

[BÀI 9]:

Lập trình Bộ đếm – Bộ định thời (Timer/Counter) trong 8051

Chào các bạn hôm nay mình sẽ giới thiệu với các bạn Bộ đếm – Bộ định thời trong 8051

1. Xem lại bài học trước tại đây:

[MỞ ĐẦU][8051] Tổng hợp hướng dẫn lập trình 8051 từ A – Z + mô phỏng proteus

2. Bài học:

2.1. Giới thiệu:

Bộ đếm – Bộ định thời trong 8051 có nhiệm vụ là đếm các xung nhịp, xung nhịp có thể là 1 trong 2 loại sau:

1. Xung nhịp bên trong IC: Là xung được tạo ra bởi bộ dao động bên ngoài và bộ chia tần bên trong IC, người ta gọi đây là bộ định thời (Timer). Ứng dụng: tạo độ trễ chính tương đối chính xác ...
2. Xung nhịp bên ngoài IC: Được tính như một xung nếu có sự thay đổi mức logic 0 và 1 ứng với 1 chân của vi điều khiển. Ứng dụng: đếm sản phẩm, đếm số người ra vào phòng ...

8051 có 2 Bộ đếm – Bộ định thời là Timer0 và Timer1

2.2. Bộ định thời của 8051

Phần này mình sẽ hướng dẫn làm như thế nào để tạo độ trễ thời gian.

Đầu tiên cùng tìm hiểu các thanh ghi sau:

2.2.1. Các thanh ghi của bộ Timer0 (16bit)

Gồm 2 thanh ghi 8 bit TH0 và TL0 gộp lại thành thanh ghi 16 bit như hình:

TH0								TL0							
D1	D1	D1	D1	D1	D1	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
5	4	3	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

- TH0 (Timer0 High byte): Thanh ghi Timer0 byte cao.
- TL0 (Timer Low byte): Thanh ghi Timer0 byte thấp.

2.2.2. Các thanh ghi của bộ Timer1 (16bit)

Tương tự bộ Timer1, 2 thanh ghi 8 bit gộp thành thanh ghi 16 bit là TL1 và TH1:

TH1								TL1							
D1	D1	D1	D1	D1	D1	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
5	4	3	2	1	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

2.2.3. Thanh ghi TMOD

Cả 2 bộ Timer đều sử dụng thanh ghi TMOD để thiết lập chế độ làm việc khác nhau của bộ định thời.

Thanh ghi **TMOD** là **thanh ghi 8 bit** gồm có:

Ø 4 bit thấp để thiết lập cho bộ **Timer 0**.

Ø 4 bit cao để thiết lập cho **Timer 1**.

Trong đó:

Ø 2 bit thấp của chúng dùng để thiết lập chế độ của bộ định thời.

Ø 2 bit cao dùng để xác định phép toán.

GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0
Timer1				Timer0			

Thanh ghi TMOD

2.2.3.a. Các bit M1 và M0:

Là các bit chế độ của Timer0 và Timer1, set các bit M1 và M0 tương ứng như bảng dưới để chọn chế độ.

M1	M0	Chế độ	Chế độ hoạt động
0	0	0	Bộ định thời 13 bit: 8 bit là bộ định thời/bộ đếm, 5 bit đặt trước.
0	1	1	Bộ định thời 16 bit: không có đặt trước.
1	0	2	Bộ định thời 8 bit: tự nạp lại.
1	1	3	Chế độ bộ định thời chia tách.

Ta chỉ quan tâm đến 2 chế độ được sử dụng nhiều là chế độ 1 và chế độ 2.

2.2.3.b. Bit C/T (Counter/Timer):

Bit này quyết định bộ Timer hoạt động ở chế độ Counter (Bộ đếm) hay Timer (Bộ định thời)

C/T = 1: Chế độ Counter (Bộ đếm) được chọn

C/T = 0: Chế độ Timer (Bộ định thời) được chọn

Ví dụ:

Muốn chọn chế độ Timer (Bộ định thời) chế độ 1 cho Timer1, ta set thanh ghi TMOD như sau:

GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0
	0	0	1				
Timer1				Timer0			

Chưa cần quan tâm đến bit GATE ta nạp giá trị cho TMOD như sau:

- TMOD = 0001 0000 (0x10) : Chế độ 1 của bộ định thời Timer1 được chọn
Tương tự như trên ta có các ví dụ sau:
- TMOD = 0000 0001 (0x01) : Chế độ 1 của bộ định thời Timer 0 được chọn.
- TMOD = 0010 0000 (0x20) : Chế độ 2 của bộ định thời Timer 1 được chọn.
- TMOD = 0001 0010 (0x12) : Chế độ 1 của bộ định thời Timer 1 và chế độ 2 của Timer 0 được chọn.

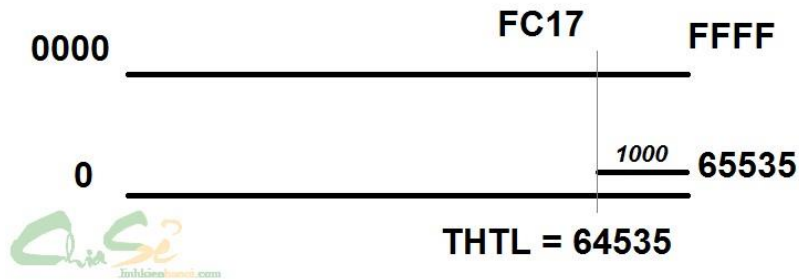
2.2.3.b. Bit cổng GATE:

Việc khởi động và ngừng bộ định thời bằng **phần cứng từ nguồn ngoài** bằng cách đặt bit **GATE = 1** trong thanh ghi **TMOD**.

Tuy nhiên, để tránh sự lẫn lộn ngay từ bây giờ ta đặt **GATE = 0** có nghĩa là không cần khởi động và dừng các bộ định thời bằng phần cứng từ bên ngoài.

2.2.4. Lập trình cho chế độ 1:

Chế độ 1 là chế độ 16 bit, do vậy nó cho phép đếm từ 0000 tới FFFF, việc nạp giá trị cho 2 thanh ghi TH và TL có nghĩa là bộ định thời bắt đầu đếm từ THTL tới FFFF. Sau khi tràn FFFF bộ đếm trở về 0000 và cờ TF được bật.



2.2.4.1. Các bước lập trình ở chế độ 1:

Để tạo bộ trễ sử dụng ở chế độ 1 của bộ định thời, chúng ta làm theo các bước sau:

Bước 1: Nạp giá trị cho thanh ghi TMOD (sử dụng Timer0 hay Timer1 + các chế độ)

Bước 2: Nạp giá trị cho các thanh ghi TH và TL

Bước 3: Khởi động bộ định thời (set bit TR0 đối với Timer0 và TR1 đối với Timer1)

Bước 4: Duy trì kiểm tra cờ cho tới khi TF = 1 thì thoát ra.

Bước 5: Dừng bộ định thời.

Bước 6: Xóa cờ TF cho vòng lặp tiếp theo.

Bước 7: Quay lại bước 2 để nạp lại TH và TL

Ví dụ: Tạo hàm trễ (delay) 1ms

```

1 // Sử dụng thư viện của cho 89c51
2 #include <REGX51.H>
3
4 // Định nghĩa cho chân số 0 của port P1
5 sbit LED = P1^0;
6
7 void delay_1ms(void);
8
9 void main(void)
10 {
11     while(1)
12     {
13         LED = 0;

```

```

14             delay_1ms();
15             LED = 1;
16             delay_1ms();
17         }
18     }
19
20 void delay_1ms(void)
21 {
22     TMOD = 0x01;    // Buoc 1: Nap gia tri cho thanh ghi TMOD
23     TH0 = 0xFC;    // Buoc 2: Gia tri can nap cho 2 thanh ghi la 0xFC17
24     TL0 = 0x17;    //      Do vay TH chua 2 byte cao, TL chua 2 byte
25     thap
26     TR0 = 1;        // Buoc 3: Khoi dong Timer0
27     while(TF0 == 0){ // Buoc 4: Kiem tra co TF0 chua len 1 thi khong
28     lam gi
29         ;
30     }
31     TR0 = 0;        // Buoc 5: Dung bo dinh thoi
32     TF0 = 0;        // Buoc 6: Xoa co TF
                        // Buoc 7: Nap lai gia tri trong bai nay khong can
33 }

```

- Trong ví dụ này mình sử dụng Bộ định thời Timer0 chế độ 1
- Với C/T = 0(chế độ định thời Timer); M1M0 = 01 (chế độ 1);
- Nạp giá trị TH0 và TL0: Ta tính như sau:

Trường hợp ta sử dụng tần số thạch anh ngoài là 12MHz, bộ chia tần của 8051 là bộ chia 12 nên tần số clock dùng tính toán trong bộ định thời là 1MHZ (1 giây chạy được 1 triệu xung, 1 xung là 10^{-6} giây).

Để tính được số xung chạy hết 1ms ta lấy $10^{-3}/10^{-6} = 1000$ xung, tức là bộ đếm đếm được 1000 lần thì đạt FFFF (tương đương với 65535 ở hệ thập phân). Do vậy con số để nạp cho THTL = 65535 – 1000 = 64535 (0xFC17)

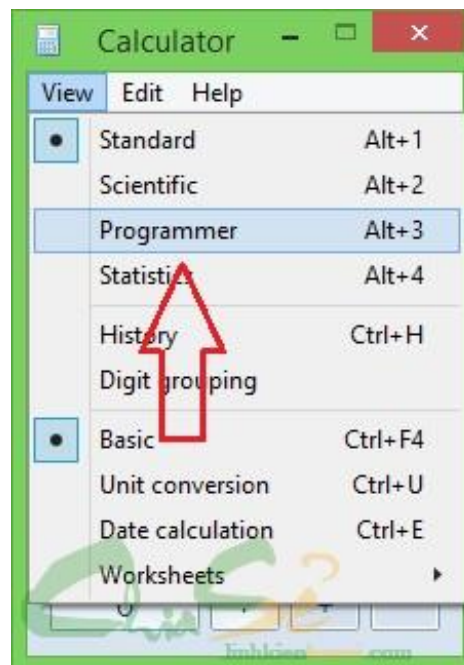
- TH0 = 0xFC;
- TL0 = 0x17;

**** Hướng dẫn chuyển đổi giữa số HEX và Số Thập Phân bằng cách sử dụng công cụ Calculator trong Windows (trong bài viết này mình hướng dẫn cho Windows 8)**

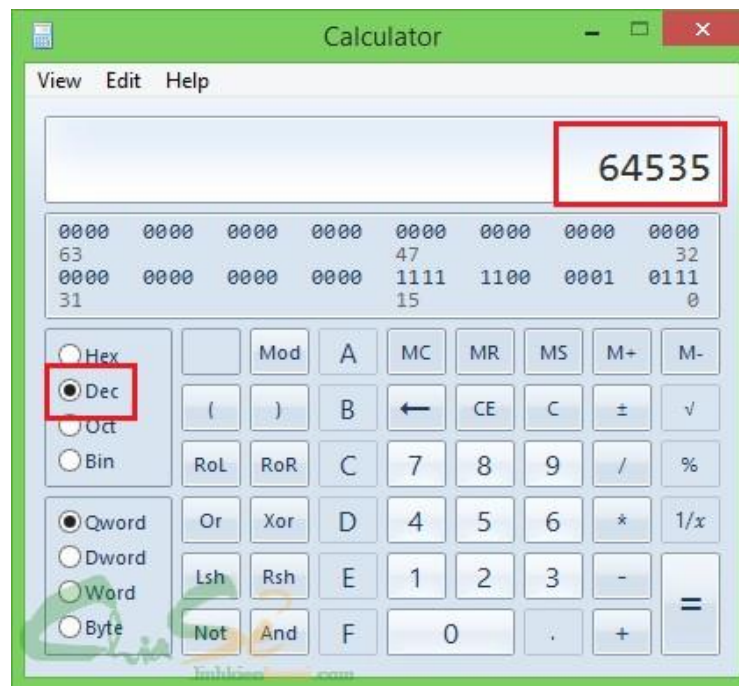
Bước 1: Chạy Calculator trong máy:



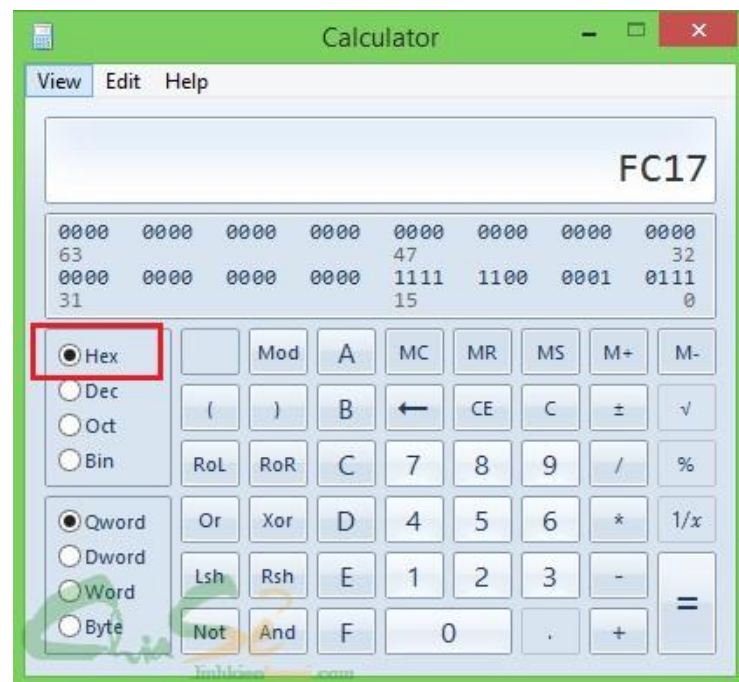
Bước 2: Chọn View -> Programmer



Bước 3: Ở chế độ DEC gõ 64535



Bước 4: Chuyển sang chế độ HEX ta được kết quả FC17

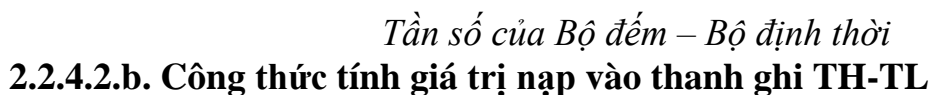


Thật đơn giản phải không nào.

2.2.4.2. Cách tính giá trị nạp vào thanh ghi TH và thanh ghi TL

2.2.4.2.a. Tần số của Bộ đếm – Bộ định thời:

Tần số của bộ định thời luôn bằng 1/12 tần số của thạch anh gắn với 8051.



Tính theo hệ số thập phân

Trong đó:

- t: Thời gian cần định thời (tính bằng giây), trong ví dụ trên $t = 1(\text{ms}) = 10^{-3} (\text{s})$
- $F = f/12$ với f là tần số thạch anh ngoài. Trong ví dụ trên $F = 12(\text{MHz}) \rightarrow F = 1\text{MHz}$
- $1/F$: Thời gian chạy 1 xung nhịp của Bộ đếm – Bộ định thời, $1/F = 10^{-6} (\text{s})$

Xét lại ví dụ trên: $\text{THTL} = 65535 - (10^{-3} \cdot 10^{-6}) = 65535 - 1000 = 64535$ (hệ thập phân)

Chuyển sang hệ Hex: 64535 <-> 0xFC17

	TH _x								TL _x							
Hệ nhị phân	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Hệ thập phân	64535															

Hệ Hex	F	C	1	7
--------	---	---	---	---

-> THx = 0xFC;

-> TLx = 0x17;

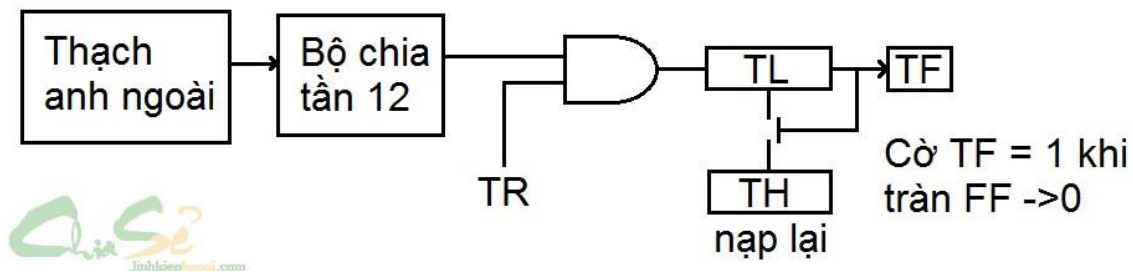
Vậy là ta đã hoàn thành việc tính giá trị cho 2 thanh ghi TH và TL.

2.2.5. Lập trình cho chế độ 2:

Cách hoạt động tương tự chế độ 1, tuy nhiên đây là bộ định thời 8 bit, do đó bộ đếm đếm từ 00->FF thay vì 0000->FFFF như chế độ 1.

Một điểm khác nữa, ở chế độ 1 ta cần nạp giá trị bắt đầu đếm vào cả 2 thanh ghi TH và TL thì ở chế độ 2 này ta chỉ cần nạp giá trị bắt đầu vào thanh ghi TL, và nạp giá trị nạp lại vào thanh ghi TH.

Tại sao lại cần nạp lại giá trị cho thanh ghi? Như đã biết thanh ghi đếm tràn từ FF về 00, do vậy để tiếp tục sử dụng bộ định thời như đã tính toán ta phải nạp lại giá trị cho nó. Trong chế độ 1, việc nạp lại phải làm bằng code, tức là sau khi tràn ta phải set lại giá trị cho 2 thanh ghi TH và TL, còn ở chế độ 2, thanh ghi TH sẽ đảm nhận việc lưu trữ giá trị nạp lại này, ta không cần phải xét bằng code.



2.2.5.1. Các bước lập trình ở chế độ 2:

Bước 1: Nạp chế độ cho thanh ghi TMOD

Bước 2: Nạp giá trị bắt đầu đếm cho thanh ghi TL và giá trị nạp lại cho thanh ghi TH

Bước 3: Khởi động bộ định thời.

Bước 4: Chờ cho cờ TF được bật lên 1

Bước 5: Dừng bộ định thời

Bước 6: Xóa cờ TF.

Bước 7: Quay lại bước 3 nếu tiếp tục quá trình.

Ví dụ:

Trong ví dụ này ta tạo hàm trễ 10ms.

```
// Su dung thu vien cua cho 89c51
1 #include <REGX51.H>
2
3 // Dinh nghia cho chan so 0 cua port P1
4 sbit LED = P1^0;
5
6 void delay_0_1ms(void);
7
8 void main(void)
9 {
10     TMOD = 0x20;    // Buoc 1: Timer1, che do 2, 8 bit tu nap lai
11     TH1 = 0x9B;     // Buoc 2: Nap gia tri bat dau dem cho TL
12     TL1 = 0x9B;     //      Nap gia tri nap lai cho thanh ghi TL
13     while(1)
14     {
15         LED = 0;
16         delay_0_1ms();
17         LED = 1;
18         delay_0_1ms();
19     }
20 }
21
22 void delay_0_1ms(void)
23 {
24     TR1 = 1;        // Buoc 3: Khoi dong Timer0
25     while(TF1 == 0){ // Buoc 4: Kiem tra co TF1 chua len 1 thi khong
26 lam gi
27         ;
28     }
29     TR1 = 0;        // Buoc 5: Dung bo dinh thoi
30     TF1 = 0;        // Buoc 6: Xoa co TF
31                     // Buoc 7: Khong can do che do 8 bit da tu
32 dong nap lai
    }
```

$$t = 0.1(\text{ms}) = 10^{-4}(\text{s})$$

$$F = 10^6(\text{s})$$

Vậy bộ định thời cần đếm $t \cdot F = 10^2 = 100$ lần thì cò tràn.

Vì ở chế độ 2 chỉ đếm đến FF tức là đếm đến 255 do vậy giá trị cần nạp cho thanh ghi TL là : $255 - 100 = 155$ (0x9B)

-> TL1 = 0x9B;

2.3. Bộ đếm của 8051

Trước khi nói về Bộ đếm (Counter), hãy chắc chắn rằng bạn đã hiểu cơ chế hoạt động của Bộ định thời (Timer). Bởi vì sự khác nhau giữa Bộ đếm và Bộ định thời chỉ là ở bộ nguồn cấp giao động.

- C/T = 0: Bộ định thời sử dụng xung đồng hồ từ bộ giao động thạch anh.
- C/T = 1: Bộ định thời được sử dụng như bộ đếm, nhận các xung đồng hồ từ nguồn ngoài.

Bộ đếm tăng lên khi các xung được đưa đến chân P3.4 (**T0**) đối với **Counter0** và chân P3.5 (**T1**) đối với **Counter1**

Chân	Chân cổng	Chức năng	Mô tả
14	P3.4	T0	Đầu vào ngoài của bộ đếm 0
15	P3.5	T1	Đầu vào ngoài của bộ đếm 1

Ví dụ:

Sử dụng bộ đếm 1, đếm các xung ở chân P3.5 và hiển thị số đếm được (trong thanh ghi TL1) lên cổng P1

```

1 / Su dung thu vien cua cho 89c51
2 #include <REGX51.H>
3
4 void main(void)
5 {
6     TMOD =0x60;        // C/T=1, bo dem 1, che do 2, tu nap lai
7     TH1  =0x00;        // Xóa bo dem ban dau
8     P3_5 = 1;          // set chan vao cho bo dem
9     TR1=1;             // Khoi dong bo dem
10    while(1)

```

```

11      {
12          P1 = TL1;    // Hien thi so dem duoc len cong P@
13      }
14 }

```

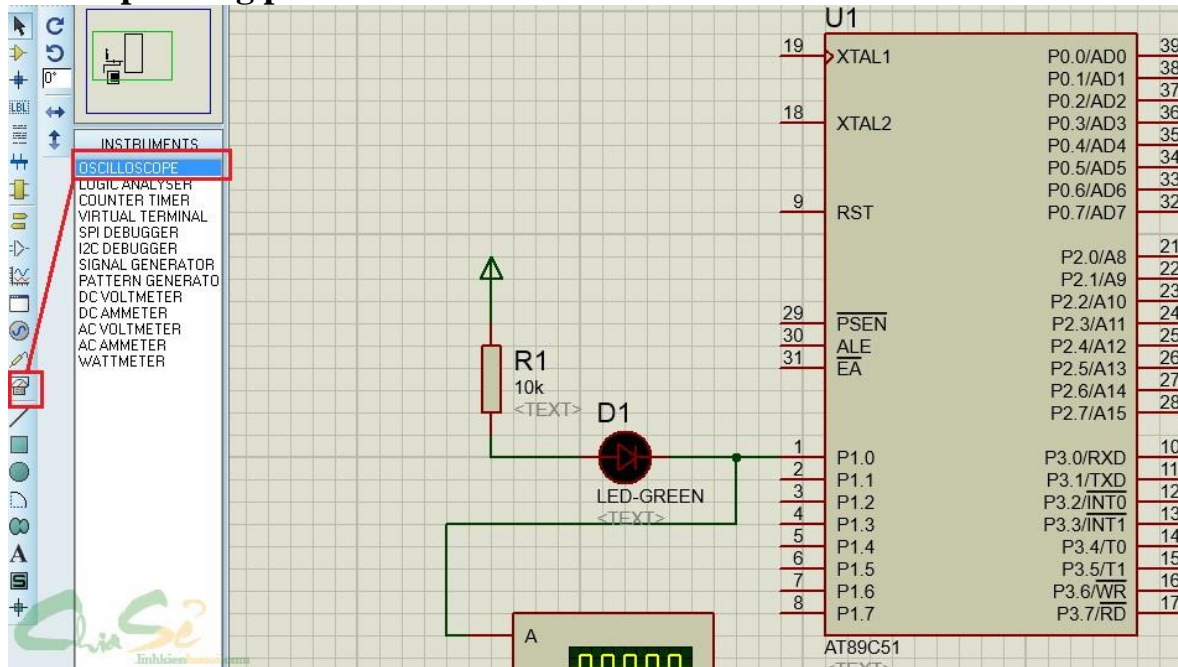
2.4. Thanh ghi TCON

Thanh ghi TCON chứa các bit điều khiển, các cờ cho cả Timer0 và Timer1, ngoài ra nó chứa các bit điều khiển các ngắt, mà ở bài sau chúng ta sẽ học.

TCON							
TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

3. Bài tập:

Bài 1: Thực hành lại ví dụ trong bài học, tạo hàm trễ 1ms, đo bằng oscilloscope trong proteus.



Bài 2: Áp dụng kiến thức từ bài nút bấm. Triển khai bài tập nhấn nút bấm 3 lần thì đèn sáng, bấm tiếp 3 lần thì đèn tắt.

Chúc các bạn thành công !