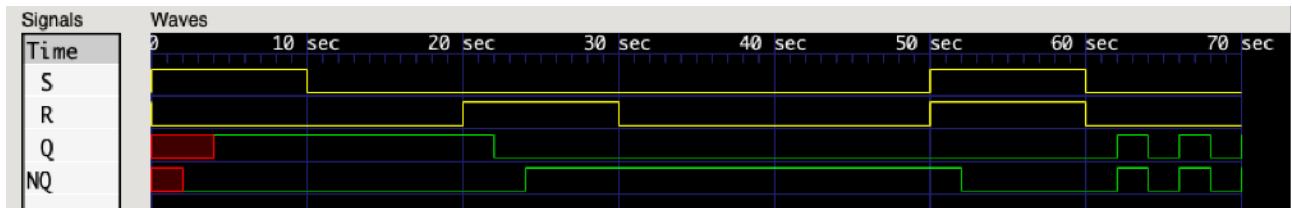


Digital Circuit Design — Lab 03

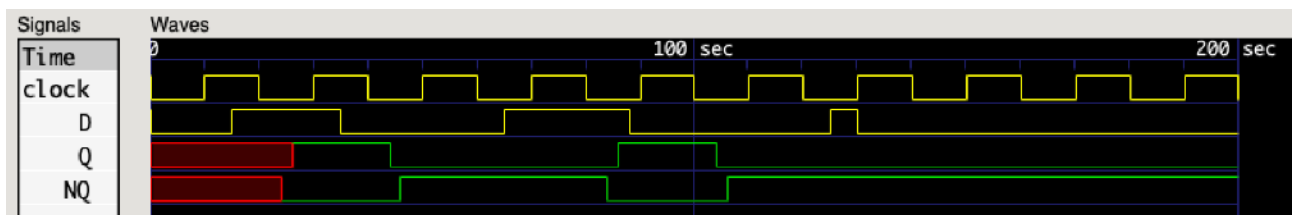
A. SR-Latch



SR-Latch wave Result

這題是運用 **gate-level** 的方式去製作 **SR-Latch**，那根據波形圖可看到，一開始因為 **nor gate** 設有 **2 ns** 的 **delay**，所以 **Q** 會是不確定。最後面因為輸入為 **0 0**，是 **SR-Latch** 沒有定義的，所以照成震盪。

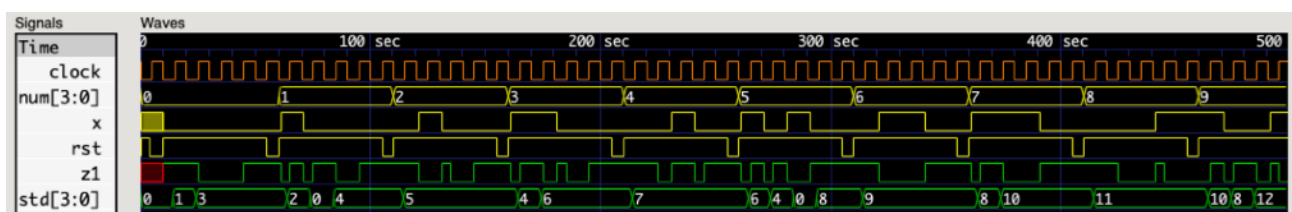
B. Negative Edge Trigger D-Flip-Flop



Negative Edge Trigger D-Flip-Flop wave Result

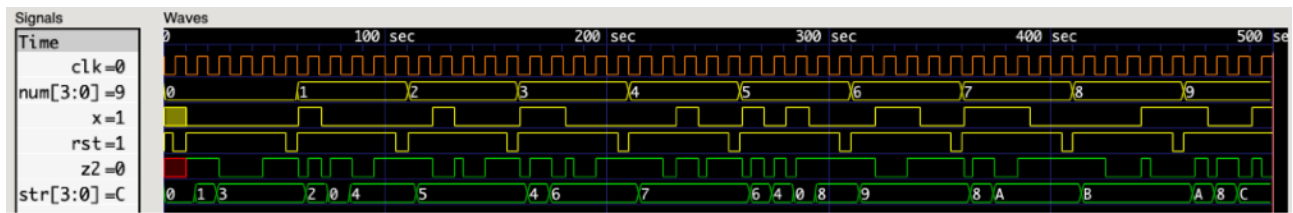
這提要運用上一題的 **SR-Latch** 去完成本題的 **D-Flip-Flop**。輸入測資採用 **fork - join** 方式去完成 **test-bench**，在特定時間輸入特定測資比較簡單。

C. Mealy-Type Synchronous Sequential Circuit



State-Diagram Result Wave
(num : BCD input, z1 : Output)

一開始的一週期 (**10sec**)為留給 **reset** 時間，第一比測資從 **10sec** 開始每 **50sec** 為一筆測資，最後一部分為轉換結果，可以看到為 **num + 3**，符合預期結果。



Structure Result Wave
(num : BCD input, z2 : Output)

一開始的一週期 (10sec) 為留給 reset 時間，第一比測資從 10sec 開始每 50sec 為一筆測資，最後一部分為轉換結果，可以看到為 $\text{num} + 3$ ，符合預期結果。

Test Result

```
BCD: 0000
State: 0011
Struct: 0011

BCD: 0001
State: 0100
Struct: 0100

BCD: 0010
State: 0101
Struct: 0101

BCD: 0011
State: 0110
Struct: 0110

BCD: 0100
State: 0111
Struct: 0111

BCD: 0101
State: 1000
Struct: 1000

BCD: 0110
State: 1001
Struct: 1001

BCD: 0111
State: 1010
Struct: 1010

BCD: 1000
State: 1011
Struct: 1011

BCD: 1001
State: 1100
Struct: 1100
[Finished in 0.15
```

(State: State-diagram, Struct: Structure)

D. Conclusion

這次的 **Lab** 我覺得難度大大提升，但是我知道離計算機組織還差一大截。這次的問題都發生在最後一題，不知道到底是線路接錯，還是 **test-bench** 寫錯，每寫一個版本波形圖就要看一陣子，而解 **Verilog** 跟一般的程式不一樣，每行是同步進行的，有時寫一寫就會邏輯表成一行一行下來。還有打出來執行的結果都跟想的不一樣，編譯訊息也很少，很難察覺自己會錯在哪裡。

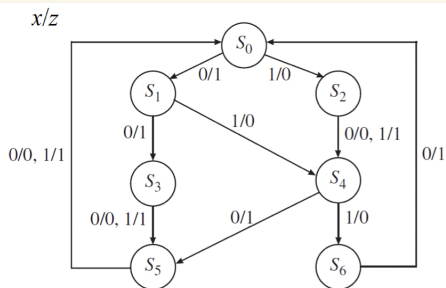


圖 3：BCD 至 Excess-3 代碼轉換器之狀態圖

Figure 3: The state diagram of the BCD to excess-3 code converter.

Handwritten Karnaugh map for Q_2^+ :

	Q_1Q_0	00	01	11	10
xQ_2	00			1	1
	01	1		X	
	11	1		X	X
	10		1	1	1

State	x/z	Next state		Output z	
		x=0	x=1	x=0	x=1
0	000	001	010	1	0
1	001	011	100	1	0
2	010	100	100	0	1
3	011	101	101	0	1
4	100	101	110	1	0
5	101	000	000	0	1
6	110	000	xxx	1	x

Handwritten Karnaugh map for Q_1^+ :

	Q_1Q_0	00	01	11	10
xQ_2	00		1		
	01			X	
	11	1		X	X
	10	1			

Handwritten Karnaugh map for Q_0^+ :

	Q_1Q_0	00	01	11	10
xQ_2	00	1	1	1	
	01	1		X	
	11			X	X
	10			1	

Handwritten Karnaugh map for Z :

	Q_1Q_0	00	01	11	10
xQ_2	00	1	1		
	01	1		X	1
	11		1	X	X
	10			1	1

$$Q_2^+ = Q_1Q_0 + xQ_1 + xQ_2'Q_0 + Q_2Q_1'Q_0' + x'Q_2'Q_1$$

$$Q_1^+ = xQ_1'Q_0' + x'Q_2'Q_1'Q_0$$

$$Q_0^+ = Q_1Q_0 + x'Q_2'Q_1' + x'Q_1'Q_0'$$

$$Z = x'Q_2'Q_1' + xQ_1 + Q_2Q_1 + xQ_2Q_0 + x'Q_1'Q_0'$$

