

Lab 03

Elevator simulation (Three-floor)

103062638 陳煒智

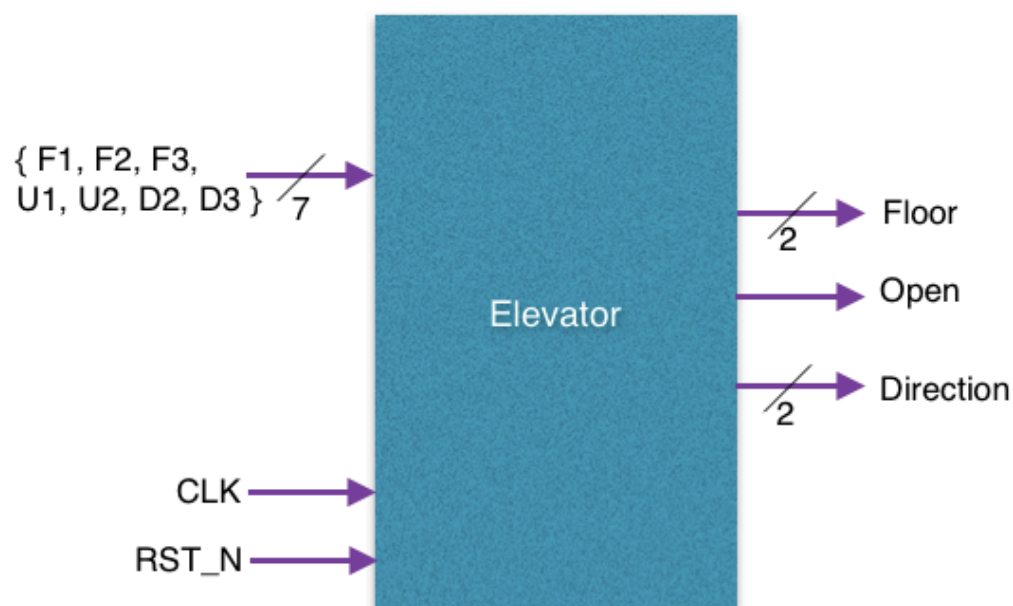
一、Description:

設計三層樓之電梯訊號運作模擬

假設：

1. 電梯移動一層樓，必須要一個cycle，例如：電梯從1樓移動到3樓，必須要2個cycle，而非1個cycle即可到達3樓。
2. 同一層樓多個按鈕同時按，例如：電梯IDEL於2F，但同時間按下F1及F3之按鈕，則電梯移動之優先權為先往下移動(1F)，而不是先往上移動(3F)，這是因為考量下樓梯的人可以用走的，而電梯優先乘載上樓梯的乘客。(實作於IDEL_F2之case)
3. 電梯初始時位於一樓，且電梯門為關閉。

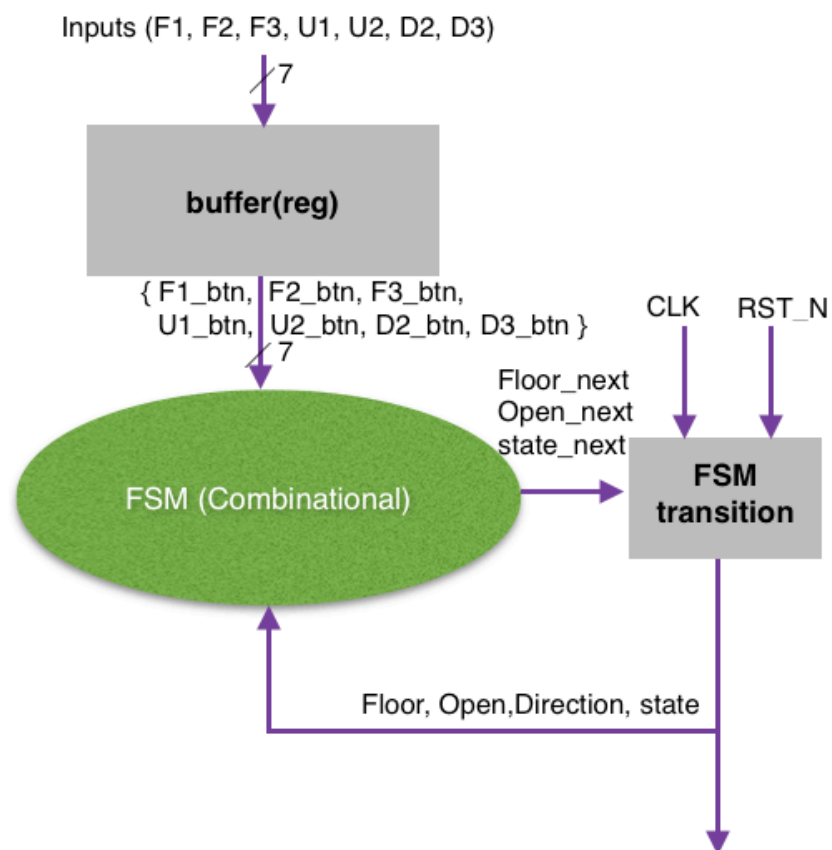
二、Block Diagram:



IO Specification:

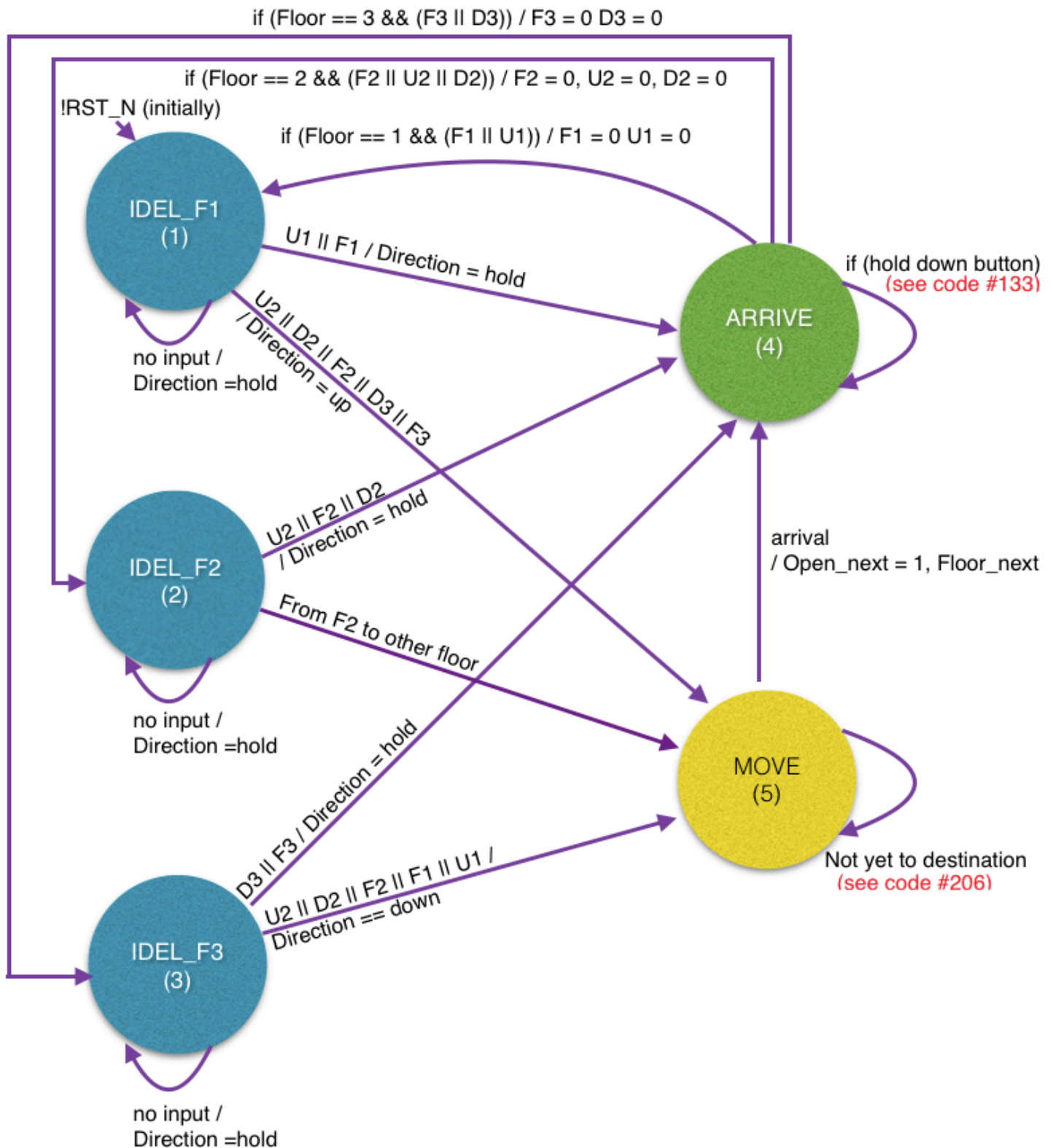
- Input:
 - CLK: clock source。
 - RST_N: 低電位時重置。
 - {F1, F2, F3}: 電梯內部按鈕。
 - {U1, U2, D2, D3}: 電梯外部按鈕。其中 U 表電梯向上按鈕，D 表電梯向下按鈕。
- Output:
 - Floor: 2-bit，表示電梯目前之樓層。
 - Open: 表示電梯門之開關狀態，0 表示電梯為關閉，1 表示電梯為開啟。
 - Direction: 2-bit 表示電梯目前移動之方向，00 表示 hold，即電梯不移動；01 表示 down，即電梯正在向下，10 表示 up，及電梯正在向上。

三、Overall Architecture



- buffer：用來接收並暫存 input，再將其暫存值供 FSM 使用。
- **FSM**：使用 mealy machine，其輸出由輸入及狀態所決定，輸出其下一個狀態之 Floor、Open 及 state，供 FSM transition 轉換 FSM 為下一個狀態。
- FSM transition：為一個 D-FF，供 FSM 轉換 state 至 state_next。

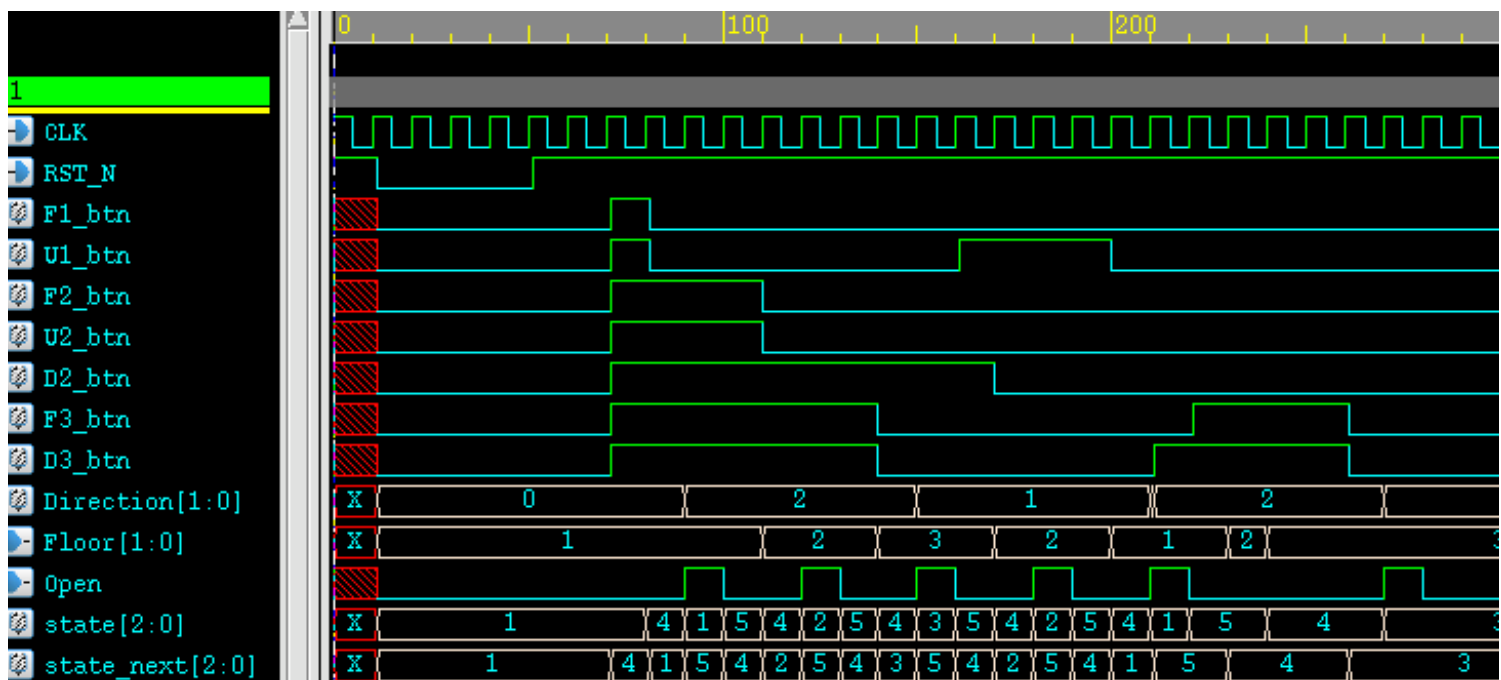
四、Finite State Machine



1. IDEL_F1：初始狀態，此狀態代表電梯目前位於一樓，並且正在閒置。當有往其它樓層移動之按鈕按下後，及轉換至 MOVE 狀態，否則持續閒置。
2. IDEL_F2：此狀態代表電梯目前位於二樓，並且正在閒置。行為同 IDEL_F1。

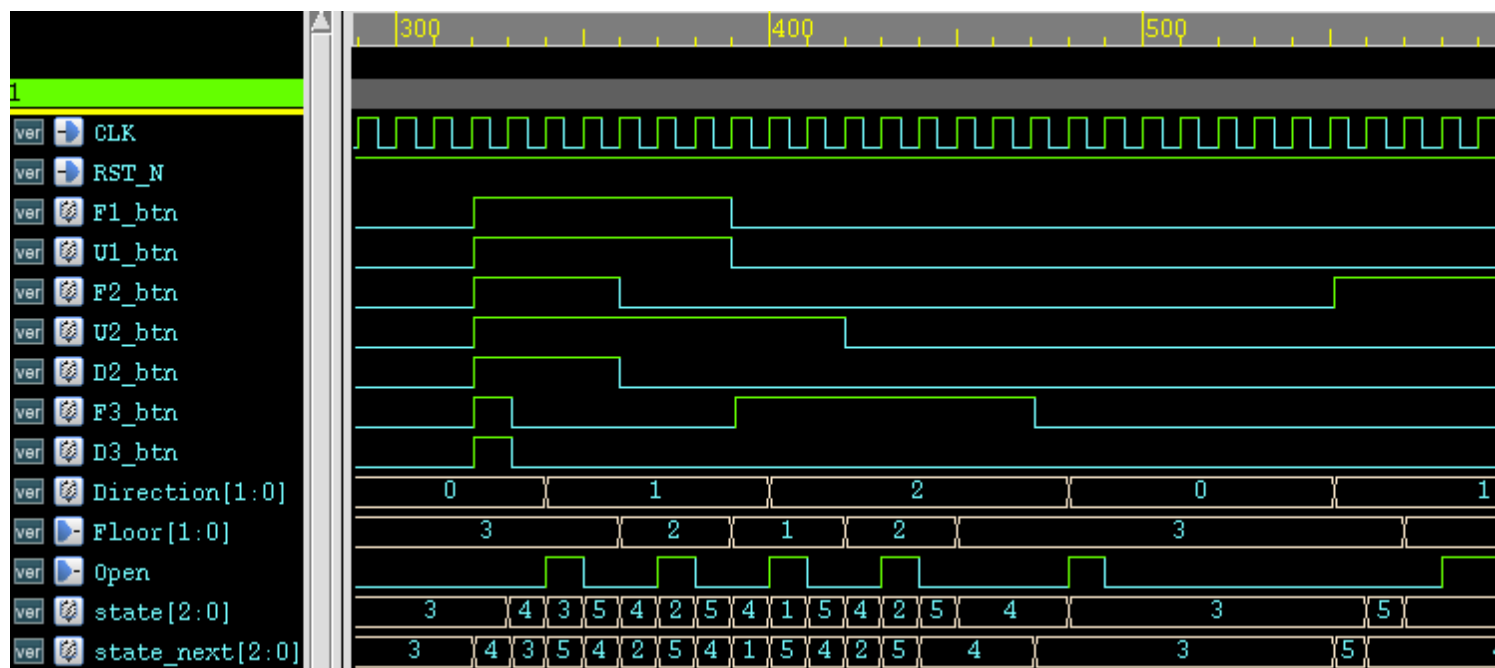
3. IDEL_F3：此狀態代表電梯目前位於三樓，並且正在閒置。行為同 IDEL_F1。
4. ARRIVE：表示電梯已經抵達目的地，並在下一個狀態抵達目的地樓層，並打開電梯門。在此狀態時，若位於電梯樓層之按鈕**長按**，則電梯會保持在同一層樓，且電梯門持續開啟。
5. MOVE：表示電梯正在移動，正在此狀態轉換樓層。若電梯仍未抵達目的地，則下一個狀態仍回到 MOVE，否則轉換至 ARRIVE 抵達目的地。

五、Test Bench



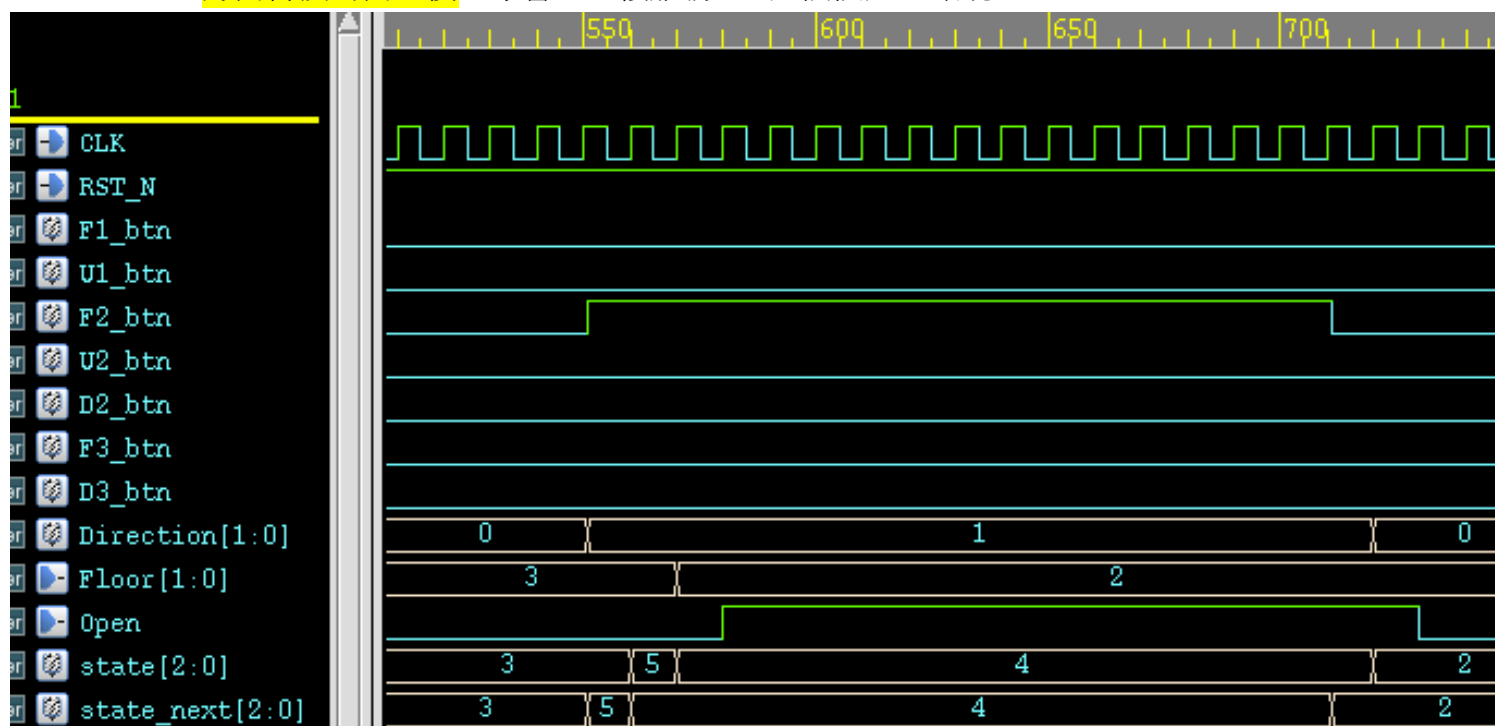
測試數據：初始時，電梯在一樓，且電梯門關閉，**同時按下所有按鈕**。

測試結果：在時間 $\text{time}=70$ 時，由於電梯在一樓，且 F1 及 U1 皆有按下，則在 $\text{time}=80$ 時，表示抵達目的地，並將 F1 及 U1 之訊號消除，下一個 clock $\text{time}=90$ 時打開電梯門，在下一個 cycle 關閉電梯門； $\text{time}=100$ 時偵測到 F2、U2 及 D2 之按鈕，則電梯往二樓移動，在 $\text{time}=110$ 時抵達二樓，並消除 F2 及 U2 之訊號**(但 D2 訊號保留，待電梯往下時，才使用)**，在 $\text{time}=120$ 開啟電梯門，在下一個 cycle 關閉電梯門；依此類推，當抵達三樓後，由於**D2 訊號仍然存在**，在 $\text{time}=160$ 時，電梯會往二樓移動，此時才消除 D2 訊號，並在二樓開關門；接著偵測其他輸入訊號，並依序完成。



測試數據：接續上圖，此時電梯在三樓，且電梯門關閉，同時按下所有按鈕。

測試結果：同上圖之敘述之行為，但此時電梯方向向，並逐層停靠電梯。由於電梯向下，所以在向下過程中，U2 按鈕仍然保留著，等到抵達一樓，並且電梯方向轉換為向上後，才會至二樓服務 U2 這個按鈕之訊號。



測試數據：接續上圖，此時電梯在三樓，且電梯門關閉，接著，長按 F2 按鈕。

測試結果：電梯由三樓移動至二樓，於 time=570，抵達後於 time=580 打開電梯門，並且保持開啟電梯門，直到 F2 按鈕放掉為止，於 time=780 將門關上。