Języki Opisu Sprzętu

Projekt: Elektroniczny Sejf Hotelowy

Dokumentacja

Arkadiusz Kasprzak
Jarosław Cierpich
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej
Informatyka Stosowana

30 listopada 2019

Spis treści

1 Wstęp

Niniejszy dokument stanowi dokumentację projektu **Elektroniczny Sejf Hotelowy** wykonanego w ramach przedmiotu **Języki Opisu Sprzętu** (WFiIS AGH) przez Jarosława Cierpicha i Arkadiusza Kasprzaka. Dokument ten zawiera m.in. założenia projektowe oraz opis wymaganej funkcjonalności, dokumentację przeznaczoną dla użytkownika projektu, dokumentację techniczną, analizę procesu syntezy oraz opis procedury testowania.

2 Projekt

Ten rozdział poświęcony został opisowi założeń projektowych oraz wymaganej funkcjonalności.

2.1 Założenia projektowe

Projekt dostarczać ma funkcji elektronicznego sejfu hotelowego, to znaczy pozwalać ma na otwieranie go za pomocą z góry ustalonego szyfru oraz późniejsze zamknięcie go. Projekt ma być zrealizowany na płytce rozwojowej **Zedboard** (do Xilinx Zynq-7000). Ze względu na okoliczności wykonywania projektu (projekt jako zaliczenie przedmiotu) przyjęte zostały pewne uproszczenia:

- czujnik zamknięcia sejfu zastąpiony zostaje przełącznikiem obsługiwanym przez użytkownika
- szyfr jest parametrem projektu - nie jest możliwa jego modyfikacja na płytce bez powtórzenia procesu syntezy i implementacji
- ruch rygla reprezentowany jest za pomocą dwóch diod LED dostępnych na płytce

Do realizacji projektu użyty ma być język **SystemVerilog** oraz środowisko **Xilinx Vivado**. Szyfr składać ma się z trzech liczb z przedziału [0; 32). Liczby mają być wprowadzane przez użytkownika za pomocą pokrętła, przy czym kierunek obrotu pokrętła wskazuje, która liczba jest aktualnie wprowadzana: ruch zgody ze wskazówkami zegara oznacza pierwszą lub trzecią liczbę, ruch przeciwny do wskazówek zegara - drugą liczbę. Wprowadzenie nieprawidłowej liczby ma przerywać proces podawania szyfru - tzn. układ nie czeka, aż wprowadzony zostanie cały szyfr. Aktualnie wprowadzona liczba ma być prezentowana za pomocą wyświetlacza OLED. Układ ma być w miarę możliwości pozbawiony błędów związanych z drganiami styków czy niestandardowym działaniem użytkownika.

2.2 Wymagana funkcjonalność

Od projektu wymaga się dostarczenia następującej funkcjonalności:

- możliwość wprowadzenia przez użytkownika poprawnego szyfru składającego się z trzech liczb z zakresu [0; 32) za pomocą pokrętła
- możliwość wprowadzenia przez użytkownika niepoprawnego szyfru, co automatycznie przerwać ma proces otwierania sejfu
- możliwość monitorowania przez użytkownika aktualnego stanu otwarcia sejfu - za pomocą diod LED
- możliwość monitorowania przez użytkownika aktualnie wprowadzanej wartości - za pomocą wyświetlacza OLED
- możliwość rozpoczęcia procesu otwierania sejfu - za pomocą przycisku *Open*

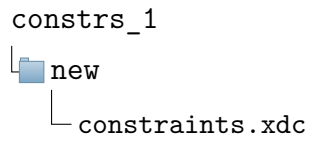
- możliwość zamknięcia sejfu - za pomocą przycisku *Close*
- możliwość ustalenia aktualnej pozycji rygla sejfu - za pomocą przełącznika - zastępuje to czujnik zamknięcia sejfu
- możliwość łatwego zaprogramowania nowego szyfru - zmiana trzech wartości w kodzie

3 Dokumentacja użytkownika

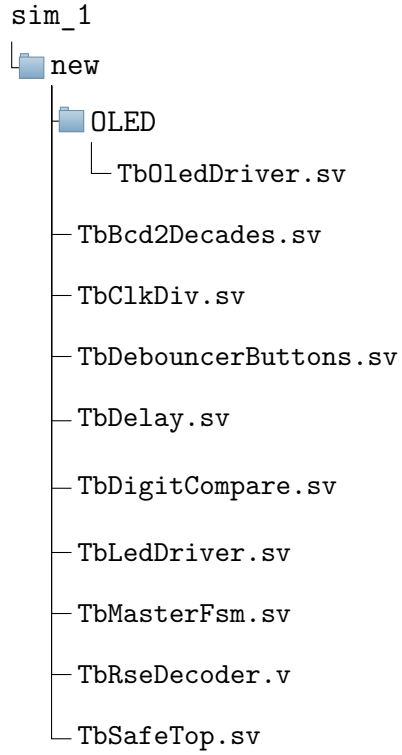
4 Dokumentacja techniczna

4.1 Warstwa Hardware

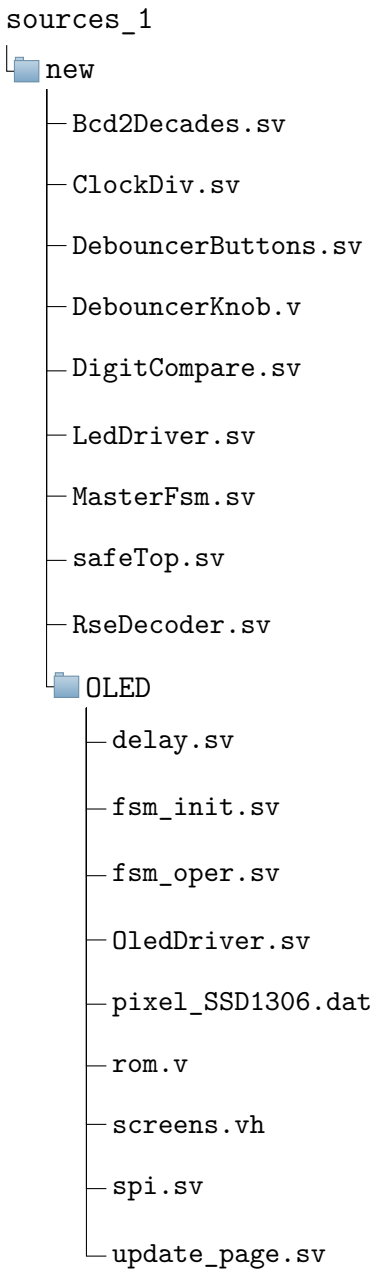
4.2 Warstwa Software - architektura



Struktura katalogu zawierającego moduły testowe:



Struktura katalogu zawierającego kod źródłowy projektu:



4.3 Warstwa Software - parametry i moduły projektu

Ten podrozdział opisuje część implementacji projektu - zastosowane parametry oraz moduły napisane w języku SystemVerilog.

4.3.1 Parametry projektu

Główny moduł projektu udostępnia następujące **parametry** pozwalające na modyfikację działania sejfu:

- *slowClockPeriodLength* - współczynnik oznaczający wartość dzielnika częstotliwości zegara, którym taktowany jest sejf (z wyjątkiem debouncerów i wyświetlacza OLED). Wartość domyślna: 100000.
- *debouncerClockPeriodLength* - współczynnik oznaczający wartość dzielnika częstotliwości zegara, którym taktowane są debouncery w projekcie. Wartość domyślna: 300007.

- *areDebouncersUsed* - flaga włączająca lub wyłączająca generację debouncerów w projekcie. Wartość domyślna: 1 - debouncery mają zostać wygenerowane.
- *firstCodeNumber* - pierwsza liczba szyfru. Wartość domyślna: 15.
- *secondCodeNumber* - druga liczba szyfru. Wartość domyślna: 30.
- *thirdCodeNumber* - trzecia liczba szyfru. Wartość domyślna: 9.

4.3.2 Moduły projektu

Projekt składa się z następujących **modułów**:

- SafeTop - główny moduł projektu
- Bcd2Decades - licznik BCD (Binary Coded Decimal) o dwóch dekadach
- ClockDiv - dzielnik zegara
- DebouncerButtons - układ wygaszający drgania na przyciskach
- DebouncerKnob - układ wygaszający drgania na pokrętle
- DigitCompare - układ porównujący wprowadzone przez użytkownika liczby z szyfrem
- LedDriver - sterownik diod LED
- MasterFsm - główna logika sejfu
- RseDecoder - układ odpowiedzialny za komunikację z pokrętłem
- Moduły odpowiedzialne za obsługę wyświetlacza OLED:
  - OledDriver
  - delay
  - fsm_init
  - fsm_oper
  - rom
  - spi
  - update_page

Ponadto projekt zawiera **dwa inne pliki** związane z obsługą wyświetlacza OLED:

- screens.vh
- pixel_SSD1306.dat

W dalszej części zaprezentowane zostanie działanie poszczególnych modułów.

SafeTop

5 Analiza procesu syntezy

6 Testy

Ostatni rozdział poświęcony został procesowi testowania projektu - w tym przygotowanym modułom testowym oraz procesowi testowania manualnego.

6.1 Moduły testujące

Projekt zawiera **TUTAJ WSTAWIC ILE** modułów testowych (tzw. moduły *Testbench*). Umożliwiają one przeprowadzenie symulacji działania modułów projektu. Moduły testowane były za pomocą dwóch typów symulacji:

- symulacja behawioralna (*behavioral simulation*)
- symulacja po syntezie z uwzględnieniem parametrów czasowych (*post-synthesis timing simulation*)

TUTAJ WSTAWIC STRUKTURE TB Podstawowa struktura większości modułów *Testbench* jest podobna - składają się one z:

- deklaracji parametrów wejściowych modułu (jeśli takie są)
- deklaracji zmiennych stanowiących wejścia i wyjścia testowanego modułu oraz zmiennej odpowiadającej za *Global System Reset - GSR*
- instancji testowanego modułu (*UUT - Unit Under Test*)
- generacji sygnałów wejściowych testowanego modułu (w tym zwykle sygnału zegara i resetu)

Listing 1 ilustruje opisaną powyżej strukturę.

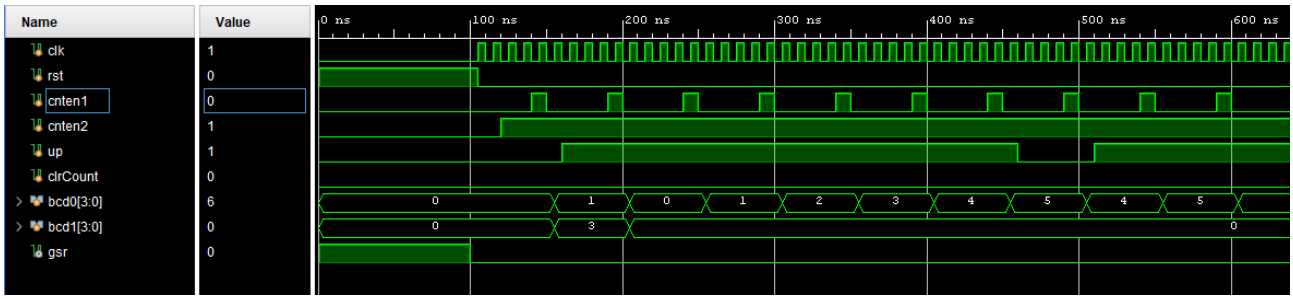
Listing 1: Uproszczona struktura wykonanych modułów testujących

```
module TbExample();

    // parametry
    localparam mod = 3;

    // wejscia
    reg clk, rst;
    reg in1;

    // wyjscia
    reg [3:0] out1;

    // ...

    // GSR - Global System Reset
    wire gsr = glbl.GSR;

    // UUT - Unit Under Test
    ExampleModule #(.mod(mod)) EXAMPLE (
        .clk(clk), .rst(rst), .in1(in1), .out1(out1));
```

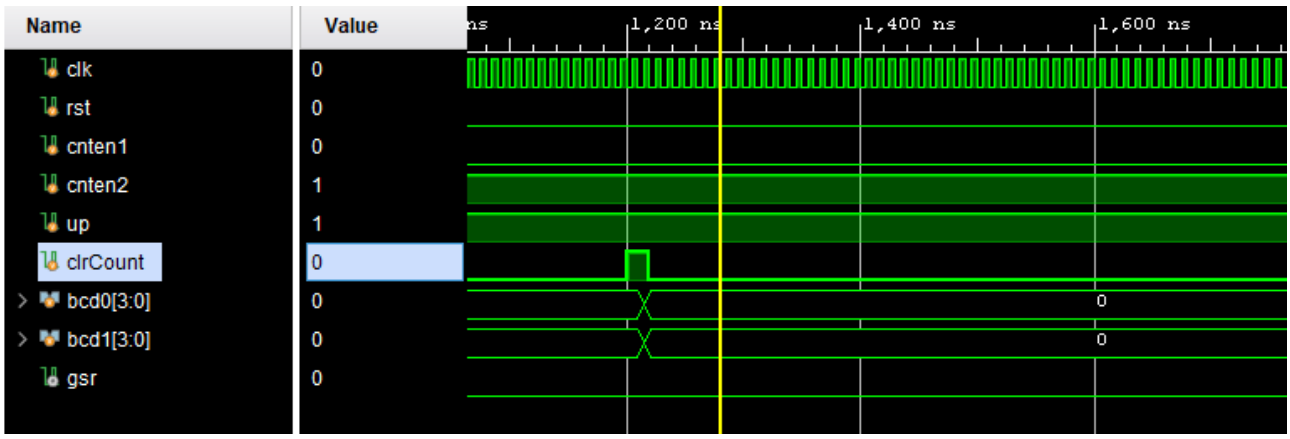
```
    // generacja sygnalow wejsciowych

    // zegar
    initial begin
        clk = 1'b0;
        @(negedge gsr);
        forever #5 clk = ~clk;
    end

    // reset
    initial begin
        rst = 1'b1;
        @(negedge gsr);
        #5 rst = 1'b0;
    end

    // in1
    initial begin
        // kod generujacy wartosci sygnalu in1
    end

    // ...

endmodule
```

W dalszej części tego podrozdziału omówione zostaną poszczególne moduły testujące oraz wyniki przeprowadzonych symulacji behawioralnych.

6.1.1 Testy modułu Bcd2Dec



Rysunek 1: Tutaj dac opis



Rysunek 2: Tutaj dac opis

6.1.2 Testy modułu ClkDiv

6.2 Testy manualne