

2018 Microchip MCU 程式設計競賽

考題二

- 崗位號碼：
- 選手姓名：
- 考試時間： 2 小時

- ATSAM21G18A 腳位連接以及使用資源

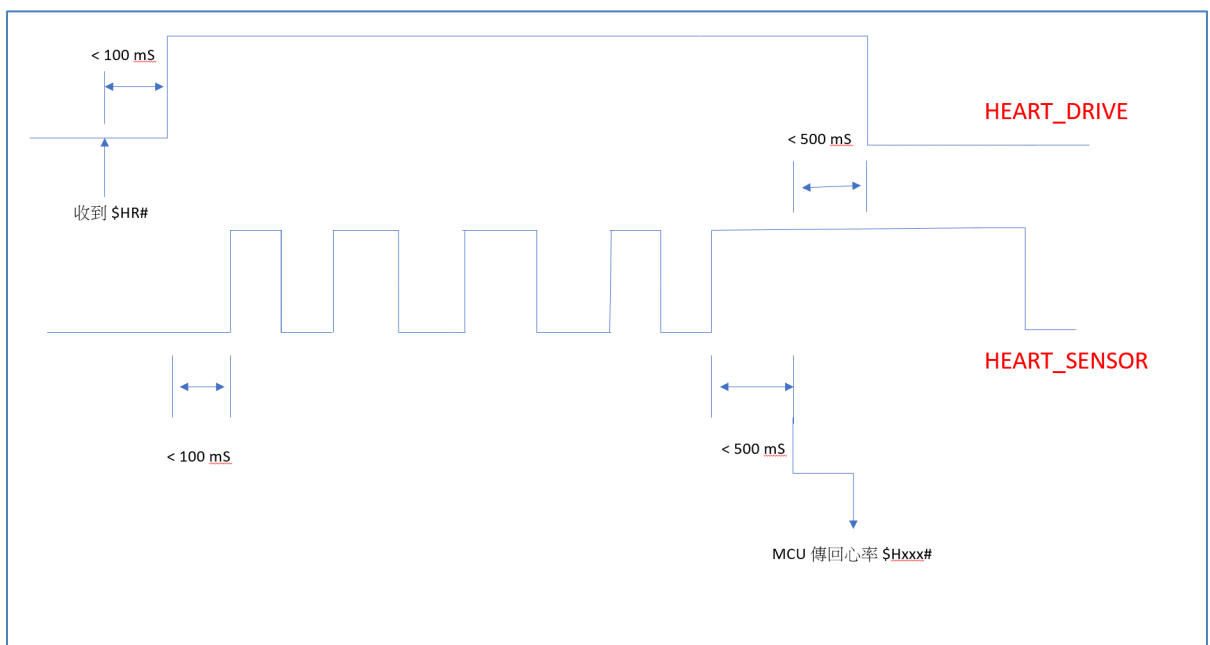
ATSAMD21 接腳	電子裁判接腳	功能名稱	信號方向
PIN_PB09	DIO1	START_COMMAND	電子裁判輸出至 SAMD21
PIN_PA21	DIO2	HEART_SENSOR	電子裁判輸出至 SAMD21
PIN_PA06	DIO3	HEART_DRIVE	SAMD21 輸出至電子裁判
PIN_PA07	DIO4	TEMP_ALERT	SAMD21 輸出至電子裁判
PIN_PA02	DAC_VoA	TEMP_AIN	電子裁判輸出至 SAMD21
PIN_PA11	U1TX	MCU_UART_RX	電子裁判輸出至 SAMD21
PIN_PA10	U1RX	MCU_UART_TX	SAMD21 輸出至電子裁判

- 考題目標

- 國際知名大廠Pineapple，有一款暢銷的嬰兒健康監控腳環，原本的產品沒有連網功能，只能於監控異常時發出警告音，常常導致嬰兒被驚醒，漸漸的銷售量下滑乏人問津。 Pineapple計畫於下個季度推出一個全新商品，其要求的基本功能為心律以及體溫的量測，並透過藍芽傳送相關數據到父母的手機上。藍芽通訊採用現成模組(Module)方案，使用UART與MCU溝通無須軟體的開發，惟原來的MCU供應商因為產品生命週期結束(EOL)廠商斷然拒絕繼續供貨，令Pineapple十分氣憤及困擾，因此決定另選新的MCU供應商來進行新產品的開發。貴公司收到Pineapple的委託設計報價請求(RFQ)，選用了可提供永不EOL政策給客戶的Microchip MCU產品，並將原來8bit MCU升級為32bits ARM Cortex-M0+核心的MCU，使產品擁有高效能及低功耗的產品擴充性，最終獲得Pineapple公司的委託設計開發(ODM)訂單。公司主管交付任職研發部的您來進行MCU的程式開發，並要求2小時內完成原型開發。

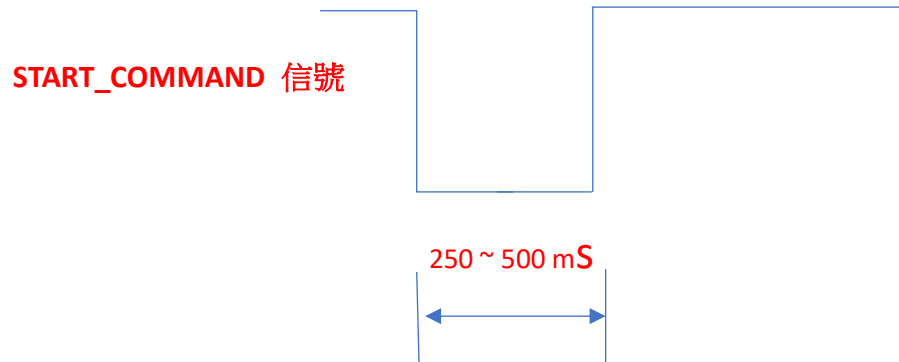
■ 經與Pineapple設計部門討論MCU相關的韌體需求開發後，所需要的功能如下：

- ◆ 藍芽模組(Module)會透過UART發送命令給MCU以及接收MCU的回報數據，其通信協定為9600bps · Non Parity · 8-bit data · 1 Stop bit · (9600-n-8-1)
- ◆ MCU 必須連接一個電壓輸出型的體溫Sensor ·
 - 偵測範圍為0.0~50.0度C ·
 - Sensor輸出電壓為0.5 ~1.5V, 須線性對應到0.0 ~ 50.0度C
 - MCU 收到 **START_COMMAND** 訊號觸發後，藍芽模組會在 1 秒內傳來溫度的上限設定值
 - ◆ 格式為 **\$Sxx#**, xx 的範圍為 25 ~ 50
 - MCU 必需每2ms將量到的電壓值轉換為溫度，並檢查所測得溫度是否大於設定溫度 (溫度值由 TEMP_AIN 腳讀入)
 - ◆ 若大於設定溫度，則馬上將 **TEMP_ALERT** 信號設定為 HIGH
 - ◆ **TEMP_ALERT** 在溫度正常時必須為 **LOW**
 - 為了省電，若未有過溫現象，MCU 並不主動將溫度上傳，而是等到藍芽模組傳來 **\$TR#** 的 command 才做溫度回傳 (必須在 200 ms 內以格式 **\$Txx#** 來回傳，xx 為整數溫度值，範圍 00 ~ 50)
- ◆ MCU 必須連接一個 Pulse 輸出型的脈搏Sensor ·
 - 脈搏偵測範圍為 60~180 次/分 (每分鐘的心率) ·
 - Sensor 的輸出為 50% Duty 的 Pulse
 - 為求省電，MCU 平常不做心率量測
 - 當要做心率量測，心率 Sensor 的啟動也需透過 MCU 的 HEART_DRIVE 訊號，以達到省電的功能
 - 當需要進行脈搏量測時，藍芽模組會透過UART傳送啟動命令 **\$HR#** 給MCU
 - MCU 當收到命令後必須在 100 ms 之內控制腳位 HEART_DRIVE，將該信號輸出 HIGH 來驅動心率 Sensor
 - 心率 Sensor 在被 HEART_DRIVE 信號驅動後會在 100 ms 內開始輸出心率的脈波於 **HEART_SENSOR** 接腳
 - HEART_DRIVE 控制腳在量測期間要一直保持 High !
 - MCU 必須連續讀取 4 個完整的心率脈波，求得心率值後在 500 ms 內回傳心率
 - ◆ 格式為 **\$Hxxx#**, xxx 為 060 ~ 180
 - 送出心率後，MCU 必須在 500ms 內將 HEART_DRIVE 信號輸出 LOW 準位來關掉心率 sensor，達到省電功能
 - HEART_DRIVE , HEART_SENSOR , \$HR# , \$Hxxx# 的時序關係如下



■ 接下來，你必須完成程式並且接受電子裁判的測試，程序如下

- ◆ 電子裁判的 **START_COMMAND** 的初始值為 HIGH，當程式開始運行後，在未接到 **START_COMMAND** 接腳觸發訊號時，MCU 不需要也不允許做任何動作
- ◆ 電子裁判的 **START_COMMAND** 送來之觸發訊號為 250 ~ 500 ms 的 LOW



- ◆ 當 **START_COMMAND** 接腳回到 HIGH 準位後，MCU 開始溫度的讀取並且由 UART 接收來自藍芽模組的命令
- ◆ 請注意 **HEART_DRIVE & TEMP_ALERT** 的位準，這兩個 MCU 的輸出信號如果沒有要動作時應該是 LOW 準位。
- ◆ 請將 MCU 內部的溫度的上限值在程式運作後先設定為 50 度 C，避免在未收到 **\$Sxx#** 的命令前誤動作
- ◆ 依照藍芽模組的 **\$HR#**, **\$TR#** command 來回應 MCU 所讀取到的心率及溫度值
 - HR Command 送出後，電子裁判在收到 **HEART_DRIVE** 的有效控制信號 (HIGH) 之後會送出 4 個完整的心率 pulse，每個 pulse 的長度不同，所以 MCU 一定要讀取 4 個完整信號，取其平均值後算出正確的心率
 - 心率的回傳值為 **\$H060# ~ \$H180#**，指傳回整數而且是 3 個位數，心率低於 100 的話在第一個字元補 0 (例如心率每分鐘 60 下傳回 **\$H060#**)
 - 電子裁判在送完第 4 個心率 pulse 後會將 **HEART_SENSOR** 腳位持續 HIGH 約 2 秒鐘才設為 LOW，讓 MCU 容易讀取心率訊號。
- ◆ 依照藍芽模組的 **\$Sxxx#** command 所設定的警報溫度來控制 **TEMP_ALERT** 接腳
 - 溫度正常為 LOW，溫度過高為 HIGH！
- 當電子裁判對待測的 **ATSAMD21G18A** 程式完成測試後，會以燈號與 LED 來做題示

● 電子裁判的操作

- 按下電子裁判的 BT3 按鍵 1 秒以上，電子裁判即開始進行測試
- 測試中，電子裁判的 LED2 由恆亮轉為閃爍
- 7 段顯示器的第二行會持續地顯示此題目的作答時間
- LCD 的第一行最後面會顯示 T0 ~ T9 的測試步驟
- 如果測試通過
 - ◆ LED2 會回到恆亮
 - ◆ LED3 開始閃爍
 - ◆ 7 段顯示器的第一行停止計時，此時顯示的是答題正確的經過總時間
 - ◆ 蜂鳴器以兩聲間歇鳴叫的方式持續動作
 - ◆ ** 此時不要動其他的按鍵，請呼叫現場裁判做確認並登記分數
- 如果測試 NG，蜂鳴器叫 3 短音後 LED2 停止閃爍，電子裁判回到待測模式
- 在未通過電子裁判測試通過前，7 段顯示器的第二行會持續地計時及顯示

- 即便將電子裁判電源關閉，計時還是繼續進行

● Error Code

- 為了幫助你在程式除錯時能知道在哪一接段發生程式錯誤，電子裁判提供以下的 Error Code 供你參考，每次有測試錯誤時，電子裁判 LCD 的第一行會顯示 C=xx 來提示喔
 - 10: TEMP_ALERT or HEART_DRIVE 接腳誤動作
 - 20: HEART_DRIVE 在收到 \$HR# 後未轉態為 HIGH
 - 21: 心率的讀取錯誤
 - 22: HEART-DRIVE 在量測完心率後未轉為 LOW
 - 23: 心率在指定時間未送出 (心率 pulse 結束後 500 ms 要以 UART 送至電子裁判)
 - 30 & 32: 溫度讀值錯誤
 - 31 & 33: 溫度值未送出
 - 34: TEMP_ALERT 腳位沒動作

● 第二題解題提示

- 電子裁判會在 START_COMMAND 信號腳由 LOW 轉為 HIGH 後 1 秒鐘送出 \$S40# 來設定溫度上限，可以用 Tera Term 及 APP045_SHIELD1 上的 USB-UART IC 來觀察這一型為，並測試你的 UART command 接收程式 (CON6 TX 可以接到 CON1 的 U1TX)
 - 你也可以順便在此時測試你的 \$Txx# 溫度回傳是否可以工作！
- ADC可以透過 APP045_SHIELD 上的 VR 來模擬溫度信號。(將電子裁判暫時分離)
- 心率信號也是慢速信號，所以不需要太華麗的 Timer 來輔助HEART_SENSOR 的讀取
 - 如果取到 4 個心率波形後計算完的平均值為 800ms，如何算出心率？
 - 心率 60 下/分的心率波波型為 1000ms
 - So ... 如果得到 800, 則心率應為 $60 * (1000/800) = 75$