

108 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：智能家居控溫系統

二、試題說明：

愛迪生這一學期修習智慧 AI 課程，依課程老師規定需繳交一智能家居控溫系統，一旦溫度過高或是過低，馬達會正轉或反轉運作，以達到室內換氣之功能，此系統主要元件包含兩個四位元七段顯示器、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、直流馬達、SD178BMI 語音以及 4X4 個無段式開關，共八種元件，整體電路之架構如圖 1 所示。

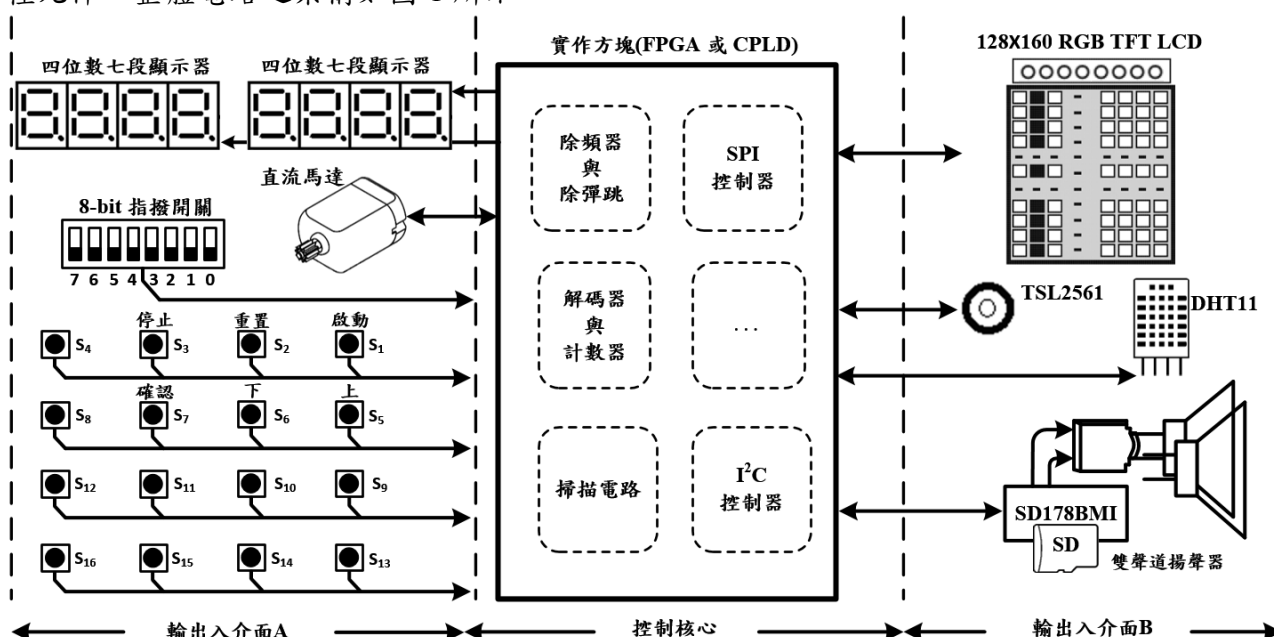


圖 1.智能家居控溫系統整體架構圖

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 108 年數位電子實驗電路板。在輸出入介面 A 部分，配置 4X4 個無段式開關、一 8-bit(位元)指撥開關、兩個四位數七段顯示器以及具有風扇的直流馬達，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微控制器的晶片，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，得以提供控制核心溫溼度以及光強度之數據；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. 功能選擇開關輸入格式：

功能選擇為使用 8-bit 指撥開關，其數值範圍限制在 $00_{(16)} \sim 03_{(16)}$ ；指撥開關向上撥表示為 $1_{(2)}$ ，向下撥表示為 $0_{(2)}$ 。

- (1) $00_{(16)}$ (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 TFT LCD 進行初始化後全白顯示，如圖 2 所示；掃描線由左至右，由上往下掃描，共分為三個部分，上半部第 1-50 列顯示藍色，中間第 51-100 列顯示綠色，最後一部分，第 101-160 列則顯示紅色；顯示規則如下所述：每次亮度變化後須停留一秒鐘，藍綠紅色亮度逐漸變亮，皆從 20% 開始顯示如圖 3 順序 1，直到 100% 如圖 3 順序 2 至順序 5 所示，接著開始逐漸變暗如圖 3 順序 6 至順序 8 所示，最後回到原本 20% 的亮度如圖 3 順序 9，接著繼續循環圖 2 和圖 3 內容，直到按下 S_3 測試程序停止後，停在當下的顏色。在顯示過程當中，按下 S_2 重置鍵，回啟動程序前的狀態，再按下 S_1 啟動測試才會開始。

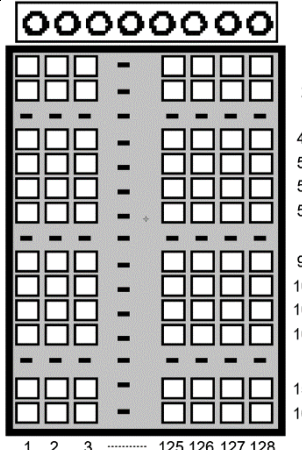
順序	0
顯示內容	
	1 2 3 125 126 127 128
狀態	全部顯示白色

圖 2. 全白狀態測試

順序	1	2	3
顯示內容			
狀態	藍綠紅亮度調整為 20%	藍綠紅亮度調整為 40%	藍綠紅亮度調整為 60%
順序	4	5	6
顯示內容			
狀態	藍綠紅亮度調整為 80%	藍綠紅亮度調整為 100%	藍綠紅亮度調整為 80%
順序	7	8	9
顯示內容			
狀態	藍綠紅亮度調整為 60%	藍綠紅亮度調整為 40%	藍綠紅亮度調整為 20%

圖 3. 藍綠紅色亮度變化之規則

顯示內容		
狀態	左側四位數:轉速顯示 03S.P. (S.P.:speed)	右側四位數:溫度顯示 25°C

圖 4. 在輸出介面 A 上的七段顯示器顯示馬達轉速與溫度

- (2) 01₍₁₆₎(直流馬達和 DHT11 器件測試)模式：按下 S₁ 啟動測試，控制核心電路先對 DHT11 進行初始化後，每隔(1~2 秒)讀取 DHT11 一次，並將溫度資訊顯示於右側四位數七段顯示器上，左側四位數七段顯示器則顯示直流馬達轉速的資訊如圖 4 所示，當溫度提高 1°C，轉速就會變快，反之，溫度下降 1°C，馬達的速度就會變慢(眼睛可辨識即可)，轉速分為弱中強 3 段，以數字 1(弱)、2(中)和 3(強)表示。運作期間，按下 S₅ 或 S₆ 鍵，馬達轉速會分別立即加速或減速，同時七段顯示器所顯示的轉速資訊也會跟著變化，直到按下 S₃ 鍵時，數值不再更新且停留在當下顯示的溫度。
- (3) 02₍₁₆₎(TSL2561 光感測器件測試)模式：按下 S₁ 啟動測試，控制核心電路先對 TFT LCD 進行初始化後全白顯示，然後再對 TSL2561 初始化後，每隔(2~3 秒)讀取 TSL2561 數據，並計算其光強度(單位:Lux 勒克斯)，將光強度數據以四位數黑色字體顯示於輸出介面 B 的 TFT LCD 顯示器上，並在 LCD 上方顯示工作模式"Mode:R"，當光強度大於 15 勒克斯時，馬達初始旋轉方向會先以逆時鐘方向旋轉並將旋轉圖示顯示於 LCD 如圖 5 所示；當光強度小於等於 15 勒克斯時，馬達旋轉方向會相反，同時顯示於 LCD 的旋轉狀態也會跟著改變並以藍色表示如圖 6 所示；在運作的過程，按下 S₃ 鍵時，工作模式會切換為"Mode:S"，此時光強度數據不再更新，且可藉由按下 S₅ 設定馬達旋轉方向為順時鐘如圖 7，而 S₆ 鍵則是設定為逆時鐘如圖 8，一旦設定完成，按下 S₇ 鍵後，即回到工作模式"Mode:R"，持續更新光強度數據，此時馬達旋轉的方向為在 Mode:S 時所設定的。


顯示內容	
狀態	工作模式: Mode:R 光強度數:0262 勒克斯 旋轉方向:逆時鐘

圖 5.光強度大於 15 勒克斯

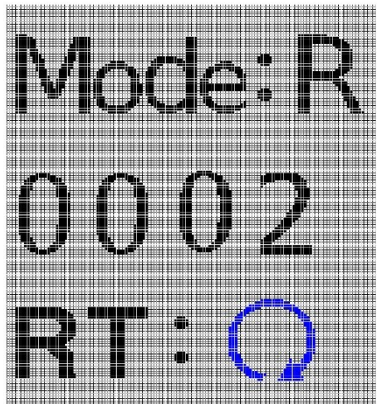
顯示內容	
狀態	工作模式: Mode:R 光強度數:0002 勒克斯 旋轉方向:順時鐘

圖 6.光強度小於等於 15 勒克斯

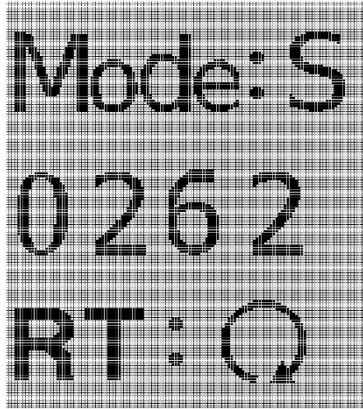
顯示內容	
狀態	工作模式: Mode:S 光強度數:0262 勒克斯 旋轉方向:順時鐘

圖 7.按下 S₅ 鍵旋轉方向改為順時鐘

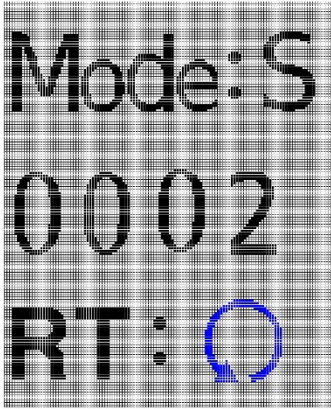
顯示內容	
狀態	工作模式: Mode:S 光強度數:0002 勒克斯 旋轉方向:逆時鐘

圖 8.按下 S₆ 鍵旋轉方向改為逆時鐘

- (4) 03₍₁₆₎ (整合測試)模式：按下 S₁ 啟動測試，控制核心電路先對 TFTLCD 以及七段顯示器進行初始化後，兩者須全亮顯示，開始播報語音內容 1「**智能家居控溫系統啟動**」如圖 9 所示，下一個播報語音內容 2 為「**亮度 xx 勒克斯且溫度為 yy °C**」，其中 xx 是指 TSL2561 讀取光強度的數值，yy 則是 DHT11 所提供的溫度數值，接著播報語音內容 3，「**轉速為 zz 順時鐘旋轉**」或「**轉速為 zz 逆時鐘旋轉**」，zz 為七段顯示器上的馬達轉速數值，順逆時鐘會以 15 勒克斯為基準點，當大於 15 勒克斯以逆時鐘方向旋轉，反之，則是以順時鐘方向旋轉，LCD 所顯示的順逆時鐘圖示也要跟著變化，最後播報語音內容 4，要依據溫度的變化有所不同，如溫度上升時，播報「**轉速增加中**」，溫度下降時，播報「**轉速降低中**」，當溫度沒有變化，則是播報「**持續換氣中**」，繼續依序循環播報語音內容 1~4，直到按下 S₃ 測試程序停止後，所有數值以及與語音內容不再更新和播報，顯示於 LCD 的內容則保持不變。

溫度條件	上升	不變	下降
語音內容 1	智能家居控溫系統啟動		
語音內容 2	亮度 xx 勒克斯且溫度為 yy °C		
語音內容 3	「轉速 zz 順時鐘旋轉」或「轉速為 zz 逆時鐘旋轉」		
語音內容 4	轉速增加中	持續換氣中	轉速降低中

圖 9. SD178BMI 語音測試之語音內容

2. 按鍵功能：

- (1) 啟動鍵 S₁：啟動測試程序
- (2) 重置鍵 S₂：按一次立即回到該功能初始設定
- (3) 停止鍵 S₃：停止當下測試程序
- (4) 上鍵 S₅：按一次數值加 1(加速)或切換順時鐘旋轉
- (5) 下鍵 S₆：按一次數值減 1(減速)或切換逆時鐘旋轉
- (6) 確認鍵 S₇：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，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	8-位元指撥	00 ₍₁₆₎
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 ₍₁₆₎ 模式說明>。 (2)、按下 S ₁ 啟動測試，對 TFT LCD 進行初始化後全白顯示。 (3)、依序顯示圖案從圖 2 順序 0 到圖 3 順序 1 至順序 9，之後再回到圖 2 開始循環。 (4)、按下 S ₃ 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	8-位元指撥	01 ₍₁₆₎
測試 方式	測試模式分項	轉速和溫度測試
	直流馬達和 DHT11 器件	(1)、功能要求如<三、功能要求之 01 ₍₁₆₎ 模式說明>。 (2)、按下 S ₁ 啟動測試後，左側七段顯示器顯示轉速資訊，右側七段顯示器上則顯示溫度數值。 (3)、使用吸管對溫度感測器吹氣，當溫度提高 1°C，馬達轉速會變快，反之，溫度下降 1°C，轉速則會變慢。 (4)、按下 S ₅ 馬達立即加速，按下 S ₆ 鍵馬達則是立即減速，七段顯示器上的轉速數值也會跟著改變。 (5)、按下 S ₃ 測試程序停止，七段顯示器上的數值不再更新且馬達停止運轉。

模式	8-位元指撥	02 ₍₁₆₎
測試方式	測試模式分項	TSL2561 器件測試
	TSL2561 光感測器件	<p>(1)、功能要求如<三、功能要求之 02₍₁₆₎模式說明>。</p> <p>(2)、按下 S₁ 啟動測試後，TFT LCD 顯示工作模式、光強度以及旋轉方向，當光強度大於 15 勒克司，馬達逆時鐘旋轉，光強度小於 等於 15 勒克司，馬達順時鐘旋轉。</p> <p>(3)、按下 S₃ 鍵後，工作模式會切換為”Mode:S”，此時可藉由 S₅ 和 S₆ 鍵調整馬達旋轉方向為順時鐘或是逆時鐘旋轉。</p> <p>(4)、按下 S₇ 鍵後，即回到工作模式”Mode:R”，持續更新光強度數據和馬達旋轉方向。</p>
模式	8-位元指撥	03 ₍₁₆₎
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 03₍₁₆₎模式說明>。</p> <p>(2)、按下 S₁ 啟動測試後，播報語音內容 1，期間 TFT LCD 以及七段顯示器全亮顯示。</p>
	溫度感測器以及直流馬達	<p>(1)、功能要求如<三、功能要求之 03₍₁₆₎模式說明>。</p> <p>(2)、使用吸管對溫度感測器吹氣，七段顯示器顯示的溫度和馬達轉速數值持續增加，馬達也會跟著加速。</p> <p>(3)、當停止吹氣，溫度下降時，七段顯示器溫度和轉速數值逐漸減少，馬達轉速也會跟著下降。</p> <p>(4)、播報語音內容 2 和 3 的數值都需要根據溫度和轉速變化而有所改變。</p>
	TSL2561 光感測	<p>(1)、功能要求如<三、功能要求之 03₍₁₆₎模式說明>。</p> <p>(2)、使用不透光紙卡遮蓋光感測器，當光強度小於等於 15 勒克斯時，馬達會以順時鐘方向旋轉。</p> <p>(3)、拿開不透光紙卡，光強度大於 15 勒克斯時，馬達會以逆時鐘方向旋轉。</p> <p>(4)、按下 S₃ 鍵，切換工作模式至”Mode:S”，此時光強度數據不再更新，按下 S₅ 鍵設定順時鐘旋轉，再按下 S₇ 鍵後馬達開始順時鐘旋轉且光數值也再繼續更新。</p> <p>(5)、播報語音內容 2 和 3 的光強度數值以及旋轉方向都需要根據設定而有所改變。</p>
	SD178BMI 語音輸出	<p>(1)、功能要求如<三、功能要求之 03₍₁₆₎模式說明>。</p> <p>(2)、播報語音內容 2 和 3 時，須依據 TFT LCD 和七段顯示器顯示的亮度、溫度、轉速以及旋轉方向。</p> <p>(3)、播報語音內容 4，須要根據溫度有所變化，當溫度持續上升，播報語音內容「轉速增加中」，當溫度不變時，播報「持續換氣中」，如果溫度是下降的，則播報「轉速降低中」。</p> <p>(4)、按下 S₃ 測試程序停止。</p>

六、評分點：

項目	評分內容	配分	實得
1	測試模式 00 ₍₁₆₎ —128 X 160 TFT LCD 測試 <input type="checkbox"/> 初始化後全白顯示，加 4 分 <input type="checkbox"/> 藍綠紅色顯示順序完整，加 6 分 <input type="checkbox"/> 亮度變化順序完整，加 6 分 <input type="checkbox"/> S ₃ 有功能，加 2 分 <input type="checkbox"/> S ₂ 有功能，加 2 分	20	
2	測試模式 01 ₍₁₆₎ —直流馬達和 DHT11 器件測試 <input type="checkbox"/> 右側七段顯示器正確顯示 DHT11 溫度與單位，加 5 分 <input type="checkbox"/> 左側七段顯示器正確顯示馬達轉速與單位，加 5 分 <input type="checkbox"/> 馬達轉速會隨著溫度正確變化，加 4 分 <input type="checkbox"/> S ₅ 有功能，加 2 分 <input type="checkbox"/> S ₆ 有功能，加 2 分 <input type="checkbox"/> S ₃ 有功能，加 2 分	20	
3	測試模式 02 ₍₁₆₎ —TSL2561 光感器件測試 <input type="checkbox"/> TFT LCD 正確顯示工作模式、光強度以及旋轉方向，加 6 分 <input type="checkbox"/> 馬達旋轉方向會隨著光強度正確變化，加 4 分 <input type="checkbox"/> LCD 上的旋轉圖示顏色與方向顯示完整，加 2 分 <input type="checkbox"/> S ₃ 有功能，加 2 分 <input type="checkbox"/> S ₅ 有功能，加 2 分 <input type="checkbox"/> S ₆ 有功能，加 2 分 <input type="checkbox"/> S ₇ 有功能，加 2 分	20	
4	測試模式 03 ₍₁₆₎ —整合測試 <input type="checkbox"/> LCD 正確顯示模式、光強度、旋轉方向以及初始狀態，加 4 分 <input type="checkbox"/> 七段顯示器正確顯示 DHT11 溫度與馬達資訊，加 4 分 <input type="checkbox"/> 語音內容 1 正確播報，加 2 分 <input type="checkbox"/> 語音內容 2 正確播報，加 6 分 <input type="checkbox"/> 語音內容 3 正確播報，加 6 分 <input type="checkbox"/> 語音內容 4 正確播報，加 6 分 <input type="checkbox"/> S ₃ 有功能，加 2 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	
6	美觀	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。		