Tạo bởi: Nguyễn Thành Đạt [datdatnguyen2609@gmail.com]

**Phiên bản 1.0**

**8/21/2025**

**Công ty JIT**

**Báo cáo 2: Thiết kế giao tiếp I2C để giao tiếp với ADT7420**

# **Lịch sử thay đổi**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Phiên bản** | **Ngày sửa đổi** | **Nội dung sửa đổi** |
| 1.0 | 8/21/2025 | Tạo mới |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

# **Mục lục**

**Nội dung**

[**Lịch sử thay đổi** 2](#_Toc206495088)

[**Mục lục** 3](#_Toc206495089)

[**1.** **Giới thiệu** 4](#_Toc206495090)

[**1.2** **Tài liệu liên quan** 4](#_Toc206495091)

[**1.3** **Thông số kỹ thuật chính** 4](#_Toc206495092)

[**2. Tổng quan về FPGA** 5](#_Toc206495093)

[**2.1 Sơ đồ cấu hình hệ thống** 5](#_Toc206495094)

1. **Giới thiệu** 
   1. **Yêu cầu**Thiết kế bộ chuyển đổi từ các tín hiệu nhị phân điều khiển trên switch để quét LED 7 thanh trên kit FPGA NEXYS A7.
   2. **Tài liệu liên quan**

Dưới đây là các tài liệu liên quan

Bảng 1: Tài liệu liên quan

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Mục | Tên tài liệu | Phiên bản |
| 1 | Nexys A7 Revision Schematic | 1.0 |

* 1. **Thông số kỹ thuật chính**

Các thông số chính của FPGA này như sau:

Bảng 2: Thông số của FPGA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Mục | Tên thông tin | Nội dung |
| 1 | Tên chip FPGA | XC7A100T-1CSG324C |
| 2 | Tên board phát triển | Nexys A7 Artix-7 FPGA |
| 3 | Điện áp nguồn | Cung cấp điện từ USB hoặc nguồn ngoài có điện áp từ 4.5V đến 5.5V. |
| 4 | Đầu vào / đầu ra | Đầu vào 16 switch, 3 phím nhấn, đầu ra 5 LED 7 thanh |
| 5 | Tần số hoạt động | 100MHz |
| 6 | Ngôn ngữ thiết kế | Verilog-HDL |
| 7 | Công cụ phát triển | Xilinx Vivado 2019.2 |
| 8 | Các công cụ phát triển khác |  |

**2. Tổng quan về FPGA**

Đây là tóm tắt về chức năng của FPGA này.

## **2.1 Sơ đồ cấu hình hệ thống**

Chức năng điều khiển các đèn LED 7 thanh qua các switch là chức năng mà FPGA sử dụng các switch làm đầu vào từ đó điều chỉnh hiển thị số trên LED 7 thanh bằng cách quét các LED theo 1 tần số nhất định.

Hình 1: Sơ đồ cấu hình hệ thống

A diagram of a computer chip

AI-generated content may be incorrect.

## **2.2 Tóm tắt chức năng**

Hình 2: Sơ đồ các khối chức năng

A diagram of a computer

AI-generated content may be incorrect.

Bảng 3: Mô tả các khối chức năng

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Mục | Tên chức năng | Nội dung |
| 1 | Deboundcing tín hiệu đầu vào | Làm giảm tình trạng dội phím, khiến nút nhấn và các công tắc không bị kẹt giữa trạng thái 0 và 1 |
| 2 | Chuyển đổi tín hiệu Binary sang BCD | Biến đổi từ Binary sang BCD sử dụng thuật toán Double Dabble để dịch bit |
| 3 | Quét LED, điều chỉnh độ sáng | Quét các đèn LED 7 thanh Anode để chúng có thể hiển thị liên tục trong khoảng thời gian yêu cầu |
| 4 | Hiển thị trên LED 7 thanh | Biến đổi số BCD và nhận tín hiệu từ bộ điều chỉnh tín hiệu để có thể hiển thị trên LED 7 thanh |

## **2.3 Danh sách cổng bên ngoài**

Danh sách các cổng bên ngoài của FPGA sẽ như sau:

Bảng 4: Danh sách thông tin các cổng bên ngoài

| **Mục** | **Tín hiệu (Signal)** | **Chân (Pin)** | **IOSTANDARD** | **Ghi chú (Sch)** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Bộ nhận tín hiệu CLOCK | | | | |
| 1 | I\_clk | E3 | LVCMOS33 | clk100mhz |
| Bộ tín hiệu từ các Switch | | | | |
| 2 | I\_sw[0] | J15 | LVCMOS33 | sw[0] |
| 3 | I\_sw[1] | L16 | LVCMOS33 | sw[1] |
| 4 | I\_sw[2] | M13 | LVCMOS33 | sw[2] |
| 5 | I\_sw[3] | R15 | LVCMOS33 | sw[3] |
| 6 | I\_sw[4] | R17 | LVCMOS33 | sw[4] |
| 7 | I\_sw[5] | T18 | LVCMOS33 | sw[5] |
| 8 | I\_sw[6] | U18 | LVCMOS33 | sw[6] |
| 9 | I\_sw[7] | R13 | LVCMOS33 | sw[7] |
| 10 | I\_sw[8] | T8 | LVCMOS18 | sw[8] |
| 11 | I\_sw[9] | U8 | LVCMOS18 | sw[9] |
| 12 | I\_sw[10] | R16 | LVCMOS33 | sw[10] |
| 13 | I\_sw[11] | T13 | LVCMOS33 | sw[11] |
| 14 | I\_sw[12] | H6 | LVCMOS33 | sw[12] |
| 15 | I\_sw[13] | U12 | LVCMOS33 | sw[13] |
| 16 | I\_sw[14] | U11 | LVCMOS33 | sw[14] |
| 17 | I\_sw[15] | V10 | LVCMOS33 | sw[15] |
| Khối hiển thị đèn LED 7 thanh | | | | |
| 18 | O\_seg\_out[0] | T10 | LVCMOS33 | ca |
| 19 | O\_seg\_out[1] | R10 | LVCMOS33 | cb |
| 20 | O\_seg\_out[2] | K16 | LVCMOS33 | cc |
| 21 | O\_seg\_out[3] | K13 | LVCMOS33 | cd |
| 22 | O\_seg\_out[4] | P15 | LVCMOS33 | ce |
| 23 | O\_seg\_out[5] | T11 | LVCMOS33 | cf |
| 24 | O\_seg\_out[6] | L18 | LVCMOS33 | cg |
| 25 | O\_seg\_out[7] | H15 | LVCMOS33 | dp |
| 26 | O\_anode[0] | J17 | LVCMOS33 | an[0] |
| 27 | O\_anode[1] | J18 | LVCMOS33 | an[1] |
| 28 | O\_anode[2] | T9 | LVCMOS33 | an[2] |
| 29 | O\_anode[3] | J14 | LVCMOS33 | an[3] |
| 30 | O\_anode[4] | P14 | LVCMOS33 | an[4] |
| 31 | O\_anode\_off[0] | T14 | LVCMOS33 | an[5] |
| 32 | O\_anode\_off[1] | K2 | LVCMOS33 | an[6] |
| 33 | O\_anode\_off[2] | U13 | LVCMOS33 | an[7] |
| Khối các nút nhấn (reset, tăng giảm độ sáng) | | | | |
| 34 | I\_rst | N17 | LVCMOS33 | btnc |
| 35 | I\_btn\_brightness\_up | M18 | LVCMOS33 | btnu |
| 36 | I\_btn\_brightness\_down | P17 | LVCMOS33 | btnl |

## **2.4 Cấu trúc Module**

Bảng 5: Cấu trúc module

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| TOP | LV1 | LV2 | Chức năng | Ghi chú |
| TOP |  | | Kết nối các module con |  |
| LED7Seg\_Converter | | Chuyển đổi từ 4 bit nhị phân sang 8 bit hiển thị được trên LED 7 seg |  |
| Led7Seg\_controller |  | Quét LED 7 thanh, chỉnh độ sáng |  |
| BIN to BCD | Đổi từ BIN sang BCD |  |
| Deboundcing | Giảm dội phím, switch |  |

## **2.5 Reset và sơ đồ hệ thống đồng bộ**

Reset và sơ đồ hệ thống đồng bộ được thể hiện ở hình 3 dưới đây

Hình 3: Sơ đồ reset và hệ thống đồng bộ

A diagram of a computer

AI-generated content may be incorrect.

## **2.6 Quy mô thiết kế**

Quy mô thiết kế tại hình 4 là hoàn toàn phù hợp với mô hình mà ta đã xác nhận

Hình 4: Quy mô thiết kế

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

## **2.7 Năng lượng tiêu thụ**

Dưới đây là thông tin về năng lượng tiêu thụ của FPGA cho thiết kế này:

Hình 5: Năng lượng tiêu thụ

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

Hình 6: Biểu đồ năng lượng tiêu thụ

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

# **3. Debounce\_Module**

## **3.1 Mô tả chi tiết chức năng**

Khối này có chức năng chống dội phím bằng cách lấy tín hiệu đầu vào sau 1 khoảng thời gian nhất định (trong parameter được cài đặt sẵn là 20ms)

## **3.2 Danh sách cổng vào / ra**

Cổng vào và ra của khối này như sau:

Bảng 6: Debouce\_Module

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Mục | Tên tín hiệu | Số bit | P/N | Chức năng |
| 1 | I\_CLK | 1 | - | Tần số đầu vào 100Mhz |
| 2 | I\_RST | 1 | P | Tín hiệu reset đồng bộ |
| 3 | I\_BTN\_IN | 1 | P | Đầu vào của module Debounce |
| 4 | O\_BTN\_OUT | 1 | P | Đầu ra của module Debounce |

## **3.3 Biểu đồ thời gian**

Khối này sẽ xác nhận tín hiệu Input sau khi tín hiệu đó được giữ trong 20ms.

Hình 7: Sơ đồ sóng của module Debounce

A black line on a white background

AI-generated content may be incorrect.

## **4. BINARY\_TO\_BCD Module**

## **4.1 Mô tả chi tiết chức năng**

Khối này có chức năng chuyển đổi từ số nhị phân sang số dạng BCD, để có thể dễ dàng quét và chuyển đổi tín hiệu lên LED 7 thanh

## **4.2 Danh sách cổng vào / ra**

Module bao gồm 2 khối điều khiển CLK và RST, tiếp theo đó là đầu vào 15 bit nhị phân từ I\_data, sau đó hiển thị ra Output với các thanh ghi O\_bit(x) và O\_BCD để tổng hợp

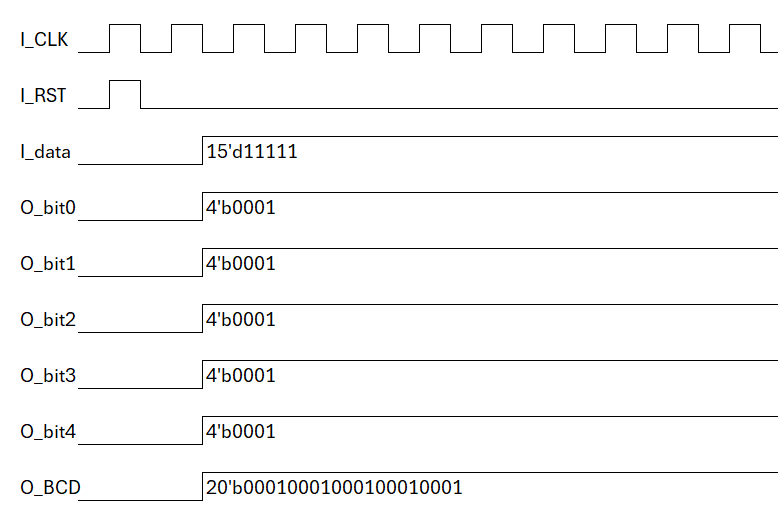
Bảng 7: BINARY\_TO\_BCD Module

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Mục | Tên tín hiệu | Số bit | P/N | Chức năng |
| 1 | I\_CLK | 1 | - | Tín hiệu Clock |
| 2 | I\_RST | 1 | - | Tín hiệu reset |
| 3 | I\_data | 15 | - | Data 15 bit nhị phân đầu vào |
| 4 | O\_bit0 | 4 | - | .. |
| 5 | O\_bit1 | 4 | - | .. |
| 6 | O\_bit2 | 4 | - | .. |
| 7 | O\_bit3 | 4 | - | .. |
| 8 | O\_bit4 | 4 | - | .. |
| 9 | O\_BCD | 20 | - | Tổng hợp các bit Output dưới dạng thanh ghi 20 bit |

## **4.3 Biểu đồ thời gian**

Dưới đây là biểu đồ thời gian cho module BINARY\_TO\_BCD, thể hiện rằng module này, có thể chuyển đổi từ số Binary thuần túy dưới dạng Binary chỉ hiển thị từng 4 bit 1, 1 cách riêng rẽ (BCD)

Hình 8: Biểu đồ thời gian chuyển đổi từ BINARY sang BCD



# **5. SEVEN\_SEG\_CONVERTER MODULE**

## **5.1 Mô tả chi tiết chức năng**

Module này đảm nhận nhiệm vụ chuyển đổi từ các tín hiệu 4 bit nhị phân sang dạng 8 bit có thể hiển thị được với đèn LED 7 seg loại Anode (nếu là dạng Cathode thì chỉ cần bỏ dấu ~ trong code).

## **5.2 Danh sách cổng vào / ra**

Các tín hiệu của chúng ta sẽ hoạt động theo tín hiệu Clock và Reset đồng bộ và danh sách cổng vào / ra của module này như sau:

Bảng 8: Các tín hiệu vào / ra của module SEVEN\_SEG\_CONVERTER

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Mục | Tên tín hiệu | Số bit | P/N | Chức năng |
| 1 | I\_CLK | 1 | - | Tín hiệu Clock |
| 2 | I\_RST | 1 | - | Tín hiệu reset |
| 3 | I\_VALUE | 4 | - | Giá trị đầu vào 4 bit |
| 4 | O\_SEG\_OUT | 8 | - | Giá trị đầu ra 8 bit cho đèn LED 7 thanh dạng Anode |

## **5.3 Biểu đồ thời gian**

Dưới đây là biểu đồ thời gian của module, khi mà các giá trị sẽ hoạt động theo clock, với I\_VALUE = 4’d6 thì O\_SEG\_OUT = ~8’b01111101.

Hình 9: Biểu đồ thời gian chuyển đổi của SEVEN\_SEG\_CONVERTER MODULE

A black line with white text

AI-generated content may be incorrect.

# **6. SEVEN\_SEG\_CONTROLLER MODULE**

## **6.1 Mô tả chi tiết chức năng**

Module này sẽ có các Parameter, đảm nhận 1 nhiệm vụ vô cùng quan trọng, đó chính là quét LED 7 thanh để có thể hiển thị các giá trị trên nhiều LED (vì LED trên kit NEXYS A7 không thể hiển thị được tất cả giá trị nhị phân cùng lúc do chỉ có 8 chân seg\_out và 8 chân để điều khiển LED), và cũng như điều khiển độ sáng của LED để đảm bảo được độ bền của LED, tránh việc LED hoạt động quá tải.

## **6.2 Danh sách cổng vào / ra**

Bảng 9: Danh sách cổng vào / ra

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Mục | Tên tín hiệu | Số bit | P/N | Chức năng |
| 1 | I\_CLK | 1 | - | Tín hiệu Clock |
| 2 | I\_RST | 1 | - | Tín hiệu reset |
| 3 | I\_rate\_sel\_2hz | 1 | - | Tín hiệu điều khiển giữa quét 2hz và 240hz |
| 4 | I\_btn\_brightness\_up | 1 | - | Phím tăng độ sáng |
| 5 | I\_btn\_brightness\_down | 1 | - | Phím giảm độ sáng |
| 6 | I\_bcd0 | 4 | - | Đầu vào BCD |
| 7 | I\_bcd1 | 4 | - | ~ |
| 8 | I\_bcd2 | 4 | - | ~ |
| 9 | I\_bcd3 | 4 | - | ~ |
| 10 | I\_bcd4 | 4 | - | ~ |
| 11 | O\_anode | ~ | - | Active\_low với PWM |
| 12 | O\_bcd\_sel | 3 | - | Chọn LED được sáng để quét |
| 13 | O\_bcd\_out | 4 | - | Xuất số BCD được chọn để quét |

## **6.3 Biểu đồ thời gian**

Hình 10 và Hình 11: Biểu đồ thời gian của Module

A screen shot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

A green lines on a black background

AI-generated content may be incorrect.

# **7. BCD\_TO\_LED\_7\_SEG\_TOP MODULE**

## **7.1 Mô tả chi tiết chức năng**

Với Module top này, sẽ là module để chúng ta kết nối các khối rời rạc ở trên thành 1 thể thống nhất, module này cũng sẽ giúp ta dễ dàng kiểm thử và hiển thị 1 cách trực quan, rõ ràng hơn, và nó là module giúp ta “đóng gói” toàn bộ hệ thống

## **7.2 Danh sách cổng vào ra**

| Mục | Tên tín hiệu | Số bit | P/N | Chức năng |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | I\_CLK | 1 | - | Tín hiệu Clock |
| 2 | I\_RST | 1 | - | Tín hiệu reset |
| 3 | I\_sw | 16 | - | Đầu vào từ các switch |
| 4 | I\_btn\_brightness\_up | 1 | - | Phím tăng độ sáng |
| 5 | I\_btn\_brightness\_down | 1 | - | Phím giảm độ sáng |
| 6 | O\_anode | 5 | - | Tín hiệu Anode out để chọn LED quét |
| 7 | O\_seg\_out | 8 | - | Giá trị hiển thị trên LED |
| 8 | O\_anode\_off | 3 | - | 3 bit mặc định tắt vì chỉ dùng 5 bit đầu |