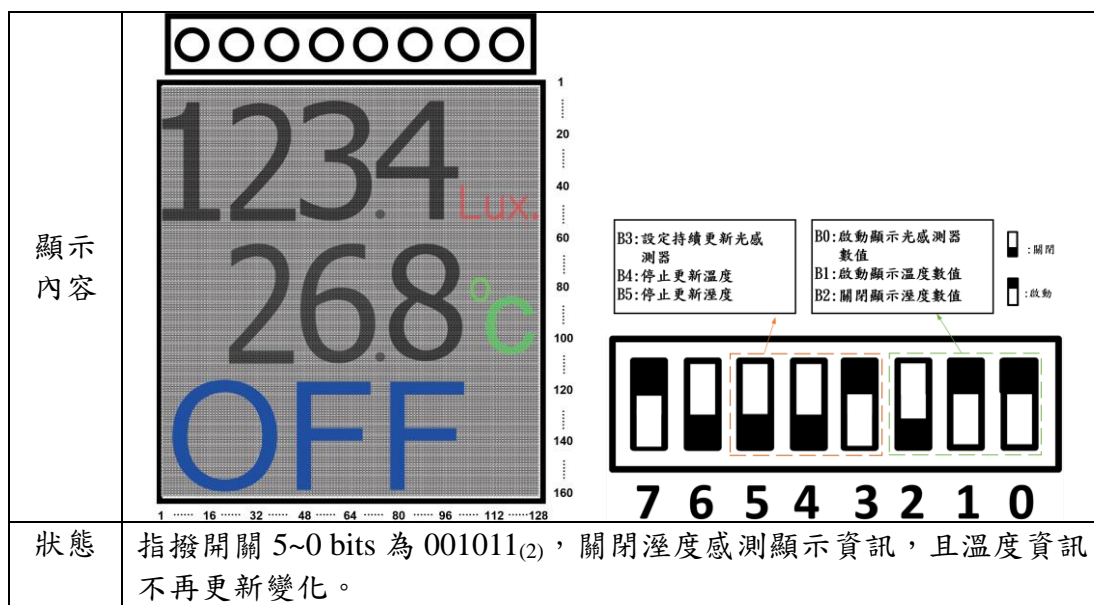


圖 11.關閉溼度感測顯示以及停止溫度更新

- (4) 11₍₂₎ (整合型測試)模式：當按下 S₁ 啟動測試，控制核心電路先對 TFT LCD 進行初始化並全白顯示後，開始播放語音內容 1「系統開始播報」，接著播報七段顯示器上的設定，當設定如圖 5~7 其中一種且設定為播放模式如圖 8，即播報語音內容 2「左右或雙聲道播放中」，此時揚聲器的聲音大小以及聲道都需要依照設定如左、右、雙聲道以及音量之變化；當設定靜音模式如圖 9，則播報「靜音中」，之後就不再發出聲音直到再度設定為播放模式。指撥開關 5~3 bits 撥於上方(111₍₂₎)，播報語音內容 3「感測器數值更新中」，此時光感測器以及溫溼度資訊開始持續更新並顯示於 LCD 上，當指撥開關 2~0 bits 為 011₍₂₎，播報「部分感測器關機中」，LCD 上的資訊須依照如圖 11 所示，當指撥開關 5~3 bits 為 001₍₂₎ 則播報「部分感測器停止更新」，LCD 上的溫度資訊也會停留於最後一次更新的資料；最後則播報語音內容 4「結束本次播報」，所有播報過程，七段顯示器以及 LCD 的資訊都須能正常顯示，且須能依序循環播報圖 12 所示語音內容；若再按下 S₁ 則測試程序停止。

語音內容 1	播放「系統開始播報」
語音內容 2	撥放「左右或雙聲道播放中」或「靜音中」
語音內容 3	撥放「感測器數值更新中」或「部分感測器關機中」 或 「部分感測器停止更新」
語音內容 4	撥放「結束本次播報」

圖 12.語音測試之語音內容

2. 按鍵功能：

- (1) S₁ 啟動/停止鍵：此按鍵具有啟動和停止功能，按第一下時為啟動，再按一下則停止。
- (2) S₂ 重置鍵：按一次立即回到該功能初始設定
- (3) S₃ 功能鍵：切換元件功能
- (4) S₅ 上鍵：設置元件參數值，按一次大小數值加 1 或功能選單向上切換
- (5) S₆ 下鍵：設置元件參數值，按一次大小數值減 1 或功能選單向下切換
- (6) S₇ 確認鍵：按一次立即接受元件新設定的參數值

四、注意事項：

- (1)、FPGA/CPLD 與輸出輸入介面 A 與 B 連接關係使用前需淨空，核心控制的部分可保留，並使用標籤貼紙註明崗位編號與選手姓名，並請裁判檢查，待宣布開始製作後，才可以開始接線。
- (2)、本試題不得使用**硬體語言產生器**，違者零分計算。
- (3)、考試中禁止使用任何能與外界通訊之媒介，違反者，以零分計算。
- (4)、對於題意或展示上有任何疑問，都可隨時向裁判詢問。

五、測試步驟：

模式	指撥開關編號 7 和 6	00 ₍₂₎
測試 方式	測試模式分項	RGB TFT LCD 測試
	TFT LCD 器件	(1)、功能要求如<三、功能要求之 00 ₍₂₎ 模式說明>。 (2)、按下 S ₁ 啟動測試，對 TFT LCD 進行初始化後閃爍顯示如圖 2。 (3)、依序顯示圖案從圖 3 順序 1 到圖 3 順序 9，之後再回到圖 2 開始循環，數字 3、2、1 分別要以綠紅藍色顯示。 (4)、按下 S ₁ 測試程序停止。 (5)、按下 S ₂ 重置鍵，再按下 S ₁ 啟動測試才會開始。

模式	指撥開關編號 7 和 6	01 ₍₂₎
測試 方式	測試模式分項	七段顯示器和 SD178BMI 語音測試
	七段顯示器與 SD178BMI 語音設定	(1)、功能要求如<三、功能要求之 01 ₍₂₎ 模式說明>。 (2)、按下 S ₁ 啟動測試，七段顯示器進行閃爍控制並維持兩秒。 (3)、可於功能 1，按下 S ₅ 上和 S ₆ 下鍵改變音量大小且顯示於七段顯示器上，再按下 S ₇ 確認鍵後，改變音量。 (4)、按下 S ₃ 功能鍵，可切換至功能 2，並透過按下 S ₅ 上或 S ₆ 下鍵選擇顯示於七段顯示器上的左、右或雙聲道設定選單，再分別按下 S ₇ 確認鍵後，揚聲器左邊、右邊或兩邊的喇叭發出聲音。 (5)、按下 S ₃ 功能鍵換至功能 3 播放或靜音模式，並透過按下 S ₅ 上或 S ₆ 下鍵選擇顯示於七段顯示器上的播放或靜音設定選單，再分別按下 S ₇ 確認鍵後，依照設定揚聲器會發出聲音或呈現靜音。 (6)、按下 S ₂ 重置鍵，清除所有設定，再按下 S ₁ 啟動測試才會開始。

模式	指撥開關編號 7 和 6	10 ₍₂₎
測試 方式	測試模式分項	感測器件測試
	TSL2561 光感 以及 DHT11 溫溼度感測器	<p>(1)、功能要求如<三、功能要求之 10₍₂₎模式說明>。</p> <p>(2)、指撥開關 5~0 bits 全部往上撥，再按下 S₁ 啟動測試，LCD 上會顯示 TSL2561 光感測器以及 DHT11 溫度和溼度數值和單位，並持續更新數值。溫度和濕度測試可使用吸管對感測器吹氣，而光感測器測試期間可使用不透光紙卡蓋住或是移除。</p> <p>(3)、指撥開關 2~0 bits 設定為 011₍₂₎表示關閉溼度顯示，此時溼度資訊的欄位須顯示為 OFF。</p> <p>(4)、指撥開關 5~3 bits 設定為 001₍₂₎，只有光感測器的資訊會更新，溫度數值則不再變化。</p> <p>(5)、按下 S₁ 測試程序停止。</p>

模式	指撥開關編號 7 和 6	11 ₍₂₎
測試 方式	測試模式分項	整合測試
	TFT LCD 以及 七段顯示器初 始化	<p>(1)、功能要求如<三、功能要求之 11₍₂₎模式說明>。</p> <p>(2)、按下 S₁ 啟動測試後，TFT LCD 全白顯示，並播報語音內容 1「系統開機」。</p> <p>(3)、按下確認鍵於七段顯示器顯示 F3.PLAY.，播報語音內容 2「左右或雙聲道播放中」。</p> <p>(4)、按下確認鍵於七段顯示器顯示 F3.OFF.，播報語音內容 2「靜音中」後，不再發出聲音。</p>
	TSL2561 光 感、DHT11 溫 溼度感測器以 及 SD178BMI 語音輸出	<p>(1)、功能要求如<三、功能要求之 11₍₂₎模式說明>。</p> <p>(2)、指撥開關 5~0 bits 皆為 1₍₂₎時，播報語音內容 3「感測器數值更新中」，可使用吸管對溫溼度感測器吹氣，觀察 LCD 數值是否改變。</p> <p>(3)、指撥開關 2~0 bits 為 011₍₂₎時，表示關閉溼度顯示，此時溼度資訊的欄位須顯示為 OFF，並播報語音內容 3「部分感測器關機中」。</p> <p>(4)、指撥開關 5~3 bits 為 001₍₂₎時，播報語音內容 3「部分感測器停止更新」，此時溫度資訊不再更新且可使用不透光紙卡遮蓋光感測器，觀察 LCD 數值是否接近 0 Lux。</p>

六、評分點：

項目	評分內容	配分	實得
1	測試模式 00 ₍₂₎ —128 X 160 TFT LCD 測試 <input type="checkbox"/> 初始化後閃爍顯示兩秒，加 5 分 <input type="checkbox"/> 0.5 秒速率倒數計數順序完整，加 6 分 <input type="checkbox"/> 數字 3、2、1 以綠紅藍色正確顯示，加 6 分 <input type="checkbox"/> S ₂ 有重置功能，加 4 分 <input type="checkbox"/> S ₁ 有啟動和停止功能，加 4 分	25	
2	測試模式 01 ₍₂₎ —七段顯示器與 SD178BMI 語音設定 <input type="checkbox"/> 七段顯示器進行閃爍控制並維持兩秒，加 2 分 <input type="checkbox"/> 功能 1 正常顯示 3 種音量大小並執行後音量有改變，加 4 分 <input type="checkbox"/> 功能 2 正常顯示聲道模式並分別可左、右以及雙聲道播放，加 4 分 <input type="checkbox"/> 功能 3 正常顯示播放模式並可工作於播放和靜音模式，加 4 分 <input type="checkbox"/> S ₇ 確認鍵有功能，加 2 分 <input type="checkbox"/> S ₆ 下鍵有功能，加 2 分 <input type="checkbox"/> S ₅ 上鍵有功能，加 2 分	20	
3	測試模式 10 ₍₂₎ —TSL2561 光感以及 DHT11 溫溼度感測器測試 <input type="checkbox"/> 指撥開關 5~0 bits 皆為 1 ₍₂₎ ，TFT LCD 正確顯示光強度、溫濕度以及單位，加 6 分 <input type="checkbox"/> 指撥開關 2~0 bits 為 011 ₍₂₎ 溼度欄位可顯示 OFF，加 6 分 <input type="checkbox"/> 指撥開關 5~3 bits 為 001 ₍₂₎ 溫度數值不再更新並保留資訊，加 6 分 <input type="checkbox"/> S ₁ 有啟動和停止功能，加 2 分	20	
4	測試模式 11 ₍₂₎ —整合測試 <input type="checkbox"/> 語音內容 1 正確播報，加 3 分 <input type="checkbox"/> 設定播放模式後語音內容 2 播報與七段顯示器顯示均正確，加 4 分 <input type="checkbox"/> 設定靜音模式後語音內容 2 播報與七段顯示器顯示均正確，加 4 分 <input type="checkbox"/> 指撥開關 5~0bits 設定為 111111 ₍₂₎ ，語音內容 3 播報「感測器數值更新中」以及 LCD 顯示均正確，加 4 分 <input type="checkbox"/> 指撥開關 5~0bits 設定為 111011 ₍₂₎ ，語音內容 3 播報「部分感測器關機中」以及 LCD 顯示均正確，加 4 分 <input type="checkbox"/> 指撥開關 5~0bits 設定為 001011 ₍₂₎ ，語音內容 3 播報「部分感測器停止更新」以及 LCD 顯示均正確，加 4 分 <input type="checkbox"/> 語音內容 4 正確播報，加 3 分 <input type="checkbox"/> S ₁ 有啟動和停止功能，加 4 分	30	
5	時間: 選手評分項目中 1 至 4 項均得滿分者，且完成時間在 <input type="checkbox"/> 2 小時內得 5 分 <input type="checkbox"/> 2.5 小時內得 4 分 <input type="checkbox"/> 3 小時內得 3 分 <input type="checkbox"/> 3.5 小時內得 2 分。	5	
評分老師簽名		總 分	
備註	一、使用硬體描述語言(VHDL/Verilog)或其他程式設計語言，在評分後請建立一資料夾，名稱為”崗位編號_代表學校_選手姓名”，並將所有設計檔案放置資料夾內後，請評分老師檢視並備份以完成繳交。		