# ODCZYT DANYCH Z MYSZKI W PROTOKOLE KOMUNIKACYJNYM PS2

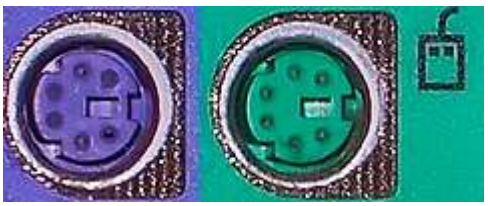
Nikodem Szafran

# Spis treści

# 1. Cel projektu

Celem projektu było odbieranie danych przesyłanych przez myszkę, z pomocą protokołu komunikacyjnego SP2.

Port komunikacyjny PS2 to złącze, które służy do podłączania urządzeń peryferyjnych do komputerów, w szczególności klawiatury i myszy. Jest to port okrągły, o średnicy 6 pinów, który był powszechnie stosowany w komputerach stacjonarnych do lat 2000-2010.

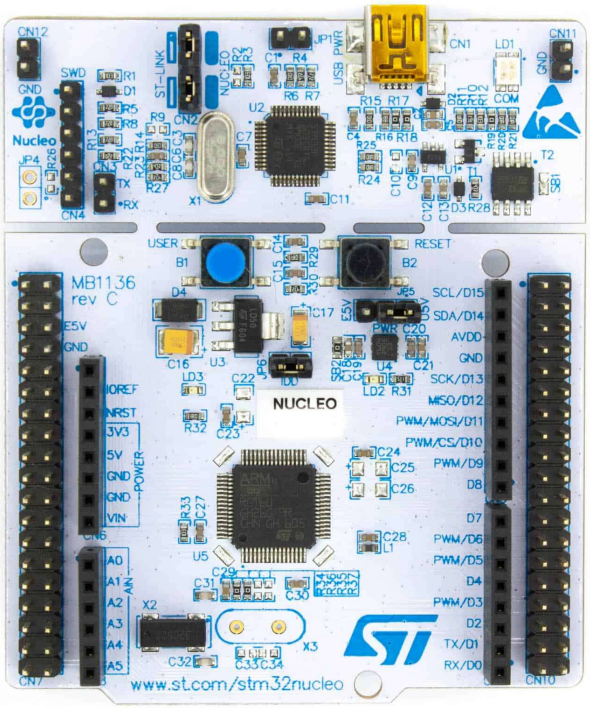


*Wygląd portu PS2, klawiatura (lewe wejście) i mysz (prawe wejście)*

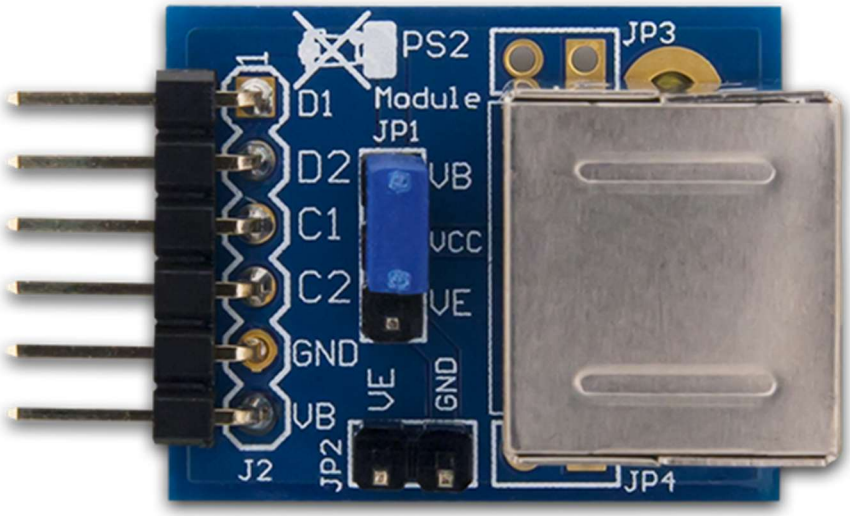
# 2. Wykorzystane zasoby

Do realizacji wykorzystano płytkę STM32 NUCLEO-L476RG. Wykorzystano także adapter od prowadzącego zajęcia, co umożliwiło łatwe i szybkie łączenie myszki z płytką. Konieczna

oczywiście była także myszka wykorzystująca protokół PS2




*Płytka L476RG*



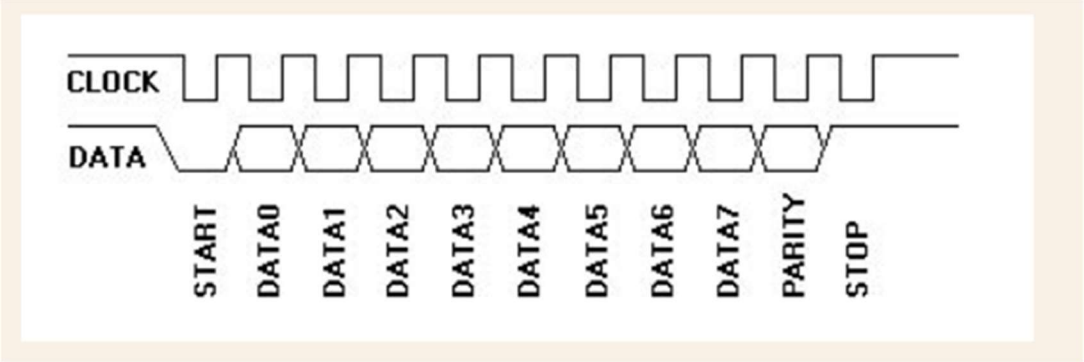

*Adapter PS2*

# 3. Teoretyczny wstęp do projektu

Urządzenia w tym protokole poza VCC i GND, wykorzystują także dwie linie: DATA oraz CLOCK. Obie są fizycznie podłączone jako „otwarty kolektor”, zatem ważnym jest, by wejścia do których będą podłączone będą typu PULL-UP. Linią CLOCK przesyłany jest do hosta, generowany przez urządzenie, sygnał zegarowy. Drugą linią jak łatwo się domyślić – przenoszone są dane wysyłane przez hosta do urządzenia, lub dużo częściej – przez urządzenie do hosta.

## a. Budowa ramki danych

Każda ramka w komunikacji PS2 składa się z 11 bitów: pierwszy to start bit (1 bit), który jest zawsze ustawiony na 0 i informuje urządzenia, kiedy rozpoczyna się transmisja; następnie przesyłane są dane (8 bitów), zawierające rzeczywistą informację, np. kody klawiszy w przypadku klawiatury lub ruchy i przyciski myszy; potem mamy bit parzystości (1 bit), który sprawdza, czy liczba "1" w danych jest parzysta lub nieparzysta, co pozwala na wykrycie błędów w transmisji; na końcu znajduje się stop bit (1 bit), który jest zawsze ustawiony na 1 i oznacza zakończenie transmisji tej ramki.




*Graficzne ukazanie transmisji (w tym przypadku dla hosta)*

## b. Transmisja device-to-host

Jest to przypadek dużo częstszy, bo i dużo częściej stosowany. Przechodząc od ogółu, do myszki, to wysyła ona 3 bajty danych (czasami 4, dla kółka na środku). Urządzenie przesyła do hosta sygnał zegarowy, a dane z linii DATA są odczytywane przez niego na opadających zboczach zegarowych z urządzenia.

Pierwszy bajt informuje o naciśniętych przyciskach, kierunku ruchu myszki w osi X (poziomej) oraz Y (pionowej), a także czy nastąpiło przepełnienie (do którego wrócimy zaraz).

Drugi bajt przesyła nam informację o wartości ruchu w osi X, jest on zapisywany jako signed int, czyli z rozróżnieniem znaku. Wartości są zatem w zakresie [-128, 127], gdzie minusowe to ruch w lewo, a dodatnie – w prawo. Bit przepełnienia w pierwszym bajcie jest ustawiony na wysoki, kiedy wartość ruchu przekroczy ten zakres.

Trzeci bajt informuje nas o wartości ruchu w osi Y i działa analogicznie do bajtu 2., ujemne wartości reprezentują ruch w dół, a dodatnie – w górę.

| | Bit 7 | Bit 6 | Bit 5 | Bit 4 | Bit 3 | Bit 2 | Bit 1 | Bit 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Byte 0 | Y overflow | X overflow | Y sign | X sign | Always 1 | Middle button | Right button | Left button |
| Byte 1 | X movement | | | | | | | |
| Byte 2 | Y movement | | | | | | | |

*Opis bitowy bajtów danych*

### c. Transmisja host-to-device

W tym przypadku transmisja wygląda trochę inaczej – host najpierw musi ustawić stan linii CLK na stan niski, przynajmniej na 100 us. W momencie gdy ją „puści”, tzn. przestanie ustalać na stan niski, urządzenie zacznie generować znowu sygnał zegarowy i będzie odczytywało stan linii DATA, w momencie rosnącego zbocza zegarowego.

Tym samym jesteśmy w stanie do niego przesłać własną ramkę danych. Musimy jednak pamiętać, by przesłać ją razem z bitem startu, parzystości i stopu – tak samo jak urządzenie wysyła do hosta w poprzednim przypadku.

| Code (hexadecimal) | Command |
|---|---|
| FA | Acknowledge |
| AA | Self Test Passed |
| FC | Self Test Failed |
| 00 | Device ID. Sent immediately after the self test status command and is always 0x00 |

*Możliwe komendy do wysłania do myszki*

## 4. Proces realizacji projektu

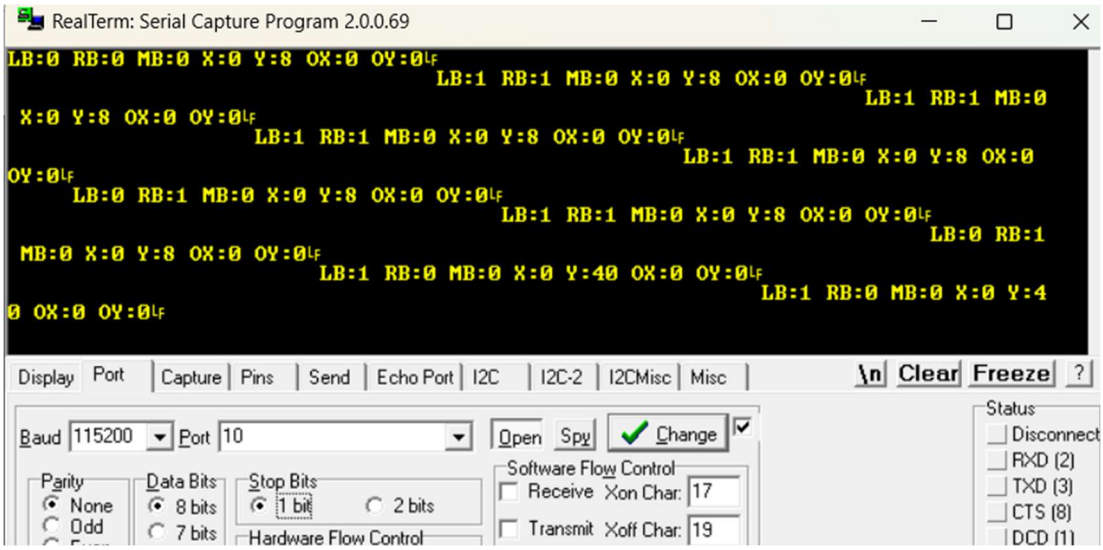
Zgodnie z pierwotnym założeniem projektu, czyli odbieraniem danych, został napisany kod, który miał na celu realizację komunikacji device-to-host. Miał on odbierać paczki danych wysyłane przez myszki, procesować je w odpowiedni sposób, a następnie wysyłać do komputera przez USART.

Jednakże po napisaniu i sprawdzeniu poprawności kodu – komunikacja nie była realizowana. Myszka nie przesyłała żadnych danych. Po próbie komunikacji z inną myszką (również nie działała), a następnym podłączeniu ich do komputera i sprawdzenia czy działają (obie działały) – koniecznym stało się znalezienie rozwiązania tego problemu.

Odpowiedzią okazała się właśnie transmisja host-to-device. Po napisaniu kodu realizującego również ten typ komunikacji wysłano na myszkę komendy „0xFF – Reset” oraz „0xF4 – Data Enable” nasze urządzenie ożyło i zaczęło wysyłać dane, które zczytywano i przetwarzano na mikrokontrolerze, po czym wysyłano jako komunikat na USART.

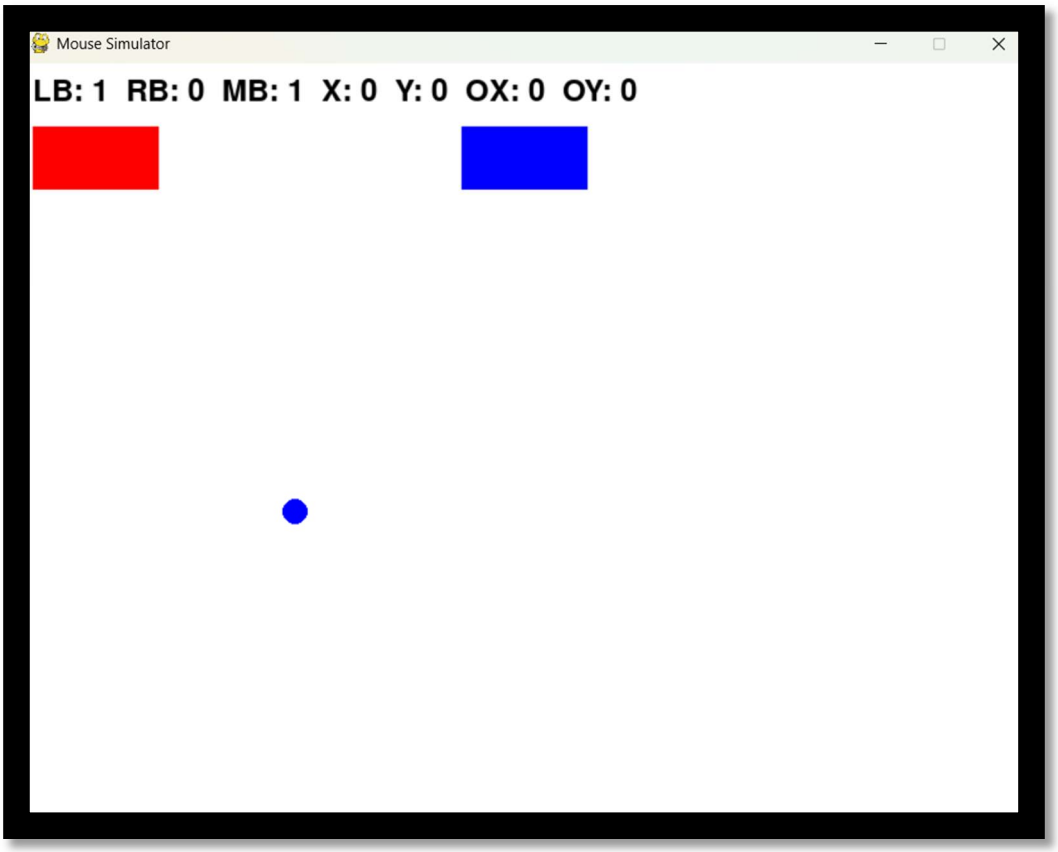
```
// constructing data packet with data that we just processed to send
uint8_t komunikat[50];
uint8_t Dsize;
Dsize = sprintf(komunikat, "LB:%d RB:%d MB:%d X:%d Y:%d OX:%d OY:%d\n",
                mouseData.button_left, mouseData.button_right, mouseData.button_mid,
                mouseData.move_X, mouseData.move_Y, mouseData.overflow_X, mouseData.overflow_Y);
```

*Wysyłana na USART ramka danych*




*Odbierane na porcie szeregowym przez komputer dane*

W kolejnym kroku napisano program w języku Python, który zajmował się odczytem tychże danych i graficzną reprezentacją w formie kursora ruszającego się po ekranie oraz kwadracikami symbolizującymi naciśnięcie przycisków, jak i pojawienie się przepełnienia w którejś z osi ruchu.



# 5. Kod oraz pliki

## a. Header file „mousePacket.h”

Zawiera on strukturę danych MousePacket i jest niezbędny do działania programu, znajduje się w nim także bitowy opis bajtów danych przesyłany przez myszkę.

## b. „main.c” oraz „main.h”

Cały kod wraz z funkcjami znajduje się w tych dwóch plikach. Występują tam też zdefiniowane makra, które pozwalają użytkownikowi na lekką modyfikację działania kodu

## c. Opis funkcji w „main.c”

### i. delay_us(uint16_t us)

Funkcja generująca opóźnienie w mikrosekundach. Używa timera (htim17), by poczekać przez zadany czas (w mikrosekundach). Jest wykorzystywana do generowania wymaganych opóźnień, np. przy wysyłaniu danych do urządzenia PS2.

### ii. send_command(uint8_t commandToSend)

Funkcja, która wysyła komendę do urządzenia PS2. Wysyłanie komend jest realizowane przez manipulację stanem linii danych i zegara. Najpierw ustawia stan niskiego zegara, następnie ustawia flagę informującą o tym, że host chce przesyłać komendy, wysyła bit startu. Reszta jest zrealizowana w funkcji poniżej, gdzie potem przesyła dane na linii danych, bit po bicie. Obsługuje również obliczanie bitu parzystości.

### iii. HAL_GPIO_EXTI_Callback(uint16_t GPIO_Pin)

Funkcja wywoływana, gdy wystąpi przerwanie na pinie GPIO (w tym przypadku na pinie zegara PS2). Jej zadaniem jest odbieranie danych z myszki PS2. Na podstawie przerwania zegara, dane są odczytywane bit po bicie, a gdy pełny pakiet zostanie odebrany, ustawiany jest flag packet_ready.

## d. Program w języku Python „USART_decypher”

Jest to program realizujący graficzną reprezentację pokazaną wcześniej w dokumentacji.

# 6. Pomocne źródła


https://digilent.com/reference/pmod/pmodps2/reference-manual
https://digilent.com/reference/_media/reference/pmod/pmodps2/pmodps2_sch.pdf

https://www.eecg.utoronto.ca/~jayar/ece241_08F/AudioVideoCores/ps2/ps2.html#mousedata

https://www.burtonsys.com/ps2_chapweske.htm