

Lab 4

學號: 108032053

姓名: 陳凱揚

1. 實作過程

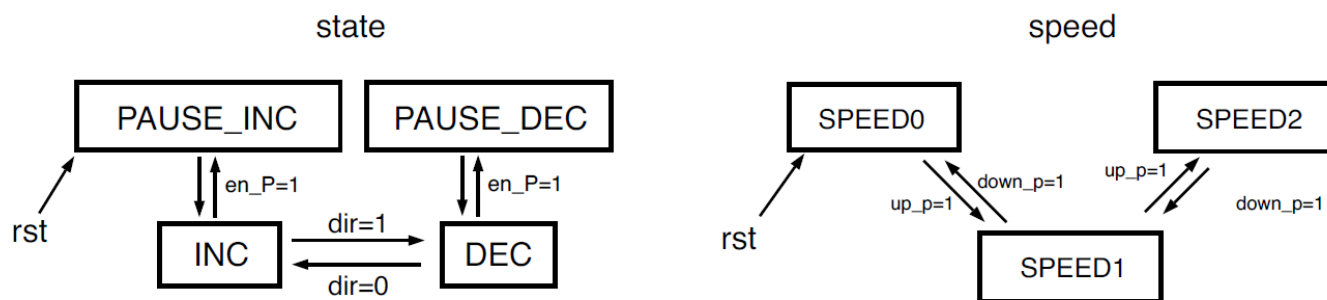
(1) lab4_1

如下圖 2，在這個 module 裡，我利用自製的 clock_divider 製作出了 5 個不同頻率的時間訊號，分別為 clk_s2(4Hz)、clk_s1(2Hz)、clk_s0(1Hz)、clk_p(5000Hz)、clk_u(1000Hz)，而 clk_s 是以 speed 來選擇接上何種時間訊號。接著我將以按鍵作為 input 的 en, speed_up, speed_down，以頻率較高的原始 clk 先做 debounced，再以與 state 相同時間訊號、頻率較低的 clk_p 做 onepulse，而 dir 雖然也是按鍵輸入，但因為是長壓來改變，所以不需要做處理。

我設計了 6 個 flip-flop 來儲存資訊，包括 state、speed 和 4 個數字，其中 val3 跟 speed 是連動的，val2 跟 state 是連動的。如下圖 1，speed 有 SPEED0、SPEED1、SPEED2 等三種狀態，以 up_p 和 down_p 來轉換狀態，並以 val3 顯示目前的 speed；state 則有 PAUSE_INC、PAUSE_DEC、INC、DEC 等 4 種狀態，並以 en_p 來開啟或結束暫停、長壓 dir 來切換成遞減模式，並以 val2 顯示目前是遞增還遞減，因此 val3、speed、val2、state 的時間訊號都是接上與 onepulse 相同的 clk_p，才能確保每次的 onepulse 恰好只被觸發一次。而 val1 和 val0 則是接上 clk_s，再根據 state，以當前速度遞增或遞減。

最後會將 4 個數字和 clk_u 接進自製的 Display module，輸出 DIGIT 和 DISPLAY，其中 clk_u 的頻率為 1000Hz，也就是 refresh 的頻率是 250Hz。而另外兩個 output，max 和 min 直接接上 val1 和 val0 做判斷即可。

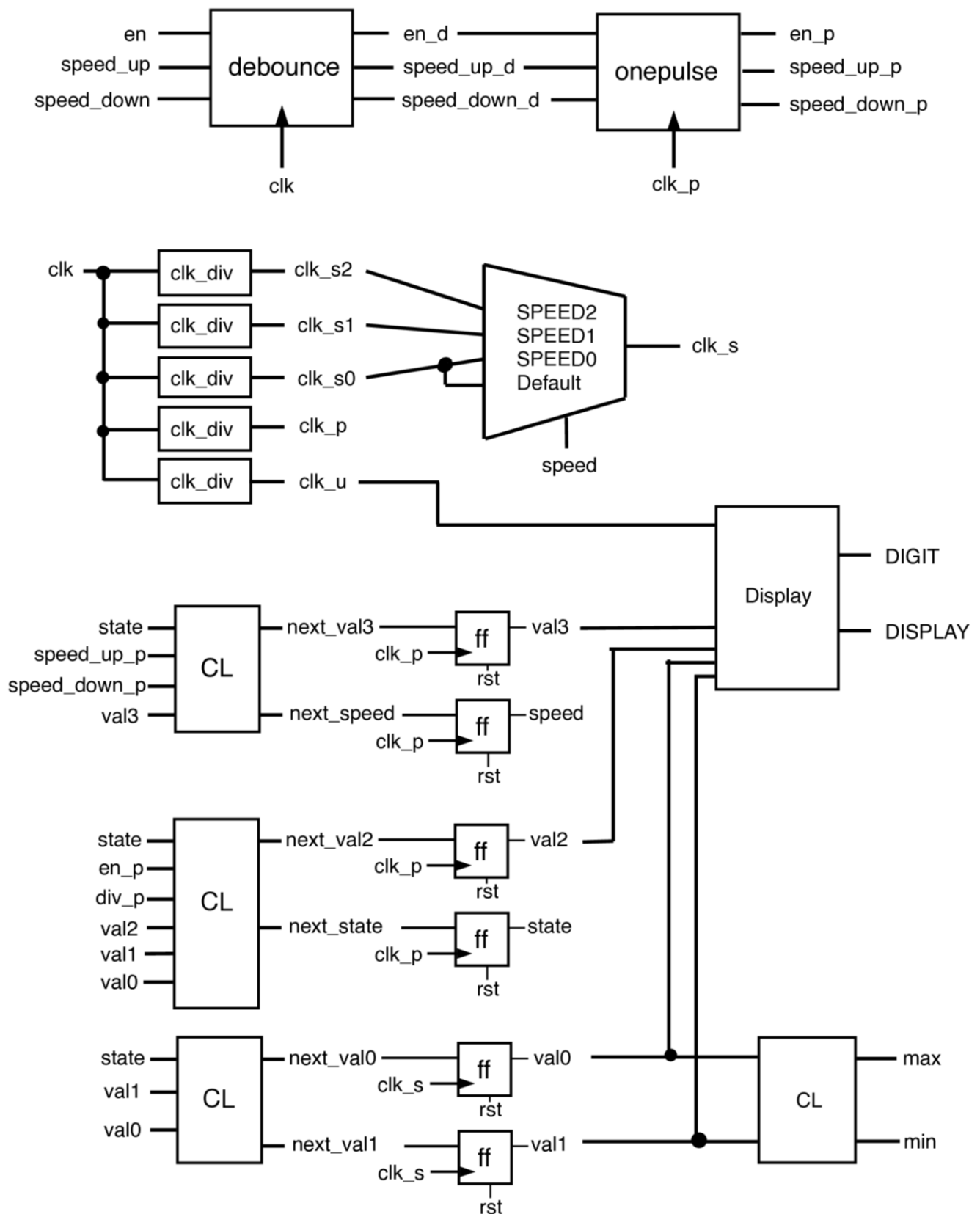
state diagram (lab4_1)



▲ 圖 1

lab4_1

debounce and generate onepulse



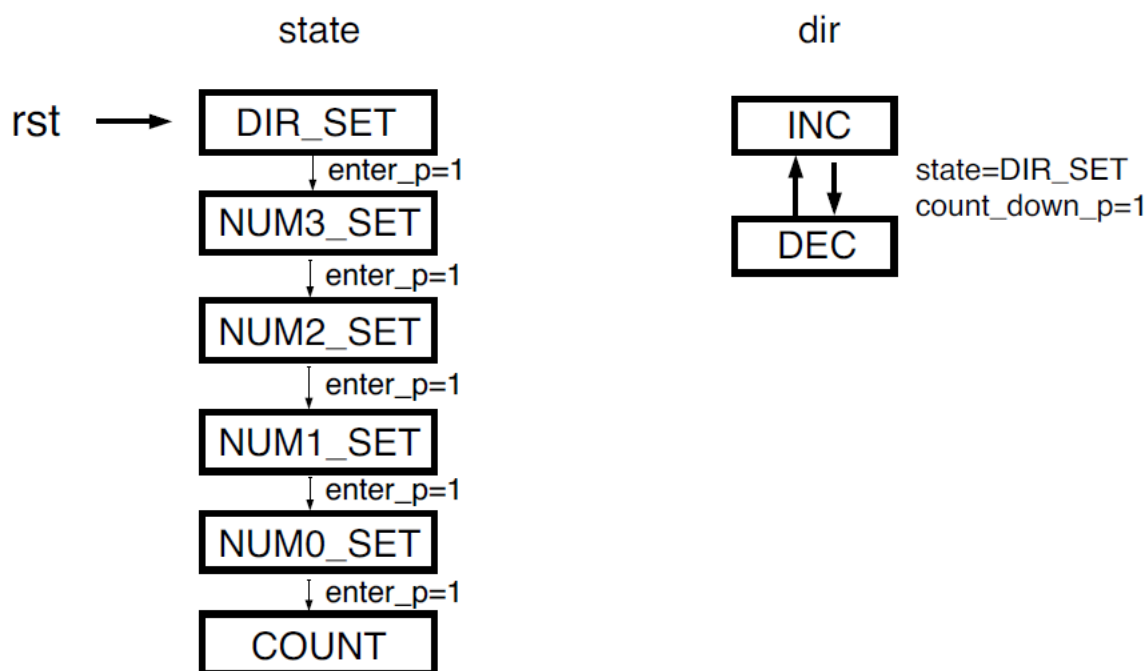
▲ 圖 2

(2) lab4_2

如下圖 4，這個 module 裡我製作了 3 個不同頻率的時間訊號，分別為 $\text{clk}_s(10\text{Hz})$ 、 $\text{clk}_p(5000\text{Hz})$ 、 $\text{clk}_u(1000\text{Hz})$ 。接著將以按鍵作為 input 的 input_number 、 enter 、 count_down 做 debounce 和 onepulse。

這邊我設計了 10 個 flip-flop 來儲存資訊，分別是 state 、 dir 、4 個數字和 4 個目標數字，4 個數字的时间訊號會接上 clk_now ，而 clk_now 在計時的時候會接上 clk_s ，使更新頻率為 10Hz，其他時候則接上與 state 相同的时间訊號 clk_p ，以便感應按鍵的輸入；4 個目標數字的作用為記錄我們所設定的時間，因此只有在數字設定時才會變化，時間訊號為 clk_p ； state 有 6 種狀態，如下圖 3 所示，分別為 DIR_SET 、 NUM3_SET 、 NUM2_SET 、 NUM1_SET 、 NUM0_SET 、 COUNT ，皆是以 enter_p 的輸入進到下一個狀態； dir 則有 2 種狀態，為 INC 和 DEC ，記錄了在 DIR_SET 設定的方向。最後 DIGIT 與 DISPLAY 的輸出方式與上一個 module 相同。

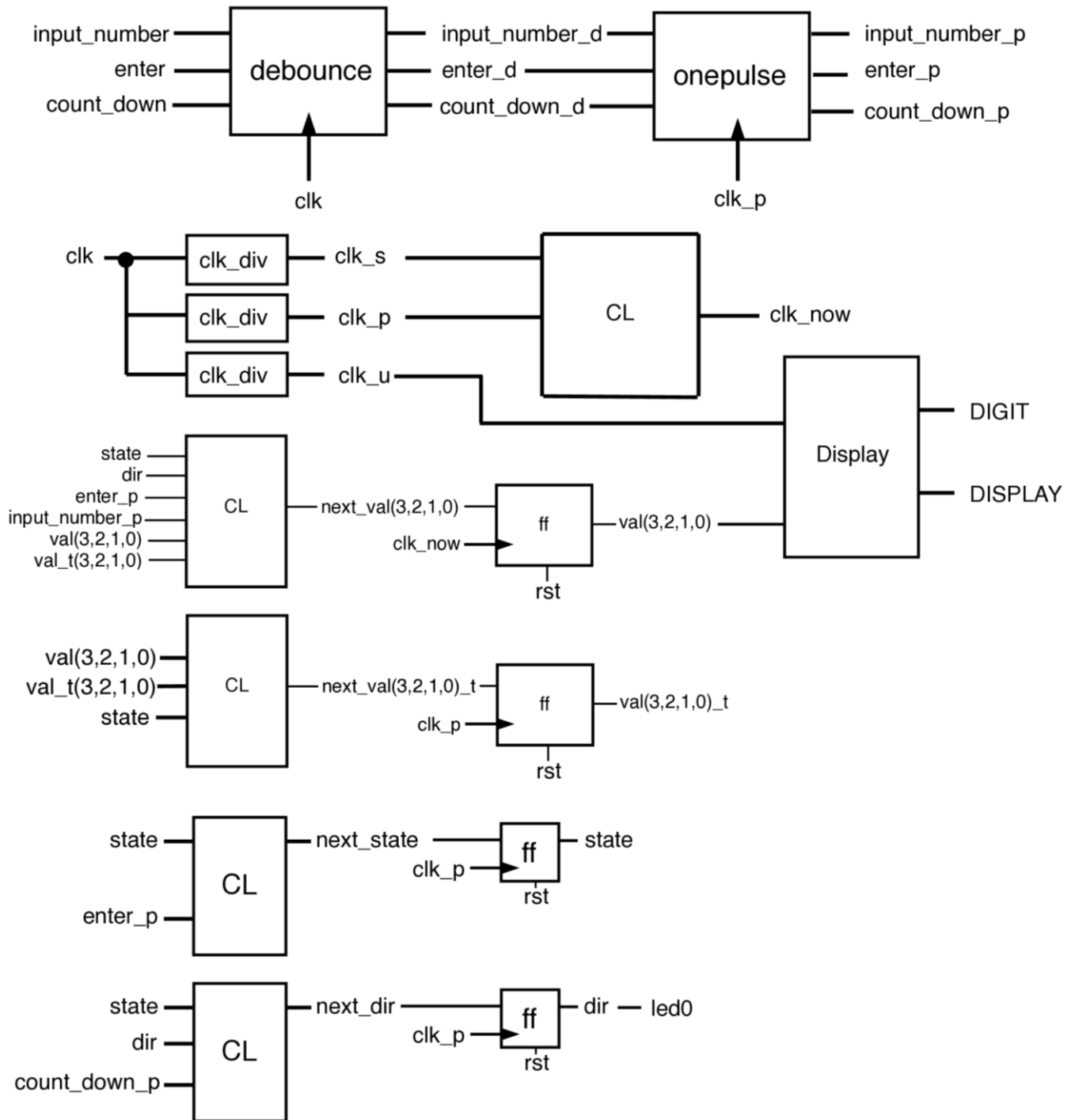
state diagram (lab4_2)



▲ 圖 3

lab4_2

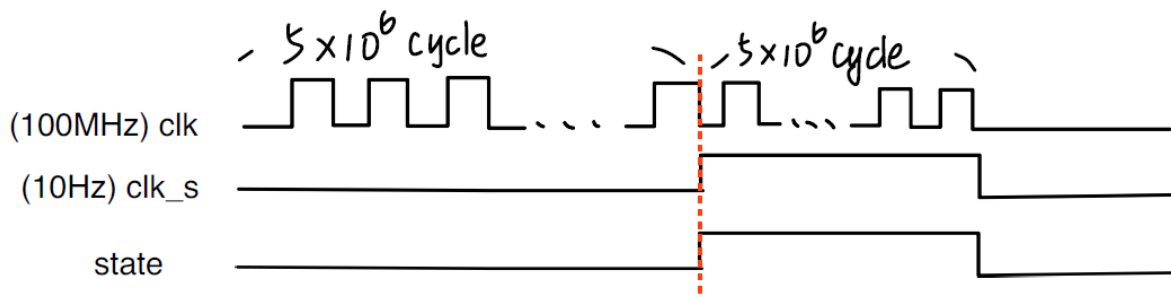
debounce and generate onepulse



▲ 圖 4

(3) Bonus

我設計出的 `clock_divider`，會傳入一個參數 s ，其代表幾個 cycle 後要變化 state 的值，因此 $2s$ 即為除頻的倍率，如下圖 5 所示，傳入的 $s = 5 \times 10^6$ ，除頻的倍率即為 $2s = 10^7$ 倍，恰好將 100MHz 的 `clk` 除頻成頻率為 10Hz、週期為 0.1 秒的訊號。



▲ 圖 5

2. 學到的東西與遇到的困難

在這次 lab 中，我遇到最大的問題在於調整按鍵的感應，一開始以 100MHz 的 `clk` 作為 `debounce`、`onpulse`、`state` 的時間訊號時，按鍵有時會未感應，有時會連續感應兩次；而後來將 `debounce` 和 `onpulse` 調至 μs 等級的 `clk` 後，卻又沒將 `state` 一併調整，使 `state` 會連續感應到好幾次輸入；後來才知道原來 `debounce` 和 `onpulse` 也能使用不同的 `clk`，最後將頻率最高的 100MHz 設為 `debounce` 的 `clk`， μs 等級的頻率設為 `onpulse`、`state` 的 `clk`，即得到了最佳效果。

3. 想對老師或助教說的話

請問是誰殺了喜？

...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...
...

吉能，因為吉能殺喜