



AKADEMIA GÓRNICZO HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA
W KRAKOWIE

Technika cyfrowa

WINDA

DULEWICZ ANTONI
SMYDA TOMASZ

10 CZERWCA 2024

Spis treści

1	Treść ćwiczenia	2
2	Opis rozwiązania	2
3	Schemat automatu	3
4	Tabela prawdy	4
5	Minimalizacja funkcji logicznych	7
5.1	Funkcja F'_1	7
5.2	Funkcja F'_2	8
5.3	Funkcja D'_1	9
5.4	Funkcja D'_2	10
5.5	Funkcja B'_0	11
5.6	Funkcja B'_1	12
5.7	Funkcja B'_2	13
6	Zewnętrzne drzwi	14
7	Implementacja układu	15
7.1	Układ sterujący	15
7.1.1	Układ synchronizujący	16
7.1.2	Układy obliczające bity kolejnych stanów automatu	16
7.2	Układ obliczający stan drzwi zewnętrznych	20
7.3	Układ obliczający stan ruchu	21
8	Układ testujący	22
8.1	Schemat podukładu TESTER	23
8.2	Generator słów	24
8.3	Analizator stanów logicznych	24
9	Zastosowania	27
9.1	Trzy rakiety	27
9.2	Winda w Babilonie	27

1 Treść ćwiczenia

Proszę zaproponować, zbudować i przetestować układ sterujący windą w przykładowym trzykondygnacyjnym budynku. Winda posiada:

- wskaźnik ruchu windy
- wskaźnik kierunku ruchu windy
- trzy czujniki otwarcia drzwi, po jednym na każdej kondygnacji
- trzy przyciski przywołania windy, po jednym na każdej kondygnacji
- trzy przyciski wyboru piętra w kabinie windy.

Winda powinna posiadać stale aktualizowany wskaźnik aktualnego piętra.

Rzeczy niedopowiedziane w treści zadania, proszę ustalić, doprecyzować i opisać samodzielnie.

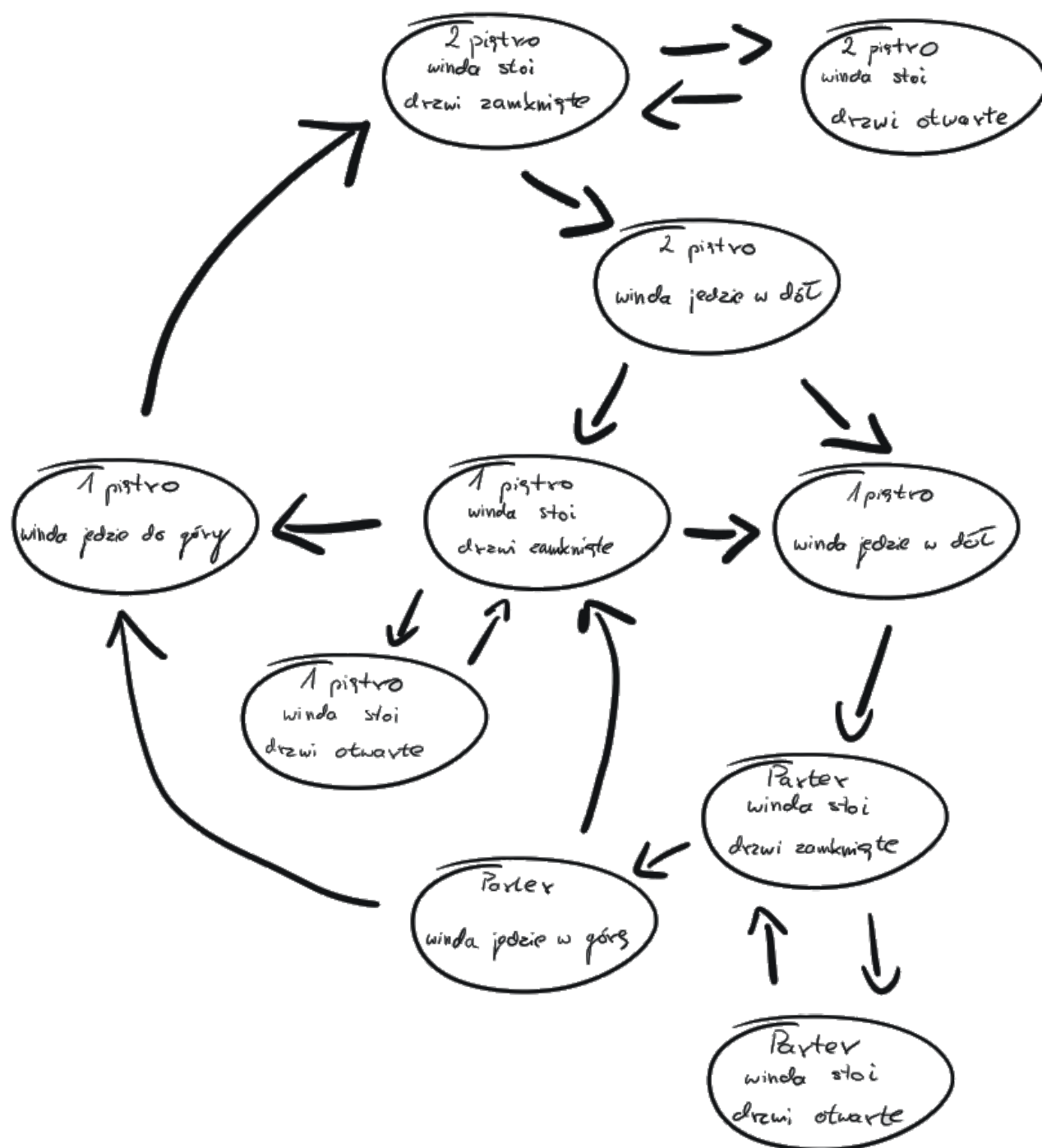
2 Opis rozwiązania

W celu zrealizowania zadania, postanowiliśmy zbudować automat, którego stanem manipulujemy za pomocą przycisków: trzech w kabinie windy i po jednym na każdej kondygnacji. Każdy stan tego automatu składa się z 7 bitów, kolejno:

- F_1F_2 - dwa bity wskaźnika piętra. Kolejne wartości oznaczają:
 - 00 - piętro 0
 - 01 - piętro 1
 - 10 - piętro 2
 - 11 - stan nieokreślony
- D_1D_2 - dwa bity wskaźnika kierunku windy i otwarcia drzwi kabiny. Kolejne wartości oznaczają:
 - 00 - winda stoi, drzwi są zamknięte
 - 01 - winda jedzie do góry
 - 10 - winda jedzie w dół
 - 11 - winda stoi, drzwi są otwarte
- B_0, B_1, B_2 - przyciski windy. Wartość każdego to:
 - 0 - przycisk niewciśnięty
 - 1 - przycisk wciśnięty

W celu skonstruowania układu w programie Multisim, stworzymy tabelę prawdy dla kolejnych stanów automatu oraz zminimalizujemy funkcje logiczne korzystając z algorytmu napisanego w języku Python. Następnie, aby upewnić się, że nasze przekształcenia są poprawne napiszemy algorytm testujący.

3 Schemat automatu



Rysunek 1: Schemat przejść ze stanu aktualnego do stanu następnego

4 Tabela prawdy

Stan aktualny							Stan następny						
F_1	F_2	D_1	D_2	B_0	B_1	B_2	F'_1	F'_2	D'_1	D'_2	B'_0	B'_1	B'_2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0
0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1
0	0	0	1	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1
0	0	0	1	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-
0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1
0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0
0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
0	0	1	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
0	0	1	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-
0	0	1	0	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-
0	0	1	0	0	1	1	-	-	-	-	-	-	-
0	0	1	0	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-
0	0	1	0	1	0	1	-	-	-	-	-	-	-
0	0	1	0	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-
0	0	1	0	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0
0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0
0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1
0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0
0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
0	1	0	1	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1

Stan aktualny							Stan następny						
F_1	F_2	D_1	D_2	B_0	B_1	B_2	F'_1	F'_2	D'_1	D'_2	B'_0	B'_1	B'_2
0	1	0	1	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-
0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-
0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1
0	1	0	1	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-
0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
0	1	1	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
0	1	1	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-
0	1	1	0	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-
0	1	1	0	0	1	1	-	-	-	-	-	-	-
0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1
0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0
0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1
0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0
1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0
1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
1	0	0	1	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
1	0	0	1	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-
1	0	0	1	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	0	0	1	0	1	1	-	-	-	-	-	-	-
1	0	0	1	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-
1	0	0	1	1	0	1	-	-	-	-	-	-	-
1	0	0	1	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	0	0	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-
1	0	1	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
1	0	1	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-
1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1
1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0
1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1

Stan aktualny							Stan następny						
F_1	F_2	D_1	D_2	B_0	B_1	B_2	F'_1	F'_2	D'_1	D'_2	B'_0	B'_1	B'_2
1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0
1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0
1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0
1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	0	0	1	1	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	0	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	0	1	0	1	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	0	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	0	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	1	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	1	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	1	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	1	0	1	1	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	1	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	1	1	0	1	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	1	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	0	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-
1	1	1	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	1	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-
1	1	1	0	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	1	0	0	1	1	-	-	-	-	-	-	-
1	1	1	0	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	1	0	1	0	1	-	-	-	-	-	-	-
1	1	1	0	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	1	0	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-
1	1	1	1	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	1	1	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-
1	1	1	1	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	1	1	0	1	1	-	-	-	-	-	-	-
1	1	1	1	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	1	1	1	0	1	-	-	-	-	-	-	-
1	1	1	1	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-
1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-

5 Minimalizacja funkcji logicznych

Do minimalizacji funkcji wykorzystaliśmy narzędzie online: <https://www.charlie-coleman.com/experiments/kmap/>

5.1 Funkcja F'_1

f		$d2, b0, b1, b2$															
		00000001001100100110011101010100110011011111110101010111001100															
$f1, f2, d1$	000	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-
001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
011	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	-	-	1	1	-
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
101	-	-	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-

Rysunek 2: Tabela Karnaugh dla funkcji F'_1

```
assign f = (f2 & ~d1 & d2) | (f1 & ~d1) | (f1 & d2);
```

Rysunek 3: Wyjście programu dla funkcji F'_1

Postać zminimalizowanej funkcji F'_1 :

$$F'_1 = F_2 \overline{D_1} D_2 + F_1 \overline{D_1} + F_1 D_2$$

5.2 Funkcja F'_2

f	$d2, b0, b1, b2$
	0000 0001 0011 0010 0110 0111 0101 0100 1100 1101 1111 1110 1010 1011 1001 1000
$f1, f2, d1$ 000	0 0 0 0 0 0 0 0 - 1 1 1 1 1 1 1 -
001	- - - - - - - - 0 0 0 0 0 0 0 0
011	- - - - 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1
010	1 1 1 1 1 1 1 1 - 0 0 - - 0 0 -
110	- - - - - - - - - - - - - - -
111	- - - - - - - - - - - - - - -
101	- - 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0
100	0 0 0 0 0 0 0 0 - - - - - - -

Rysunek 4: Tabela Karnaugh dla funkcji F'_2

```
assign f = (~f2 & ~d1 & d2) | (f2 & ~d1 & ~d2) | (f2 & d1 & d2) | (~f2 & d1 & ~d2);
```

Rysunek 5: Wyjście programu dla funkcji F'_2

Postać zminimalizowanej funkcji F'_2 :

$$F'_2 = \overline{F_2} \overline{D_1} D_2 + F_2 \overline{D_1} \overline{D_2} + F_2 D_1 D_2 + F_1 D_1 \overline{D_2}$$

5.3 Funkcja D'_1

f

d2,b0,b1,b2

000000010011001001100111010101001100110111111101010101110011000

f1,f2,d1

000

0

0

0

0

1

1

1

1

-

0

0

0

0

0

0

0

-

001

-

-

-

-

-

-

-

-

1

1

1

1

0

0

0

0

011

-

-

-

-

0

0

0

0

0

0

1

1

1

1

0

0

010

0

0

1

1

1

1

1

1

-

0

0

-

-

0

0

-

110

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

111

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

101

-

-

0

0

0

0

1

1

0

1

1

0

0

1

1

0

100

0

1

1

1

1

1

1

1

-

-

-

-

-

-

-

-

Rysunek 6: Tabela Karnaugh dla funkcji D'_1

```
assign f = (~d1 & ~d2 & b0) | (f1 & ~d1 & b1) | (f1 & d2 & b2) | (~f1 & ~f2 & d1 & b0) |
(f2 & ~d1 & ~d2 & b1) | (f2 & d1 & d2 & b1) | (f1 & ~d1 & b2) | (~f2 & ~d2 & b0 & ~b1);
```

Rysunek 7: Wyjście programu dla funkcji D'_1

Postać zminimalizowanej funkcji D'_1 :

$$D'_1 = \overline{F_1}\overline{F_2}D_1B_0 + F_2\overline{D_2}\overline{B_0}B_1 + F_2D_1D_2B_1 + F_1D_1\overline{D_2}\overline{B_1} + \overline{D_1}\overline{D_2}B_0 + F_1\overline{B_1}B_2 + F_1\overline{D_1}B_1 + F_1D_2B_2$$

5.4 Funkcja D'_2

f	$d2, b0, b1, b2$	$000000010011001001100111010101001100110111111101010101110011000$															
$f1, f2, d1$	000	0	1	1	1	1	1	1	1	-	1	0	0	0	0	1	-
	001	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	0	0	0	0
	011	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
	010	0	1	1	1	1	1	0	0	-	0	0	-	-	0	0	-
	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	101	-	-	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
	100	0	1	1	0	0	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-

Rysunek 8: Tabela Karnaugh dla funkcji D'_2

```
assign f = (f1 & d2 & b2) | (~f2 & ~d1 & ~d2 & b2) | (~f1 & ~d1 & ~d2 & b1) | (~f1 & ~f2
& ~d2 & b0) | (~f2 & ~d1 & d2 & ~b1) | (~f1 & ~f2 & d1 & b0) | (f2 & ~d2 & ~b0 & b2) |
(f2 & d1 & d2 & b1);
```

Rysunek 9: Wyjście programu dla funkcji D'_2

Postać zminimalizowanej funkcji D'_2 :

$$D'_2 = \overline{D_1}\overline{D_2}\overline{B_0}B_2 + \overline{F_2}\overline{D_1}\overline{B_1}B_2 + \overline{F_1}\overline{D_1}\overline{D_2}B_1 + \overline{F_1}\overline{F_2}B_0\overline{B_1} + \overline{F_1}\overline{F_2}D_1B_0 + F_2D_1D_2B_1 + F_1\overline{D_1}B_2 + F_1D_2B_2$$

5.5 Funkcja B'_0

f	$d2, b0, b1, b2$																
	0000 0001 0011 0010 0110 0111 0101 0100 1100 1101 1111 1110 1010 1011 1001 1000																
$f1, f2, d1$	000	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	1	0	0	0	-
	001	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
	011	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	010	0	0	0	0	1	1	1	1	-	1	1	-	-	0	0	-
	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	101	-	-	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	100	0	0	0	0	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-

Rysunek 10: Tabela Karnaugh dla funkcji B'_0

```
assign f = (~d1 & d2 & b0) | (f2 & b0) | (f1 & b0);
```

Rysunek 11: Wyjście programu dla funkcji B'_0

Postać zminimalizowanej funkcji B'_0 :

$$B'_0 = \overline{D_1} D_2 B_0 + F_2 B_0 + F_1 B_0$$

5.6 Funkcja B'_1

f	$d2, b0, b1, b2$																
	0000 0001 0011 0010 0110 0111 0101 0100 1100 1101 1111 1110 1010 1011 1001 1000																
$f1, f2, d1$	000	0	0	1	1	1	1	0	0	-	0	1	1	1	1	0	-
001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1	1	1	1	0	0
011	-	-	-	-	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	1	-	-	1	0	-
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
101	-	-	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
100	0	0	1	1	1	1	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Rysunek 12: Tabela Karnaugh dla funkcji B'_1

```
assign f = (~f2 & b1) | (~d1 & d2 & b1) | (d1 & ~d2 & b1);
```

Rysunek 13: Wyjście programu dla funkcji B'_1

Postać zminimalizowanej funkcji B'_1 :

$$B'_1 = \overline{D}_1 D_2 B_1 + D_1 \overline{D}_2 B_1 + \overline{F}_2 B_1$$

5.7 Funkcja B'_2

f		$d2,b0,b1,b2$															
		0000 0001 0011 0010 0110 0111 0101 0100 1100 1101 1111 1110 1010 1011 1001 1000															
$f1,f2,d1$	000	0	1	1	0	0	1	1	0	-	1	1	0	0	1	1	-
	001	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1	0	0	1	1	0
	011	-	-	-	-	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
	010	0	1	1	0	0	1	1	0	-	1	1	-	-	1	1	-
	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	101	-	-	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	100	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-

Rysunek 14: Tabela Karnaugh dla funkcji B'_2

```
assign f = (~f1 & b2) | (d1 & ~d2 & b2);
```

Rysunek 15: Wyjście programu dla funkcji B'_2

Postać zminimalizowanej funkcji B'_2 :

$$B'_2 = D_1 \overline{D_2} B_2 + \overline{F_1} B_2$$

6 Zewnętrzne drzwi

Bity D_1D_2 określają kierunek ruchu windy lub jego brak oraz stan drzwi windy (otwarte lub zamknięte). Do stwierdzenia stanu drzwi zewnętrznych wystarczy połączyć informację płynące z bitów D_1D_2 oraz F_1F_2 . Zewnętrzne drzwi są otwarte na danym piętrze wtedy i tylko wtedy, gdy drzwi windy są otwarte, a winda znajduje się na tym właśnie piętrze.

F_1	F_2	D_1	D_2	Doors ₀	Doors ₁	Doors ₂
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	1
1	1	0	0	x	x	x
1	1	0	1	x	x	x
1	1	1	0	x	x	x
1	1	1	1	x	x	x

Tabela 2: Tabela prawdy określająca stan drzwi zewnętrznych

Każdy bit Doors_{*i*} dla $i \in 0, 1, 2$ określa stan drzwi na *i*-tym piętrze. Dla każdego wartość 0 oznacza drzwi zamknięte, a wartość 1 drzwi otwarte.

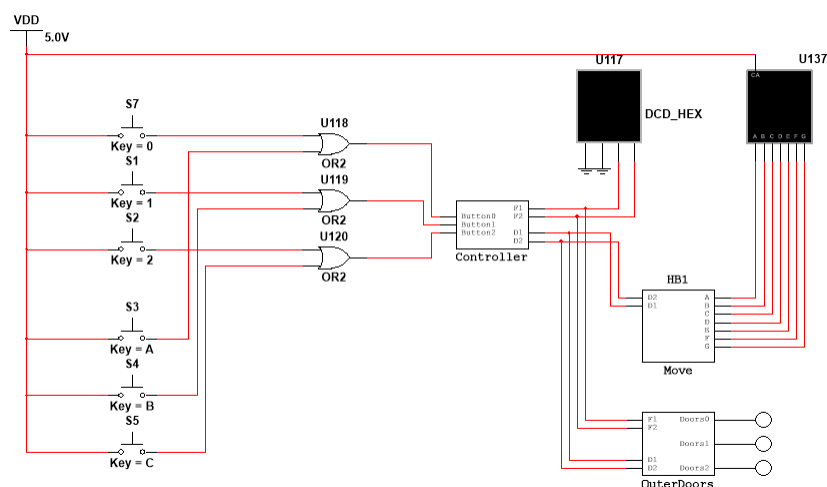
Zminimalizowane funkcje stanu zewnętrznych drzwi:

$$\text{Doors}_0 = \overline{F_1}\overline{F_2}D_1D_2$$

$$\text{Doors}_1 = \overline{F_1}F_2D_1D_2$$

$$\text{Doors}_2 = F_1\overline{F_2}D_1D_2$$

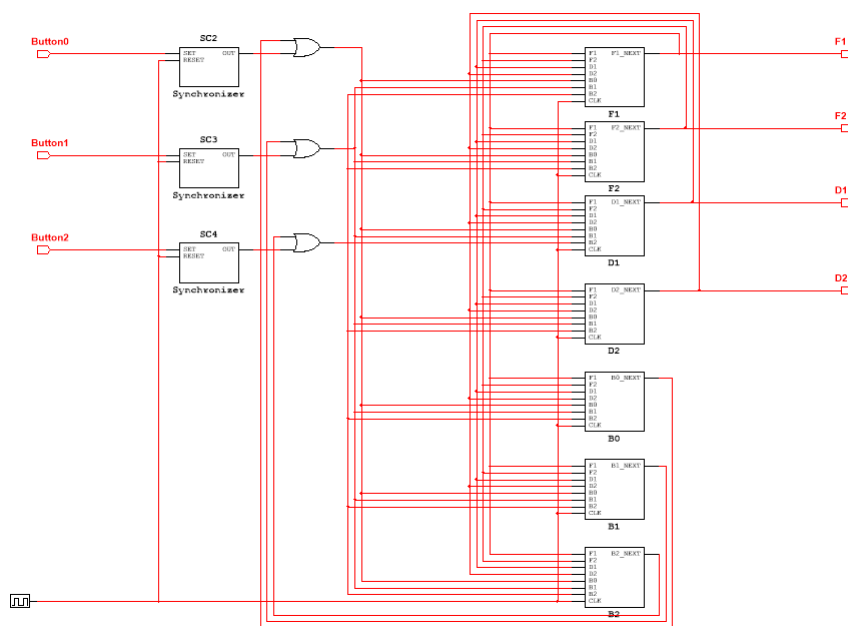
7 Implementacja układu



Rysunek 16: Schemat całego układu

Na cały układ składają się dwa zestawy przycisków, układ sterujący, wyświetlacze informujące o aktualnym piętrze oraz kierunku ruchu, diody informujące o stanie drzwi.

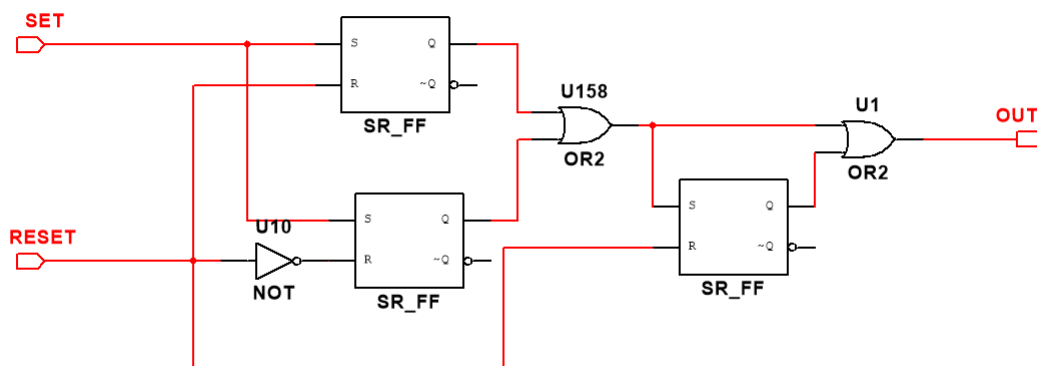
7.1 Układ sterujący



Rysunek 17: Schemat układu sterującego

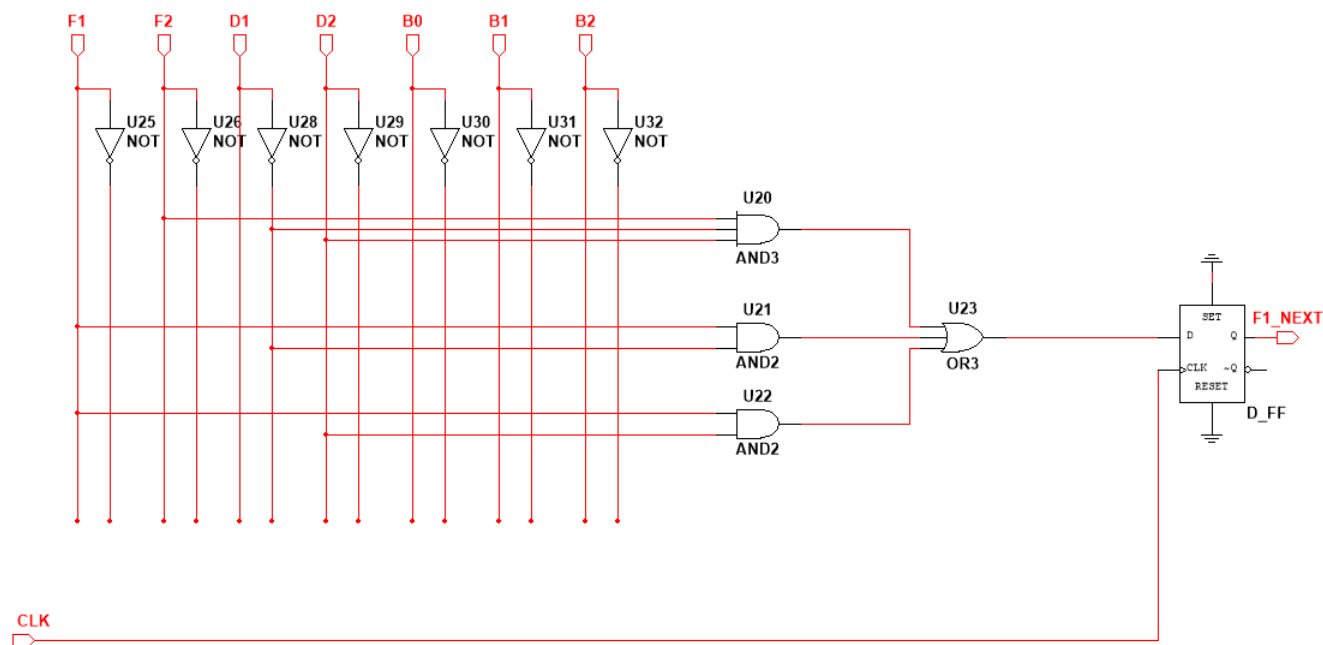
W skład układu sterującego wchodzi podukłady, które synchronizują kliknięcie przyciski z zegarem, który jest podłączony do podukładów obliczających bity dla kolejnego stanu automatu.

7.1.1 Układ synchronizujący

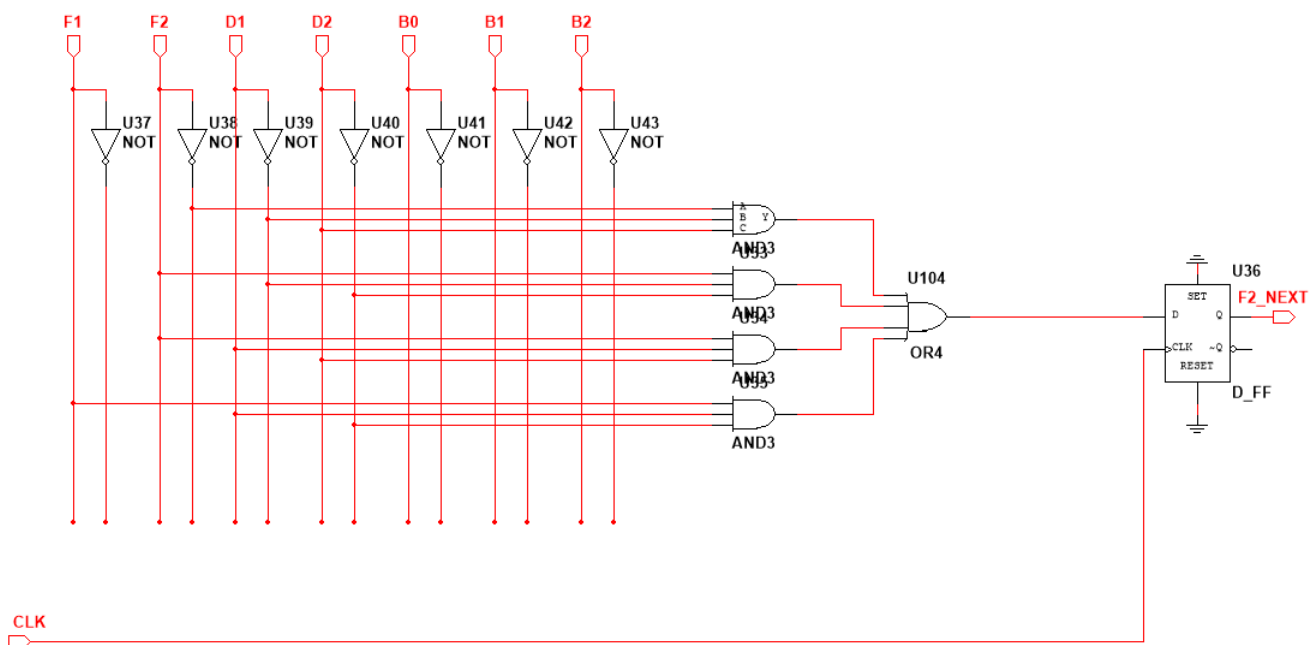
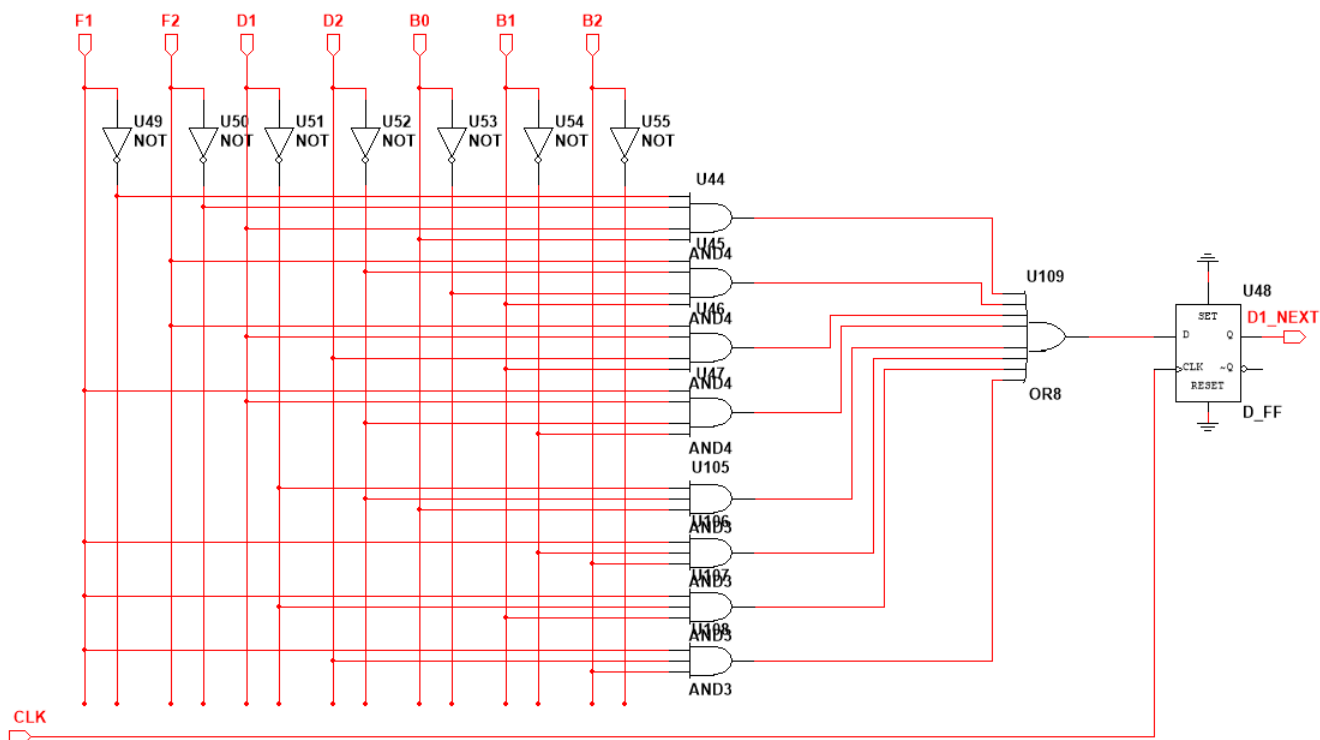


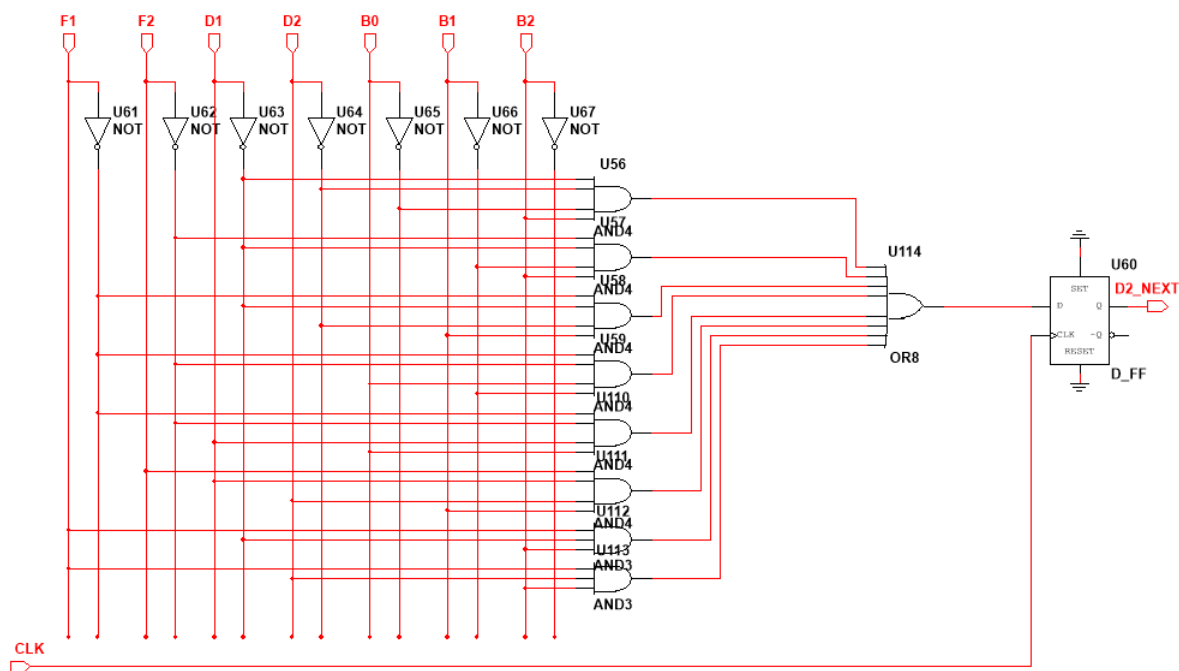
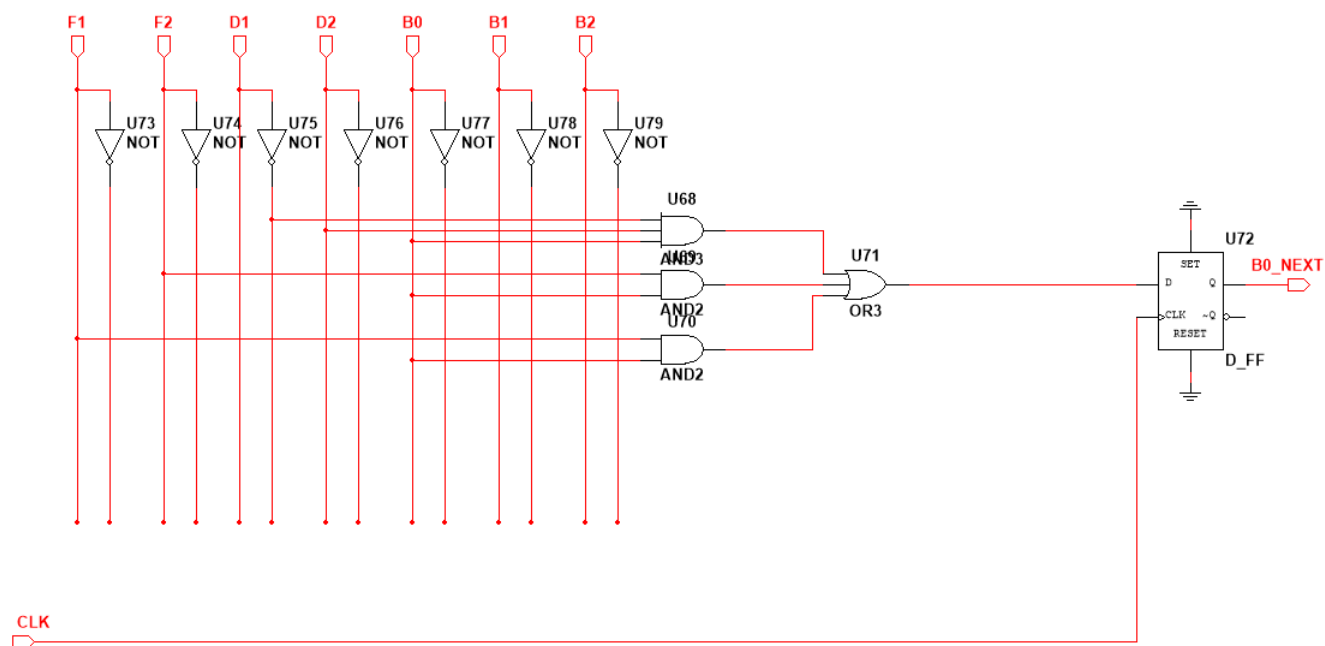
Rysunek 18: Schemat układu synchronizującego

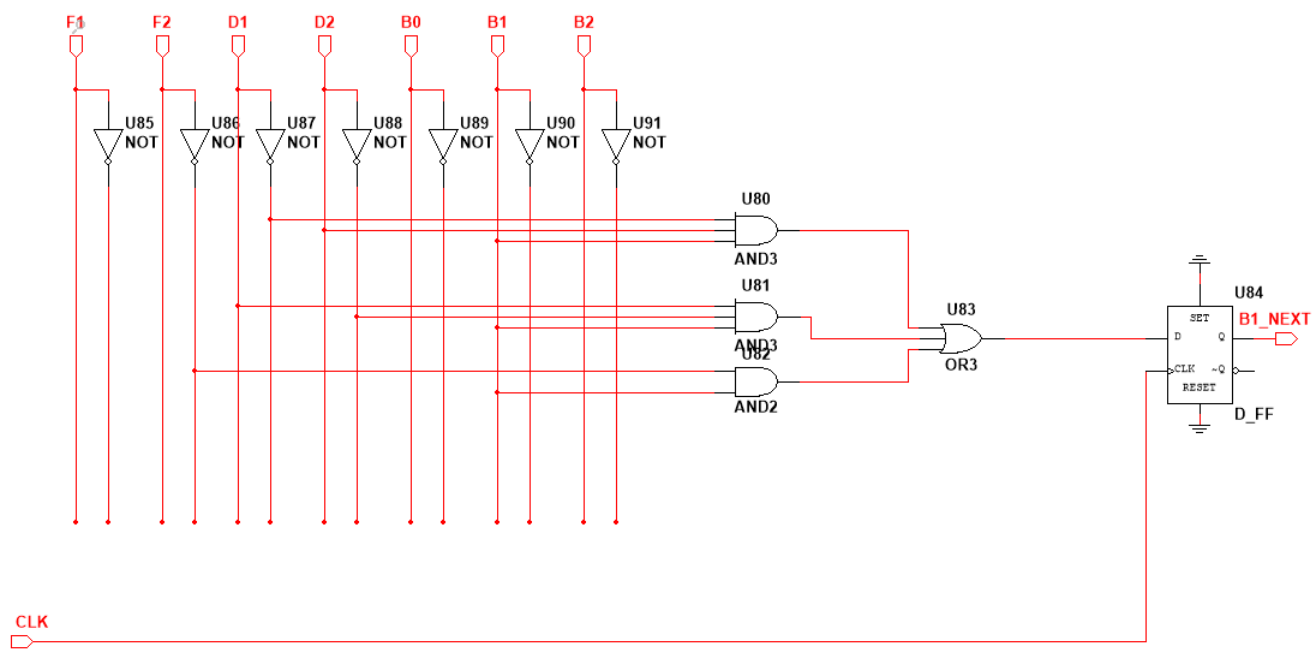
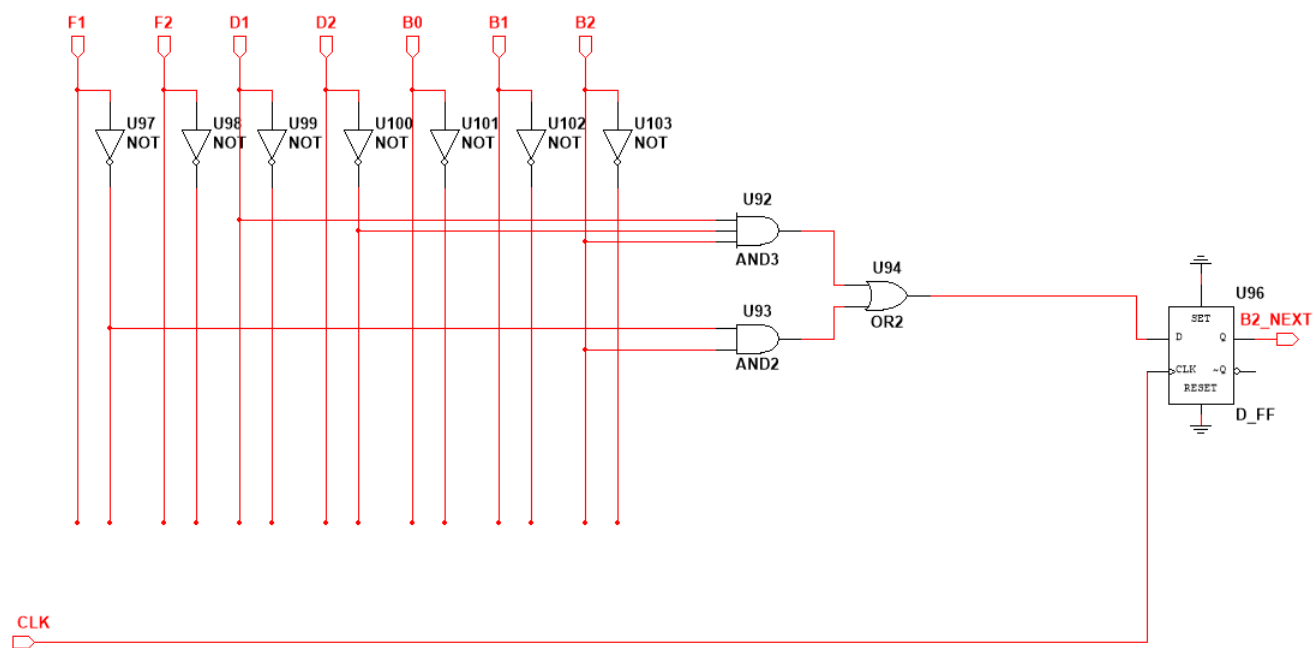
7.1.2 Układy obliczające bity kolejnych stanów automatu



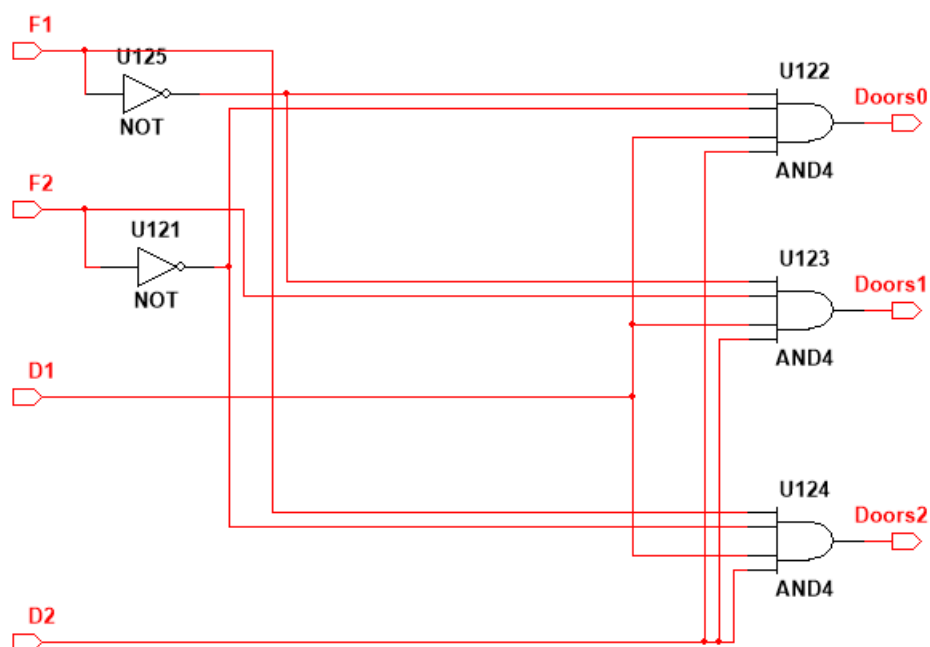
Rysunek 19: Schemat układu obliczającego kolejną wartość bitu F_1

Rysunek 20: Schemat układu obliczającego kolejną wartość bitu F_2 Rysunek 21: Schemat układu obliczającego kolejną wartość bitu D_1

Rysunek 22: Schemat układu obliczającego kolejną wartość bitu D_2 Rysunek 23: Schemat układu obliczającego kolejną wartość bitu B_0

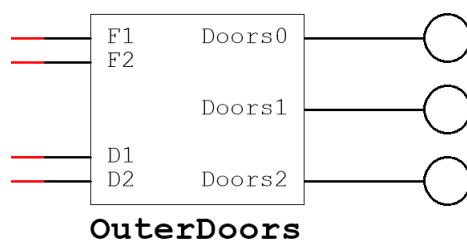
Rysunek 24: Schemat układu obliczającego kolejną wartość bitu B_1 Rysunek 25: Schemat układu obliczającego kolejną wartość bitu B_2

7.2 Układ obliczający stan drzwi zewnętrznych



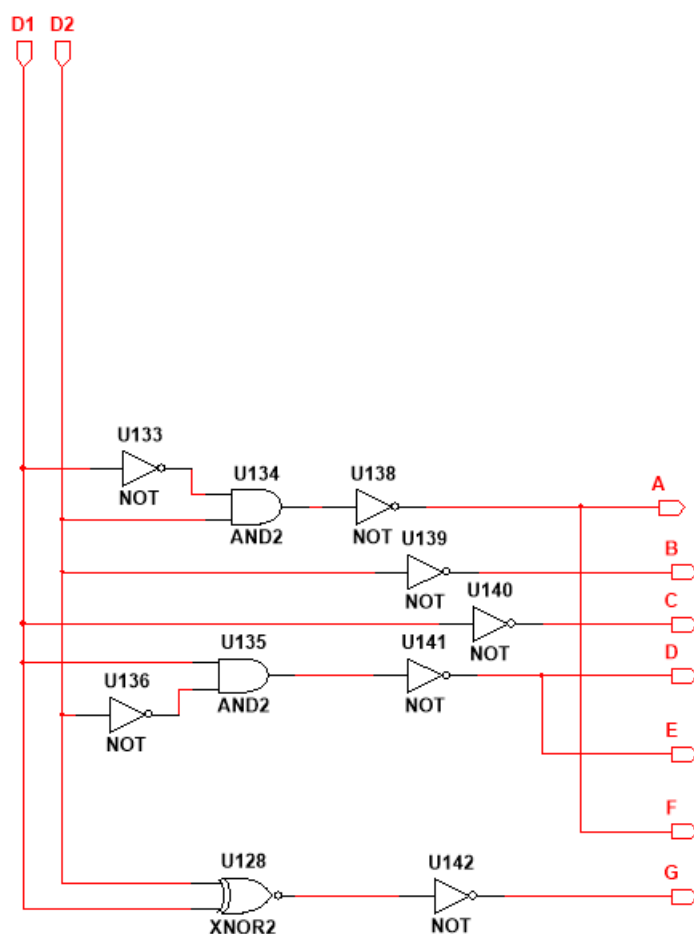
Rysunek 26: Schemat układu obliczającego stan zewnętrznych drzwi

Wyjścia podukładu są podpięte pod diody, które świecą się gdy drzwi na danym piętrze są otwarte.



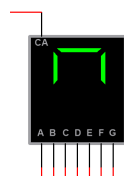
Rysunek 27: Diody sygnalizujące otwarcie drzwi zewnętrznych

7.3 Układ obliczający stan ruchu



Rysunek 28: Układ obliczający stan ruchu

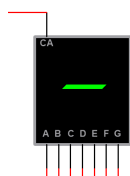
Wyjścia tego układu są połączone z odpowiednimi segmentami wyświetlacza 7-segmentowego.



Rysunek 29: Wskaźnik ruchu w górę



Rysunek 30: Wskaźnik ruchu w dół



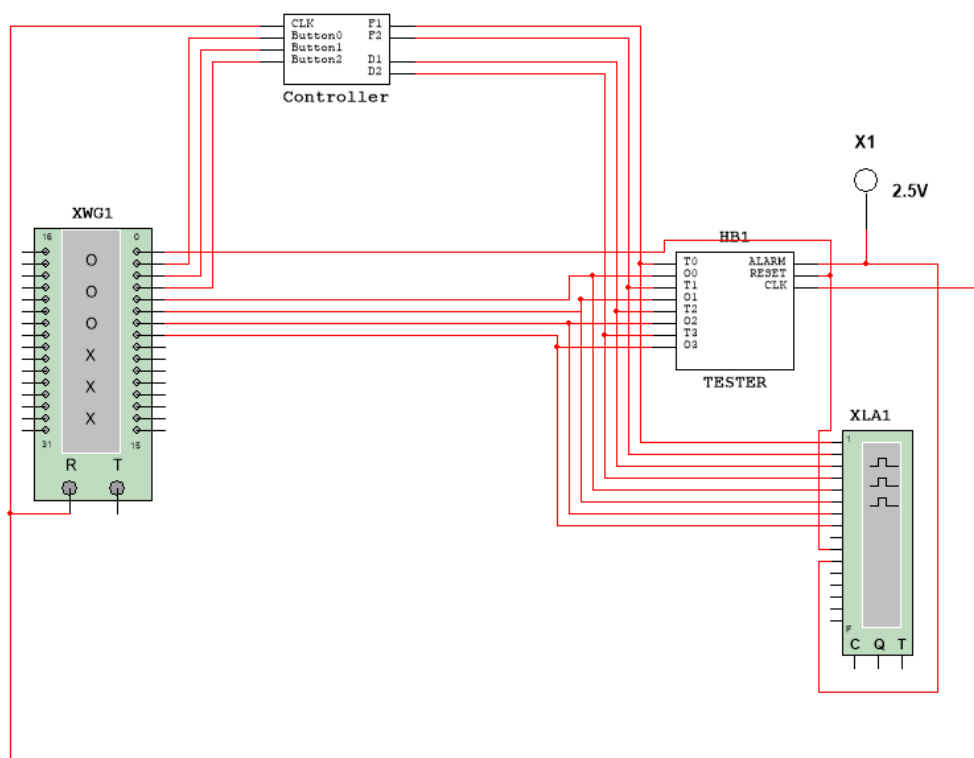
Rysunek 31: Wskaźnik braku ruchu windy



Rysunek 32: Wskaźnik otwarcia drzwi windy

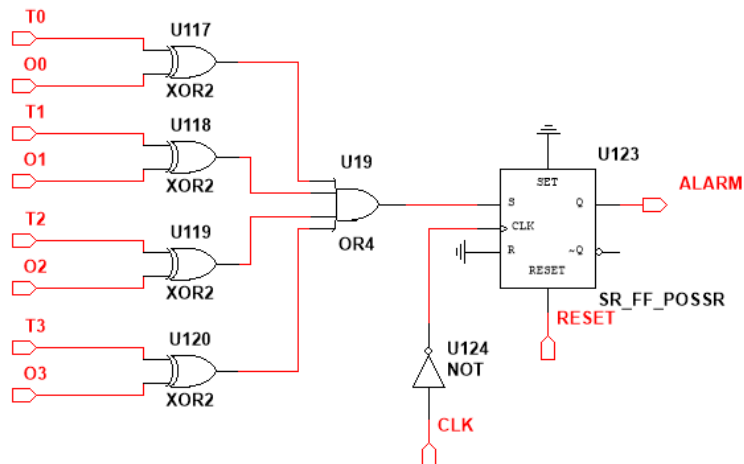
8 Układ testujący

Do testowania układu sterującego windą korzystamy z generatora słów, analizatora stanów oraz podukładu TESTER.



Rysunek 33: Schemat układu testującego

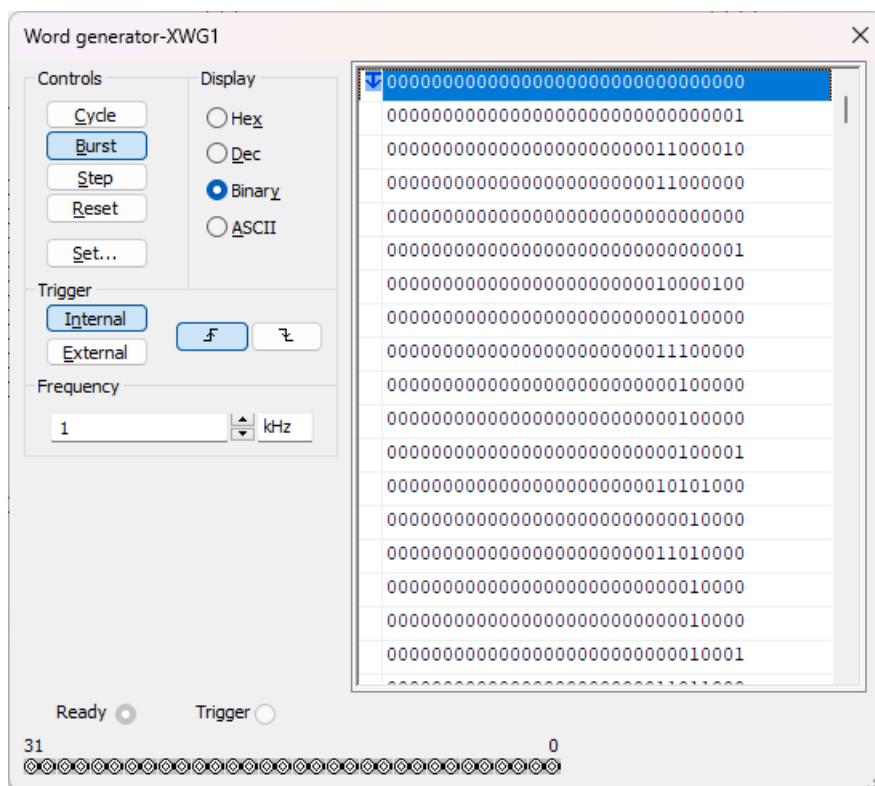
8.1 Schemat podukładu TESTER



Rysunek 34: Schemat układu testującego

Podukład porównuje sygnały na wejściach T z sygnałami na wejściach O . Gdy którakolwiek para sygnałów się różni pojawia się sygnał 1 na wyjściu ALARM, który pozostanie aktywny do momentu zresetowania go.

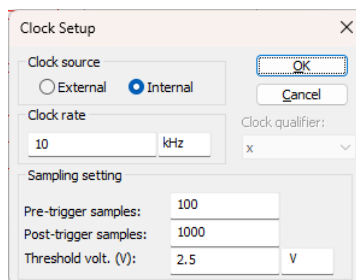
8.2 Generator słów



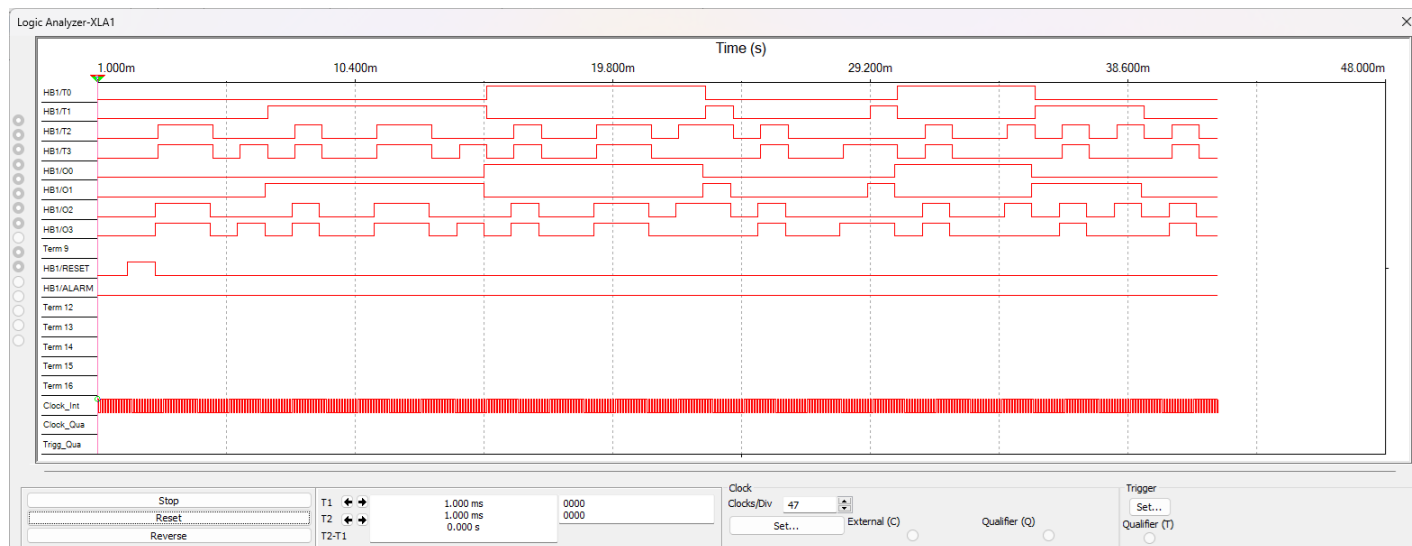
Rysunek 35: Ustawienia generatora słów

Na zawartość generatora słów składają się testy, które sprawdzają działanie windy z każdego piętra na każde inne.

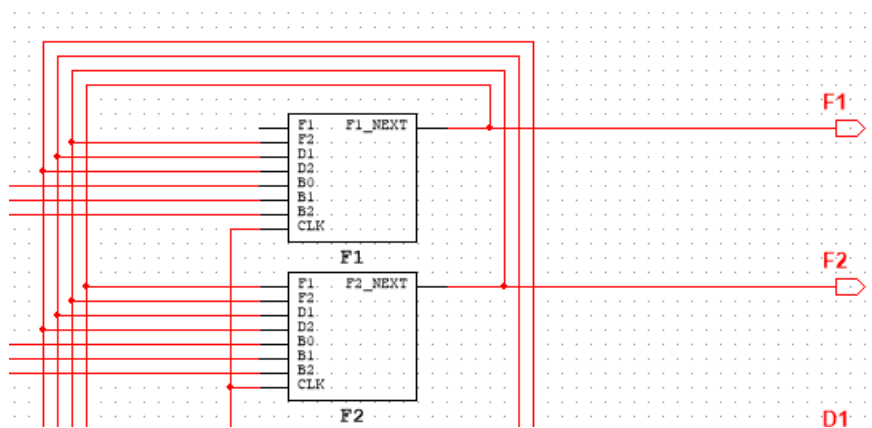
8.3 Analizator stanów logicznych



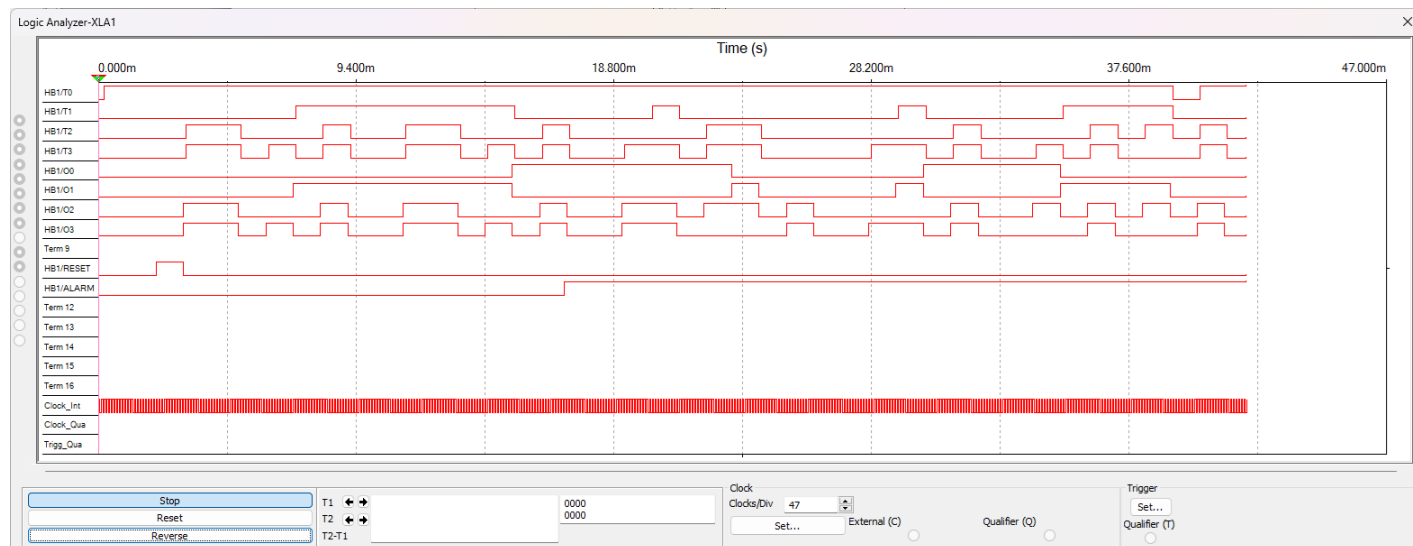
Rysunek 36: Ustawienia analizatora stanów logicznych



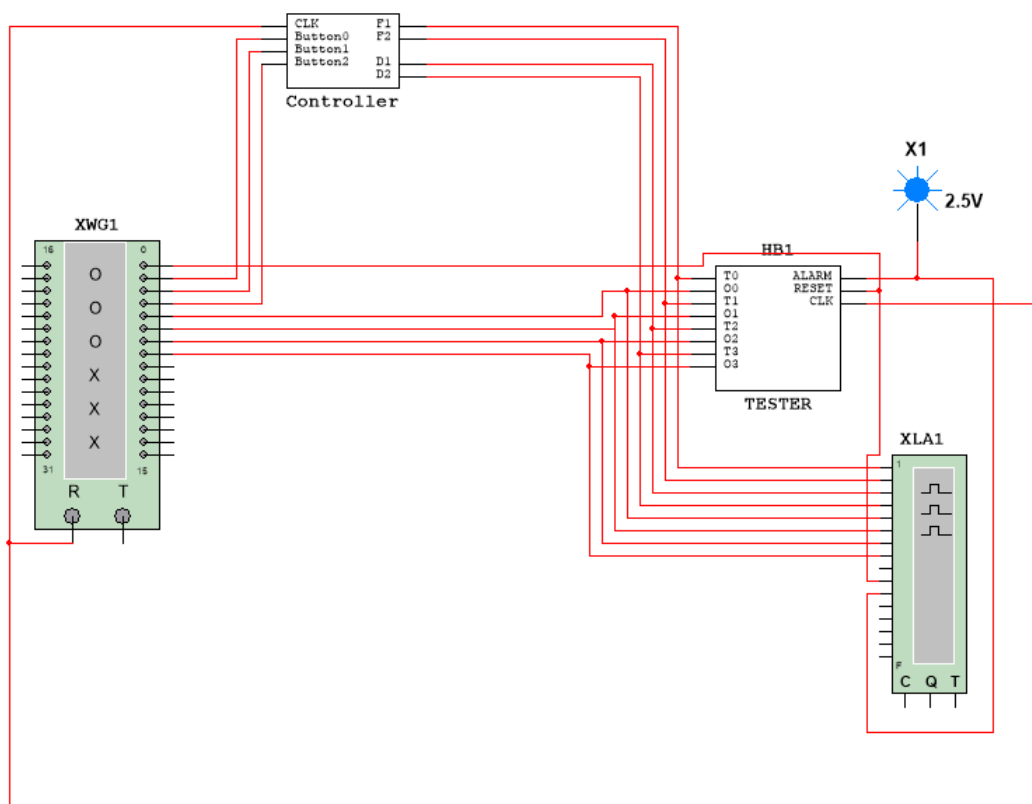
Rysunek 37: Analizator stanów logicznych dla poprawnego układu



Rysunek 38: Symulacja błędnego układu sterującego



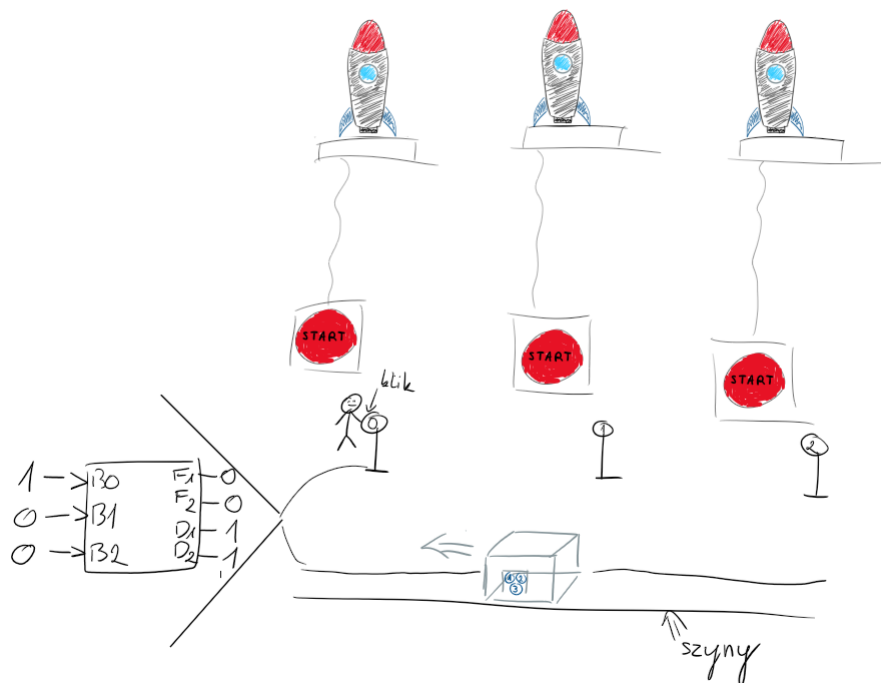
Rysunek 39: Analizator stanów logicznych dla błędnego układu



Rysunek 40: Wynik dla błędnego układu

9 Zastosowania

9.1 Trzy rakiety



Rysunek 41: Przykładowe użycie zaimplementowanego układu

9.2 Winda w Babilonie

Winda osobowa ułatwia studentom (i nie tylko) poruszanie się po akademiku (np. jeżeli chodzi o dostanie się do pralni/suszarni na piętrze innym niż tym na którym mieszkają)



Rysunek 42: Wesoły student, który już za chwilę bezproblemowo znajdzie się na 14. piętrze i będzie robił pranie



Rysunek 43: Smutny student, który zdał sobie sprawę że musi dźwigać brudne pranie na 14. piętro (czeka go długa droga)