

2022년 IoT기반 스마트 솔루션 개발자 양성과정



# Embedded Application

## 2-ATmega128

담당 교수 : 윤 종 이

010-9577-1696

[ojo1696@naver.com](mailto:ojo1696@naver.com)

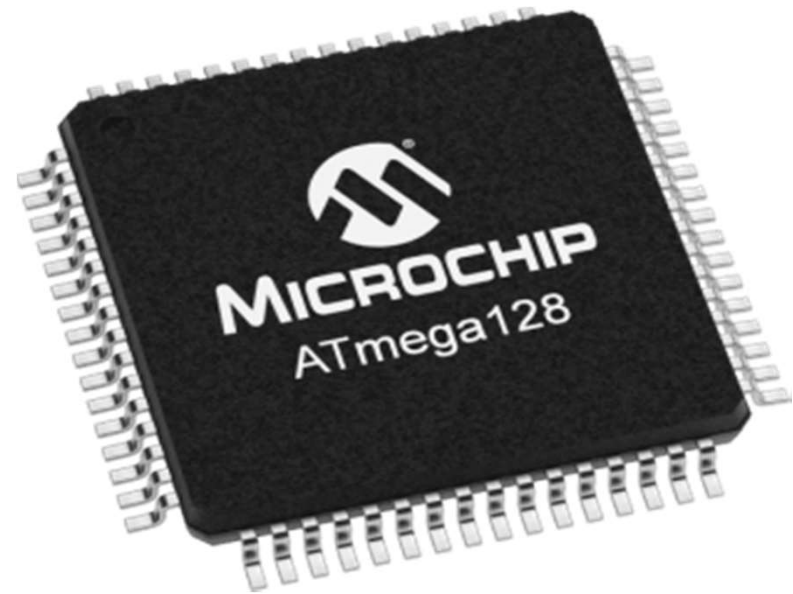
<https://cafe.naver.com/yoons2022>



충북대학교 공동훈련센터

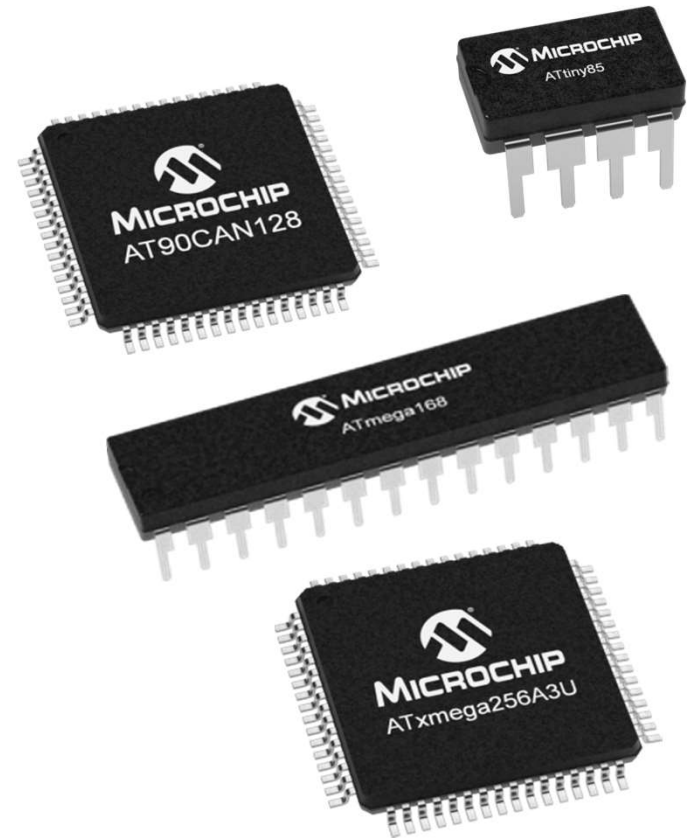
# AVR 개요

- 8bit RISC MCU
- 1Mhz 당 1MIPS 구현
- 저전압, 저소비, 고성능 구현
- Flash memory
- ISP 지원
- JTAG 지원
- AVR Studio 지원
- 다양한 I/O 지원



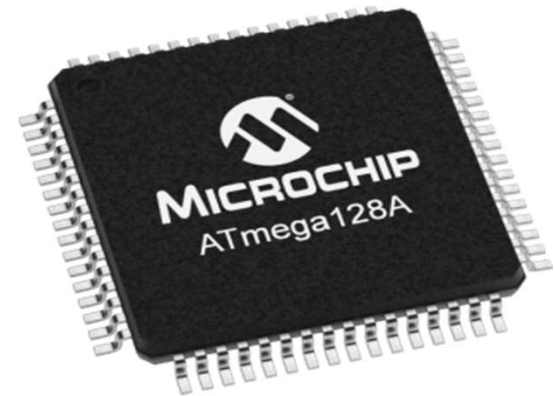
# AVR 패밀리

- Tiny 시리즈
  - 소형의 어플리케이션 적합
  - 작은 I/O PORT
  - 작은 메모리
- AT90S 시리즈
  - 8051과 유사한 성능
- MEGA 시리즈
  - 대용량 메모리
  - 대량의 I/O PORT
  - 복잡한 어플리케이션 적합
- Xmega 시리즈
  - 8/16 bit MCU
  - 실시간 제어 성능
  - 저전력 소비



# ATmega128 특징

- 133개의 명령어
- 32X8 범용 레지스터
- 128Kbyte in-system 플래쉬 메모리
- 4Kbyte EEPROM
- 4Kbyte SRAM
- 53개의 I/O
- 64PIN QFP
- ATMEGA128 : 4.5~5.5V (0~16Mhz)
- ATMEGA128L : 2.7~5.5V (0~8Mhz)
- ATMEGA128A : 2.7~5.5V (0~16Mhz)

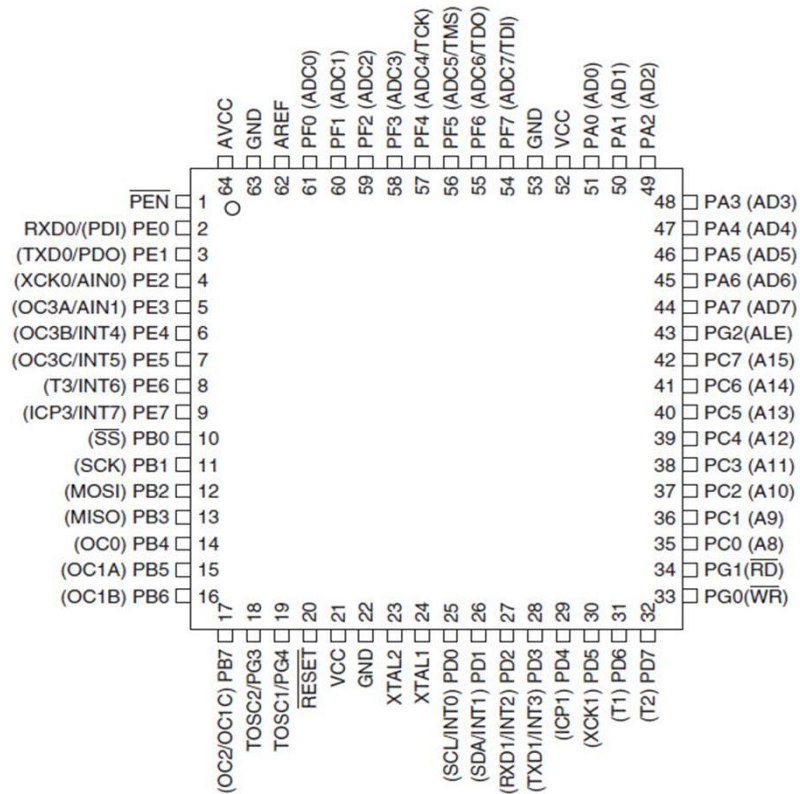


## 주요성능(기능)

- 8BIT TIMER/COUNTER – 2
- 16bit TIMER/COUNTER – 2
- 8bit PWM – 2
- 10bit ADC – 8
- USART INTERFACE – 2
- SPI INTERFACE
- WATCH-DOG TIMER/ 칩내장형 발진기
- 칩 내장형 아날로그 비교기



# LAY-OUT



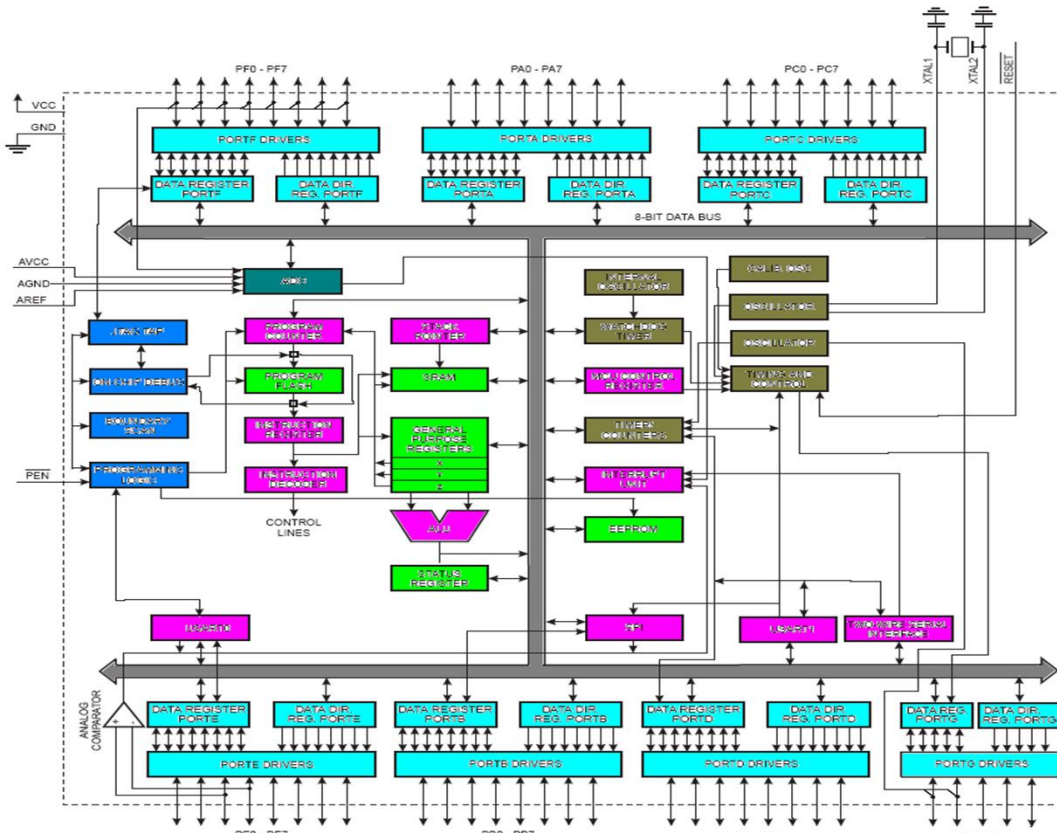
충북대학교 공동훈련센터

# PIN 구성

- VCC : 공급전원
- GND : 부 전원
- RESET :
- XTAL 1, 2 : 클록 소스
- AVCC : 아날로그 동작 공급전원
- AREF : 아날로그 기준전압
- PEN : 프로그램 인에블
- PORT A, B, C, D, E, F, G : 범용 입출력/기능

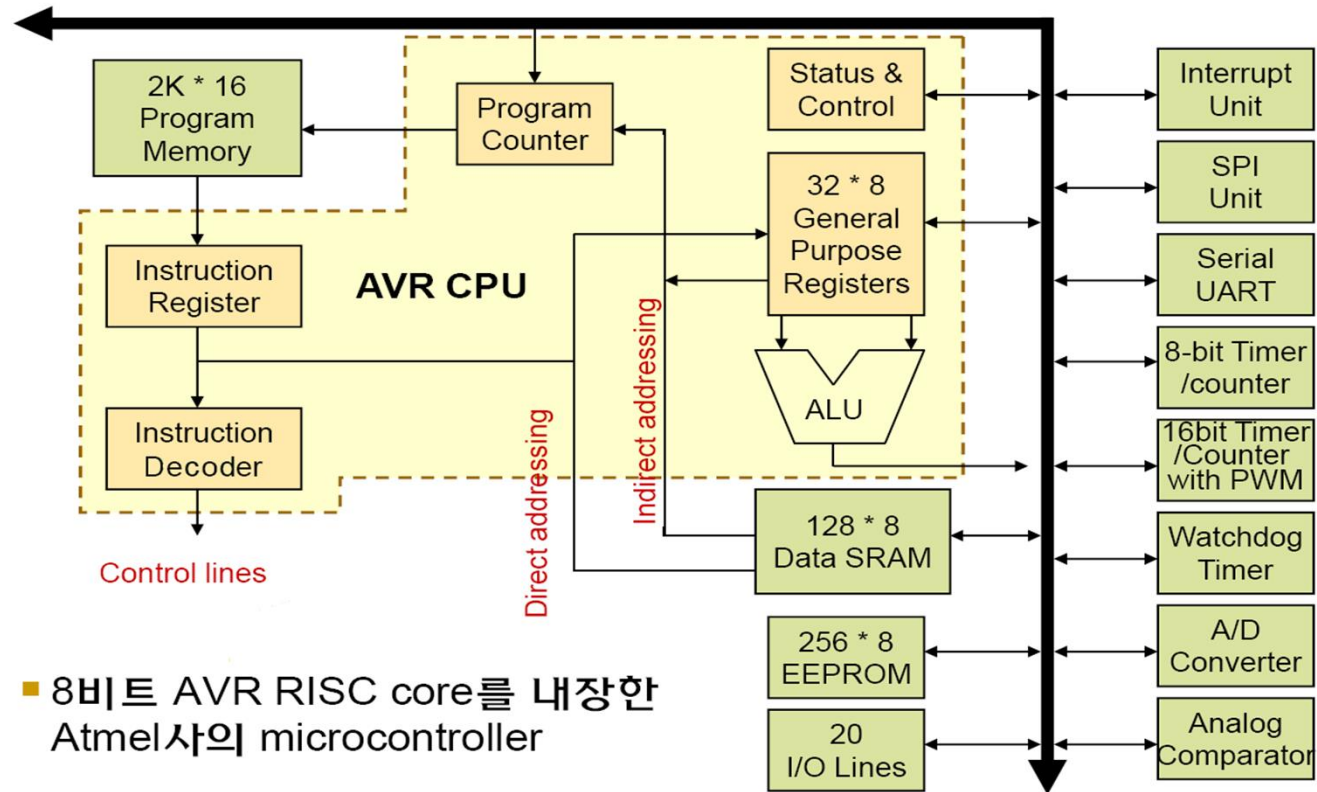


# Architecture





# AVR Core



- 8비트 AVR RISC core를 내장한 Atmel사의 microcontroller



# Flash Memory

- 프로그램 메모리는 8비트로 구성
- 기본적으로 한 개의 번지가 16비트 단위로 구성되어 16비트 마이크로프로세서인 것처럼 동작
- 모든 AVR의 명령어는 16비트 또는 32비트 길이로 구성
- 플래시로 되어 있는 내부 프로그램 메모리는 부트 프로그램 섹션(boot program section)과 응용 프로그램 섹션(application program section)의 두 가지 영역
- 내부 프로그램 메모리는 특정의 메모리 잠금 비트(memory lock bit)를 사용하여 쓰기와 쓰기/읽기의 금지를 할 수 있음.



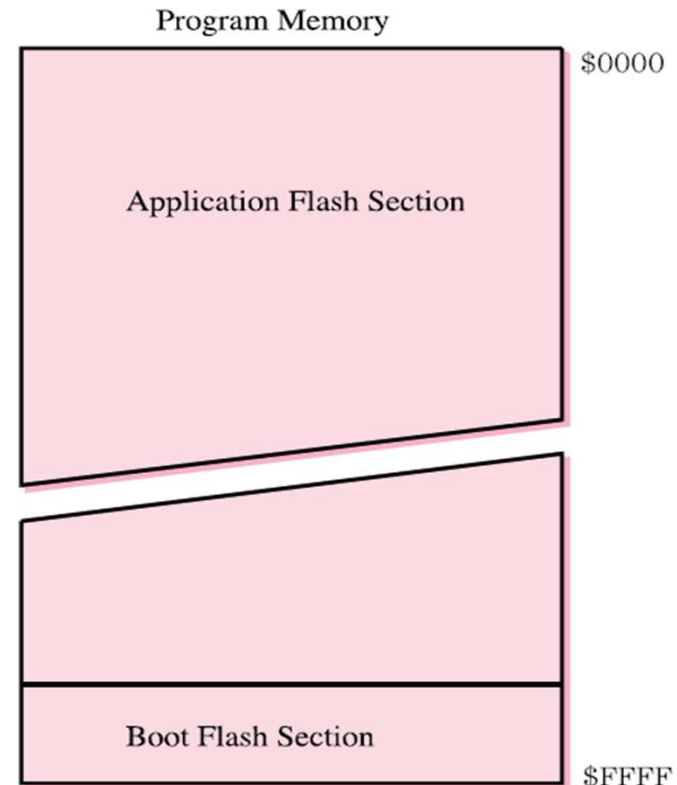
# 레지스터

- 상태 레지스터
- 범용 레지스터
- X,Y,Z 레지스터
- 스택 포인터
- I/O DIR 레지스터
- I/O 레지스터
- 특수 레지스터



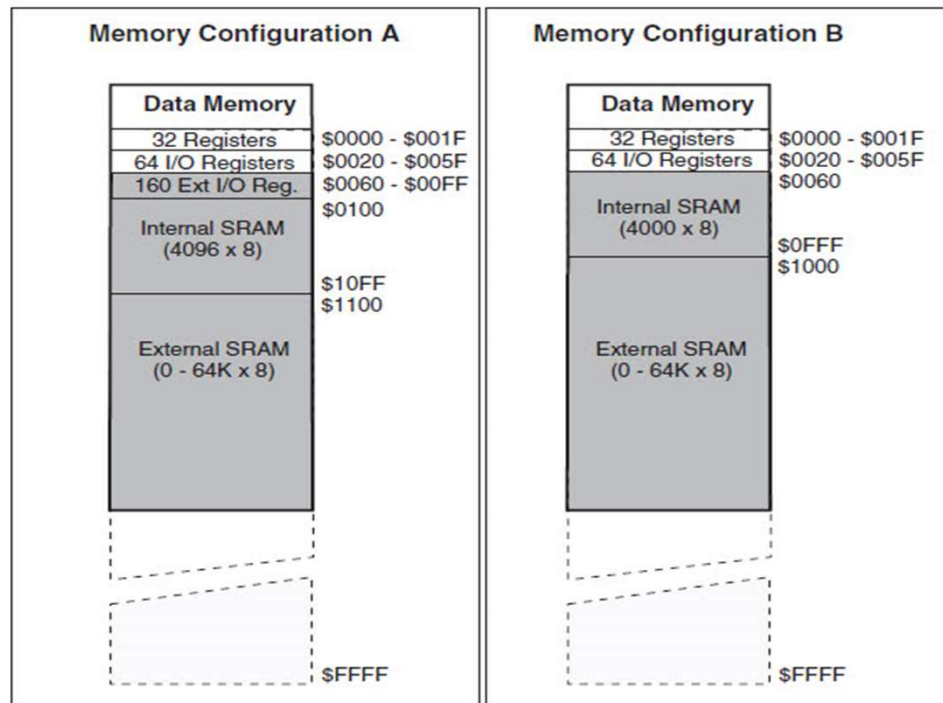
# 프로그램 메모리 구조

- 내부에 128KB의 플래시 메모리
- ATmega128는 8비트 마이크로컨트롤러이지만, 프로그램 메모리는 16비트 구조로 되어 있음.
- 64K×16 비트의 용량을 가짐.
- 모든 명령은 16비트 또는 32비트 구조로 각 명령은 프로그램 메모리에서 1~2개의 번지를 차지함.
- 프로그램 메모리는 부트 프로그램 영역과 응용 프로그램 영역으로 구성됨.
- SPI 통신 방식을 이용한 ISP 기능을 가지고 있어서 사용자가 작성한 프로그램을 쉽게 쓰기가 가능함.
- JTAG 에뮬레이터, 병렬 프로그래밍을 이용한 프로그램 쓰기도 가능



# 데이터 메모리 구조

- 쓰기/읽기가 가능한 메모리
- 최대 64K(0x0000-0xFFFF) 바이트의 용량



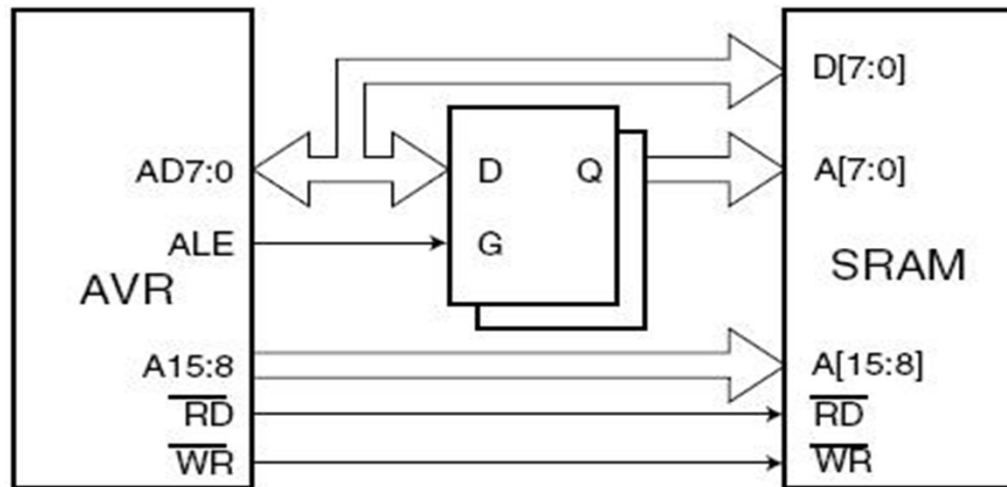
# EEPROM

- ATmega128에는 4K 바이트의 EEPROM 메모리를 제공
- EEPROM의 쓰기/읽기는 I/O 레지스터를 사용하여 주소를 지정하는 방법으로 가능
- EEPROM을 액세스하는 과정은 매우 번거로운 부분이지만, 제어 전용의 시스템을 구축할 경우에 유용하게 활용됨.
- EEPROM의 제어
  - EEAR (EEPROM Address Register)
  - EECR (EEPROM Control Register)
  - EEDR (EEPROM Data Register)



# 외부 확장메모리

- ATmega128의 외부 데이터 영역은 0x1100-0xFFFF 번지의 약 60K 바이트의 영역
- 외부 메모리 영역은 외부 SRAM 또는 플래시 메모리와 LCD 표시장치, A/D 및 D/A 변환기와 같은 외부 I/O 확장에 사용



# Boot Loader

- AVR의 플래시 메모리 내에는 부트 로더(boot loader) 프로그램을 내장하고 있다.
- 부트로더의 역할 :
  - MCU 자체에서 사용자 응용 프로그램을 다운로드하는 기능과 AVR의 동작에 필요한 기본적인 메모리 보호 기능과 시스템 설정 기능을 수행함.
- ARDUINO:
  - 오픈소스를 기반으로 한 피지컬 컴퓨팅 플랫폼
  - USB를 통해 컴파일 및 업로드를 쉽게 할 수 있다





# Fuse Bit

- AVR의 기본적인 시스템 설정용으로 사용(3 바이트로 구성)
  - 확장 퓨즈 바이트
  - 퓨즈 상위 바이트
  - 퓨즈 하위 바이트
- AVR 칩 쓰기 도구 프로그램의 칩 삭제 기능을 수행하더라도 퓨즈 비트는 영향을 받지 않음.
- 메모리 잠금 비트의 LB1을 사용하여 퓨즈 비트를 변경할 수 없도록 보호 기능으로 설정 가능.
- 퓨즈 비트를 먼저 설정하고 메모리 잠금 비트는 나중에 설정하여야 함.



# System Clock

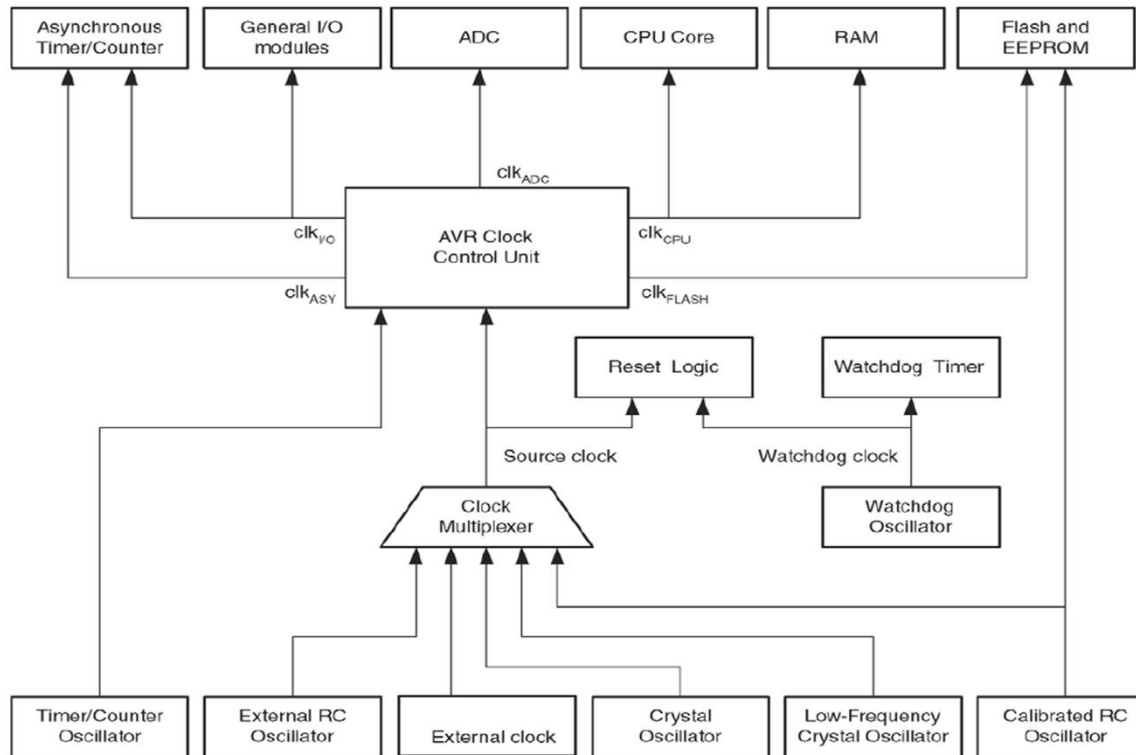


그림 2.28 ATmega128의 시스템 클럭 구성도



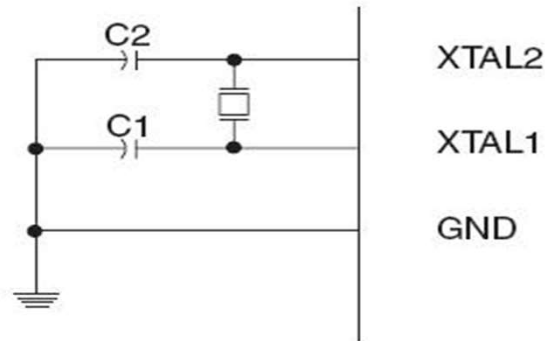
# Clock Source

- 비트 설정용 3번째 바이트인 퓨즈 하위 바이트에 있는 CKSEL3~0 비트에 의해 선택

클럭 소스	CKSEL3~0
외부 수정 오실레이터/세라믹 공진기	1111 ~ 1010
외부 저주파 수정 오실레이터	1001
외부 RC 오실레이터	1000 ~ 0101
Calibrated 내부 RC 오실레이터	0100 ~ 0001
외부 클럭	0000



# EXT, X-tal OSC



수정 발진기를 사용할 경우 동작 모드

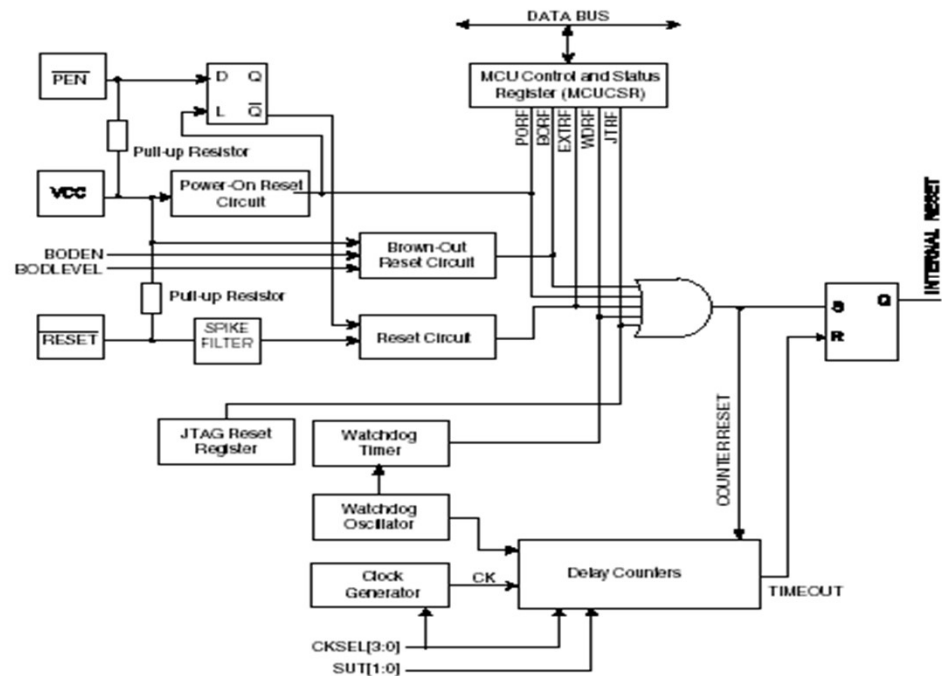
CKOPT	CKSEL3~0	주파수 범위 (MHz)	수정 발진기를 사용할 경우의 권장 C1 과 C2의 값
1	101	0.4 ~ 0.9	세라믹 공진기에서만 사용하는 모드
1	110	0.9 ~ 3.0	12 ~ 22pF
1	111	3.0 ~ 8.0	12 ~ 22pF
0	111	8.0 이상	12 ~ 22pF



충북대학교 공동훈련센터

# RESET

- 전원 투입 리셋(Power-On Reset)
- 외부 리셋(External Reset)
- 워치독 리셋(Watchdog Reset)
- 저전압 리셋(Brown-out Reset)
- JTAG AVR 리셋



# Power Mode

- Idle mode
  - MCUCR [SM2:0]->'000'
  - 외부인터럽트,타이머 오버플로우,USART 인터럽트 등에 의해 복귀
- ADC noise Reduction mode
  - MCUCR [SM2:0]->'001'
  - AD 변환 중 노이즈 제거
- Power-Down mode
  - MCUCR [SM2:0]->'010'
  - 모든 Clock정지, 외부인터럽트, TWI, Watchdog는 계속동작
- Power Save Mode
  - MCUCR [SM2:0]->'011'
  - Clk ASY 외에 모든 Clock 정지
- Stand-by mode
  - MCUCR [SM2:0]->'110'
  - OSC만 동작, Power Down mode와 동일
- Extended Standby mode
  - MCUCR [SM2:0]->'111'
  - OSC만 동작, Power Save mode와 동일



# I/O PORT

- 기본 구조
  - 8 bit 양방향 병렬 PORT
    - PORT A ~ PORT F
  - 5 bit 양방향 병렬 PORT
    - PORT G
  - I/O 레지스터
    - DDRxn : PORT 입출력 방향 설정
    - PORTxn : PORT 출력 버퍼 레지스터
    - PINxn : PORT 입력 버퍼 레지스터



# PORT A

- 양방향 병렬 PORT
- 외부 메모리 인터페이스 기능

Port Pin	Alternate Function
PA7	AD7 (External memory interface address and data bit 7)
PA6	AD6 (External memory interface address and data bit 6)
PA5	AD5 (External memory interface address and data bit 5)
PA4	AD4 (External memory interface address and data bit 4)
PA3	AD3 (External memory interface address and data bit 3)
PA2	AD2 (External memory interface address and data bit 2)
PA1	AD1 (External memory interface address and data bit 1)
PA0	AD0 (External memory interface address and data bit 0)





# PORT B

- 양방향 병렬 PORT
- 타이머/카운터
- SPI 기능

Port Pin	Alternate Functions
PB7	OC2/OC1C <sup>(1)</sup> (Output Compare and PWM Output for Timer/Counter2 or Output Compare and PWM Output C for Timer/Counter1)
PB6	OC1B (Output Compare and PWM Output B for Timer/Counter1)
PB5	OC1A (Output Compare and PWM Output A for Timer/Counter1)
PB4	OC0 (Output Compare and PWM Output for Timer/Counter0)
PB3	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB2	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input)
PB1	SCK (SPI Bus Serial Clock)
PB0	$\overline{SS}$ (SPI Slave Select input)



# PORT C

- 양방향 병렬 PORT
- 외부 메모리 인터페이스(어드레스 상위)

Port Pin	Alternate Function
PC7	A15
PC6	A14
PC5	A13
PC4	A12
PC3	A11
PC2	A10
PC1	A9
PC0	A8



# PORT D

- 양방향 병렬 PORT
- 타이머/카운터/외부인터럽트
- USART1/TWI 직렬통신 PORT

Port Pin	Alternate Function
PD7	T2 (Timer/Counter2 Clock Input)
PD6	T1 (Timer/Counter1 Clock Input)
PD5	XCK1 <sup>(1)</sup> (USART1 External Clock Input/Output)
PD4	IC1 (Timer/Counter1 Input Capture Trigger)
PD3	INT3/TXD1 <sup>(1)</sup> (External Interrupt3 Input or UART1 Transmit Pin)
PD2	INT2/RXD1 <sup>(1)</sup> (External Interrupt2 Input or UART1 Receive Pin)
PD1	INT1/SDA <sup>(1)</sup> (External Interrupt1 Input or TWI Serial DAta)
PD0	INT0/SCL <sup>(1)</sup> (External Interrupt0 Input or TWI Serial CLock)



# PORT E

- 양방향 병렬 PORT
- 타이머/카운터/외부인터럽트
- USART0/아날로그비교기/ ISP PORT

Port Pin	Alternate Function
PE7	INT7/IC3 <sup>(1)</sup> (External Interrupt 7 Input or Timer/Counter3 Input Capture Trigger)
PE6	INT6/ T3 <sup>(1)</sup> (External Interrupt 6 Input or Timer/Counter3 Clock Input)
PE5	INT5/OC3C <sup>(1)</sup> (External Interrupt 5 Input or Output Compare and PWM Output C for Timer/Counter3)
PE4	INT4/OC3B <sup>(1)</sup> (External Interrupt4 Input or Output Compare and PWM Output B for Timer/Counter3)
PE3	AIN1/OC3A <sup>(1)</sup> (Analog Comparator Negative Input or Output Compare and PWM Output A for Timer/Counter3)
PE2	AIN0/XCK0 <sup>(1)</sup> (Analog Comparator Positive Input or USART0 external clock input/output)
PE1	PDO/TXD0 (Programming Data Output or UART0 Transmit Pin)
PE0	PDI/RXD0 (Programming Data Input or UART0 Receive Pin)



# PORT F

- 양방향 병렬 PORT
- A/D Converter / JTAG 인터페이스

Port Pin	Alternate Function
PF7	ADC7/TDI (ADC input channel 7 or JTAG Test Data Input)
PF6	ADC6/TDO (ADC input channel 6 or JTAG Test Data Output)
PF5	ADC5/TMS (ADC input channel 5 or JTAG Test Mode Select)
PF4	ADC4/TCK (ADC input channel 4 or JTAG Test Clock)
PF3	ADC3 (ADC input channel 3)
PF2	ADC2 (ADC input channel 2)
PF1	ADC1 (ADC input channel 1)
PF0	ADC0 (ADC input channel 0)



# PORT G

- 양방향 병렬 5 bit PORT
- 외부 메모리 인터페이스 / 타이머/ 카운터

Port Pin	Alternate Function
PG4	TOSC1 (RTC Oscillator Timer/Counter0)
PG3	TOSC2 (RTC Oscillator Timer/Counter0)
PG2	ALE (Address Latch Enable to external memory)
PG1	$\overline{RD}$ (Read strobe to external memory)
PG0	$\overline{WR}$ (Write strobe to external memory)

