

# HW1: Approximate Average

黃偉峰 E34106010

# 題目特點

## 2.4 Timing Diagrams

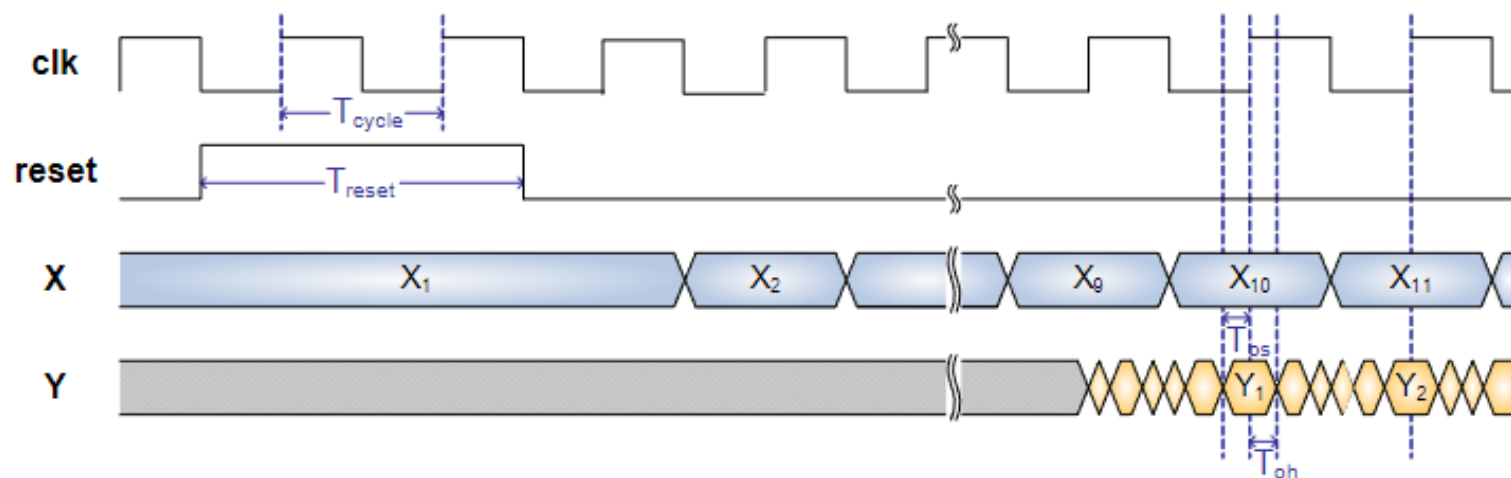


Fig. 2 I/O Timing Diagram

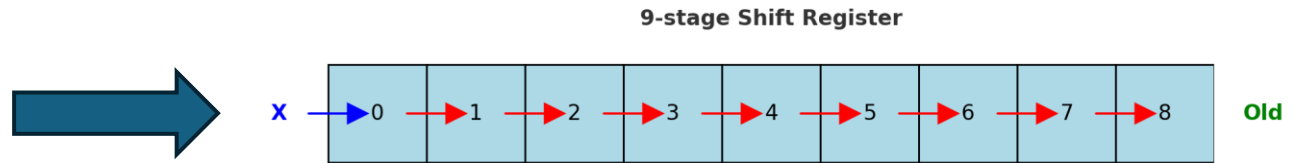
- Y output再經過9個值後，第10個值時就必須計算完成，並且持續跟著X input計算出正確的Y，故需將計算過程透過合理安排能夠在一個clock內做完題目要的計算。

# 電路設計說明

# Shifter Register

```
always @(posedge clk or posedge reset) begin //x_array
    if(reset)begin
        for(i = 0; i <= 8; i = i + 1)begin
            x_array[i] <= 0;
        end
    end else begin
        x_array[0] <= X;
        for(i = 1; i <= 8; i = i + 1)begin
            x_array[i] <= x_array[i-1];
        end
    end
end
end
```

```
always @(posedge clk or posedge reset) begin //sum_x
    if(reset) sum_x <= 0;
    else begin
        sum_x <= sum_x + X - x_array[8];
    end
end
end
```



透過一個Shifter Register，每次有新的x進來時存入x\_array[0]，並把所有位置上的值往下一個位置移動。

在上述過程中每次存入新值就將sum\_x加上新值並減掉即將被覆蓋掉的值，以此可以在每次新值進來時將Shift Register當中的總和計算出來。

# X\_avg, X\_appr

$$X_{appr_j} = \begin{cases} X_{avg_j} & \text{if } X_{avg_j} \in XS \\ X_i & \text{if } (X_i \in XS) \text{ and } (X_i < X_{avg_j}) \text{ and } (X_{avg_j} - X_i \text{ is minimal}) \\ X_{avg_j} & \text{if } X_{avg_j} \notin XS \end{cases} \dots\dots\dots (3)$$

where  $X_{appr_j}$  is the value of the  $j$ th approximate average.

```
assign x_avg = sum_x / 9;
```

x\_avg直接使用組合電路除法器除9完成

```
always @(*) begin //x_appr
    x_appr = 0;
    for(i = 0; i <= 8; i = i + 1)begin
        if((x_array[i] <= x_avg) && (x_appr < x_array[i])) x_appr = x_array[i];
    end
end
```

X\_appr根據題目定義為在shift register當中最大且小於等於x平均值的數值，因需要在一個cycle內完成，所以透過組合電路方式一次判斷完shift register內的8個element。

# Output Y

$$Y_j = \left\lfloor \frac{\sum_{i=j}^{j+n-1} (X_i + X_{appr_j})}{n-1} \right\rfloor \dots\dots\dots (4)$$

```
assign Y = (sum_x + (x_appr << 3) + x_appr) >> 3; //Y
```

透過先前已經算好的x總和，再額外加上9倍的X\_appr，最後除上8即為Y值，實作上加上9倍的X\_appr，改寫成左移位3位獲得8倍的X\_appr並加上X\_appr獲得9倍X\_appr，除8則以向右移3位代替。

# Functional Simulation Report

```
VSIM 29> run -all
# -----
#
# -----
#
# All data have been generated successfully!
#
# -----PASS-----
#
# -----
#
# ** Note: $finish      : C:/Users/kartg/Desktop/IC_2025/2005/testfixture.v(124)
#      Time: 20040 ns  Iteration: 2  Instance: /test
# 1
```