

# 臺北市立大學資訊科學系

## 數位電路實習專題報告書

### 專題題目：十秒挑戰賽

組員姓名：陳冠鈞(U10616003)

何懿儒(U10616009)

黃軍愷(U10616035)

蕭兆軒(U10816031)

劉純瑄(U10816025)

中 華 民 國 1 1 0 年 6 月 1 6 日

## 目錄

一、專題摘要.....	3
二、製作目的.....	3
三、方法探討.....	4
四、提出方法及步驟.....	5
五、成果展示.....	17
六、結果討論.....	18
七、參考文獻.....	18
八、小組分工與開發計畫 Github 網址.....	18

## (一)專題摘要

在知名動畫《名偵探柯南劇場版-通往天國的倒數計時》劇情中，有一家企業老闆舉辦了一個默數十秒的遊戲(如圖 1 所示)。在遊戲中只要數的秒數最接近於正確的十秒，就可以獲得一輛高級跑車。這個遊戲考驗了一個人的專注力和對時間把控的能力。基於每個人對於 10 秒的掌握程度不相同，本組將使用 QuartusII 與 CPLD 實習模板，如同劇情中的遊戲進行方式，在現實中還原這個十秒挑戰賽的遊戲。



圖 1、十秒挑戰賽動畫中進行示意圖

## (二)製作目的

本學期的課程中已經實習過多種 CPLD 實習模板功能的使用，並將之燒錄呈現出實際狀態演示。課程也包含 QuartusII 的自創元件、正反器、加法器、計數器、七段顯示器等重要元件電路設計方法。

本專題計畫欲以此學以致用，製作目的希望能具體使用這些所學的元件功能，設計並開發出一套日常生活能使用的趣味小遊戲，並以

CPLD 實習面板具體呈現還原電影中的遊戲內容，將所學的電路實驗知識結合應用於生活中常見的小遊戲開發。

### (三)研究方法探討

此專題以 ADDIE 模型研究流程進行開發(流程圖如圖 2 所示)。

ADDIE 模型就是將一項系統開發案，逐步從分析(Analysis)、設計(Design)、發展(Develop)、執行(Implement)到評估(Evaluate)進行流程的整個過程。此模型常被許多教育專家或系統開發人員利用於規畫一項研究流程或課程設計，一般能應用於介面設計、應用軟體、信息系統以及人力資源發展等。

#### ADDIE模型示意圖

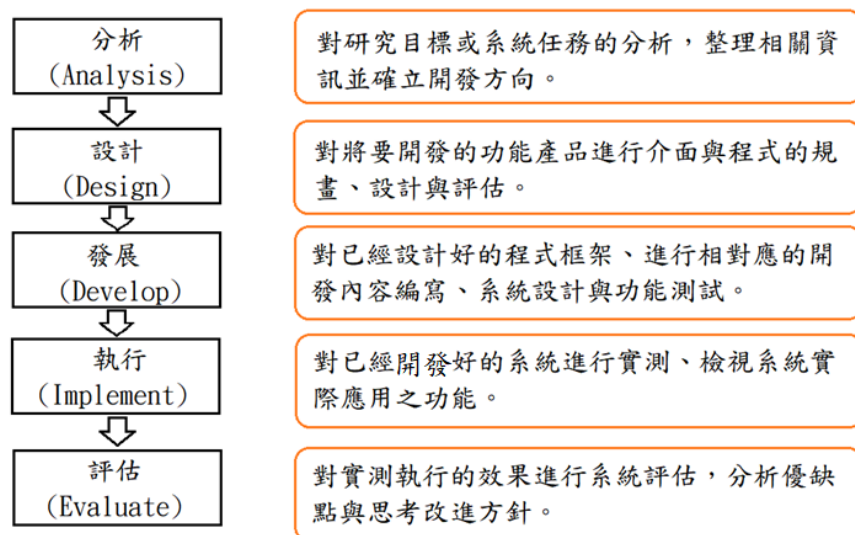


圖 2、ADDIE 模型流程示意圖

在第四章以 ADDIE 流程，先依據十秒挑戰賽電影中呈現方式進行遊戲需求與功能分析，再根據分析出的功能進行系統設計，包括輸

入輸出元件規劃、所需其他元件功能判斷，而後對於設計出的元件與功能框架進行電路拉線、元件設計的專題開發。

待完整設計好後，將專案進行編譯與 PIN 腳位接合，並燒錄於實習面板上，進行十秒挑戰賽的遊戲機制功能實測。此成果演示置於第五章與完整元件電路結構進行成果展示。最後在第六章透過討論分析成果，對系統的優缺點進行探討列出結論，並尋找可以改進的建議。

#### (四)提出方法及步驟

##### 1. 分析(Analysis)

欲還原十秒挑戰賽遊戲，先分析遊戲過程所需功能。劇中遊戲進行方式為企業老闆喊開始的一瞬間計時，而玩家則於心中默數十秒，最後以玩家按下暫停鈕的時間點，做出距離十秒的成績評量。根據上述遊戲過程可以分析出，遊戲所需詳細功能分析如下：

##### (1)計時開始與結束互動功能：

遊戲中具備開始計數與停止計數按鈕判定遊戲始末，我們需設計一按鈕(如圖 3 所示)作為玩家確定遊戲計時開始與終止之互動鈕。

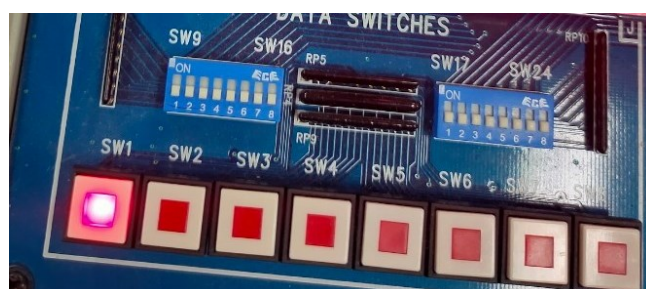


圖 3、按鈕作為輸入控制示意圖

## (2)計時功能：

遊戲中需有一客觀正確之秒數計數系統(如圖 4 所示)伴玩家一同計數。以玩家點擊開始鈕進行計數，點擊按鈕終止計時。計時的過程中，數據必須具有可保存性、可顯示性，以提供成績回饋功能。



圖 4、具有可保存、可顯示性計數簡單示範圖

## (3)成績結果與回饋：

遊戲中經過最後的成績與系統的 10 秒進行差距比較，判斷出獲勝者人選送名車。依此分析出系統需能暫存保留玩家成績(如圖 5 所示)，並根據成績與 10 秒的接近程度分成數個成績區段(精準、普通、差勁)，從而進行回饋。



圖 5、將玩家成績紀錄於面板

## 2. 設計(Design)

針對上述功能分析後，可將列出之多個功能逐項進行設計規劃。

### (1)計時開始與結束互動功能：

以輸入 SW1 按鈕作為開始與終止的互動元件，並以另一輸入時脈 clk 結合兩個 D 正反器紀錄與判斷按鈕狀態，並根據其狀態進行遊戲計數步驟的更動、起始與停止(如圖 6~8 所示)。

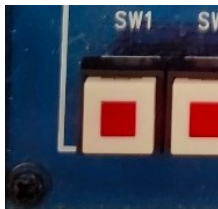


圖 6、遊戲未開始，無計數



圖 7、遊戲開始，啟動計數

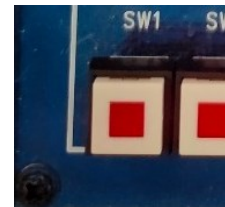


圖 8、玩家終止計數

### (2)計時功能：

以四組七段顯示器作為輸出顯示面板，設置一時脈輸入 clk，透過實習課程中提供元件 clk\_gen(如圖 9 所示)以頻率 1000hz 輸出。依照日常實習所使用 10hz 為一秒跳動做為參考，因此選擇 1Khz 以 0.01 秒為單位克服系統所需之計數精準要求。

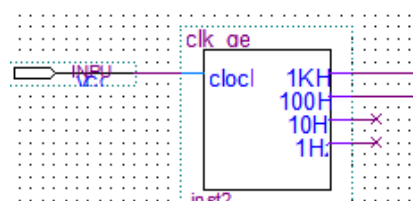


圖 9、clk\_gen 元件



計時功能因設計構想為以 0.01 秒作為計時單位，紀錄面板選用實習面板上之 4 組七段顯示器(如圖 10 所示)輸出計時，參考實習課程中計數器單元的數值暫存方法(如圖 11 所示)、數值轉換七段顯示器自創元件(如圖 12 所示)，並參考實習課程中多位元加法器考慮 Carry 進位循序遞進概念(如圖 13 所示)，一位進一位的設計方法，最後設計出 4 組從 0 到 9 計數、有進位累加之功能的計時器。

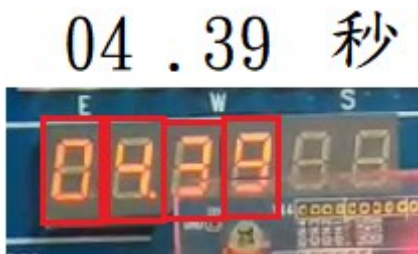


圖 10、4 組七段顯示器

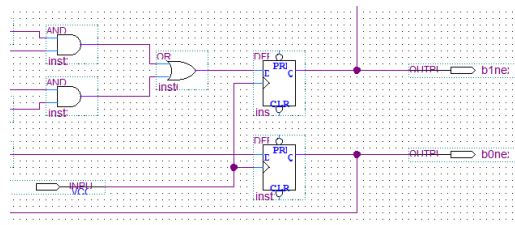


圖 11、計數器數值暫存設計參考

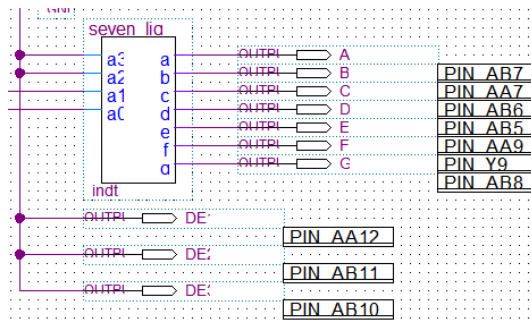


圖 12、數值轉換七段顯示器元件

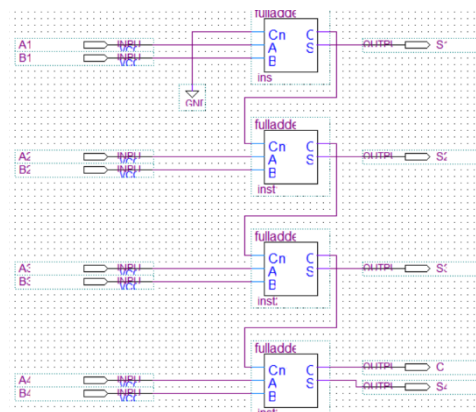


圖 13、參考加法器 Carry 進位循序遞進

### (3)成績結果與回饋：

在計數終止後，玩家成績會輸出在實習面板的四組七段顯示器上。可以規劃設計為根據七段顯示器秒數十位與個位狀態，判斷做



出成績等級區間劃分。並另外設計 12 組 + 1 com(接 N20 共陰)之 LED 輸出作為給予玩家的成績評量回饋(如圖 14 所示)。



圖 14、4 組 12 個 LED 輸出元件

### 3. 發展(Develop)

#### (1)計時開始與結束互動功能：

如圖 15 所示，以 SW1 按鈕、時脈 clk 作為十秒挑戰賽的兩大輸入。時脈透過元件 clk\_gen 以 1Khz 作為計時單位輸出，連接 thestep 自創元件(如圖 16 所示)進行按鈕狀態紀錄與判斷當前遊戲狀態。

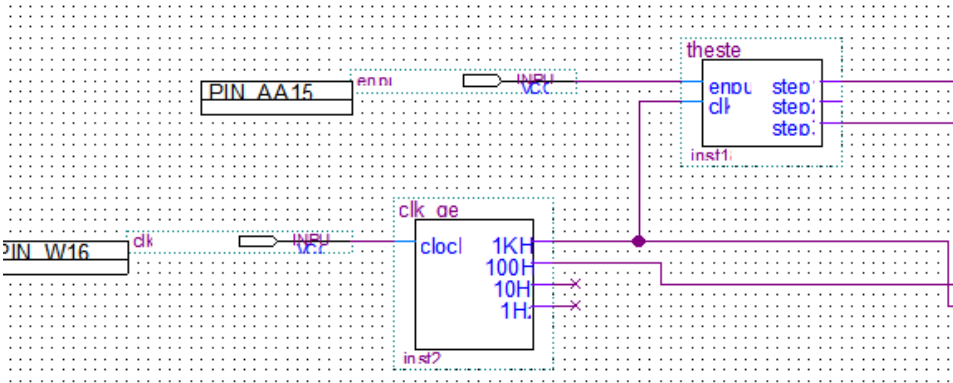


圖 15、以 SW1 作為開關輸入，時脈輸入 clk

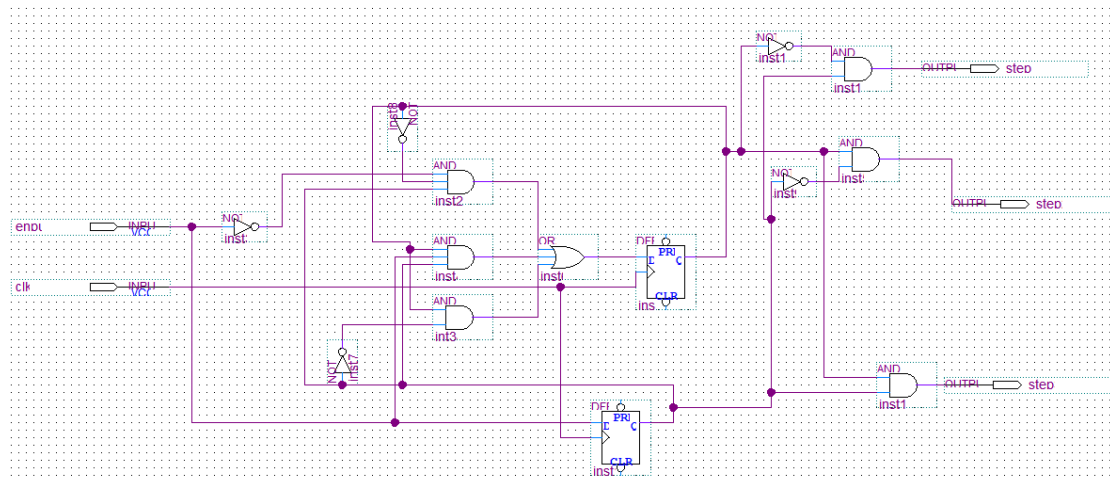


圖 16、thesteop 自創元件使用兩組 D 正反器，紀錄當前按鈕、遊戲狀態

## (2)計時功能：

如圖 17 所示，計時器功能分為計數、七段顯示器顯示兩方面。

配合按鈕發令與 clk 之 1Khz 輸入，最下層計數器每 0.01 秒進行一次計數，數值超過 9 後進位給上位計數器，依此類推。4 組計數器相疊串接，計數範圍依照 0.01 秒為單位，可計數從 00.00 秒至 99.99 秒。

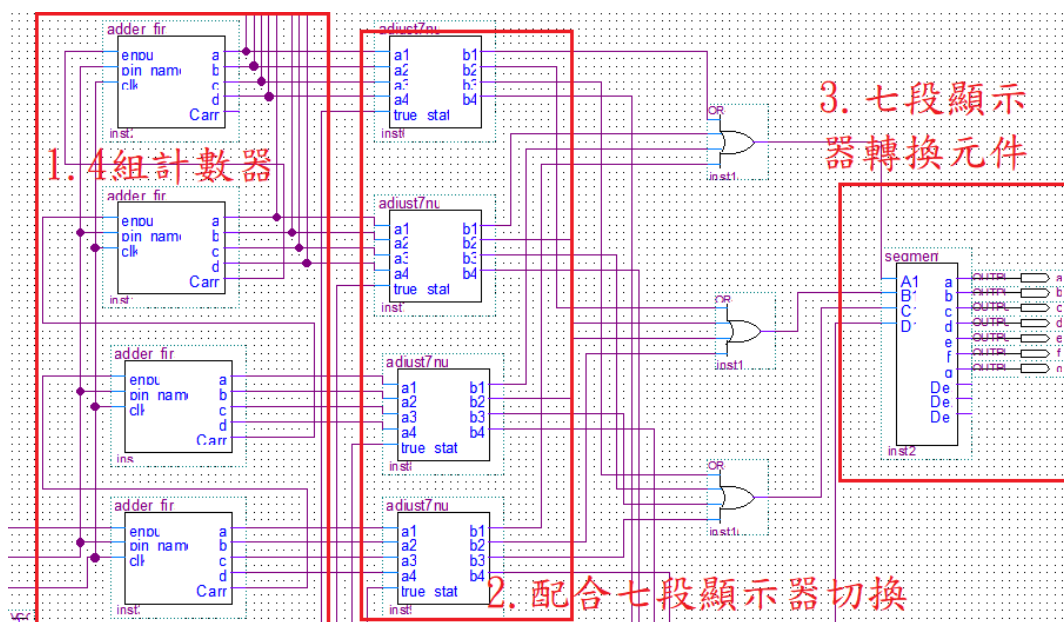


圖 17、計時功能之主要電路與元件概覽

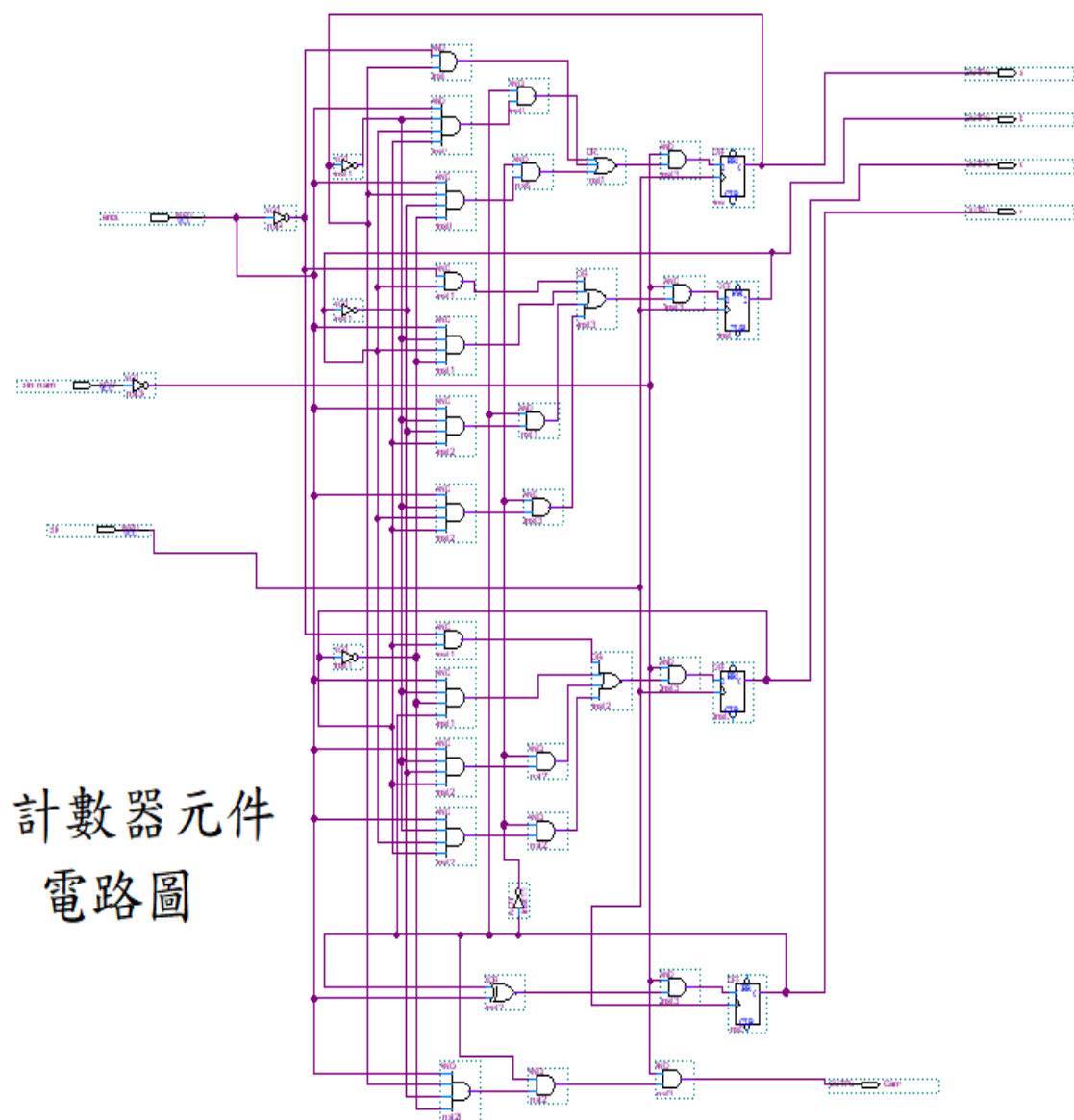


圖 18、以 4 組 D 正反器拼成之考慮進位計數器電路圖

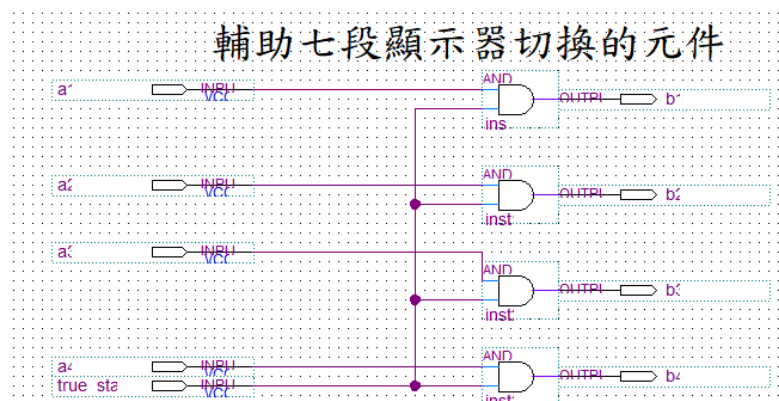


圖 19、配合七段顯示器元件輸入要求，將數值依狀態切換的輔助元件

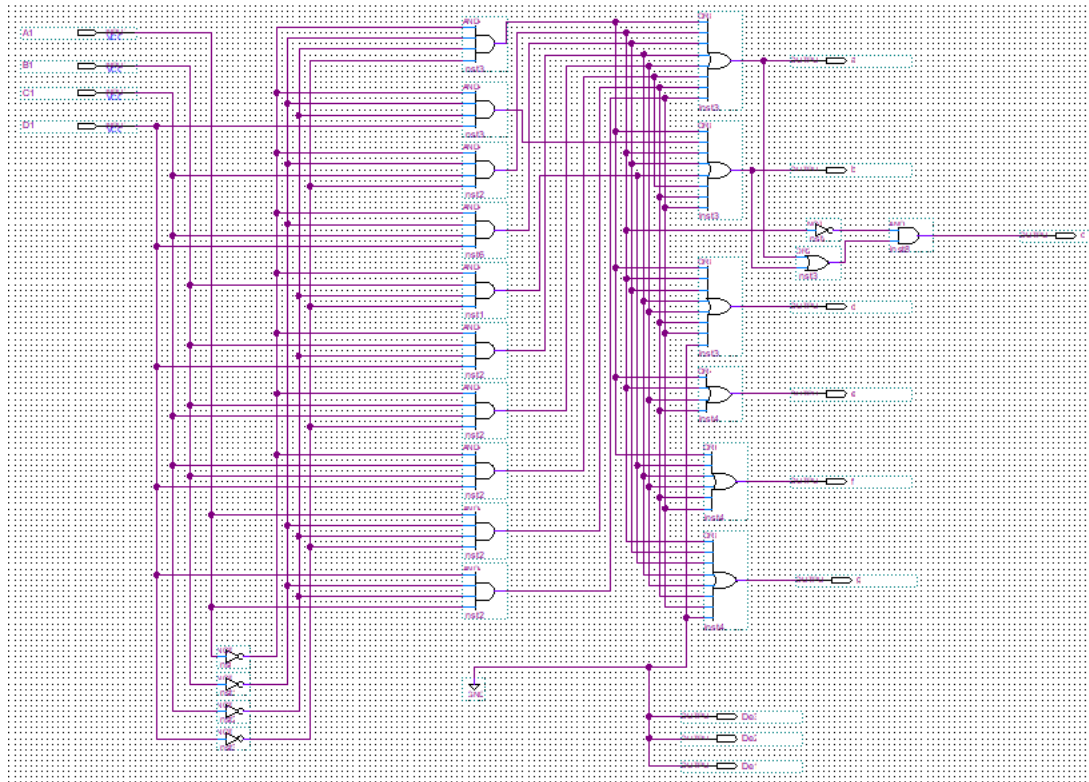


圖 20、七段顯示器顯示轉換元件

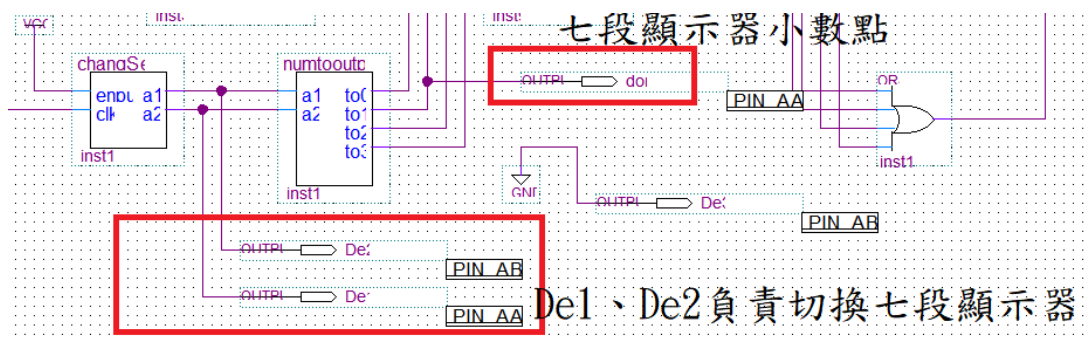


圖 21、七段顯示器相關之其他輸出補充圖

### (3)成績結果與回饋：

如圖 22 所示，透過七段顯示轉換元件與成績識別判斷元件，針對成績進行三組區分，將結果設計成 4 組 12 個 led 燈輸出回饋。成績能夠根據與 10 秒的靠近程度被識別分成 LED 全亮的完美組(與十秒差距兩秒內，即秒數介於 08.00~11.99)、最尾組 LED(編號 10~12)不

亮的普通組(與十秒差距四秒內，即秒數介於 06.00~07.99 or 12.00~13.99)、一半 LED(編號 07~12)不亮的差勁組(與十秒差距超過四秒，即秒數小於 06.00 or 大於等於 14.00)。

成績識別原理是先透過成績數值提取十位與個位秒數，轉變為七段顯示器七個輸出的數據狀態，再根據七段顯示器 ABCDEFG 對應 0-9 等 10 種數字型進行成績判別，識別元件電路如圖 23、24 所示。

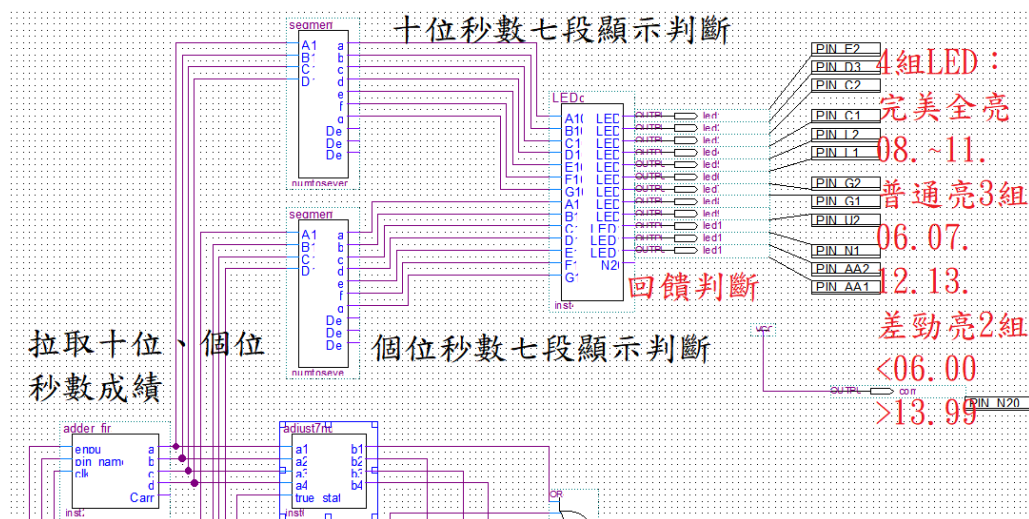


圖 22、成績判別系統電路圖

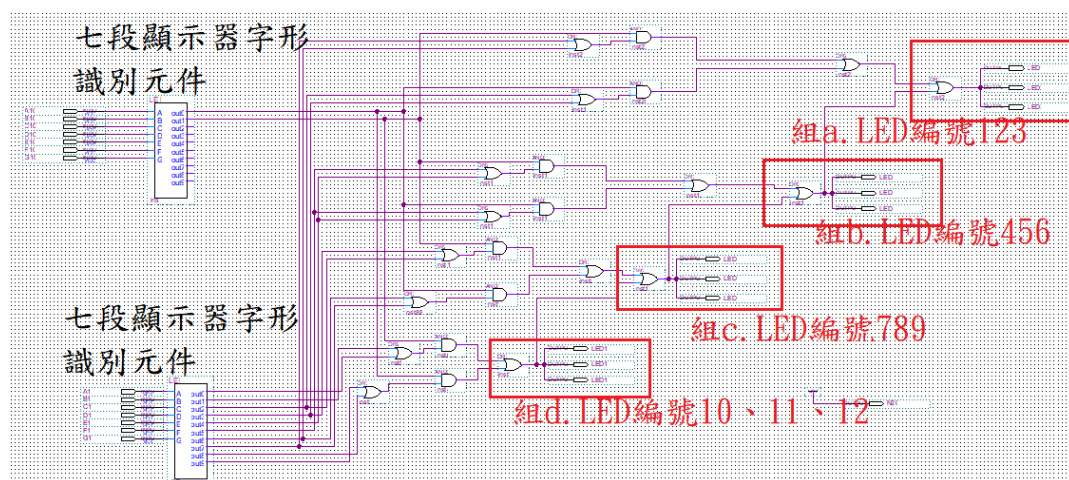


圖 23、成績判別元件與回饋 4 組 12 個 LED 輸出電路圖

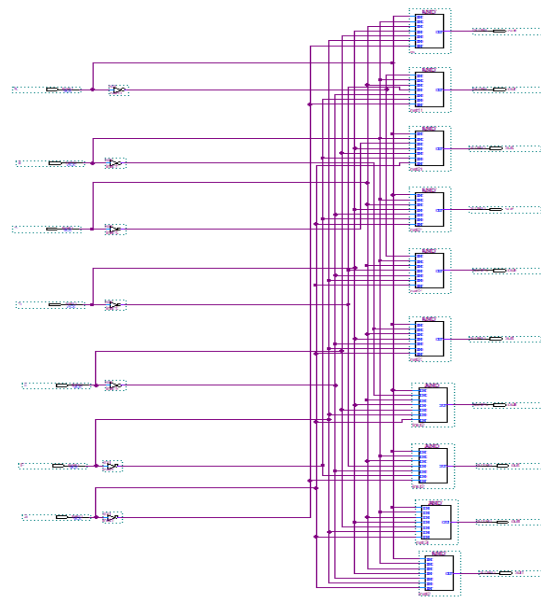


圖 24、0-9 十種數字字形之七段顯示器字形識別元件

#### 4. 執行(Implement)

我們將各種類型成績的判定，以波型圖實際跑來呈現執行結果狀態，成果如圖 11~11 所示。本組亦於文檔外提供疫情未發生前實際操作演示按鈕計數功能之錄影。

(1) LED 全亮的完美組(與十秒差距兩秒內，即秒數介於 08.00~11.99)

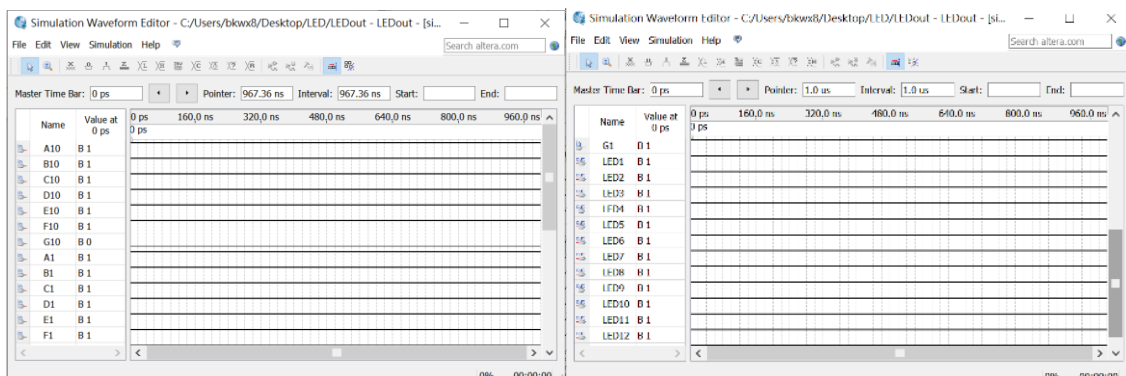


圖 25、成績 08. xx 秒

圖 26、完美組回饋全亮



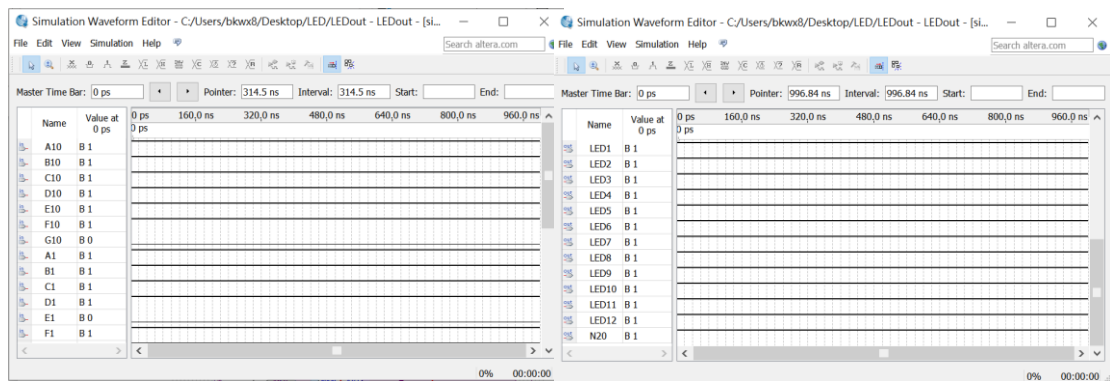


圖 27、成績 09. xx 秒

圖 28、完美組回饋全亮

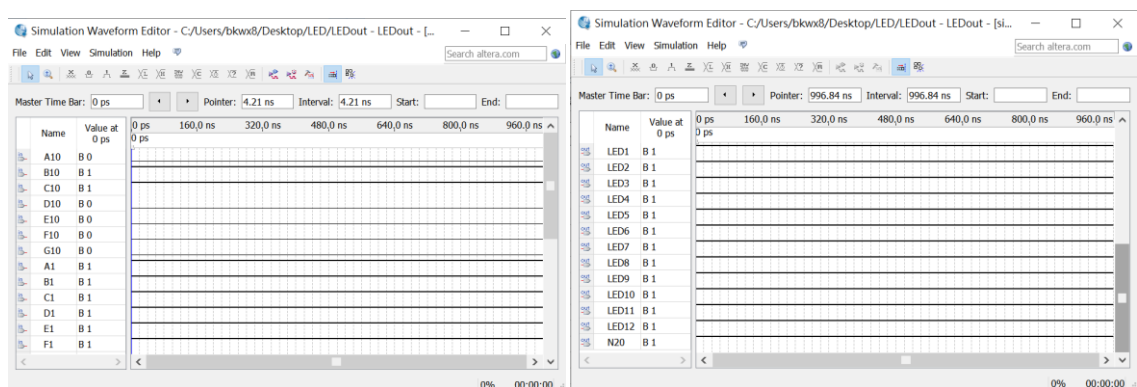


圖 29、成績 10. xx 秒

圖 30、完美組回饋全亮

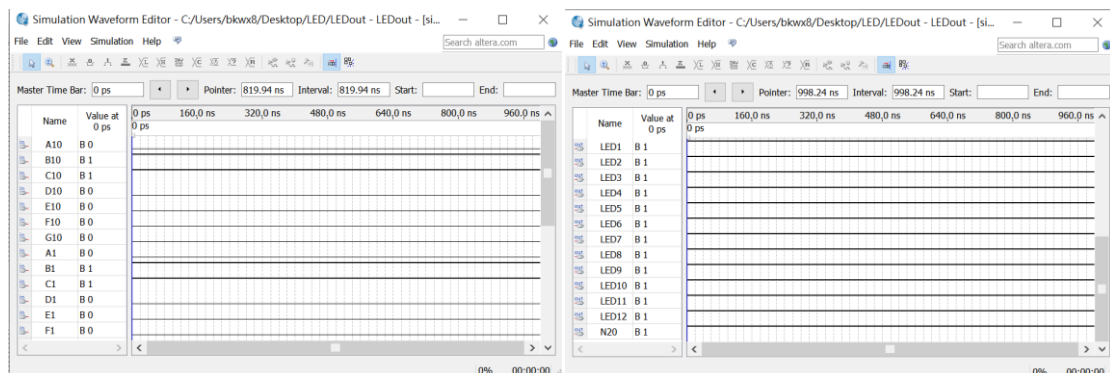


圖 31、成績 11. xx 秒

圖 32、完美組回饋全亮

(2)尾組 LED 不亮的普通組(介於 06. ~07. 99 or 12. ~13. 99)



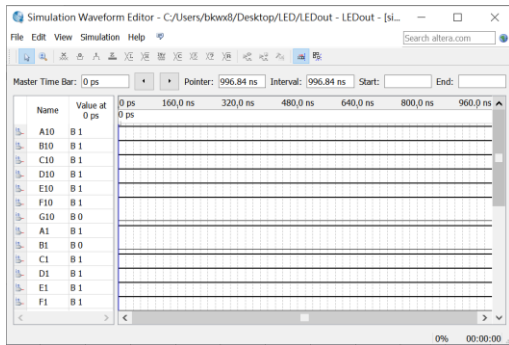


圖 33、成績 06. xx 秒

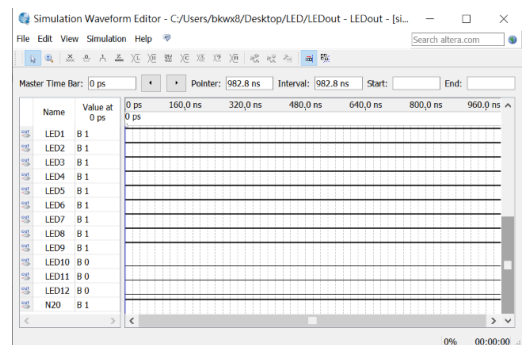


圖 34、普通組一組不亮

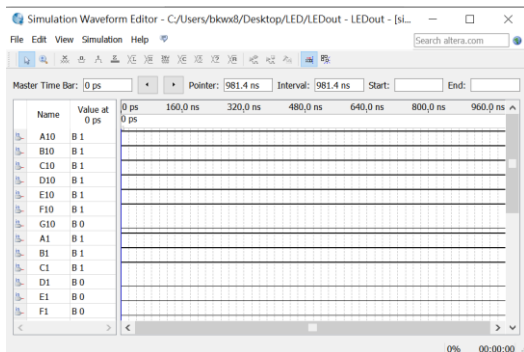


圖 35、成績 07. xx 秒

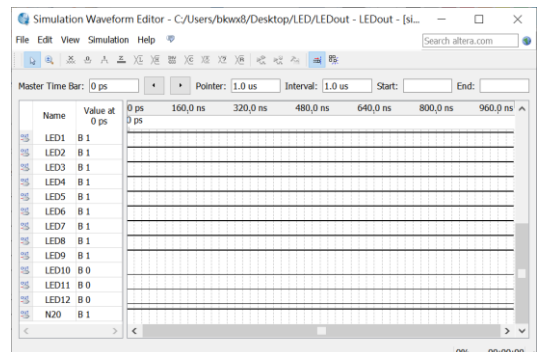


圖 36、普通組一組不亮

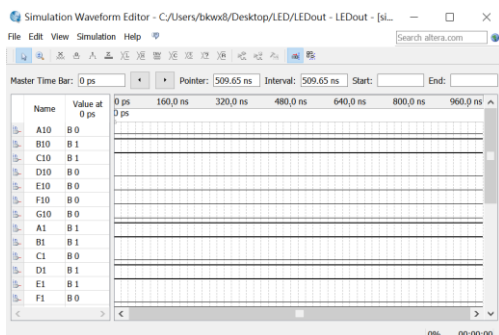


圖 37、成績 12. xx 秒

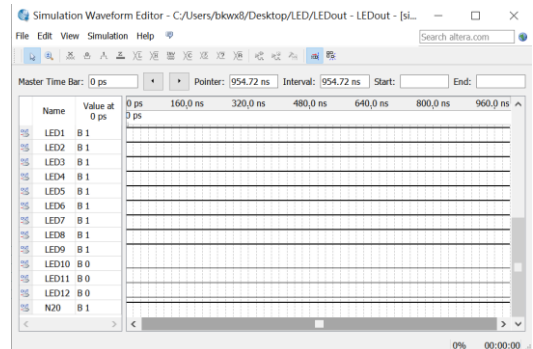


圖 38、普通組一組不亮

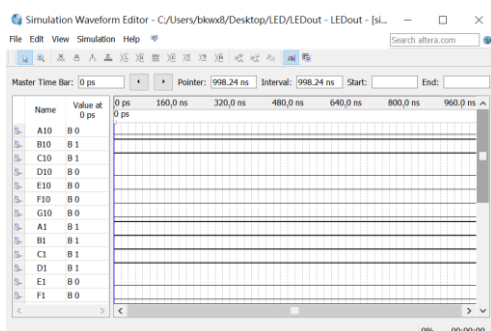


圖 39、成績 13. xx 秒

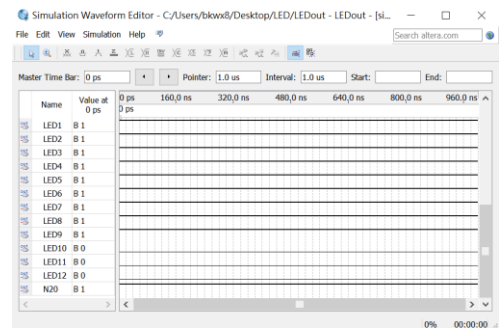


圖 40、普通組一組不亮

(3)後半組 LED 不亮的差勁組(小於 06.00 or 大於等於 14.00)

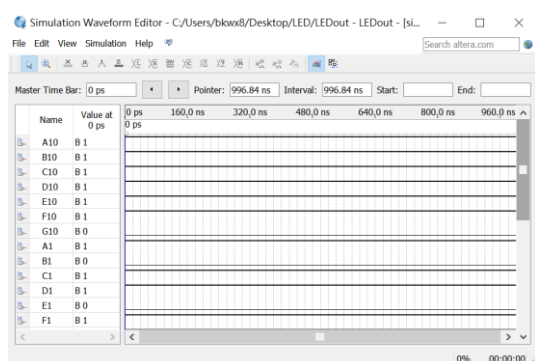


圖 41、成績 05. xx 秒

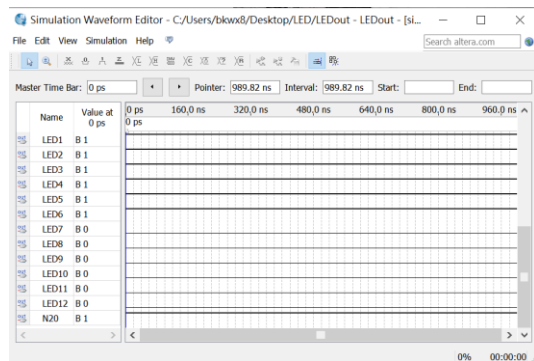


圖 42、差勁組後半不亮

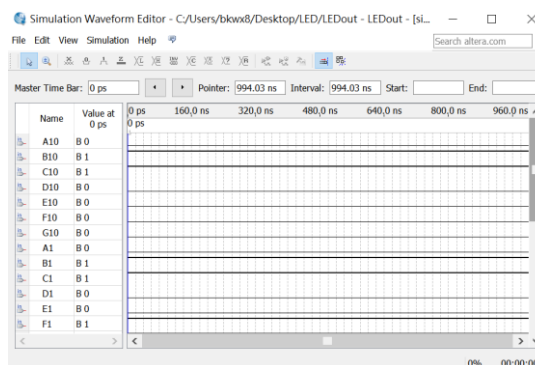


圖 43、成績 14. xx 秒

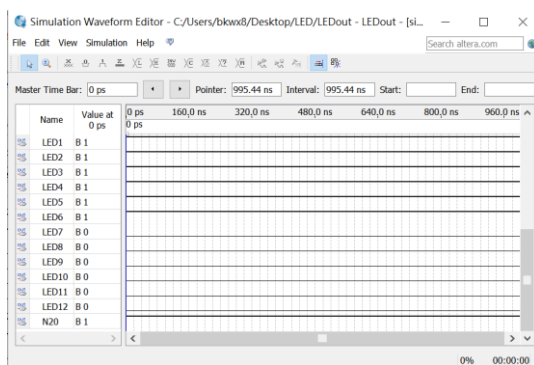


圖 44、差勁組後半不亮

(五)成果展示

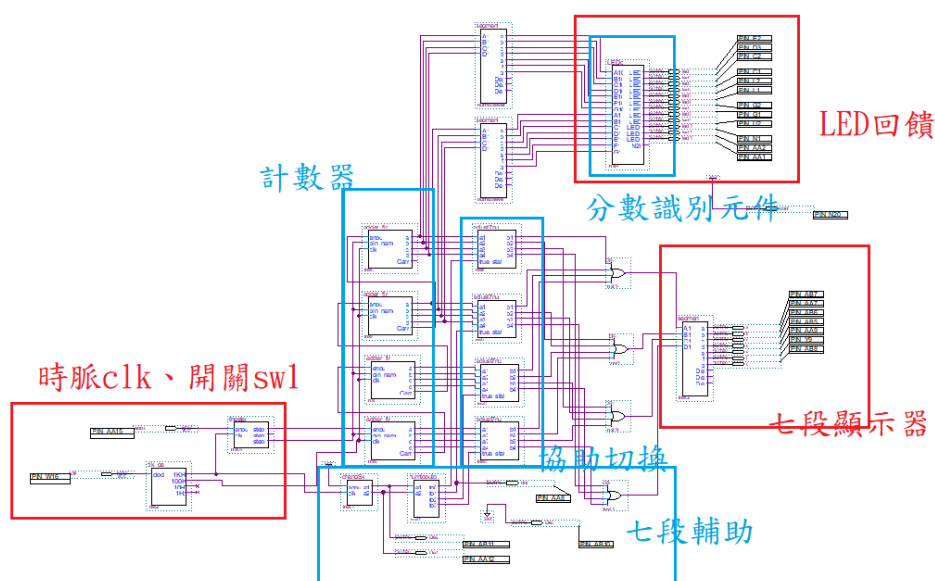


圖 45、專題整體電路

已完成十秒挑戰賽遊戲並燒錄至實習版，影面與非文件檔另外提供。

能以按鈕開始遊戲，並根據玩家的十秒猜想結果按下按鈕，紀錄於暫存器元件，並能夠在實習面板上給予玩家成績回饋。

#### (六)結果討論 - 改良與建議

1. 回饋分數分組數目能判斷更細緻化，否則遊戲趨於簡單。
2. 與原劇情遊玩感覺差異上，存在無法同時多人遊玩的缺點。
3. 回饋方式能更多樣新穎，搭配風名器或陣列表情燈號。

#### (七)參考文獻

維基百科<名偵探柯南：往天國的倒數計時>

<https://reurl.cc/7rjz0d>


[MOD 電影 199]名偵探柯南：往天國的倒數計時

<https://reurl.cc/5r89dV>

LP-2900 CPLD 邏輯設計實驗平台手冊 助教 EE-Class 上提供

#### (八)小組分工與開發計畫 Github 網址

<https://github.com/yuluouo/Ten-seconds-challenge>

 分工填寫 ☆ ↗ ↻		
檔案 編輯 查看 插入 格式 資料 工具 外掛程式 說明		
↶ ↷ 🖨 📄 100% ▾ NT\$ % .0 .00 123 ▾ 預設 (Arial) ▾		
38	fx	
	A	B
1	組員分工名單	負責內容
2	陳冠鈞	實驗紀錄網頁、報告校正檢查
3	何懿儒	接合各自創元件線路、線路除錯、報告
4	黃軍愷	查找腳位紀錄波型圖、報告書寫
5	蕭兆軒	LED燈電路接線、分數成績識別自創元件
6	劉純瑄	計數器(計時器)電路設計自創元件、四組七段顯示器接線