

## Series chia sẻ kiến thức lập trình

C Cơ Bản (50)

PIC (14)

ESP32 (22)

AVR (17)

STM32F1 (18)

STM32F4 (27)

Arduino (1)

Tổng quan về ATmega16

Tạo 1 Project trong CodeVisionAVR

GPIO trong ATmega16

Ngắt ngoài với ATmega16

ADC trong ATmega16

Timer trong ATmega16 (phần 1)

Timer trong ATmega16 (phần 2)

Timer trong ATmega16 (phần 3)

PWM trong ATmega16

UART và USART trong ATmega16 (Phần 1)

UART và USART trong ATmega16 (Phần 2)

SPI trong ATmega16

TWI

I2C

Giao tiếp 1-Wire với Cảm biến nhiệt độ DS18B20

EEPROM trong ATmega16

Watchdog Timer trong ATmega16

Timer trong ATmega16 (phần 1)

Tuấn Vũ

### 1. Giới thiệu

Timer/Counter là một ngoại vi thông dụng mà bất cứ dòng vi điều khiển nào cũng có, được sử dụng rất nhiều trong các ứng dụng thực tế như quét led, tạo xung PWM, đo tần số, định thời... Do đó, đây là một ngoại vi quan trọng mà người học chắc chắn phải tìm hiểu.

Timer/Counter là một bộ đếm, đếm xung clock. Trong bộ Timer/Counter có các thanh ghi chứa giá trị đếm và thanh ghi điều khiển hoạt động đếm này. Nguồn xung nhịp được chọn để đếm trong các vi điều khiển có thể là nguồn xung clock nội (bên trong vi điều khiển) hoặc có thể là nguồn xung clock được cấp từ thạch anh bên ngoài.

Trong vi điều khiển Atmega16 có 3 bộ Timer/Counter, trong đó có 2 bộ Timer/Counter 8 bit là Timer0 và Timer2, 1 bộ Timer 16 bit là Timer1.

Các chế độ hoạt động của Timer/Counter trong Atmega16:

- Chế độ định thời
- Chế độ đếm sự kiện
- Chế độ tạo xung điều rộng PWM
- Chế độ Input Capture (không có trên Timer/Counter0,2)
- Chế độ Output Compare

### 2. Các bộ Timer/Counter trên Atmega16

Một số định nghĩa cần nắm trước khi sử dụng Timer/Counter trong Atmega16:

BOTTOM	Bộ đếm đạt giá trị BOTTOM khi nó có giá trị 0x00
MAX	Bộ đếm đạt đến giá trị MAX khi nó có giá trị 0xFF với Timer/Counter0, Timer/Counter2 và 0xFFFF với Timer/Counter1
TOP	Bộ đếm đạt đến giá trị TOP khi nó trở thành giá trị cao nhất trong chuỗi số đếm. Giá trị TOP có thể được gán là giá trị cố định MAX hoặc giá trị được lưu trong thanh ghi OCR0.

#### 2.1. Timer/Counter 0

Các thanh ghi được thiết kế cho hoạt động và điều khiển của Timer/Counter0 là: TCCR0, TCNT0, OCR0, TIMSK, TIFR.

**Thanh ghi TCCR0 – Timer/Counter Control Register:** Thanh ghi điều khiển hoạt động của Timer/Counter0.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	FOC0	WGM00	COM01	COM00	WGM01	CS02	CS01	CS00	TCCR0
Read/Write	W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Trong thanh ghi này, cần chú ý đến các bit sau:

- Bit 3,6 – WGM01:0: Waveform Generation Mode: Các bit chọn chế độ hay chọn dạng sóng.

Mode	WGM01 (CTC0)	WGM00 (PWM0)	Timer/Counter Mode of Operation	TOP	Update of OCR0	TOV0 Flag Set-on
0	0	0	Normal	0xFF	Immediate	MAX
1	0	1	PWM, Phase Correct	0xFF	TOP	BOTTOM
2	1	0	CTC	OCR0	Immediate	MAX
3	1	1	Fast PWM	0xFF	BOTTOM	MAX

Có 4 Mode hoạt động của Timer/Counter0 là: Normal, PWM Phase Correct, CTC và Fast PWM.



COM01	COM00	Description
0	0	Normal port operation, OC0 disconnected.
0	1	Toggle OC0 on compare match
1	0	Clear OC0 on compare match
1	1	Set OC0 on compare match

- Mode Output Capture, chế độ Fast PWM Mode:

COM01	COM00	Description
0	0	Normal port operation, OC0 disconnected.
0	1	Reserved
1	0	Clear OC0 on compare match, set OC0 at BOTTOM, (non-inverting mode)
1	1	Set OC0 on compare match, clear OC0 at BOTTOM, (inverting mode)

- Mode Output Capture, chế độ Phase Correct PWM Mode:

COM01	COM00	Description
0	0	Normal port operation, OC0 disconnected.
0	1	Reserved
1	0	Clear OC0 on compare match when up-counting. Set OC0 on compare match when downcounting.
1	1	Set OC0 on compare match when up-counting. Clear OC0 on compare match when downcounting.

- Bit 2:0 – CS02:0: Clock Select: là các bit chọn nguồn xung nhịp cho bộ Timer/Counter.

CS02	CS01	CS00	Description
0	0	0	No clock source (Timer/Counter stopped).
0	0	1	clk <sub>I/O</sub> /(No prescaler)
0	1	0	clk <sub>I/O</sub> /8 (From prescaler)
0	1	1	clk <sub>I/O</sub> /64 (From prescaler)
1	0	0	clk <sub>I/O</sub> /256 (From prescaler)
1	0	1	clk <sub>I/O</sub> /1024 (From prescaler)
1	1	0	External clock source on T0 pin. Clock on falling edge.
1	1	1	External clock source on T0 pin. Clock on rising edge.

**Thanh ghi TCNT0 (Timer/Counter Register):** Thanh ghi 8 bit chứa giá trị vận hành của Timer/Counter0, cho phép bạn đọc và ghi trực tiếp.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	TCNT0[7:0]								TCNT0
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

**Thanh ghi OCR0 (Output Compare Register):** Thanh ghi so sánh giá trị đầu ra chứa 8 bit giá trị được so sánh liên tục với giá trị bộ đếm (TCNT0). Một kết quả so sánh bằng có thể được sử dụng để tạo ra một ngắt so sánh đầu ra hoặc để tạo đầu ra dạng sóng trên chân OC0.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	OCR0[7:0]								OCR0
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	



Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	OCIE2	TOIE2	TICIE1	OCIE1A	OCIE1B	TOIE1	OCIE0	TOIE0	TIMSK
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Ta chỉ quan tâm đến các bit 0 và 1 của TIMSK:

- Bit 1 – OCIE0 (Timer/Counter0 Output Compare Match Interrupt Enable): bit cho phép ngắt khi có giá trị bằng xảy ra trong việc so sánh TCNT0 và OCR0.
- Bit 0 – TOIE0 (Timer/Counter0 Overflow Interrupt Enable): bit cho phép ngắt khi có tràn ở Timer/Counter0. Tràn xảy ra khi giá trị trong TCNT0 đạt đến MAX (255) và lại đếm thêm 1 lần nữa.

**Thanh ghi TIFR (Timer/Counter Interrupt Flag Register):** Thanh ghi cờ ngắt cho bộ Timer/Counter.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	OCF2	TOV2	ICF1	OCF1A	OCF1B	TOV1	OCF0	TOV0	TIFR
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

- Bit 1 – OCF0 (Output Compare Flag 0): bit này được set lên 1 khi xảy ra phép so sánh TCNT0 và OCR0 có giá trị bằng.
- Bit 0 – TOV0 (Timer/Counter0 Overflow Flag): bit TOV0 được set lên 1 khi xảy ra tràn trong Timer/Counter0.

## 2.2. Timer/Counter 1

Timer/Counter1 là một bộ Timer/Counter 16 bit, đa chức năng, rất phù hợp cho lập trình đo lường và điều khiển vì có độ phân giải cao, có khả năng tạo xung điều rộng PWM (Pulse Width Modulation).

Các thanh ghi trong Timer/Counter1:

Thanh ghi TCCR1A và TCCR1B (Timer/Counter1 Control Register A và B): Thanh ghi điều khiển của Timer/Counter1.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	COM1A1	COM1A0	COM1B1	COM1B0	FOC1A	FOC1B	WGM11	WGM10	TCCR1A
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	W	W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

  

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	ICNC1	ICES1	–	WGM13	WGM12	CS12	CS11	CS10	TCCR1B
Read/Write	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Ta cần quan tâm một số bit quan trọng sau:

- Bit COM1A1:0 (Compare Output Mode for Channel A): Chọn mode Output Compare cho kênh A.
- Bit COM1B1:0 (Compare Output Mode for Channel B): Chọn mode Output Compare cho kênh B.

**Table 44.** Compare Output Mode, non-PWM

COM1A1/COM1B1	COM1A0/COM1B0	Description
0	0	Normal port operation, OC1A/OC1B disconnected.
0	1	Toggle OC1A/OC1B on compare match
1	0	Clear OC1A/OC1B on compare match (Set output to low level)
1	1	Set OC1A/OC1B on compare match (Set output to high level)

		disconnected.
0	1	WGM13:0 = 15: Toggle OC1A on Compare Match, OC1B disconnected (normal port operation). For all other WGM13:0 settings, normal port operation, OCnA/OCnB disconnected.
1	0	Clear OC1A/OC1B on compare match, set OC1A/OC1B at BOTTOM, (non-inverting mode)
1	1	Set OC1A/OC1B on compare match, clear OC1A/OC1B at BOTTOM, (inverting mode)

**Table 46.** Compare Output Mode, Phase Correct and Phase and Frequency Correct PWM <sup>(1)</sup>

COM1A1/COM1B1	COM1A0/COM1B0	Description
0	0	Normal port operation, OC1A/OC1B disconnected.
0	1	WGM13:0 = 9 or 14: Toggle OCnA on Compare Match, OCnB disconnected (normal port operation). For all other WGM13:0 settings, normal port operation, OC1A/OC1B disconnected.
1	0	Clear OC1A/OC1B on compare match when up-counting. Set OC1A/OC1B on compare match when downcounting.
1	1	Set OC1A/OC1B on compare match when up-counting. Clear OC1A/OC1B on compare match when downcounting.

• Bit WGM13-10 (Waveform Generation Mode): các bit dùng để chọn các chế độ hay chọn dạng sóng.

**Table 47.** Waveform Generation Mode Bit Description <sup>(1)</sup>

Mode	WGM13	WGM12 (CTC1)	WGM11 (PWM11)	WGM10 (PWM10)	Timer/Counter Mode of Operation	TOP	Update of OCR1X	TOV1 Flag Set on
0	0	0	0	0	Normal	0xFFFF	Immediate	MAX
1	0	0	0	1	PWM, Phase Correct, 8-bit	0x00FF	TOP	BOTTOM
2	0	0	1	0	PWM, Phase Correct, 9-bit	0x01FF	TOP	BOTTOM
3	0	0	1	1	PWM, Phase Correct, 10-bit	0x03FF	TOP	BOTTOM
4	0	1	0	0	CTC	OCR1A	Immediate	MAX
5	0	1	0	1	Fast PWM, 8-bit	0x00FF	BOTTOM	TOP
6	0	1	1	0	Fast PWM, 9-bit	0x01FF	BOTTOM	TOP
7	0	1	1	1	Fast PWM, 10-bit	0x03FF	BOTTOM	TOP
8	1	0	0	0	PWM, Phase and Frequency Correct	ICR1	BOTTOM	BOTTOM
9	1	0	0	1	PWM, Phase and Frequency Correct	OCR1A	BOTTOM	BOTTOM
10	1	0	1	0	PWM, Phase Correct	ICR1	TOP	BOTTOM
11	1	0	1	1	PWM, Phase Correct	OCR1A	TOP	BOTTOM
12	1	1	0	0	CTC	ICR1	Immediate	MAX
13	1	1	0	1	Reserved	–	–	–
14	1	1	1	0	Fast PWM	ICR1	BOTTOM	TOP
15	1	1	1	1	Fast PWM	OCR1A	BOTTOM	TOP

• Bit CS12-10 (Clock Select): Chọn chế độ xung nhịp cho Timer/Counter1.

0	0	1	CLK <sub>IO</sub> /1 (No prescaling)
0	1	0	clk <sub>IO</sub> /8 (From prescaler)
0	1	1	clk <sub>IO</sub> /64 (From prescaler)
1	0	0	clk <sub>IO</sub> /256 (From prescaler)
1	0	1	clk <sub>IO</sub> /1024 (From prescaler)
1	1	0	External clock source on T1 pin. Clock on falling edge.
1	1	1	External clock source on T1 pin. Clock on rising edge.

• Bit ICES1 (Input Capture Edge Select): bit lựa chọn loại cạnh (cạnh lên hay xuống) để kích Input Capture.

Khi ICES=0, cạnh xuống của tín hiệu vào sẽ kích Input Capture, nếu ICES=1 thì cạnh lên sẽ kích. Thanh ghi ICR1 chứa giá trị chính của Input Capture.

**Thanh ghi TCNT1H và TCNT1L (Timer/Counter1):** thanh ghi 16 bit chứa giá trị vận hành của Timer/Counter1 có thể đọc, ghi trực tiếp.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	TCNT1[15:8]								TCNT1H
	TCNT1[7:0]								TCNT1L
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

**Các thanh ghi OCR1AH - OCR1AL và OCR1BH - OCR1BL (Output Compare Register 1A và 1B):** là các thanh ghi so sánh giá trị đầu ra chứa 16 bit được so sánh liên tục với giá trị bộ đếm (TCNT1). Một kết quả so sánh bằng có thể được sử dụng để tạo ra một ngắt so sánh đầu ra hoặc để tạo đầu ra dạng sóng trên chân OC1x.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	OCR1A[15:8]								OCR1AH
	OCR1A[7:0]								OCR1AL
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	OCR1B[15:8]								OCR1BH
	OCR1B[7:0]								OCR1BL
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

**Thanh ghi ICR1H - ICR1L (Input Capture Register 1):** Input Capture sẽ lấy được giá trị của bộ đếm (TCNT1) mỗi khi có sự kiện xảy ra trên chân ICP1 trên vi điều khiển.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	ICR1[15:8]								ICR1H
	ICR1[7:0]								ICR1L
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

**Thanh ghi TIMSK (Timer/Counter Interrupt Mask Register):** Các bộ Timer/Counter trên AVR dùng chung thanh ghi mặt nạ ngắt, vì vậy TIMSK cũng dùng để quy định ngắt cho Timer/Counter1. Ta chỉ quan tâm đến các bit từ 2 đến 5 của TIMSK.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	OCIE2	TOIE2	TICIE1	OCIE1A	OCIE1B	TOIE1	OCIE0	TOIE0	TIMSK
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

- Bit 5 – TICIE1 (Input Capture Interrupt Enable): bit cho phép ngắt trong trường hợp Input Capture được dùng.
- Bit 4 – OCIE1A (Output Compare A Match Interrupt Enable): bit cho phép ngắt khi TCNT1 có giá trị bằng OCR1B.
- Bit 3 – OCIE1B (Output Compare B Match Interrupt Enable): bit cho phép ngắt khi TCNT1 có giá trị bằng OCR1A.
- Bit 2 – TOIE1 (Overflow Interrupt Enable): bit quy định ngắt tràn cho thanh ghi Timer/Counter1.

**Thanh ghi TIFR (Timer/Counter Interrupt Flag Register):** thanh ghi cờ nhớ cho các bộ Timer/Counter.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	OCF2	TOV2	ICF1	OCF1A	OCF1B	TOV1	OCF0	TOV0	TIFR
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	







## 2.3. Timer/Counter 2

Về mặt chức năng, Timer/Counter2 gần giống như Timer/Counter0. Tuy nhiên, điểm khác biệt của nó là khả năng hoạt động không đồng bộ với chip, nó giống như bạn tách Timer/Counter2 ra thành một chip timer riêng. Vì thế, cần cung cấp một nguồn xung clock khác cho timer này (1 thạch anh khác).

Trong bài này, mình đã giới thiệu cơ bản về Timer/Counter và các thanh ghi dùng trong Timer/Counter với ATmega16, bài tiếp theo mình sẽ đưa ra các ví dụ cụ thể về các chức năng của Timer/Counter.

### Blog Nổi Bật

- ☐ Giao tiếp I2C
- ☐ Giao tiếp SPI
- ☐ RTOS Phần 4: Queue
- ☐ Tổng quan về RTOS

### Khóa Học Nổi Bật

- ☐ Lập trình STM32F103 cơ bản
- ☐ Khóa học lập trình C cơ bản
- ☐ Lập trình IoT chip ESP32-IDF
- ☐ Khóa học lập trình STM32 Full lộ trình (NEW)



Số 101C, ngõ Xã  
Đàn 2, Đồng Đa, Hà Nội

0969666522

deviotcore@gmail.com

### Chúng tôi là ai?

- DEVIOT là một trung tâm đào tạo về kỹ thuật được xây dựng bởi những kỹ sư giàu kinh nghiệm đến từ các công ty tập đoàn công nghệ nổi tiếng trong nước
- Chúng tôi mang trong mình sứ mệnh đem những kiến thức thực tế tích lũy được trong quá trình làm việc đến với các bạn học sinh, sinh viên trên cả nước

### Chuyên ngành đào tạo

- Lập trình nhúng và IoT
- Thiết kế mạch điện tử
- Ngôn ngữ lập trình
- Xử lý ảnh và AI

### Fanpage Facebook





Blog kỹ  
thuật

Tutorial

Tài  
liệu

Giới  
thiệu

Góc học  
viên



Đăng nhập

[Theo dõi Trang](#)  
[Trang tính tiền 100](#)

[C/C++/Python](#)[AVR/PIC/STM32](#)[Arc](#)



**Học online: ESP32 Pro**

Nội dung chính:

- Lập trình ngoại vi
- Lập trình điều khiển Wifi Local
- Config wifi 3 cách phổ biến nhất
- Điều khiển MQTT, Flash secure
- Bluetooth Mesh
- Update OTA, JSON

Khai giảng: 17/10/2020  
Thời gian học: 2 tháng  
19h30-21h30 T4&T5

20 buổi học

~~2.500.000 VND~~ **1.900.000 VND**

**Deviot.vn - Lập trình nhúng & IoT**  
khoảng một tháng trước

**KHÓA HỌC IOT TỐT NHẤT BẠN CÓ TÌM THẤY**

