

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA

PROJEKT

UKŁADY CYFROWE I SYSTEMY WBUDOWANE 2

LCD

Authors:

Rafał PIENIAŻEK
Jakub POMYKAŁA

Supervisor:

Dr inż. Jarosław SUGIER

22 maja 2016

1 Wstęp

Płyta startowa Spartan-3E posiada układ LCD o rozmiarze 2x16 znaków. Układ korzysta ze sterownika ST7066U, który jest kompatybilny z popularnym sterownikiem Hitachi HD44780

1.1 Cel projektu

Celem projektu była samodzielna implementacja modułu LCD, który znajduje się na płycie startowej Spartan-3E. W projekcie zostały stworzone następujące moduły

- Moduł inicjalizacji
- Moduł konfiguracji
- Multiplexer 4b_2_1
- Moduł wysyłający półbajty

Po stworzeniu każdego modułu, były przeprowadzane testy behawioralne, które miały na celu sprawdzić poprawność działania. W przeciwnym wypadku szukanie potencjalnych błędów byłoby bardzo utrudnione.

2 Przebieg pracy

Do poprawnej pracy układu niezbędna jest konfiguracja pliku LCD.ucf oraz GenIO.ucf, których listingi zostały przedstawione poniżej.

```
NET "LCD_E" LOC = "M18" | IOSTANDARD = LVCMOS33 | DRIVE = 4 | SLEW = SLOW ;
NET "LCD_RS" LOC = "L18" | IOSTANDARD = LVCMOS33 | DRIVE = 4 | SLEW = SLOW ;
NET "LCD_RW" LOC = "L17" | IOSTANDARD = LVCMOS33 | DRIVE = 4 | SLEW = SLOW ;
NET "LCD_D<0>" LOC = "R15" | IOSTANDARD = LVCMOS33 | DRIVE = 4 | SLEW = SLOW ;
NET "LCD_D<1>" LOC = "R16" | IOSTANDARD = LVCMOS33 | DRIVE = 4 | SLEW = SLOW ;
NET "LCD_D<2>" LOC = "P17" | IOSTANDARD = LVCMOS33 | DRIVE = 4 | SLEW = SLOW ;
NET "LCD_D<3>" LOC = "M15" | IOSTANDARD = LVCMOS33 | DRIVE = 4 | SLEW = SLOW ;
NET "SF_CE" LOC = "D16" | IOSTANDARD = LVCMOS33 | DRIVE = 4 | SLEW = SLOW ;

NET "C1k" LOC = "C9" | IOSTANDARD = LVTTTL;
NET "C1k" PERIOD = 20.0ns HIGH 50%;
```

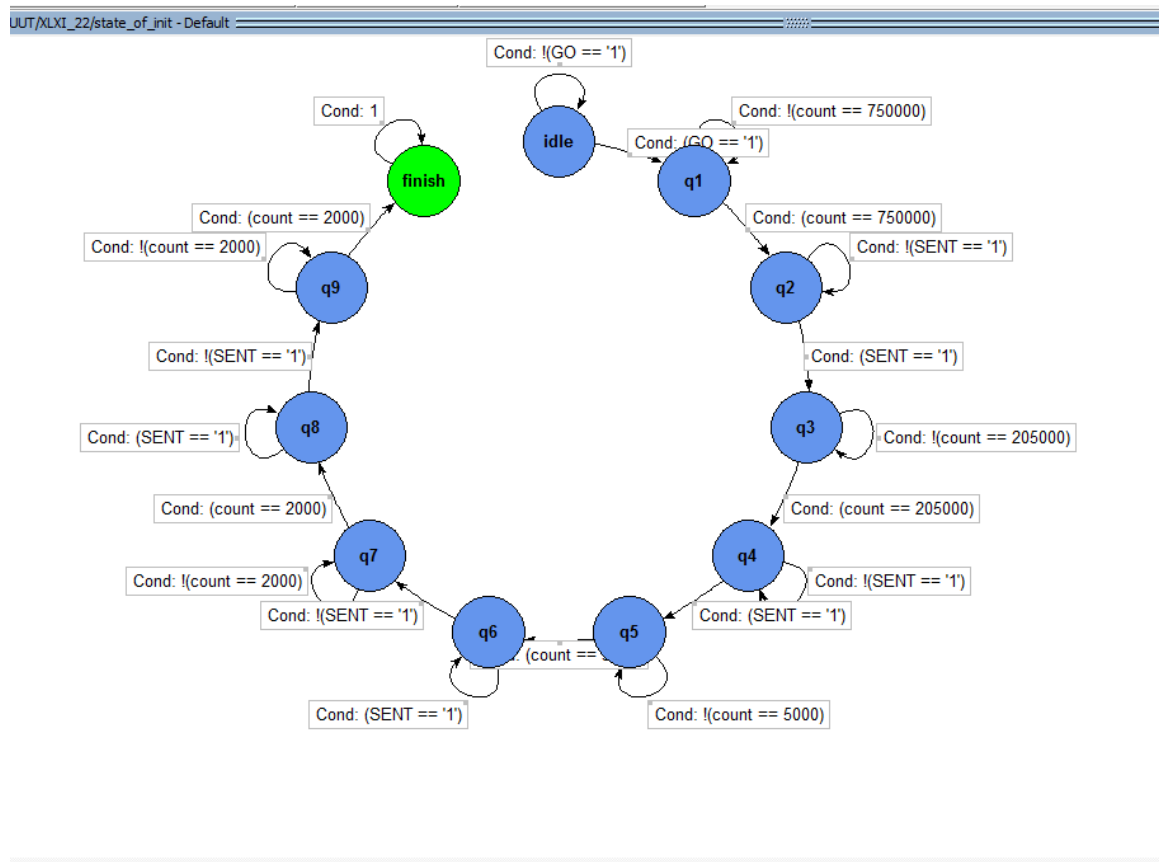
2.1 Inicjalizacja

Inicjalizacja układu składa z serii oczekiwań i wysłań odpowiednich wartości na magistralę SF_D<11:8>. Ogólny schemat inicjalizacji został przedstawiony poniżej. Istota jest linia LCD_E ponieważ dopiero w przypadku kiedy jej stan jest wysoki, układ LCD przyjmuje dane z magistrali SF_D.

- Czekaj 15ms lub więcej
- Ustaw na SF_D<11:8> wartość 0x3, ustaw stan LCD_E na wysoki na 12 cykli
- Czekaj 4.1ms lub więcej
- Ustaw na SF_D<11:8> wartość 0x3, ustaw stan LCD_E na wysoki na 12 cykli
- Czekaj 0.1ms lub więcej
- Ustaw na SF_D<11:8> wartość 0x3, ustaw stan LCD_E na wysoki na 12 cykli
- Czekaj 0.04ms lub więcej
- Ustaw na SF_D<11:8> wartość 0x2, ustaw stan LCD_E na wysoki na 12 cykli

- Czekaj 0.04ms lub więcej

W projekcie został podłączony zegar 50MHz, dzięki czemu ustalone zostały minimalne ilości cykli jakie należy odczekać między kolejnymi wysyłaniami. Moduł inicjalizacyjny jest to maszyna stanów, która odmierza potrzebne wartości czasowe przy wykorzystaniu licznika.



Rysunek 1: Stany modułu inicjalizacyjnego

2.2 Konfiguracja

Po pomyślnej inicjalizacji modułu LCD, sterowanie zostaje przydzielone modułowi konfiguracji przy pomocy multiplexera 4b_2_1. Wyjście multiplexera zależy od stanu linii set.

```

if(set = '1') then
    line_out <= line_0; -- moduł inicjalizacyjny
else
    line_out <= line_1; -- moduł konfiguracyjny
end if;
  
```

Linie LCD_RS oraz LCD_RW, które wchodzi w skład modułu są stale ustawione na stan niski. Linia SF_CE jest odpowiedzialna za komunikację z pamięcią Intel StrataFlash. Ustawienie tej linii na 1 powoduje dezaktywację tej pamięci. W takim przypadku układ FPGA posiada pełną kontrolę na zapisem i odczytem do LCD.

```

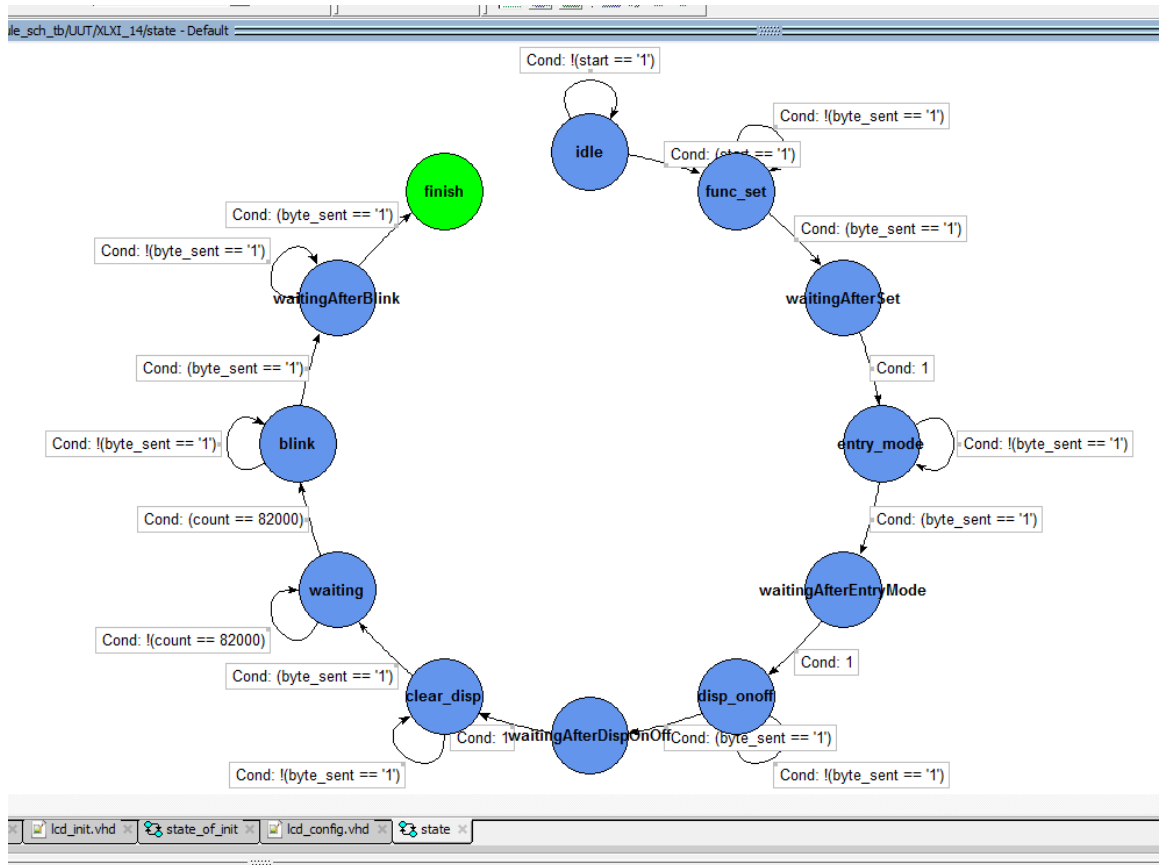
LCD_RW <= '0';
LCD_RS <= '0';
SF_CE <= '1';
  
```

Właściwa część konfiguracyjna składa się z wysłania czterech bajtów na magistralę SF_C<11:8>.

- Function Set - 0x28

- Entry Set - 0x06 w celu inkrementacji pozycji wskaźnika po każdym wpisaniu znaku
- Display On/Off - 0x0E - włącznie migającego wskaźnika
- Clear Display - 1.64ms

Istotną informacją jest, że wykonanie każdej z tych instrukcji zajmuje pewien okres czasu. Dlatego też po wysłaniu każdej komendy występuje stan który odmierza czas między kolejnymi wysłaniami bajtów. Czasy poszczególnych operacji znajdują się w dokumentacji układu Spartan-3E [1].



Rysunek 2: Stany modułu konfiguracyjnego

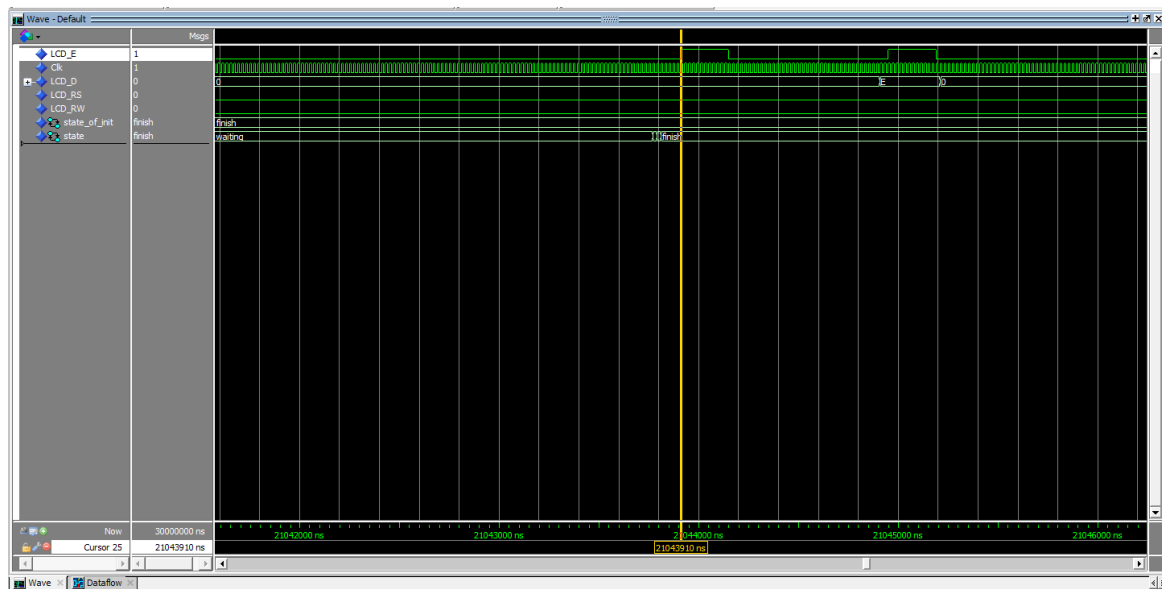
2.3 Wysyłanie bajtów i pół-bajtów

3 Podsumowanie

Projekt zawiera poprawną inicjalizację oraz podstawową konfigurację całego układu LCD, co pozwala na dalszą modyfikację w postaci obsługi wejścia danych od użytkownika. Nie został zrealizowany moduł, który pozwoliłby na wyświetlanie znaków wprowadzonych przez użytkownika. Taka funkcjonalność mogłaby zostać zrealizowana poprzez rozszerzenie modułu konfiguracyjnego w postaci dodania dodatkowych stanów. Lepszą opcją byłby jednak stworzenie osobnego modułu który odbierałby bajt ze znakiem od użytkownika i przysyłał go dalej do układu LCD w odpowiednich odstępach czasowych.

Literatura

- [1] http://www.xilinx.com/support/documentation/boards_and_kits/ug230.pdf, dokumentacja układu Spartan-3E.
- [2] <http://www.sitronix.com.tw/sitronix/product.nsf/Doc/ST7066U?OpenDocument>, dokumentacja sterownika Sitronix ST7066U.



Rysunek 3: Przykład wysłania całego bajtu w programie ModelSim