ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP.HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN
KHOA ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG
Bộ môn Máy tính – Hệ thống nhúng
----------o0o----------

ĐỒ ÁN CÁ NHÂN
MÔN HỌC THỰC HÀNH THIẾT KẾ SOC

XÂY DỰNG VÀ THIẾT KẾ HỆ THỐNG SoC GIẢI MÃ MORSE VÀ HIỂN THỊ LEDR VÀ LCD

Tp. Hồ Chí Minh, tháng 12 năm 2024

TÓM TẮT

Đồ án này trình bày về cách thức xây dựng và phát triển thuật toán nhận diện và giải mã Morse dựa trên các thành phần của hệ thống phần cứng FPGA trên board Terasic DE10 standard và sử dụng phần mềm là Intel Quartus Prime.

Theo đó, kết quả hiển thị giải mã được kiểm tra theo 2 phương thức và hiển thị ra led đỏ có sẵn trên board và qua Character LCD 16x2 gắn ngoài. Và vì có hiển thị kết quả ra qua LCD nên kết quả giải mã được hiển thị dưới dạng mã ASCII

1. GIỚI THIỆU

Mã Morse là một hệ thống mã hóa thông tin văn bản dạng số, chữ cái và ký tự sử dụng các chuỗi tín hiệu có độ dài ngắn xác định khác nhau (hoặc "dấu chấm" và "dấu gạch" hoặc còn được gọi là dits và dahs) để đại diện cho các ký tự trong bảng chữ cái, số và một số ký tự đặc biệt. Được phát minh vào những năm 1830 bởi Samuel Morse và Alfred Vail, mã Morse ban đầu được thiết kế để truyền thông qua điện báo, nhưng sau đó đã được áp dụng trên nhiều phương tiện truyền thông khác, bao gồm âm thanh, ánh sáng, và thậm chí là tín hiệu vô tuyến.

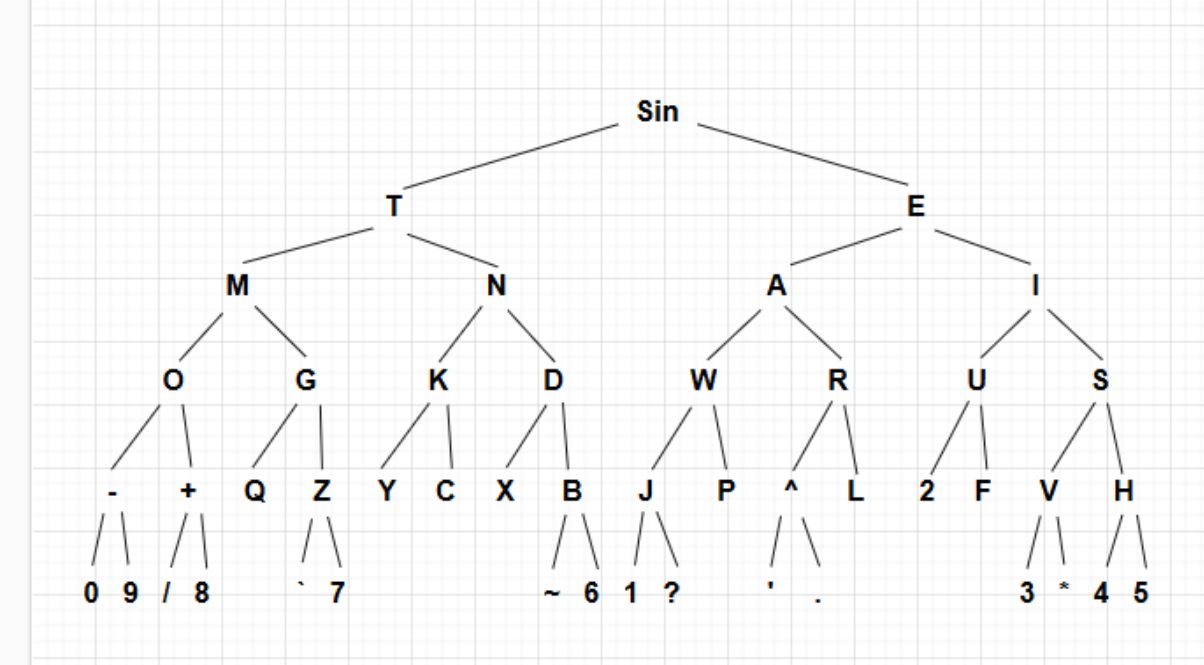
Ngày nay, mã Morse đã được chuyển đổi sang các dạng tín hiệu mà con người có thể cảm nhận được qua dạng âm thanh, ánh sáng, ký hiệu… nên rất dễ dàng để hiểu và sử dụng bởi những người đã được đào tạo để hiểu và sử dụng nó.

Một số ứng dụng nổi bật của mã Morse là

- Sử dụng trong hàng hải và cứu hộ khi không thể dùng các phương thức liên lạc khác, đặc biệt là tín hiệu cứu hộ khẩn cấp SOS (…---…) được tạo ra nhờ mã Morse của mình.
- Dự phòng trong truyền tải: dù đã có nhiều phương thức tối tân và hiện đại để truyền thông nhưng mã Morse vẫn đóng vai trò như là một phương án dự phòng khi xảy ra sự số.
- Trong lĩnh vực quân sự: ở thuở sơ khai, mã Morse được tạo ra để liên lạc thư tín trong thế chiến để mã hóa nội dung. Ngày nay dù bảng mã Morse quốc tế đã được công khai nhưng một số đơn vị quân sự vẫn có thể tùy chỉnh khác đi so với bảng mã quốc tế để sử dụng cho các mục đích riêng

2. MÔ TẢ THIẾT KẾ IP

- Sơ đồ cây các ký tự hỗ trợ



Về phía bên trái là 0 (dot), về bên phải là 1 (dash). Trừ Sin là trường hợp bắt đầu (không hợp lệ, chỉ cách gốc của sơ đồ cây) thì xuống dưới qua mỗi nút thì length (số bit mã hóa tăng thêm 1. Ví dụ với ký tự 2 thì mã là 0011, length là 4; với chữ M thì length là 2, mã là 11. Khi nhận các giá trị length và code nằm ngoài thì sẽ hiển thị "_" và cả khi length là 0 (Sin).

IP này có 2 chế độ hoạt động, được điều khiển bởi tín hiệu MODE là một Conduit ra ngoài (gắn với SW[9]).

- Khi mode là 0, đọc giá trị mã hóa Morse từ 5 bit đầu của output Conduit initial, đọc giá trị length từ 3 bit sau của initial (initial là Conduit out gắn với SW[7:0]).
- Khi mode là 1, thực hiện ghi lại thời gian nhấn của Button 1 qua giao tiếp Avalon dùng một máy trạng thái hữu hạn (FSM). Các trạng thái máy hữu hạn gồm

  + IDLE: kiểm tra nếu KEY[1] được nhấn thì chuyển sang trạng thái DETECT và tăng biến length thêm 1, không thì giữ nguyên ở IDLE.

  + DETECT: Kiểm tra và so sánh thời gian nhấn KEY[1] (timer) so với khoảng định trước (DOT_TIME). Nếu giữ lâu hơn thì ghi nhận đó là dash (hay giá trị 1)

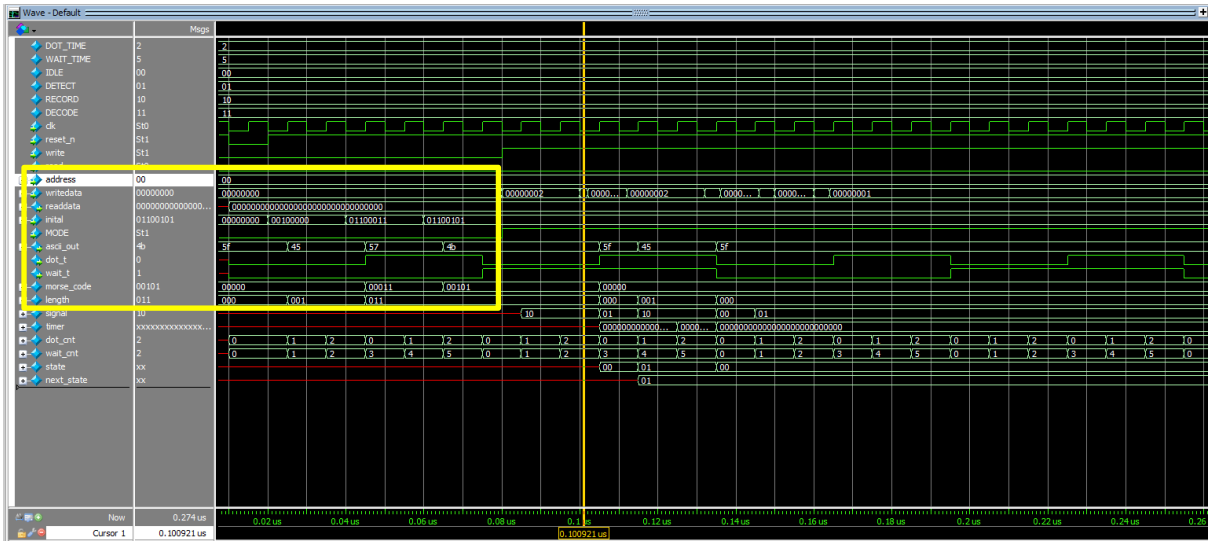
và ghi ghép nó vào thanh ghi morse_code, ngược lại thì ghép giá trị 0, sau đó chuyển sang trạng thái RECORD.

+ RECORD: chờ ghi nhận thời gian để kiểm tra và ghi nhận mã morse do (WAIT_TIME). Khi timer lớn hơn WAIT_TIME thì chuyển sang IDLE để detect giá trị mã hóa tiếp theo, không thì tăng timer để chờ chuyển sang IDLE.

- Để điều khiển đọc ghi lên LCD thì sẽ qua mã C trong Eclipse, trên board có 4 KEY, KEY0 là tín hiệu Reset, KEY1 là tín hiệu giải mã (người dùng nhấn hoặc không nhấn KEY1 để giải mã ký tự), KEY2 để đặt lại và thực hiện giải mã cho ký tự mới, KEY3 là tín hiệu điều khiển để ghi vào LCD.

3.KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

- Kết quả mô phỏng IP



Các tín hiệu DOT_TIME, WAIT_TIME là parameter chỉ số bộ chia tần số từ xung 50 MHz trên board DE10 Standard, để đáp ứng yêu cầu giả lập nên chỉnh xuống 2 và 5 để tiện quan sát, trên thực tế thì DOT_TIMER bằng 25 triệu và WAIT_TIME là 50 triệu, điều này có nghĩa cấu hình thời gian nhấn nút để phân biệt dot và dash và 0.5s, thời gian chờ để lưu mã là 1s.

Ở trường hợp đầu tiên, khởi tạo cho MODE là 0 (trong ô được đóng khung màu vàng), lúc này kết quả ra phụ thuộc vào giá trị của thanh ghi initial, ban đầu initial là 0,

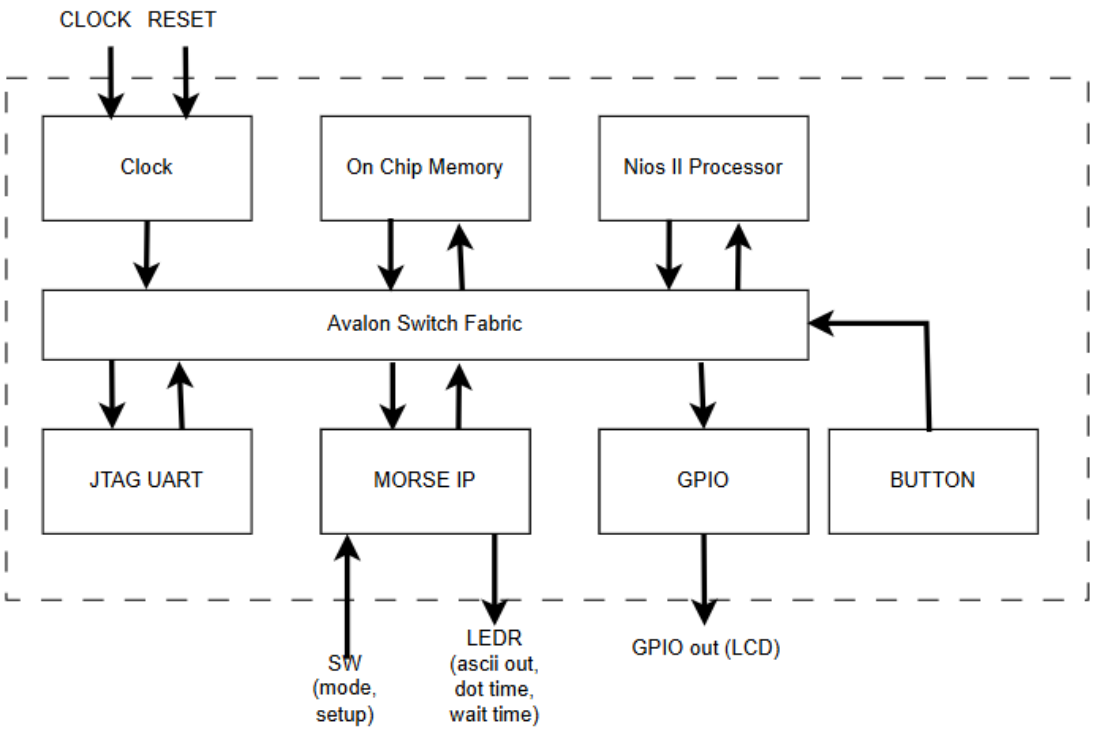
làm cho giá trị biến length (3 bit đầu của initial) là 0 và ascii_out là 0x5f (trạng thái Sin trong sơ đồ cây). Sau đó thì thay đổi giá trị initial là 0b00100000, 3 bit đầu là length là 1, morse code ở 5 bit sau là 0 nên trả ra mã ascii là 0x45 (E). Kế tiếp là giá trị initial là 0b01100011, và length là 0b011 (3), morse code là 0b00011 và kết quả ra là 0x57 (W). Tương tự cho trường hợp kế initial là 0b01100101, length là 0b011 (3) và morse code là 0b00101 và trả ascii_out là 0x48.

Sau đó, MODE đưa lên 1, writedata là 0x2 và sau đó có thể tăng thêm biến length và morse code nhưng do ngay sau đó (thời điểm cursor màu vàng đang trỏ tới) thì readdata là 0x0 làm cho signal cũng là 0x0, mà trong thiết kế thiết lập khi bit 1 của signal là 0 thì sẽ khởi tạo lại length và morse code về 0 theo dạng bất đồng bộ nên ngay xung lên kế thì kết quả ascii out là 0x5f (length là 0 tương ứng Sin) và trạng thái FSM à IDLE (0).

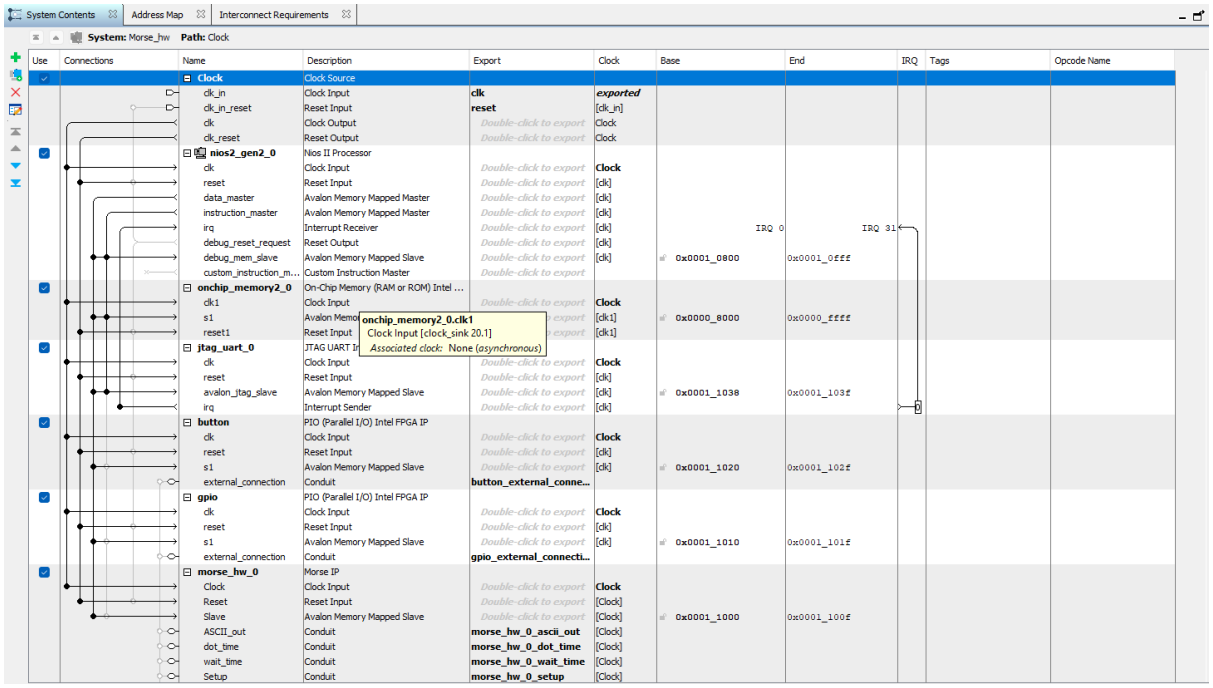
Sau đó signal là 0b10, chương trình tăng length thêm 1 và đi vào trạng thái DETECT, đồng thời do length là 1 và morse_code là 0 nên trả ra 0x45 (E)

4.MÔ TẢ HỆ THỐNG

Sơ đồ các thành phần hệ thống mô tả dưới



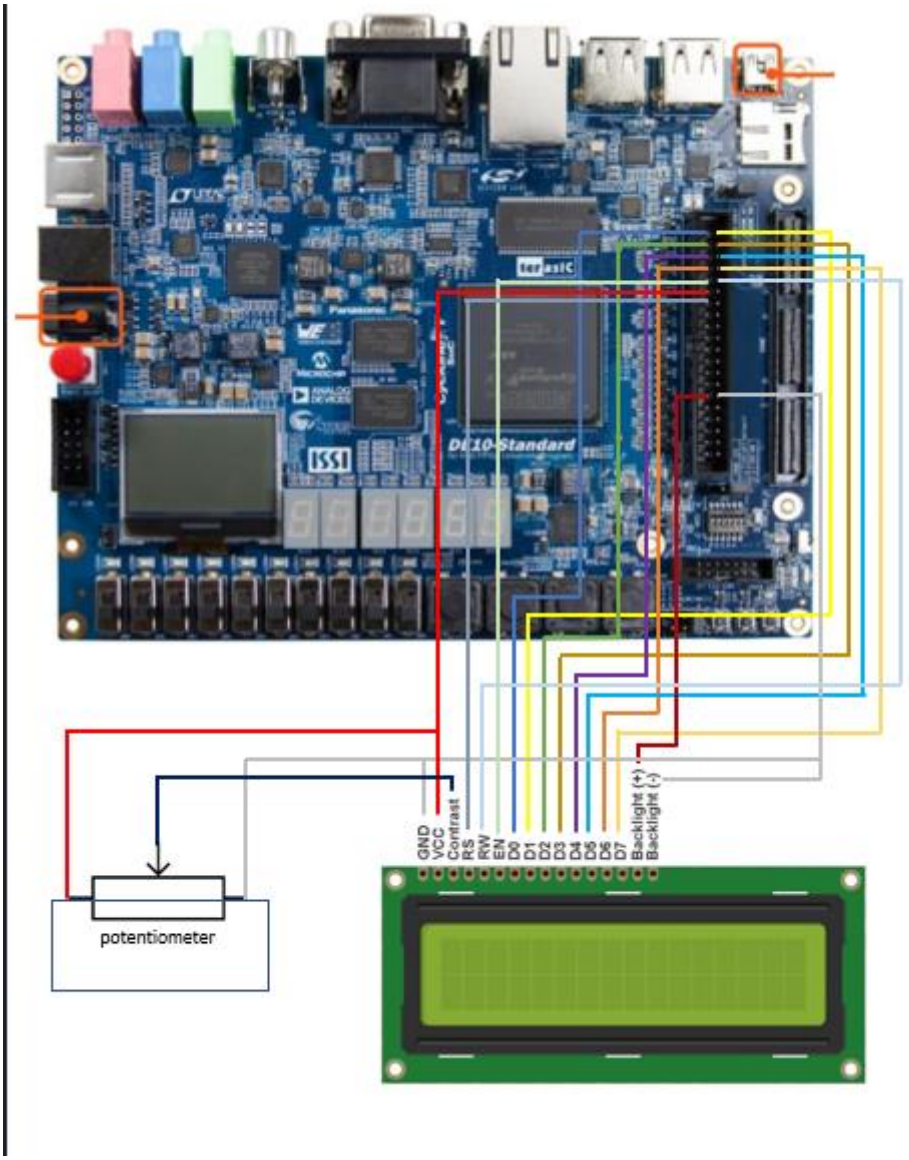
- Cấu trúc hệ thống trong Platform Designer



- File top level mô tả vị trí các tín hiệu trên board:

```
module Morse_top(
        input CLOCK_50,
        input [9:0] SW,
        input [3:0] KEY,
        output [15:0] GPIO,
        output [9:0] LEDR
);
Morse_hw sys(
                .button_external_connection_export(KEY[3:1]),                  //
button_external_connection.export[1:0]
                .clk_clk(CLOCK_50),                     //                clk.clk
                .gpio_external_connection_export(GPIO[15:0]),                  //
gpio_external_connection.export
                .morse_hw_0_ascii_out_export(LEDR[7:0]),                       //
morse_hw_0_ascii_out.export[7:0]
                .morse_hw_0_dot_time_export(LEDR[8]),                          //
morse_hw_0_dot_time.export
                .morse_hw_0_mode_export(SW[9]),                                //
morse_hw_0_mode.export
                .morse_hw_0_setup_export(SW[7:0]),                             //
morse_hw_0_setup.export
                .morse_hw_0_wait_time_export(LEDR[9]),                         //
morse_hw_0_wait_time.export
                .reset_reset_n(KEY[0]),                 //                reset.reset_n
        );
endmodule
```

- Cách nối chân điều khiển LCD 16x2 với GPIO

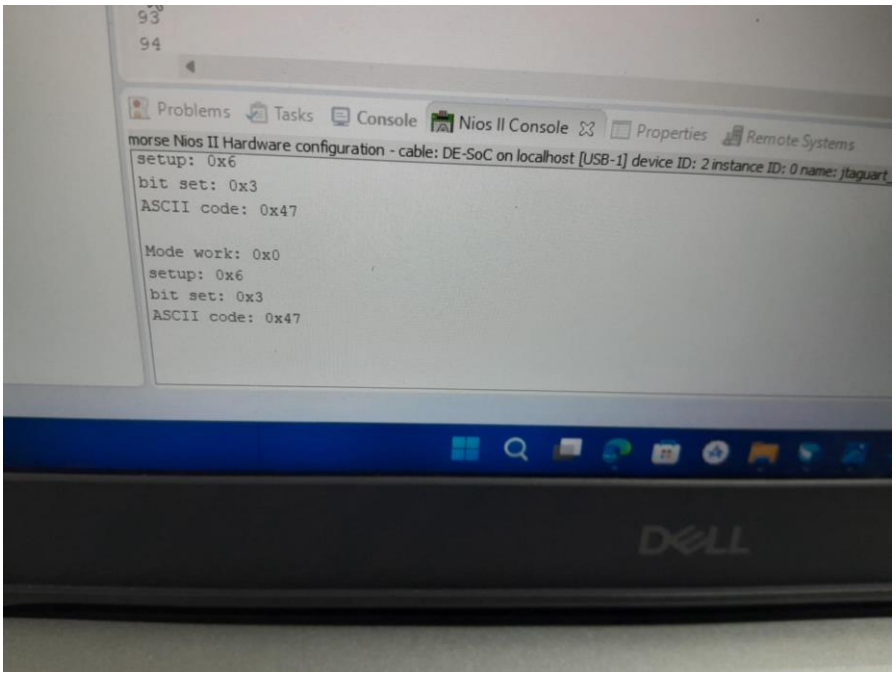


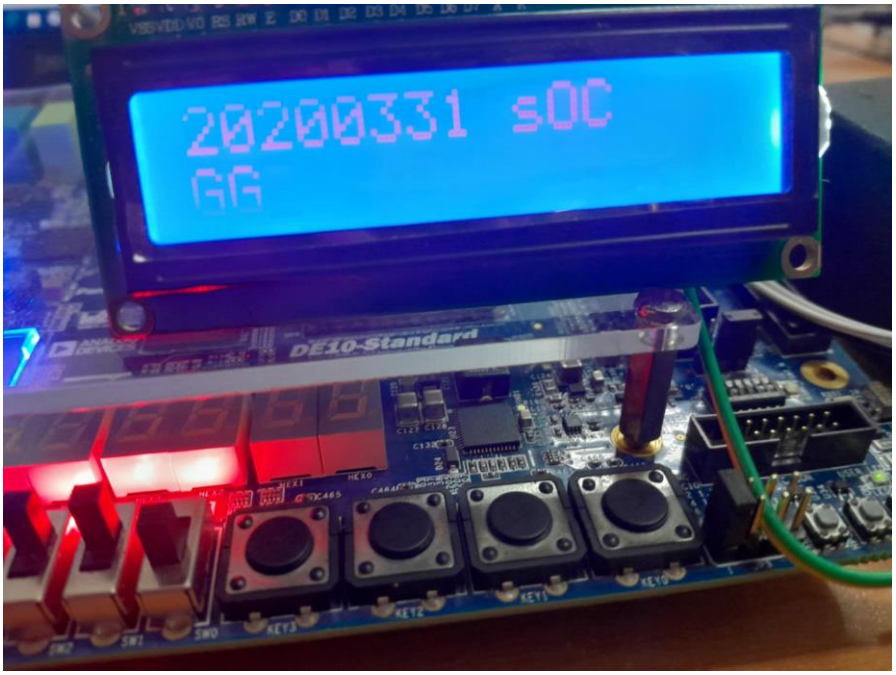
Thiết kế này sử dụng nhiều tín hiệu điều khiển trên mạch thực tế nên rất khó có thể mô phỏng với Eclipse và Model Sim, nên xin phép thầy cho dùng kết quả mạch thực thế

4.KẾT QUẢ CHẠY THỰC TẾ

1. MODE là 0

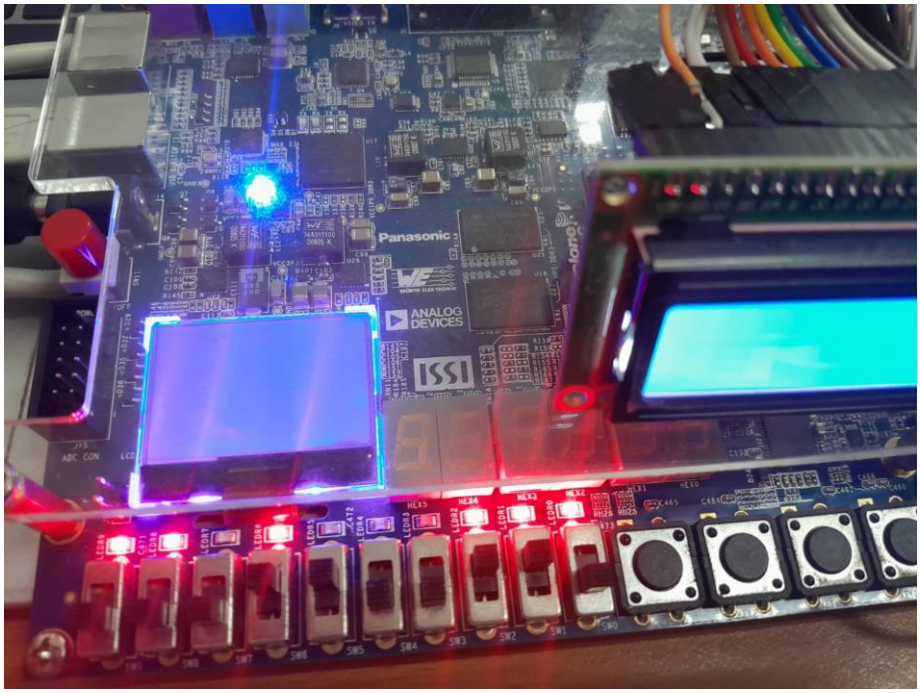
- Length là 0b11 (3) và morse code là 0b00110, ascii out là 0x47 (G)



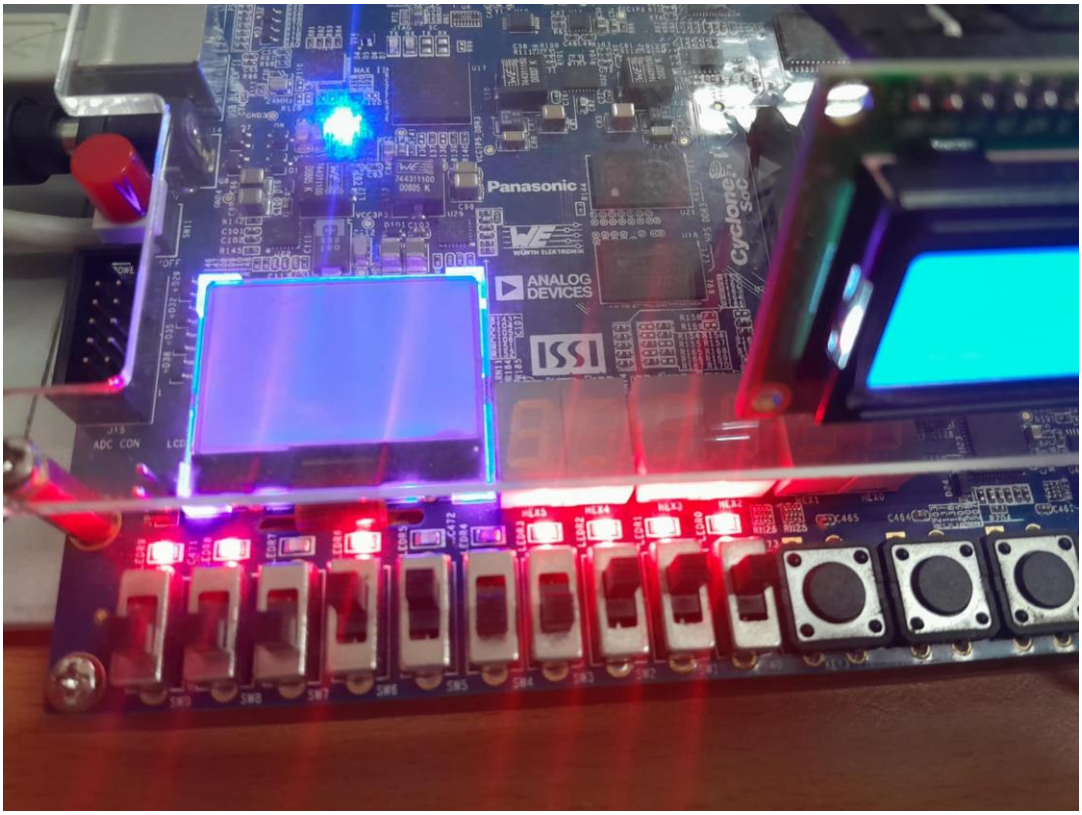


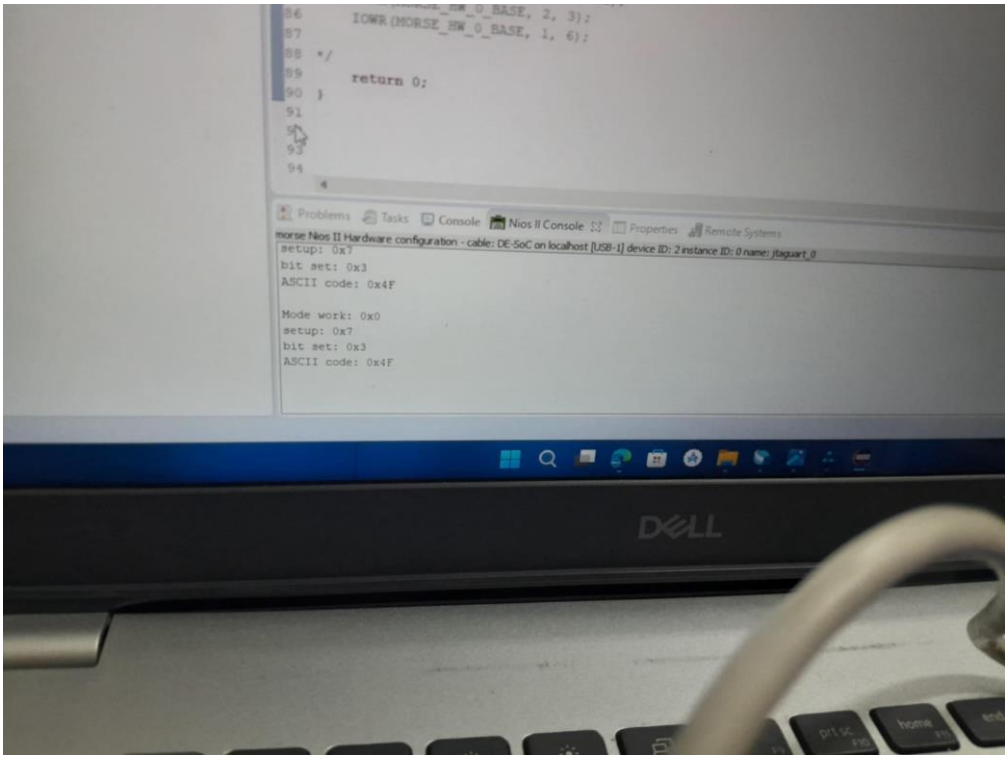
-

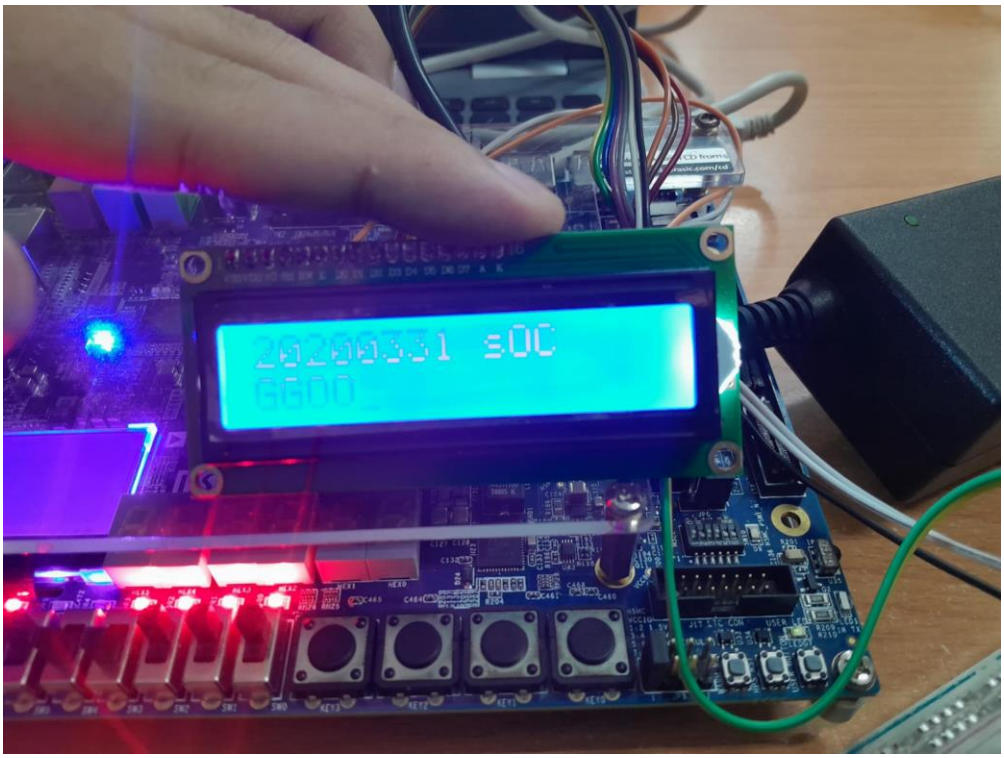
-



- Length là 0b011, morse code là 0b01111, ascii out là 0x4F (O)

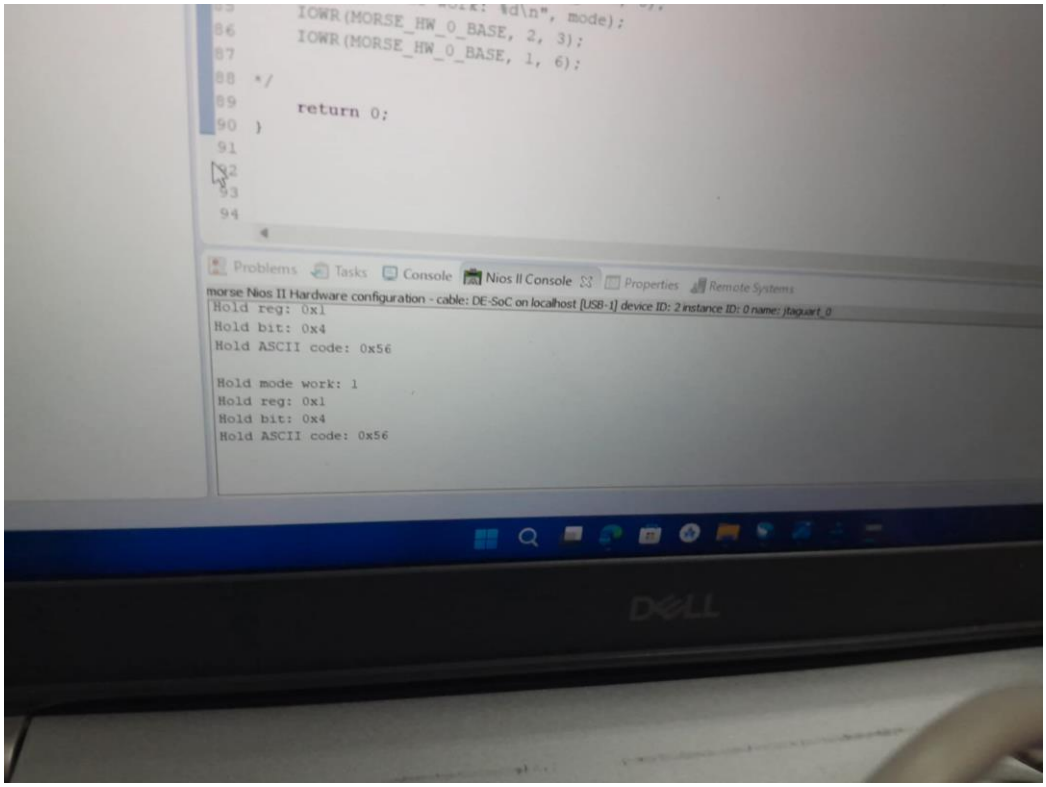


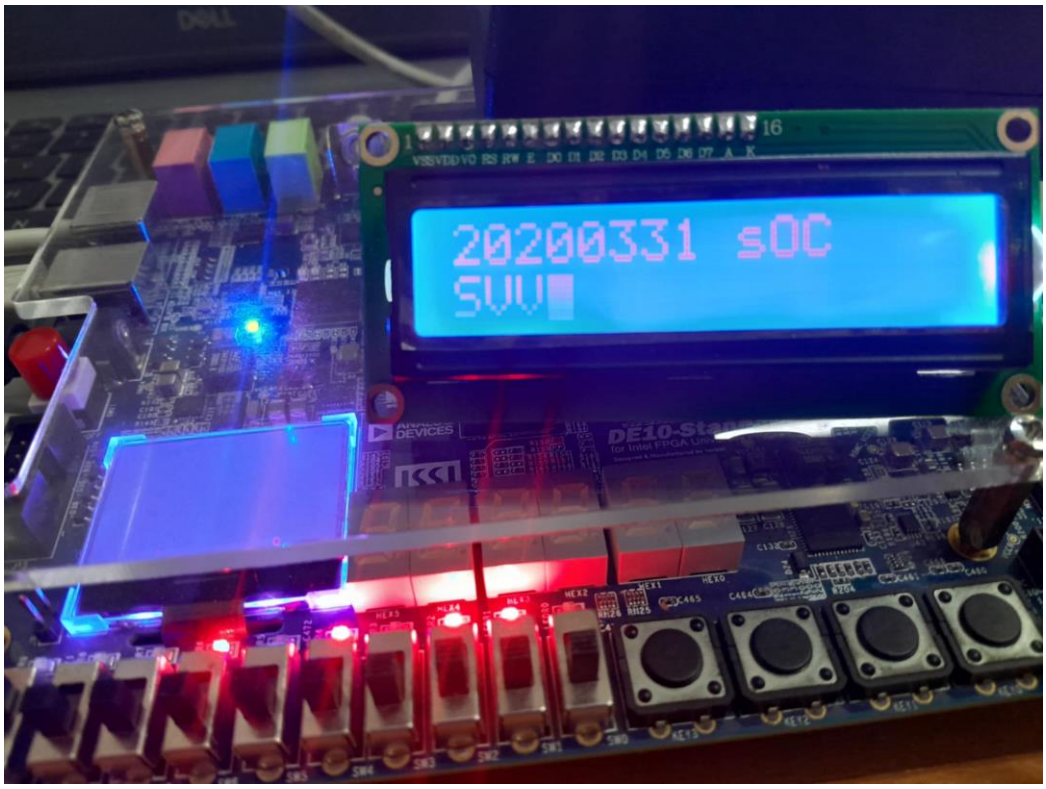




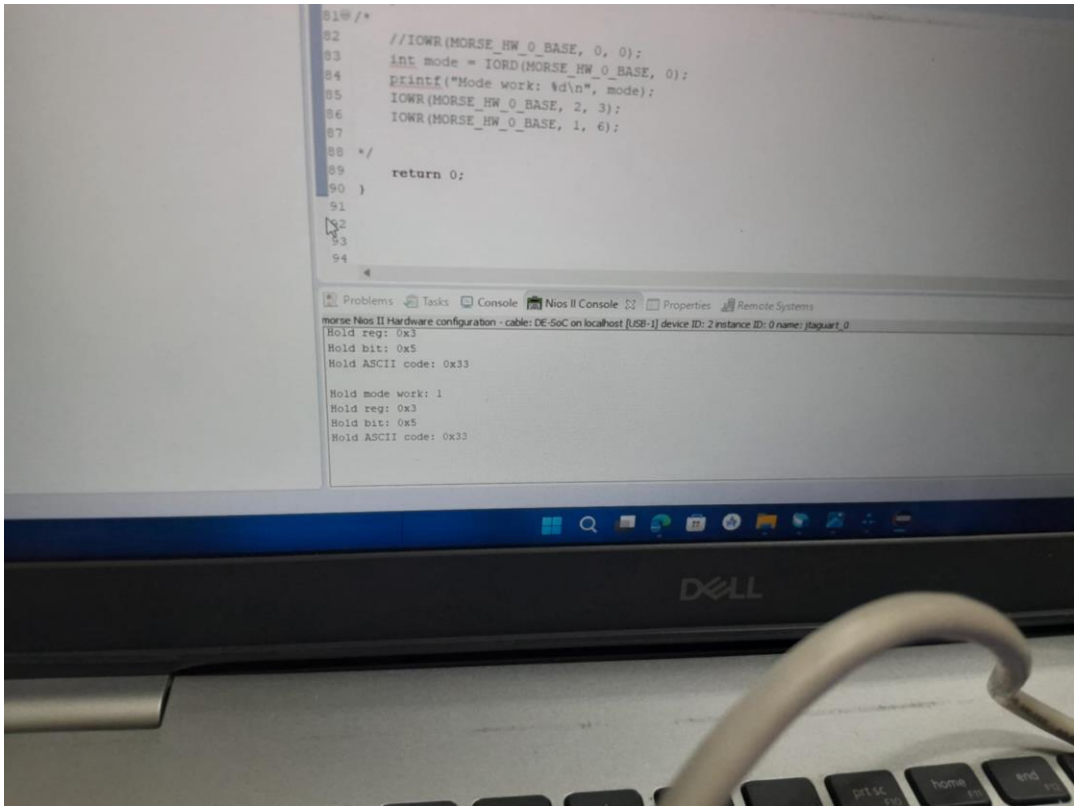
2. MODE là 1

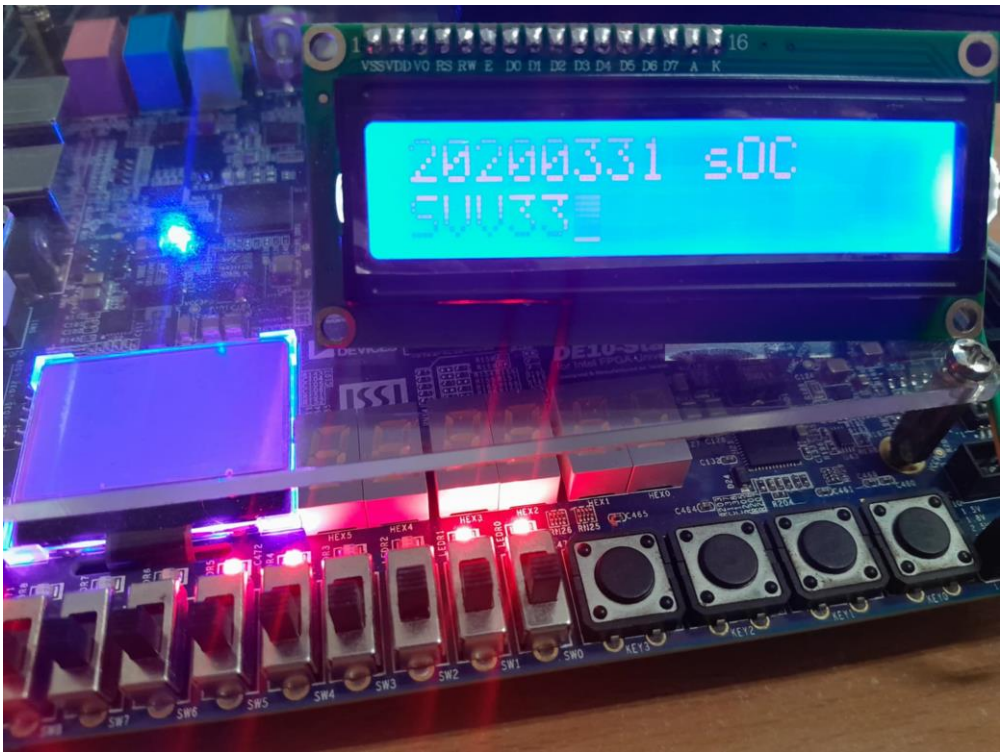
- Khi length là 4, morse code là 0b00001





- Khi length là 5, morse code là 0b00011 , ascii out là 0x33 (số 3)





Có đính kèm các video demo khác khi nộp

5. ĐÁNH GIÁ

- Về kết quả:

Mạch đã chạy đúng theo yêu cầu bao gồm làm việc ở 2 chế độ, có thể tính toán và ghi nhận thời gian nhấn của một tín hiệu để xác định dash hay dot và giải mã, kết quả đã hiển thị đúng và rõ ràng trên LCD 16x2 qua điều khiển GPIO

Việc giả mã và hiển thị kết quả đã chính xác so với sơ đồ cây các giá trị mã hóa đã bàn trên.

- Nhược điểm:

Chưa thể mô phỏng hệ thống bằng mã C trên Eclipse và Model Sim do hệ thống có nhiều tín hiệu phải điều khiển và xử lý.

Số lượng ký tự có thể dùng còn hạn chế, chưa hỗ trợ chữ cái tiếng Việt

Link Google Drive video demo:

https://drive.google.com/drive/folders/1YGYjgVOKyXVLJLtBEYOFZlF0KIcQKxm6?usp=sharing