دانشکده مهندسی کامپیوتر
دانشگاه صنعتی امیرکبیر

کنترل سیستم و ریست وقفه ها درگاه‌های ورودی/خروجی

در میکروکنترل های AVR

فهرست مطالب

- کنترل سیستم و بازنشانی
- زمان سنج نگهبان

بازنشانی

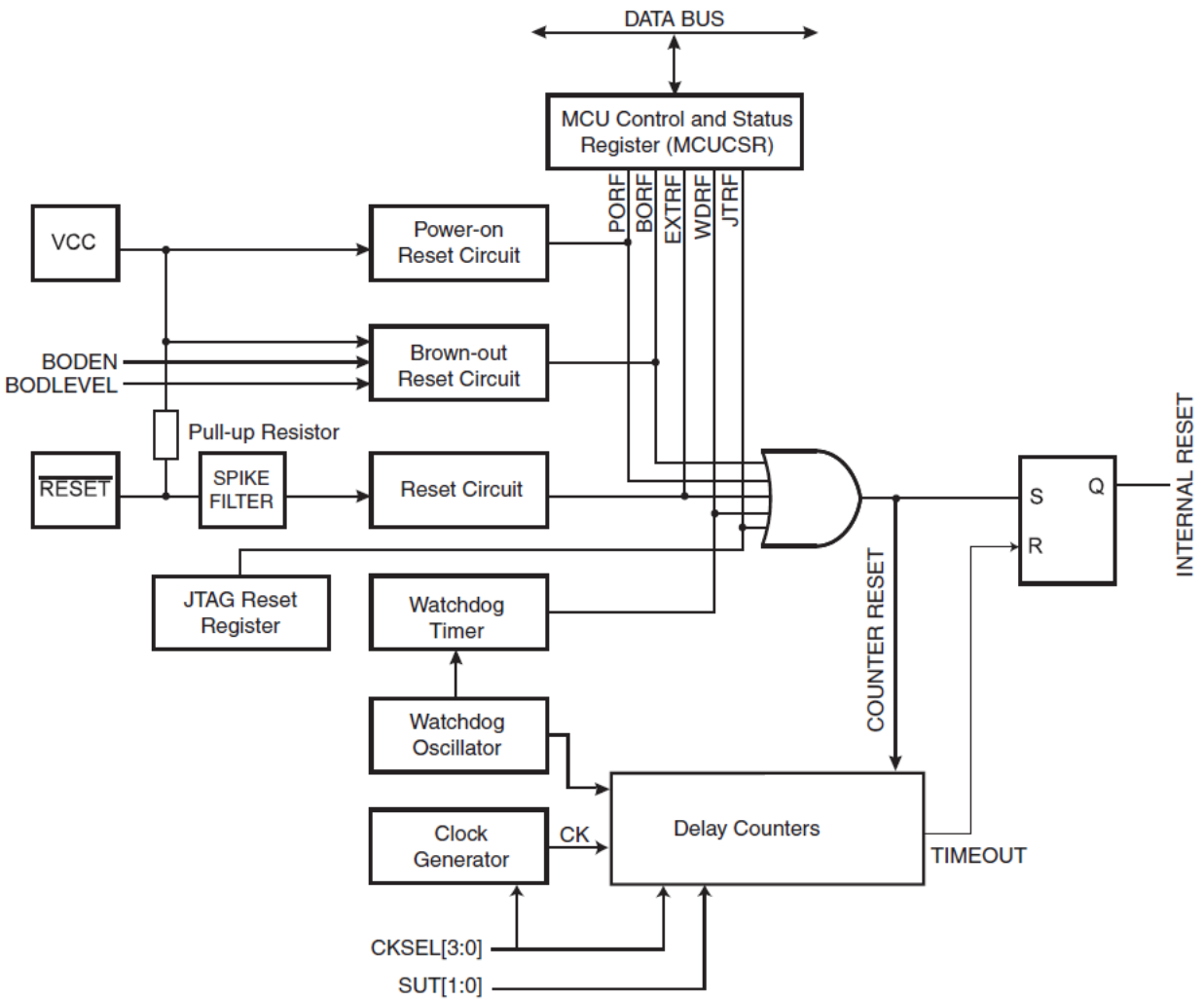
- در هنگام بازنشانی و شروع مجدد، همه ثبات‌های ورودی/خروجی مقدار اولیه خود را اختیار کرده و برنامه از بردار (آدرس) بازنشانی شروع به اجرا خواهد کرد.

- دستورالعمل قرار داده شده در بردار بازنشانی باید یک دستور پرش مطلق به روال اجرای بازنشانی باشد.

- اگر برنامه هیچگاه منابع وقفه را فعال نکند، بردارهای وقفه استفاده نشده و برنامه‌های عادی می‌توانند در این مکان‌ها قرار گیرند.

نمودار جعبه‌ای سیستم بازنشانی میکروکنترلر

- واحد بازنشانی

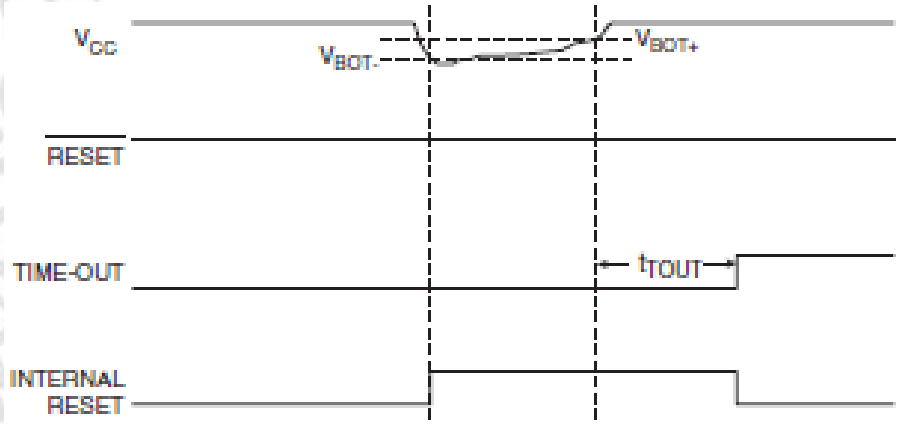


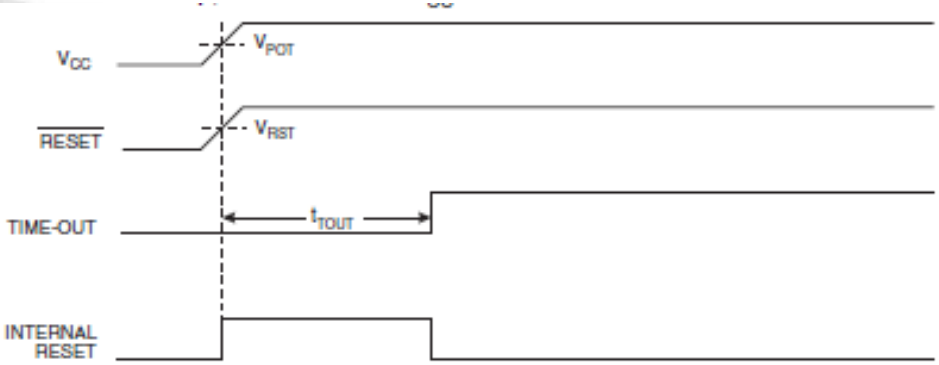
مشخصات بازنشانی

Symbol	Parameter	Condition	Min	Typ	Max	Units
V_{POT}	Power-on Reset Threshold Voltage (rising)			1.4	2.3	V
	Power-on Reset Threshold Voltage (falling)(1)			1.3	2.3	V
V_{RST}	$\overline{\text{RESET}}$ Pin Threshold Voltage		0.1 V_{CC}		0.9V_{CC}	V
t_{RST}	Minimum pulse width on $\overline{\text{RESET}}$ Pin				1.5	µs
V_{BOT}	Brown-out Reset Threshold Voltage(2)	BODLEVEL = 1	2.5	2.7	3.2	V
		BODLEVEL = 0	3.6	4.0	4.5	
t_{BOD}	Minimum low voltage period for Brown-out Detection	BODLEVEL = 1		2		µs
		BODLEVEL = 0		2		µs
V_{HYST}	Brown-out Detector hysteresis			50		mV

توجه ۲: بازنشانی Power-on تا زمانی که ولتاژ تغذیه به زیر حد VPOT نرسیده باشد کار نخواهد کرد.

BOT: Brown out تشخیص





بازنشانی

- درگاه‌های ورودی/خروجی مربوط به میکروکنترلر AVR بلافاصله پس از فعال شدن یک منبع بازنشانی، به حالت آغازین خود برمی‌گردند که این موضوع نیازی به فعال کردن هیچ منبع ساعتی ندارد.

- هنگامی که همه منابع بازنشانی غیرفعال شدند، یک شمارنده برای ایجاد تاخیر شروع به کار می‌کند تا زمان بازنشانی درونی را افزایش دهد (زمان time-out). این کار باعث می‌شود پیش از آغاز عملیات معمولی، میکروکنترلر به یک سطح پایدار برسد.

- زمان تاخیر این شمارنده به وسیله کاربر و توسط فیوزهای CKSEL تعیین می‌شود. انتخاب‌های متفاوت برای زمان‌های تاخیر در بخش "منابع ساعت" آمده است

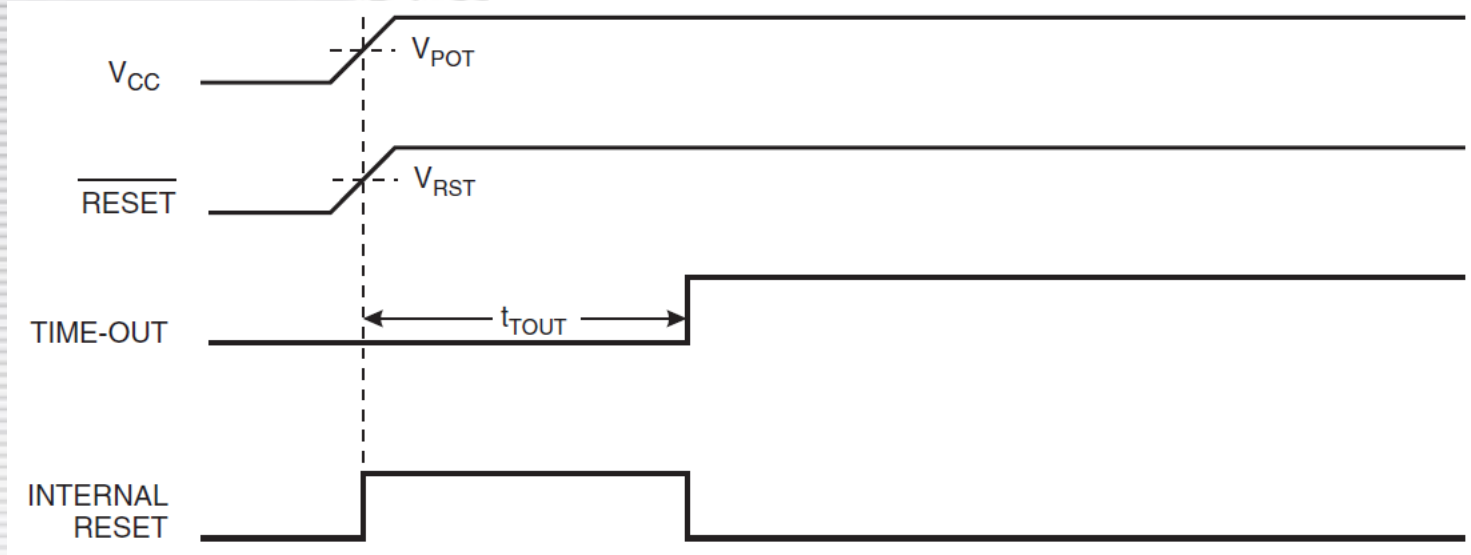
منابع ریست

- میکروکنترلر ATmega16، دارای ۵ منبع بازنشانی است:
- بازنشانی Power-on
- بازنشانی خارجی
- بازنشانی نگهبان
- بازنشانی افت ولتاژ تغذیه
- بازنشانی JTAG

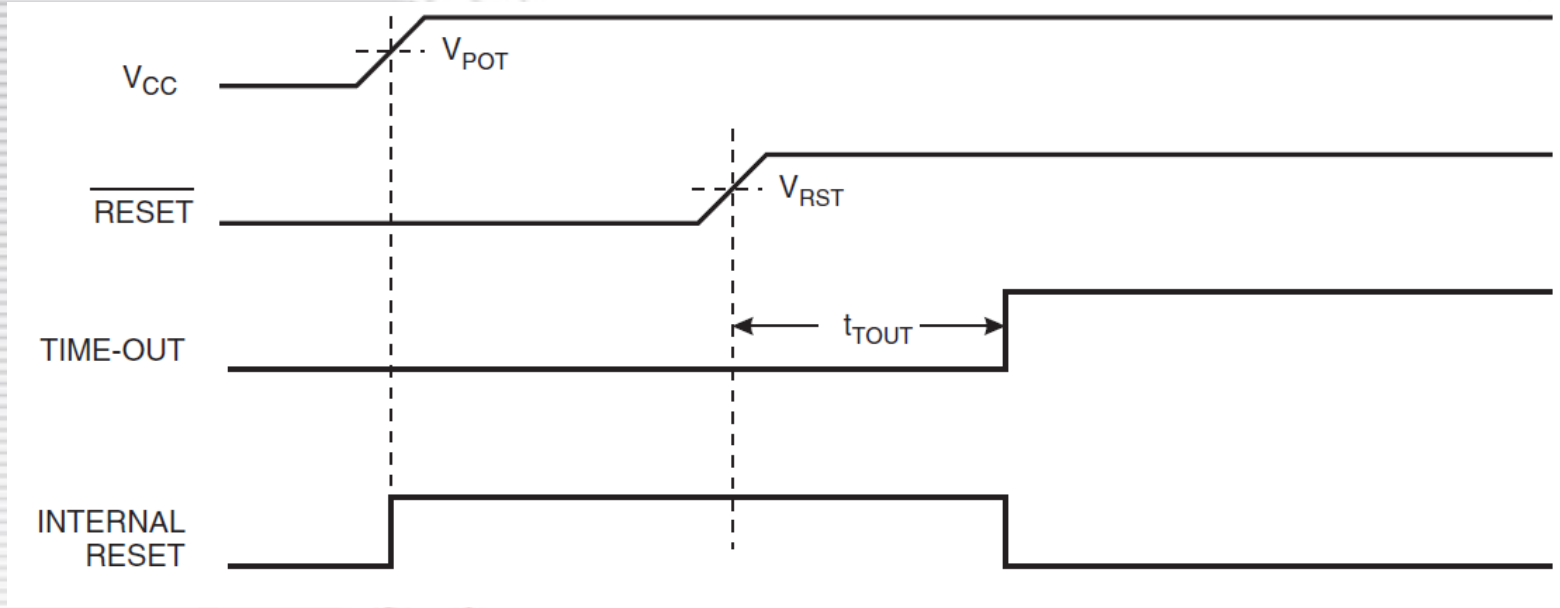
بازنشانی Power-on

- یک پالس بازنشانی Power-on توسط یک مدار تشخیص سوار بر تراشه (موجود در تراشه میکروکنترلر) تولید می‌شود.
- بازنشانی Power-on هنگامی که V_{CC} کم‌تر از مقدار ولتاژ تشخیص باشد فعال می‌شود.
- رسیدن به ولتاژ آستانه بازنشانی Power-on، شمارنده تاخیر را فعال می‌کند و تعیین می‌کند که میکروکنترلر چه مدت بعد از بالا رفتن V_{CC} در حالت بازنشانی باقی بماند.
- بازنشانی، هنگامی که V_{CC} کم‌تر از ولتاژ تشخیص شود، بدون تاخیر، فعال می‌شود.

بازنشانی میکروکنترلر هنگامی که سر RESET به VCC وصل است



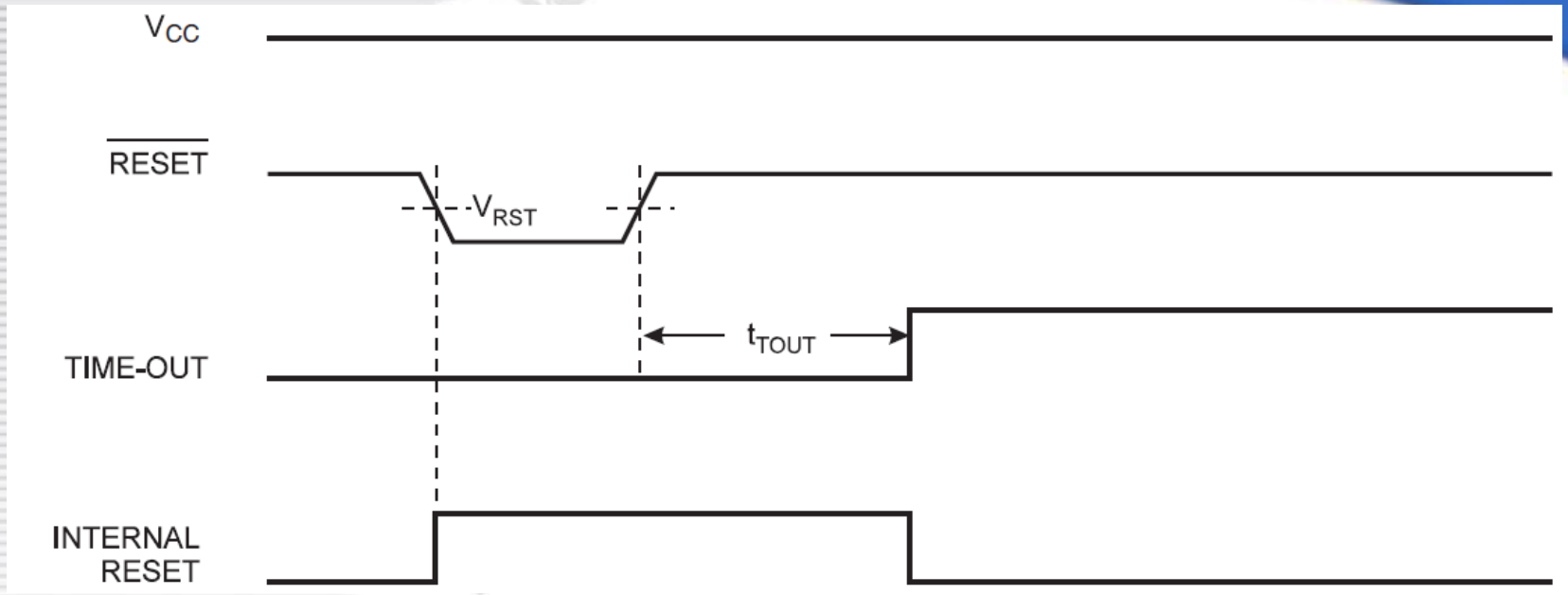
شروع به کار میکروکنترلر هنگامی که سر RESET توسط یک مدار بازنشانی خارجی فعال شود



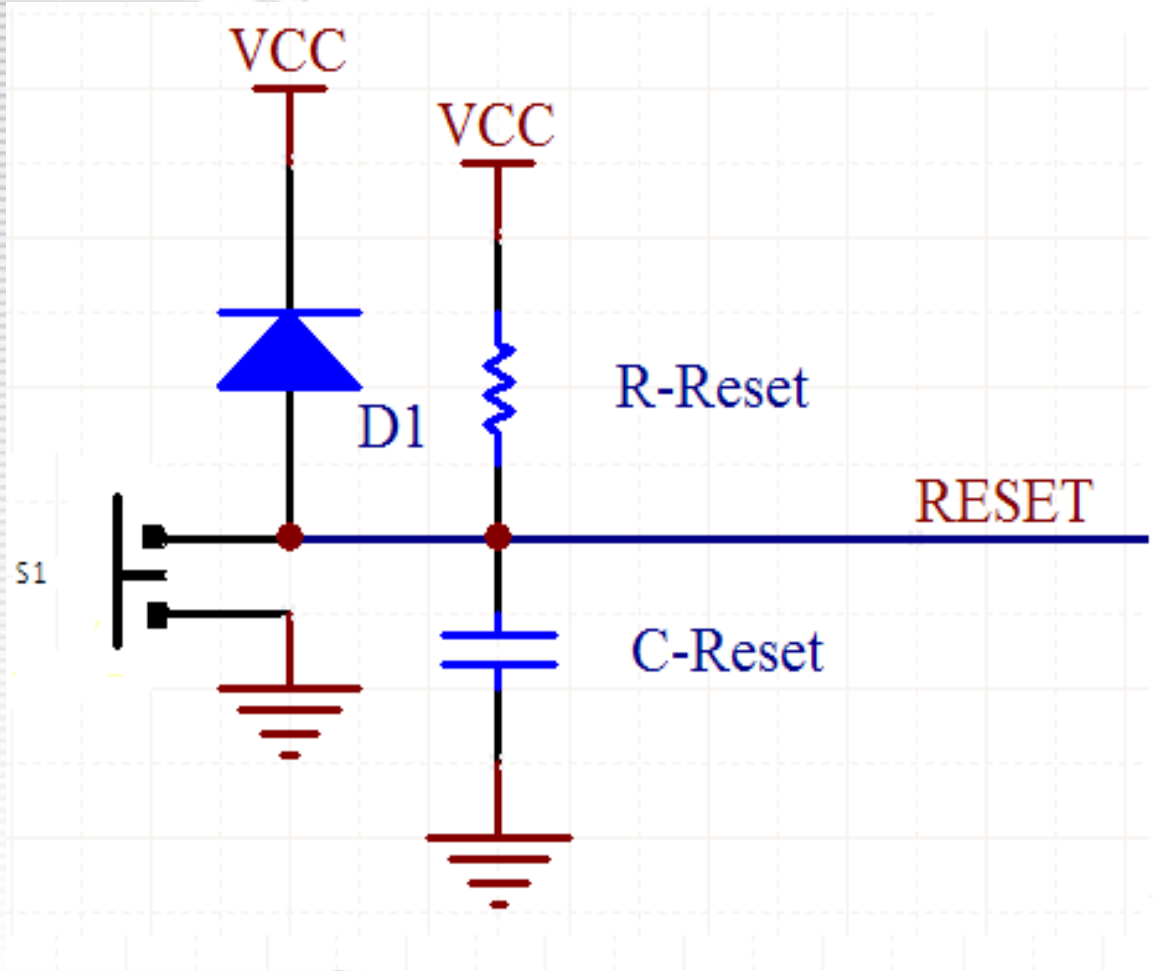
بازنشانی خارجی

- بازنشانی خارجی با وصل کردن یک ولتاژ سطح پایین (صفر منطقی) به پایه $\overline{RESET}$ ایجاد می‌شود.
- سیگنال‌های بازنشانی طولانی‌تر از کمینه عرض پالس ریست، بازنشانی را حتی اگر ساعت فعال نباشد (در حال کار نباشد) ایجاد می‌کند.
- سیگنال‌های بازنشانی با زمان کوتاه‌تر از کمینه مورد نیاز، بازنشانی شدن میکروکنترلر را تضمین نمی‌کنند.
- هنگامی که سیگنال اعمال شده در لبه بالا رونده، به ولتاژ آستانه بازنشانی (V_{RST}) می‌رسد، شمارنده تاخیر، پس از سپری شدن زمان مهلت time-out (t_{TOUT})، میکروکنترلر را مجدداً راه‌اندازی می‌کند.

بازنشانی خارجی در حین کارکرد میکروکنترلر



مدار بازنشانی خارجی



تشخیص افت ولتاژ تغذیه (Brown out detection)

- میکروکنترلر ATmega16 یک مدار تشخیص افت ولتاژ تغذیه (Burn Out Detection: BOD) دارد که در زمان کار کردن میکروکنترلر، سطح ولتاژ V_{CC} را نظارت کرده آن را با یک مقدار سطح تحریک مقایسه می‌کند.

- سطح تحریک BOD می‌تواند توسط بیت فیوز BODLEVEL برابر ۲.۷ ولت (سطح تحریک برنامه‌ریزی نشده) یا ۴ ولت (سطح تحریک برنامه‌ریزی شده) برنامه‌ریزی شود.

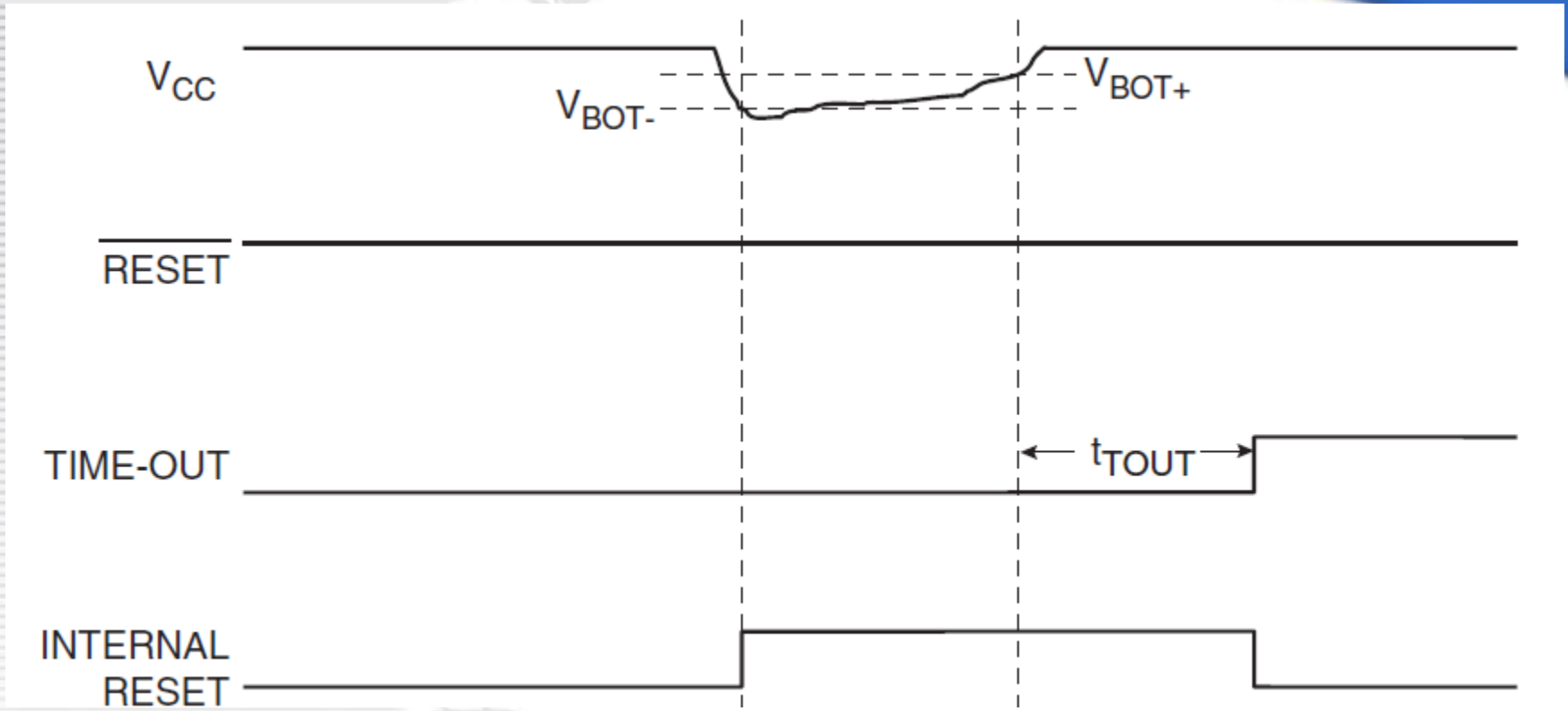
تشخیص افت ولتاژ تغذیه

- سطح تحریک دارای یک هیسترزیس می‌باشد که باعث می‌شود تشخیص افت ولتاژ تغذیه بدون تاثیر از ولتاژهای سوزنی ناخواسته (spike) صورت گیرد.

- این سطح تشخیص می‌تواند به صورت زیر تخمین زده شود:

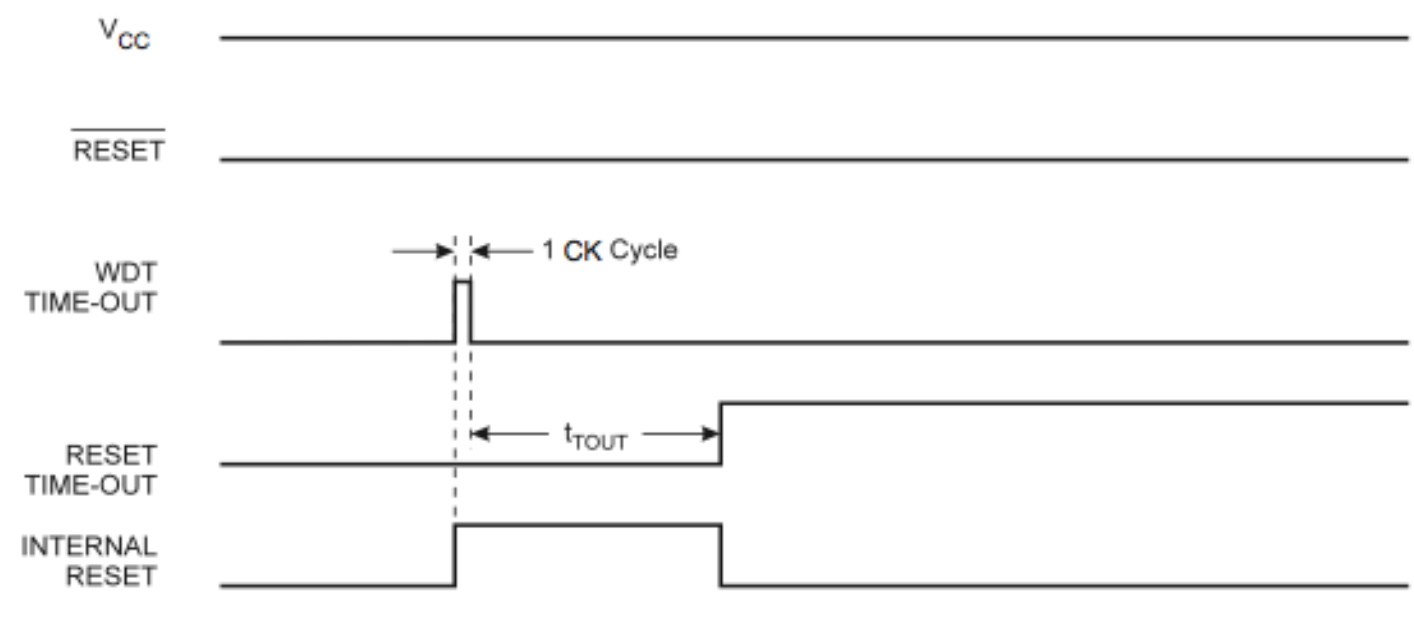
$$V_{BOT+} = V_{BOT} + {V_{HYST}}/{2} \text{ و } V_{BOT-} = V_{BOT} - {V_{HYST}}/{2}$$

بازنشانی ناشی از افت ولتاژ تغذیه در حین عملیات



بازنشانی نگهبان

- وقتی که زمان زمان‌سنج نگهبان، سپری می‌شود، یک پالس بازنشانی به مدت زمان یک چرخه ساعت ایجاد می‌کند.
- در لبه پایین‌رونده این پالس، شمارنده تاخیر شروع به شمارش زمان time-out (t_{TOUT}) می‌کند.



ثبات کنترل و وضعیت میکروکنترلر (MCUCSR)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	JTD	ISC2	–	JTRF	WDRF	BORF	EXTRF	PORF	MCUCSR
Read/Write	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	See Bit Description					

بیت ۴: پرچم بازنشانی JTAG (JTRF)

بیت ۳: پرچم بازنشانی watchdog (WDRF)

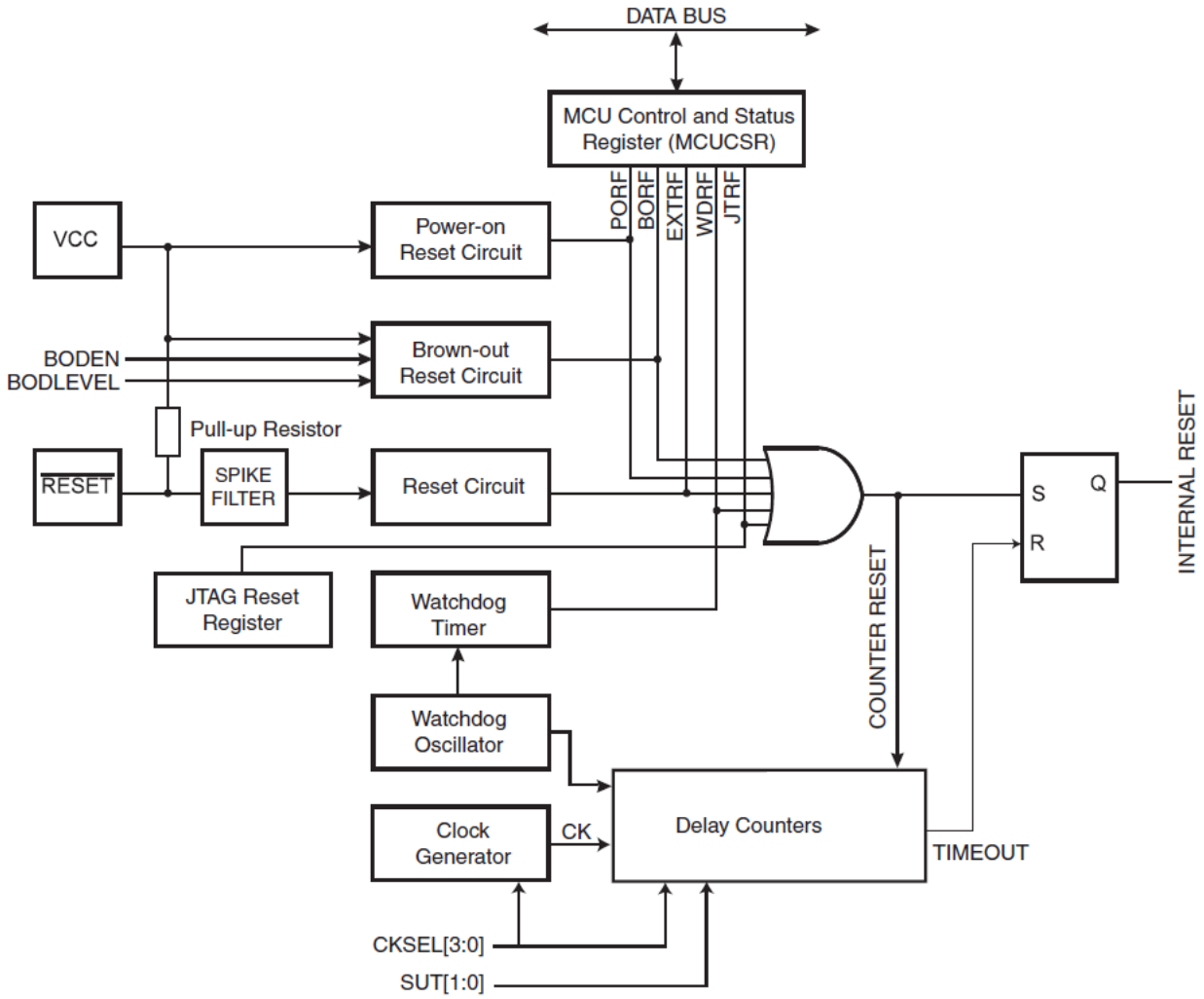
بیت ۲: پرچم بازنشانی افت ولتاژ تغذیه (BORF)

بیت ۱: پرچم بازنشانی خارجی (EXTRF)

بیت ۰: پرچم بازنشانی Power-on (PORF)

نمودار جعبه‌ای سیستم بازنشانی میکروکنترلر (یادآوری)

- واحد بازنشانی



منبع ولتاژ داخلی

- میکروکنترلر ATmega16 دارای یک منبع ولتاژ مرجع bandgap درونی است.
- این منبع برای شناسایی افت ولتاژ تغذیه استفاده می‌شود و می‌تواند به عنوان ورودی مقایسه کننده‌های آنالوگ یا ADC به کار رود.
- منبع ولتاژ مرجع در حین وضعیت‌های زیر روشن می‌باشد:
  - هنگامی که BOD فعال شده باشد (به وسیله برنامه‌ریزی فیوز BODEN).
  - هنگامی که ولتاژ مرجع bandgap به یک مقایسه کننده آنالوگ متصل شده باشد (از طریق یک کردن بیت ACBG در ACSR).
  - هنگامی که ADC فعال باشد.

مشخصات منبع ولتاژ مرجع درونی

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
V_{BG}	Bandgap reference voltage	1.15	1.23	1.4	V
t_{BG}	Bandgap reference start-up time		40	70	µs
I_{BG}	Bandgap reference current consumption		10		µA

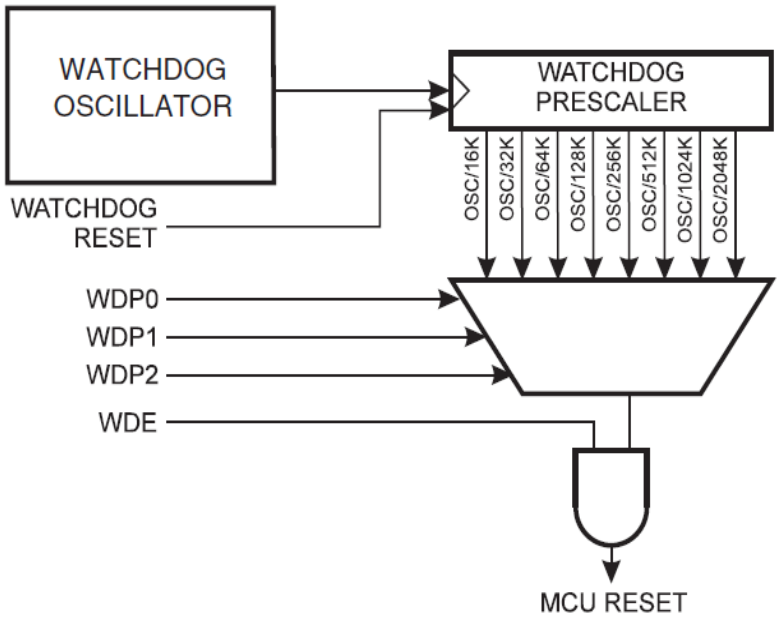
زمان‌سنج نگهبان

- زمان‌سنج نگهبان از طریق یک نوسان‌ساز سوار بر تراشه جداگانه که با سرعت ۱ مگاهرتز نوسان می‌کند (وضعیت معمول بازاء $V_{CC} = 5V$)، سیگنال ساعت را دریافت می‌نماید.
- دستور WDR زمان‌سنج نگهبان را بازنشانی می‌کند.
- زمان‌سنج نگهبان همچنین هنگامی که آنرا غیرفعال کنیم و نیز زمانی که تراشه بازنشانی شود، بازنشانی می‌شود.
- اگر زمان بازنشانی بدون یک بازنشانی نگهبان به پایان برسد، میکروکنترلر ATmega16 توسط زمان‌سنج نگهبان بازنشانی می‌شود.

زمان‌سنج نگهبان

- ۸ انتخاب مختلف می‌تواند برای تعیین فرکانس ساعت زمان‌سنج نگهبان انتخاب شود.

- این انتخاب توسط بیت‌های WDP2، WDP1 و WDP0 (پیش مقیاس‌گذارهای ۰ و۱ و ۲ متعلق به زمان‌سنج نگهبان) که در ثبات WDTCR قرار دارند انجام می‌شود.



Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	–	–	–	WDTOE	WDE	WDP2	WDP1	WDP0	WDTCR
Read/Write	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

نحوه انتخاب پیش‌تقسیم ساعت زمان‌سنج نگهبان

- محاسبه زمانی که بعد از سپری شدن آن، زمان‌سنج نگهبان اقدام به بازنشانی میکروکنترلر می‌نماید با توجه به مقادیر بیت‌های WDP2، WDP1 و WDP0

WDP2	WDP1	WDP0	Number of WDT Oscillator Cycles	Typical Time-out at V_{CC} = 3.0V	Typical Time-out at V_{CC} = 5.0V
0	0	0	16K (16,384)	17.1 ms	16.3 ms
0	0	1	32K (32,768)	34.3 ms	32.5 ms
0	1	0	64K (65,536)	68.5 ms	65 ms
0	1	1	128K (131,072)	0.14 s	0.13 s
1	0	0	256K (262,144)	0.27 s	0.26 s
1	0	1	512K (524,288)	0.55 s	0.52 s
1	1	0	1,024K (1,048,576)	1.1 s	1.0 s
1	1	1	2,048K (2,097,152)	2.2 s	2.1 s

ثبات کنترلی زمان‌سنج نگهبان (WDTCR)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	–	–	–	WDTOE	WDE	WDP2	WDP1	WDP0	WDTCR
Read/Write	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

- بیت‌های ۰ تا ۲: WDP2، WDP1 و WDP0 (پیش مقیاس‌گذارهای ۰ و۱ و ۲ متعلق به زمان‌سنج نگهبان)
- بیت ۳: WDE (برای فعال کردن زمان‌سنج نگهبان این بیت باید یک شود)
- بیت ۴: WDTOE (هنگامی که صفر در بیت WDE نوشته می‌شود، این بیت باید یک شود. در غیر این صورت زمان‌سنج نگهبان غیرفعال نخواهد شد. یکبار که این بیت یک شود، سخت‌افزار، بعد از ۴ چرخه ساعت این بیت را مجدداً صفر می‌کند).
- بیت‌های ۵ تا ۷: بیت‌های رزرو شده

برنامه خاموش کردن زمان‌سنج نگهبان

- برنامه‌های زیر یک تابع اسمبلی و یک تابع C برای خاموش کردن زمان‌سنج نگهبان WDT را نشان می‌دهند.
- در این مثال‌ها فرض شده است که در حین اجرای این تابع‌ها وقفه‌ای رخ نمی‌دهد (برای مثال از طریق غیر فعال کردن سراسری وقفه‌ها).
- مراحل غیر فعال‌سازی ساعت نگهبان
  ۱- یک کردن WDE و WDTOE
  ۲- صفر کردن WDE

Assembly Code

```
WDT_off:
;Reset WDT
WDR
; Write logical one to WDTOE and WDE
in r16, WDTCR
ori r16, (1<<WDTOE)|(1<<WDE)
out WDTCR, r16
; Turn off WDT
ldi r16, (0<<WDE)
out WDTCR, r16
ret
```

C Code

```
void WDT_off(void)
{
/* Reset WDT*/
_WDR();
/* Write logical one to WDTOE and WDE */
WDTCR |= (1<<WDTOE) | (1<<WDE);
/* Turn off WDT */
WDTCR = 0x00;
}
```