

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA  
KHOA KHOA HỌC & KỸ THUẬT MÁY TÍNH



# **BÁO CÁO BTL MẠCH ĐIỆN - ĐIỆN TỬ**

## **MẠCH PHÁT TÍN HIỆU ĐÈN GIAO THÔNG**

GVHD: Vũ Trọng Thiên  
Huỳnh Hoàng Kha

Lớp: L01 - L02

Nhóm: 7

SV thực hiện: Nguyễn Tấn Đức ———- 2113223 (33%)  
Nguyễn Hữu Thông ——— 2114917 (34%)  
Võ Thị Hoàng Yến ——— 2115376 (33%)

Tp. Hồ Chí Minh, Tháng 12/2022

# Mục lục

<b>1</b>	<b>Ý tưởng thiết kế mạch phát tín hiệu đèn giao thông</b>	<b>2</b>
1.1	Ý tưởng thiết kế . . . . .	2
1.2	Hiện thực ý tưởng thiết kế . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Lựa chọn linh kiện</b>	<b>3</b>
2.1	Connector . . . . .	3
2.2	Khối giảm áp . . . . .	3
2.3	Khối tạo tần số 1HZ . . . . .	4
2.3.1	IC 555 . . . . .	4
2.4	Điều chỉnh thời gian . . . . .	6
2.4.1	74LS273 . . . . .	6
2.4.2	74LS190 . . . . .	7
2.4.3	74LS00 . . . . .	9
2.4.4	IC 74LS74 . . . . .	11
2.4.5	IC 74LS21 . . . . .	11
2.5	Hiển thị thời gian . . . . .	12
2.5.1	IC 74LS47 . . . . .	12
2.5.2	Led 7 đoạn có anode chung . . . . .	14
2.6	Hiển thị tín hiệu . . . . .	15
2.6.1	Led 3mm . . . . .	15
2.6.2	Transistor BJT NPN và diode . . . . .	17
<b>3</b>	<b>Hiện thực mạch và nguyên lí hoạt động của mạch</b>	<b>18</b>
3.1	Schematic khối ổn áp . . . . .	18
3.2	Schematic khối tạo tần số 1 Hz . . . . .	19
3.3	Schematic khối điều chỉnh thời gian . . . . .	19
3.3.1	Kết hợp IC 74LS273 và switch 8 chân để cài thời gian . . . . .	19
3.3.2	Schematic thời gian đếm ngược . . . . .	20
3.4	Schematic mạch điều khiển hoạt động của từng tín hiệu . . . . .	21
3.5	Schematic Tín hiệu đèn . . . . .	22
3.6	Mô phỏng mạch . . . . .	22
3.7	Vẽ Schematic trong Altium Designer . . . . .	22
3.8	Thiết kế PCB . . . . .	23
3.8.1	Đi dây cho mạch . . . . .	23
3.8.2	Tính toán đường dây . . . . .	24
3.8.3	Đặt design rule . . . . .	24
<b>4</b>	<b>Kết quả</b>	<b>26</b>
4.1	Mô tả hoạt động của mạch: . . . . .	28

# 1 Ý tưởng thiết kế mạch phát tín hiệu đèn giao thông

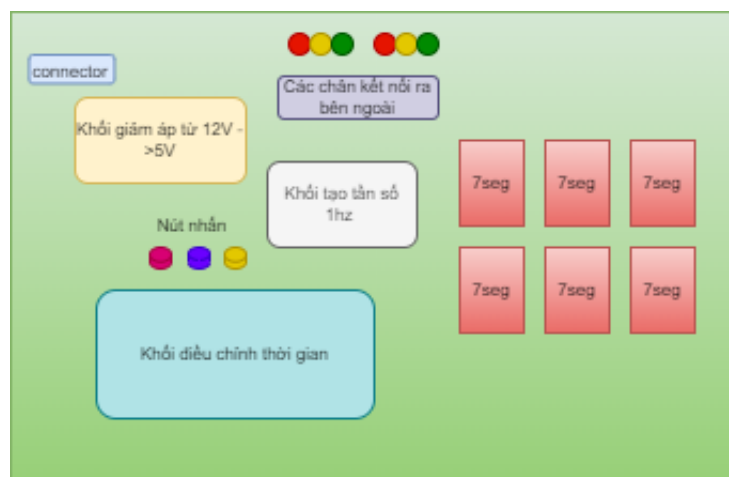
## 1.1 Ý tưởng thiết kế

Mạch điện truyền tín hiệu đèn giao thông với mức tín hiệu 12 V được thiết kế với các tiêu chí sau:

- Có các chân kết nối ra bên ngoài để truyền tín hiệu.
- Vì tín hiệu được truyền đi xa nên ta sử dụng điện áp 12V làm đầu vào.
- Vì các IC chỉ hoạt động ở mức điện áp là 5V nên ta cần hạ áp từ 12 V xuống còn 5V để cung cấp cho các IC.
- Tương tác với người dùng bằng các đèn led như led màu, led 7 đoạn,...
- Mạch có thể cài đặt được thời gian theo ý muốn.
- Mạch cần có các chế độ tương tác với người dùng cụ thể trong mạch lần này sẽ được thiết kế các chế độ như: đổi chiều, reset.

## 1.2 Hiện thực ý tưởng thiết kế

Sau khi đưa ra các tiêu chí cho mạch chúng ta phác thảo mạch bằng các khối chức năng:



Chức năng của từng khối :

- Connector: cấp nguồn vào mạch.
- Khởi giảm áp : Điều chỉnh điện áp từ 12V xuống 5V để cung cấp cho các IC hoạt động.

- Khối tạo tần số 1hz: Tạo thời gian đếm cho tín hiệu trong mạch.
- Khối điều chỉnh thời gian: Để người dùng có thể cài đặt thời gian phát tín hiệu.
- Nút nhấn: Các chế độ tương tác với người dùng: reset, đổi chiều.
- 7 seg: Các led 7 đoạn để hiển thị thời gian của từng tín hiệu.

## 2 Lựa chọn linh kiện

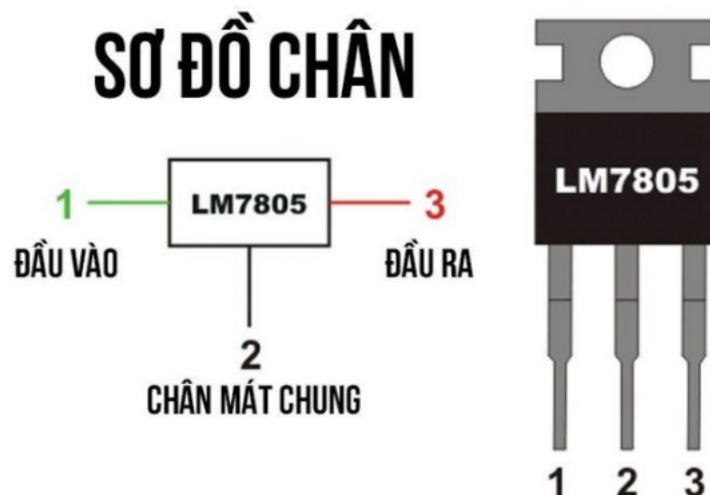
### 2.1 Connector

Trong mạch này, chúng ta lựa chọn cổng nguồn DC 5mm để nhận nguồn 12 V từ bên ngoài.



### 2.2 Khối giảm áp

Để giảm điện áp từ 12V xuống 5V cung cấp cho các IC. Ta dùng IC ổn áp 7805.



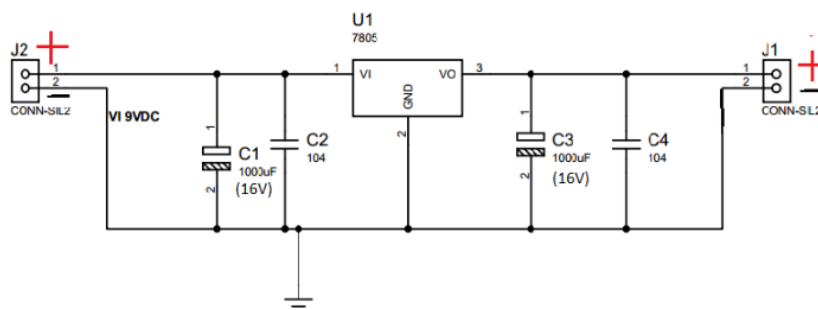
IC 7805 được phân loại là một loại IC điều chế điện áp DC dương vì ngõ ra của IC này luôn có mức điện áp dương so với mức điện áp nối mass (GND). 7805 được thiết kế bao gồm 3 chân.

Chân thứ nhất là để cấp điện áp DC đầu vào, chân thứ 2 là chân để đấu với mass (chân GND), chân thứ 3 là chân ngõ ra điện áp ổn áp, trong trường hợp này chúng ta đang nói về IC 7805 nên điện áp ngõ ra là 5V (với điều kiện là điện áp đầu vào lớn hơn 5V).

Thông số:

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T <sub>J</sub> †	µA7805C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	I <sub>O</sub> = 5 mA to 1 A, V <sub>I</sub> = 7 V to 20 V, P <sub>D</sub> ≤ 15 W	25°C	4.8	5	5.2	V
		0°C to 125°C	4.75		5.25	
Input voltage regulation	V <sub>I</sub> = 7 V to 25 V	25°C		3	100	mV
	V <sub>I</sub> = 8 V to 12 V			1	50	
Ripple rejection	V <sub>I</sub> = 8 V to 18 V, f = 120 Hz	0°C to 125°C	62	78		dB
Output voltage regulation	I <sub>O</sub> = 5 mA to 1.5 A	25°C		15	100	mV
	I <sub>O</sub> = 250 mA to 750 mA			5	50	
Output resistance	f = 1 kHz	0°C to 125°C		0.017		Ω
Temperature coefficient of output voltage	I <sub>O</sub> = 5 mA	0°C to 125°C		-1.1		mV/°C
Output noise voltage	f = 10 Hz to 100 kHz	25°C		40		µV
Dropout voltage	I <sub>O</sub> = 1 A	25°C		2		V
Bias current		25°C		4.2	8	mA
Bias current change	V <sub>I</sub> = 7 V to 25 V	0°C to 125°C			1.3	mA
	I <sub>O</sub> = 5 mA to 1 A				0.5	
Short-circuit output current		25°C		750		mA
Peak output current		25°C		2.2		A

Sơ đồ thiết kế khối giảm áp:

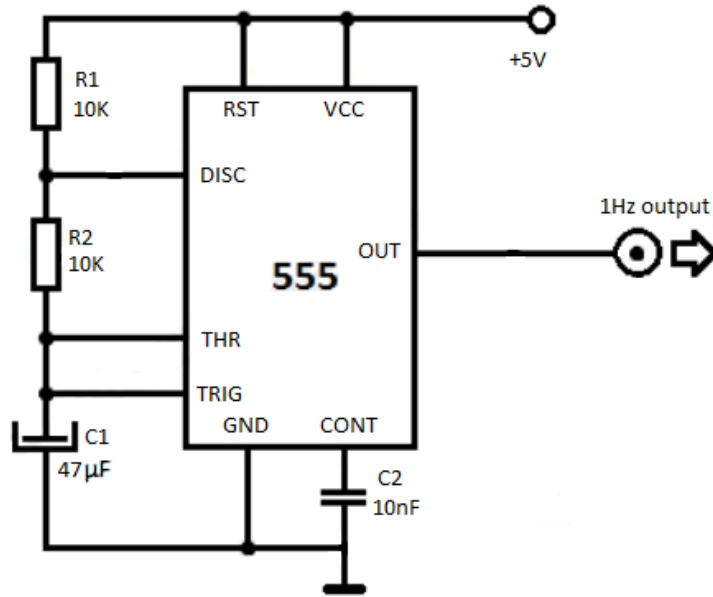


Chúng ta lựa chọn tụ c1 có độ lớn là 100uF/16V và tụ C2

## 2.3 Khối tạo tần số 1HZ

### 2.3.1 IC 555

Đây là bộ tạo xung tần số 1Hz sử dụng IC 555 được kết nối dây như một mạch đa hài không ổn định. Các xung đầu ra có thể được hiển thị trực quan bằng đèn LED. Mạch đa hài không ổn định là một mạch tạo xung vuông. Không giống như bộ đa hài một xung, mạch này không yêu cầu bất kỳ kích hoạt bên ngoài nào để thay đổi trạng thái của đầu ra.



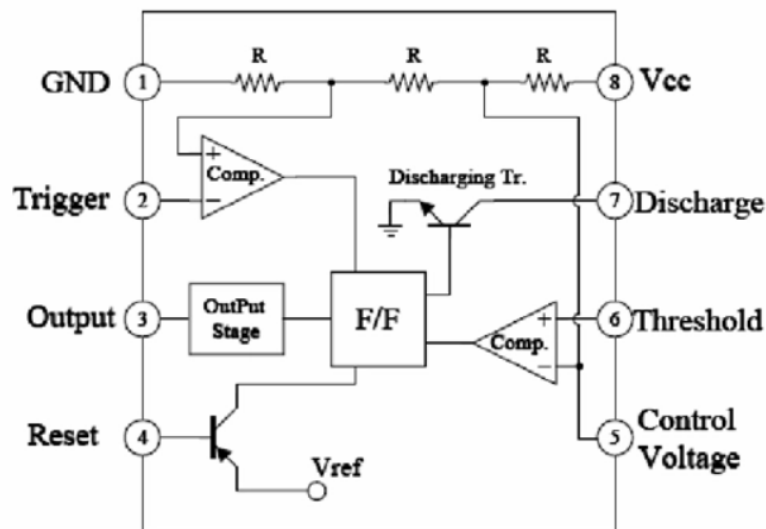
Thời gian mà tại đó đầu ra cao hoặc thấp được điều chỉnh bởi hai điện trở và tụ điện được kết nối bên ngoài.

$$\text{Tần số} = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C_1}$$

Ngoài ra, 555 có thể tạo ra các sóng với chu kỳ làm việc khác với chu kỳ 50%:

$$\text{Chu kỳ làm việc} = \frac{(R_1 + R_2)}{(R_1 + 2R_2)} 100$$

Trong đó chu kỳ làm việc = Tỷ lệ khoảng thời gian khi đầu ra là 1 với khoảng thời gian khi đầu ra là 0.



Nguyên lý của mạch tạo xung 1Hz dùng IC 555:

Tụ C1 bắt đầu sạc bởi VCC thông qua các điện trở  $R_1$  và  $R_2$  (VR). Do đó, hằng số thời gian sạc là  $(R_1 + R_2)(VR)C$ . Cuối cùng, điện áp ngưỡng vượt quá  $+2/3 VCC$ ,

Khi bộ so sánh ở chân 6 có đầu ra cao và nó sẽ kích hoạt flip-flop để Q ở mức cao và đầu ra 555 ở mức thấp. Với Q cao, Transistor Discharging (trên hình) bão hòa và chân 7 nối đất để tụ điện C1 phóng điện qua điện trở R2 (VR) với thời gian xả không đổi  $R_2.C$ .

Với sự xả của tụ điện, điện áp Trigger ở đầu vào đảo của bộ so sánh ở chân 2 giảm. Khi nó giảm xuống dưới  $1/3 VCC$ , đầu ra của bộ so sánh sẽ ở mức cao và điều này sẽ đặt lại flip-flop để đầu ra 555 ở mức cao. Điều này chứng tỏ sự tự động chuyển đổi đầu ra từ thấp đến cao và sau đó xuống thấp. Do đó chu kỳ lặp lại.

## 2.4 Điều chỉnh thời gian

Để điều chỉnh thời gian đếm ngược của các tín hiệu ta kết hợp giữa IC 74LS273, IC 74LS190, IC 74LS74, IC 74LS00, IC74LS21 Switch 8 chân. Trong đó:

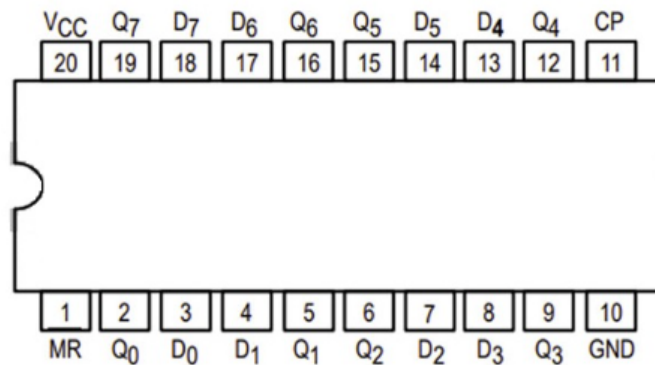
- IC74LS273: Dùng để dịch bits từ switch 8 chân.
- IC 74LS190: Dùng để đếm ngược thời gian về 0.
- IC 74LS00: Dùng để cài đặt reset của IC 74LS190.
- IC 74LS74: Dùng để điều khiển thứ tự đếm của các đèn.
- IC 74LS21: Dùng để điều khiển xung clk của IC 74LS74 theo tín hiệu của IC 74LS190

### 2.4.1 74LS273

74LS273 là thanh ghi 8 bit tốc độ cao, bao gồm tám flip-flop kiểu D với đồng hồ chung và master reset kích hoạt thấp không đồng bộ. IC này có gói 20 chân có khoảng cách hàng 0,3 inch. IC 74LS273 có điện áp làm việc đa dạng, nhiều điều kiện làm việc và giao tiếp trực tiếp với CMOS, NMOS và TTL. Thông tin trên các đầu vào D được lưu trữ trong quá trình chuyển đổi xung nhịp thấp đến cao. Cả hai đầu ra true và bổ sung của mỗi flip-flop đều được cung cấp. Đầu ra của IC luôn có cấu hình Push-Pull giúp dễ dàng làm việc với các thiết bị TTL và vi điều khiển khác.

Thông số kỹ thuật:

- VCC (Tối thiểu): 4,75V
- VCC (Tối đa): 5,25V
- Loại đầu vào: Lưỡng cực
- Loại đầu ra: Đẩy-Kéo
- Tần số đồng hồ (Tối đa): 35MHz
- IOL (Tối đa): 8mA
- IOH (Tối đa): -0,4mA
- ICC (Tối đa): 27000uA



#### Sơ đồ chân 74LS273

- Số chân: 1; Tên chân: MR; Master reset kích hoạt thấp
- Số chân: 2; Tên chân: Q0; Chân đầu ra thanh ghi Q0
- Số chân: 3; Tên chân: D0; Chân đầu vào dữ liệu D0
- Số chân: 4; Tên chân: D1; Chân đầu vào dữ liệu D1
- Số chân: 5; Tên chân: Q1; Chân đầu ra thanh ghi Q1
- Số chân: 6; Tên chân: Q2; Chân đầu ra thanh ghi Q2
- Số chân: 7; Tên chân: D2; Chân đầu vào dữ liệu D2
- Số chân: 8; Tên chân: D3; Chân đầu vào dữ liệu D3
- Số chân: 9; Tên chân: Q3; Chân đầu ra thanh ghi Q3
- Số chân: 10; Tên chân: GND; Chân nối đất
- Số chân: 11; Tên chân: CP; Đầu vào xung đồng hồ
- Số chân: 12; Tên chân: Q4; Chân đầu ra thanh ghi Q4
- Số chân: 13; Tên chân: D4; Chân đầu vào dữ liệu D4
- Số chân: 14; Tên chân: D5; Chân đầu vào dữ liệu D5
- Số chân: 15; Tên chân: Q5; Chân đầu ra thanh ghi Q5
- Số chân: 16; Tên chân: Q6; Chân đầu ra thanh ghi Q6
- Số chân: 17; Tên chân: D6; Chân đầu vào dữ liệu D6
- Số chân: 18; Tên chân: D7; Chân đầu vào dữ liệu D7
- Số chân: 19; Tên chân: Q7; Chân đầu ra thanh ghi Q7
- Số chân: 20; Tên chân: VCC; Điện áp nguồn chip

Data sheet:

MR	Inputs		Outputs
	CP	D <sub>n</sub>	Q <sub>n</sub>
L	X	X	L
H	↗	H	H
H	↗	L	L

#### 2.4.2 74LS190

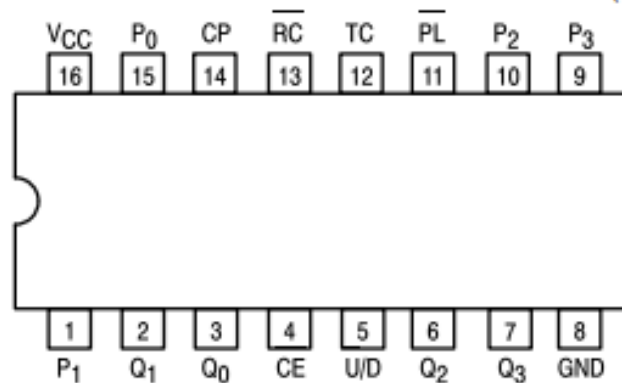
IC 74LS190 là IC dòng TTL dùng để đếm lên và đếm xuống chia 10 hay gọi là vi mạch thuận nghịch thập phân (MOD10). Khi có xung vào chân đếm của 74LS190



thì tùy vào điều kiện mà chúng ta cấu hình đếm lên hay đếm xuống thì IC này cứ mỗi sườn lên của xung đầu vào thì nó giải mã ra mã BCD. Nếu đếm xuống thì: Xung vào thứ 1 được giải mã BCD ra (0001) tức là số 9, xung thứ 2 được giải mã BCD ra (1000) tức là số 8 cứ thế cho đến xung thứ 9 và BCD là số 0. Còn đếm lên thì ngược lại.

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp hoạt động: 4.5 5.5V
- Dòng điện ngõ ra:  $IOH = -0.4mA$ ,  $IOL = 8mA$



Chức năng của từng chân như sau:

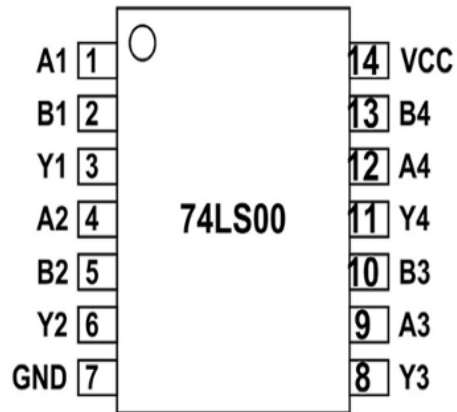
- Vcc là chân cấp nguồn 5V
- GND là chân cấp nguồn Mass
- Q0 đến Q3 là đầu ra của bộ đếm mã BCD
- CP là ngõ vào cấp xung Clock cho mạch đếm
- CE là ngõ cho vào tích cực luôn đặt ở mức logic 0
- U/D: Chân cấu hình cho đếm lên hay đếm xuống. Nếu đếm lên thì mức 0 và đếm lùi là 1
- PL là ngõ đầu vào thiết lập trạng thái đầu cho mạch đếm:  $PL=0$ ;  $Q_i=A_i$  ( $i=0,1,2,3$ )
- A0 đến A3 là các đầu vào dữ liệu
- TC và RC là hai ngõ ra dùng để kết nối liên tầng giữa hai con 74LS190

Data sheet:

MODE SELECT TABLE				
INPUTS				MODE
PL	CE	U/D	CP	
H	L	L	⌋	Count Up
H	L	H	⌋	Count Down
L	X	X	X	Preset (Asyn.)
H	H	X	X	No Change (Hold)

### 2.4.3 74LS00

74LS00 có bốn cổng NAND. Ngoài ra mỗi cổng có hai đầu vào. Do đó nó còn có tên bốn cổng NAND hai đầu vào.



Mô tả các chân của IC 74LS00:

Số chân	Mô tả
Cổng NAND 1	
1	A1 - đầu vào 1 của cổng 1
2	B1 - đầu vào 2 của cổng 1
3	Y1 - đầu ra của cổng 1
Cổng NAND 2	
4	A2 - đầu vào 1 của cổng 2
5	B2 - đầu vào 2 của cổng 2
6	Y2 - đầu ra của cổng 2
Cổng NAND 3	
9	A3 - đầu vào 1 của cổng 3
10	B3 - đầu vào 2 của cổng 3
8	Y3 - đầu ra của cổng 3
Cổng NAND 4	
12	A4 - đầu vào 1 của cổng 4
13	B4 - đầu vào 2 của cổng 4
11	Y4 - đầu ra của cổng 4
Các chân chung	
7	GND - nối đất
14	Vcc - nối với điện áp dương để cấp điện cho cả bốn cổng

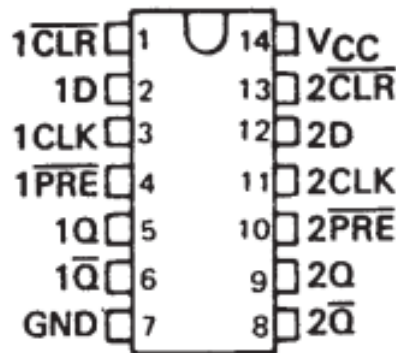
Thông số của IC 74LS00:

Part Status	Active
Logic Type	NAND Gate
Number of Circuits	4
Number of Inputs	2
Features	-
Voltage - Supply	4.75 V ~ 5.25 V
Current - Output High, Low	400µA, 8mA
Logic Level - Low	0.8V
Logic Level - High	2V
Max Propagation Delay @ V, Max CL	15ns @ 5V, 15pF
Operating Temperature	0°C ~ 70°C
Mounting Type	Through Hole
Supplier Device Package	14-PDIP
Package / Case	14-DIP (0.300", 7.62mm)

#### 2.4.4 IC 74LS74

IC flip-flop 74LS74 là IC sử dụng mạch Schottky TTL để tạo ra flip-flop loại D tốc độ cao. Mỗi flip-flop có các đầu vào rõ ràng và thiết lập riêng lẻ, cũng như các đầu ra Q và Q' bổ sung.

Sơ đồ chân :



Bảng trạng thái hoạt động:

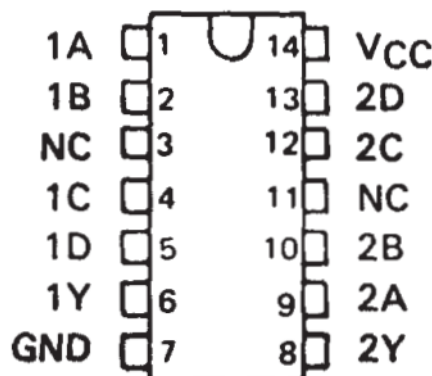
FUNCTION TABLE

INPUTS				OUTPUTS	
PRE	CLR	CLK	D	Q	Q̄
L	H	X	X	H	L
H	L	X	X	L	H
L	L	X	X	H↑	H↑
H	H	↑	H	H	L
H	H	↑	L	L	H
H	H	L	X	Q <sub>0</sub>	Q̄ <sub>0</sub>

#### 2.4.5 IC 74LS21

IC 74LS21 là IC chứa cổng logic And 4 ngõ vào.

Sơ đồ các chân:



Trong đó:

- 1A, 1B, 1C, 1D, 2A, 2B, 2C, 2D là các ngõ vào của cổng logic.
- 1Y, 2Y là ngõ ra của cổng And logic 4 ngõ vào.

Bảng trạng thái của hoạt động:

INPUTS				OUTPUT
A	B	C	D	Y
H	H	H	H	H
L	X	X	X	L
X	L	X	X	L
X	X	L	X	L
X	X	X	L	L

## 2.5 Hiện thị thời gian

Để hiện thị thời gian đếm ngược của các chân tín hiệu, chúng ta sử dụng kết hợp giữa IC 74LS47 và Led 7 đoạn có cực anode chung. Trong đó:

- Led 7 đoạn có chức năng hiển thị thời gian.
- IC 74LS47 có chức năng giải mã 4 bits BCD.

### 2.5.1 IC 74LS47

74LS47 là IC điều khiển / giải mã BCD sang 7 đoạn. Nó chấp nhận một số thập phân được mã hóa nhị phân làm đầu vào và chuyển đổi nó thành một mẫu để điều khiển 7 đoạn để hiển thị các chữ số từ 0 đến 9. Số thập phân được mã hóa nhị phân (BCD) là một kiểu mã hóa trong đó mỗi chữ số của một số được biểu diễn bằng chuỗi nhị phân của chính nó (thường là bốn bit).

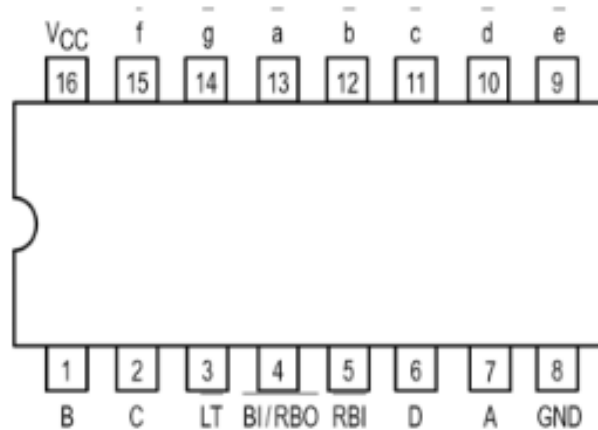
Ví dụ 239 trong BCD được biểu diễn là 0010 0011 1001.

IC 74LS47 chấp nhận bốn dòng dữ liệu đầu vào BCD (8421) và tạo ra phần bổ sung của chúng bên trong. Dữ liệu được giải mã bằng bảy cổng AND / OR để điều khiển trực tiếp LED 7 đoạn. Các đầu ra tương ứng với cấu hình cực dương chung (CA) của 7 đoạn.

Thông số kỹ thuật:

- VCC (Tối thiểu): 4,75V
- VCC (Tối đa): 5,25V
- Điện áp (Nom): 5V
- Tần số tối đa ở điện áp bình thường: 35Mhz

- tpd ở điện áp bình thường (Tối đa): 100 nsec
- IOL (Tối đa): 3.2mA
- IOH (Tối đa): -0.05mA

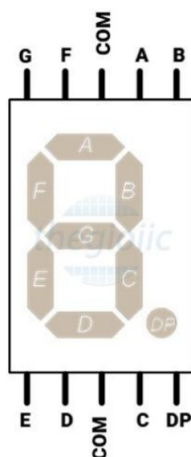


- Số chân: 1; Tên chân: B; Đầu vào BCD của IC
- Số chân: 2; Tên chân: C; Đầu vào BCD của IC
- Số chân: 3; Tên chân: Display test / Lamp test; Kiểm tra hiển thị LED
- Số chân: 4; Tên chân: Blank input / Lamp test; Tắt các LED hiển thị
- Số chân: 5; Tên chân: Store; Lưu trữ hoặc nhấp nháy mã BCD
- Số chân: 6; Tên chân: D; Đầu vào BCD của IC
- Số chân: 7; Tên chân: A; Đầu vào BCD của IC
- Số chân: 8; Tên chân: GND; Chân nối mass
- Số chân: 9; Tên chân: e; Đầu vào 1 LED 7 đoạn
- Số chân: 10; Tên chân: d; Đầu vào 2 LED 7 đoạn
- Số chân: 11; Tên chân: c; Đầu vào 3 LED 7 đoạn
- Số chân: 12; Tên chân: b; Đầu vào 4 LED 7 đoạn
- Số chân: 13; Tên chân: a; Đầu vào 5 LED 7 đoạn
- Số chân: 14; Tên chân: g; Đầu vào 6 LED 7 đoạn
- Số chân: 15; Tên chân: f; Đầu vào 7 LED 7 đoạn
- Số chân: 16; Tên chân: VCC; Cấp nguồn

Data sheet:

Truth Table															
Decimal or Function	Inputs							Outputs							Note
	$\overline{LT}$	$\overline{RBI}$	A3	A2	A1	A0	$\overline{BI}/\overline{RBO}$	$\overline{a}$	$\overline{b}$	$\overline{c}$	$\overline{d}$	$\overline{e}$	$\overline{f}$	$\overline{g}$	
0	H	H	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	H	(Note 2)
1	H	X	L	L	L	H	H	H	L	L	H	H	H	H	(Note 2)
2	H	X	L	L	H	L	H	L	L	H	L	L	H	L	
3	H	X	L	L	H	H	H	L	L	L	L	H	H	L	
4	H	X	L	H	L	L	H	H	L	L	H	H	L	L	
5	H	X	L	H	L	H	H	L	H	L	L	H	L	L	
6	H	X	L	H	H	L	H	H	H	L	L	L	L	L	
7	H	X	L	H	H	H	H	L	L	L	H	H	H	H	
8	H	X	H	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	
9	H	X	H	L	L	H	H	L	L	L	H	H	L	L	
10	H	X	H	L	H	L	H	H	H	H	L	L	H	L	
11	H	X	H	L	H	H	H	H	H	L	L	H	H	L	
12	H	X	H	H	L	L	H	H	L	H	H	H	L	L	
13	H	X	H	H	L	H	H	L	H	H	L	H	L	L	
14	H	X	H	H	H	L	H	H	H	H	L	L	L	L	
15	H	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	
$\overline{BI}$	X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	(Note 3)
$\overline{RBI}$	H	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	(Note 4)
$\overline{LT}$	L	X	X	X	X	X	H	L	L	L	L	L	L	L	(Note 5)

## 2.5.2 Led 7 đoạn có anode chung



LED 7 đoạn có 10 chân, trong đó 8 chân được nối với LED (A, B, C, D, E, F, G, và DP). Muốn LED nào sáng thì LED đó phải được phân cực thuận. Do đó muốn tạo ra chữ số nào ta chỉ cần cho LED ở các vị trí tương ứng sáng lên. Bảng mô tả cách tạo ra các chữ số để hiển thị lên LED 7 đoạn:

Số	Số nhị phân								HEX
	7	6	5	4	3	2	1	0	
	dp	g	f	e	d	c	b	a	
0	1	1	0	0	0	0	0	0	C0
1	1	1	1	1	1	0	0	1	F9
2	1	0	1	0	0	1	0	0	A4
3	1	0	1	1	0	0	0	0	B0
4	1	0	0	1	1	0	0	1	99
5	1	0	0	1	0	0	1	0	92
6	1	0	0	0	0	0	1	0	82
7	1	1	1	1	1	0	0	0	8F
8	1	0	0	0	0	0	0	0	80
9	1	0	0	1	0	0	0	0	90
A	1	0	0	0	1	0	0	0	88
B	1	0	0	0	0	0	1	1	83
C	1	1	0	0	0	1	1	0	C6
D	1	0	1	0	0	0	0	1	A1
E	1	0	0	0	0	1	1	0	86
F	1	0	0	0	1	1	1	0	8E

Chúng ta chọn Led 7 đoạn có anode cung 0.56 inch màu đỏ. Thông số:

Absolute Maximum Rating (Ta = 25°C)						
PARAMETER	RED	AMBER	GREEN	BLUE	WHITE	UNITS
DC Forward Current Per Segment	30	30	25	30	20	mA
Peak Current Per Segment <sup>(1)</sup>	70	50	50	25	25	mA
Avg. Forward Current (Pulse Operation) Per Segment	30	30	25	25	25	mA
Derating Linear From 25°C Per Segment	0.3					mA/°C
Reverse Voltage <sup>(2)</sup>	3					V
Operating Temperature	-25 to +85					°C
Storage Temperature	-30 to +85					°C

(1) Pulse conditions of 1/10 duty and 0.1msec width, for long operating life, max. of 20mA recommended  
(2) Reverse biasing of the dot matrix is not recommend, will cause damage to the leds

Để đèn led 7 đoạn có tuổi thọ lâu dài ta có thể dùng điện trở để điều chỉnh điện áp hợp lý với mức điện áp qua led 7 đoạn là 2V và dòng điện đi qua led 7 đoạn là 5mA. Ta sử dụng công thức:

$$R = \frac{5 - U_D}{I} = 600(\Omega)$$

Vì vậy chúng ta chọn giá trị điện trở là 620 với sai số là 5%

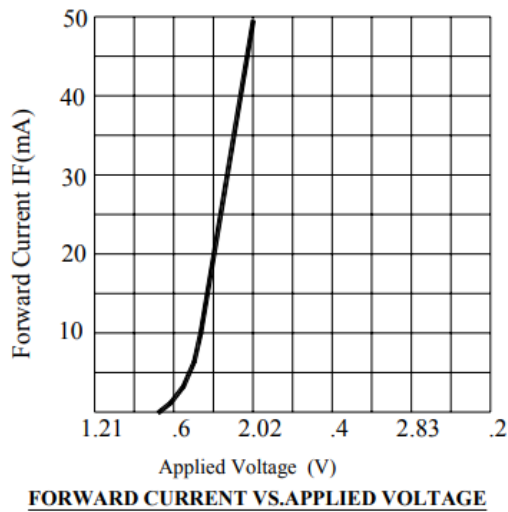
## 2.6 Hiện thị tín hiệu

### 2.6.1 Led 3mm

Chúng ta chọn led 3mm để thông báo tín hiệu với người dùng bằng thị giác. Đồ thị biểu thị mối liên hệ giữa dòng điện và hiệu điện thế của đèn led 3mm:



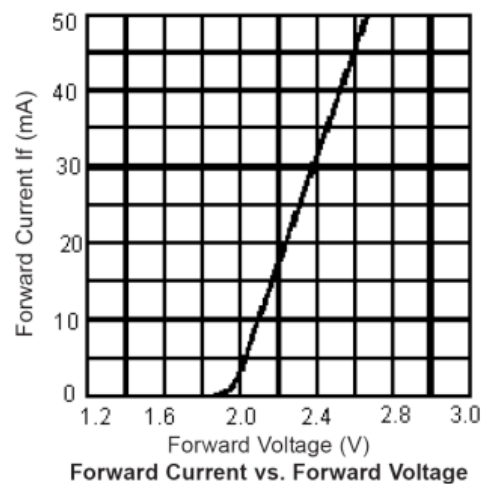
- Led 3mm màu đỏ:



Để đèn có tuổi thọ lâu dài chúng ta chọn điện áp ở mức 1.65V với cường độ dòng điện là 5mA. Vì vậy giá trị điện trở phải là  $R = \frac{12 - U_D}{I} = 2070(\Omega)$ . Chúng ta chọn giá trị điện trở là 2k với mức sai số là 5%.

- Led 3mm xanh:

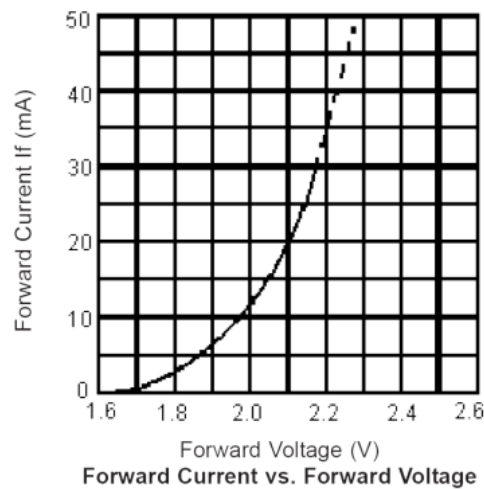
#### Green (GaP $\lambda_P = 568\text{nm}$ )



Để đèn có tuổi thọ lâu dài chúng ta chọn điện áp ở mức 2.05V với cường độ dòng điện là 5mA. Vì vậy giá trị điện trở phải là  $R = \frac{12 - U_D}{I} = 1990(\Omega)$ . Chúng ta chọn giá trị điện trở là 2k với mức sai số là 5%.

- Led 3mm vàng:

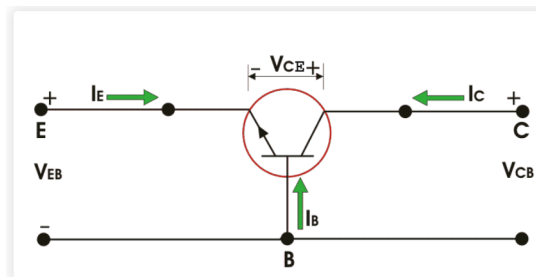
**Super Yellow (AlInGaP  $\lambda_P = 590\text{nm}$ )**



Để đèn có tuổi thọ lâu dài chúng ta chọn điện áp ở mức  $1.87\text{V}$  với cường độ dòng điện là  $5\text{mA}$ . Vì vậy giá trị điện trở phải là  $R = \frac{12 - U_D}{I} = 2026(\Omega)$ . Chúng ta chọn giá trị điện trở là  $2\text{k}$  với mức sai số là  $5\%$ .

### 2.6.2 Transistor BJT NPN và diode

Chúng ta sử dụng transistor BJT NPN để làm công tắc điện đóng mở đèn led hiển thị tín hiệu và kiểm soát dòng điện qua đèn led  $3\text{mm}$ .



$I_E$  và  $I_C$  tương ứng với dòng điện chạy qua emitter và collector,  $V_{EB}$  và  $V_{CB}$  lần lượt là điện áp giữa emitter-base và collector-base. Đối với  $I_E$   $I_B$   $I_C$ , dòng điện đi vào BJT mang điện tích dương còn dòng điện đi ra khỏi BJT mang điện tích âm. Ta có mối quan hệ giữa  $I_B$  và  $I_C$  ở chế độ khuếch đại là :

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

Trong mạch điện lần này chúng ta sử dụng Transistor D965 To-92. Thông số:

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS ( $T_a=25^\circ\text{C}$  unless otherwise specified)**

Parameter	Symbol	Test conditions	MIN	TYP	MAX	UNIT
Collector-base breakdown voltage	$V_{(BR)CBO}$	$I_C=0.1\text{mA}, I_E=0$	42			V
Collector-emitter breakdown voltage	$V_{(BR)CEO}$	$I_C=1\text{mA}, I_B=0$	22			V
Emitter-base breakdown voltage	$V_{(BR)EBO}$	$I_E=10\mu\text{A}, I_C=0$	6			V
Collector cut-off current	$I_{CBO}$	$V_{CB}=30\text{V}, I_E=0$			0.1	$\mu\text{A}$
Emitter cut-off current	$I_{EBO}$	$V_{EB}=6\text{V}, I_C=0$			0.1	$\mu\text{A}$
DC current gain	$h_{FE(1)}$	$V_{CE}=2\text{V}, I_C=0.15\text{mA}$	150			
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=2\text{V}, I_C=500\text{mA}$	340		2000	
	$h_{FE(3)}$	$V_{CE}=2\text{V}, I_C=2\text{A}$	150			
Collector-emitter saturation voltage	$V_{CE(sat)}$	$I_C=3000\text{mA}, I_B=100\text{mA}$			0.35	V
Transition frequency	$f_T$	$V_{CE}=6\text{V}, I_C=50\text{mA}, f=30\text{MHz}$		150		MHz

Nhìn vào bảng thông số chúng ta xác định được giá trị  $\beta = 150$ . Để dòng điện qua đèn led 3mm là 4mA thì dòng điện đi vào cực B của bjt là  $\frac{4}{150}$  mA.

Chúng ta sử dụng diode để bảo vệ đèn.

Vì vậy điện trở cần chọn được tính theo:

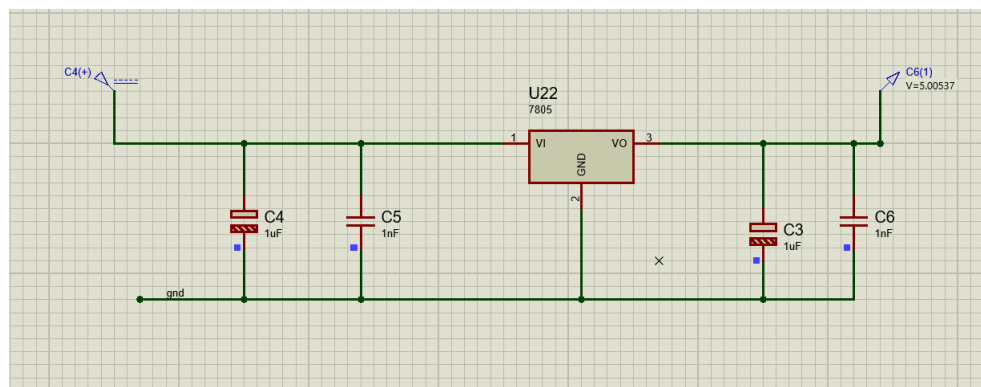
$$\frac{5 - 0.7}{\frac{4}{150}} \cdot \frac{1}{1000} = 161249 \Omega$$

Chúng ta chọn giá trị điện trở là 160k với sai số là 5%

### 3 Hiện thực mạch và nguyên lí hoạt động của mạch

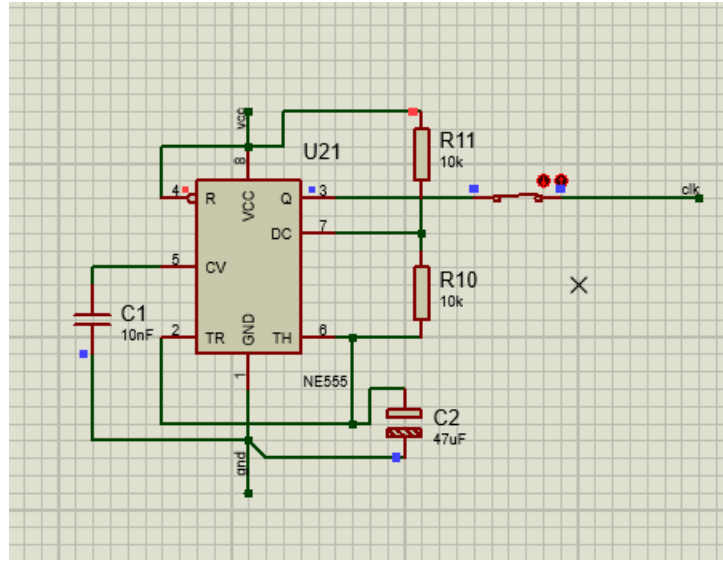
Sau khi lựa chọn linh kiện hợp lí, chúng ta tiến hành vẽ schematic và mô phỏng hoạt động của mạch trên Proteus.

#### 3.1 Schematic khối ổn áp



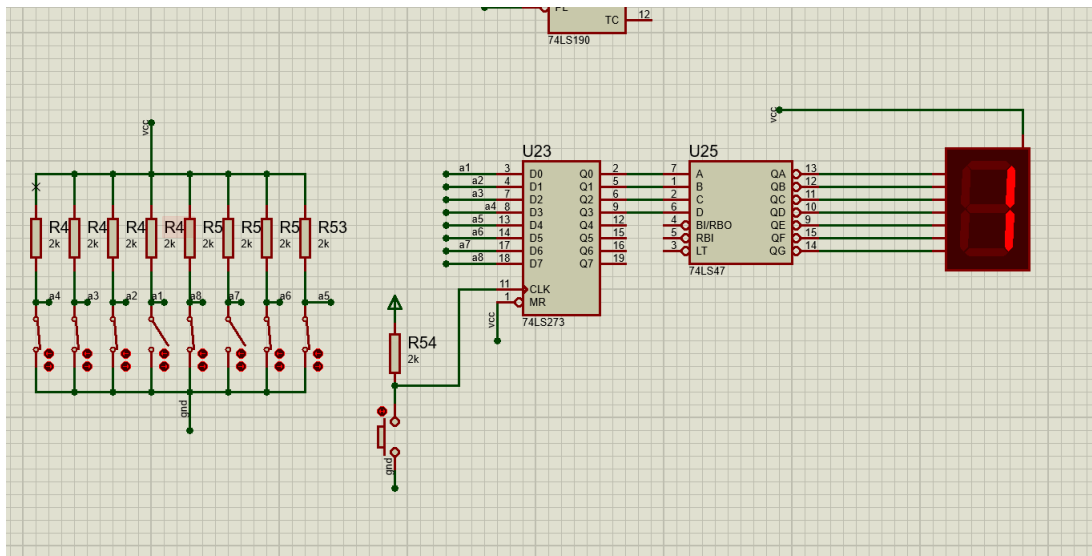
Khi điện áp đầu vào là 12V đi qua khối ổn áp sẽ được ổn định ở mức điện áp là 5V.

### 3.2 Schematic khối tạo tần số 1 Hz



### 3.3 Schematic khối điều chỉnh thời gian

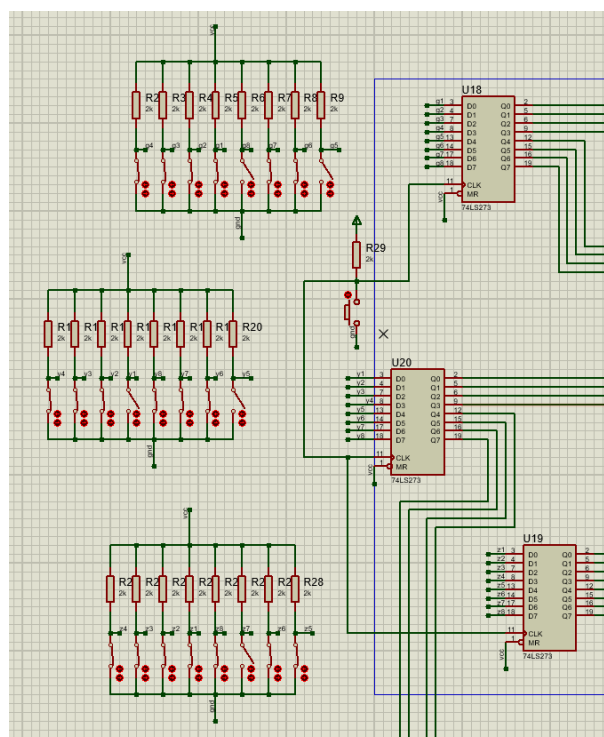
#### 3.3.1 Kết hợp IC 74LS273 và switch 8 chân để cài thời gian



Để dễ quan sát, chúng ta sử dụng IC 74LS47 và led 7 đoạn để hiển thị thời gian. Thời gian được chọn có giá trị từ 0->9 theo bảng sau:

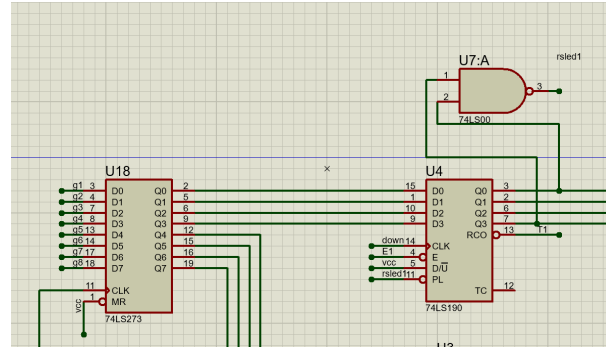
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

Sau khi điều chỉnh thời gian ở switch, chúng ta nhấn nút để IC74ls273 dịch bits. Mỗi IC 74LS273 có thể điều khiển được thời gian của 2 led 7 đoạn. Làm tương tự với phần còn lại ta có schematic sau:



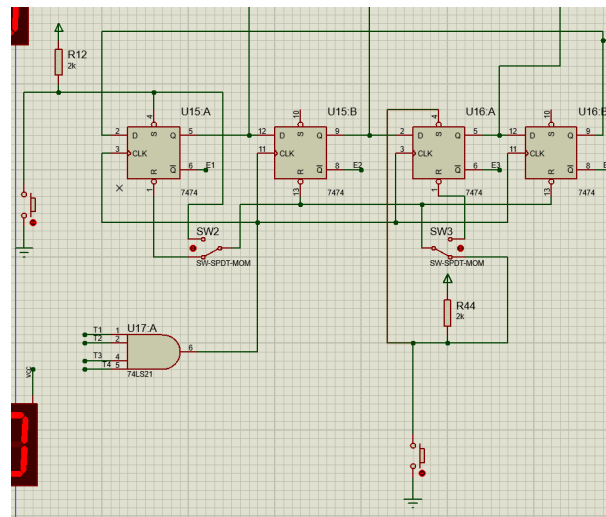
### 3.3.2 Schematic thời gian đếm ngược

Chúng ta kết hợp phần trên với IC 74LS190 để cài đặt đếm ngược cho mạch. Sử dụng IC 74LS00 để cài đặt reset cho thời gian đếm ngược. Với mỗi ngõ vào của cổng logic And trong IC 74LS00, ta kết nối với chân Q0, Q4. Ngõ ra kết nối lại với chân reset của IC 74LS190. Vì khi Q0, Q4 đều bằng 0 tức là mạch 74190 đếm đến 0 thì chân reset sẽ kích hoạt và mạch trở lại trạng thái ban đầu.  
Schematic:



Thực hiện tương tự với phần còn lại.

### 3.4 Schematic mạch điều khiển hoạt động của từng tín hiệu



T1, T2, T3, T4 là các chân RCO của các IC 74LS190.

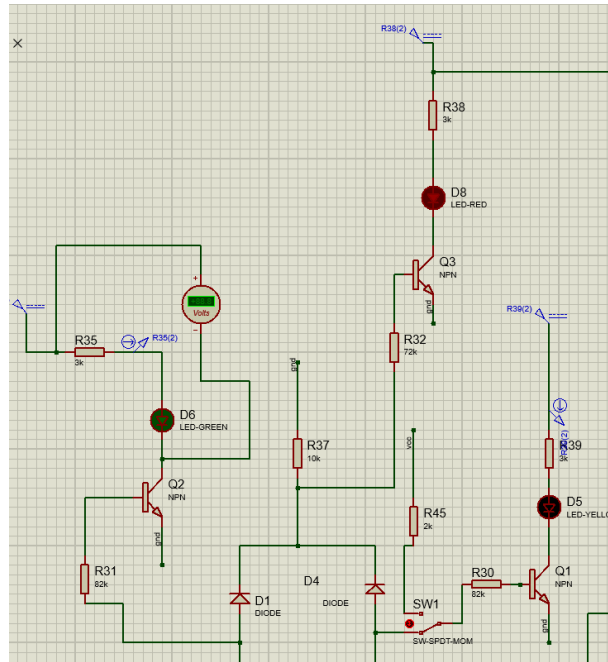
E1, E2, E3, E4 là các chân E của các IC 74LS190.

Mạch này giúp các IC 74LS190 có thể đếm lần lượt.

Sau khi nhấn nút thì mạch sẽ bắt đầu đếm, SW2, SW3 là switch đổi chiều của tín hiệu.

Các tín hiệu output của IC 74LS74 được dùng để điều khiển tín hiệu đèn.

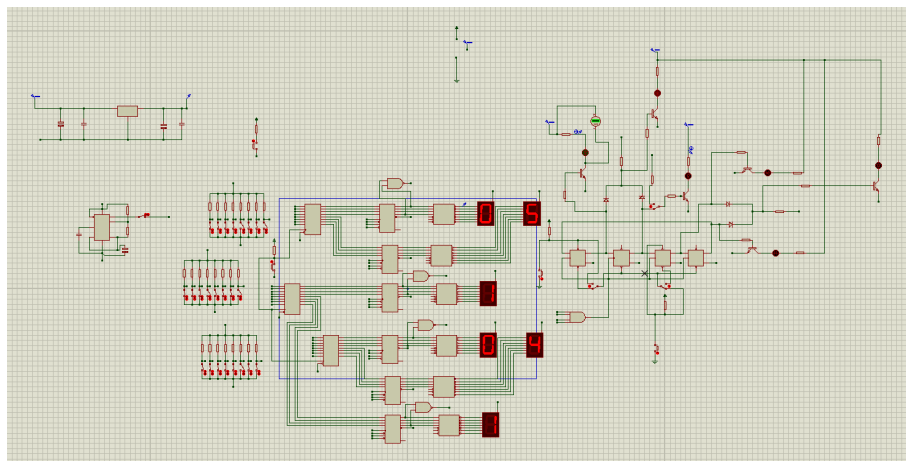
### 3.5 Schematic Tín hiệu đèn



Chúng ta sử dụng BJT NPN và Diode để ổn định dòng điện. Điện áp được nhận từ các chân output của IC 74LS74. Thiết kế tương tự với chiều còn lại.

### 3.6 Mô phỏng mạch

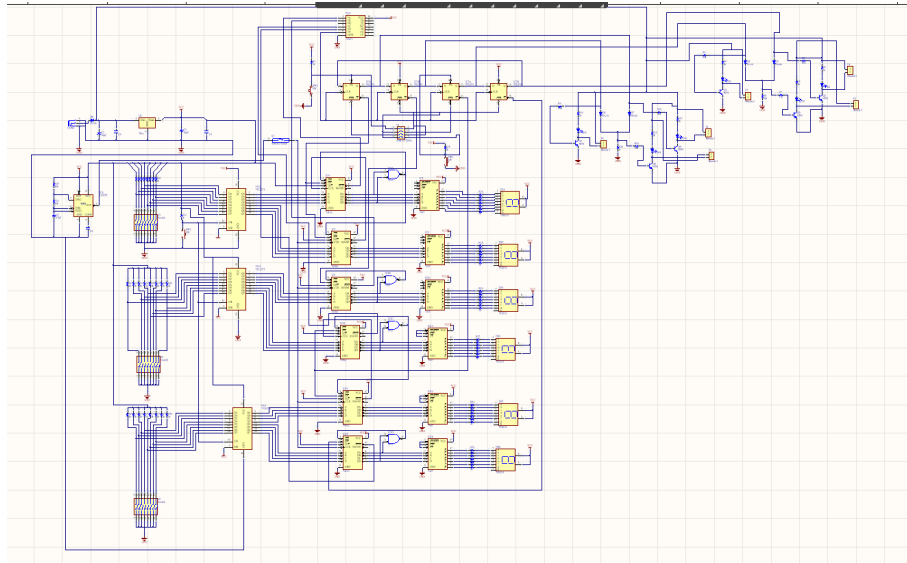
Sau khi thiết kế ta có tổng quan sơ đồ mạch như sau:



Video mô phỏng hoạt động của mạch [link](#)

### 3.7 Vẽ Schematic trong Altium Designer

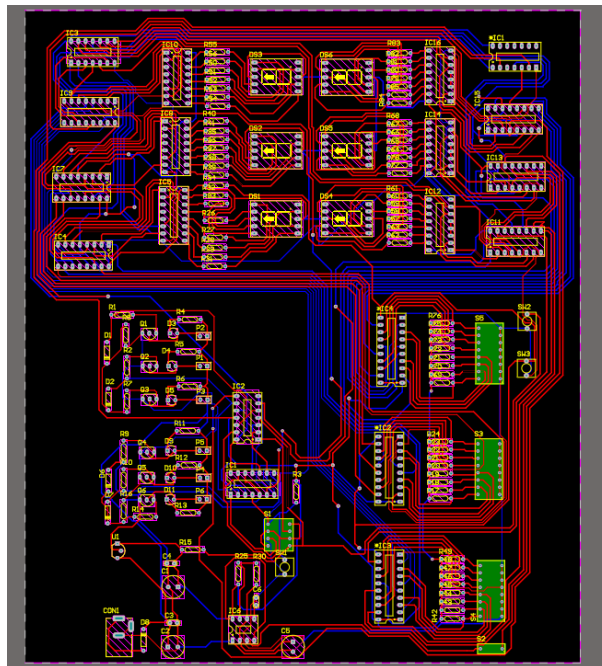
Sau khi mô phỏng mạch, chúng ta tiến hành vẽ lại mạch trong Altium Designer



## 3.8 Thiết kế PCB

### 3.8.1 Đi dây cho mạch

Chúng ta chuyển từ mạch Schematic sang PCB và đi dây cho từng linh kiện. Kết quả:



Trong đó:

- Đường dây màu đỏ: Thuộc lớp Top
- Đường dây màu xanh: Thuộc lớp Bot



### 3.8.2 Tính toán đường dây

Công thức tính toán đường dây:

$$\text{Area}[\text{mils}^2] = (\text{Current}[\text{Amps}] / (k * (\text{Temp\_Rise}[\text{deg. C}]^b))^c) * (1/c)$$

Then, the Width is calculated:

$$\text{Width}[\text{mils}] = \text{Area}[\text{mils}^2] / (\text{Thickness}[\text{oz}] * 1.378[\text{mils/oz}])$$

For IPC-2221 internal layers:  $k = 0.024$ ,  $b = 0.44$ ,  $c = 0.725$

For IPC-2221 external layers:  $k = 0.048$ ,  $b = 0.44$ ,  $c = 0.725$

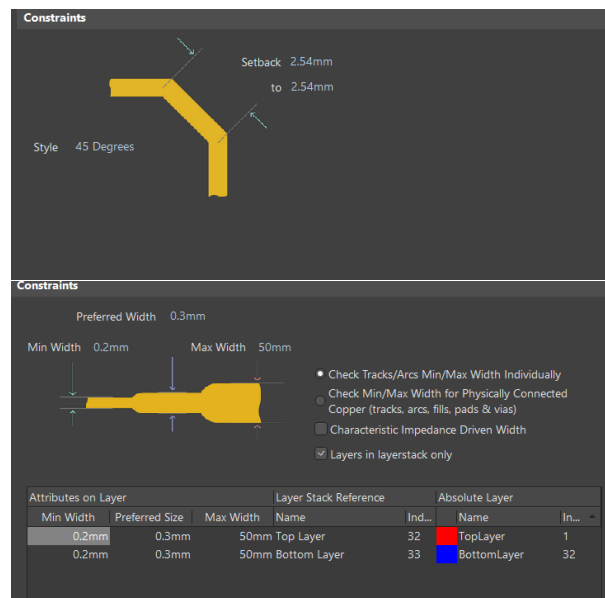
Ta chọn tấm đồng có độ dày là 1.5, Temperature Rise = 10, Ambient Temperature = 30.

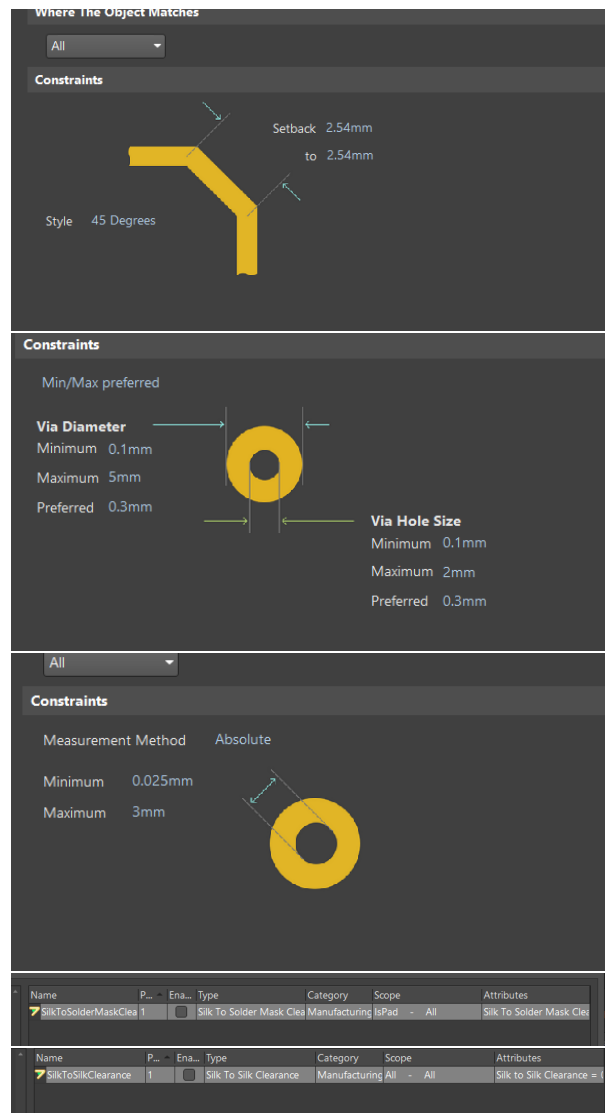
Tính toán:

- Vì dây GND không dẫn điện nên ta có thể chọn độ rộng tùy ý.
- Để cả mạch hoạt động ở mức 5mA thì chúng ta cần độ rộng của đường dây là 0.000134 mm .

Trong mạch lần này chúng ta chọn độ rộng là 0.8mm cho tất cả các đường dây ngoại trừ GND

### 3.8.3 Đặt design rule





Kết quả chạy design rule check:

Summary	
Warnings	Count
Total	0
Rule Violations	Count
Clearance Constraint (Gap=0.3mm) (All) (All)	0
Clearance Constraint (Gap=0mm) (InComponent) (H*) (All)	0
Clearance Constraint (Gap=0.5mm) (InPolygon) (All)	0
Clearance Constraint (Gap=0.35mm) (InNet) (AC*) OR (InNet) (ACN*) (All)	0
Short-Circuit Constraint (Allowed=No) (All) (All)	0
Un-Routed Net Constraint (All)	0
Modified Polygon (Allow modified: No) (Allow shelled: No)	0
Width Constraint (Min=0.2mm) (Max=50mm) (Preferred=0.3mm) (All)	0
Power Plane Connect Rule (Relief Connect VExpansion=0.508mm) (Conductor Width=0.254mm) (Air Gap=0.254mm) (Entries=4) (All)	0
Hole Size Constraint (Min=0.025mm) (Max=3mm) (All)	0
Hole To Hole Clearance (Gap=0.254mm) (All) (All)	0
Minimum Solder Mask Sliver (Gap=0.254mm) (All) (All)	0
Silk To Solder Mask (Clearance=0.254mm) (Disabled) (IsPad) (All)	0
Silk to Silk (Clearance=0.254mm) (Disabled) (All) (All)	0
Net Antennae (Tolerance=0mm) (All)	0
Height Constraint (Min=0mm) (Max=30mm) (Preferred=12.7mm) (All)	0
Total	0

Tóm tắt phần chọn điện trở :

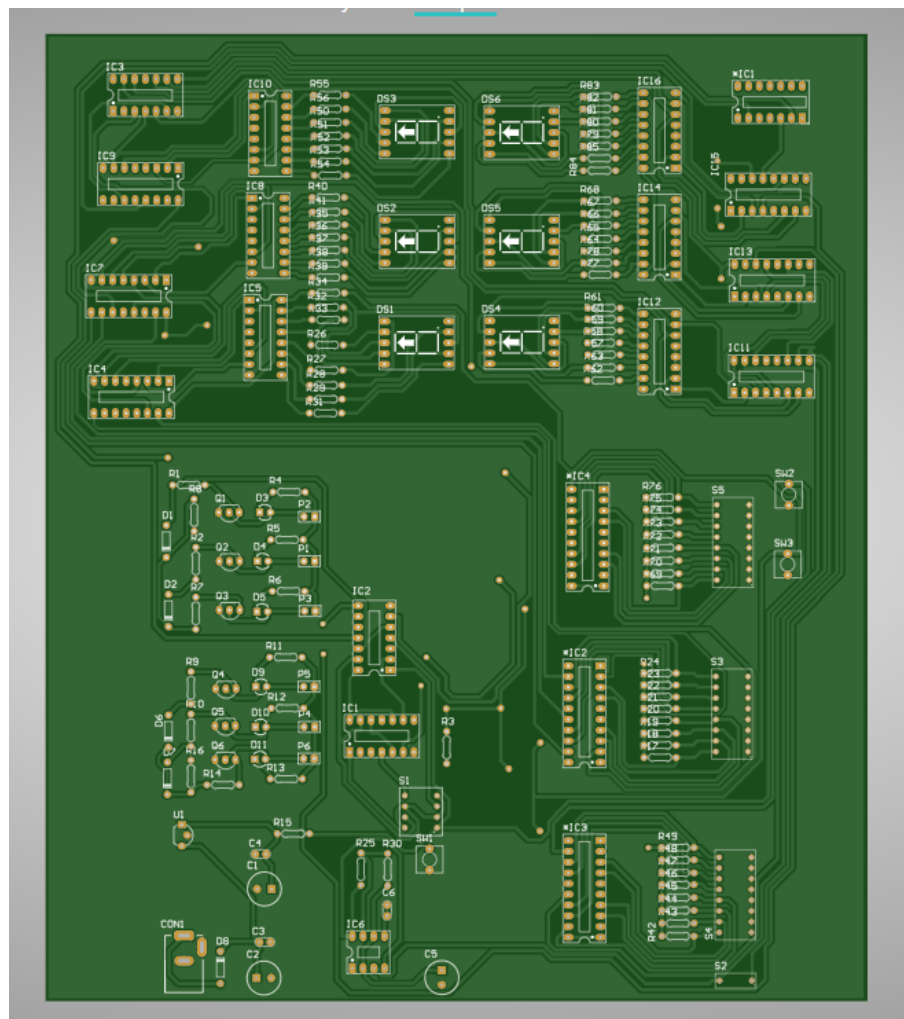
- Điện trở ở led 7 đoạn chúng ta chọn loại 620  $\Omega$

- Điện trở ở các led 3mm chúng ta chọn loại 2000  $\Omega$
- Điện trở ở cực B của Bjt chúng ta chọn loại 160000  $\Omega$

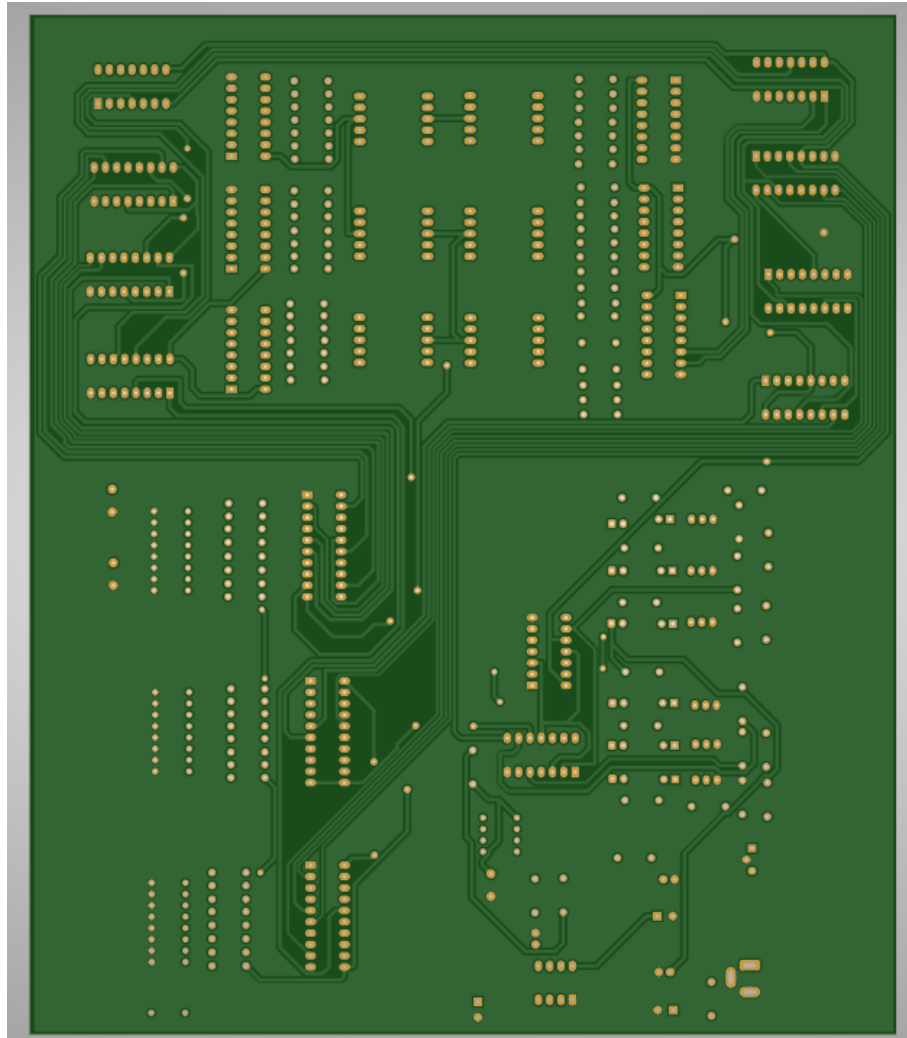
## 4 Kết quả

Sau khi thực hiện các bước trên và phủ đồng ở các mặt cần thiết ta thu được kết quả:

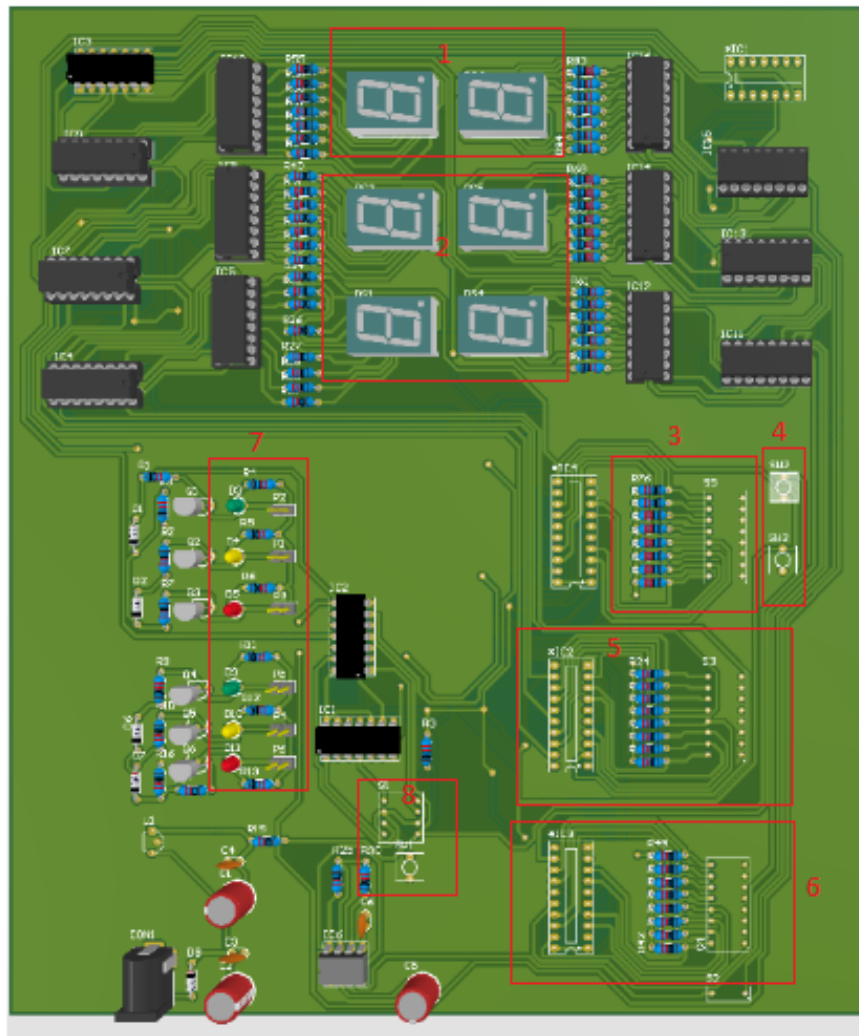
Lớp top:



Lớp bottom:



## 4.1 Mô tả hoạt động của mạch:



Trong đó:

- Vùng 1: Biểu thị thời gian đèn vàng.
- Vùng 2: Biểu thị thời gian đèn xanh.
- Vùng 3,5 : Switch cài đặt thời gian cho đèn xanh.
- Vùng 6 : Switch cài đặt thời gian cho đèn vàng.
- Vùng 4,8: Switch đổi lane và công tắc các chế độ.
- Vùng 7: Nơi xuất tín hiệu và hiển thị tín hiệu.