



**Xilinx Zynq FPGA, TI DSP,
MCU 기반의
프로그래밍 전문가 과정**

강사 – Innova Lee(이상훈)
gcccompil3r@gmail.com
학생 – 정한별
hanbulkr@gmail.com

SCI(Serial Communication Interface - UART)

〈기본 설명〉

SCI / LIN 모듈은 SCI 또는 LIN으로 작동하도록 프로그래밍 할 수 있습니다. 모듈의 핵심은 다음과 같습니다.

SCI, LIN 호환성을 달성하기 위해 SCI의 하드웨어 기능이 보강되었습니다.

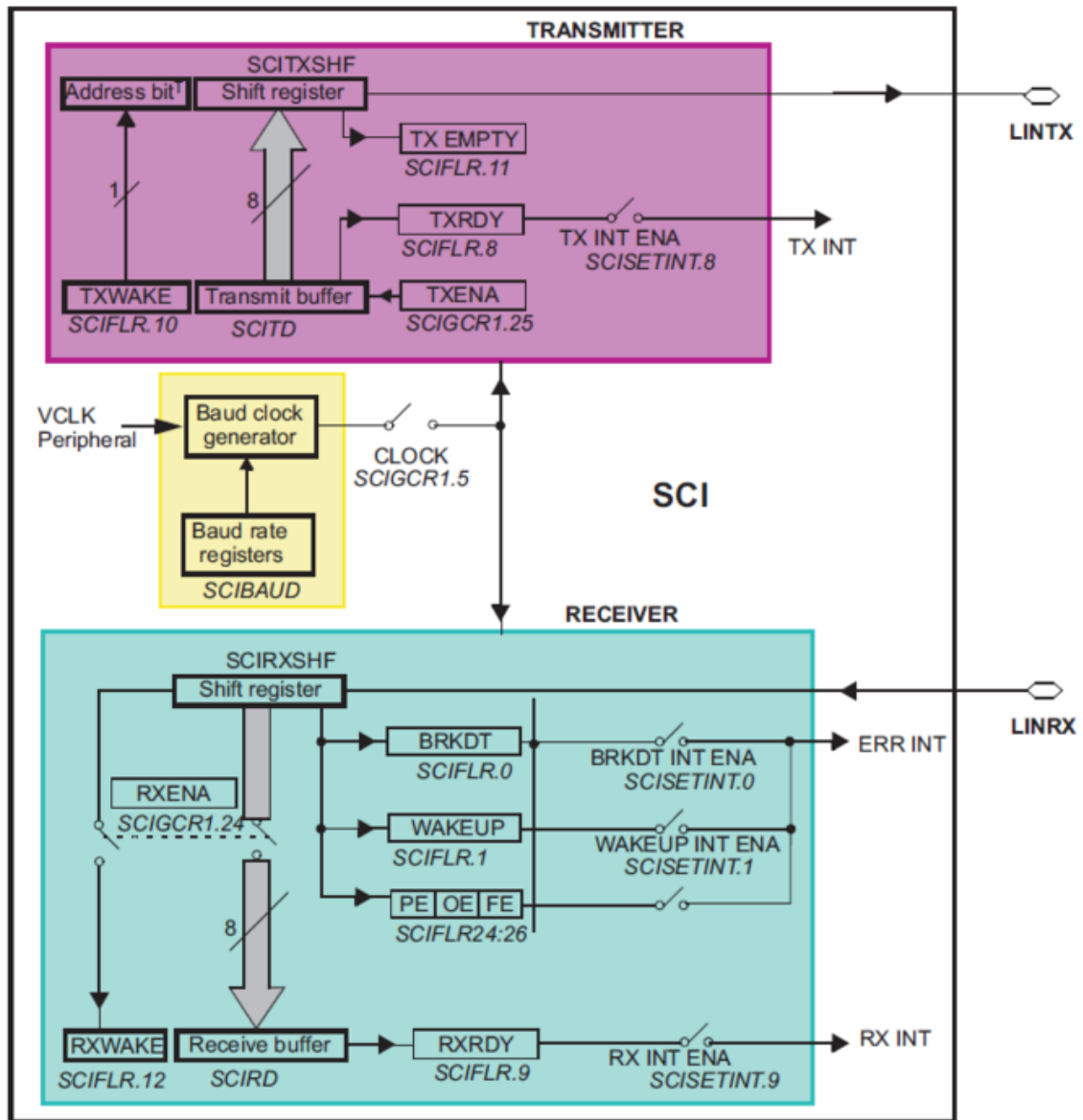
SCI 모듈은 범용 비동기식 수신기 / 송신기로, 표준 nonreturn 0 형식으로, SCI는 예를 들어 RS-232 포트 또는 Kline을 통해 통신하는 데 사용할 수 있습니다.

LIN 표준은 SCI (UART) 직렬 데이터 링크 형식을 기반으로합니다.

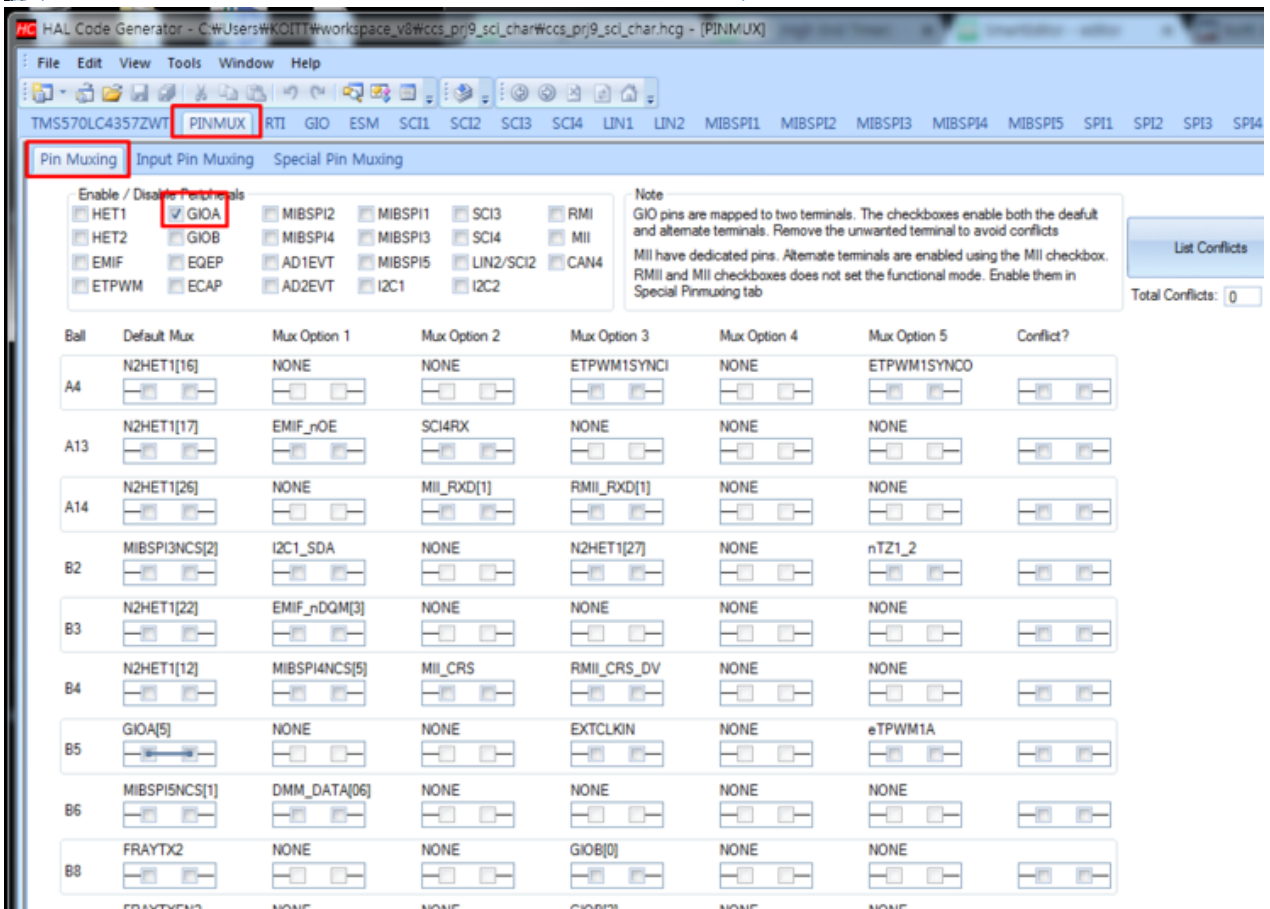
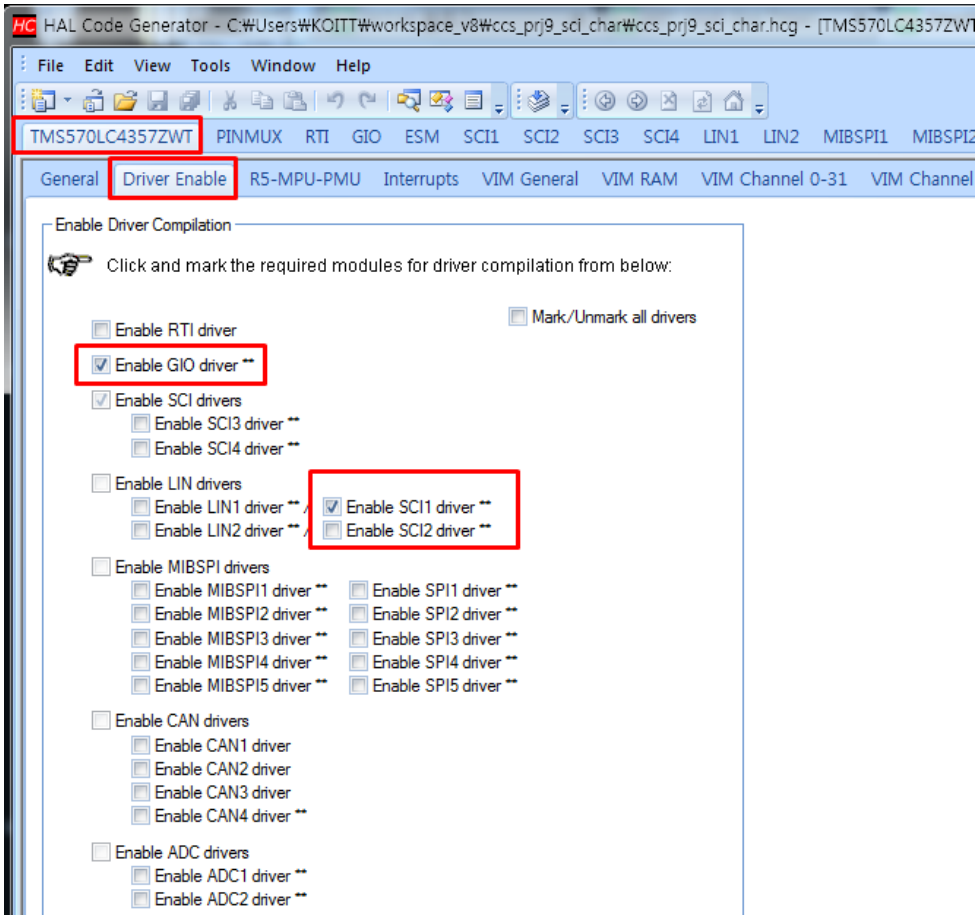
통신 개념은 임의의 네트워크 간 멀티 캐스트 전송을 위한 메시지 식별 기능이있는 단일 마스터 / 다중 슬레이브 노드.

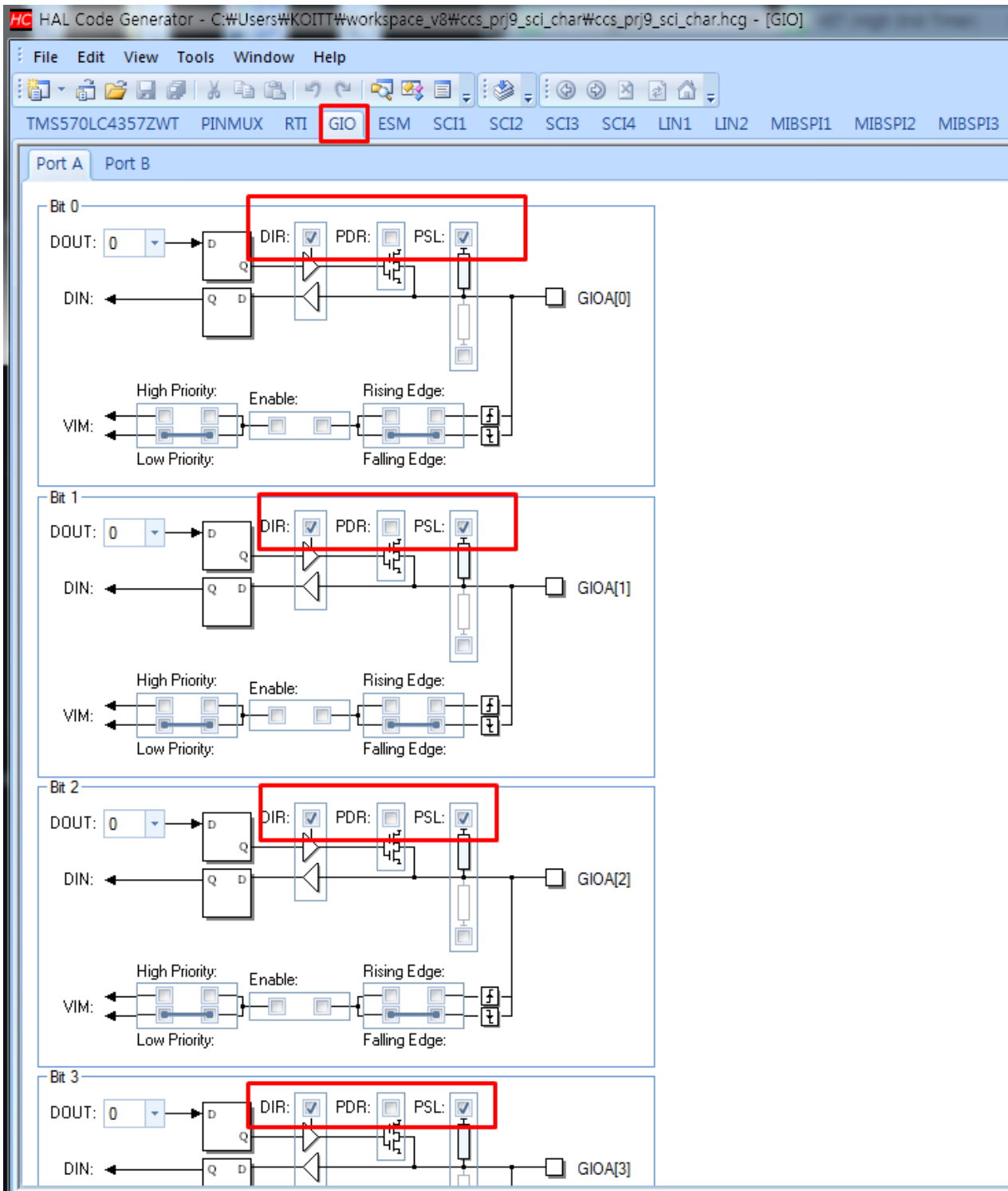
- 표준 범용 비동기 송수신기 (UART) 통신
- 전이중 또는 반이중 작동을 지원합니다.
- 표준 NRZ (nonreturn to zero) 형식
- 호환 모드에서 더블 버퍼링 된 수신 및 전송 기능
- 개별적으로 활성화 된 두 개의 인터럽트 라인을 지원합니다 (레벨 0 및 레벨 1).
- 다음을 기준으로 문자 당 3 ~ 13 비트의 구성 가능한 프레임 형식 :
 - 1에서 8 비트까지 프로그래밍 할 수있는 데이터 워드 길이
 - 주소 비트 모드의 추가 주소 비트
 - 0 또는 1 패리티 비트, 홀수 또는 짝수 패리티에 대해 패리티 프로그래밍 가능
 - 1 개 또는 2 개의 정지 비트에 대해 정지 프로그래밍 가능
- 비동기 또는 등시성 통신 모드
- 두 개의 다중 프로세서 통신 형식으로 두 개 이상의 장치 간 통신 가능
- 절전 모드는 다중 프로세서 통신 중에 CPU 리소스를 비운 다음 수신 메시지를 수신하기 위해 웨이크 업할 수 있습니다
- 24 비트 프로그래밍 가능 보드 속도는 224 가지 보드 속도를 지원하므로 고정밀 보드 속도 선택 기능을 제공합니다.
- 100MHz 주변 장치 클럭에서 3.125Mbps / s는 달성 가능한 최대 보드 올림입니다
- 데이터 전송 및 수신을 위해 직접 메모리 액세스 (DMA)를 사용할 수있는 기능
- 5 개의 오류 플래그와 7 개의 상태 플래그가 SCI 이벤트에 대한 자세한 정보를 제공합니다.
- 두 개의 외부 핀 : LINRX 및 LINTX
- 다중 버퍼 수신 및 전송 장치

Figure 29-1. SCI Block Diagram



1) HALCoGen





2) CCS

- Hellow 보내기.(Tx)

ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL,

/* USER CODE BEGIN (0) */

/* USER CODE END */

/* Include Files */

```
#include <HL_gio.h>
#include <HL_reg_sci.h>
#include <HL_sci.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

/* USER CODE BEGIN (1) */
/* USER CODE END */

/* USER CODE BEGIN (2) */
/* USER CODE END */
void delay(uint32 time)
{
    while(time--)
        ;
}

void sci_Display(sciBASE_t *sci, uint32 length, uint8 * data)
{
    while(length--){

        while((sci->FLR & 0x4) == 4 );
        ;

        sciSendByte(sci, *data++);
    }
}

//void sciSendByte(sciBASE_t *sci, uint8 byte)

int main(void)
{
/* USER CODE BEGIN (3) */
    sciInit();
    gioInit();

    char test_msg[7] = {'H','E','L','L','O','\r','\n'};
    int x = 0;

    while(1){
        for(x = 0; x<7 ;x++)
            sciSendByte(sciREG1 ,test_msg[x]);

        sci_Display(sciREG1, strlen(test_msg), (uint8 *)test_msg);

        delay(10000000);
    }
}
```

```

/* USER CODE END */

    return 0;
}

/* USER CODE BEGIN (4) */
/* USER CODE END */

```

- Tx → Rx , Rx → Tx 형식으로 echo 통신.(debug용도 처럼)

1) 한글자 보내고 받기. (숫자 입력에 따른 글자를 ECHO 통신 하기_)

```

/* USER CODE BEGIN (0) */
/* USER CODE END */

/* Include Files */

#include <HL_gio.h>
#include <HL_reg_sci.h>
#include <HL_sci.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

/* USER CODE BEGIN (1) */
/* USER CODE END */

/* USER CODE BEGIN (2) */
/* USER CODE END */
void delay(uint32 time)
{
    while(time--)
        ;
}

void sci_Display(sciBASE_t *sci, uint32 length, uint8 * data)
{
    while(length--){

        while((sci->FLR & 0x4) == 4 );

        sciSendByte(sci, *data++);
    }
}

void sci_scanf(sciBASE_t *sci, uint8 rev_data)
{
    while(!sciIsRxReady(sci))
        ;
    rev_data =(uint8) sciReceiveByte(sci);
}

```

```

    sciSendByte(sci, rev_data);

    if(rev_data == '\n' || rev_data == '\r')
        if(rev_data == '\n' || rev_data == '\r')
            sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
    }

//void sciSendByte(sciBASE_t *sci, uint8 byte)

int main(void)
{
/* USER CODE BEGIN (3) */
    sciInit();
    gpioInit();

    uint8 recieve_data[128];

    while(1){
        sci_scanf(sciREG1 , *recieve_data);

//        memset(recieve_data, 0, sizeof(recieve_data));
    }

/* USER CODE END */

    return 0;
}

/* USER CODE BEGIN (4) */
/* USER CODE END */

```

- 수신 값에 따라 led 출력하기.

2) 문장 보내고 받기. (문장을 보내면 그에 따른 답변이 오도록 통신 하기_) -> 명령어에 따른 동작 구문의 예로 사용.

- 글자를

"wow hello guy!"

"ok!"

"thank you"

"you wellcome"

"goodbye!!"

를 치고 엔터를 누르면 그 값에 따른 대답이 오도록 하였다.

나중에 프로젝트중 구현해야 하는 명령어를 받았을 때 동작을 이런 형식으로 해야 하기 때문에 구현을 한 것이다.

```

/* USER CODE BEGIN (0) */
/* USER CODE END */

/* Include Files */

```



```
#include <HL_gio.h>
#include <HL_reg_sci.h>
#include <HL_hal_stdtypes.h>
#include <HL_sci.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <ctype.h>

/* USER CODE BEGIN (1) */
/* USER CODE END */

/* USER CODE BEGIN (2) */
/* USER CODE END */

uint8 data_buffer[] = {0};
uint8 check_msg1[] = "wow hello guy!";
uint8 check_msg2[] = "ok!";
uint8 check_msg3[] = "thank you";
uint8 check_msg4[] = "you wellcome";
uint8 check_msg5[] = "goodbye!!";
uint8 check_msg6[] = "non";

int idx = 0;

void delay(uint32 time)
{
    while (time--)
        ;
}

void sci_Display(sciBASE_t *sci, uint32 length, uint8 * data)
{
    while (length--)
    {
        while ((sci->FLR & 0x4) == 4)
            ;;
        sciSendByte(sci, *data++);
    }
}

void check_msg(uint8 * data)
{
    if(!strcmp((const char *)data, "hello",5)){
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
        sciSend(sciREG1, strlen((const char *)check_msg1),check_msg1);
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
    }
    else if(!strcmp((const char *)data, "start",5)){
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
        sciSend(sciREG1, strlen((const char *)check_msg2),check_msg2);
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
    }
    else if(!strcmp((const char *)data, "nice",4)){
```

```

        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
        sciSend(sciREG1, strlen((const char *)check_msg3),check_msg3);
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
    }
    else if(!strcmp((const char *)data, "thank you",9)){
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
        sciSend(sciREG1, strlen((const char *)check_msg4),check_msg4);
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
    }
    else if(!strcmp((const char *)data, "bye",3)){
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
        sciSend(sciREG1, strlen((const char *)check_msg5),check_msg5);
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
    }
    else{
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
        //sciSend(sciREG1, 12,"its not mine");
        sciSend(sciREG1, strlen((const char *)check_msg6),check_msg6);
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
    }
}

void sci_scanf(sciBASE_t *sci, uint8 rev_data)
{
    while (!sciIsRxReady(sci))
        ;
    rev_data = (uint8) sciReceiveByte(sci);
    data_buffer[idx++]=rev_data;
    sciSendByte(sci, rev_data);
    if (rev_data == '\n' || rev_data == '\r')
    {
        if (rev_data == '\n' || rev_data == '\r')
        {
            sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
            sciSend(sciREG1, 15, "receive msg: " );
            sciSend(sciREG1, strlen((const char *)data_buffer), data_buffer);
            sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");

            check_msg(data_buffer);

            idx = 0;
        }
    }
}

//void sciSendByte(sciBASE_t *sci, uint8 byte)

int main(void)
{
    /* USER CODE BEGIN (3) */
    sciInit();
    gpioInit();

    uint8 recieve_data[128];

```

```
while (1)
{
    // 스캔에프처럼 입력을 받고 화면에 띄우고 끝냄.
    // 내가 만들것은 문자를 받아서 넘기는 함수를 구현해야 한다.

    sci_scanf(sciREG1, *recieve_data);

}

/* USER CODE END */

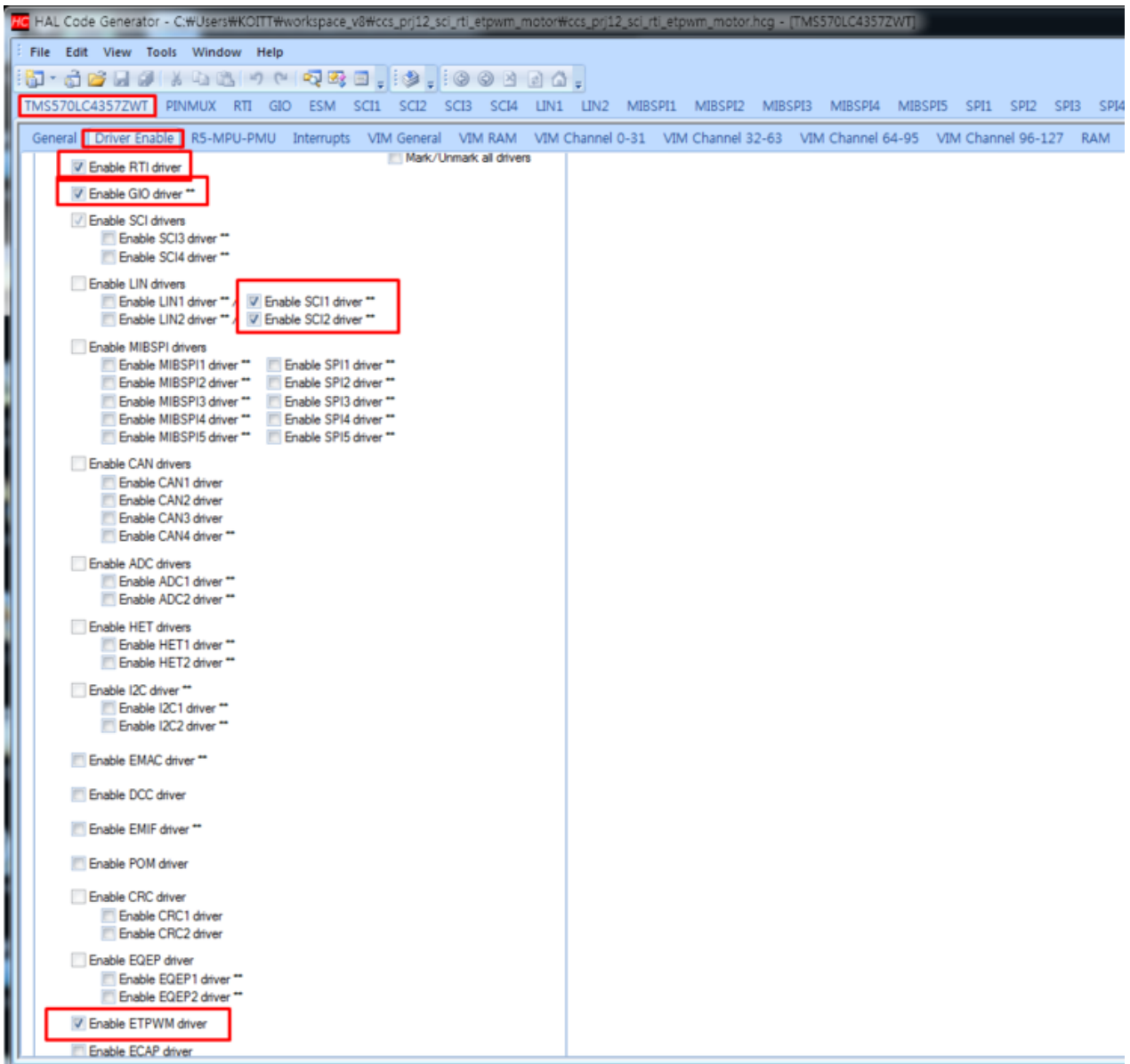
return 0;
}

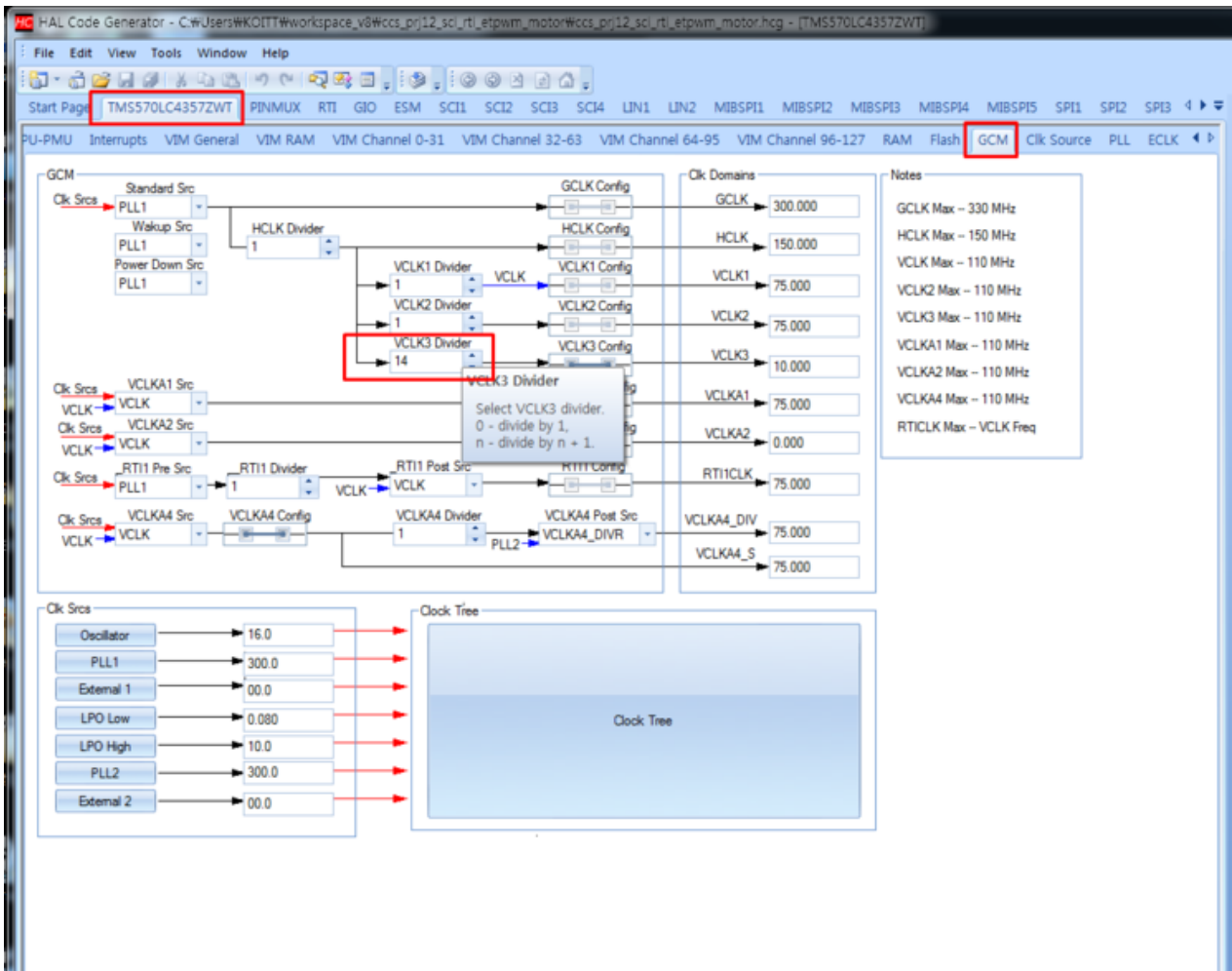
/* USER CODE BEGIN (4) */
/* USER CODE END */
```

3) 인터럽트로 처리해서 받기. (언제라도 글자가 들어오면 받고 응답이 가능하게 함)

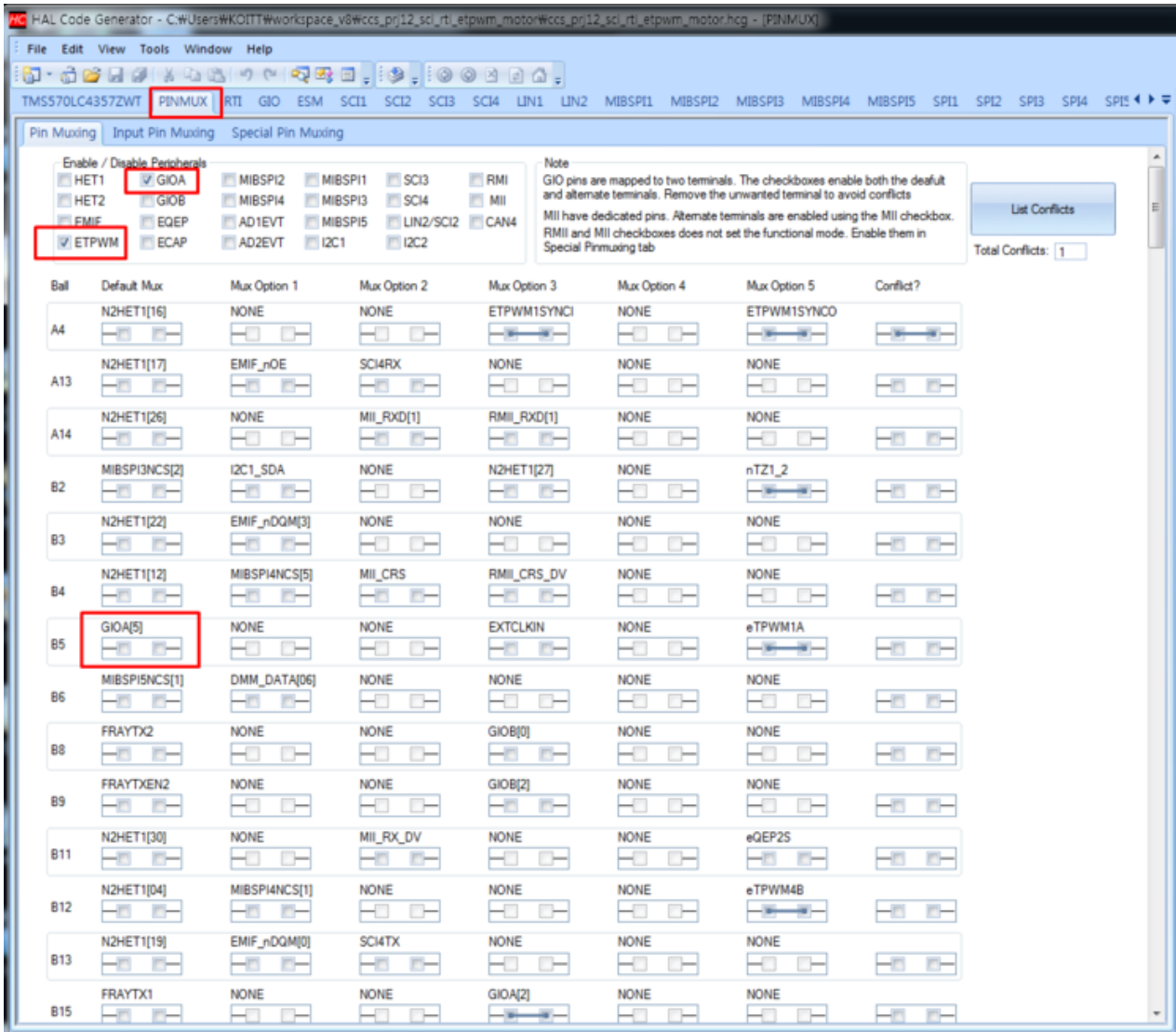
- sci_rti_etPWM - Tx 로 오는 값에 따라서 모터 제어.

1. 자동으로 최대 최소로 왔다갔다하는 모드
2. 주어진 문자 값에 따라서 동작하는 모드





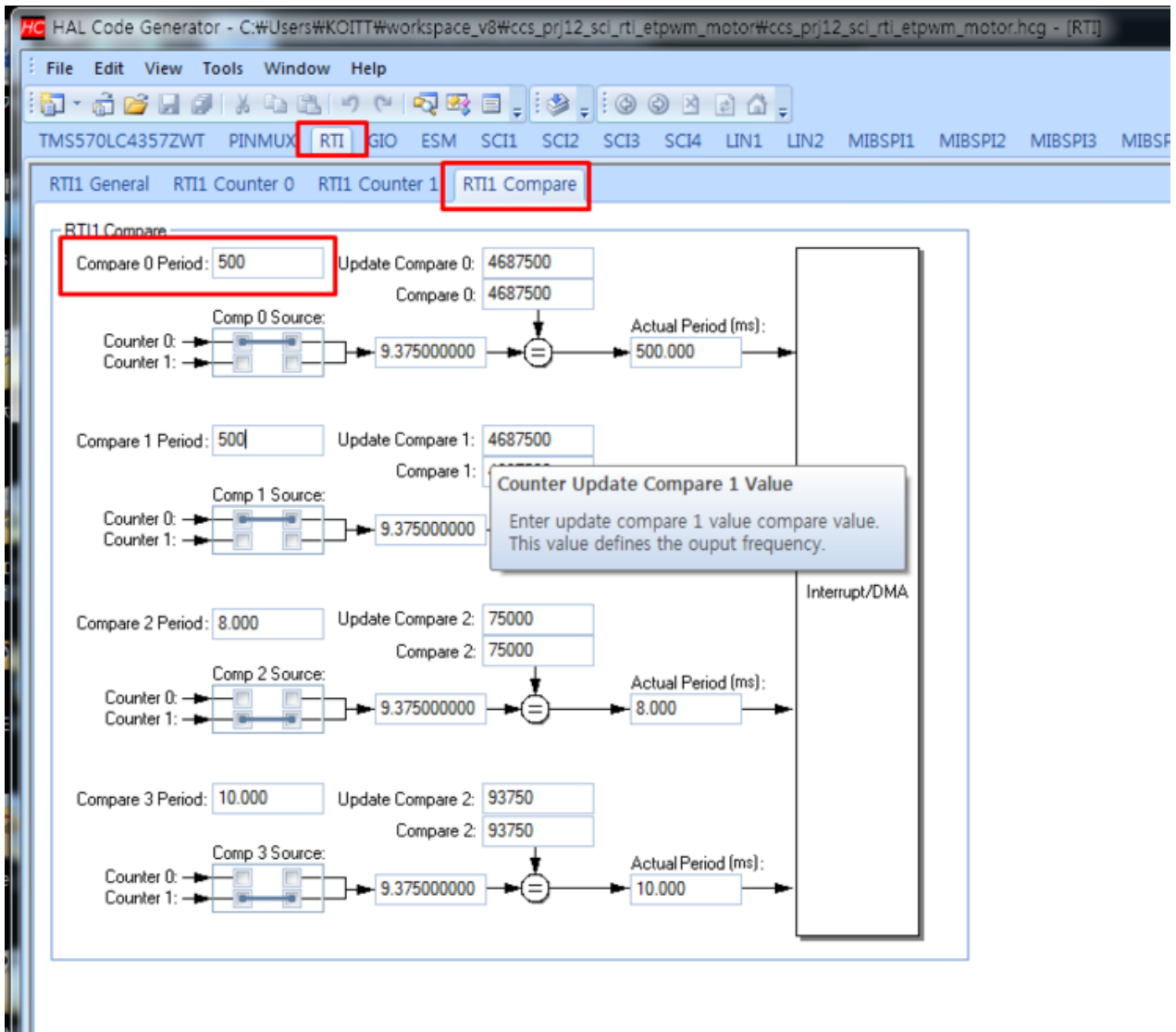




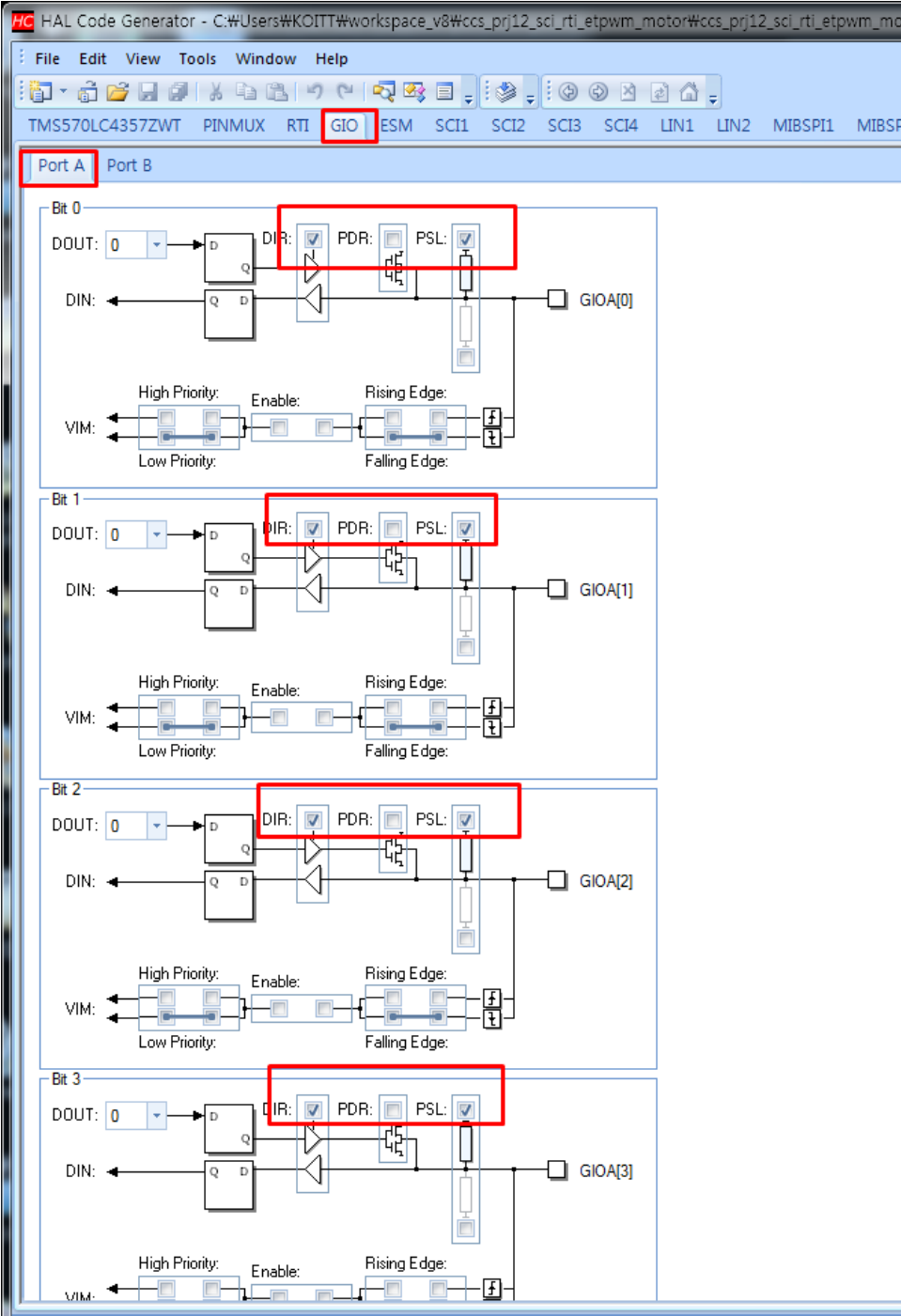
| | | | | | | | |
|-----|----------------|---------------|------------|---------------|-------------|---------|--|
| G16 | MIBSPI5SOMI[3] | DMM_DATA[15] | I2C2_SCL | NONE | EXT_ENA | NONE | |
| G17 | MIBSPI5SIMO[3] | DMM_DATA[11] | I2C2_SDA | NONE | EXT_SEL[02] | NONE | |
| G19 | MIBSPI1NENA | NONE | MII_RXD[2] | N2HET1[23] | NONE | ECAP4 | |
| H3 | GIOA[6] | NONE | N2HET2[04] | NONE | NONE | eTPWM1B | |
| H4 | N2HET1[21] | EMIF_nDQM[2] | NONE | NONE | NONE | NONE | |
| L15 | ETMDATA[17] | EMIF_DATA[01] | NONE | NONE | NONE | NONE | |
| L17 | EMIF_nCS[2] | NONE | GIOB[4] | NONE | NONE | NONE | |
| M1 | GIOA[7] | NONE | N2HET2[06] | NONE | NONE | eTPWM2A | |
| M5 | ETMDATA[25] | EMIF_DATA[09] | N2HET2[25] | MIBSPI5NCS[5] | NONE | NONE | |

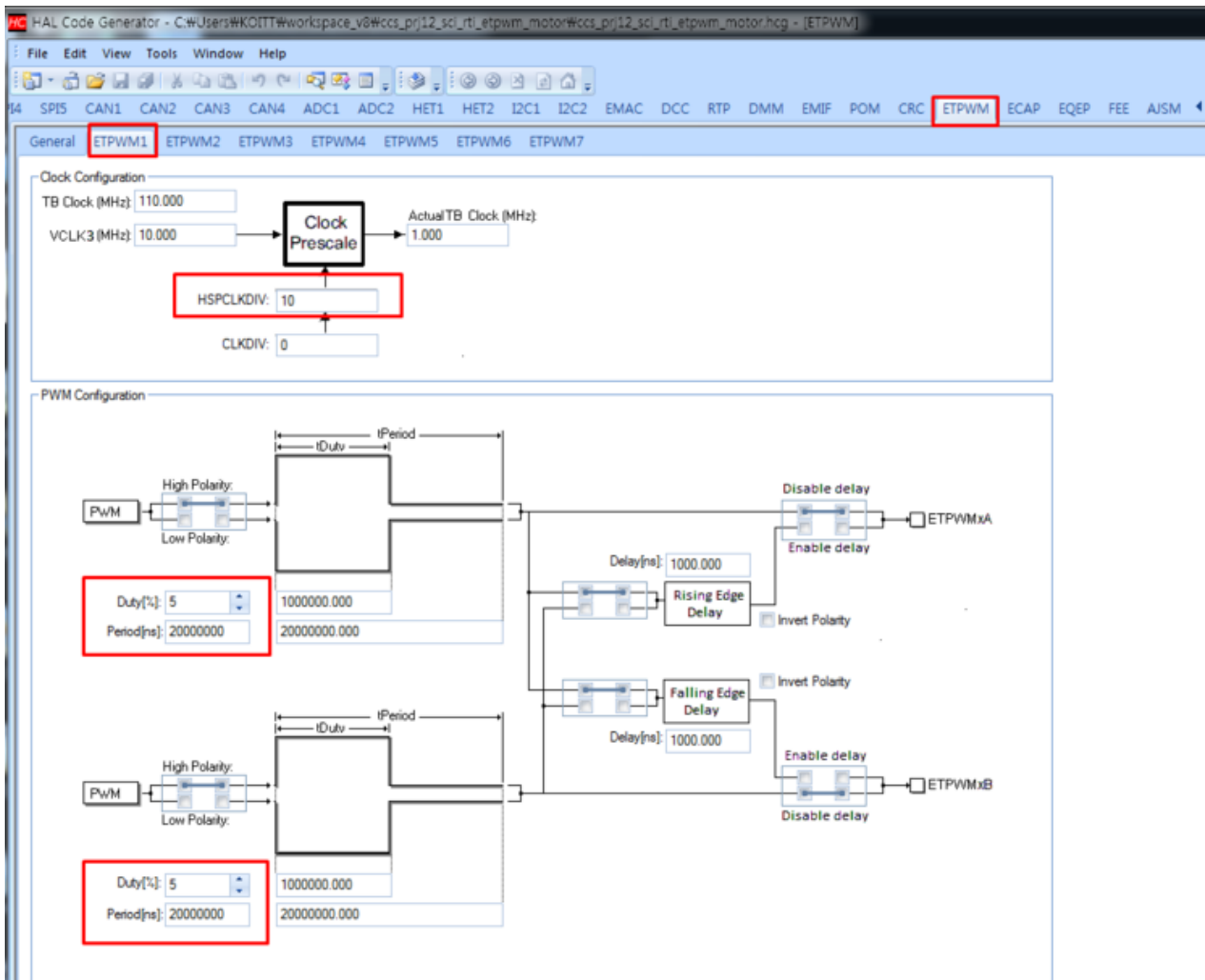
* 위의 핀을 해제 하는 이유는 같이 쓰는 것 보다 한가지로 사용하여 겹치는 신호를 방지 하기 위해서 이다.

* 하지만 내가 할 예제에서는 핀을 많이 사용 하는 것이 아니고 1가지(etpwm1)만 쓸 것이다. 그래서 사실상 상관은 없다.



혹시 모를 gio를 예제로 사용 할 수 있으니 Aport에서 0~3까지만 열어 둔다.





```

/* USER CODE BEGIN (0) */
/* USER CODE END */

/* Include Files */

#include <HL_etpwm.h>
#include <HL_gio.h>
#include <HL_hal_stdtypes.h> if(!strcmp((const char *) data, "angle2", 6))
{
    sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
    sciSend(sciREG1, 11, "angle2\r\n");
    sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");

    etpwmStartTBCLK();
    delay(10);
    etpwmSetCmpA(etpwmREG1, 900);
    delay(10);
}
else if(!strcmp((const char *) data, "angle3", 6))
{
    sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
    sciSend(sciREG1, 11, "angle3\r\n");
    sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
}

```

```

        etpwmStartTBCLK();
        delay(10);
        etpwmSetCmpA(etpwmREG1,1500);
        delay(10);

    }
    else if(!strcmp((const char *) data, "angle4", 6))
    {
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
        sciSend(sciREG1, 11, "angle4\r\n");
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");

        etpwmStartTBCLK();
        delay(10);
        etpwmSetCmpA(etpwmREG1,2300);
        delay(10);

    }
    else if(!strcmp((const char *) data, "angle5", 6))
    {
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
        sciSend(sciREG1, 11, "angle5\r\n");
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");

        etpwmStartTBCLK();
        delay(10);
        etpwmSetCmpA(etpwmREG1,2600);
        delay(10);

    }
    else if(!strcmp((const char *) data, "angle6", 6))
    {
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
        sciSend(sciREG1, 11, "angle6\r\n");
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");

        etpwmStartTBCLK();
        delay(10);
        etpwmSetCmpA(etpwmREG1,3000);
        delay(10);

    }
    ///////////////////////////////////////////////////////////////////
    ///////////////////////////////////////////////////////////////////
    else
    {
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
        //sciSend(sciREG1, 12,"its not mine");
        sciSend(sciREG1, strlen((const char *) check_msg6), check_msg6);
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");

    }
}

void sci_scanf(sciBASE_t *sci, uint8 rev_data)
{

```

```

while (!sciIsRxReady(sci))
    ;
rev_data = (uint8) sciReceiveByte(sci);
data_buffer[idx++] = rev_data;
sciSendByte(sci, rev_data);
if (rev_data == '\n' || rev_data == '\r')
{
    if (rev_data == '\n' || rev_data == '\r')
    {
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");
        sciSend(sciREG1, 15, "receive msg: ");
        sciSend(sciREG1, strlen((const char *) data_buffer), data_buffer);
        sciSend(sciREG1, 2, "\r\n");

        check_msg(data_buffer);

        idx = 0;
    }
}

}

int main(void)
{
    /* USER CODE BEGIN (3) */
    sciInit();
    rtiInit();
    gioInit();
    etpwmInit();
    flag = 1U;
//    gpioSetDirection(gioPORTA,0xffffU);

    rtiEnableNotification(rtiREG1, rtiNOTIFICATION_COMPARE0);

//    rtiStartCounter(rtiREG1, rtiCOUNTER_BLOCK0);
//    rtiStartCounter(rtiREG1, rtiCOUNTER_BLOCK1);

    _enable_IRQ_interrupt();
    uint8 recieve_data[128];

    while (1)
    {
        sci_scanf(sciREG1, *recieve_data);
        //etpwmSetCmpA(etpwmREG1,plus_count);
    }

    /* USER CODE END */

    return 0;
}

/* USER CODE BEGIN (4) */
/* USER CODE END */

```

* 알게된 점:

servo 모터는 0.5 m/s ~ 2.5 m/s까지 해야 0~180도가 돌아가는 것을 알 수 있었다.

3) 코드 분석

〈SCI 가 가지고 있는 기본 함수들〉

```
/* SCI Interface Functions */
void sciInit(void);
void sciSetFunctional(sciBASE_t *sci, uint32 port);
void sciSetBaudrate(sciBASE_t *sci, uint32 baud);
uint32 sciIsTxReady(sciBASE_t *sci);
void sciSendByte(sciBASE_t *sci, uint8 byte);
void sciSend(sciBASE_t *sci, uint32 length, uint8 * data);
uint32 sciIsRxReady(sciBASE_t *sci);
uint32 sciIsIdleDetected(sciBASE_t *sci);
uint32 sciRxError(sciBASE_t *sci);
uint32 sciReceiveByte(sciBASE_t *sci);
void sciReceive(sciBASE_t *sci, uint32 length, uint8 * data);
void sciEnableNotification(sciBASE_t *sci, uint32 flags);
void sciDisableNotification(sciBASE_t *sci, uint32 flags);
void sciEnableLoopback(sciBASE_t *sci, loopBackType_t Loopbacktype);
void sciDisableLoopback(sciBASE_t *sci);
void sciEnterResetState(sciBASE_t *sci);
void sciExitResetState(sciBASE_t *sci);
void sciGetConfigValue(sci_config_reg_t *config_reg, config_value_type_t type);
/** @fn void sciNotification(sciBASE_t *sci, uint32 flags)
 * @brief Interrupt callback
 * @param[in] sci - sci module base address
 * @param[in] flags - copy of error interrupt flags
 *
 * This is a callback that is provided by the application and is called upon
 * an interrupt. The parameter passed to the callback is a copy of the
 * interrupt flag register.
 */
void sciNotification(sciBASE_t *sci, uint32 flags);
```

```
< void sciSetFunctional(sciBASE_t *sci, uint32 port) >
```

* 런타임시 PCPIO0 레지스터의 값을 변경하면 기능과 GIO 모드 사이에서 SCI 핀의 기능을 동적으로 변경할 수 있습니다.

```
/* SourceId : SCI_SourceId_002 */
/* DesignId : SCI_DesignId_002 */
/* Requirements : HL_CONQ_SCI_SR6 */
/** @fn void sciSetFunctional(sciBASE_t *sci, uint32 port)
 * @brief Change functional behavior of pins at runtime.
 * @param[in] sci - sci module base address
 * @param[in] port - Value to write to PIO0 register
 *
 * Change the value of the PCPIO0 register at runtime, this allows to
 * dynamically change the functionality of the SCI pins between functional
 * and GIO mode.
 */
void sciSetFunctional(sciBASE_t *sci, uint32 port)
{
    /* USER CODE BEGIN (4) */
    /* USER CODE END */

    sci->PIO0 = port;

    /* USER CODE BEGIN (5) */
    /* USER CODE END */
}
```

```
void sciSetBaudrate(sciBASE_t *sci, uint32 baud)
```

* baudrate runtime 값을 바꿀 수 있습니다.

```

/* SourceId : SCI_SourceId_003 */
/* DesignId : SCI_DesignId_003 */
/* Requirements : HL_CONQ_SCI_SR7 */
/** @fn void sciSetBaudrate(sciBASE_t *sci, uint32 baud)
 * @brief Change baudrate at runtime.
 * @param[in] sci - sci module base address
 * @param[in] baud - baudrate in Hz
 *
 * Change the SCI baudrate at runtime.
 */
void sciSetBaudrate(sciBASE_t *sci, uint32 baud)
{
    float64 vclk = 75.000 * 1000000.0;
    uint32 f = ((sci->GCR1 & 2U) == 2U) ? 16U : 1U;
    uint32 temp;
    float64 temp2;
    /* USER CODE BEGIN (6) */
    /* USER CODE END */

    /*SAFETYMCUSW 96 S MR:6.1 <APPROVED> "Calculations including int and float cannot be avoided" */
    temp = (f*(baud));
    temp2 = ((vclk)/((float64)temp))-1U;
    temp2 = floor(temp2 + 0.5); /* Rounding-off to the closest integer */
    sci->BRS = (uint32)((uint32)temp2 & 0x0FFFFFFU);

    /* USER CODE BEGIN (7) */
    /* USER CODE END */
}

```

```
uint32 sciIsTxReady(sciBASE_t *sci)
```

* Tx 버퍼 준비 플래그가 설정되어 있는지를 확인하고, 0이 아닌 플래그를 반환합니다.
그렇지 않으면 Tx 플래그 자체가 반환됩니다.

```

/* SourceId : SCI_SourceId_004 */
/* DesignId : SCI_DesignId_004 */
/* Requirements : HL_CONQ_SCI_SR8 */
/** @fn uint32 sciIsTxReady(sciBASE_t *sci)
 * @brief Check if Tx buffer empty
 * @param[in] sci - sci module base address
 *
 * @return The TX ready flag
 *
 * Checks to see if the Tx buffer ready flag is set, returns
 * 0 if flags not set otherwise will return the Tx flag itself.
 */
uint32 sciIsTxReady(sciBASE_t *sci)
{
    /* USER CODE BEGIN (8) */
    /* USER CODE END */

    return sci->FLR & (uint32)SCI_TX_INT;
}

```

```
void sciSendByte(sciBASE_t *sci, uint8 byte)
```

* 폴링 모드에서 단일 바이트를 보내고 바이트를 보내기 전에 전송 버퍼가 비어있을 때까지 루틴에서 대기합니다. 대기를 피하기 위해 sciSendByte를 호출하기 전에 sciIsTxReady를 사용하여 Tx 버퍼가 비어 있는지 확인하십시오.

```

/* SourceId : SCI_SourceId_005 */
/* DesignId : SCI_DesignId_005 */
/* Requirements : HL_CONQ_SCI_SR9 */
/** @fn void sciSendByte(sciBASE_t *sci, uint8 byte)
 * @brief Send Byte
 * @param[in] sci - sci module base address
 * @param[in] byte - byte to transfer
 *
 * Sends a single byte in polling mode, will wait in the
 * routine until the transmit buffer is empty before sending
 * the byte. Use sciIsTxReady to check for Tx buffer empty
 * before calling sciSendByte to avoid waiting.
 */
void sciSendByte(sciBASE_t *sci, uint8 byte)
{
/* USER CODE BEGIN (9) */
/* USER CODE END */

/*SAFETYMCUSW 28 D MR:NA <APPROVED> "Potentially infinite loop found - Hardware Status check for execution sequence" */
while ((sci->FLR & (uint32)SCI_TX_INT) == 0U)
{
/* Wait */
sci->TD = byte;
}

/* USER CODE BEGIN (10) */
/* USER CODE END */
}

```

```
void sciSend(sciBASE_t *sci, uint32 length, uint8 * data)
```

* 'data' 및 'length' 바이트가 가리키는 데이터 블록을 보내십시오. 인터럽트가 활성화된 경우 인터럽트 모드를 사용하여 데이터가 전송되고, 그렇지 않으면 폴링 모드가 사용됩니다. 인터럽트 모드에서 첫 번째 바이트의 전송이 시작되고 루틴이 즉시 반환됩니다. [sciNotification 콜백이 호출 될 때까지 전송이 완료 될 때까지 sciSend를 다시 호출하면 안됩니다.](#) 폴링 모드에서는 전송이 완료 될 때까지 sciSend가 반환되지 않습니다.

```

/* SourceId : SCI_SourceId_006 */
/* DesignId : SCI_DesignId_006 */
/* Requirements : HL_CONQ_SCI_SR10 */
/** @fn void sciSend(sciBASE_t *sci, uint32 length, uint8 * data)
 * @brief Send Data
 * @param[in] sci - sci module base address
 * @param[in] length - number of data words to transfer
 * @param[in] data - pointer to data to send
 *
 * Send a block of data pointed to by 'data' and 'length' bytes
 * long. If interrupts have been enabled the data is sent using
 * interrupt mode, otherwise polling mode is used. In interrupt
 * mode transmission of the first byte is started and the routine
 * returns immediately, sciSend must not be called again until the
 * transfer is complete, when the sciNotification callback will
 * be called. In polling mode, sciSend will not return until
 * the transfer is complete.
 *
 * @note if data word is less than 8 bits, then the data must be left
 * aligned in the data byte.
 */
void sciSend(sciBASE_t *sci, uint32 length, uint8 * data)
{
uint32 index = (sci == sciREG1) ? 0U :
((sci == sciREG2) ? 1U :
((sci == sciREG3) ? 2U : 3U));
uint8 txdata;

/* USER CODE BEGIN (11) */
/* USER CODE END */
/*SAFETYMCUSW 139 S MR:13.7 <APPROVED> "Mode variable is configured in sciEnableNotification()" */
if ((g_sciTransfer_t[index].mode & (uint32)SCI_TX_INT) != 0U)
{
/* we are in interrupt mode */

g_sciTransfer_t[index].tx_length = length;
/*SAFETYMCUSW 45 D MR:21.1 <APPROVED> "Valid non NULL input parameters are only allowed in this driver" */
g_sciTransfer_t[index].tx_data = data;

/* start transmit by sending first byte */
/*SAFETYMCUSW 45 D MR:21.1 <APPROVED> "Valid non NULL input parameters are only allowed in this driver" */
txdata = *g_sciTransfer_t[index].tx_data;
sci->TD = (uint32)(txdata);
/*SAFETYMCUSW 45 D MR:21.1 <APPROVED> "Valid non NULL input parameters are only allowed in this driver" */
/*SAFETYMCUSW 567 S MR:17.1,17.4 <APPROVED> "Pointer increment needed" */
g_sciTransfer_t[index].tx_data++;
sci->SETINT = (uint32)SCI_TX_INT;
}
}

```

```

else
{
    /* send the data */
    /*SAFETYMCUSW 30 S MR:12.2,12.3 <APPROVED> "Used for data count in Transmit/Receive polling and Interrupt mode" */
    while (length > 0U)
    {
        /*SAFETYMCUSW 28 D MR:NA <APPROVED> "Potentially infinite loop found - Hardware Status check for execution sequence" */
        while ((sci->FLR & (uint32)SCI_TX_INT) == 0U)
        {
            /* Wait */
            /*SAFETYMCUSW 45 D MR:21.1 <APPROVED> "Valid non NULL input parameters are only allowed in this driver" */
            txdata = *data;
            sci->TD = (uint32)(txdata);
            /*SAFETYMCUSW 45 D MR:21.1 <APPROVED> "Valid non NULL input parameters are only allowed in this driver" */
            /*SAFETYMCUSW 567 S MR:17.1,17.4 <APPROVED> "Pointer increment needed" */
            data++;
            length--;
        }
    }
}

/* USER CODE BEGIN (12) */
/* USER CODE END */
}

```

```
uint32 sciIsRxReady(sciBASE_t *sci)
```

* Rx 버퍼 가득 참 플래그가 설정되었는지 확인하고 0을 반환합니다. 그렇지 않으면 플래그가 설정되지 않습니다. 그렇지 않으면 Rx 플래그가 반환됩니다.

```

/* SourceId : SCI_SourceId_007 */
/* DesignId : SCI_DesignId_007 */
/* Requirements : HL_CONQ_SCI_SR11 */
/** @fn uint32 sciIsRxReady(sciBASE_t *sci)
 * @brief Check if Rx buffer full
 * @param[in] sci - sci module base address
 *
 * @return The Rx ready flag
 *
 * Checks to see if the Rx buffer full flag is set, returns
 * 0 is flags not set otherwise will return the Rx flag itself.
 */
uint32 sciIsRxReady(sciBASE_t *sci)
{
    /* USER CODE BEGIN (13) */
    /* USER CODE END */

    return sci->FLR & (uint32)SCI_RX_INT;
}

```

```
uint32 sciIsIdleDetected(sciBASE_t *sci)
```

* SCI Idle 플래그가 설정되어 있는지 확인하고 0을 반환하면 플래그가 설정되지 않습니다. 그렇지 않으면 Idle 플래그 자체가 반환됩니다.

```

/* SourceId : SCI_SourceId_008 */
/* DesignId : SCI_DesignId_008 */
/* Requirements : HL_CONQ_SCI_SR12 */
/** @fn uint32 sciIsIdleDetected(sciBASE_t *sci)
 * @brief Check if Idle Period is Detected
 * @param[in] sci - sci module base address
 *
 * @return The Idle flag
 *
 * Checks to see if the SCI Idle flag is set, returns 0 is flags
 * not set otherwise will return the Idle flag itself.
 */
uint32 sciIsIdleDetected(sciBASE_t *sci)
{
    /* USER CODE BEGIN (14) */
    /* USER CODE END */

    return sci->FLR & (uint32)SCI_IDLE;
}

```

```
uint32 sciRxError(sciBASE_t *sci)
```

* Rx 프레임, 오버런 및 패리티 오류 플래그를 반환하고 반환하기 전에 오류 플래그를 지웁니다.


```

/* SourceId : SCI_SourceId_009 */
/* DesignId : SCI_DesignId_009 */
/* Requirements : HL_CONQ_SCI_SR13 */
/** @fn uint32 sciRxError(sciBASE_t *sci)
 * @brief Return Rx Error flags
 * @param[in] sci - sci module base address
 *
 * @return The Rx error flags
 */
/* Returns the Rx framing, overrun and parity errors flags,
 * also clears the error flags before returning.
 */
uint32 sciRxError(sciBASE_t *sci)
{
    uint32 status = (sci->FLR & ((uint32)SCI_FE_INT | (uint32)SCI_OE_INT | (uint32)SCI_PE_INT));

/* USER CODE BEGIN (15) */
/* USER CODE END */

    sci->FLR = ((uint32)SCI_FE_INT | (uint32)SCI_OE_INT | (uint32)SCI_PE_INT);
    return status;
}

```

```
uint32 sciReceiveByte(sciBASE_t *sci)
```

* 폴링 모드에서 단일 바이트를받습니다. 수신 버퍼에 바이트가 없으면 루틴은 수신 될 때까지 대기합니다. 대기를 피하기 위해 scIsRxReady를 사용하여 버퍼가 꽉 찼는 지 확인하십시오.

```

/* SourceId : SCI_SourceId_010 */
/* DesignId : SCI_DesignId_010 */
/* Requirements : HL_CONQ_SCI_SR14 */
/** @fn uint32 sciReceiveByte(sciBASE_t *sci)
 * @brief Receive Byte
 * @param[in] sci - sci module base address
 *
 * @return Received byte
 *
 * Receives a single byte in polling mode. If there is
 * not a byte in the receive buffer the routine will wait
 * until one is received. Use scIsRxReady to check to
 * see if the buffer is full to avoid waiting.
 */
uint32 sciReceiveByte(sciBASE_t *sci)
{
/* USER CODE BEGIN (16) */
/* USER CODE END */

    /*SAFETYMCUSH 28 D MR:NA <APPROVED> "Potentially infinite loop found - Hardware Status check for execution sequence" */
    while ((sci->FLR & (uint32)SCI_RX_INT) == 0U)
    {
        /* Wait */
    }

    return (sci->RD & (uint32)0x000000FF);
}

```

```
void sciReceive(sciBASE_t *sci, uint32 length, uint8 * data)
```

* 'length'블록의 블록을 수신하여 'data'가 가리키는 데이터 버퍼에 넣습니다. 인터럽트가 활성화 된 경우 인터럽트 모드를 사용하여 데이터를 수신합니다. 그렇지 않으면 폴링 모드가 사용됩니다. 인터럽트 모드에서는 수신이 설정되고 루틴이 즉시 반환됩니다. sciReceive는 sciNotification 콜백이 호출 될 때까지 전송이 완료 될 때까지 다시 호출되어서는 안됩니다. 폴링 모드에서는 전송이 완료 될 때까지 sciReceive가 반환되지 않습니다.

```

/* SourceId : SCI_SourceId_011 */
/* DesignId : SCI_DesignId_011 */
/* Requirements : HL_CONQ_SCI_SR15 */
/** @fn void sciReceive(sciBASE_t *sci, uint32 length, uint8 * data)
 * @brief Receive Data
 * @param[in] sci - sci module base address
 * @param[in] length - number of data words to transfer
 * @param[in] data - pointer to data buffer to receive data
 *
 * Receive a block of 'length' bytes long and place it into the
 * data buffer pointed to by 'data'. If interrupts have been
 * enabled the data is received using interrupt mode, otherwise
 * polling mode is used. In interrupt mode receive is setup and
 * the routine returns immediately, sciReceive must not be called
 * again until the transfer is complete, when the sciNotification
 * callback will be called. In polling mode, sciReceive will not
 * return until the transfer is complete.
 */
void sciReceive(sciBASE_t *sci, uint32 length, uint8 * data)
{
    /* USER CODE BEGIN (17) */
    /* USER CODE END */

    if ((sci->SETINT & (uint32)SCI_RX_INT) == (uint32)SCI_RX_INT)
    {
        /* we are in interrupt mode */
        uint32 index = (sci == sciREG1) ? 0U :
            ((sci == sciREG2) ? 1U :
            ((sci == sciREG3) ? 2U : 3U));

        /* clear error flags */
        sci->FLR = ((uint32)SCI_FE_INT | (uint32)SCI_OE_INT | (uint32)SCI_PE_INT);

        g_sciTransfer_t[index].rx_length = length;
        /*SAFETYMCUSW 45 D MR:21.1 <APPROVED> "Valid non NULL input parameters are only allowed in this driver" */
        g_sciTransfer_t[index].rx_data = data;
    }
    else
    {
        while (length > 0U)
        {
            /*SAFETYMCUSW 28 D MR:NA <APPROVED> "Potentially infinite loop found - Hardware Status check for execution sequence" */
            while ((sci->FLR & (uint32)SCI_RX_INT) == 0U)
            {
                /* Wait */
            }
            /*SAFETYMCUSW 45 D MR:21.1 <APPROVED> "Valid non NULL input parameters are only allowed in this driver" */
            *data = (uint8)(sci->RD & 0x000000FFU);
            /*SAFETYMCUSW 45 D MR:21.1 <APPROVED> "Valid non NULL input parameters are only allowed in this driver" */
            /*SAFETYMCUSW 567 S MR:17.1,17.4 <APPROVED> "Pointer increment needed" */
            data++;
            length--;
        }
    }
    /* USER CODE BEGIN (18) */
    /* USER CODE END */
}

void sciEnableLoopback(sciBASE_t *sci, loopBackType_t Loopbacktype)

```

* 이 기능은 자체 테스트를 위해 루프백 모드를 활성화합니다.

```

/* USER CODE BEGIN (18) */
/* USER CODE END */
}

/* SourceId : SCI_SourceId_012 */
/* DesignId : SCI_DesignId_014 */
/* Requirements : HL_CONQ_SCI_SR18 */
/** @fn void sciEnableLoopback(sciBASE_t *sci, loopBackType_t Loopbacktype)
 * @brief Enable Loopback mode for self test
 * @param[in] sci - sci module base address
 * @param[in] Loopbacktype - Digital or Analog
 *
 * This function enables the Loopback mode for self test.
 */
void sciEnableLoopback(sciBASE_t *sci, loopBackType_t Loopbacktype)
{
/* USER CODE BEGIN (19) */
/* USER CODE END */

/* Clear Loopback incase enabled already */
sci->IODFTCTRL = 0U;

/* Enable Loopback either in Analog or Digital Mode */
sci->IODFTCTRL = (uint32)0x00000A00U
| (uint32)((uint32)Loopbacktype << 1U);

/* USER CODE BEGIN (20) */
/* USER CODE END */
}

```

```
void sciDisableLoopback(sciBASE_t *sci)
```

* 이 기능은 루프백 모드를 비활성화합니다.

```

/* SourceId : SCI_SourceId_013 */
/* DesignId : SCI_DesignId_015 */
/* Requirements : HL_CONQ_SCI_SR19 */
/** @fn void sciDisableLoopback(sciBASE_t *sci)
 * @brief Enable Loopback mode for self test
 * @param[in] sci - sci module base address
 *
 * This function disable the Loopback mode.
 */
void sciDisableLoopback(sciBASE_t *sci)
{
/* USER CODE BEGIN (21) */
/* USER CODE END */

/* Disable Loopback Mode */
sci->IODFTCTRL = 0x00000500U;

/* USER CODE BEGIN (22) */
/* USER CODE END */
}

```

```
void sciEnableNotification(sciBASE_t *sci, uint32 flags)
```

* Enable interrupts 를 하여 sci에서 인터럽트가 가능하게 해줍니다.

@param[in] flags - Interrupts to be enabled, can be ored value of:

```

SCI_FE_INT - framing error,
SCI_OE_INT - overrun error,
SCI_PE_INT - parity error,
SCI_RX_INT - receive buffer ready,
SCI_TX_INT - transmit buffer ready,
SCI_WAKE_INT - wakeup,
SCI_BREAK_INT - break detect

```

```

/* SourceId : SCI_SourceId_014 */
/* DesignId : SCI_DesignId_012 */
/* Requirements : HL_CONQ_SCI_SR16 */
/** @fn sciEnableNotification(sciBASE_t *sci, uint32 flags)
 * @brief Enable interrupts
 * @param[in] sci - sci module base address
 * @param[in] flags - Interrupts to be enabled, can be ored value of:
 *
 *          SCI_FE_INT - framing error,
 *          SCI_OE_INT - overrun error,
 *          SCI_PE_INT - parity error,
 *          SCI_RX_INT - receive buffer ready,
 *          SCI_TX_INT - transmit buffer ready,
 *          SCI_WAKE_INT - wakeup,
 *          SCI_BREAK_INT - break detect
 */
void sciEnableNotification(sciBASE_t *sci, uint32 flags)
{
    uint32 index = (sci == sciREG1) ? 0U :
        ((sci == sciREG2) ? 1U :
        ((sci == sciREG3) ? 2U : 3U));

    /* USER CODE BEGIN (23) */
    /* USER CODE END */

    g_sciTransfer_t[index].mode |= (flags & (uint32)SCI_TX_INT);
    sci->SETINT = (flags & (uint32)(~(uint32)(SCI_TX_INT)));

    /* USER CODE BEGIN (24) */
    /* USER CODE END */
}

```

```
void sciDisableNotification(sciBASE_t *sci, uint32 flags)
```

* Disable interrupts 인터럽트 사용을 하지 못하게 한다.

@param[in] flags - Interrupts to be disabled, can be ored value of:

SCI_FE_INT - framing error,
 SCI_OE_INT - overrun error,
 SCI_PE_INT - parity error,
 SCI_RX_INT - receive buffer ready,
 SCI_TX_INT - transmit buffer ready,
 SCI_WAKE_INT - wakeup,
 SCI_BREAK_INT - break detect

```

/* SourceId : SCI_SourceId_015 */
/* DesignId : SCI_DesignId_013 */
/* Requirements : HL_CONQ_SCI_SR17 */
/** @fn sciDisableNotification(sciBASE_t *sci, uint32 flags)
 * @brief Disable interrupts
 * @param[in] sci - sci module base address
 * @param[in] flags - Interrupts to be disabled, can be ored value of:
 *
 *          SCI_FE_INT - framing error,
 *          SCI_OE_INT - overrun error,
 *          SCI_PE_INT - parity error,
 *          SCI_RX_INT - receive buffer ready,
 *          SCI_TX_INT - transmit buffer ready,
 *          SCI_WAKE_INT - wakeup,
 *          SCI_BREAK_INT - break detect
 */
void sciDisableNotification(sciBASE_t *sci, uint32 flags)
{
    uint32 index = (sci == sciREG1) ? 0U :
        ((sci == sciREG2) ? 1U :
        ((sci == sciREG3) ? 2U : 3U));

    /* USER CODE BEGIN (25) */
    /* USER CODE END */

    g_sciTransfer_t[index].mode &= (uint32)(~(flags & (uint32)SCI_TX_INT));
    sci->CLEARINT = (flags & (uint32)(~(uint32)(SCI_TX_INT)));

    /* USER CODE BEGIN (26) */
    /* USER CODE END */
}

```

```
void sciEnterResetState(sciBASE_t *sci)
```

* 재설정 상태로 들어감 (SCI는 리셋 상태에서만 구성해야합니다.)

```
/* SourceId : SCI_SourceId_016 */
/* DesignId : SCI_DesignId_001 */
/* Requirements : */
/** @fn sciEnterResetState(sciBASE_t *sci)
 * @brief Enter reset state
 * @param[in] sci - sci module base address
 * @note The SCI should only be configured while in reset state
 */
void sciEnterResetState(sciBASE_t *sci)
{
    sci->GCR1 &= 0xFFFFF7FU;
}
```

```
void sciExitResetState(sciBASE_t *sci)
```

* 재설정 상태에서 빠져 나옴 (SCI는 리셋 상태에서만 구성해야합니다.)

```
/* SourceId : SCI_SourceId_017 */
/* DesignId : SCI_DesignId_001 */
/* Requirements : */
/** @fn scixitResetState(sciBASE_t *sci)
 * @brief Exit reset state
 * @param[in] sci - sci module base address
 * @note The SCI should only be configured while in reset state
 */
void sciExitResetState(sciBASE_t *sci)
{
    sci->GCR1 |= 0x00000080U;
}
```

```
void sci1GetConfigValue(sci_config_reg_t *config_reg, config_value_type_t type)
```

* 이 함수는 구성 레지스터의 초기 값 또는 현재 값 ('type'매개 변수에 따라 다름)을 config_reg가 가리키는 구조체에 복사합니다

```

/* SourceId : SCI_SourceId_018 */
/* DesignId : SCI_DesignId_016 */
/* Requirements : HL_CONQ_SCI_SR23 */
/** @fn void sci1GetConfigValue(sci_config_reg_t *config_reg, config_value_type_t type)
 * @brief Get the initial or current values of the SCI1 configuration registers
 *
 * @param[in] *config_reg: pointer to the struct to which the initial or current
 *                          value of the configuration registers need to be stored
 * @param[in] type:        whether initial or current value of the configuration registers need to be stored
 *                          - InitialValue: initial value of the configuration registers will be stored
 *                                      in the struct pointed by config_reg
 *                          - CurrentValue: initial value of the configuration registers will be stored
 *                                      in the struct pointed by config_reg
 *
 * This function will copy the initial or current value (depending on the parameter 'type')
 * of the configuration registers to the struct pointed by config_reg
 */

void sci1GetConfigValue(sci_config_reg_t *config_reg, config_value_type_t type)
{
    if (type == InitialValue)
    {
        config_reg->CONFIG_GCR0 = SCI1_GCR0_CONFIGVALUE;
        config_reg->CONFIG_GCR1 = SCI1_GCR1_CONFIGVALUE;
        config_reg->CONFIG_SETINT = 0x00000001U;
        config_reg->CONFIG_SETINTLVL = SCI1_SETINTLVL_CONFIGVALUE;
        config_reg->CONFIG_FORMAT = SCI1_FORMAT_CONFIGVALUE;
        config_reg->CONFIG_BRS = SCI1_BRS_CONFIGVALUE;
        config_reg->CONFIG_PIO0 = SCI1_PIO0_CONFIGVALUE;
        config_reg->CONFIG_PIO1 = SCI1_PIO1_CONFIGVALUE;
        config_reg->CONFIG_PIO6 = SCI1_PIO6_CONFIGVALUE;
        config_reg->CONFIG_PIO7 = SCI1_PIO7_CONFIGVALUE;
        config_reg->CONFIG_PIO8 = SCI1_PIO8_CONFIGVALUE;
    }
    else
    {
        /*SAFETYMCUSW 134 S MR:12.2 <APPROVED> "Register read back support" */
        config_reg->CONFIG_GCR0 = sciREG1->GCR0;
        config_reg->CONFIG_GCR1 = sciREG1->GCR1;
        config_reg->CONFIG_SETINT = sciREG1->SETINT;
        config_reg->CONFIG_SETINTLVL = sciREG1->SETINTLVL;
        config_reg->CONFIG_FORMAT = sciREG1->FORMAT;
        config_reg->CONFIG_BRS = sciREG1->BRS;
        config_reg->CONFIG_PIO0 = sciREG1->PIO0;
        config_reg->CONFIG_PIO1 = sciREG1->PIO1;
        config_reg->CONFIG_PIO6 = sciREG1->PIO6;
        config_reg->CONFIG_PIO7 = sciREG1->PIO7;
        config_reg->CONFIG_PIO8 = sciREG1->PIO8;
    }
}

```