

Politechnika Poznańska, Instytut Automatyki i Inżynierii  
Informatycznej

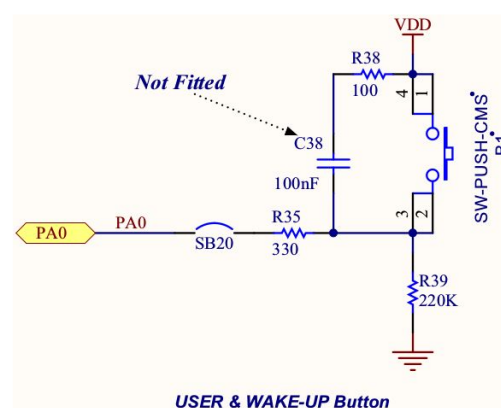
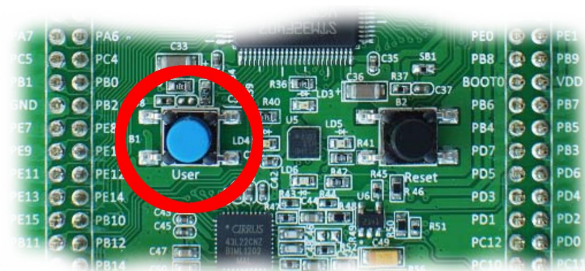
# Podstawy techniki mikroprocesorowej

Ćwiczenie laboratoryjne 4b - EXTI



## 1. Wstęp teoretyczny.

Na płytce ewaluacyjnej Discovery zamieszczono dwa przyciski: RESET oraz USER. Ten pierwszy powoduje wywołanie przerwania o najwyższym priorytecie: restart procesora. Ten drugi przycisk może być dowolnie wykorzystany przez użytkownika po napisaniu odpowiedniego programu. Zgodnie z dokumentacją płytki Discovery (**additional\_files -> dokumentacja\_discovery.pdf**) fragment schematu podłączenia przycisku do procesora wygląda następująco:



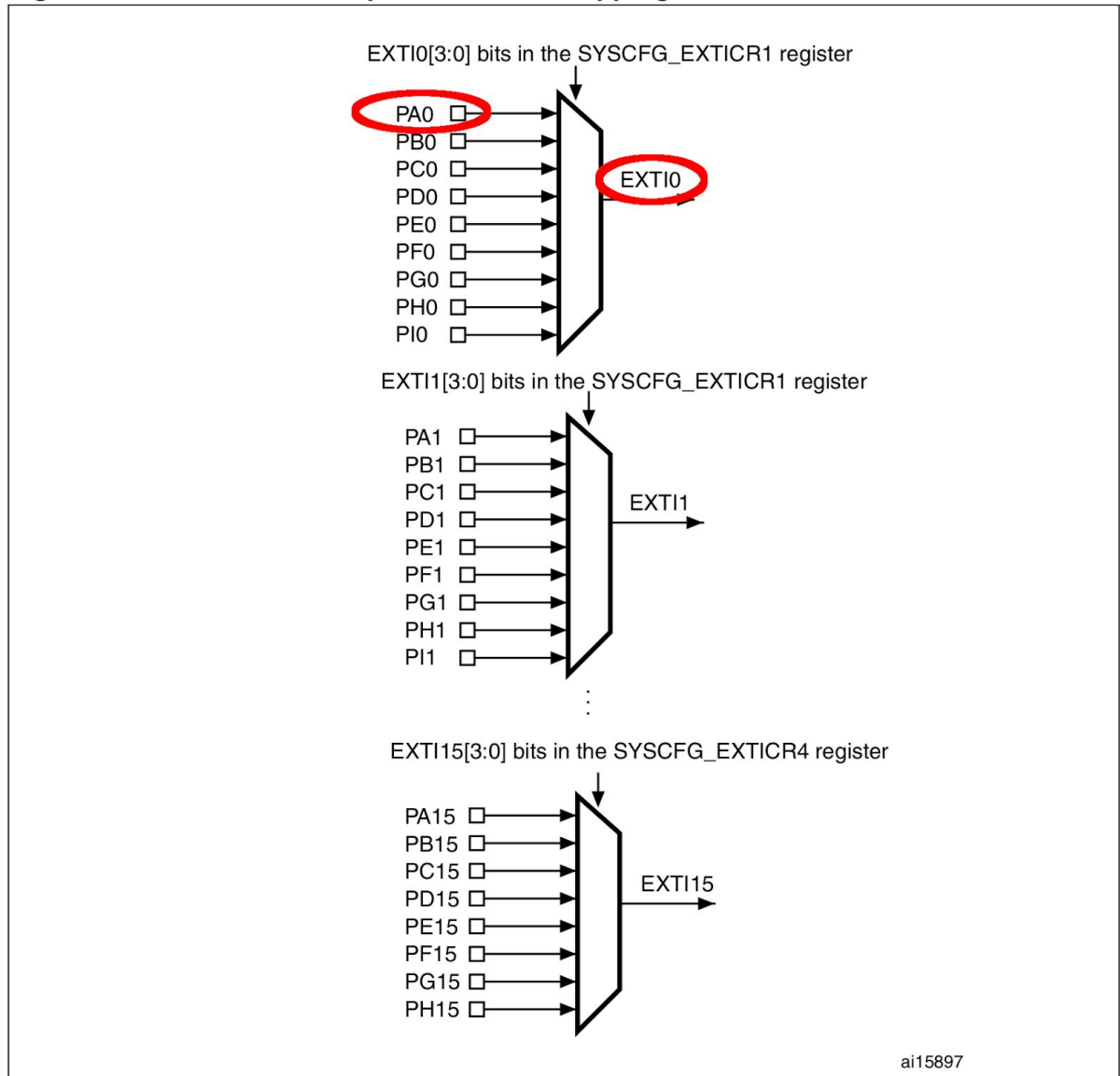
Dokładny port mikrokontrolera STM32 można również odnaleźć w dokumentacji: **additional\_files -> dokumentacja\_discovery.pdf**, tabela 5 **MCU pin description versus board function**. Fragment tej tabeli zamieszczono poniżej:

Table 5. MCU pin description versus board function

MCU pin			Board function													
Main function	Alternate functions	LQFP100	CS43L22	MP45DT02	LIS302DL or LIS3DSH	Pushbutton	LED	SWD	USB	OSC	Free I/O	Power supply	CN5	CN2	P1	P2
BOOT0	VPP	94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
NRST	-	14	-	-	-	RESE	-	NRST	-	-	-	-	-	5	6	-
PA0-WKUP	USART2_CTS/ USART4_TX/ ETH_MII_CRS/ TIM2_CH1_ETR/ TIM5_CH1/ TIM8_ETR/ ADC123_IN0/ WKUP	23	-	-	-	USER	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-
PA1	USART2_RTS/ USART4_RX/ ETH_RMII_REF_CLK/ ETH_MII_RX_CLK/ TIM5_CH2/ TIMM2_CH2/ ADC123_IN1	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-
PA2	USART2_TX/ TIM5_CH3/ TIM9_CH1/ TIM2_CH3/ ETH_MDIO/ ADC123_IN2	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-

Istnieje możliwość wygenerowania przerwania zewnętrznego pochodzącego od pinu podłączonego do przycisku. Zaznaczono to na poniższym obrazku (który został odnaleziony w podrozdziale: 9.2.5 External interrupt/event line mapping z **additional\_files -> dokumentacja\_STM32F407VGT6.pdf**):

**Figure 27. External interrupt/event GPIO mapping**



Jak widać dany pin danego portu po właściwej konfiguracji może generować przerwanie EXTI. **Należy pamiętać, aby pin podłączony do przycisku skonfigurować jako wejście.**

## 2. Przebieg ćwiczenia.

### a. Konfiguracja przerwań - przerwania zewnętrzne.

W pierwszej kolejności należy uruchomić zasilanie systemu przerwań:

```
RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_SYSCFG, ENABLE);
```

Przykład konfiguracji kontrolera przerwań do obsługi przerwania zewnętrznego z kanału **1** (**wykonując zadania należy wybrać właściwy kanał**).

```
NVIC_InitTypeDef NVIC_InitStructure;
// numer przerwania
NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannel = EXTI1_IRQn;
// priorytet główny
NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelPreemptionPriority = 0x00;
// subpriorytet
NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelSubPriority = 0x00;
// uruchom dany kanał
NVIC_InitStructure.NVIC_IRQChannelCmd = ENABLE;
// zapisz wypełnioną strukturę do rejestrów
NVIC_Init(&NVIC_InitStructure);
```

W konfiguracji pinu procesora, oprócz standardowych funkcji konfiguracyjnych należy dodać konfigurację modułu przerwań zewnętrznych (**wykonując zadania należy wybrać właściwy numer linii**):

```
EXTI_InitTypeDef EXTI_InitStructure;
// wybór numeru aktualnie konfigurowanej linii przerwań
EXTI_InitStructure.EXTI_Line = EXTI_Line1;
// wybór trybu - przerwanie bądź zdarzenie
EXTI_InitStructure.EXTI_Mode = EXTI_Mode_Interrupt;
// wybór zbocza, na które zareaguje przerwanie
EXTI_InitStructure.EXTI_Trigger = EXTI_Trigger_Rising;
// uruchom daną linię przerwań
EXTI_InitStructure.EXTI_LineCmd = ENABLE;
// zapisz strukturę konfiguracyjną przerwań zewnętrznych do rejestrów
EXTI_Init(&EXTI_InitStructure);
```

Na koniec niezbędne jest połączenie wybranego pinu portu (w tym przypadku pin 1 z portu D) do modułu przerwań zewnętrznych:

```
// podłączenie danego pinu portu do kontrolera przerwań
SYSCFG_EXTILineConfig(GPIOD, EXTI_PinSource1);
```

Należy pamiętać, o załączeniu odpowiedniej biblioteki, odpowiedzialnej za zdefiniowanie nazw pinów dla kontrolera przerwań (`#include "stm32f4xx_syscfg.h"`).

## b. Obsługa przerwań - przerwania zewnętrzne.

Analogicznie do obsługi przerwań od timera należy stworzyć funkcję, która będzie wywoływana w momencie wystąpienia przerwania. Przykład dla 1 kanału przerwań zewnętrznych.

```
void EXTI1_IRQHandler(void)
{
    if(EXTI_GetITStatus(EXTI_Line1) != RESET)
    {
        // miejsce na kod wywoływany w momencie wystąpienia przerwania

        // wyzerowanie flagi wyzwolonego przerwania
        EXTI_ClearITPendingBit(EXTI_Line1);
    }
}
```

## 3. Zadania do samodzielnej realizacji.

Należy połączyć wyświetlacz LED z płytą Discovery. Można to zrobić zgodnie ze schematem podanym w poprzednim ćwiczeniu.

1. Zaraz po uruchomieniu programu wszystkie segmenty wyświetlacza LED nr 1 są zapalone. Zaprogramować przerwanie zewnętrzne tak, aby było ono wywoływane poprzez naciśnięcie przycisku USER na płycie Discovery. Niech przerwanie to powoduje wygaszenie wyświetlacza LED nr 1 i zapalenie wyświetlacza nr 2. Ponowne naciśnięcie przycisku powoduje sytuację odwrotną: wygaszenie wyświetlacza nr 2 i zapalenie wyświetlacza nr 1.

Podstawowe ćwiczenie dotyczące przerwania zewnętrznego. Problem drgania styków.

[Film](#)

2. Zmodyfikować zadanie nr 1. W celu niwelacji zakłóceń przycisku wykorzystać następujący algorytm:
  - a. skonfigurować dodatkowy timer który odmierza np 200ms, ale nie uruchamiać go! ( TIM\_Cmd(TIMx, DISABLE); ),
  - b. skonfigurować przerwanie dla tego timera (NVIC),
  - c. w funkcji przerwania EXTI od przycisku uruchomić timer ( TIM\_Cmd(TIMx, ENABLE); )
  - d. w funkcji przerwania wybranego timera sprawdzamy stan przycisku, jeżeli jest wciśnięty, to zmieniamy stan diod LED,
  - e. zaraz po tym wyłączamy timer,

- f. ustawiamy wartość licznika na 0 ( `TIM_SetCounter(TIMx, 0);` ),
- g. resetujemy flagę przerwania od timera, timer jest gotowy do przyjęcia obsługi kolejnego zdarzenia debounce.

Wykorzystanie przerwania timera i przerwania zewnętrznych do zaawansowanej obsługi przycisku (bez zakłóceń).

[Film](#)

- 3. Segmenty wyświetlacza LED nr 1 zapalają się i gaszą tworząc efekt wirującego światła (zgodnie z zadaniem nr 3 z poprzednich ćwiczeń). Czas zapalenia jednego segmentu to 0,125 s zrealizowany poprzez generowanie przerwania timera 3. Zaprogramować również przerwanie zewnętrzne pochodzące od przycisku USER tak, aby każde jego naciśnięcie powodowało wywołanie procedury przerwania a w nim kolejno: zapalenie kropki (segmentu "h") wyświetlacza LED nr 1, odczekanie sekundy poprzez analizę wartości `TIMx->CNT` licznika 2 i zgaszenie kropki.

Praca "równoległa" dwóch wątków o różnych priorytetach - przerwanie zewnętrzne ma wyższy priorytet niż przerwanie timera.

[Film](#)