

Міністерство освіти і науки України  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



### **Звіт**

до лабораторної роботи № 2

з дисципліни: **«МОДЕЛЮВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ»**

На тему: *«Структурний опис цифрового автомата Перевірка роботи автомата за допомогою стенда **Elbert V2 – Spartan 3A FPGA**»*

Варіант 7

Виконав:  
ст. гр. КІ-201  
Добош М. І.  
Прийняв:  
Козак Н. Б.

Львів - 2023

**Мета роботи:** На базі стенда Elbert V2 – Spartan 3A FPGA реалізувати цифровий автомат світлових ефектів згідно наступних вимог:

1. Інтерфейс пристрою та функціонал реалізувати згідно отриманого варіанту завдання Дивись розділ Завдання
2. Логіку переходів реалізувати з використанням мови опису апаратних засобів Заборонено використовувати оператори
3. Логіку формування вихідних сигналів реалізувати з використанням мови опису апаратних засобів Заборонено використовувати оператори
4. Згенерувати символи для описів логіки переходів та логіки формування вихідних сигналів
5. Згрупувати всі компоненти логіки переходів логіку формування вихідних сигналів та пам'ять станів в єдину систему. Пам'ять станів реалізувати за допомогою графічних компонентів з бібліотеки
6. Промодельовати роботу окремих частин автомата та автомата в цілому за допомогою симулятора
7. Інтегрувати створений автомат зі стендом додати подільник частоти для вхідного тактового сигналу призначити фізичні виводи.
8. Згенерувати файл та перевірити роботу за допомогою стенда
9. Підготувати і захистити звіт

## Завдання:

### Варіант – 1:

- Пристрій повинен реалізувати 8 комбінацій вихідних сигналів згідно таблиці:

Стан#	LED_0	LED_1	LED_2	LED_3	LED_4	LED_5	LED_6	LED_7
0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	0
3	0	0	0	1	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1	0	0
6	0	0	0	0	0	0	1	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1

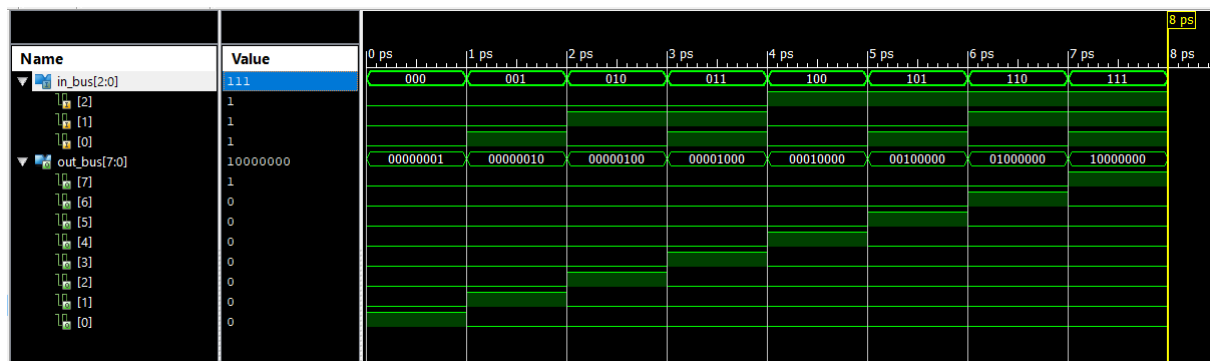
- Пристрій повинен використовувати 12MHz тактовий сигнал від мікроконтролера IC1 і знижувати частоту за допомогою внутрішнього подільника. Мікроконтролер IC1 є частиною стенда Elbert V2 – Spartan 3A FPGA. Тактовий сигнал заведено на вхід LOC = P129 FPGA (див. **Додаток – 1**).
- Інтерфейс пристрою повинен мати вхід синхронного скидання (RESET).
- Інтерфейс пристрою повинен мати вхід керування режимом роботи (MODE):
  - Якщо MODE=0 то стан пристрою інкрементується по зростаючому фронту тактового сигналу пам'яті станів (0->1->2->3->4->5->6->7->0...).
  - Якщо MODE=1 то стан пристрою декрементується по зростаючому фронту тактового сигналу пам'яті станів (0->7->6->5->4->3->2->1->0...).
- Інтерфейс пристрою повинен мати однорозрядний вхід керування швидкістю роботи (SPEED):
  - Якщо SPEED=0 то автомат працює зі швидкістю, визначеною за замовчуванням.
  - Якщо SPEED=1 то автомат працює зі швидкістю, **В 2 РАЗИ ВИЩОЮ** ніж в режимі (SPEED= 0).
- Для керування сигналом MODE використати будь який з 8 DIP перемикачів (див. **Додаток – 1**).
- Для керування сигналами RESET/SPEED використати будь які з PUSH BUTTON кнопок (див. **Додаток – 1**).

### Хід роботи:

1. У середовищі Xilinx ISE створив новий проєкт. Налаштував цільову FPGA, обрала інструменти для синтезу і симуляції.
2. Додав VHDL файл Output\_Logic до проєкту та імплементував інтерфейс логіки формування вихідних сигналів, а також логічні вирази для формування кожного вихідного сигналу, залежно від поточного стану автомата.

```
1
2 library IEEE;
3 use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
4
5
6 entity out_logic_intf is
7   Port ( IN_BUS : in  std_logic_vector(2 downto 0);
8         OUT_BUS : out std_logic_vector(7 downto 0)
9       );
10 end out_logic_intf;
11
12 architecture out_logic_arch of out_logic_intf is
13
14 begin
15   OUT_BUS(0) <= (not(IN_BUS(2)) and not(IN_BUS(1)) and not(IN_BUS(0))); --000 0
16   OUT_BUS(1) <= (not(IN_BUS(2)) and not(IN_BUS(1)) and (IN_BUS(0))); --001 1
17   OUT_BUS(2) <= (not(IN_BUS(2)) and (IN_BUS(1)) and not(IN_BUS(0))); --010 2
18   OUT_BUS(3) <= (not(IN_BUS(2)) and (IN_BUS(1)) and (IN_BUS(0))); --011
19   OUT_BUS(4) <= ((IN_BUS(2)) and not(IN_BUS(1)) and not(IN_BUS(0))); --100
20   OUT_BUS(5) <= ((IN_BUS(2)) and not(IN_BUS(1)) and (IN_BUS(0))); --101
21   OUT_BUS(6) <= ((IN_BUS(2)) and (IN_BUS(1)) and not(IN_BUS(0))); --110
22   OUT_BUS(7) <= ((IN_BUS(2)) and (IN_BUS(1)) and (IN_BUS(0))); --111 7
23 end out_logic_arch;
24
25
```

3. За допомогою симулятора Isim провів моделювання роботи схеми при всіх можливих комбінаціях сигналів на входах.



IN_BUS(2)	IN_BUS(1)	IN_BUS(0)	out_bus(0)	out_bus(1)	out_bus(2)	out_bus(3)	out_bus(4)	out_bus(5)	out_bus(6)	out_bus(7)
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Рис.1 Таблиця істинності виводу сигналів

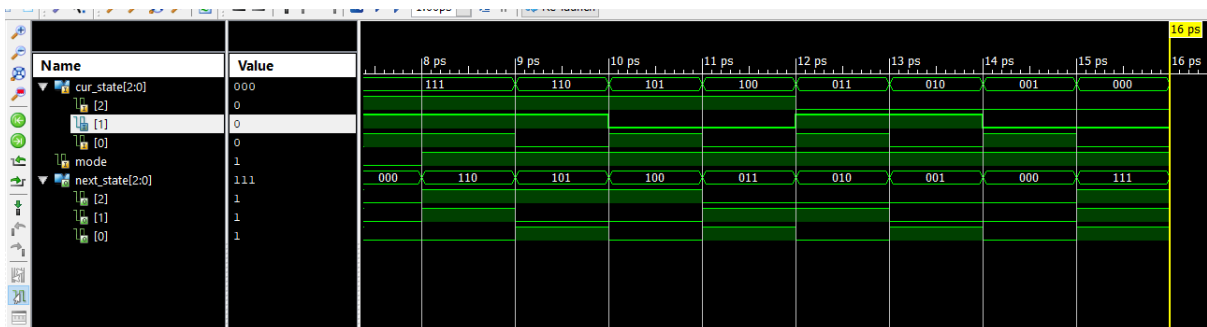
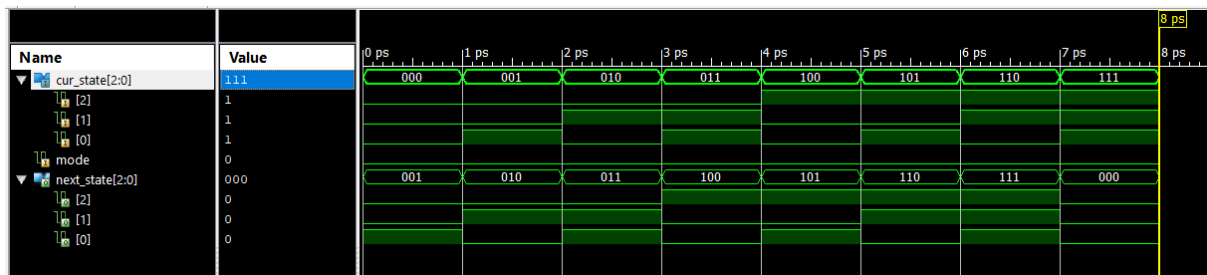
4. Додав до проєкту VHDL файл Transition\_Logic, в якому реалізував логіку формування переходів.

```

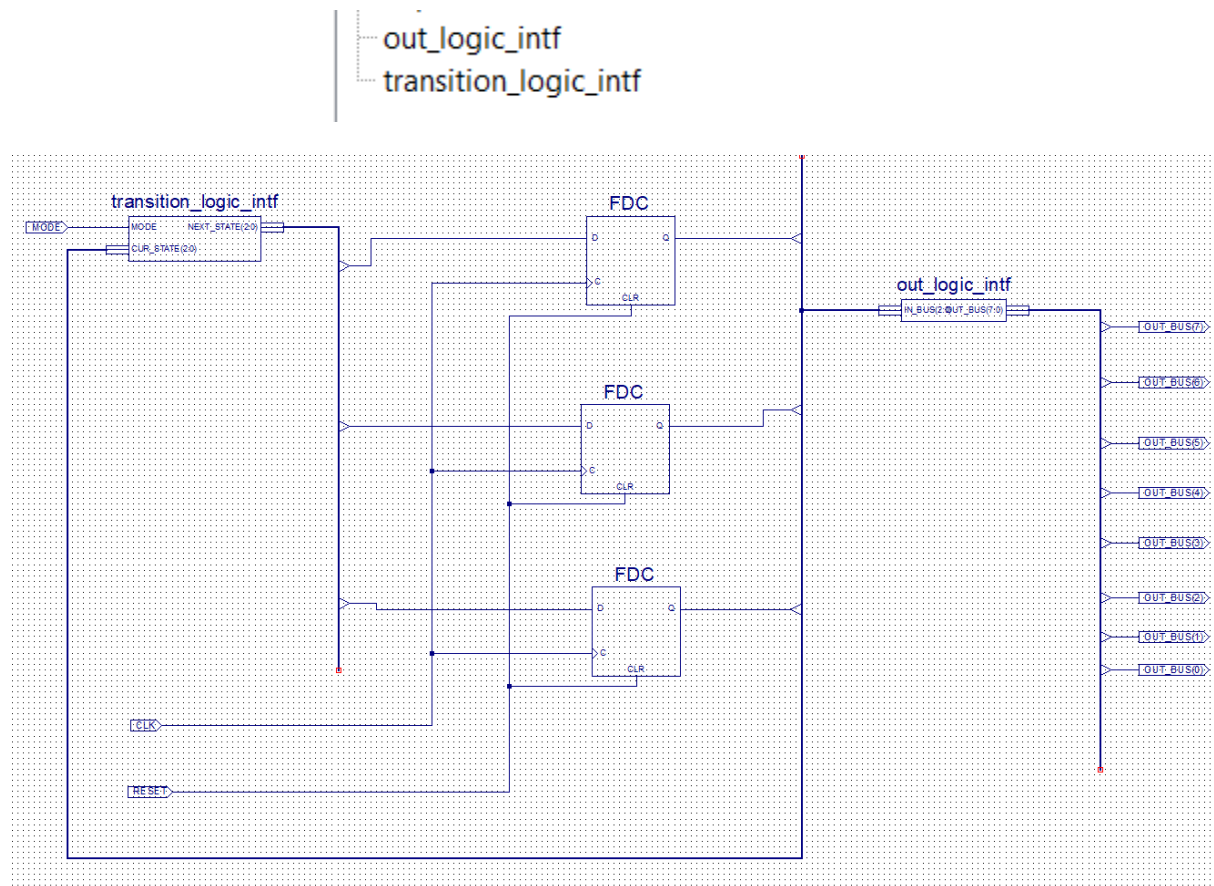
1
2 library IEEE;
3 use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
4
5 entity transition_logic_intf is
6 Port ( CUR_STATE : in  std_logic_vector(2 downto 0);
7       MODE : in  std_logic;
8       NEXT_STATE : out std_logic_vector(2 downto 0)
9     );
10 end transition_logic_intf;
11
12 architecture transition_logic_arch of transition_logic_intf is
13
14 begin
15     NEXT_STATE(0) <= (not(MODE) and not(CUR_STATE(2))and not(CUR_STATE(1)) and not(CUR_STATE(0))) or
16                     (not(MODE) and not(CUR_STATE(2))and (CUR_STATE(1)) and not (CUR_STATE(0))) or
17                     (not(MODE) and (CUR_STATE(2))and not(CUR_STATE(1)) and not(CUR_STATE(0))) or
18                     (not(MODE) and (CUR_STATE(2))and (CUR_STATE(1)) and not (CUR_STATE(0))) or
19                     ((MODE) and not(CUR_STATE(2))and not (CUR_STATE(1)) and not (CUR_STATE(0))) or
20                     ((MODE) and not(CUR_STATE(2))and (CUR_STATE(1)) and not (CUR_STATE(0))) or
21                     ((MODE) and (CUR_STATE(2))and not (CUR_STATE(1)) and not (CUR_STATE(0))) or
22                     ((MODE) and (CUR_STATE(2))and (CUR_STATE(1)) and not (CUR_STATE(0))) ;
23
24     NEXT_STATE(1) <= (not(MODE) and not(CUR_STATE(2))and not (CUR_STATE(1)) and (CUR_STATE(0))) or
25                     (not(MODE) and not(CUR_STATE(2))and (CUR_STATE(1)) and not (CUR_STATE(0))) or
26                     (not(MODE) and (CUR_STATE(2))and not (CUR_STATE(1)) and (CUR_STATE(0))) or
27                     (not(MODE) and (CUR_STATE(2))and (CUR_STATE(1)) and not(CUR_STATE(0))) or
28                     ((MODE) and not(CUR_STATE(2))and not(CUR_STATE(1)) and not (CUR_STATE(0))) or
29                     ((MODE) and not(CUR_STATE(2))and (CUR_STATE(1)) and (CUR_STATE(0))) or
30                     ((MODE) and (CUR_STATE(2))and not (CUR_STATE(1)) and not(CUR_STATE(0))) or
31                     ((MODE) and (CUR_STATE(2))and (CUR_STATE(1)) and (CUR_STATE(0))) ;
32
33     NEXT_STATE(2) <= (not(MODE) and not(CUR_STATE(2))and (CUR_STATE(1)) and (CUR_STATE(0))) or
34                     (not(MODE) and (CUR_STATE(2))and not (CUR_STATE(1)) and not (CUR_STATE(0))) or
35                     (not(MODE) and (CUR_STATE(2))and not (CUR_STATE(1)) and (CUR_STATE(0))) or
36                     (not(MODE) and (CUR_STATE(2))and (CUR_STATE(1)) and not (CUR_STATE(0))) or
37                     ((MODE) and not(CUR_STATE(2))and not(CUR_STATE(1)) and not (CUR_STATE(0))) or
38                     ((MODE) and (CUR_STATE(2))and not (CUR_STATE(1)) and (CUR_STATE(0))) or
39                     ((MODE) and (CUR_STATE(2))and (CUR_STATE(1)) and not (CUR_STATE(0))) or
40                     ((MODE) and (CUR_STATE(2))and (CUR_STATE(1)) and (CUR_STATE(0))) ;
41
42 end transition_logic_arch;
43
44

```

5. За допомогою симулятора Isim провів моделювання роботи схеми при всіх можливих комбінаціях сигналів на входах.

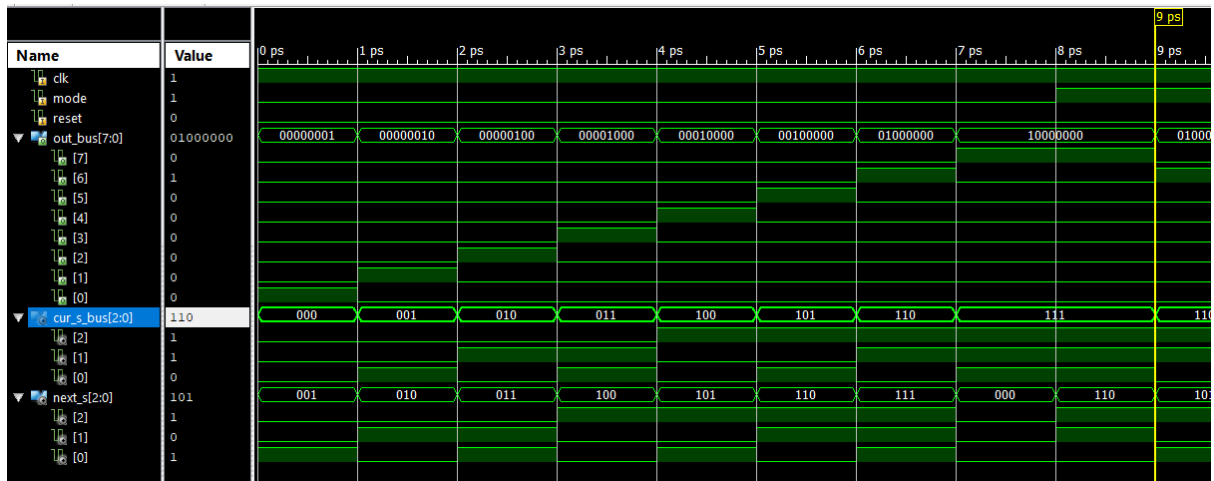


6. Додав до проєкту Schematic файл Light\_Controller, виконав для нього команду Set as Top Module. Згенерував Schematic символи для файлів Output\_Logic і Transition\_Logic. Використовуючи новостворені символи та елементи з бібліотеки, реалізував у файлі Light\_Controller.sch пам'ять стану автомата.

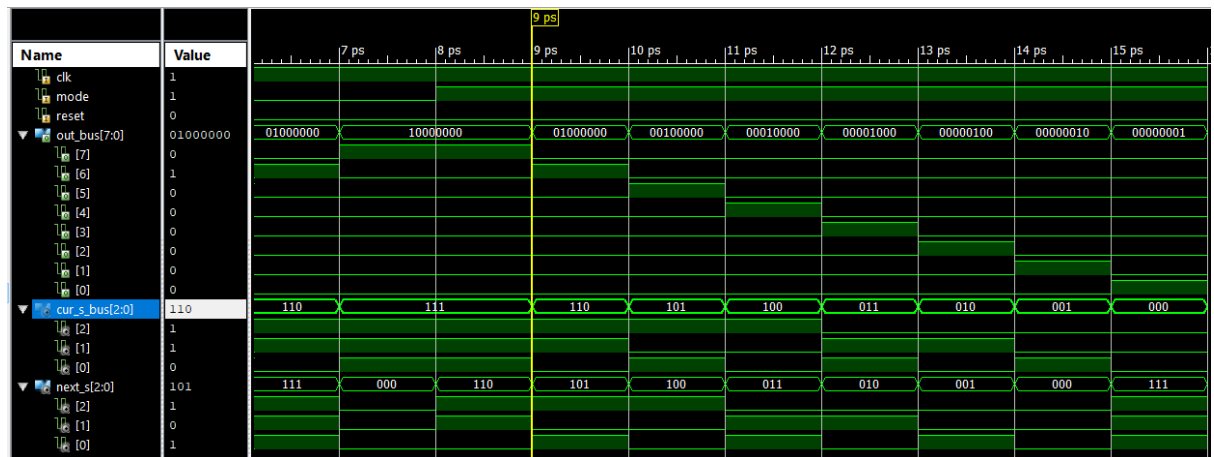


7. За допомогою симулятора Isim провів моделювання роботи схеми при всіх можливих комбінаціях сигналів на входах.

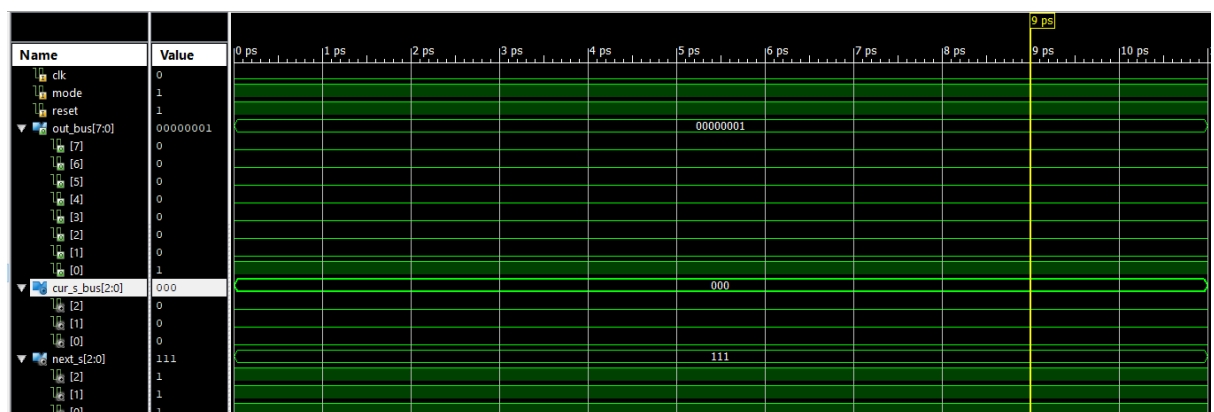
При MODE 0:



При MODE 1:



RESET:



8. Додав до проєкту Schematic файл Top\_Level, виконав для нього команду Set as Top Module. Згенерував Schematic символ для файлу Light\_Controller. Використовуючи новостворений символ та елементи з бібліотеки, реалізував у файлі подільник входної частоти та логіку сигналу SPEED.





```

*****
#
#                               UCF for ElbertV2 Development Board
#
*****
CONFIG VCCAUX = "3.3" ;

#Clock 12 MHz
NET "Clk"                      LOC = P129   | IOSTANDARD = LVCMOS33 | PERIOD = 12MHz;

#####
#                               LED
#####

NET "OUTB(0)"                  LOC = P46   | IOSTANDARD = LVCMOS33 | SLEW = SLOW | DRIVE = 12;
NET "OUTB(1)"                  LOC = P47   | IOSTANDARD = LVCMOS33 | SLEW = SLOW | DRIVE = 12;
NET "OUTB(2)"                  LOC = P48   | IOSTANDARD = LVCMOS33 | SLEW = SLOW | DRIVE = 12;
NET "OUTB(3)"                  LOC = P49   | IOSTANDARD = LVCMOS33 | SLEW = SLOW | DRIVE = 12;
NET "OUTB(4)"                  LOC = P50   | IOSTANDARD = LVCMOS33 | SLEW = SLOW | DRIVE = 12;
NET "OUTB(5)"                  LOC = P51   | IOSTANDARD = LVCMOS33 | SLEW = SLOW | DRIVE = 12;
NET "OUTB(6)"                  LOC = P54   | IOSTANDARD = LVCMOS33 | SLEW = SLOW | DRIVE = 12;
NET "OUTB(7)"                  LOC = P55   | IOSTANDARD = LVCMOS33 | SLEW = SLOW | DRIVE = 12;

#####
#                               DP Switches
#####



NET "MODE"                     LOC = P70   | PULLUP   | IOSTANDARD = LVCMOS33 | SLEW = SLOW | DRIVE = 12;

#####
#                               Switches
#####

NET "RESET"                    LOC = P76   | PULLUP   | IOSTANDARD = LVCMOS33 | SLEW = SLOW | DRIVE = 12;
NET "SPEED"                    LOC = P75   | PULLUP   | IOSTANDARD = LVCMOS33 | SLEW = SLOW | DRIVE = 12;

```

## 11. Згенерував файли прошиття.

 toplevel	06.05.2023 14:49	Файл BIN	54 КБ
 toplevel.bit	06.05.2023 14:49	Файл BIT	54 КБ

**Висновок:** під час виконання цієї лабораторної роботи я реалізував цифровий автомат світлових ефектів у середовищі Xilinx ISE і стендом Elbert V2 - Spartan 3A FPGA. Я реалізував схему автомату та провів симуляцію його роботи.