life.augmented

TNK0024
Tech Note

STM32 ADC 펌웨어 가이드
(타이머로 ADC 주파수설정)

Introduction

STM32 ADC 는 다양하고 복잡한 기능을 제공하기 때문에 사용자 요구에 맞는 최선의 방법을 선택하기 위해서는 ADC 의 모드와 특성에 대한 이해를 필요로 한다. 또한 하드웨어 트리거와 DMA 를 함께 운용하면 소프트웨어로 처리할때 생기는 복잡함과 타이밍 문제를 간단하게 해결할 수 있다. ADC 의 특징을 다음 순서로 설명한다.

- TNK0023 – STM32 ADC 펌웨어 가이드 (모드와 특성)
- **TNK0024 – STM32 ADC 펌웨어 가이드 (타이머로 ADC 주파수설정)**

Contents

List of tables

No table of figures entries found.

List of figures

1 STM32 ADC 샘플링 주파수

만약 어플리케이션 레벨에서 특정 ADC 샘플링 주파수 설정이 필요한 경우, 앞장에서 설명한 바와 같이 APBx (PCLKx) clock 주파수를 ADC 내부의 prescaler 로 나눈 ADC peripheral 주파수를 가지고 ADC 채널에서 설정한 sampling time 과 conversion time 으로 다시 거꾸로 계산해서 원하는 ADC 샘플링 주파수를 맞추기는 힘들다. 이런 경우, 타이머를 원하는 ADC 샘플링 주파수로 설정하고 ADC 채널의 sampling time 과 conversion time 은 해당 타이머 샘플링 주파수보다 빠르게(일찍 끝나게) 설정하면 쉽게 해결할수 있다.

1.1 타이머 선택

앞장에서 설명했듯이 ADC 의 하드웨어 external trigger conversion source 로 타이머의 capture compare event 또는 trigger out event (TRGO) 를 선택할 수 있다. STM32 의 basic 타이머 (예, 타이머 6, 타이머 7 등) 는 PWM, input capture, output compare 등의 기능이 없는 단순한 타이머로 TRGO 소스 선택도 단순하나, general purpose 또는 advance control 타이머 (예, 타이머 1 등) 의 경우는 기능도 많고 TRGO 소스 선택도 여러가지로 할 수 있다. 타이머에 따라 카운터 크기를 16bit 또는 32bit 로 다르게 지원하므로 이점도 염두해 두고 단순한 타이머인 타이머 6 을 선택한다

Figure 1. Timer6 기능과 TRGO

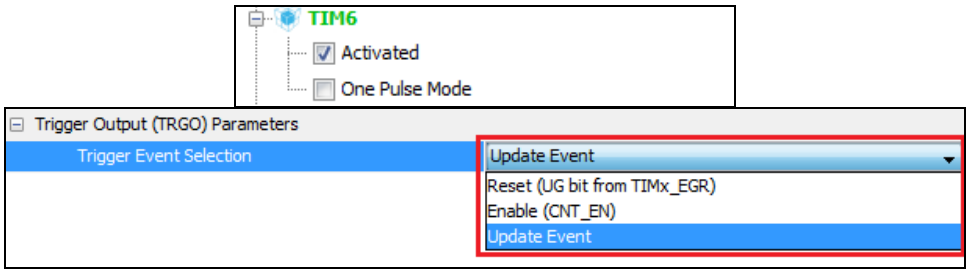
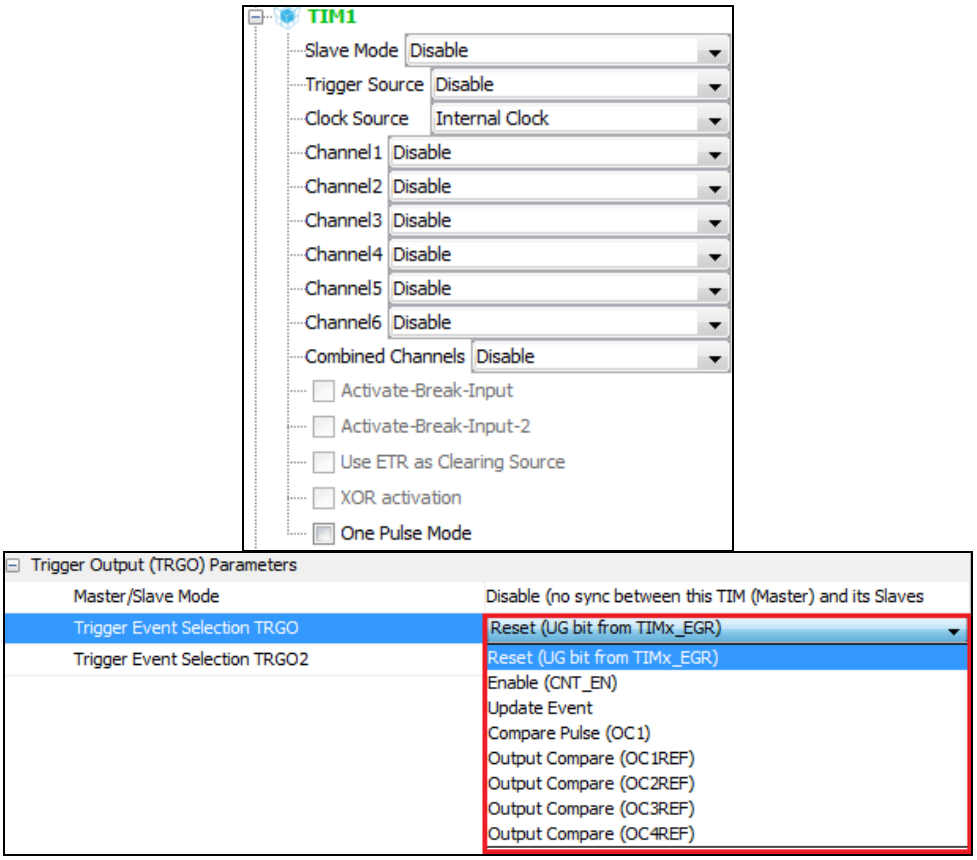


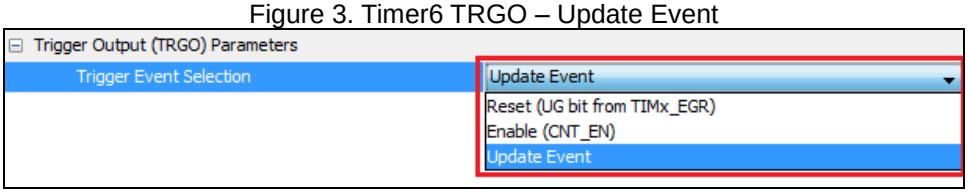
Figure 2. Timer1 기능과 TRGO (TRGO2)



1.2 타이머 TRGO 선택

예를 들어 ADC 샘플링 주파수를 1MHz 로 해야 되는 경우, 타이머의 update event 를 1MHz 주기로 발생하도록 설정하고 TRGO 출력 소스를 update event 로 설정하는 방법이 가장 간단하다. 타이머의 update event 인터럽트 핸들러에서 소프트웨어로 ADC 를 1 샘플씩 시작하는 방법은 잦은 인터럽트 호출로 인해 비효율적이며 타이밍 문제도 발생할수 있으므로 하드웨어 TRGO 방식을 사용해야 한다. 만약 하나의 타이머를 ADC 시작 trigger 외에 다른 용도로도 같이 사용할수 밖에 없다면 update event 는 원하는 샘플링 주파수의 정수배로 느리게 하고 출력이 없는 output compare 또는 PWM 모드를 1MHz 를 만들어서 TRGO 로 사용하는 방법도 고려할수 있다.

Figure 3. Timer6 TRGO – Update Event



1.3 타이머 Update Event 주기 설정

타이머 6 을 1MHz 로 만들기 위해서 타이머 6 이 APBx (APB1, APB2, ABP3) 의 어느 도메인 타이머 인지를 데이터 쉬트를 통해서 확인한다. 현재 사용자가 설정한 APBx timer clock 속도 (CK_PSC) 를 확인하고 타이머 내부의 prescaler 을 거쳐서 분주된 clock (CK_CNT) 의 주기를 계산한다. 타이머 카운터는 CK_CNT clock 에 맞춰 1 씩 맞춰 증가 (up mode 의 경우) 하다가 사용자가 설정한 Counter Period (AutoReload Register) 와 동일해지면 다음 clock 에 타이머 카운터는 0 으로 roll-over 되면서 update event 가 발생한다. 아래의 예는 TIM6 이 108MHz (CK_PSC) 로 설정되어 있고 prescaler 를 거치면서 108MHz/(53+1) = 2MHz (CK_CNT) 로 설정되고 Counter Period 가 1 로 설정되었기 때문에 타이머 카운터는 0 과 1 을 반복하는 나누기 2 배로 느려진 효과가 되어서 1MHz 의 update event 신호를 발생하게 된다.

Figure 4. Timer6 clock 도메인

APB1	0x4000 4000 - 0x4000 43FF	SPDIFRX
	0x4000 3C00 - 0x4000 3FFF	SPI3 / I2S3
	0x4000 3800 - 0x4000 3BFF	SPI2 / I2S2
	0x4000 3400 - 0x4000 37FF	CAN3
	0x4000 3000 - 0x4000 33FF	IWDG
	0x4000 2C00 - 0x4000 2FFF	WWDG
	0x4000 2800 - 0x4000 2BFF	RTC & BKP Registers
	0x4000 2400 - 0x4000 27FF	LPTIM1
	0x4000 2000 - 0x4000 23FF	TIM14
	0x4000 1C00 - 0x4000 1FFF	TIM13
	0x4000 1800 - 0x4000 1BFF	TIM12
	0x4000 1400 - 0x4000 17FF	TIM7
	0x4000 1000 - 0x4000 13FF	TIM6

Figure 5. APB1 timer clock

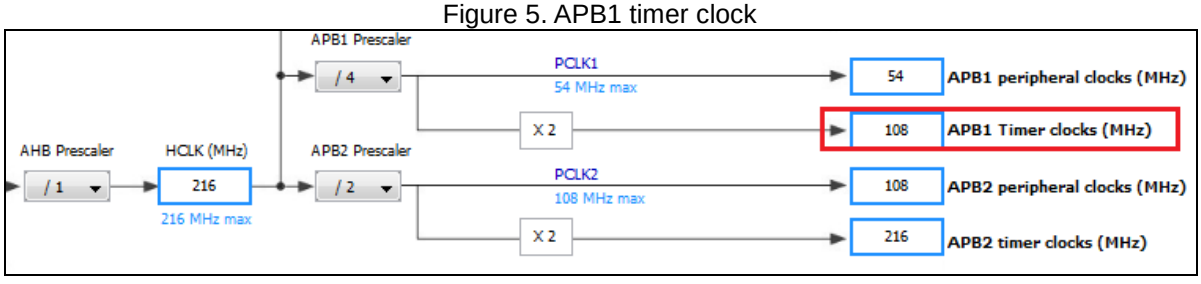


Figure 6. Timer6 세팅

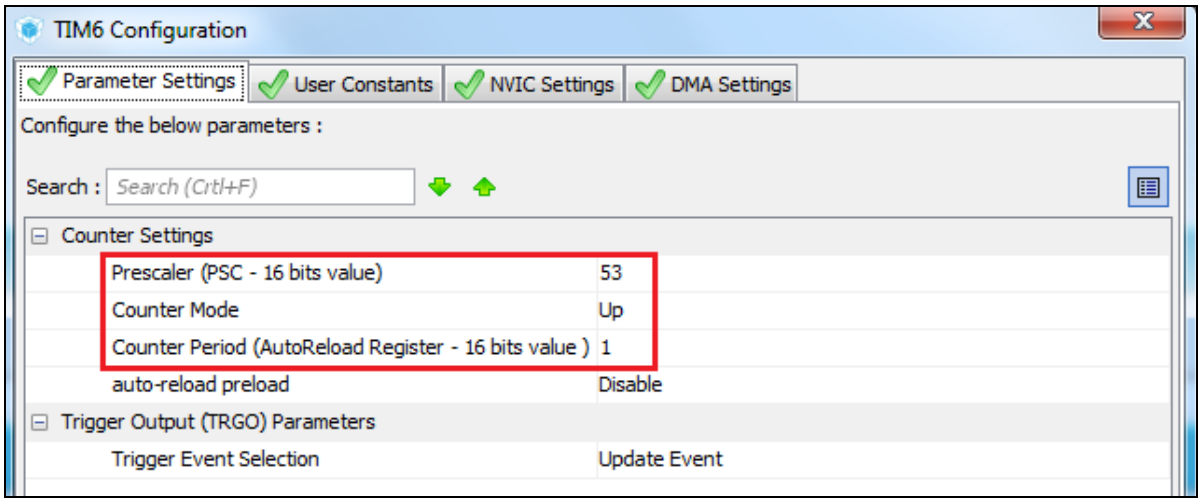
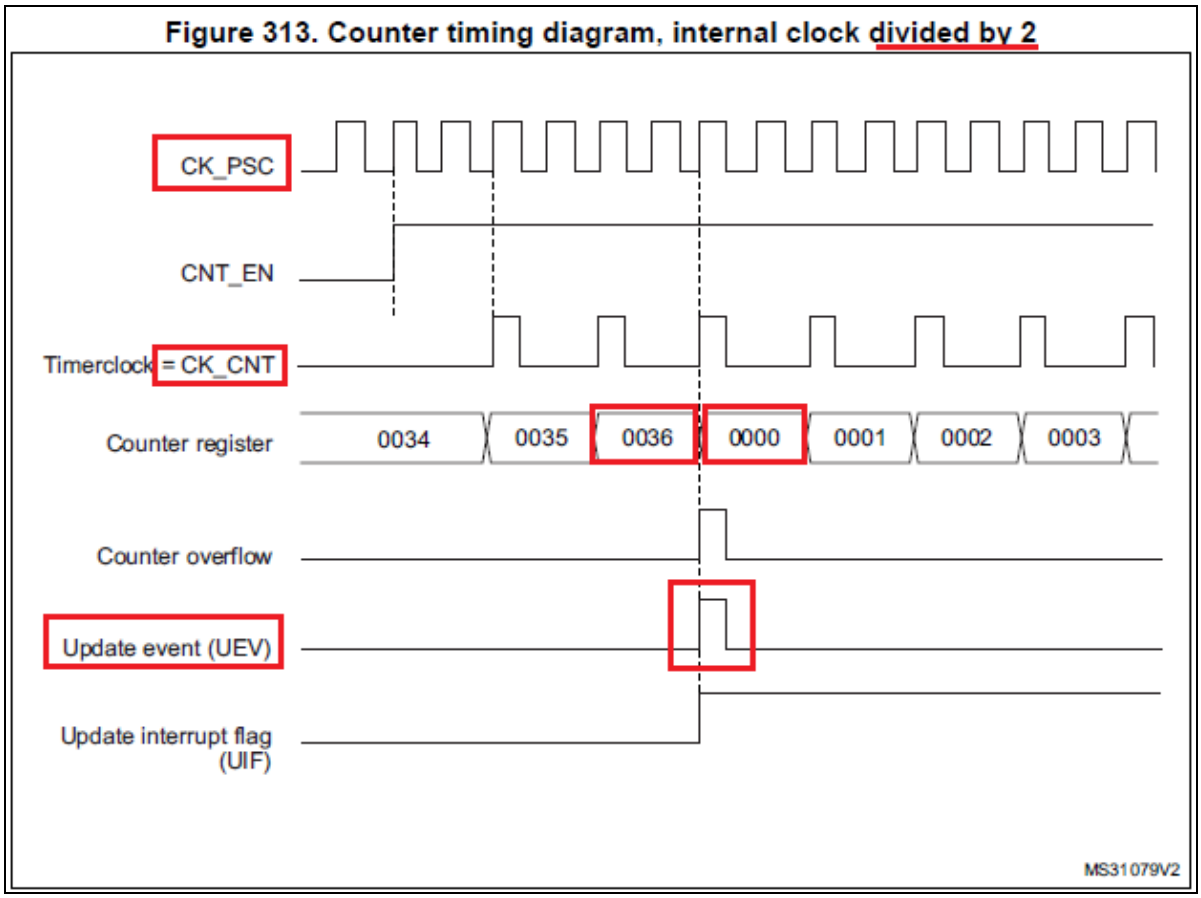


Figure 7. Timer 내부 clock 과 event



2 STM32 ADC 설정

앞에서 타이머 6 이 TRGO 출력을 1 MHz 마다 보내도록 설정을 하였으므로 ADC 는 해당 TRGO 의 rising edge 마다 ADC 1 샘플링을 시작하도록 설정해야 한다. ADC 1 샘플링 (Sampling time 과 conversion time) 은 다음 TRGO 신호가 오기전에 끝내야 하는 점에 유의한다

2.1 Scan conversion mode

여러 채널을 샘플링 하는 경우 scan 모드를 enable 하고 한개 채널만 샘플링 하는 경우 disable 한다

2.2 Continous conversion mode

타이머의 TRGO 신호를 받을때만 샘플링 시작을 할 예정이므로 반드시 disable 한다

2.3 Discontinous conversion mode

타이머의 TRGO 신호를 받을때만 1 샘플링씩 할 예정이므로 disable 한다

2.4 DMA continous requests

DMA 를 같이 사용하는 경우 enable 한다

2.5 DMA request settings : Circular or Normal

DMA 를 같이 사용하는 경우 circular 를 선택하면 main 함수 while 루프 진입전에 1 회 HAL_ADC_Start_DMA 호출후 추가로 HAL_ADC_Start_DMA 을 호출해줄 필요가 없이 DMA 가 알아서 다시 사용자 버퍼의 0 번째 인덱스로 돌아가서 업데이트를 하나 normal 을 선택하면 HAL_ADC_ConvCpltCallback 을 받고나서 다시 유저 코드에서 HAL_ADC_Start_DMA 호출이 필요하다

2.6 Sampling time 과 conversion time

타이머 6 의 샘플링 주기가 1 MHz, 즉 1us 이기 때문에 sampling time 과 conversion time 을 합한 시간이 1us 이내에 끝나도록 설정해야 한다. Sampling time 을 3 cycle, conversion time 을 12 bit resolution 으로 하면 15 cycle 이며 앞장에서 예를 든 ADC peripheral clock 주파수인 27MHz (약 37.037ns) 를 곱하면 약 555.555ns 가 되므로 1us 이내에 끝낼수 있게 된다.

2.7 External trigger conversion source and edge

앞에서 설정한 타이머 6 의 TRGO 를 트리거 소스로 선택하고 rising edge 를 선택해 준다

Figure 8. ADC Setting

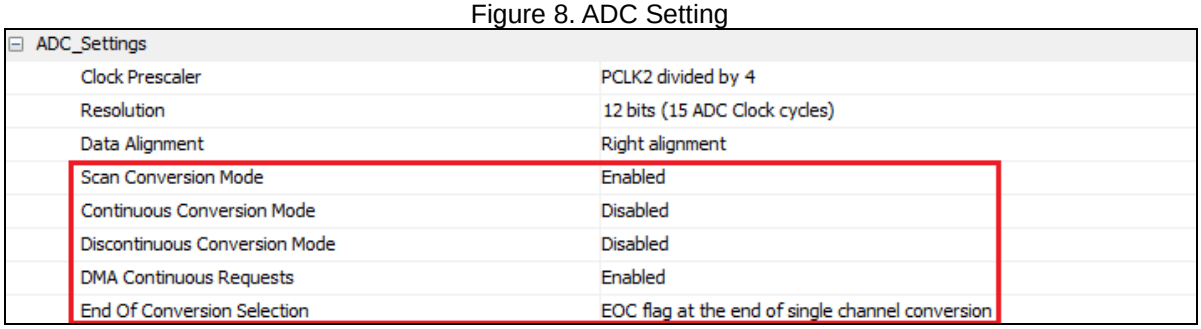


Figure 9. ADC Trigger Setting

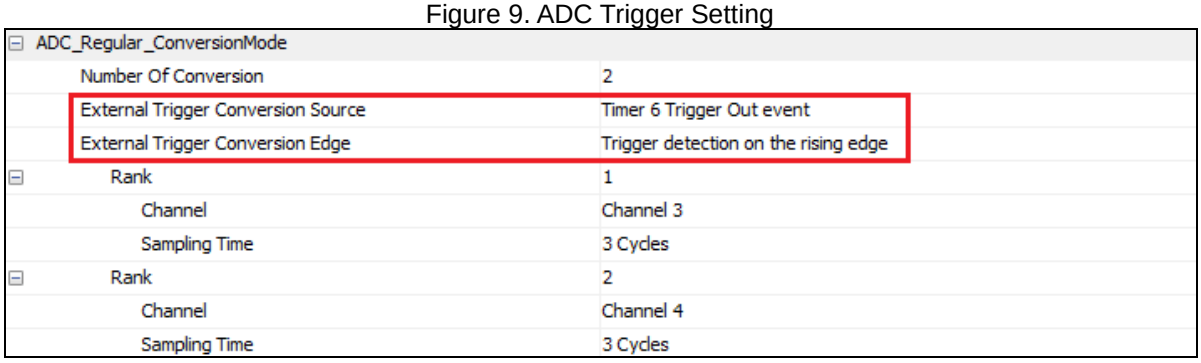
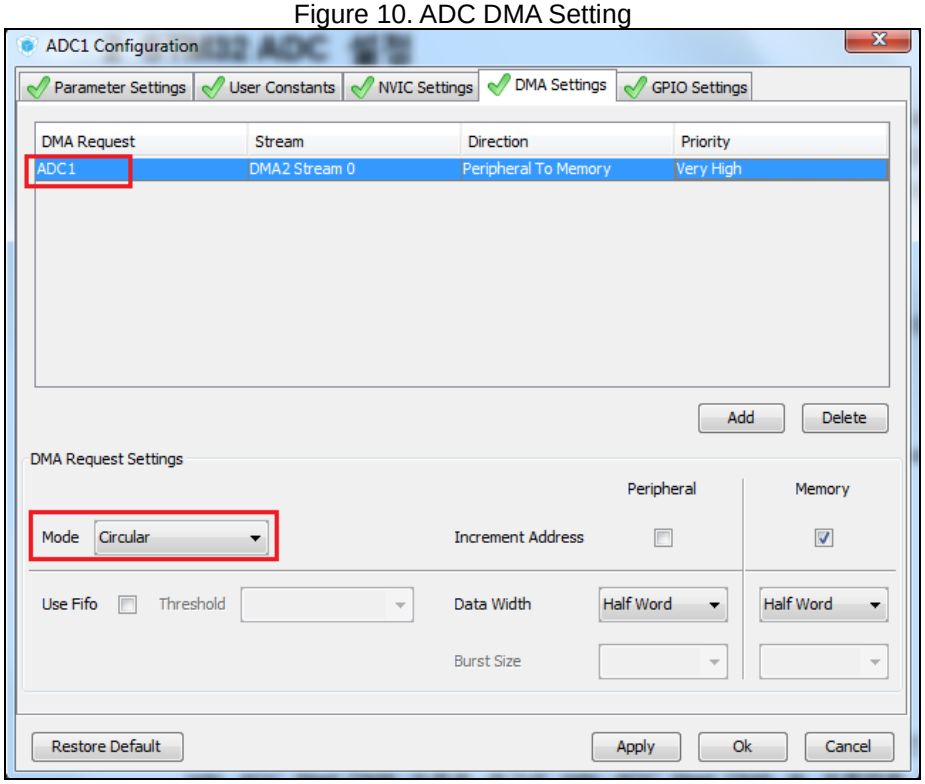


Figure 10. ADC DMA Setting



3 STM32 ADC 코드 예시

```
/* USER CODE BEGIN PV */
#define NO_SAMPLE 1000
uint16_t adc_buff[NO_SAMPLE];
uint16_t user_buff[NO_SAMPLE];
/* USER CODE END PV */

/* USER CODE BEGIN 0 */
void HAL_ADC_ConvHalfCpltCallback(ADC_HandleTypeDef* hadc)
{
   memcpy(&user_buff[0], & adc_buff[0], NO_SAMPLE/2);
}

void HAL_ADC_ConvCpltCallback(ADC_HandleTypeDef* hadc)
{
   memcpy(&user_buff[NO_SAMPLE/2], & adc_buff[NO_SAMPLE/2], NO_SAMPLE/2);
}
/* USER CODE END 0 */

int main(void)
{
  HAL_Init();
  SystemClock_Config();

  MX_GPIO_Init();
  MX_DMA_Init();
  MX_ADC1_Init();
  MX_TIM6_Init();

  /* USER CODE BEGIN 2 */
  HAL_ADC_Start_DMA(&hadc1, (uint32_t*)adc_buff, NO_SAMPLE);
  HAL_TIM_Base_Start(&htim6);
  /* USER CODE END 2 */

  /* Infinite loop */
  /* USER CODE BEGIN WHILE */
  while (1)
  {
  /* USER CODE END WHILE */

  /* USER CODE BEGIN 3 */
  }
  /* USER CODE END 3 */
}
```

참고 자료

- *AN3116 : STM32 ADC modes and their applications*
  www.st.com/resource/en/application_note/cd00258017.pdf

- *AN2834 : How to get the best ADC accuracy in STM32 microcontrollers*
  www.st.com/resource/en/application_note/cd00211314.pdf

IMPORTANT NOTICE – Please Read Carefully

STMicroelectronics NV and its subsidiaries (“ST”) reserve the right to make changes, corrections, enhancements, modifications, and improvements to ST products and/or to this document at any time without notice. Purchasers should obtain the latest relevant information on ST products before placing orders. ST products are sold pursuant to ST’s terms and conditions of sale in place at the time of order acknowledgement.

Purchasers are solely responsible for the choice, selection and use of ST products and ST assumes no liability for application assistance or the design of Purchasers’ products.

No license, express or implied, to any intellectual property right is granted by ST herein.

Resale of ST products with provisions different from the information set forth herein shall void any warranty granted by ST for such product.

ST and the ST logo are trademarks of ST. All other products or service names are the property of their respective owners.

Information in this document supersedes and replaces information previously supplied in any prior versions of this document.