

ARM Coretex-M

펌웨어 설계



ADC 제어 SW 설계



한국기술교육대학교
온라인평생교육원

학습목표

- STM32F429의 ADC와 관련 레지스터를 설명할 수 있다.
- STM32F429의 ADC 제어 소프트웨어를 설계하고 테스트할 수 있다.

학습내용

- STM32F429의 ADC
- STM32F429의 ADC 제어 SW 설계하기

STM32F429의 ADC



STM32F429의 ADC 소개

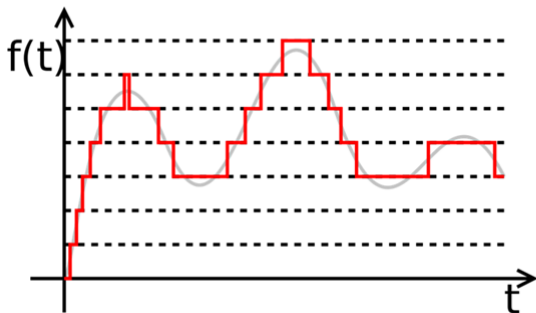
ADC란?

Analog to Digital Converter

아날로그 신호를 **디지털**로 변환해주는 장치

ADC란?

아날로그 신호를 디지털로 변환



ADC 전기기호



STM32F429의 ADC



STM32F429의 ADC 소개

STM32F429의 ADC 특징

- ... 3개의 ADC 컨트롤러
- ... 각각 최대 12비트의 해상도
- ... 12비트는 2의 12승이므로 0~4095까지의 범위로 디지털 값을 얻음
- ... 최대 24개의 채널
 - 동시에 아날로그 신호를 24개까지 처리할 수 있다는 의미
- ... 처리속도는 7.2MSPS
 - MSPS는 Mega Sampling Per Second이며 초당 7.2mega의 속도로 샘플링 가능

13.2 ADC main features

- 12-bit, 10-bit, 8-bit or 6-bit configurable resolution
- Interrupt generation at the end of conversion, end of injected conversion, and in case of analog watchdog or overrun events
- Single and continuous conversion modes
- Scan mode for automatic conversion of channel 0 to channel 'n'
- Data alignment with in-built data coherency
- Channel-wise programmable sampling time
- External trigger option with configurable polarity for both regular and injected conversions
- Discontinuous mode
- Dual/Triple mode (on devices with 2 ADCs or more)
- Configurable DMA data storage in Dual/Triple ADC mode
- Configurable delay between conversions in Dual/Triple interleaved mode
- ADC conversion type (refer to the datasheets)
- ADC supply requirements: 2.4 V to 3.6 V at full speed and down to 1.8 V at slower speed
- ADC input range: $V_{REF-} \leq V_{IN} \leq V_{REF+}$
- DMA request generation during regular channel conversion

Figure 44 shows the block diagram of the ADC.

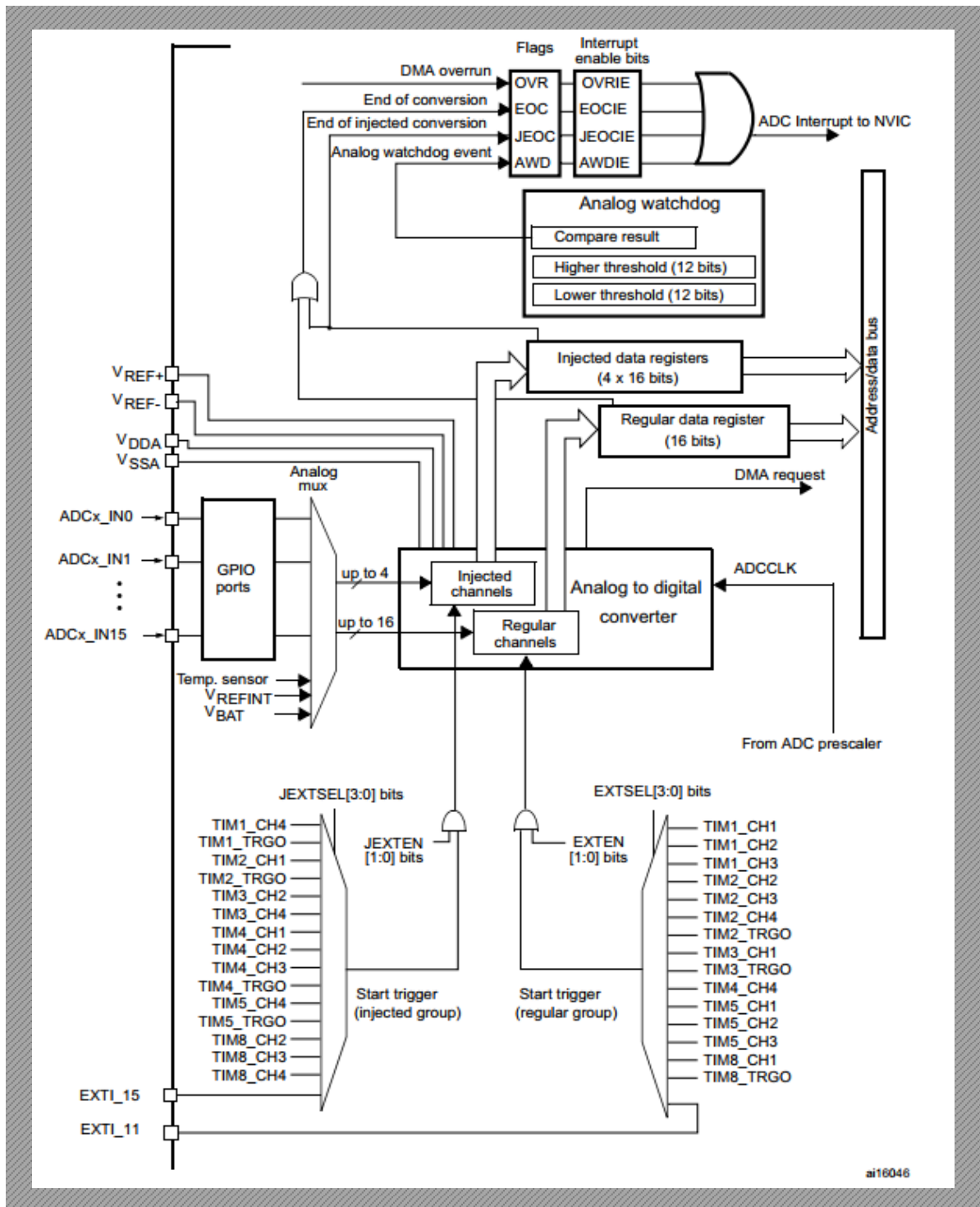
Note: V_{REF-} , if available (depending on package), must be tied to V_{SSA} .

STM32F429의 ADC 주요 특징

STM32F429의 ADC

STM32F429의 ADC 소개

STM32F429의 ADC의 블록도

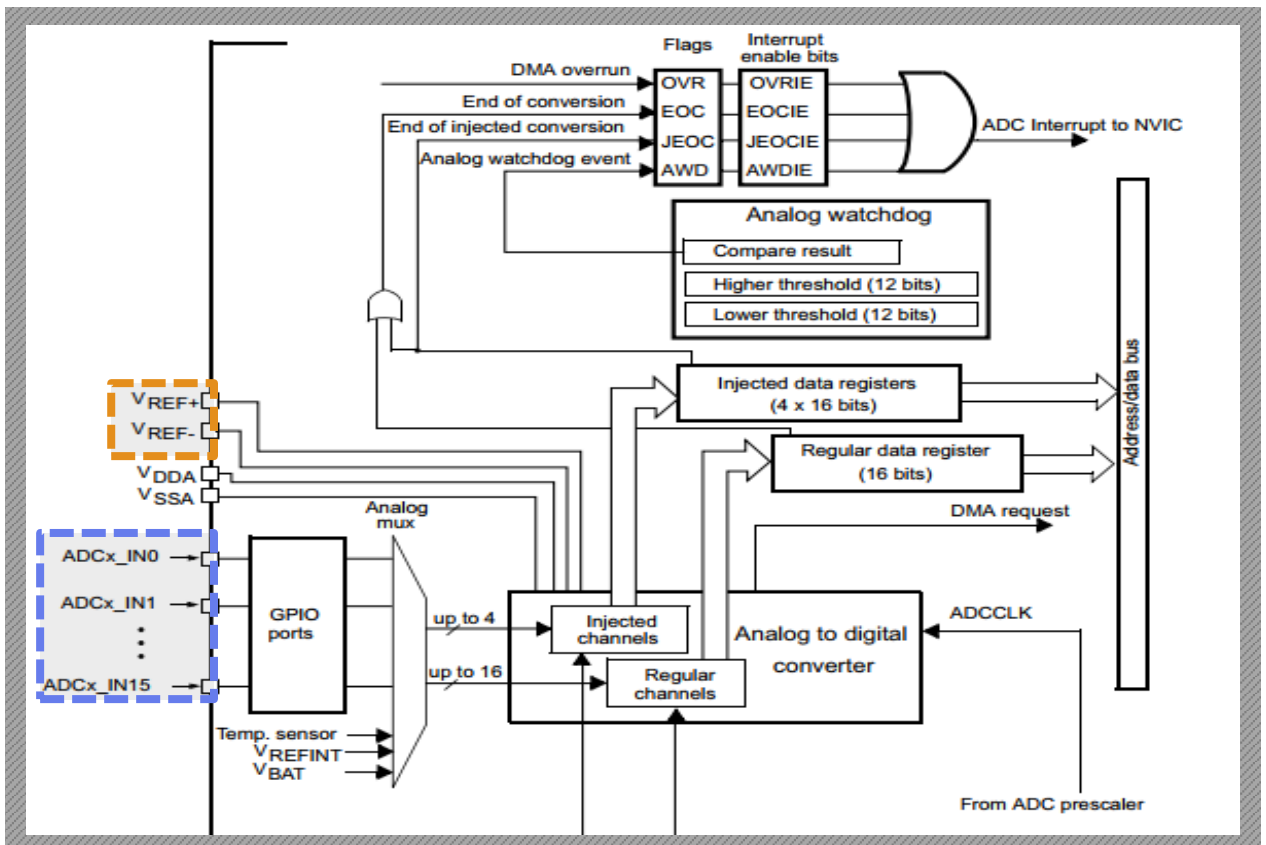


STM32F429의 ADC



STM32F429의 ADC 소개

STM32F429의 ADC의 블록도



V_{REF+} 와 V_{REF-}

→ V_{REF+} 와 V_{REF-} 라는 이름의 기준 전압을 입력 받음

기준 전압

아날로그 신호의 음과 양의 최대 범위

ADCx_IN0~ADCx_IN15

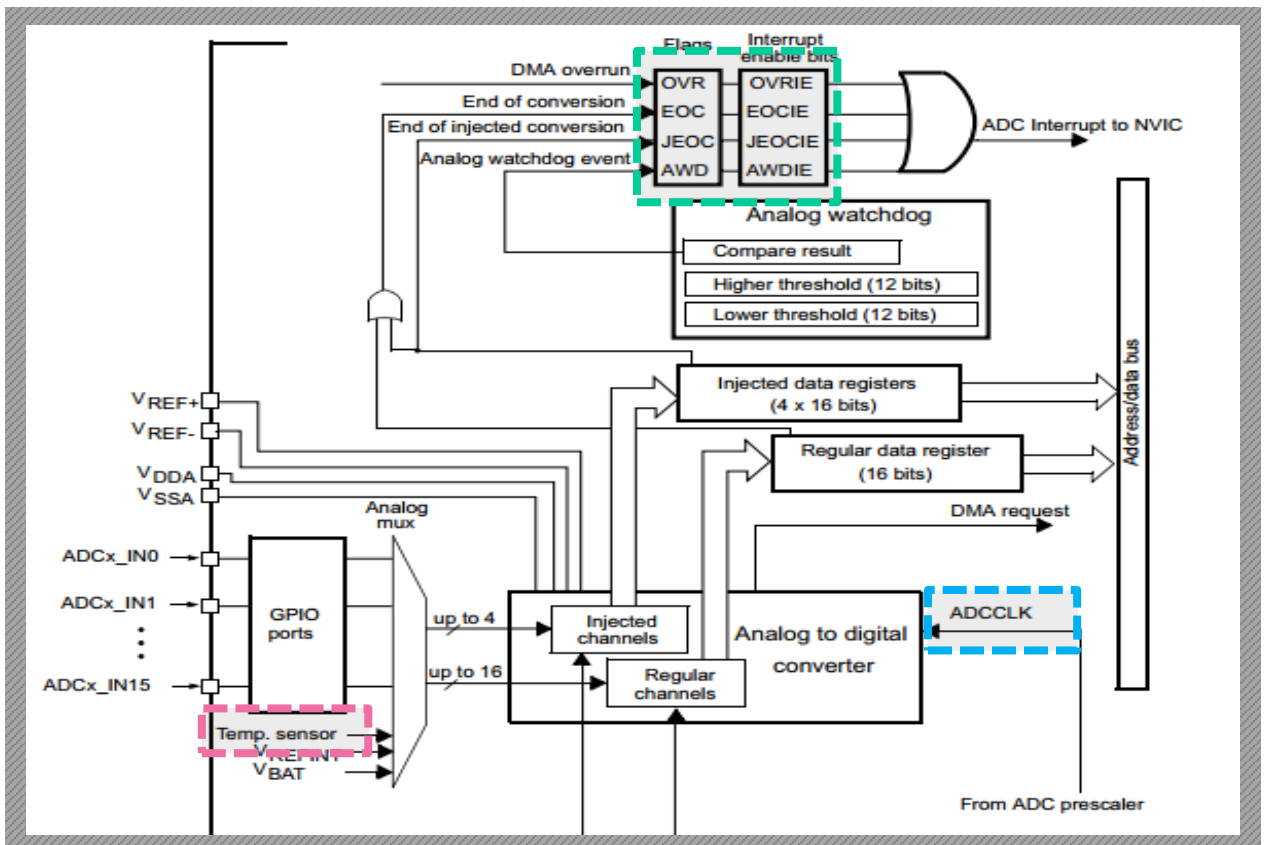
→ ADCx_IN0부터 ADCx_IN15까지 16개의 입력

STM32F429의 ADC



STM32F429의 ADC 소개

STM32F429의 ADC의 블록도



Temp sensor

- Temp sensor는 온도센서로 내부에 온도센서가 있어 ADC를 통해 디지털 온도 값을 받을 수 있음

ADCCLK

- ADCCLK라는 clock을 입력받아 컨트롤러를 동작시킴

OVR, EOC, JEOP, AWD

- ADC 인터럽트의 종류

STM32F429의 ADC



STM32F429의 ADC 소개

STM32F429의 ADC 신호들

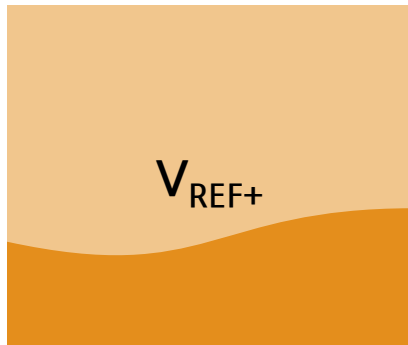
Name	Signal type	Remarks
V_{REF+}	Input, analog reference positive	The higher/positive reference voltage for the ADC, $1.8V \leq V_{REF+} \leq V_{DDA}$
V_{DDA}	Input, analog supply	Analog power supply equal to V_{DD} and $2.4V \leq V_{DDA} \leq V_{DD}(3.6V)$ for full speed $1.8V \leq V_{DDA} \leq V_{DD}(3.6V)$ for reduced speed
V_{REF-}	Input, analog reference negative	The lower/negative reference voltage for the ADC, $V_{REF-} = V_{SSA}$
V_{SSA}	Input, analog supply ground	Ground for analog power supply equal to V_{SS}
ADCx_IN[15:0]	Analog input signals	16 analog input channels

STM32F429의 ADC

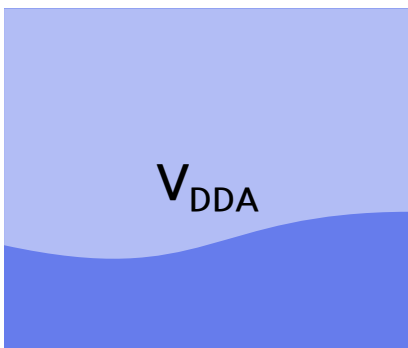


STM32F429의 ADC 소개

STM32F429의 ADC 신호들



입력 아날로그 기준 전압으로 1.8V부터 V_{DDA} 까지의 범위



아날로그 전원으로 full speed일 때 2.4V부터 V_{DD} 까지의 범위

↓
디지털 전원



아날로그 전원의 접지



16개의 입력 채널

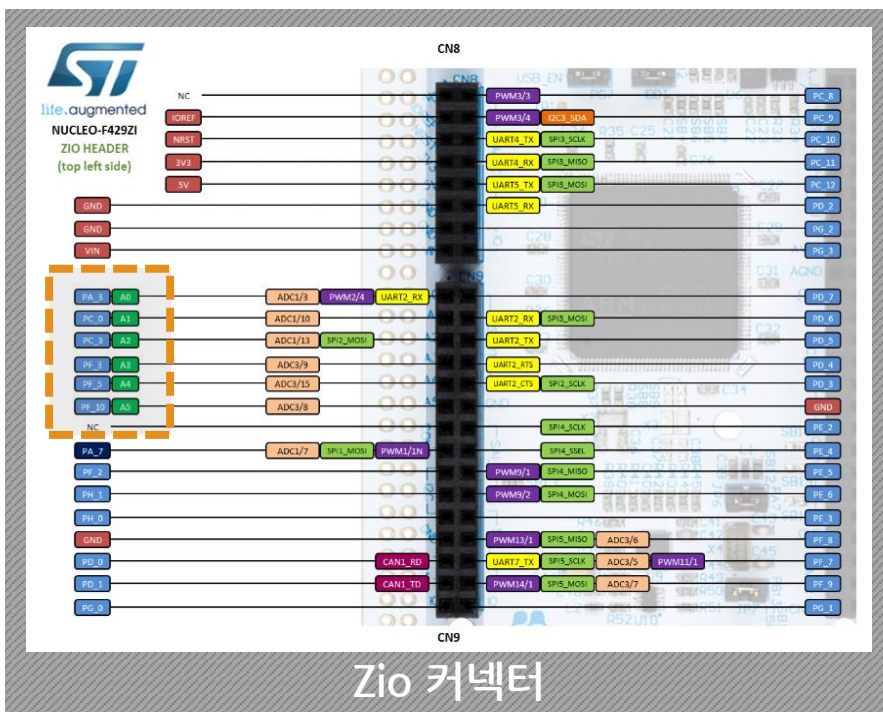
STM32F429의 ADC

⚙️ Nucleo-F429 보드의 ADC

🌈 Nucleo-F429 보드의 ADC 포트

Zio커넥터는 아두이노와 호환됨

아두이노 아날로그 입력 핀과
동일한 위치에 ADC 포트가 존재함



- ... 아두이노의 아날로그 입력핀과 동일한 위치의 핀들임
- ... 녹색 블록의 A0~A5로 표시된 핀들임

Nucleo-F429 보드의 ADC

SB174/171/167 Close only for F303ZE
SB165/150/140 Close only for F412ZG/F413ZH

PF3 SB146
PD11 SB174
PC1 SB165
PF5 SB147
PD12 SB171
PC4 SB150
PF10 SB157
PD13 SB167
PC5 SB140

38 Close only for I2C on A4/A5

PB9 SB143 Open
PB8 SB138 Open

PA3
PC0
PC3
A0
A1
A2
A3
A4
A5

CN9

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

PD7 D51
PD6 D52
PD5 D53
PD4 D54
PD3 D55

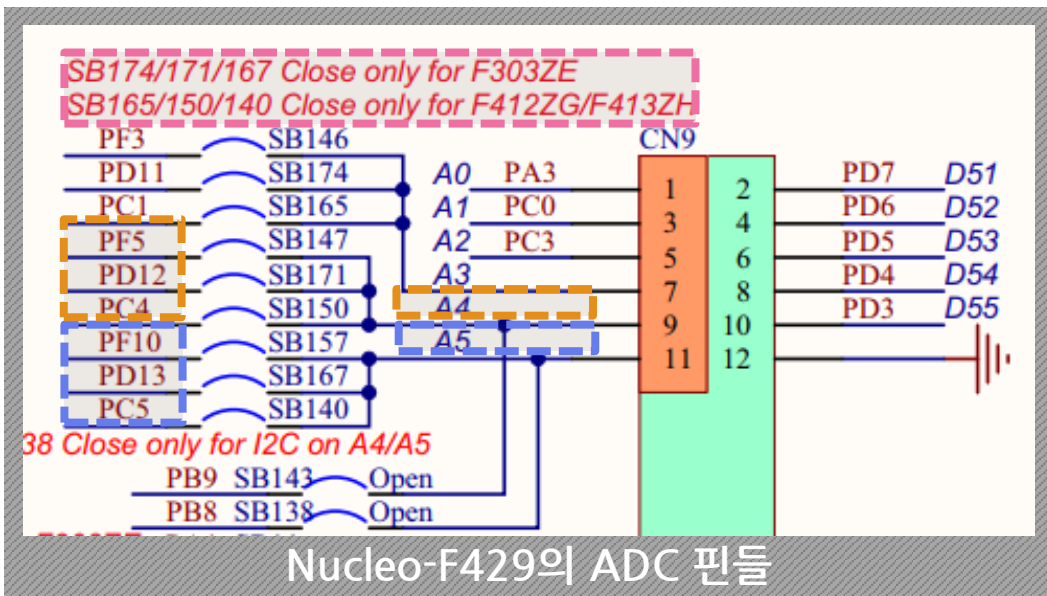
— 11

STM32F429의 ADC



⚙️ Nucleo-F429 보드의 ADC

🌈 Nucleo-F429 보드의 ADC 핀



A4로 표시된 핀은 STM32F429의 PF5번 핀이나 PD12, PC4번 핀 중 선택 가능

A5로 표시된 핀은 STM32F429의 PF10번 핀이나 PD13, PC5번 핀 중 선택 가능

- 회로도의 SB는 Solder Bridge의 약자로 납으로 간단하게 연결할 수 있는 부분을 말함
- 즉, 납을 사용하여 간단하게 연결하거나 연결을 끊을 수 있음

STM32F429의 ADC 제어 SW 설계하기



ADC 제어 실습 환경

ADC 포트에 가변저항 연결

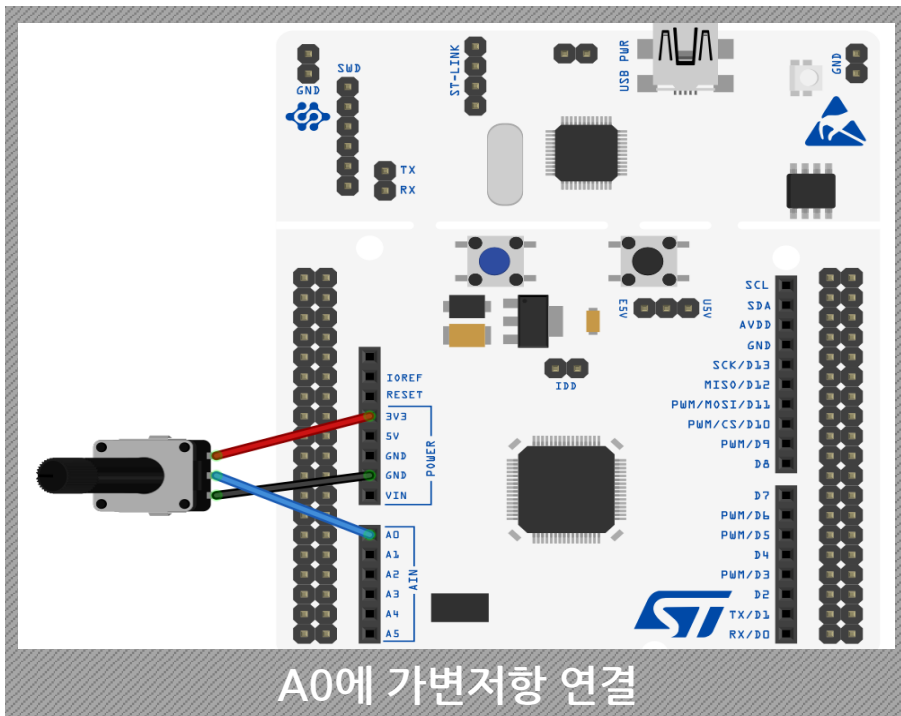
ADC 실습을 위해 ADC 포트에
가변저항을 연결하여 실습 진행

STM32F429의 ADC 제어 SW 설계하기



ADC 제어 실습 환경

ADC 포트에 가변저항 연결



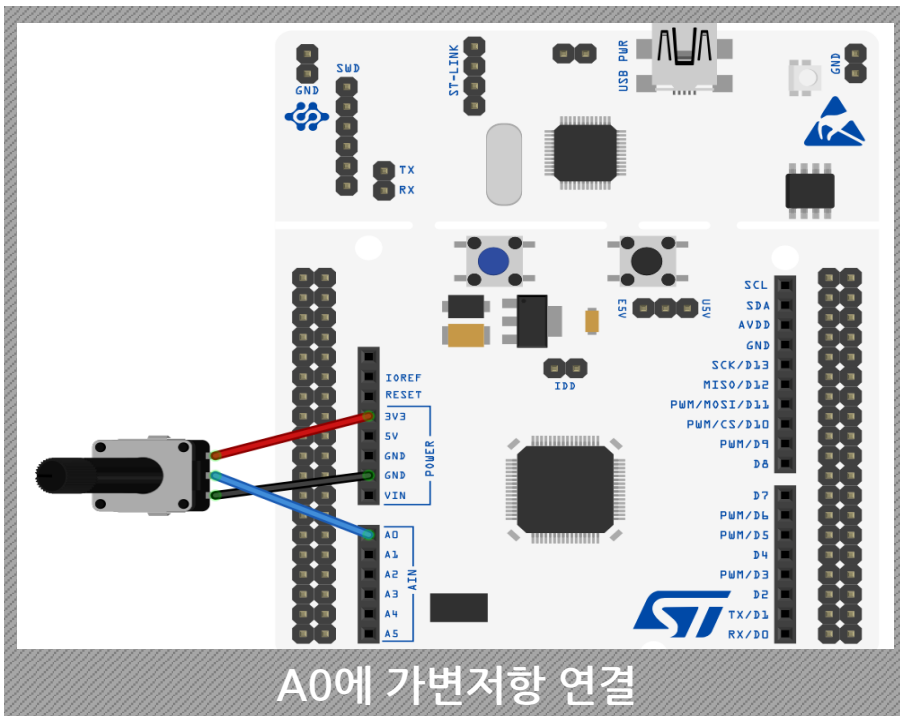
...▶ 그림은 Nucleo-144 보드가 아닌
Nucleo-32 보드이지만
아두이노 핀 배열은 동일함

STM32F429의 ADC 제어 SW 설계하기



⚙️ ADC 제어 실습 환경

🌈 ADC 포트에 가변저항 연결



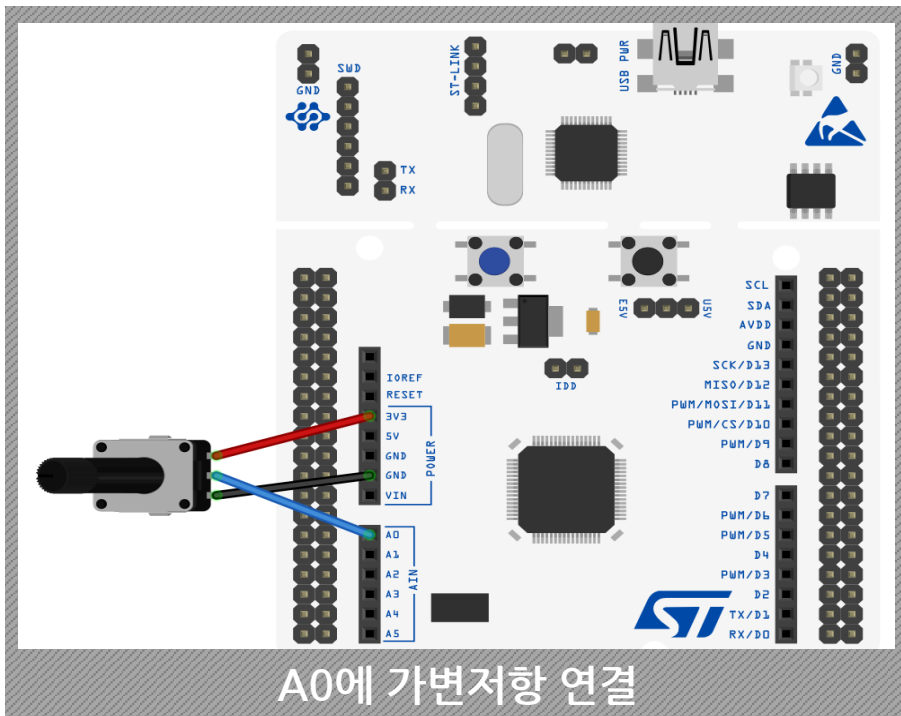
→ 아두이노 핀 기준 A0핀인
Nucleo-F429 보드의 CN9커넥터의
1번 핀에 가변저항의 가운데 선과 연결

STM32F429의 ADC 제어 SW 설계하기



⚙️ ADC 제어 실습 환경

🌈 ADC 포트에 가변저항 연결



... 가변저항의 양 끝단 핀은
각각 3.3V 전원과 GND에 연결

ADC 제어 실습 환경

[illegible]

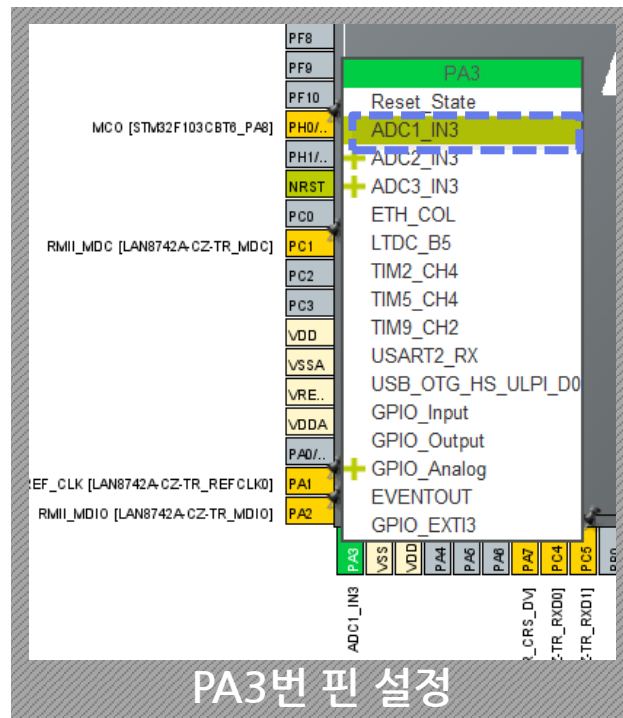
ADC1_IN3, ADC2_IN3,
ADC3_IN3 중 하나를 선택할 수 있음

STM32F429의 ADC 제어 SW 설계하기



ADC 제어 실습 환경

ADC 모드의 설정



일단 ADC1_IN3으로 선택

ADC컨트롤러 1번에
채널 3번으로 선택한 것임

STM32F429의 ADC 제어 SW 설계하기



ADC 제어 실습 환경

ADC 모드의 설정

ADC는 폴링 모드나 인터럽트 모드를 선택할 수 있음



폴링 모드 사용

- ADC1 Configuration에서 NVIC Settings의 Enabled를 선택하지 않음

인터럽트 모드 사용

- ADC1 Configuration에서 NVIC Settings의 Enabled 선택

STM32F429의 ADC 제어 SW 설계하기



ADC 제어 SW 코딩 및 테스트

교수님 폴링 모드 실습 영상

1 CubeMX를 사용하여 코드 생성

2 Main.c의 main 함수에 ADC 폴링 모드 제어 코드 작성

- HAL_ADC_Start
- HAL_ADC_PollForConversion
- HAL_ADC_GetValue
- HAL_ADC_Stop

3 컴파일 후 펌웨어를 보드에 다운로드

4 가변저항을 조정하여 ADC 값을 메시지 출력해 봄으로써 ADC 제어 SW 검증

STM32F429의 ADC 제어 SW 설계하기



⚙️ ADC 제어 SW 코딩 및 테스트

🎯 교수님 인터럽트 실습 영상

- 1 CubeMX를 사용하여 코드 생성
- 2 Main.c의 main 함수에 ADC 인터럽트 모드 제어 코드 작성
 - NVIC Settings의 Enabled를 선택하여 인터럽트 모드 enable
 - Src/stm32f4xx_it.c에 ADC 인터럽트 핸들러인 ADC_IRQHandler가 생성됨
 - Main.c에 ADC 인터럽트 callback 함수인 HAL_ADC_ConvCpltCallback 추가
 - Main 함수 while문에서 adc_value 값을 UART로 확인
- 3 컴파일 후 펌웨어를 보드에 다운로드
- 4 가변저항을 조정하여 ADC 값을 메시지 출력해 봄으로써 ADC 제어 SW 검증

요점노트

1. STM32F429의 ADC



- STM32F429의
 - ADC는 아날로그 신호를 디지털로 변환해주는 장치임
 - STM32F429의 ADC는 3개의 ADC 컨트롤러를 가지며 각각 최대 12비트의 해상도를 가짐
 - Nucleo-F429 보드의 ADC 포트를 사용하기 위해 Zio 커넥터 핀맵을 사용함

요점노트

2. STM32F429의 ADC 제어 SW 설계하기



- STM32F429의 ADC 제어 SW 설계하기
 - ADC 실습을 위해 ADC 포트에 가변저항을 연결하여 실습을 진행하면 편리함
 - CubeMX를 사용하여 ADC를 폴링 모드나 인터럽트 모드를 선택할 수 있음
 - ADC 폴링 모드는 ADC 폴링 모드 관련 코드를 사용하여 제어할 수 있음
 - 인터럽트 모드는 ADC 인터럽트 callback 함수인 HAL_ADC_ConvCpltCallback 함수를 사용하여 구현할 수 있음