

Atmega128 - Reset / Interrupt Vector

- Interrupt Vector 표
 - 순위가 높을 수록 우선순위가 높다.

Table 23. Reset and Interrupt Vectors

Vector No.	Program Address ⁽²⁾	Source	Interrupt Definition
1	\$0000 ⁽¹⁾	RESET	External Pin, Power-on Reset, Brown-out Reset, Watchdog Reset, and JTAG AVR Reset
2	\$0002	INT0	External Interrupt Request 0
3	\$0004	INT1	External Interrupt Request 1
4	\$0006	INT2	External Interrupt Request 2
5	\$0008	INT3	External Interrupt Request 3
6	\$000A	INT4	External Interrupt Request 4
7	\$000C	INT5	External Interrupt Request 5
8	\$000E	INT6	External Interrupt Request 6
9	\$0010	INT7	External Interrupt Request 7
10	\$0012	TIMER2 COMP	Timer/Counter2 Compare Match
11	\$0014	TIMER2 OVF	Timer/Counter2 Overflow
12	\$0016	TIMER1 CAPT	Timer/Counter1 Capture Event
13	\$0018	TIMER1 COMPA	Timer/Counter1 Compare Match A
14	\$001A	TIMER1 COMPB	Timer/Counter1 Compare Match B
15	\$001C	TIMER1 OVF	Timer/Counter1 Overflow
16	\$001E	TIMER0 COMP	Timer/Counter0 Compare Match
17	\$0020	TIMER0 OVF	Timer/Counter0 Overflow

- 1번 : RESET Vector
- 2 ~ 9 번 : 외부 인터럽트 (0 ~7)
- 10 ~ 17번 :Timer/Counter에 의한 인터럽트
Timer/Counter 0, 2는 8-bit Timer/Counter이기 때문에 Compare Match와 Overflow Interrupt만 제공.
Timer/Counter 1, 3은 16-bit Timer/Counter으로 COMP(A,B,C) , CAP, OVF 까지 제공

간략히 설명하자면

- Compare Match: 기준값(TCNT)이 특정 값(OCR)과 일치할 때 Interrupt 발생
- Overflow: 기준값(TCNT)이 오버플로우 발생할 시 Interrupt 발생
- Capture Event: 트리거 시스템으로 신호의 상승 / 하강엣지를 검출하여 신호의 주파수나 주기 검출 가능
물론 이때 Interrupt가 발생한다.

18	\$0022	SPI, STC	SPI Serial Transfer Complete
19	\$0024	USART0, RX	USART0, Rx Complete
20	\$0026	USART0, UDRE	USART0 Data Register Empty
21	\$0028	USART0, TX	USART0, Tx Complete
22	\$002A	ADC	ADC Conversion Complete
23	\$002C	EE READY	EEPROM Ready
24	\$002E	ANALOG COMP	Analog Comparator
25	\$0030 ⁽³⁾	TIMER1 COMPC	Timer/Counter1 Compare Match C
26	\$0032 ⁽³⁾	TIMER3 CAPT	Timer/Counter3 Capture Event
27	\$0034 ⁽³⁾	TIMER3 COMPA	Timer/Counter3 Compare Match A
28	\$0036 ⁽³⁾	TIMER3 COMPB	Timer/Counter3 Compare Match B
29	\$0038 ⁽³⁾	TIMER3 COMPC	Timer/Counter3 Compare Match C
30	\$003A ⁽³⁾	TIMER3 OVF	Timer/Counter3 Overflow

- 18번 : SPI 시리얼 통신시 Interrupt 발생
- 19 ~ 21 번 : USART0 시리얼 통신 RX (수신), Data Register Clear, TX (송신)
- 22번 : ADC 변환 완료 후 Interrupt 발생
- 23번 : EEPROM이 Write 되고 나서 인터럽트 발생
- 24번 : 아날로그 비교기 (Interrupt 모드에 따라 Toggle, 상승/하강 엣지에 인터럽트 발생)

Vector No.	Program Address ⁽²⁾	Source	Interrupt Definition
31	\$003C ⁽³⁾	USART1, RX	USART1, Rx Complete
32	\$003E ⁽³⁾	USART1, UDRE	USART1 Data Register Empty
33	\$0040 ⁽³⁾	USART1, TX	USART1, Tx Complete
34	\$0042 ⁽³⁾	TWI	Two-wire Serial Interface
35	\$0044 ⁽³⁾	SPM READY	Store Program Memory Ready

- 31 ~ 33번 : USART1 시리얼 통신
- 34번 : I2C 시리얼 통신시 인터럽트

- 35번: 저장된 프로그램 메모리 상에 올린 후 인터럽트 발생

Table 24. Reset and Interrupt Vectors Placement

BOOTSRT	IVSEL	Reset Address	Interrupt Vectors Start Address
1	0	\$0000	\$0002
1	1	\$0000	Boot Reset Address + \$0002
0	0	Boot Reset Address	\$0002
0	1	Boot Reset Address	Boot Reset Address + \$0002

- Program에서 Interrupt를 허용하지 않았을 때 다음과 같이 BOOTSRT Fuse Bit와 IVSEL Bit 설정에 따라 Reset Address와 Interrupt Vectors Start Address를 바꿀 수 있다.
- 참고로 Boot Reset Address는 다음 표와 같이 Boot Loader에서의 BOOTSZ1과 BOOTSZ0 Fuse Bit 설정에 따라 달라진다.
- Fuse Bit : AVR의 BIOS 설정 같은 느낌, 0 : 기본 상태 / 1 : 프로그래밍된 상태이다.
(자세한 내용은 <https://binworld.kr/47> 참고)

Table 112. Boot Size Configuration

BOOTSZ1	BOOTSZ0	Boot Size	Pages	Application Flash Section	Boot Loader Flash Section	End Application section	Boot Reset Address (start Boot Loader Section)
1	1	512 words	4	\$0000 - \$FDFF	\$FE00 - \$FFFF	\$FDFF	\$FE00
1	0	1024 words	8	\$0000 - \$FBFF	\$FC00 - \$FFFF	\$FBFF	\$FC00
0	1	2048 words	16	\$0000 - \$F7FF	\$F800 - \$FFFF	\$F7FF	\$F800
0	0	4096 words	32	\$0000 - \$EFFF	\$F000 - \$FFFF	\$EFFF	\$F000

- Atmega 128 기본적인 Reset / Interrupt Vector Address setup

```

Address   LabelsCode      Comments
$0002      jmp      EXT_INT0  ; IRQ0 Handler
$0004      jmp      EXT_INT1  ; IRQ1 Handler
...        ...          ;
$0044      jmp      SPM_RDY   ; Store Program Memory Ready Handler

```

- BOOTSRT fuse unprogrammed / IVSEL bit enable

- 0x0000~ 0xEFFF : Application Section
- 0xF000 ~ 0xF044 : Reset / Interrupt Vector

Address	Labels	Code	Comments
\$0000	RESET:	ldi r16,high(RAMEND);	Main program start
\$0001		out SPH,r16 ;	Set stack pointer to top of RAM
\$0002		ldi r16,low(RAMEND)	
\$0003		out SPL,r16	
\$0004		sei ;	Enable interrupts
\$0005		<instr> xxx	
;			
.org \$F002			
\$F002		jmp EXT_INT0 ;	IRQ0 Handler
\$F004		jmp EXT_INT1 ;	IRQ1 Handler
...	;
\$F044		jmp SPM_RDY ;	Store Program Memory Ready Handler

- BOOTRST fuse programmed / IVSEL bit Disable
 - 0x0000~ 0x0044 : Reset / Interrupt Vector
 - 0xF000 ~ : Application Section

Address	Labels	Code	Comments
.org \$0002			
\$0002		jmp EXT_INT0 ;	IRQ0 Handler
\$0004		jmp EXT_INT1 ;	IRQ1 Handler
...	;
\$0044		jmp SPM_RDY ;	Store Program Memory Ready Handler
;			
.org \$F000			
\$F000	RESET:	ldi r16,high(RAMEND);	Main program start
\$F001		out SPH,r16 ;	Set stack pointer to top of RAM
\$F002		ldi r16,low(RAMEND)	
\$F003		out SPL,r16	
\$F004		sei ;	Enable interrupts
\$F005		<instr> xxx	

- BOOTRST fuse programmed / IVSEL bit enable
 - 0xF000 ~ 0xF044 : Reset / Interrupt Vector
 - 0xF046 ~ : Application Section

Address	Labels	Code	Comments
;			
.org \$F000			
\$F000	jmp	RESET	; Reset handler
\$F002	jmp	EXT_INT0	; IRQ0 Handler
\$F004	jmp	EXT_INT1	; IRQ1 Handler
...	;
\$F044	jmp	SPM_RDY	; Store Program Memory Ready Handler
\$F046	RESET: ldi	r16,high(RAMEND);	Main program start
\$F047	out	SPH,r16	; Set stack pointer to top of RAM
\$F048	ldi	r16,low(RAMEND)	
\$F049	out	SPL,r16	
\$F04A	sei		; Enable interrupts
\$F04B	<instr>	xxx	

- MCU Control Register - MCUCR

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	SRE	SRW10	SE	SM1	SM0	SM2	IVSEL	IVCE	MCUCR
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 - IVSEL : Interrupt Vector Select

IVSEL bit가 clear 상태 일 때 interrupt vector 위치 : 플래시 메모리 처음 부분 (0x0000)

IVSEL bit가 enable 일 때 interrupt vector 위치 : 플래시 메모리의 Boot Loader 영역 부분 (BOOTSZ Fuse Bit 설정에 따라 다름)

- Bit 0 - IVCE : Interrupt Vector Change Enable

- IVSEL bit를 enable 하기 위해서는 IVCE bit를 먼저 허용해야 한다.
- IVCE나 IVSEL bit enable 되고 4 cycle 이후 IVCE bit가 clear 된다.
- IVCE bit 설정시 모든 Interrupt들이 Disable 된다.

```
void Move_InterruptionVector(){
    MCUCR = (1 << IVCE);
    MCUCR = (1 << IVSEL);

    // IVCE bit를 먼저 enable 한 이후 IVSEL bit를 enable 해야한다.
    // MCUCR = 0x03; (x)
}
```

- => (IVCE/IVSEL bit 설정 하는 이유가 Interrupt을 시스템 측면에서 막기 위해서나 플래시 메모리 절약 때문인 거 같다)