

Układy cyfrowe i systemy wbudowane - laboratorium

Karol Kulawiec 241281
Bartosz Rudnikowicz 241382

21.10.2019

1 Wstęp

Podczas zajęć mieliśmy do wykonania następujące zadania:

1. Zaprojektować układ realizujący sekwencyjną zmianę 3-bitowej liczby wg następującej kolejności: $0 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 1 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 0$. Następnie przeprowadzić symulację układu oraz odczytać czas propagacji oraz sprawdzić działanie układu na płycie ZL-9572.
2. Zaimplementować moduł *HexTo7Seg* w celu wyświetlenia kolejnych cyfr na wyświetlaczu 7-segmentowym.
3. Zaimplementować moduł *RS232_RX* w celu pobrania znaku z klawiatury i w przypadku naciśnięcia klawisza *i* dokonania zmiany stanu, a w przypadku naciśnięcia klawisza *r* zresetowania układu.

2 Przebieg zajęć

2.1 Minimalizacja funkcji

Na początek rozpisaliśmy tabelę przejść dla przerzutnika typu D (Tabela 1) i na jej podstawie, za pomocą siatek Karnaugh'a przeprowadziliśmy minimalizację funkcji dla każdego bitu wyjściowego. Po skończeniu otrzymaliśmy następujące funkcje:

$$D_2 = \overline{Q_2}Q_0 + Q_2\overline{Q_0} = Q_2 \oplus Q_0 \text{ (Tabela 2)}$$

$$D_1 = \overline{Q_2}Q_1 + Q_1\overline{Q_0} \text{ (Tabela 3)}$$

$$D_0 = Q_1\overline{Q_0} + Q_2\overline{Q_1} \text{ (Tabela 4)}$$

t			t+1				D ₂	D ₁	D ₀
Q ₂	Q ₁	Q ₀	Q ₂	Q ₁	Q ₀				
0	0	0	0	1	0	=>	0	1	0
0	0	1	1	1	0		1	1	0
0	1	0	0	1	1		0	1	1
0	1	1	1	0	0		1	0	0
1	0	0	1	0	1		1	0	1
1	0	1	0	0	1		0	0	1
1	1	0	1	1	1		1	1	1
1	1	1	0	0	0		0	0	0

Tabela 1: Tabela przejść

$Q_2Q_1 \backslash Q_0$	0	1
00		1
01		1
11	1	
10	1	

Tabela 2: D_2

$Q_2Q_1 \backslash Q_0$	0	1
00	1	1
01	1	
11	1	
10		

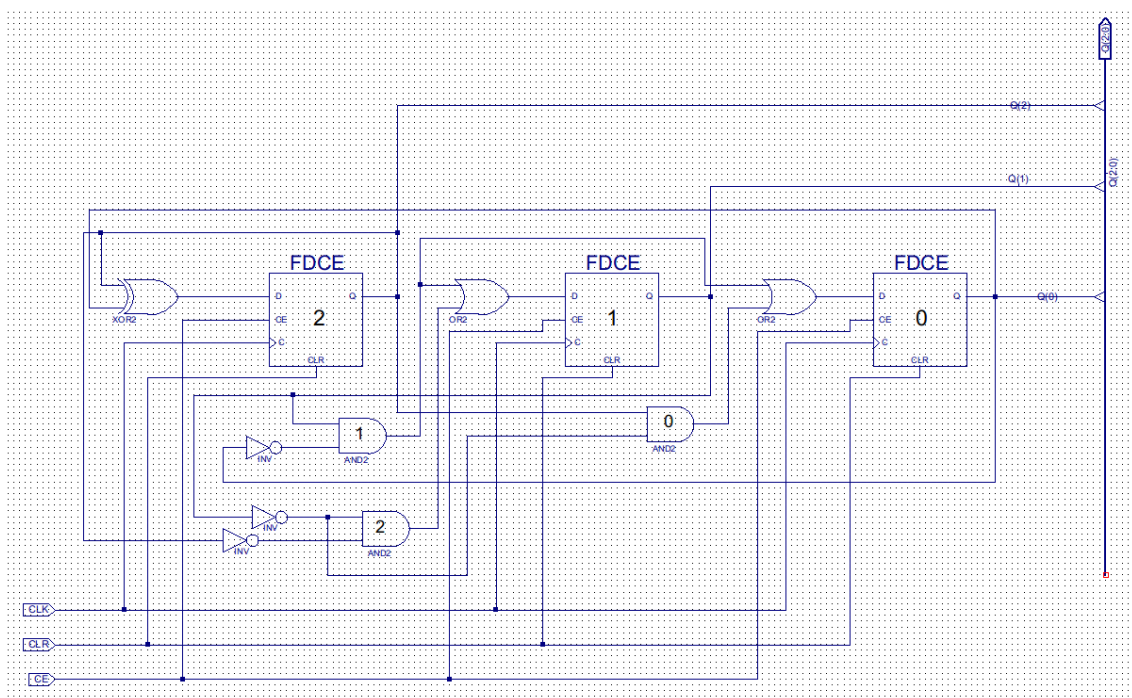
Tabela 3: D_1

$Q_2Q_1 \backslash Q_0$	0	1
00		
01	1	
11	1	
10	1	1

Tabela 4: D_0

2.2 Schemat układu i symulacja

Na podstawie otrzymanych funkcji, korzystając z programu ISE stworzyliśmy schemat układu widoczny na rysunku (Rys. 1).



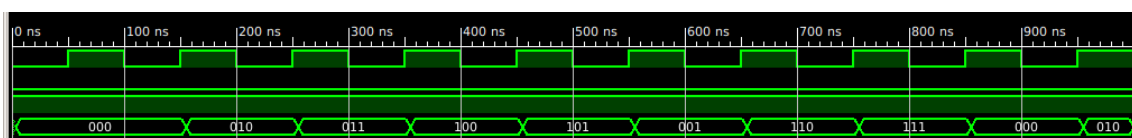
Rysunek 1: Schemat wykonanego układu

Przygotowany układ zasymulowaliśmy w trybie symulacji czasowej post-fit, ustawiając wejścia jak na Rysunku nr 2.

```
CE <= '1';
CLK <= not Clk after 50 ns;
CLR <= '0';
```

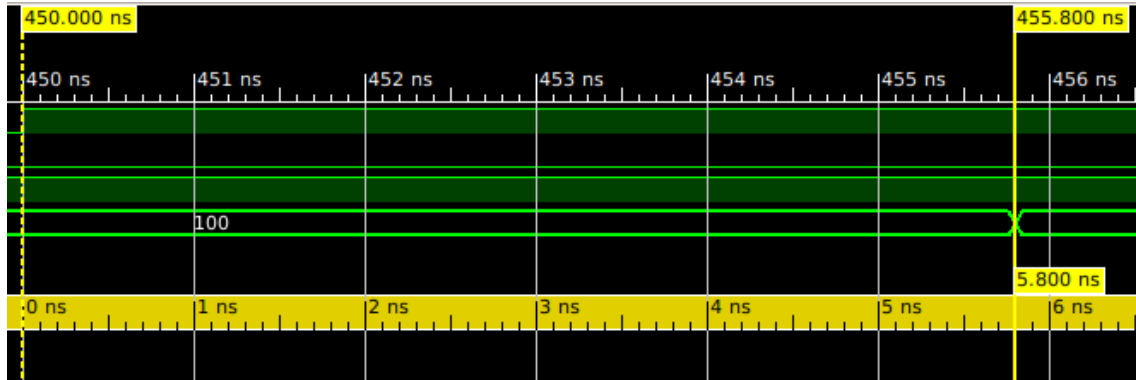
Rysunek 2:

Na wyjściu, zgodnie z przewidywaniami, pojawiły się poprawne dane wyjściowe dla każdego przejścia (Rys. 3).



Rysunek 3: Wynik symulacji. W górnym rzędzie dane wejściowe, w dolnym wyjściowe.

Odczytaliśmy również czas propagacji układu, który wynosił 5.8 ns (Rys. 4).



Rysunek 4: Wycinek z symulatora wraz z osią czasu.

2.3 Wgranie układu na płytę ZL-9572

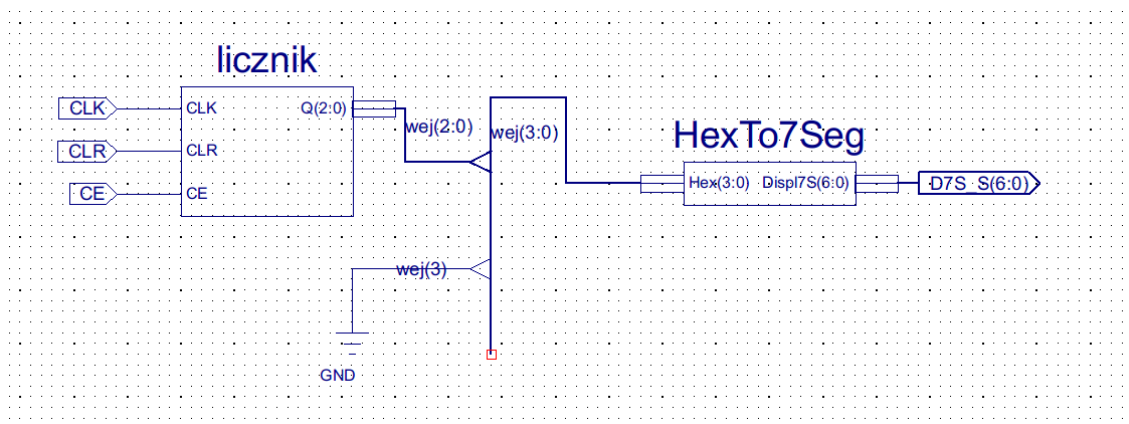
Następnie do projektu dodaliśmy plik ZL-9527.ucf, który edytowaliśmy w następujący sposób:

```
# Clocks
NET "CLK" LOC = "P7" | BUFG = CLK | PERIOD = 5ms HIGH 50%;
# Keys
NET "CE" LOC = "P42";
NET "CLR" LOC = "P40";
# LEDs
NET "Q(0)" LOC = "P35";
NET "Q(1)" LOC = "P29";
NET "Q(2)" LOC = "P33";
```

Projekt działał prawidłowo. Naciśnięcie Key_0 powodowało przejście układu do następnego stanu, Key_1 powodowało restart układu. LED(2:0) zgaszonym stanem oznaczały, że dany bit=1.

2.4 Moduł HexTo7Seg

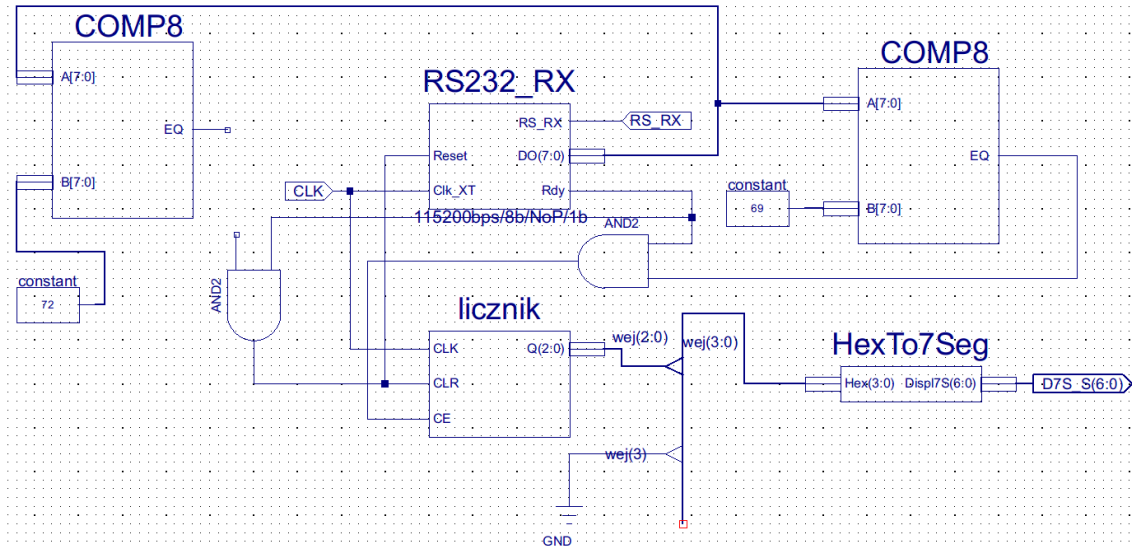
Następnym zadaniem było wyświetlenie stanu przy pomocy modułu HexTo7Seg. Moduł ten należało pobrać ze strony prowadzącego, a następnie dodać do projektu. Z poprzedniego schematu stworzyliśmy moduł 'Licznik', który pomógł nam uporządkować nowy schemat (Rys. 5). Do modułu HexTo7Seg musieliśmy dołożyć jeszcze jedno wejście, ponieważ na wejście przyjmuje on 4 bity, a moduł Licznik wyprowadzał tylko 3 bity.



Rysunek 5: Schemat z modulem HexTo7Seg

2.5 Moduł RS232_RX

Ostatnim zadaniem, które zrealizowaliśmy, było sterować układem przy pomocy modułu RS232_RX. Podczas naciśnięcia na klawiaturze przycisku 'i', układ miał przechodzić w kolejny stan, natomiast naciśnięcie przycisku 'r', powodowało reset układu. Moduł RS232_RX czytał informacje wprowadzane w terminalu, następnie wykonywał odpowiednie operacje, dla odpowiednich wejść (Rys. 6).



Rysunek 6: Schemat z modułem RS232_RX

3 Podsumowanie

Podczas zajęć zaprojektowaliśmy i zasymulowaliśmy podstawowy układ. Podstawowy układ oraz dodatkowy, korzystający z modułów HexTo7Seg oraz RS232_RX, uruchomiliśmy również na zestawie laboratoryjnym ZL-9572.