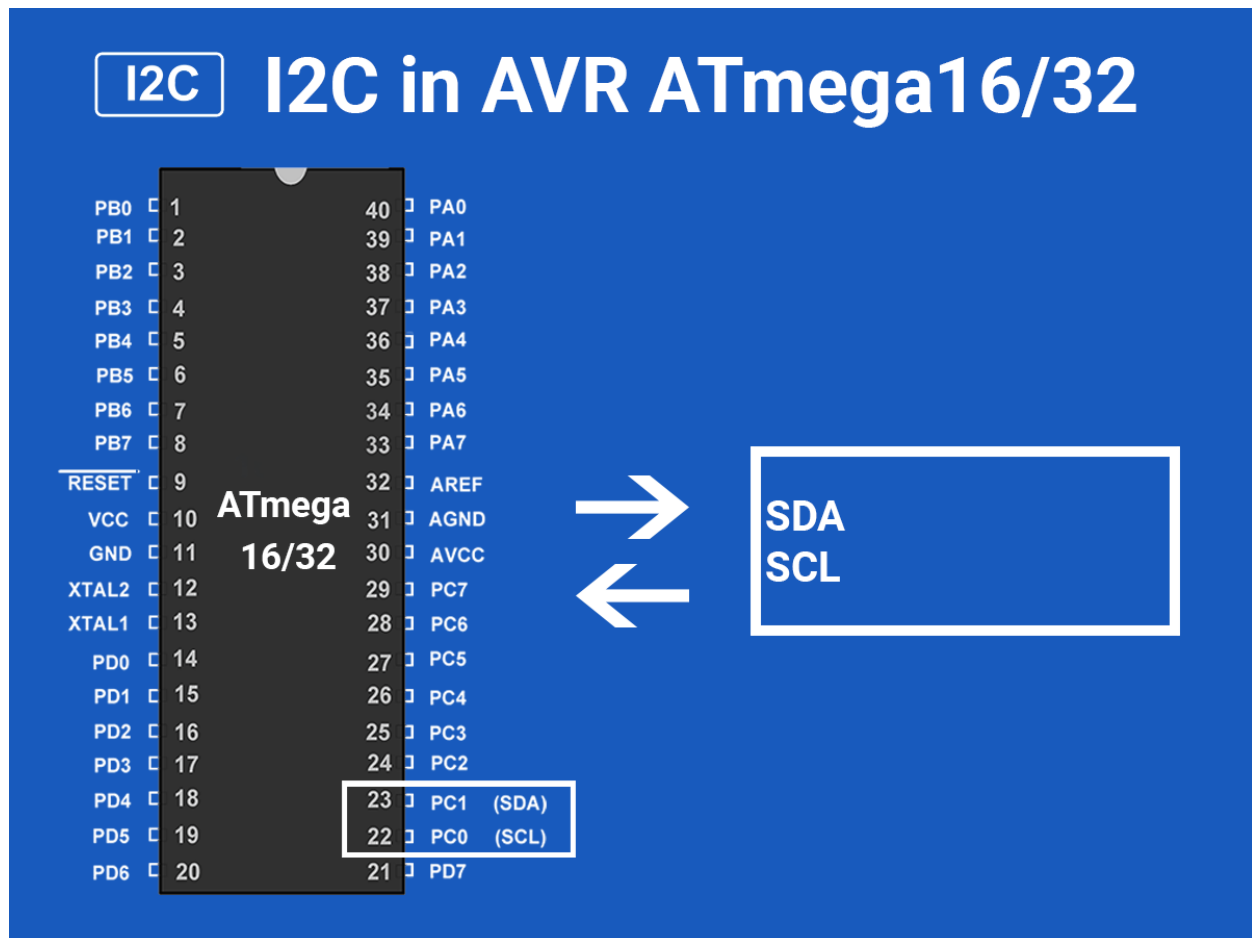


I2C in AVR ATmega16/ATmega32



3	مقدمه‌ای بر I2C
4	پین‌های SDA و SCL، واحد رابط باس، آدرس واحد مطابقت
5	واحد تولید کننده نرخ بیت، واحد کنترل
6	TWBR: TWI Bit Rate Register
7	WCR: TWI Control Register
8	TWSR: TWI Status Register
9	TWDR: TWI Data Register
10	TWAR: TWI Address Register
11	چهار حالت انتقال I2C
12	منابع، آدرسی گیت‌هاب

مقدمه‌ای بر I2C:

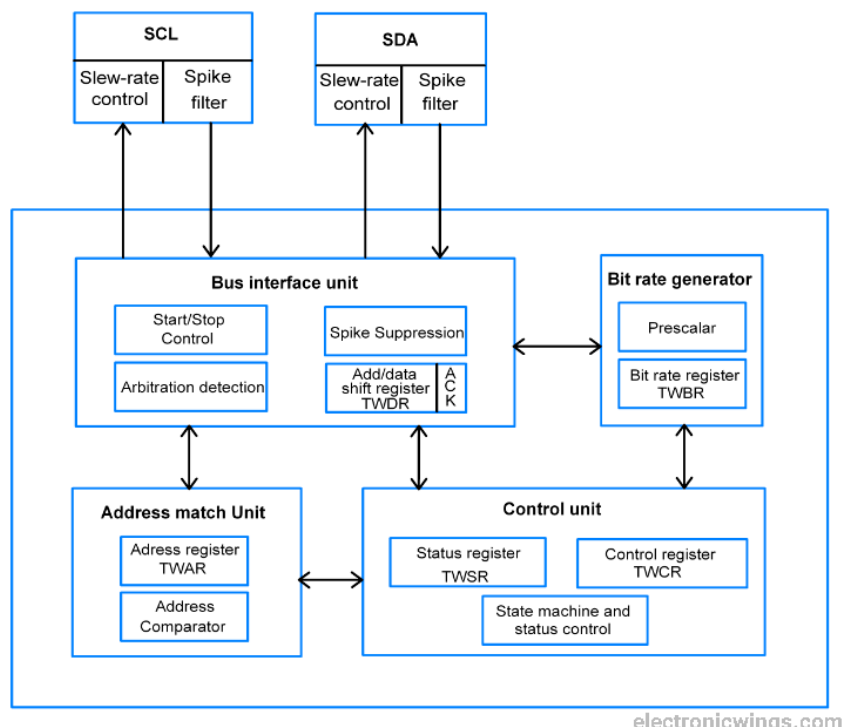
پروتکل آی 2 سی در واقع ادغام شده از بهترین ویژگی‌های SPI و UART می‌باشد. توسط آی 2 سی امکان اتصال چند پیرو (master) به یک رهبر (boss) مانند SPI یا استفاده از چند رهبر برای کنترل یک یا چند پیرو وجود دارد. این ویژگی زمانی که شما میخواهید از چند ریزکنترلگر برای ارسال داده به یک کارت حافظه یا نمایش بر روی LCD استفاده کنید، بسیار مناسب می‌باشد.

آی 2 سی یک پروتکل ارتباطی سریال می‌باشد، لذا داده‌ها به صورت بیت به بیت از طریق خط SDA منتقل خواهند شد.

همانند SPI پروتکل آی 2 سی نیز به صورت همزمان می‌باشد. لذا بیت‌های خروجی با بیت‌های نمونه توسط سیگنال کلاک همزمان می‌باشند. سیگنال کلاک توسط رهبر کنترل می‌شود.

آی 2 سی دو فاز کاری دارد:

- 1) Master mode
- 2) Slave mode



پین‌های SDA و SCL:

- این پین‌ها برای اتصال به تجهیزات جانبی خارجی و میکروکنترلر مبتنی بر TWI استفاده می‌شود.
- درایورهای خروجی حاوی یک محدود کننده سرعت حرکت (slew-rate limiter) هستند. مراحل ورودی شامل یک واحد سرکوب سنبله است که میخ‌های (spikes) کوتاه‌تر از 50 ns را حذف می‌کند.

واحد رابط باس (Bus interface unit):

- واحد رابط باس شامل کنترل Start/Stop است که مسئول تولید و تشخیص شرایط START، REPEATED START و STOP است.
- رجیستر افزودن/تغییر داده TWDR حاوی داده‌هایی است که باید ارسال و دریافت شوند.
- بیت ACK دو حالت ack/nack را در حالت فرستنده دریافت می‌کند و در حالت دریافت از طریق نرم افزار تولید می‌شود.
- واحد سرکوب اسپایک از سنبله‌ها مراقبت می‌کند در حالی که تشخیص داوری به طور مداوم وضعیت باس را بررسی می‌کند و واحد کنترل را در مورد آن مطلع می‌کند.

آدرس واحد مطابقت (Address match unit):

در حالت برده (slave mode)، واحد تطبیق آدرس، یک آدرس 7 بیتی ورودی دریافت می‌کند و با آدرس موجود در ثبت نام TWAR (Two Wire Address Register) مقایسه می‌کند تا بررسی کند که آیا مطابقت دارد یا نه و در صورت تطابق، به واحد کنترل نزدیک می‌شود تا اقدامات لازم را انجام دهد. همچنین اگر بیت TWGCE در TWAR فعال باشد، آدرس تماس عمومی (general call address) را در نظر می‌گیرد.

واحد تولید کننده نرخ بیت (Bit rate generator unit):

واحد تولید کننده نرخ بیت دوره SCL را در حالت اصلی کنترل می کند تا فرکانس SCL را تولید کند.

روش تولید به صورت زیر است:

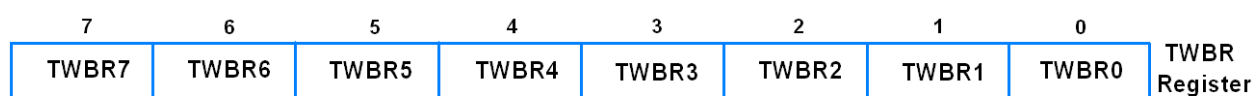
$$\text{SCL frequency} = (\text{CPU CLK frequency}) / (16 + 2(\text{TWBR}) * 4^{\text{TWPS}})$$

واحد کنترل (Control unit):

- واحد کنترل شامل (TWI status register) TWSR، (TWI control register) TWCR است.
- این فرآیند کلی توجه را برای رویدادهای ضروری کنترل می کند، رویدادها را در هنگام وقوع شناسایی می کند، TWINT را قطع می کند و TWSR را به روز می کند.
- تا زمانی که TWINT flag تنظیم SCL پایین نگه داشته شد. هر زمان که TWI کار فعلی را کامل کرد، TWINT تنظیم می شود.

TWBR: TWI Bit Rate Register

TWI bit rate register در تولید فرکانس SCL هنگام کار در حالت اصلی استفاده می شود.



TWCR: TWI Control Register

7	6	5	4	3	2	1	0	TWCR Register
TWINT	TWEA	TWSTA	TWSTO	TWWC	TWEN	–	TWIE	

TWI control resistor برای کنترل رویدادهای تمام ارتباطات I2C استفاده می شود.

Bit 7 – TWINT: TWI interrupt

- این بیت هر زمان که TWI رویداد فعلی خود را کامل کند (مانند شروع، توقف، ارسال، دریافت و غیره) تنظیم می شود.
- در حالی که I-bit در SREG و بیت TWIE در TWCR فعال است، بردار وقفه TWI هر زمان که وقفه TWI رخ دهد، فراخوانی می شود.
- پرچم وقفه TWI باید توسط نرم افزار با نوشتن یک علامت منطقی روی آن پاک شود. این بیت به طور خودکار توسط سخت افزار پاک نمی شود.

Bit 6 – TWEA: TWI enable acknowledgment bit

- این بیت فعال کننده تایید TWI است، در حالت گیرنده تنظیم شده است تا تایید ایجاد کند و در حالت انتقال پاک شود.

Bit 5 – TWSTA: TWI START condition bit

- دستگاه اصلی این بیت را برای ایجاد شرایط START با نظارت بر وضعیت باس رایگان برای به دست گرفتن کنترل گذرگاه TWI تنظیم کرد.

Bit 4 – TWSTO: TWI STOP condition bit

- دستگاه اصلی این بیت را برای ایجاد شرط STOP تنظیم کرد تا کنترل را بر روی گذرگاه TWI بگذارد.

Bit 3 – TWWC: TWI write collision

- این بیت هنگام نوشتن در ثبات TWDR تنظیم می شود، قبل از اینکه انتقال فعلی i.e کامل نشود، یعنی TWINT کم است.

Bit 2 – TWEN: TWI enable bit

- این بیت روی رابط TWI در دستگاه فعال می شود و پین های ورودی/خروجی (I/O) را کنترل می کند.

Bit 1 – Reserved

Bit 0 – TWIE: TWI interrupt enable

- این بیت برای فعال کردن TWI برای قطع کردن روال استفاده می شود در حالی که I-bit از SREG تا زمانی که پرچم TWINT بالا است تنظیم شده است.

TWSR: TWI Status Register

7	6	5	4	3	2	1	0	
TWS7	TWS6	TWS5	TWS4	TWS3	—	TWPS1	TWPS0	TWSR Register

Bit 7:Bit 3 - TWS7: TWS3: TWI status bits

- بیت های وضعیت TWI وضعیت کنترل و گذرگاه TWI را نشان می دهد

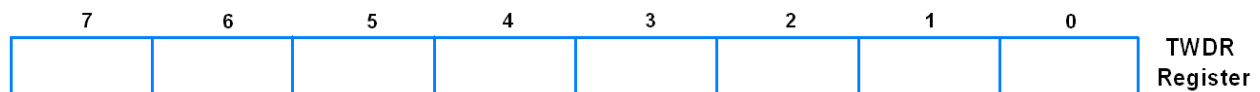
Bit 1:0 - TWPS1:TWPS0: TWI pre-scaler bits

- بیت های پیش مقیاس کننده (pre-scaler) TWI در فرمول نرخ بیت برای محاسبه فرکانس SCL استفاده می شود

TWPS1	TWPS0	Exponent	Pre-scaler value
0	0	0	1
0	1	1	4
1	0	2	16
1	1	3	64

TWDR: TWI Data Register

- TWDR حاوی داده هایی است که باید ارسال یا دریافت شوند.
- در حالی که TWI در حال تغییر یک بایت است، قابل نوشتن نیست.
- تا زمانی که TWINT تنظیم شده باشد، داده ها پایدار می مانند.



TWAR: TWI Address Register

- ثبات TWAR شامل آدرس واحد TWI در حالت برده (slave mode) است.

- بیشتر در سیستم مولتی مستر استفاده می شود.

7	6	5	4	3	2	1	0	
TWA6	TWA5	TWA4	TWA3	TWA2	TWA1	TWA0	TWGCE	TWAR Register

Bit 7:1 - TWA6: TWA0: TWI address bits

- بیت های آدرس TWI حاوی آدرس 7 بیتی TWI است که می تواند توسط دیگر Master ها در حالت Slave فراخوانی شود.

Bit 0 – TWGCE: TWI general call enable bit

- بیت فعال کردن تماس عمومی (general call) TWI هنگامی که تنظیم شود، تشخیص تماس عمومی از طریق گذرگاه TWI را فعال می کند.

چهار حالت انتقال در I2C وجود دارد که دستگاه I2C در آنها کار می کند:

- وقتی دستگاه Master است در حالت های انتقال MT و MR کار می کند.

- و هنگامی که دستگاه Slave است در حالت انتقال ST و SR کار می کند.

SR No.	Transmission mode	Operation
1	Master Transmitter (MT)	Master device writes data to SDA.
2	Master Receiver (MR)	Master device read data from SDA.
3	Slave Transmitter (ST)	Slave device writes data to SDA.
4	Slave Receiver (SR)	Slave device read data from SDA.

منابع:

<https://www.electronicwings.com/avr-atmega/atmega1632-i2c> -

<https://en.wikipedia.org/wiki/I%C2%B2C> -

آدرس گیت هاب:

<https://github.com/MrShotgun1182/I2C-in-AVR-ATmega16-ATmega32> -