



# THUYẾT MINH DỰ ÁN EXTENSION BOARD DE-10 NANO

Người thực hiện:

Phạm Thị Hiền  
Dương Phương Bình

Mentor: Ngô Minh Hồng Thái

Tháng 6, TP. Hồ Chí Minh

# Mục lục

<b>1</b>	<b>Tổng quan dự án</b>	<b>1</b>
1.1	Giới thiệu . . . . .	1
1.2	Mô tả dự án . . . . .	1
1.2.1	Vấn đề cần giải quyết . . . . .	1
1.2.2	Yêu cầu sản phẩm . . . . .	2
1.3	Các đối tượng liên quan . . . . .	2
1.4	Ý nghĩa . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Thiết kế</b>	<b>4</b>
2.1	Khối ngoại vi . . . . .	5
2.1.1	Switch . . . . .	5
2.1.2	Button . . . . .	6
2.1.3	Led đơn . . . . .	7
2.1.4	Led 7 đoạn . . . . .	7
2.1.5	Màn hình LCD . . . . .	8
2.1.6	Led ma trận . . . . .	8
2.1.7	Buzzer . . . . .	9
2.2	Thiết kế sơ bộ trên Proteus . . . . .	9
2.3	Thành phần của Extension Board . . . . .	10
2.3.1	Led đơn vàng . . . . .	12
2.3.2	LED 7 đoạn . . . . .	13
2.3.3	Switch . . . . .	13
2.3.4	Button . . . . .	14
2.4	Màn hình LCD . . . . .	15
2.5	LED Ma trận . . . . .	15
2.6	Buzzer . . . . .	16
<b>3</b>	<b>Kế hoạch</b>	<b>17</b>
3.1	Timeline dự kiến - Các cột mốc quan trọng và hình thức làm việc . . . . .	17
3.2	Chi phí . . . . .	17

# 1 Tổng quan dự án

## 1.1 Giới thiệu

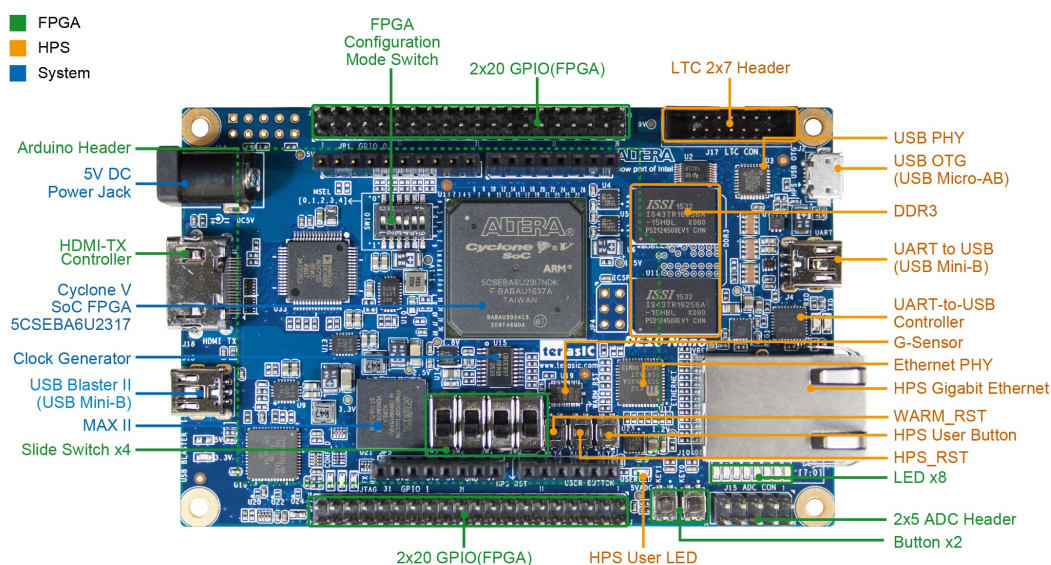
TickLab là phòng thí nghiệm kỹ thuật, với mục tiêu đạt được hiệu quả cao trong nghiên cứu khoa học kỹ thuật và phát triển con người một cách toàn diện, TickLab có những thiết bị, dụng cụ kỹ thuật cần thiết để các thành viên có thể sử dụng cho mục đích học tập và nghiên cứu. Song thiết bị nào cũng có những mặt hạn chế nhất định, trong đó có mạch FPGA DE10-Nano. Để đạt được mục tiêu trên thì việc cải thiện những hạn chế của thiết bị là cần thiết, do đó dự án được đề xuất để việc sử dụng mạch DE10-Nano đạt được hiệu quả cao hơn.

## 1.2 Mô tả dự án

### 1.2.1 Vấn đề cần giải quyết

DE10-Nano Kit là bộ kit cung cấp nền tảng thiết kế phần cứng cho học tập, nhà sản xuất và người phát triển hệ thống IoT. Mạch cung cấp 2 đầu cắm GPIO, 1 đầu cắm Arduino, bộ nhớ DDR3 tốc độ cao, 1 cổng HDMI,... Mạch cung cấp 1 nền tảng mạnh mẽ và giàu tính năng để tạo ra nhiều ứng dụng IoT thú vị. Mạch được chia làm 2 phần riêng biệt: thiết bị được làm từ bộ xử lý cứng (HPS - hard processor system) và FPGA (Field Programmable Gate Array). Mạch có những ứng dụng phổ biến như: ứng dụng các chương trình xử lý hình ảnh, video; hỗ trợ kết nối USB và nhiều phần cứng khác để hiển thị và thực hiện các tác vụ như màn hình LCD, Arduino,...

Mặc dù có tiềm năng to lớn trong việc thực hiện các thiết kế về phần cứng, song DE10-Nano lại khá hạn chế về các thiết bị hiển thị trực quan như đèn LED, LCD, switch, nút nhấn,... Việc này làm cho việc kiểm tra lại hoạt động hệ thống khó khăn hơn, và việc gắn/tháo I/O thường xuyên sẽ làm giảm tuổi thọ của mạch.



Hình 1: DE10-Nano Kit

**Bảng so sánh số lượng I/O của các mạch DE10**

I/O	DE10-Standard	DE10-Lite	DE10-Nano
Switches	10	10	4
Buttons	4	2	2
LED đơn	11	10	8
LED 7 đoạn	6	6	-
LCD	1 LCD 128x64	-	-

### 1.2.2 Yêu cầu sản phẩm

Mức độ của các yêu cầu sẽ được chia theo thang từ 1 đến 3 (1: phải có, 2: nên có, 3: có thể có hoặc không)

STT	Phân loại	Yêu cầu	Mức độ ưu tiên
1	Linh kiện	- Thêm đèn LED đơn, 7 đoạn - Màn hình LCD - Switch, Button	1
		- Led ma trận, buzzer	2
2	Hoạt động	- Mạch hoạt động được, các linh kiện hiển thị tốt - Kết nối được với DE10-Nano qua đầu cắm GPIO - Hiển thị trực quan các tính năng được thiết kế	1
3	Thiết kế	- Sắp xếp linh kiện hợp lý	1
		- Có bản hướng dẫn sử dụng mạch	3

### Điều kiện nghiệm thu sản phẩm

STT	Phân loại	Điều kiện nghiệm thu	Mức độ ưu tiên
1	Linh kiện	Có đủ ít nhất 80% linh kiện ở mục thành phần mạch	1
		Linh kiện hoạt động tốt, không bị hư hỏng	1
2	Hoạt động	Mạch kết nối và chạy được các tính năng được thiết kế	1
3	Thiết kế	Có bản thiết kế hoàn chỉnh (schematic, PCB, 3D...)	1
		Mạch kết nối đúng giữa các linh kiện	1
		Thiết kế gọn, đi dây đẹp	2
		Có bản hướng dẫn sử dụng mạch	3
4	Thực hiện	Có bản mạch thật	1
		Mối hàn đẹp	3

## 1.3 Các đối tượng liên quan

- Phòng thí nghiệm TickLab: sở hữu kết quả dự án.
- Bản Quản trị: duyệt proposal, theo dõi quá trình thực hiện dự án.

3. Cá nhân/nhóm thực hiện dự án: chịu trách nhiệm về toàn bộ dự án và sản phẩm, cách sử dụng và vấn đề phát sinh của dự án.
4. Toàn bộ thành viên TickLab: được sử dụng sản phẩm của dự án để phục vụ học tập và làm việc.

## 1.4 Ý nghĩa

### **Đối với TickLab**

- Cải thiện hiệu suất sử dụng DE10-Nano Kit, việc kiểm tra hệ thống được trực quan và đầy đủ hơn.
- Tạo điều kiện tốt hơn và dễ dàng hơn cho các thành viên trong việc tiếp xúc và sử dụng FPGA, cụ thể là DE10-Nano Kit.
- Tài liệu về dự án có thể được sử dụng làm tư liệu tham khảo cho khoá sau.

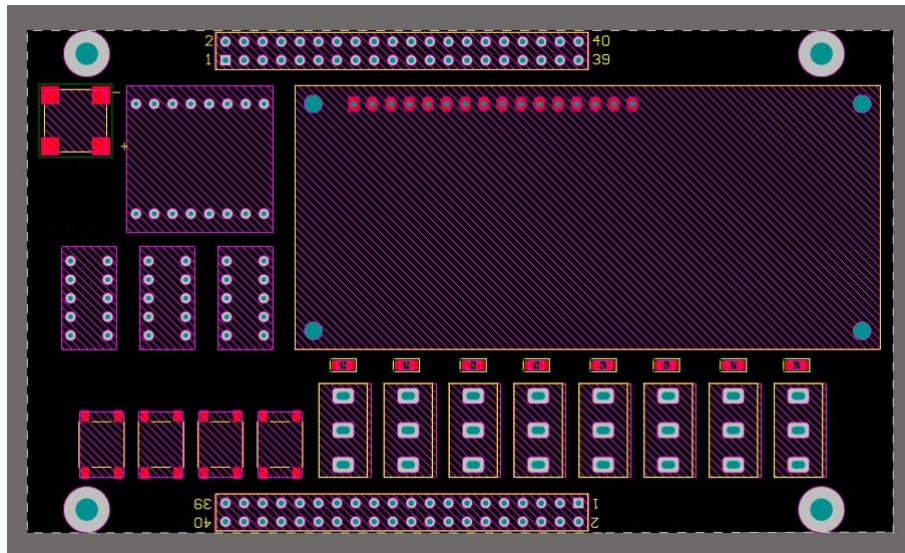
### **Đối với thành viên thực hiện dự án**

- Học hỏi thêm về FPGA, quy trình thiết kế mạch và các linh kiện mới.
- Trau dồi kỹ năng thiết kế và hiện thực mạch.
- Trải nghiệm quy trình thực hiện một dự án cụ thể.

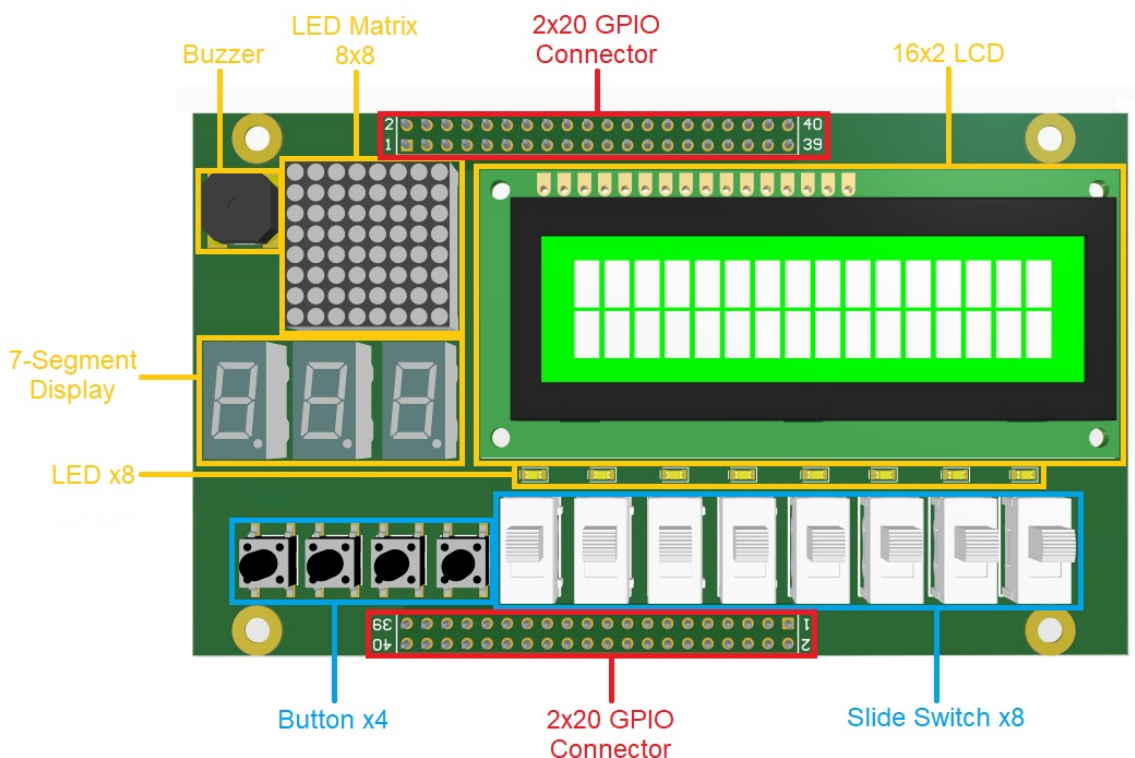
## 2 Thiết kế

Chức năng chính của mạch là để bổ sung thêm các thiết bị ngoại vi tương tác với người dùng nên các thành phần của mạch sẽ là các thiết bị ngoại vi và các linh kiện xử lý tín hiệu để việc vận hành được trơn tru nhất.

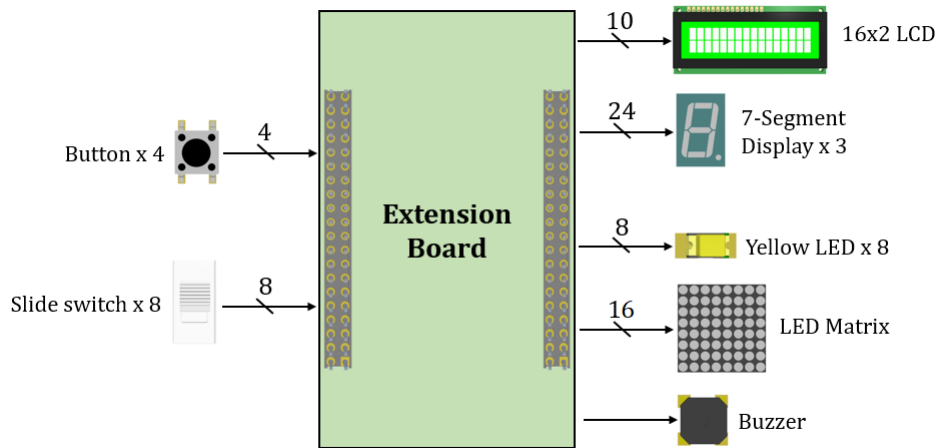
Mô phỏng Extension Board bằng Altium, xác định các linh kiện và vị trí trong mạch dựa trên kích thước DE10-Nano:



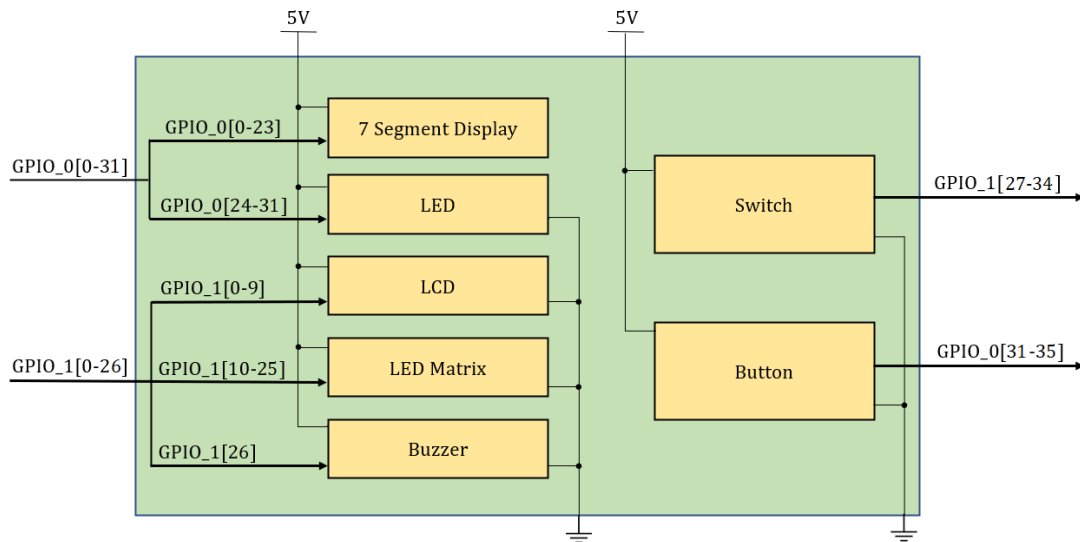
Hình 2: Thiết kế sơ bộ bố cục và các thành phần Extension Board



Hình 3: Hình ảnh 3D sơ bộ Extension Board



Hình 4: Sơ đồ các khối chức năng



Hình 5: Kết nối các khối

## 2.1 Khối ngoại vi

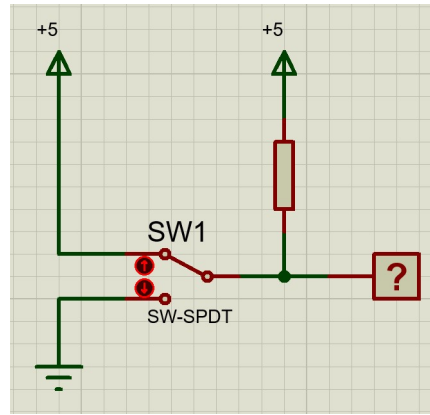
Ngoại vi gồm nút nhấn, switch, LED đơn, LED 7 đoạn, màn hình LCD và buzzer, led ma trận.

### 2.1.1 Switch

Cách hoạt động:

Ở mạch switch, sử dụng điện trở kéo lên (pull up resistor) để trạng thái mặc định của đầu ra sẽ ở mức cao (5V). Slide switch hoạt động theo cơ chế SPDT, khi switch tắt (gạt xuống GND) thì đầu ra sẽ ở mức thấp (0V).





Hình 6: Thiết kế switch trên Proteus

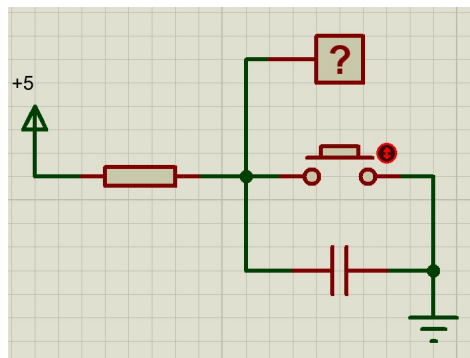
Khi SW1 gạt lên, nối với nguồn 5V, thì đầu ra của mạch sẽ ở mức cao (5V); khi SW1 gạt xuống, nối với đất (GND) thì đầu ra sẽ ở mức thấp (0V). Ở mỗi lần thay đổi (khi gạt nút) thì sẽ có một khoảng thời gian (ngắn) mạch sẽ ở trạng thái thả nổi (floating) thì lúc này đầu ra sẽ không biết là tín hiệu ở mức cao hay thấp, do đó sử dụng điện trở kéo lên (pull up resistor) để trạng thái mặc định của đầu ra sẽ ở mức cao (5V).

Sau nguồn 5V mắc thêm điện trở để đảm bảo an toàn cho mạch, tránh việc cường độ dòng điện lớn đi trực tiếp từ nguồn đến linh kiện sẽ gây ra hư hỏng.

### 2.1.2 Button

Cách hoạt động:

Tương tự với mạch switch, mạch button cũng sử dụng điện trở kéo lên (pull up resistor) để mặc định đầu ra của mạch sẽ ở mức cao (5V) khi không nhấn nút (hay đang nhấn), khi đã nhấn xuống, đầu ra của mạch sẽ ở mức thấp (0V).



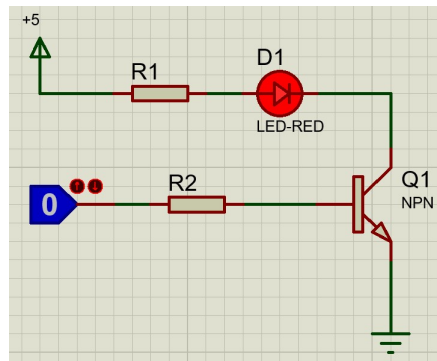
Hình 7: Thiết kế button trên Proteus

Sau nguồn 5V mắc thêm điện trở để tránh dòng điện với cường độ lớn có thể gây đoản mạch, hư hỏng linh kiện. Mạch còn mắc thêm tụ điện song song với button để ổn định điện áp cho mạch lúc nhấn - thả.



### 2.1.3 Led đơn

LED đơn sẽ được điều khiển bởi tín hiệu của GPIO. Khi tín hiệu GPIO truyền đến mức cao thì sẽ kích hoạt transistor dẫn điện, mạch thông và LED sáng.

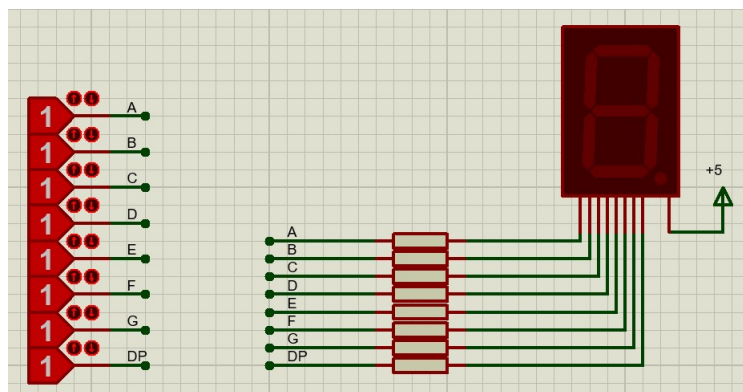


Hình 8: Thiết kế led đơn trên Proteus

Sau nguồn 5V và tín hiệu sử dụng thêm điện trở để đảm bảo an toàn cho các linh kiện và mạch.

### 2.1.4 Led 7 đoạn

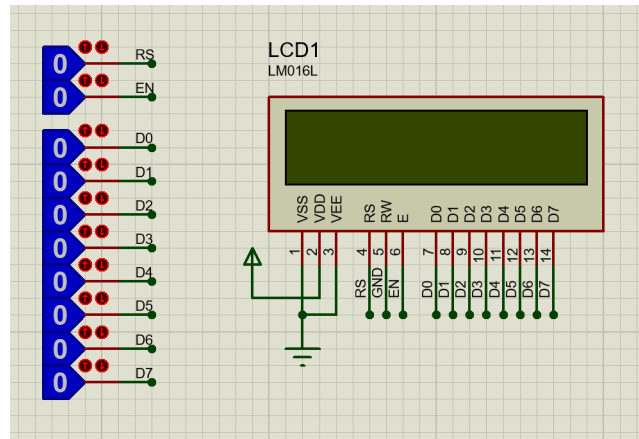
LED 7 đoạn dùng để hiển thị số, chỉ số theo tín hiệu của GPIO. LED 7 đoạn được sử dụng là loại dương chung nên khi tín hiệu GPIO ở mức thấp (0V) thì đoạn LED tương ứng sẽ sáng.



Hình 9: Thiết kế led 7 đoạn trên Proteus

Sử dụng điện trở giữa GPIO và LED để đảm bảo an toàn cho các linh kiện và mạch.

### 2.1.5 Màn hình LCD



Hình 10: Thiết kế LCD trên Proteus

Số chân	Tên chân	Mô tả
1	VSS	Nối đất
2	VDD	Cấp nguồn
3	VEE	Điều chỉnh độ tương phản LCD
4	RS	Register select, chọn thanh ghi lệnh IR (mức thấp) / thanh ghi dữ liệu DR (mức cao)
5	RW	Read/Write, chọn chế độ đọc (mức thấp) / ghi (mức cao)
6	E	Enable, cho phép đọc (khi có cạnh lên) / ghi (khi có cạnh xuống)
7 - 14	D0 - D7	8 đường dữ liệu
15	A	Nguồn dương cho đèn nền
16	K	Nguồn âm cho đèn nền

Nối chân VEE ở mức thấp để độ tương phản LCD cao nhất.

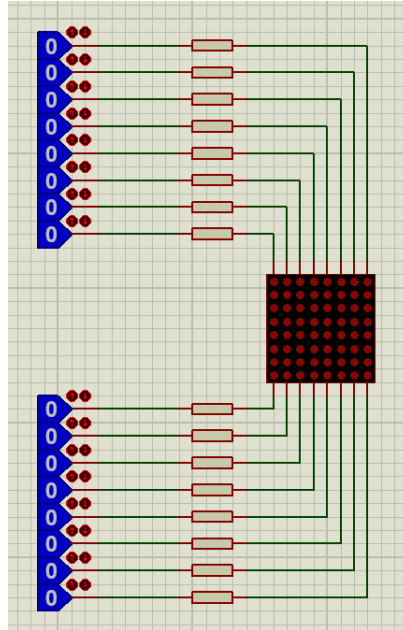
Chân RW ở mức thấp, LCD chỉ thực hiện chức năng hiển thị.

Các chân RS, E được điều khiển bởi GPIO.

Các chân D0 - D7 nhận dữ liệu từ 8 GPIO.

### 2.1.6 Led ma trận

LED ma trận 8x8 có 16 chân tín hiệu. Người dùng sẽ lập trình tín hiệu cho 16 chân để LED ma trận hiển thị tín hiệu tương ứng.

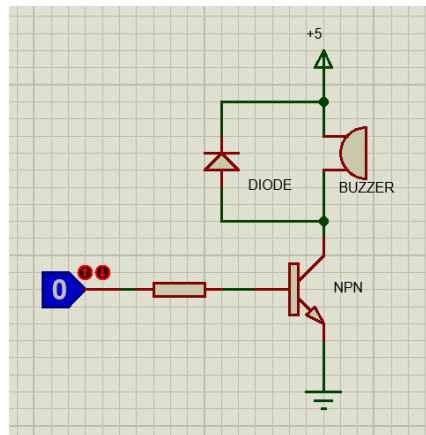


Hình 11: Thiết kế led ma trận trên Proteus

Các điện trở được nối trước chân truyền đến LED ma trận để đảm bảo an toàn cho mạch, tránh dòng cao dẫn đến hư linh kiện.

### 2.1.7 Buzzer

Buzzer sẽ được điều khiển bởi tín hiệu của GPIO. Khi tín hiệu GPIO truyền đến mức cao thì sẽ kích hoạt transistor dẫn điện, mạch thông và buzzer phát âm thanh.

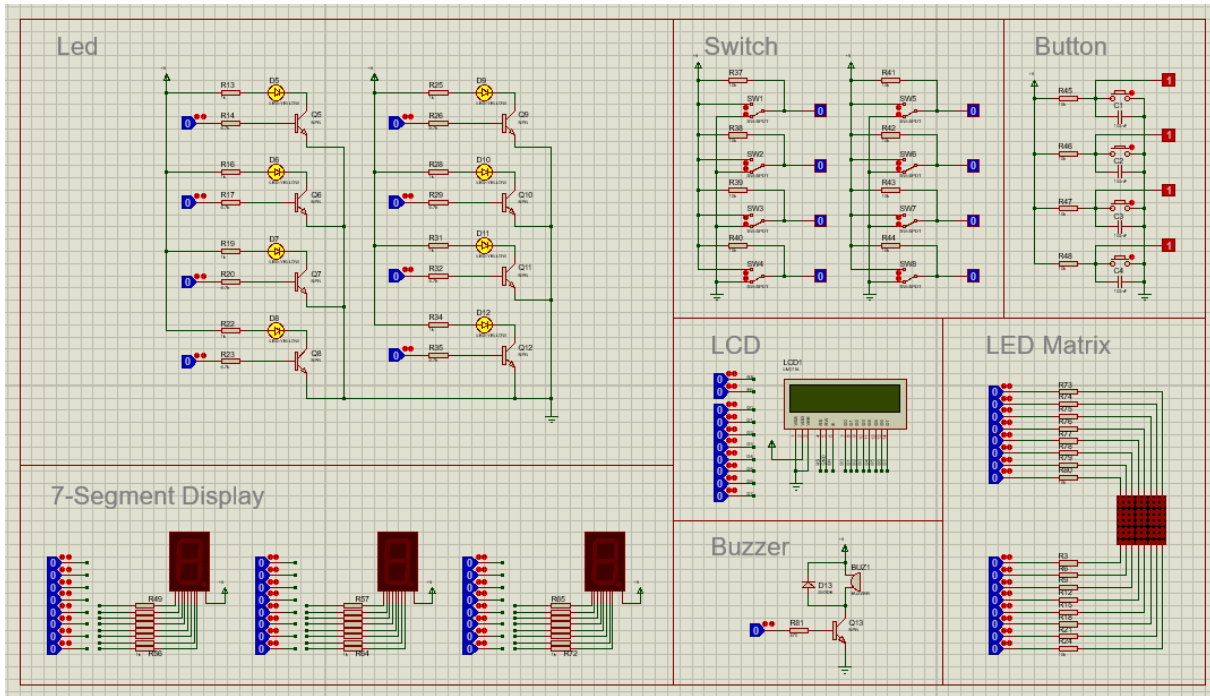


Hình 12: Thiết kế buzzer trên Proteus

Diode được sử dụng để giữ mức điện áp giữa hai đầu buzzer ổn định. Transistor dùng để kích hoạt cho buzzer kêu khi tín hiệu đầu vào ở mức cao. Điện trở được dùng để đảm bảo an toàn cho mạch.

## 2.2 Thiết kế sơ bộ trên Proteus

Những tín hiệu GPIO được sử dụng logicstate để quan sát hoạt động của mạch.



Hình 13: Thiết kế sơ bộ trên Proteus

## 2.3 Thành phần của Extension Board

DE10-Nano khá hạn chế về I/O:

- 2 button
- 2 switch
- 8 led đơn

Vì thế, mục đích chính của mạch là mở rộng thêm I/O:

STT	Linh kiện	Số lượng
1	LED 7 đoạn	3
2	LED đơn	8
3	Button	4
4	Switch	8
5	Màn hình LCD	1
6	Led ma trận	1
7	Buzzer	1

### Tính toán:

Vì Extension Board kết nối với GPIO của DE10-Nano nên nguồn sẽ được cấp thông qua DE10-Nano. DE10-Nano cung cấp 2 nguồn VCC là 5V và 3.3V, lấy nguồn 5V để tính toán  $\Rightarrow VCC = 5V$ .

Tính toán và chọn các linh kiện bằng lý thuyết và thực nghiệm:

- Mạch button:  
Chọn  $R = 10k\Omega \rightarrow I = \frac{5V}{10k} = 0.5mA \rightarrow P = I^2 \times R = (0.5mA)^2 \times 10k = 2.5mW$   
 $\Rightarrow$  Chọn điện trở 0603 0.1W  
Chọn tụ gốm 0603 100nF 16V.
- Mạch switch:  
Chọn điện trở 0603 10k $\Omega$  0.1W
- Mạch led đơn:  
Sử dụng BJT NPN C1815, led sáng khi có dòng điện 1.5mA chạy qua tương ứng 2.5V.  
BJT hoạt động ở vùng bão hòa  $\rightarrow I_B \geq \frac{I_E}{101} = \frac{1.5mA}{101} = 14.85\mu A$   
Chọn điện trở 0603 0.1W có các giá trị 1k $\Omega$ , 4.7k $\Omega$ , 47k $\Omega$ .
- Mạch led 7 đoạn: Chọn điện trở 0603 1k $\Omega$  0.1W  
Led 7 đoạn sáng khi có dòng điện 5mA chạy qua tương ứng 1.835V

### Các linh kiện sử dụng:

Linh kiện	Designator	Thông số
LED đơn	D5 - D12	LED Vàng 0805 Dán SMD Trong Suốt
LED 7 đoạn	DS1 - DS3	SM410563N LED 7 Đoạn 0.56inch Đỏ 1 Số Dương Chung
Điện trở	R (R1, R2..)	Điện trở 1/4W 1%
Tụ điện	C1 - C4	Tụ Gốm 0603
Transistor	Q1 - Q7	2SC1815-HF Transistor NPN 50V 0.15A 3 Chân SO-23
Switch	SW1 - SW8	SS-12D10 Công Tắc Trượt 3 Chân Xuyên Lỗ ON-OFF 1P2T
Button	B1 - B4	Nút Nhấn 6x6mm Cao 5mm 2 Chân Xuyên Lỗ
Màn hình LCD	LCD1	LCD 1602 Nền Vàng Xanh Chữ Đen 5V
Header	P1 - P2	Hàng Rào Cái Đôi 2.54mm 40 Chân 2 Hàng Cao 8.5mm Xuyên Lỗ
Buzzer	Buz1	8530 Buzzer SMD 8.5x8.5x3mm 2700Hz 89dB
LED ma trận	DM1	LED Ma Trận 8x8 Dương Chung Màu Đỏ Điểm Dot 1.9mm

Quá trình thực hiện dự án có thể bổ sung hoặc thay đổi một số linh kiện trên.

Dưới đây sẽ liệt kê những thiết bị ngoại vi chính (LED, switch, button, LCD). Những thiết bị xử lý tín hiệu đi kèm như BJT, điện trở... sẽ được liệt kê chi tiết về thông số kỹ thuật, datasheet,... trong báo cáo tổng kết của dự án.

#### 2.3.1 Led đơn vàng

##### Thông số kỹ thuật

Kiểu chân: dán bề mặt

Số LED: 1

Điện áp: 1.8V

Cường độ sáng: 41 mcd

Số chân: 2

Hình dáng thấu kính: chữ nhật

Kích thước: 2 x 1.25 x 0.8mm

Màu sắc thấu kính: trong suốt

Datasheet: <https://lighthouseleds.com/media/wysiwyg/documentation/0805%20Yellow%20Gold%20SMD%20LED%20Datasheet.pdf>

Hình ảnh thực tế:



Hình 14: Led vàng 0805

### 2.3.2 LED 7 đoạn

**Thông số kỹ thuật:**

Kích thước: 0.56inch

Số ký tự: 1

Màu sắc: đỏ

Kích thước ngoài: 12.6 x 19 x 8mm

Cực chung: cực dương

Cường độ sáng: 54 mcd

Công suất: 65W

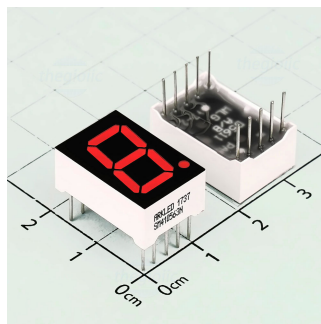
Dòng điện: 20mA

Điện áp: 2V

Kiểu chân: xuyên lỗ

Datasheet: [https://www.velleman.eu/downloads/29/infosheets/vmp502\\_sma42056etc.pdf](https://www.velleman.eu/downloads/29/infosheets/vmp502_sma42056etc.pdf)

Hình ảnh thực tế:



Hình 15: Led 7 đoạn

### 2.3.3 Switch

**Thông số kỹ thuật:**

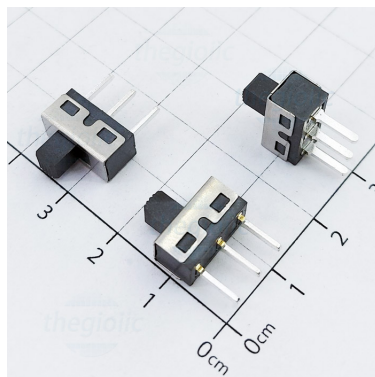
Cấu hình tiếp điểm: SPDT

Kiểu chân: xuyên lỗ



Hoạt động: on - off  
Dòng định mức: 0.5 A  
Loại cần tác động: trượt  
Kích thước: 12.7 x 6.6 x 5mm  
Điện trở tiếp điểm: 20mΩ  
Điện áp định mức: 50VDC

**Hình ảnh thực tế:**



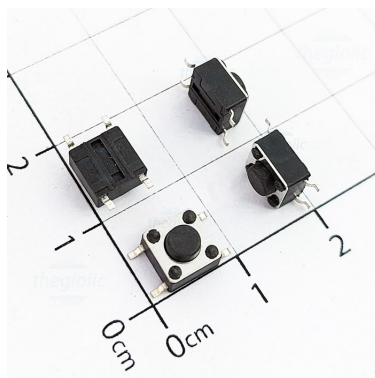
Hình 16: Công Tắc Trượt 3 Chân Xuyên Lỗ ON-OFF SPDT

#### 2.3.4 Button

**Thông số kỹ thuật:**

Cấu hình tiếp điểm: SPST  
Kiểu chân: dán bề mặt  
Hoạt động: nhấn nhả  
Màu nút nhấn: đen  
Kích thước: 6 x 6 x 4.3mm  
Dòng định mức tiếp điểm: 50 mA @ 12 VDC

**Hình ảnh thực tế:**



Hình 17: Nút Nhấn 4 Chân SMD

## 2.4 Màn hình LCD

### Thông số kỹ thuật:

LCD STN độ tương phản cao 16x2

Chữ đen nền vàng xanh

Điện áp hoạt động: +5.0VDC

Đèn LED nền vàng xanh

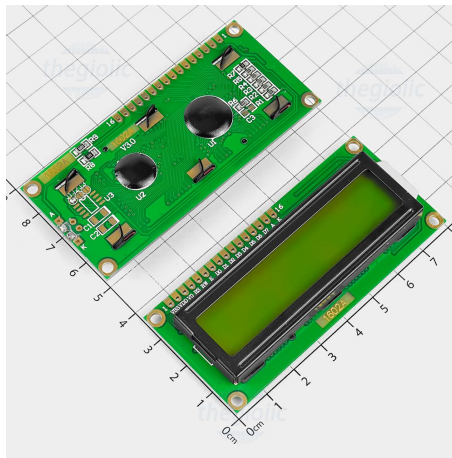
Ký tự 5x8 dot

IC điều khiển HD44780 hoặc tương đương

Giao tiếp 4 or 8 bit

Datasheet: <https://drive.google.com/file/d/0B5Gn6IGDpoOuS3VxMVRvc0hzb1U>

### Hình ảnh thực tế:



Hình 18: LCD 1602

## 2.5 LED Ma trận

### Thông số kỹ thuật:

Màu LED: đỏ

Chiều rộng ký tự: 17.5mm

Chiều cao ký tự: 17.5mm

Điện cực chung: dương chung

Kiểu chân: xuyên lỗ

Kích thước tổng: 20 x 20 x 9.5mm

Cường độ sáng: 130 mcd

Màu bề mặt: Đen

Công suất: 75mW

Nhiệt độ hoạt động: -40 → +85°C

Kích thước điểm Dot: 1.9 mm

Điện áp cấp: 2.5 V

Kiểu ma trận: 8 x 8

Datasheet: <https://www.snapeda.com/parts/1624/Coilcraft/datasheet/>

**Hình ảnh thực tế:**



Hình 19: LED Matrix 8x8

## 2.6 Buzzer

### Thông số kỹ thuật

Cách gắn: Dán bề mặt

Điện áp hoạt động: 3.5 VDC

Cường độ âm thanh: 89dB

Loại Drive: Trong

Loại Tone: Liên tục

Kích thước: 8.5 x 8.5 x 3mm

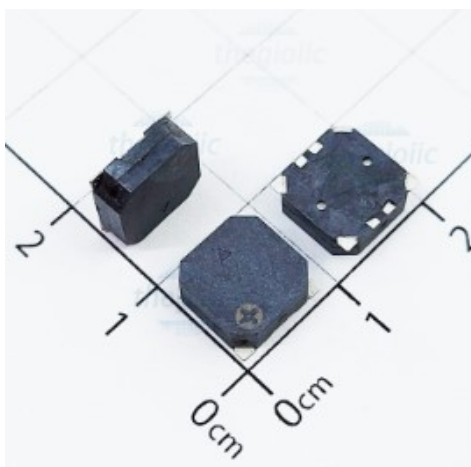
Nhiệt độ min: -20°C

Nhiệt độ max: +70°C

Tần số: 2700Hz

Datasheet: [https://datasheet.lcsc.com/szlcsc/1811151451\\_Jiangsu-Huaneng-Elec-MLT-8530\\_C94599](https://datasheet.lcsc.com/szlcsc/1811151451_Jiangsu-Huaneng-Elec-MLT-8530_C94599)

**Hình ảnh thực tế:**



Hình 20: Buzzer

## 3 Kế hoạch

### 3.1 Timeline dự kiến - Các cột mốc quan trọng và hình thức làm việc

Thời gian	Tiêu đề	Chi tiết	Kết quả
17/4 - 30/6	Viết đặc tả dự án	Mô tả, tổng quan về dự án	Bản thuyết minh dự án
30/6 - 14/7	Bổ sung đầy đủ các linh kiện của mạch	Hoàn tất chọn các thành phần của mạch	Bản thông tin linh kiện
14/7 - 28/7	Thiết kế mạch	Tính toán và thiết kế mạch	Có schematic, PCB
28/7 - 20/8	Thi công mạch	Làm ra bản mạch thật	Bản mạch in thật

### 3.2 Chi phí

Việc thiết kế và hiện thực dự án do thành viên thực hiện, do đó chi phí chỉ có trong việc đặt mạch thật hoặc tự làm bản mạch và mua linh kiện.

Chi phí:

- Linh kiện: 64.000VND (chưa tính phát sinh thêm trong quá trình làm)
- Bản mạch in thủ công: chưa xác định giá
- Đặt in mạch: từ 50.000VND - 150.000VND (chưa tính ship)

Tuỳ vào tình hình và khả năng sau khi hoàn thành xong phần hiện thực sẽ xác định phương án thực hiện mạch thật.