

※本附件為材料之參考試題，並非比賽之實際題目※

### 【參考試題一】

#### 一、試題名稱：智能多功能時鐘

#### 二、試題說明：

本試題為設計一智能多功能時鐘，此平台測試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 溫濕度感測器、SD178B 語音模組以及 4 X 4 無段式開關，共六種元件，整體電路之架構如圖 1 所示。

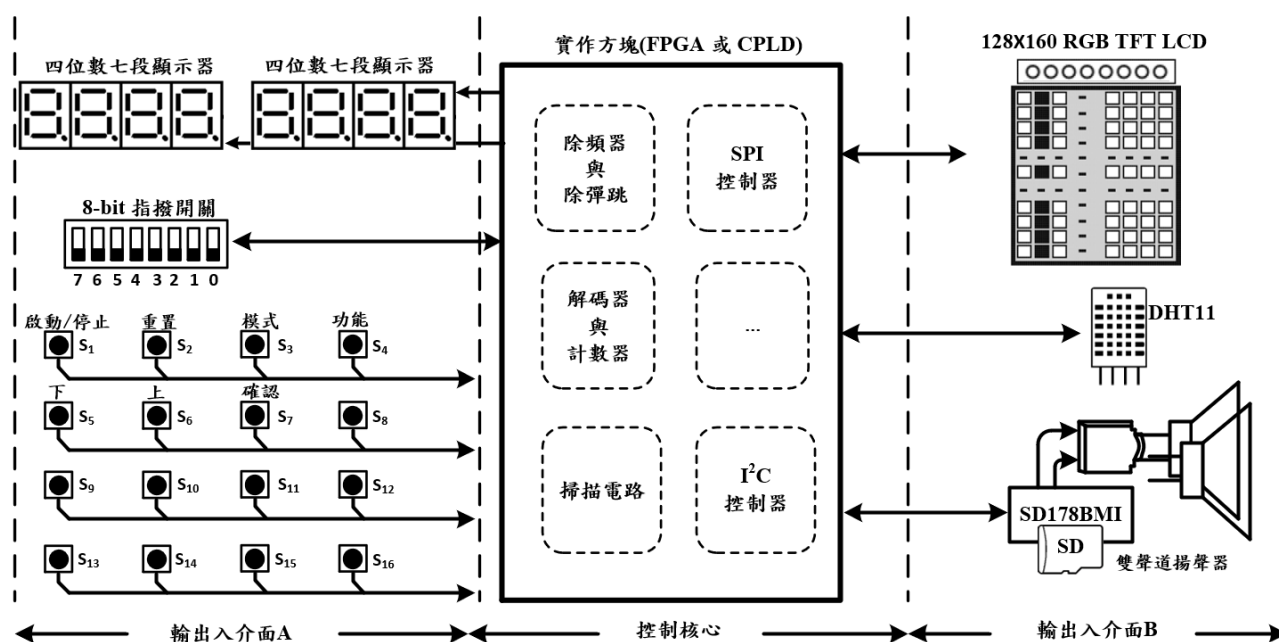


圖 1. 裝置測試平台整體架構圖

此平台分為三個部分：輸出介面 A、控制核心以及輸出介面 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。在輸出介面 A 部分，配置 4 X 4 個無段式開關、一個 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任何外接微控制器，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 右側輸出介面 B 部分，配置有一個 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；一個 DHT11 溫濕度感測器接入控制核心部分，得以提供溫濕度；一個 SD178B 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，所有功能與設定需透過 I<sup>2</sup>C 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，最右邊 2 個位元，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  $S_1$  啟動測試鍵，控制核心電路先對 LCD 進行初始化(請參閱參考資料)後，全白以及全暗各顯示 0.5 秒如圖 2 所示，接著顯示數字“1”和英文單字“Mon.”如圖 3 順序 1 所示，英文單字位置會位於數字上方，維持顯示 0.5 秒後，新增顯示數字“2”和英文單字“Tue.”，且數字和英文單字位置上下對調，如圖 3 順序 2 所示，以此類推，直到計數到數字“8”則開始顯示特殊符號“°C”，如圖 3 順序 8 所示，最後計數到數字“9”，則是顯示冒號“:”再回至圖 2 繼續循環，直到按下  $S_1$  測試程序停止。顯示期間，數字、英文單字以及特殊符號均可各個別移動且皆以藍色字體白底顯示，字體大小以人眼可辨識即可。

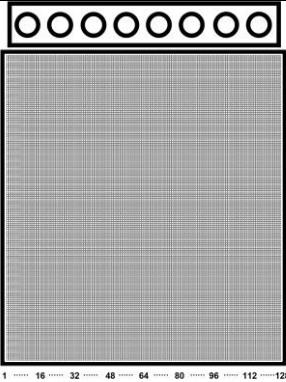
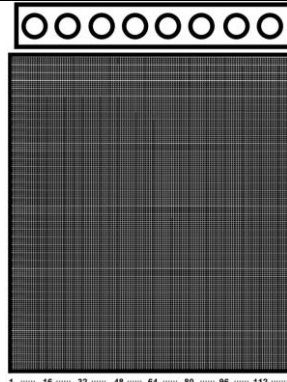
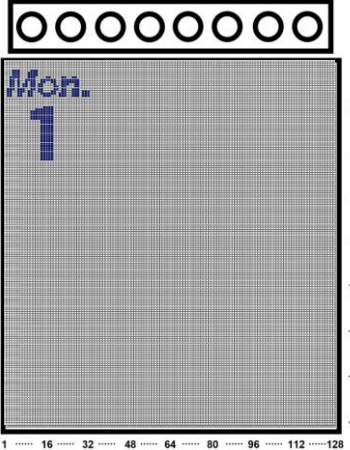
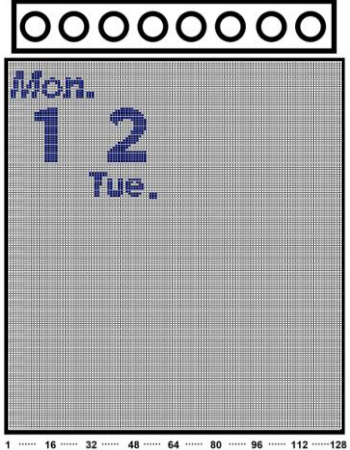

順序	1	2
顯示內容		
狀態	維持 0.5 秒全白顯示	維持 0.5 秒全暗顯示

圖 2. 初始化後，白暗依序顯示

順序	1	2	3
顯示內容			
狀態	以藍色顯示數字 1 和 Mon.	新增顯示數字 2 和 Tue.	新增顯示數字 3 和 Wed.









順序	4	5	6
顯示內容			
狀態	新增顯示數字 4 和 Thu.	新增顯示數字 5 和 Fri.	新增顯示數字 6 和 Sat.
順序	7	8	9
顯示內容			
狀態	新增顯示數字 7 和 Sun.	新增顯示數字 8 和 °C	新增顯示數字 9 和:

圖 3. 顯示數字、英文單字和特殊符號

(2) 01<sub>(2)</sub> (掃描按鍵與七段顯示器測試)模式：按下 S<sub>1</sub> 啟動測試鍵，控制核心電路先對 TFT LCD 進行初始化後全紅顯示，並顯示功能參數設定資訊於左右兩側四位數七段顯示器，由左至右可顯示 MODE 00.00 如圖 4，當按 S<sub>5</sub> 下鍵，會進入下一個 MODE，七段顯示器會以 MODE 01.00 顯示如圖 5，再按一次，則會切換至下一個模式 MODE 02.00 如圖 6 表示；反之，當按下 S<sub>6</sub> 上鍵時，會回到前一個模式。MODE 2 是溫度模式及 MODE 3 是濕度模式，如將溫度模式和參數設定為 02.27 以及濕度模式和參數設定為 03.75，小數點後面兩位表示設定溫度和濕度之閾值的上限，分別如圖 7 和圖 8 所示。一旦選定該模式或是參數後，需按下 S<sub>7</sub> 確認鍵，功能才會開始動作。

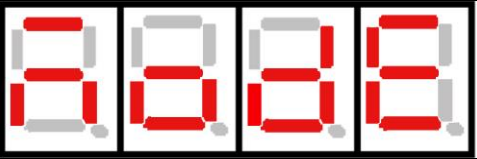
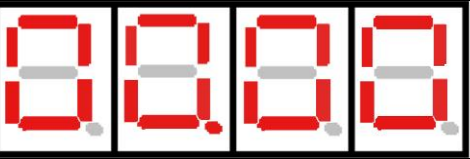
顯示內容		
狀態	顯示 MODE 00.00	

圖 4. 顯示模式 0，以 MODE 00.00 表示

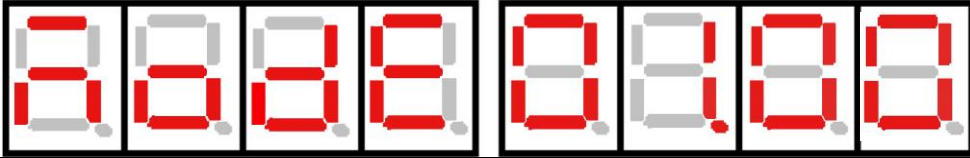
顯示內容	
狀態	顯示 MODE 01.00

圖 5. 顯示模式 1，以 MODE 01.00 表示

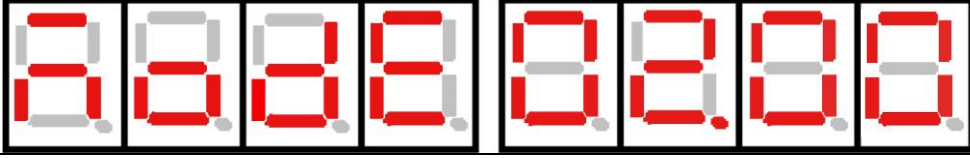
顯示內容	
狀態	顯示 MODE 02.00

圖 6. 顯示模式 2，以 MODE 02.00 表示

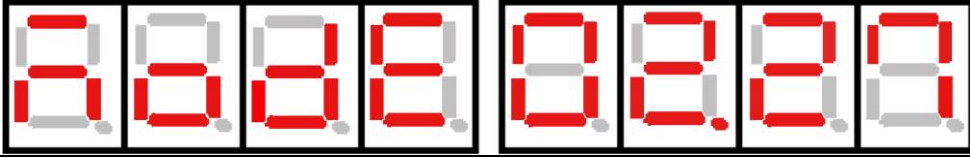
顯示內容	
狀態	MODE 02.27 時，溫度閾值上限設定為 27°C

圖 7. 顯示模式 2，顯示溫度閾值上限

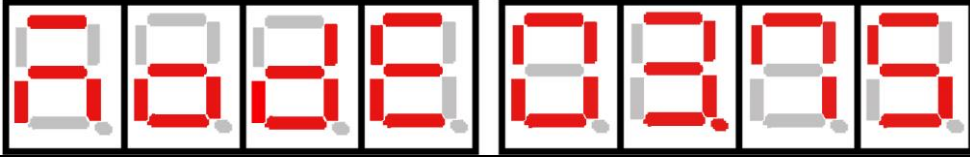
顯示內容	
狀態	MODE 03.75 時，濕度閾值上限設定為 75%

圖 8. 顯示模式 3，顯示濕度閾值上限

- (3) 10<sub>(2)</sub> (溫濕度器件測試)模式：按下 S<sub>1</sub> 啟動測試鍵，控制核心電路先對 TFT LCD 以及 DHT11 溫濕度感測器初始化後，每隔 2 秒讀取 DHT11 溫度和濕度感測數據，並一同與日期和時間資訊顯示於輸出介面 B 的 TFT LCD 顯示器，如圖 9 所示，由上而下顯示

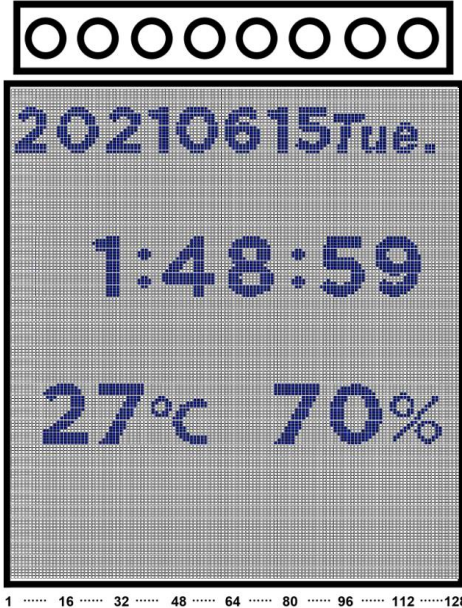
顯示內容	
狀態	顯示年、月、日、星期、時、分、秒以及溫度和濕度

圖 9.在輸出介面 B 上的 LCD 顯示日期、時間、溫度以及濕度數值資訊



資訊為日期、時間以及溫濕度，日期和時間分別包含西年、月、日、星期以及時、分、秒，一旦初始化後並啟動，時間秒數會持續累加，如時鐘計數的方式。當溫度達到 MODE 2 設定 02.27 或濕度達到 MODE 3 設定 03.75 之最大閾值時，字體顏色將從原本的藍色變成紅色，如圖 10 所示。

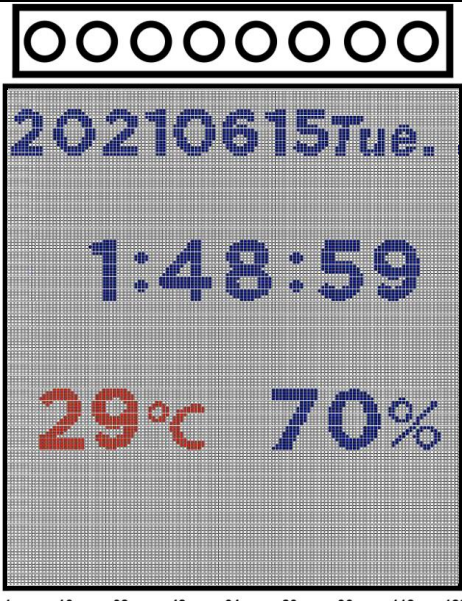
顯示內容	
狀態	29°C 溫度大於設定的 27°C 閾值，字體顏色會轉變為紅色

圖 10.溫度大於設定的閾值

- (4) 11<sub>(2)</sub> (整合型測試)模式：當按下 S<sub>1</sub> 啟動測試鍵，控制核心電路先對 TFT LCD 進行初始化後全亮顯示，且七段顯示器設定為 MODE 00.00 時，開始播放語音內容 0“系統開機於 x 年 x 月 x 日星期 x”一次，如表 1 所示，直到按 S<sub>5</sub> 下鍵以及 S<sub>7</sub> 確認鍵後，進入下一個 MODE，七段顯示器則顯示 MODE 01.00，設定時鐘初始化後，開始計數，並持續播放語音內容 1“x 時、x 分、x 秒”，直到將 MODE 01.00 切換至 MODE 02.00 時，開始播放語音內容 2“溫度為 xx”；切換至 MODE 03.00 時，則播報語音內容 3“濕度為 xx”。在播報以及切換模式的過程中，TFT LCD 以及七段顯示器都需要持續對應顯示以及更新。

表 1、語音測試之語音內容

語音內容 0	播報“系統開機於 x 年 x 月 x 日星期 x”
語音內容 1	播報 “x 時、x 分、x 秒”
語音內容 2	播報“溫度為 xx”
語音內容 3	播報“濕度為 xx”


## 2. 按鍵功能：

- (1) 啟動/停止鍵 S<sub>1</sub>：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) 重置鍵 S<sub>2</sub>：按一次立即回到該功能初始設定
- (3) 模式鍵 S<sub>3</sub>：模式設定
- (4) 功能鍵 S<sub>4</sub>：參數設定
- (5) 下鍵 S<sub>5</sub>：設置模式和參數，按一次大小數值加 1
- (6) 上鍵 S<sub>6</sub>：設置模式和參數，按一次大小數值減 1
- (7) 確認鍵 S<sub>7</sub>：按一次立即接受元件新設定的模式和參數

#### 四、參考資料：

##### 1. 128 x 160 RGB TFT LCD(使用 ST7735 控制晶片)

(1)由大會提供

圖像	
規格	1.8\" 128 X 160 ST7735 控制晶片 SPI 介面

附圖 1a. OLED 圖像及規格

(2) TFT LCD 重置、初始化以及顯示純色之參考程式碼(C code)

#define	SLPOUT	0x11
	FRMCTR1	0xB1
	FRMCTR2	0xB2
	FRMCTR3	0xB3
	INVCTR	0xB4
	PWCTR1	0xC0
	PWCTR2	0xC1
	PWCTR3	0xC2
	PWCTR4	0xC3
	PWCTR5	0xC4
	VMCTR1	0xC5
	MADCTL	0x36
	GMCTRP1	0xE0
	GMCTRN1	0xE1
	COLMOD	0x3A
	DISPON	0x29
	CASET	0x2A
	RASET	0x2B
	RAMWR	0x2C
	BLACK	0x0000
	RED	0xf800
	GREEN	0x07e0

	<pre> #define BLUE          0x001f  //===== void LCD_Write_Data(uint dat16) {     LCD_WriteData(dat16&gt;&gt;8);     LCD_WriteData(dat16); }  //===== void delay(int count) {     unsigned int i,j;     for(i=0;i&lt;count;i++)         for(j=0;j&lt;50;j++); }  //===== void LCD_WriteCommand(uint c) {     int i;     DC=0;     CS=0;     for(i=0;i&lt;8;i++)     {         if(c &amp;0x80)         {             SDA=1;         }         else             SDA=0;          SCL=0;         SCL=1;         c &lt;&lt;=1;     }     CS=1; }  //===== void LCD_WriteData(uint dat) {     int i;     DC=1;     CS=0;     for(i=0;i&lt;8;i++)     {         if(dat&amp;0x80)         {             SDA=1;         }         else             SDA=0;          SCL=0;         SCL=1;         dat&lt;&lt;=1;     }     CS=1; }  //===== void ST7735_INITIAL () {     //----ST7735 Reset Sequence---//     RES =1;     delay (1);          //Delay 1ms     RES =0;     delay (1);          //Delay 1ms     RES =1;     delay (120);         //Delay 120ms     //----End ST7735 Sleep Out ---//     LCD_WriteCommand(SLPOUT);    //Sleep out </pre>
--	---

初始化  
(initialize)

	<pre> delay(120);                                //Delay 120ms  //---ST7735 Frame Rate---// LCD_WriteCommand(FRMCTR1);                //Frame Rate Control1 (In normal mode/ Full colors) LCD_WriteData(0x05); LCD_WriteData(0x3C); LCD_WriteData(0x3C); LCD_WriteCommand(FRMCTR2);                //Frame Rate Control2 (In Idle mode/ 8-colors) LCD_WriteData(0x05); LCD_WriteData(0x3C); LCD_WriteData(0x3C); LCD_WriteCommand(FRMCTR3);                //Frame Rate Control3 (In Partial mode/ full colors) LCD_WriteData(0x05); LCD_WriteData(0x3C); LCD_WriteData(0x3C); LCD_WriteData(0x05); LCD_WriteData(0x3C); LCD_WriteData(0x3C);  //---End ST7735S Frame Rate---// LCD_WriteCommand(INVCTR);                  //Display Inversion Control LCD_WriteData(0x03);  //---ST7735S Power Sequence---// LCD_WriteCommand(PWCTR1);                  // Power Control 1 LCD_WriteData(0x28); LCD_WriteData(0x08); LCD_WriteData(0x04); LCD_WriteCommand(PWCTR2);                  // Power Control 2 LCD_WriteData(0XC0); LCD_WriteCommand(PWCTR3);                  // Power Control 3 (in Normal mode/ Full colors) LCD_WriteData(0x0D); LCD_WriteData(0x00); LCD_WriteCommand(PWCTR4);                  // Power Control 4 (in Idle mode/ 8-colors) LCD_WriteData(0x8D); LCD_WriteData(0x2A); LCD_WriteCommand(PWCTR5);                  // Power Control 5 (in Partial mode/ full-colors) LCD_WriteData(0x8D); LCD_WriteData(0xEE);  //---End ST7735S Power Sequence---// LCD_WriteCommand(VMCTR1);                  //VCOM Control 1 LCD_WriteData(0x1A); LCD_WriteCommand(MADCTL);                  //Memory Data Access Control(MX, MY, RGB mode) LCD_WriteData(0xC0);  //---ST7735S Gamma Sequence---// LCD_WriteCommand(GMCTRP1);                //Gamma setting(“+”polarity) LCD_WriteData(0x04); LCD_WriteData(0x22); LCD_WriteData(0x07); LCD_WriteData(0x0A); LCD_WriteData(0x2E); LCD_WriteData(0x30); LCD_WriteData(0x25); LCD_WriteData(0x2A); LCD_WriteData(0x28); LCD_WriteData(0x26); LCD_WriteData(0x2E); LCD_WriteData(0x3A); LCD_WriteData(0x00); LCD_WriteData(0x01); LCD_WriteData(0x03); LCD_WriteData(0x13); LCD_WriteCommand(GMCTRN1);                // Gamma setting(“-” polarity) LCD_WriteData(0x04); LCD_WriteData(0x16); LCD_WriteData(0x06); LCD_WriteData(0x0D); LCD_WriteData(0x2D); LCD_WriteData(0x26); LCD_WriteData(0x23); </pre>
--	---

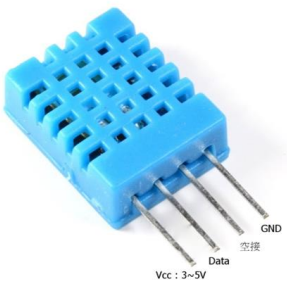


	<pre> LCD_WriteData(0x27); LCD_WriteData(0x27); LCD_WriteData(0x25); LCD_WriteData(0x2D); LCD_WriteData(0x3B); LCD_WriteData(0x00); LCD_WriteData(0x01); LCD_WriteData(0x04); LCD_WriteData(0x13);  //---End ST7735S Gamma Sequence---// LCD_WriteCommand(COLMOD);    // Interface Pixel Format (65k mode) LCD_WriteData(0x05); LCD_WriteCommand(DISPON);    //Display On } </pre>
畫面分別 顯示黑、紅 綠和藍色	<pre> //===== void DISPLAY_COLOR(uint color) {     int i,j;     DISP_WINDOWS();     for (i=Height;i&gt;0;i--)     for (j=Width;j&gt;0;j--)         LCD_Write_Data(color); }  //===== void DISP_WINDOWS(void) {     LCD_WriteCommand(CASET);// Column Address Set     LCD_WriteData(0x00);     LCD_WriteData(0x02);//2     LCD_WriteData(0x00);     LCD_WriteData(0x81);//129      LCD_WriteCommand(RASET);// Row Address Set     LCD_WriteData(0x00);     LCD_WriteData(0x01);//1     LCD_WriteData(0x00);     LCD_WriteData(0xa0);//160     LCD_WriteCommand(RAMWR);// Memory Write }  //===== main() {     RES=1;     delay(20);     RES=0;     delay(100);     RES=1;     delay(50);     ST7735_INITIAL ();     delay(100);     DISPLAY_COLOR(BLACK);     DISPLAY_COLOR(RED);     DISPLAY_COLOR(GREEN);     DISPLAY_COLOR(BLUE); } </pre>

附圖 1b. TFT LCD 參考程式碼

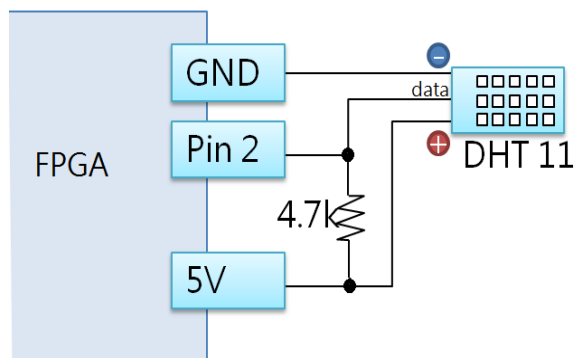
## 2. DHT11 (溫濕度感測器)

(1)由大會提供

圖像	
規格	<p>工作電壓: 3.5v~5.5v</p> <p>濕度測量範圍: 20~90%RH</p> <p>溫度測量範圍: 0~50°C</p>

附圖 2a. DHT11 圖像及規格


(2)參考電路



附圖 2b. DHT11 連接參考電路

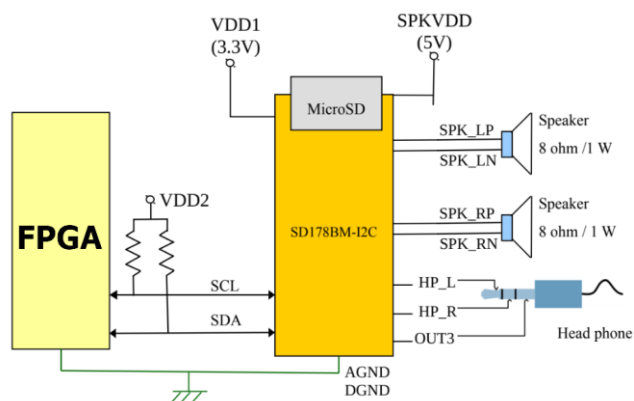
### 3. SD178BMI

(1)由大會提供

圖像	
規格	<p>Digital Voltage: 0 to VDD+0.3V</p> <p>Speaker Voltage: 0 to SPKVDD+0.5V</p> <p>傳輸介面: I<sup>2</sup>C 介面</p>

附圖 3a. SD178B圖像及規格

(2)參考電路



附圖 3b. SD178BMI連接參考電路

(\*\*) 請至 Google 搜尋各相關 Datasheet