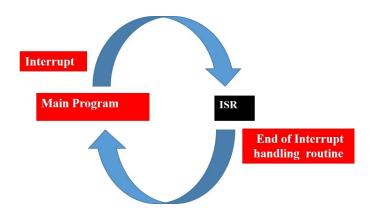
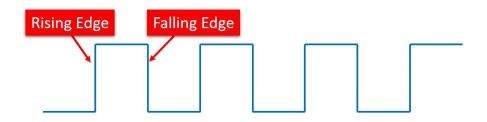
Wprowadzenie. Przerwania, systemach wbudowanych, W sa wykorzystywane do reagowania na zdarzenia, które powinny mieć wpływ na wykonywanie głównej sekwencji programu. Przykładem takiego zdarzenia może być wystapienie określonego stanu lub zmiana stanu na wejściu cyfrowym mikrokontrolera. Przerwania powiązane z określonym zasobem sprzętowym (np. GPIO) noszą nazwę przetwań sprzętowych (hardware interrupts). Jeżeli źródło przerwania jest sygnał zewnętrzny mikrokontrolera przerwania nosi nazwę zewnętrznego (external interrupt). W przypadku zgłoszenia przerwania mikrokontroler zatrzymuje wykonywanie głównego programu, a następnie jest wywoływana funkcja obsługi przerwania - ISR (Interrupt Servive Routine). Po wykonaniu kodu znajdującego się w ciele ISR mikrokontroler powraca do wykonywania programu głównego (Main Program).

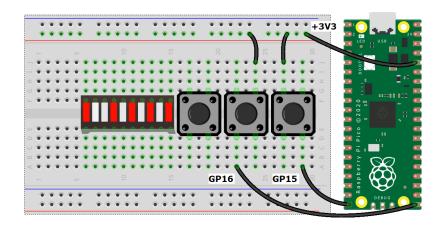


W module Raspberry Pi Pico każdy pin GPIO może zostać tak skonfigurowany, aby zgłaszać przerwanie związane z następującymi zdarzeniami:

- stan niski (trigger=Pin.IRQ_LOW_LEVEL)
- stan wysoki (trigger=Pin.IRQ_HIGH_LEVEL)
- zbocze narastające rising/positive edge (trigger=Pin.IRQ_RISING)
- zbocze opadajace falling/negative edge (trigger=Pin.IRQ_FALLING)



Zad.1. Korzystając z płytki Raspberry Pi Pico Expander Board lub płytki stykowej, połącz następujący układ:



Przykład kodu:

```
from machine import Pin
from utime import sleep

BTN_ON_PIN = 15
BTN_TOGGLE_PIN = 16

led_state = False
led_toggle = False

led_builtin = Pin(25,Pin.OUT)
btn_on = Pin(BTN_ON_PIN,Pin.IN,Pin.PULL_DOWN)
btn_toggle = Pin(BTN_TOGGLE_PIN,Pin.IN,Pin.PULL_DOWN)
```

```
def on interrupt(Pin):
    global led state
    led state = not(led state)
    print("LED on/off int")
    sleep(0.02)
def toggle interrupt(Pin):
    global led toggle
    led toggle = not(led toggle)
    print("LED toggle int")
    sleep(0.02)
btn on.irq(trigger=Pin.IRQ RISING, handler=on interrupt)
btn toggle.irq(trigger=Pin.IRQ RISING, handler=toggle interrupt)
while True:
    if led state:
        if led toggle:
            led builtin.toggle()
        else:
            led builtin.value(1)
    else:
        led builtin.value(0)
    sleep(0.2)
```

Zad.2. Napisz skrypt w MicroPythonie, który wymusi zmianę stanu LED podłączonej do GPIO25 (wbudowany) bez korzystania z modułu *utime*. Okres 1s, wypełnienie 50%.

```
from machine import Pin, Timer
#on/off time 500ms
DELAY = 500
```

Timery są bardziej efektywnym narzędziem do zarządzania zależnościami czasowymi w programie. W porównaniu z funkcjami typu sleep nie powodują one zatrzymania wykonania programu głównego. Funkcja Timer() ma trzy argumenty:

- period okres wywoływania przerwania (w milisekundach);
- mode:
 - Timer.PERIODIC okresowe wywołanie przerwania czasowego;
 - Timer.ONE SHOT przerwanie jest wywoływane jednokrotnie.
- callback funkcja obsługi przerwania (ISR).

Implementacja z wykorzystaniem funkcji lambda:

Zad.3. Wykorzystaj *Timer* do rozwiązania problemy drgania styków przy przełączaniu.

```
from machine import Pin, Timer
from utime import sleep
BTN DELAY = 200
MAIN DELAY = 500
BTN ON PIN = 15
BTN TOGGLE PIN = 16
led state = False
led toggle = False
led builtin = Pin(25,Pin.OUT)
btn_on = Pin(BTN_ON_PIN,Pin.IN,Pin.PULL DOWN)
btn toggle = Pin(BTN TOGGLE PIN, Pin.IN, Pin.PULL DOWN)
def on interrupt(Pin):
    global led state
    led state = not(led state)
    btn on.irq(handler = None)
    timer on = Timer(period = BTN DELAY, mode = Timer.ONE SHOT,
                     callback = lambda t:
                     btn on.irq(handler=on interrupt))
    print("LED on/off int")
def toggle interrupt(Pin):
    global led toggle
    led toggle = not(led toggle)
    btn toggle.irq(handler = None)
    timer tog = Timer(period = BTN DELAY, mode = Timer.ONE SHOT,
```

Ćwiczenie nr 5: RP2040 przerwania

```
callback = lambda t:
                      btn toggle.irq(handler=toggle interrupt))
    print("LED toggle int")
def main loop(main timer):
    if led state:
        if led toggle:
            led builtin.toggle()
        else:
            led builtin.value(1)
    else:
        led builtin.value(0)
btn on.irq(trigger=Pin.IRQ RISING, handler=on interrupt)
btn_toggle.irq(trigger=Pin.IRQ_RISING,
handler=toggle interrupt)
main timer = Timer(period = MAIN DELAY, mode = Timer.PERIODIC,
                   callback = main loop)
```

Zad.4. Podłącz moduł Pico-8SEG-LED.



Przykład kodu:

```
from machine import Pin, SPI
from utime import sleep
RCLK = 9
# SPI pins
SCK = 10
MOSI = 11
# displays
LED 1 = 0xFE # thousands 0x111111110
LED 2 = 0xFD # hundreds 0x111111101
LED 3 = 0xFB # tens 0x11111011
LED 4 = 0xF7 \# units 0x11110111
DOT = 0x80
# images
SEG8codes = [0x3F, 0x06, 0x5B, 0x4F, 0x66, 0x6D, 0x7D, 0x07,
           # 0 1 2 3 4 5 6 7
            0x7F, 0x6F, 0x77, 0x7C, 0x39, 0x5E, 0x79, 0x71
           # 8 9 A b C d E F
class LED 8SEG DISPLAY():
   def __init__(self):
```

```
self.rclk = Pin(RCLK, Pin.OUT)
        self.rclk(1)
        self.spi = SPI(1)
        self.spi = SPI(1,1000 000)
        self.spi = SPI(1,10000 000,polarity=0,
                       phase=0,sck=Pin(SCK),
                       mosi=Pin(MOSI), miso=None)
        self.SEG8=SEG8codes
    def write cmd(self, Num, Seg):
        self.rclk(1)
        self.spi.write(bytearray([Num])) # segment select
        self.spi.write(bytearray([Seg])) # segment code
        self.rclk(0)
        sleep(0.002)
        self.rclk(1)
DISPLAY = LED 8SEG DISPLAY()
while True:
    DISPLAY.write cmd(LED 1, SEG8codes[1])
    sleep(0.001)
    DISPLAY.write cmd(LED 2,SEG8codes[3]|DOT)
    sleep(0.001)
    DISPLAY.write cmd(LED 3, SEG8codes[5])
    sleep(0.001)
    DISPLAY.write cmd(LED 4,SEG8codes[7]|DOT)
    sleep(0.001)
```

Zad.5. Napisz skrypt w MicroPython, który pozwoli na zwiększanie i zmniejszanie o 1 wartości wyświetlanej za pomocą modułu Pico-8SEG-LED. Wykorzystaj układ z zadania 1.

Zad.6. Napisz skrypt w MicroPython, który będzie wysyłał do komputera bieżącą pozycję, ilość wykonanych pełnych obrotów (CW/CCW) oraz bieżący kierunek obrotu osi enkodera EC-11/HW-040.

Zad.7. Wykorzystaj enkoder do kontroli pozycji wału mikroserwomechanizmu SG-90.

Dla zainteresowanych:

1. MicroPython strona:

micropython.org/download/rp2-pico/

- 2. Sterowanie serwomechnizmem w MicroPython:
 - <u>circuitdigest.com/microcontroller-projects/control-a-servo-motor-with-raspberry-pi-pico-using-pwm-in-micropython</u>
- 3. MicroPython obsługa przerwań:

 docs.micropython.org/en/latest/reference/isr rules.html?highlight=int

 errupt
- 4. Raspberry Pi Pico obsługa przerwań zewnętrznych:

 <u>microcontrollerslab.com/pir-motion-sensor-raspberry-pi-pico-external-i</u>

 nterrupts-tutorial/
- 5. Zarządzanie timerami RP2040 w MicroPython:

 <u>microcontrollerslab.com/generate-delay-raspberry-pi-pico-timers-micropython/</u>
- 6. Waveshare Wiki Pico-8SEG-LED:

www.waveshare.com/wiki/Pico-8SEG-LED