

| Laboratorium Podstaw Techniki Cyfrowej | | |
|--|-----------------------|------------------|
| Zadanie nr: 3 Temat: Układy sekwencyjne – automat synchroniczny | | Data: 10.05.2023 |
| Kierunek / semestr: inf / 7 | Grupa: Powtarzanie | |
| Autor: Dawid Biskupski 146341 | | |

1. Cel zadania:

a) Wykonaj projekt automatu A1 z kodowaniem stanów i wyjść automatu w kodzie NKB

Tablica przejść układu:

| automat A1 | | | |
|-------------------------|---------------------|-------|---------------------------|
| stan obecny Q | st.następny Qn | | wyjście Y (2:0) |
| | x='0' | x='1' | |
| | ----- | ----- | ----- |
| S0 | S1 | S6 | 110 |
| S1 | S2 | S1 | 001 |
| S2 | S3 | S5 | 101 |
| S3 | S4 | S2 | 010 |
| S* | S0 | S0 | NrStanu |

2. Synteza układu:

a. Tablica przejść

| | 0 | 1 | Y |
|----|-----------|-----------|-----|
| S0 | S1 | S6 | 110 |
| S1 | S2 | S1 | 001 |
| S2 | S3 | S5 | 101 |
| S3 | S4 | S2 | 010 |
| S4 | S0 | S0 | 100 |
| S5 | S0 | S0 | 101 |
| S6 | S0 | S0 | 110 |

b. Kodowanie:

S0 = 000

S1 = 001

S2 = 010

S3 = 011

S4 = 100

S5 = 101

S6 = 110

c. Tablica przejść z uwzględnieniem kodowania.

| Q2\Q1\Q0 | Q1\Q2 | Q1\Q2 |
|--------------|------------|------------|
| Stan obecny: | X=0 | X=1 |
| 000 | 001 | 110 |
| 001 | 010 | 001 |
| 010 | 011 | 101 |
| 011 | 100 | 010 |
| 100 | 000 | 000 |
| 101 | 000 | 000 |
| 110 | 000 | 000 |

d. Tablica Karnaugh dla D0.

| Q2,Q1\Q0,X | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------------|----|----|----|----|
| 00 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 01 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | X | X |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |

$$D0 = x' Q0' Q2' + Q0' Q1 Q2' + Q2' Q1' Q0 x$$

e. Tablica Karnaugh dla D1.

| Q2,Q1\Q0,X | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------------|----|----|----|----|
| 00 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 01 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | X | X |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |

$$D1 = Q2' Q1' Q0' x + Q2' Q1' Q0 x' + Q2' Q1 Q0' x' + Q1 Q0 x$$

f. Tablica Karnaugh dla D2.

| Q2,Q1\Q0,X | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------------|----|----|----|----|
| 00 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 01 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 11 | 0 | 0 | X | X |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |

$$D2 = Q2' Q0' x + Q1 Q0 x'$$

g. Tablica prawdy dla wyjścia Y0

| Q2 Q1\Q0 | 0 | 1 |
|----------|---|---|
| 00 | 0 | 1 |
| 01 | 1 | 0 |
| 11 | 0 | X |
| 10 | 0 | 1 |

$$Y0 = Q2' Q1' Q0' + Q1' Q0$$

h. Tablica prawdy dla wyjścia Y1

| Q2 Q1\Q0 | 0 | 1 |
|----------|---|---|
| 00 | 1 | 0 |
| 01 | 0 | 1 |
| 11 | 1 | X |
| 10 | 0 | 0 |

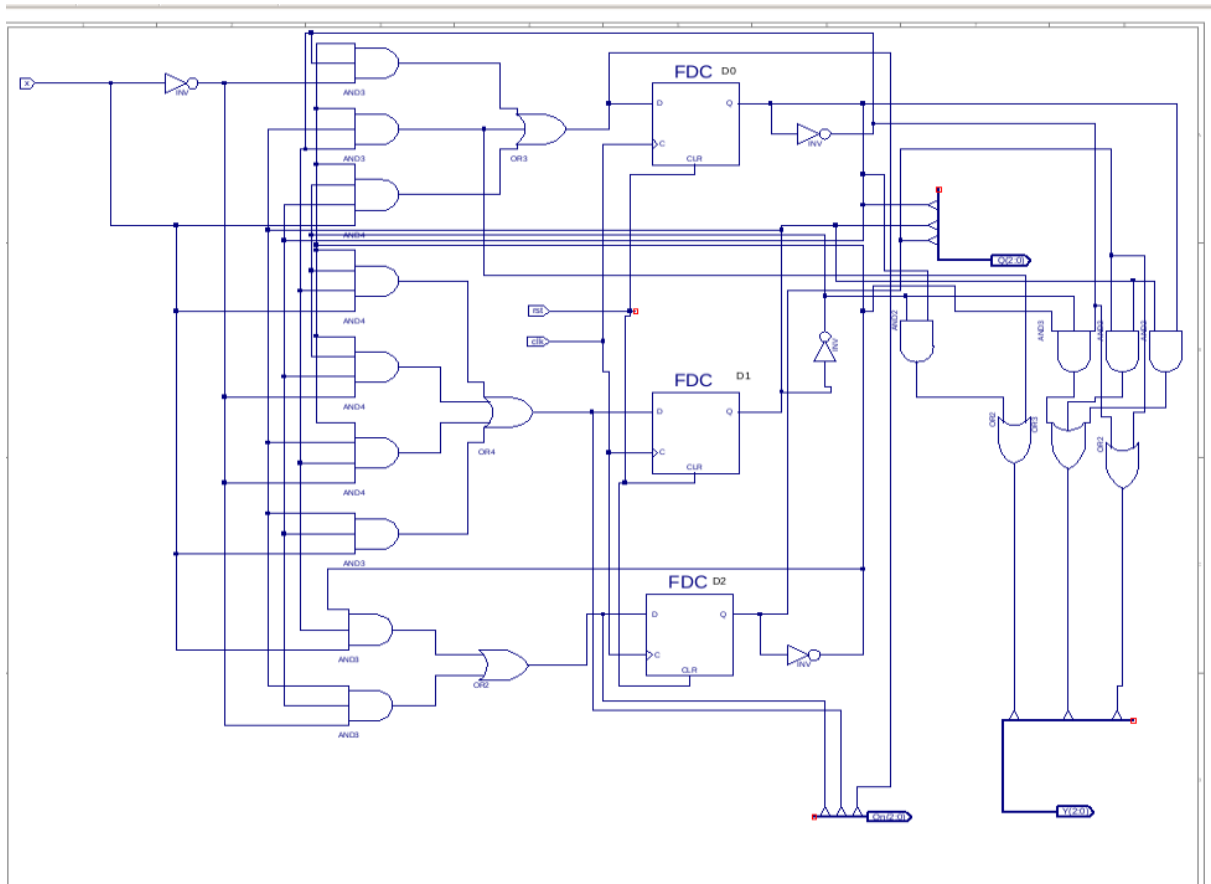
$$Y1 = Q2'Q1'Q0' + Q1 Q1+Q2 Q0$$

i. Tablica prawdy dla wyjścia Y1

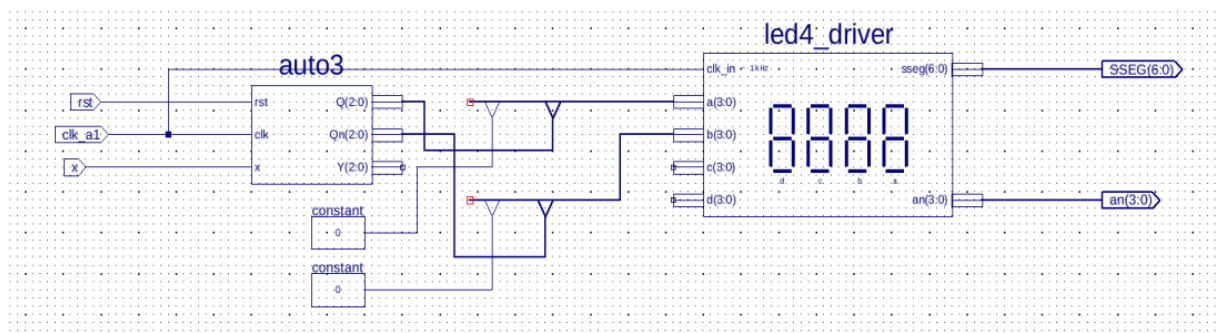
| Q2 Q1\Q0 | 0 | 1 |
|----------|---|---|
| 00 | 1 | 0 |
| 01 | 1 | 0 |
| 11 | 1 | X |
| 10 | 1 | 1 |

$$Y2 = Q0' + Q2$$

3. Schemat układu automatu A1:

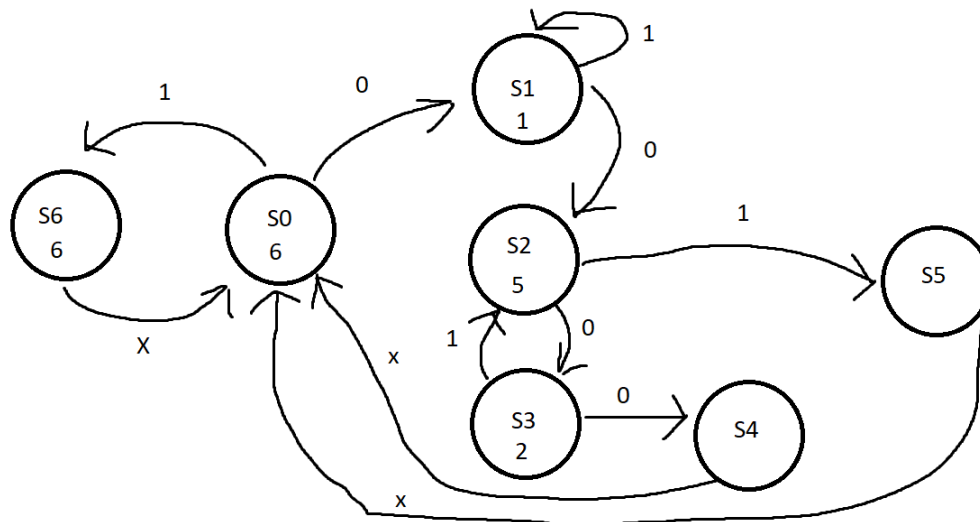


4. Automat A1 wraz sterownikiem led4_driver



5. Weryfikacja poprawności schematu.

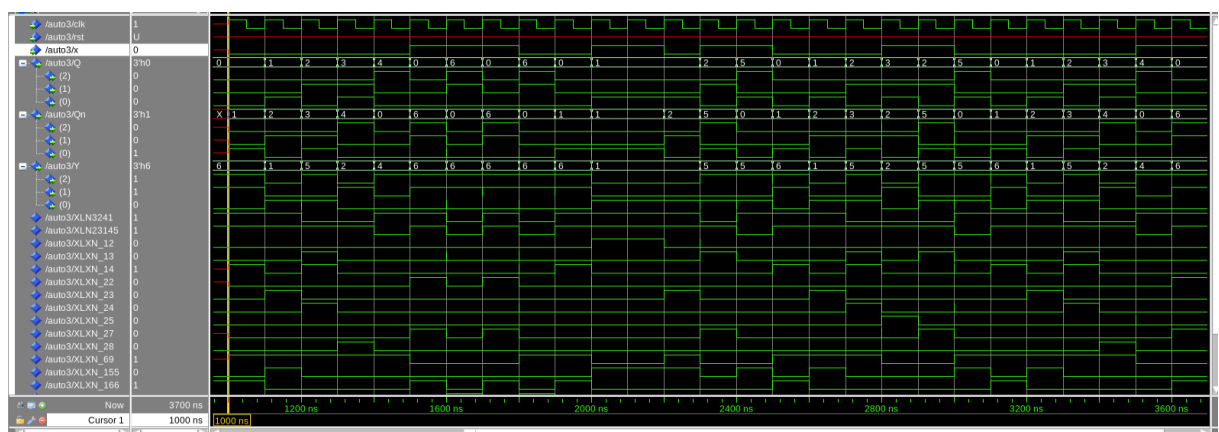
Diagram stanów dla automatu A2



Wyniki symulacji behawioralnej:

automat A1

| stan | st.następny | | wyjscie |
|--------|-------------|-------|---------|
| obecny | Qn | | Y |
| Q | x='0' | x='1' | (2:0) |
| S0 | S1 | S6 | 110 |
| S1 | S2 | S1 | 001 |
| S2 | S3 | S5 | 101 |
| S3 | S4 | S2 | 010 |
| S* | S0 | S0 | NrStanu |



Widać na niej, że stany prawidłowo przechodzą według diagramu stanów automatu A1.

6. Wyniki symulacji czasowej STA:

Data Sheet report:

All values displayed in nanoseconds (ns)

Setup/Hold to clock clk

| Source | Max Setup to clk (edge) | Max Hold to clk (edge) | Internal Clock(s) | Clock Phase |
|--------|----------------------------|---------------------------|-------------------|----------------|
| x | 2.487(R) | 0.317(R) | clk_BUFGP | 0.000 |

Clock clk to Pad

| Destination | clk (edge) to PAD | Internal Clock(s) | Clock Phase |
|-------------|----------------------|-------------------|----------------|
| Q<0> | 8.341(R) | clk_BUFGP | 0.000 |
| Q<1> | 8.156(R) | clk_BUFGP | 0.000 |
| Q<2> | 8.413(R) | clk_BUFGP | 0.000 |
| Qn<0> | 9.735(R) | clk_BUFGP | 0.000 |
| Qn<1> | 9.254(R) | clk_BUFGP | 0.000 |
| Qn<2> | 9.340(R) | clk_BUFGP | 0.000 |
| Y<0> | 9.468(R) | clk_BUFGP | 0.000 |
| Y<1> | 9.188(R) | clk_BUFGP | 0.000 |
| Y<2> | 10.026(R) | clk_BUFGP | 0.000 |

Clock to Setup on destination clock clk

| Source Clock | Src:Rise Dest:Rise | Src:Fall Dest:Rise | Src:Rise Dest:Fall | Src:Fall Dest:Fall |
|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| clk | 3.059 | | | |

Pad to Pad

| Source Pad | Destination Pad | Delay |
|------------|-----------------|-------|
| x | Qn<0> | 8.575 |
| x | Qn<1> | 7.217 |
| x | Qn<2> | 7.780 |

Maksymalna częstotliwość pracy układu to: 116 Mhz

7. Cel zadania \ wymagania projektowe (dla podpunktu b) b.)

Wykonaj projekt automatu A2 z kodowaniem stanów automatu w kodzie 1zN oraz kodowaniem wyjść wg tabeli

Tabela przejść układu:

automat A2

| stan | st.następny | | wyjście |
|--------|-------------|-------|---------|
| obecny | Qn | | Y |
| Q | x='0' | x='1' | (2:0) |
| S0 | S1 | S7 | 111 |
| S1 | S2 | S2 | 010 |
| S2 | S3 | S6 | 110 |
| S3 | S4 | S3 | 011 |
| S* | S0 | S0 | NrStanu |

8. Synteza układu:

a. Tablica przejść:

| | X=0 | X=1 | Y | DEC |
|----|-----------|-----------|-----|-----|
| S0 | S1 | S7 | 111 | 7 |
| S1 | S2 | S2 | 010 | 2 |
| S2 | S3 | S6 | 110 | 6 |
| S3 | S4 | S3 | 011 | 3 |
| S4 | S0 | S0 | 100 | 4 |
| S5 | - | - | - | |
| S6 | S0 | S0 | 110 | 6 |
| S7 | S0 | S0 | 111 | 7 |

b. Kodowanie oraz wartości hexadecymalne

| Stan | 1zN | Hex |
|-----------|------------------|-----------|
| S0 | 0000 0001 | 1 |
| S1 | 0000 0010 | 2 |
| S2 | 0000 0100 | 4 |
| S3 | 0000 1000 | 8 |
| S4 | 0001 0000 | 10 |

| | | |
|-----------|------------------|-----------|
| S5 | - | |
| S6 | 0100 0000 | 40 |
| S7 | 1000 0000 | 80 |

c. Tablica przejść z uwzględnieniem kodowania

| | Q7Q6Q4Q3Q2Q1Q0 | 0 | 1 |
|---|-----------------------|------------------|------------------|
| 0 | 0000 0001 | 0000 0010 | 1000 0000 |
| 1 | 0000 0010 | 0000 0100 | 0000 0100 |
| 2 | 0000 0100 | 0000 1000 | 0100 0000 |
| 3 | 0000 1000 | 0001 0000 | 0000 1000 |
| 4 | 0001 0000 | 0000 0001 | 0000 0001 |
| 5 | 0010 0000 | - | - |
| 6 | 0100 0000 | 0000 0001 | 0000 0001 |
| 7 | 1000 0000 | 0000 0001 | 0000 0001 |

(Kolory zostały nadane by ułatwić tworzenie funkcji przerzutników)

Funkcja dla przerzutnika D0

$$Qn0=Q7+Q6+Q4$$

Funkcja dla przerzutnika D1

$$Qn1=Q0x'$$

Funkcja dla przerzutnika D2

$$Qn2=Q1$$

Funkcja dla przerzutnika D3

$$Qn3=Q2x'+Q3x$$

Funkcja dla przerzutnika D4

$$Qn4=Q3x'$$

Funkcja dla przerzutnika D5

$$Qn5=0$$

Funkcja dla przerzutnika D6

$$Qn6=Q2x$$

Funkcja dla przerzutnika D7

$$Q_{n7}=Q_0x$$

Funkcja dla przerzutnika wyjścia Y(0)

$$Y(0)=Q_0+Q_3+Q_7$$

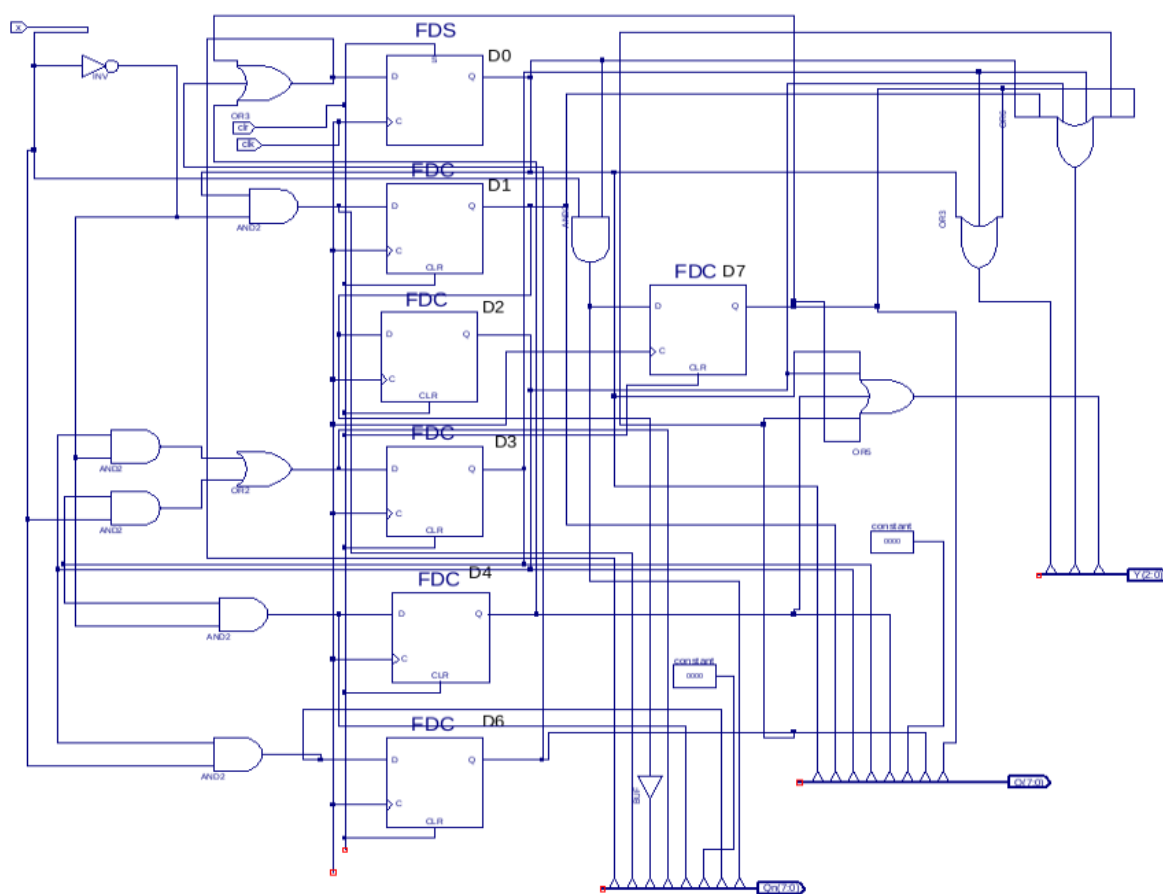
Funkcja dla przerzutnika wyjścia Y(1)

$$Y(1)=Q_0+Q_1+Q_2+Q_3+Q_6+Q_7$$

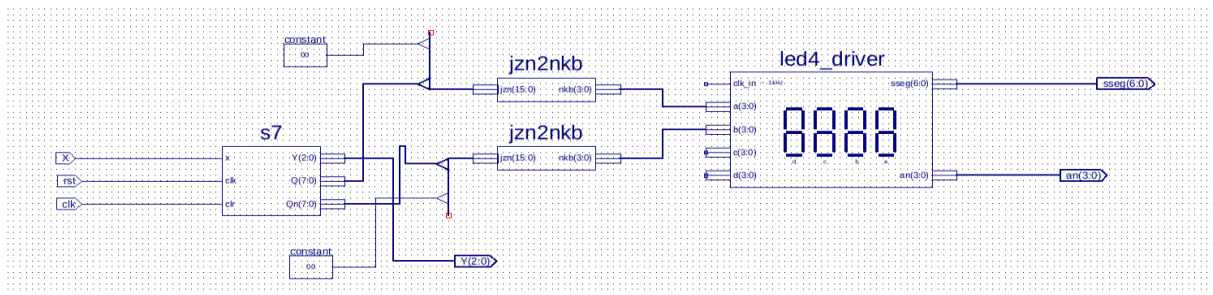
Funkcja dla przerzutnika wyjścia Y(2)

$$Y(2)=Q_0+Q_2+Q_4+Q_6+Q_7$$

9. Schemat układu automatu A2

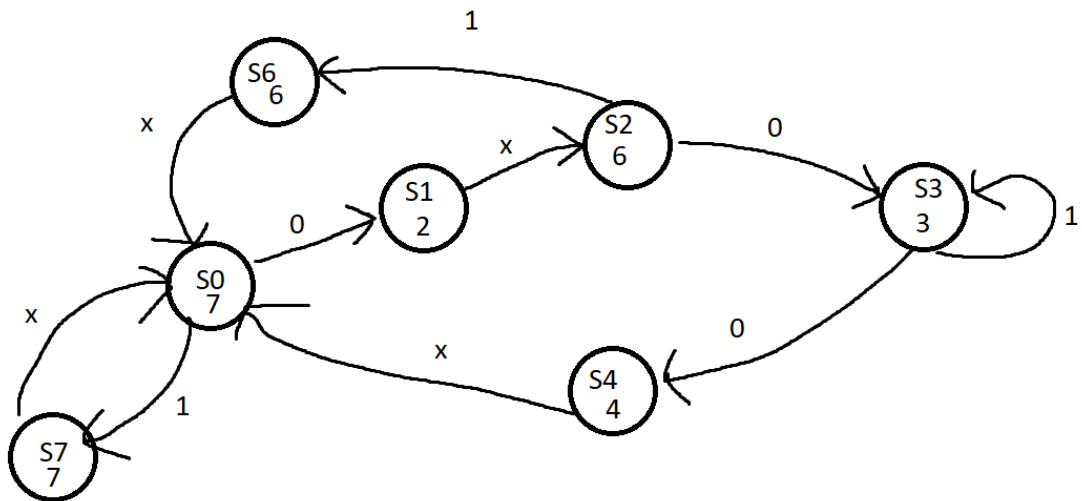


10. Struktura układu z automatem A2 i sterownikiem led4_driver.



11. Weryfikacja poprawności schematu

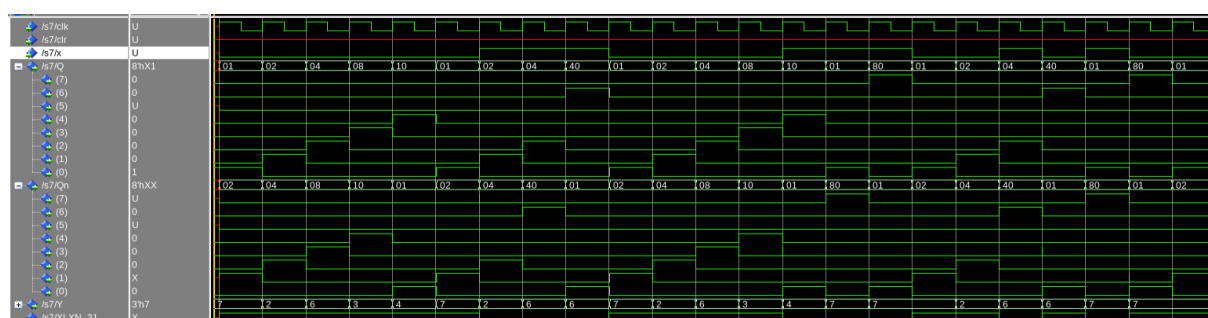
- a. Diagram przejść automatu, wraz z wartościami Y w jednostkach dziesiętnych.



Wyniki symulacji behawioralnej:

automat A2

| stan | st.następny | | wyjście |
|--------|-------------|-------|---------|
| obecny | Qn | | Y |
| Q | x='0' | x='1' | (2:0) |
| S0 | S1 | S7 | 111 |
| S1 | S2 | S2 | 010 |
| S2 | S3 | S6 | 110 |
| S3 | S4 | S3 | 011 |
| S* | S0 | S0 | NrStanu |



Z symulacji wynika, że stany przechodzą prawidłowo i pokazują prawidłowe wartości Y.

Wyniki analizy czasowej STA:

Błąd podczas generowania