

PROJEKT [3]

STEROWNIKI ROBOTÓW

---

## Założenia projektowe

# Żyroskopowy instrument muzyczny ZIM

---

*Skład grupy:*

Kacper POLIŃSKI, 235391

*Termin:* czTP19

*Prowadzący:*

dr inż. Wojciech DOMSKI

2 czerwca 2021

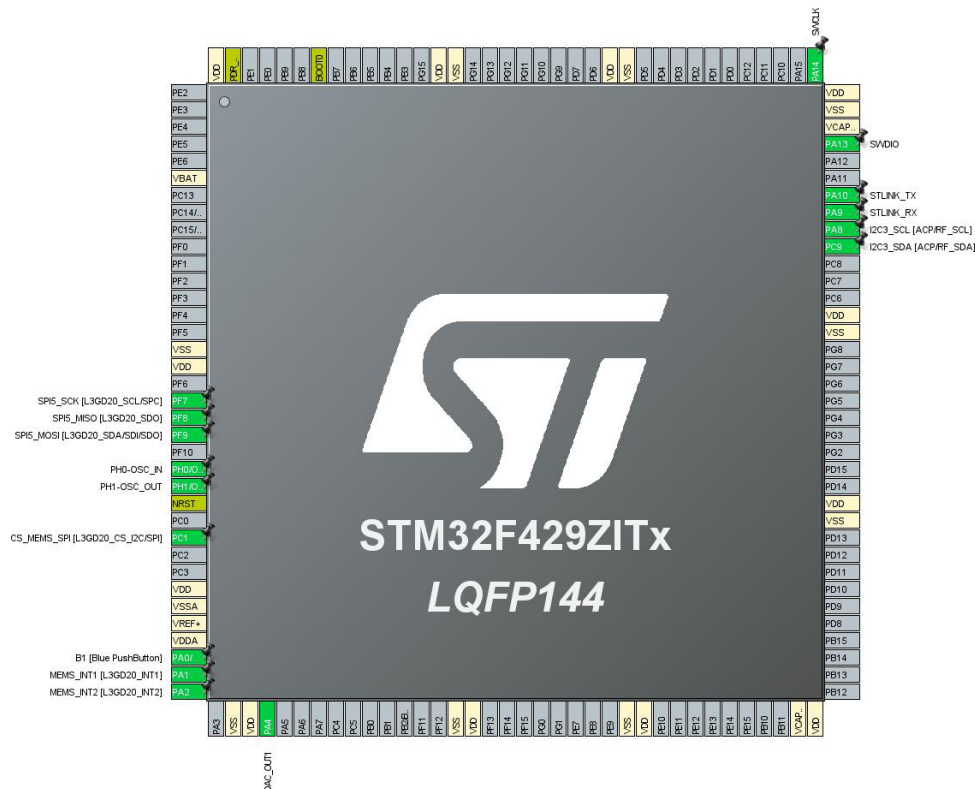
# Spis treści

<b>1</b>	<b>Opis projektu</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Konfiguracja mikrokontrolera</b>	<b>2</b>
2.1	Konfiguracja pinów . . . . .	4
2.2	Konfiguracja DMA . . . . .	5
2.3	Konfiguracja peryferiów . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Urządzenia zewnętrzne</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Projekt elektroniki</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Konstrukcja</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Opis działania programu</b>	<b>8</b>
6.1	Generowanie sinusoidy . . . . .	9
6.2	Pętla główna programu i przerwania . . . . .	10
<b>7</b>	<b>Harmonogram pracy</b>	<b>10</b>
7.1	Zakres pracy . . . . .	10
7.2	Kamienie milowe . . . . .	11
<b>8</b>	<b>Podsumowanie</b>	<b>11</b>
	<b>Bibilografia</b>	<b>12</b>

# 1 Opis projektu

Projekt ma na celu skonstruowanie w oparciu o płytke STM32F429I-DISCO [8] instrumentu muzycznego zmieniającego częstotliwość dźwięku [1] na podstawie odczytu danych z wewnętrznego żyroskopu L3GD20 [7]. Amplituda będzie sterowana za pomocą klawiatury komputera, która będzie się komunikowała ze sterownikiem przez USART. Użytkownik będzie sterował głośnością dźwięku za pomocą klawiszy od 0 do 9. Do mikrokontrolera zostanie podłączony zewnętrzny głośnik.

# 2 Konfiguracja mikrokontrolera



Rysunek 1: Konfiguracja wyjść mikrokontrolera w programie STM32CubeIDE [6]



## 2.1 Konfiguracja pinów

Numer pinu	PIN	Typ Pinu	Tryb pracy	Funkcja/etykieta
6	VBAT	Power		
16	VSS	Power		
17	VDD	Power		
19	PF7	I/O	SPI5_SCK	L3GD20_SCL/SPC
20	PF8	I/O	SPI5_MISO	L3GD20_SDO
21	PF9	I/O	SPI5_MOSI	L3GD20_SDA/SDI/SDO
23	PH0/OSC_IN	RCC_OSC_OUT	PH0-OSC_IN	
24	PH1-OSC_OUT	I/O	RCC_OSC_OUT	PH0-OSC_OUT
25	NRST	Reset		
27	PC1	I/O	GPIO_Output	L3GD20_CS_I2C/SPI
30	VDD	Power		
31	VSSA	Power		
32	VREF+	Power		
33	VDDA	Power		
34	PA0/WKUP	I/O	GPIO_EXTI0	B1 [Blue PushButton]
35	PA1	I/O	GPIO_EXTI1	L3GD20_INT1
36	PA2	I/O	GPIO_EXTI2	L3GD20_INT2
38	VSS	Power		
39	VDD	Power		
40	PA4	I/O	DAC_OUT1	Audio_OUT
51	VSS	Power		
52	VDD	Power		
61	VSS	Power		
62	VDD	Power		
71	VCAP1	Power		
72	VDD	Power		
83	VSS	Power		
84	VDD	Power		
94	VSS	Power		
95	VDD	Power		
106	VCAP2	Power		
107	VSS	Power		
108	VDD	Power		
120	VSS	Power		
121	VDD	Power		
129	PG14	I/O	GPIO_Output	LD4 [Red Led]
130	VSS	Power		
131	VDD	Power		
138	BOOT0	Boot		
143	PDR_ON	Reset		
144	VDD	Power		

Tabela 1: Konfiguracja pinów mikrokontrolera [6]

## 2.2 Konfiguracja DMA

Ządanie DMA	Kanał	Kierunek	Priorytet
DAC1	DMA1_Stream 5	Z pamięci do peryferium	Niski

Tabela 2: Konfiguracja DMA [6]

Parametr	DAC1
Tryb	Circular
Inkrementacja peryferium	Disable
Inkrementacja pamięci	Enable
Szerokość danych peryferium	Half Word
Szerokość danych pamięci	Half Word

Tabela 3: Konfiguracja kanałów DMA [6]

## 2.3 Konfiguracja peryferiów

Ustawienia DAC_Out1:	
Output Buffer	Enable
Trigger	Timer 7 Trigger Out event
Wave generation mode	Disabled

Tabela 4: Konfiguracja DAC [6]

Ustawienia SPI5:	
Tryb	Full-Duplex Master
Format ramki	Motorola
Rozmiar danych	8 Bits
Prescaler	16
Szybkość transmisji	5.0 MBits/s
Biegunowość zegara	Low
Faza zegara	1 Edge
Obliczenia CRC	Disabled
Tryb sygnału NCC	Software

Tabela 5: Konfiguracja SPI [6]

Ustawienia TIM7:	
Prescaler	399
Counter Mode	Up
Counter Period	19
auto-reload preload	Disable
Trigger Event Selection	Update Event

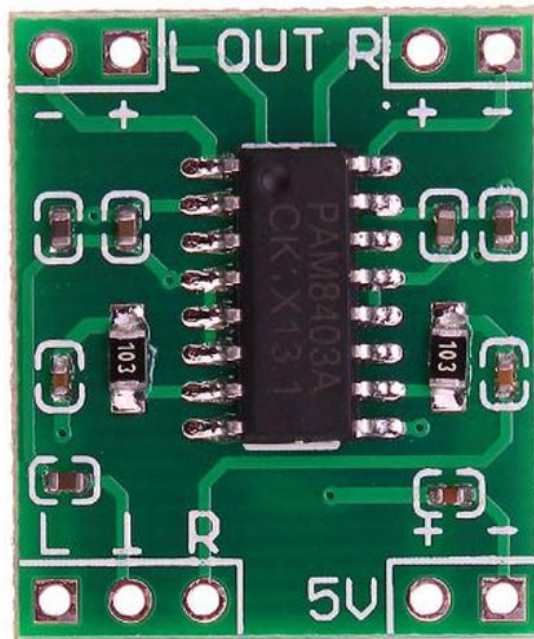
Tabela 6: Konfiguracja TIM7 [6]

Ustawienia USART1:	
Baud Rate	115200
Word Length	8 Bits
Parity	None
Stop Bits	1
Data Direction	Recive and Transmit
Over Sampling	16 Samples

Tabela 7: Konfiguracja USART [6]

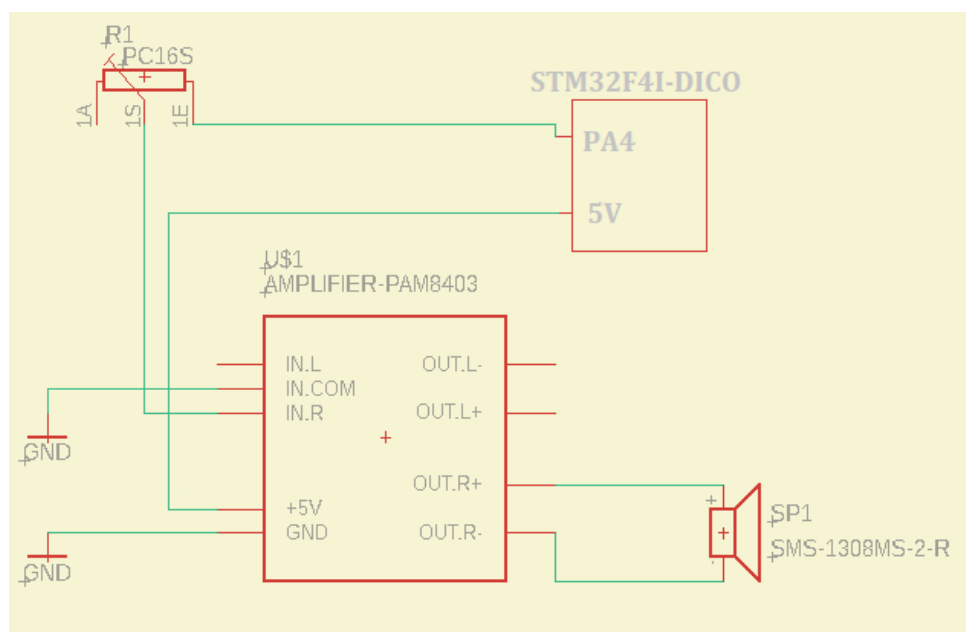
### 3 Urządzenia zewnętrzne

W projekcie zostały użyte urządzenia zewnętrzne: głośnik, potencjometr oraz wzmacniacz audio PAM8403 o 5V napięciu zasilania.



Rysunek 3: Wzmacniacz PAM8403 [4]

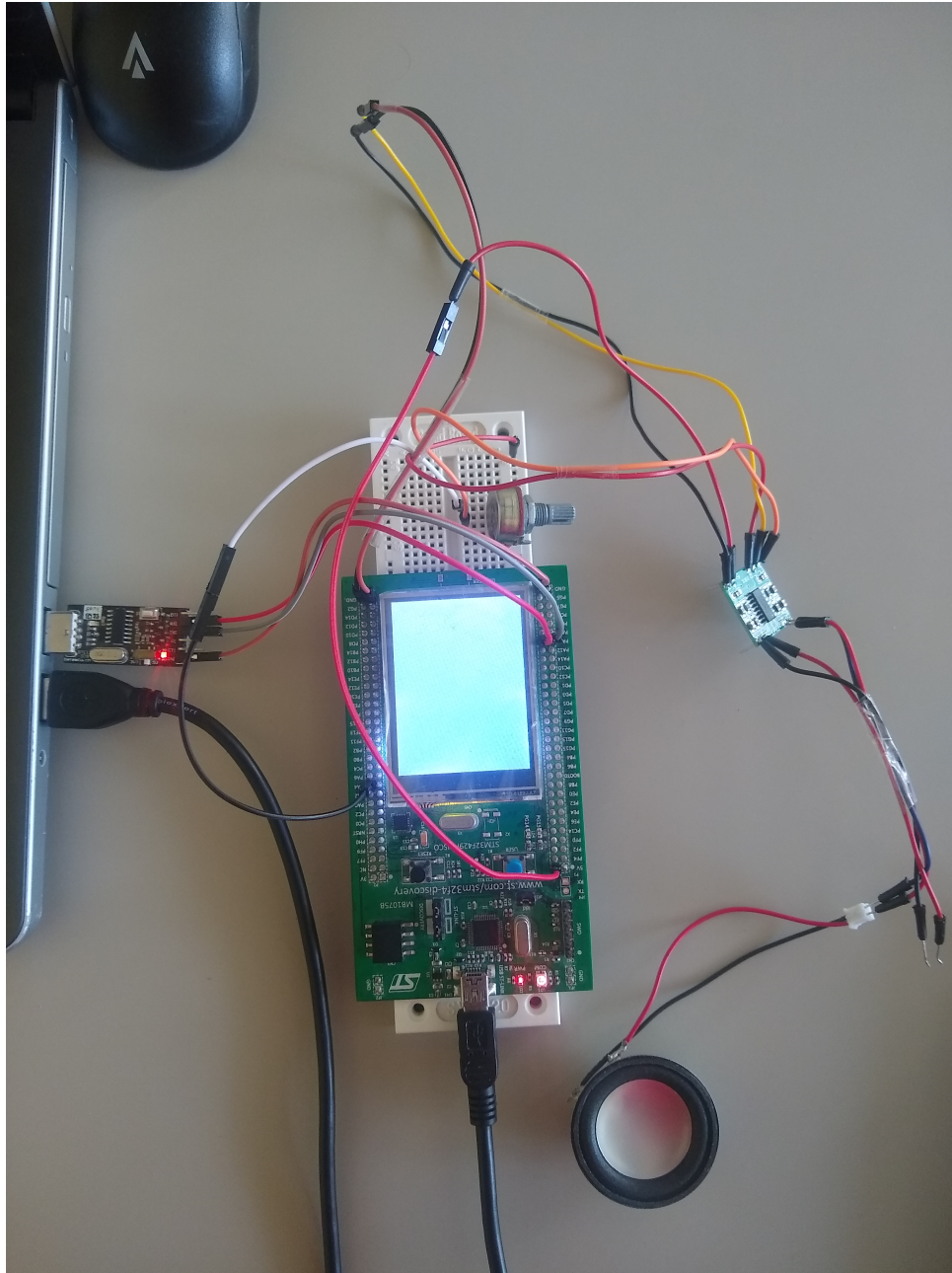
## 4 Projekt elektroniki



Rysunek 4: Projekt elektroniki [2]



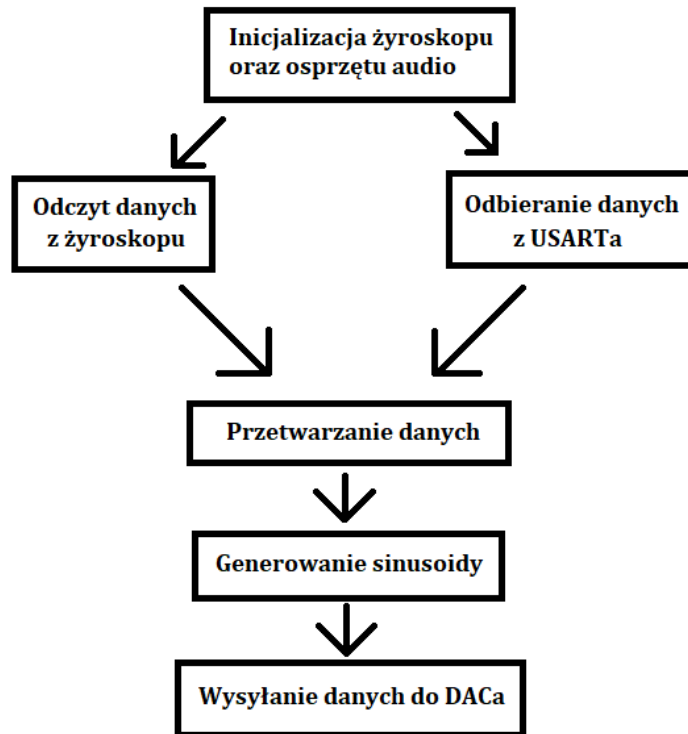
## 5 Konstrukcja



Rysunek 5: Konstrukcja projektu

## 6 Opis działania programu

- Podczas uruchamiania urządzenia inicjalizowany jest żyroskop oraz osprzęt audio.
- Dzięki zastosowaniu biblioteki BSP odczytywane są wartości z wewnętrznego żyroskopolu L3GD20 za pomocą funkcji `BSP_GYRO_GetXYZ(pfData)`.
- Następnie generowana jest sinusoida, której częstotliwość ustawiana jest na podstawie danych z żyroskopolu, natomiast amplituda za pomocą danych wysyłanych przez użytkownika przez interfejs komunikacyjny USART.
- Wygenerowana sinusoida przesyłana jest do przetwornika cyfrowo-analogowego dzięki czemu użytkownik otrzymuje dźwięk o zmiennej tonacji.



Rysunek 6: Zasada działania programu

## 6.1 Generowanie sinusoidy

```

1 void process_buffer(size_t start_index, size_t end_index)
2 {
3     BSP_GYRO_GetXYZ(pfData);
4     int16_t pfData_16[3];
5     for(int i = 0; i < 3; ++i)
6     {
7         pfData_16[i] = (int16_t)pfData[i];
8     }
9     float freq = 1000*pfData_16[0]/32767;
10
11     goal_freq = 1000.0f + freq;
12     current_freq += (current_freq > goal_freq) ? -step_freq : +step_freq;
13
14     float delta_arg = 2*M_PI*current_freq*dt;
15
16     current_arg = fmod(current_arg, 2*M_PI); // sinf(duze wartosci kata) generuje duzy blad
17
18     for(size_t i = start_index; i < end_index; i++)
19     {
20         current_arg += delta_arg;
21
22         wave_table_dbuff[i] = (sinf(current_arg)/2+0.5)*volume;
23     }
24 }

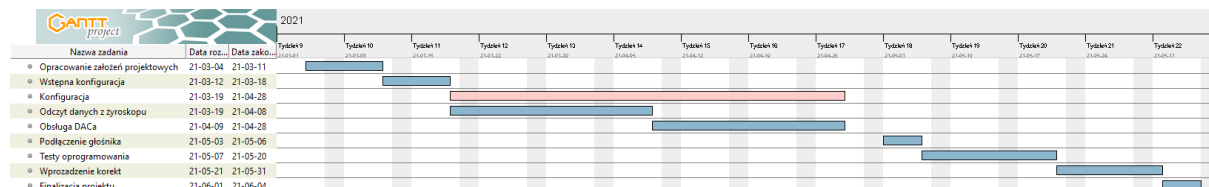
```

## 6.2 Pętla główna programu i przerwania

```
1  while (1)
2  {
3      if(is_ping_active)
4      {
5          is_ping_active = false;
6
7          process_buffor(0, BUFF_SIZ/2);
8      }
9      else if(is_pong_active)
10     {
11         is_pong_active = false;
12
13         process_buffor(BUFF_SIZ/2, BUFF_SIZ);
14     }
15 }
16
17
18 void HAL_DAC_ConvCpltCallbackCh1(DAC_HandleTypeDef *hdac)
19 {
20
21     UNUSED(hdac);
22     is_pong_active = true;
23 }
24
25
26 void HAL_DAC_ConvHalfCpltCallbackCh1(DAC_HandleTypeDef *hdac)
27 {
28
29     UNUSED(hdac);
30     is_ping_active = true;
31 }
```

Generowanie sinusoidy jest podzielone na dwa przerwania tak by zapewnić płynność sygnału. Gdy pierwsza część tablicy jest generowana, druga część jest wysyłana.

## 7 Harmonogram pracy



Rysunek 7: Diagram Gantta [5]

### 7.1 Zakres pracy

#### Etap I

- Opracowanie założeń projektowych
- Wstępna konfiguracja peryferiów mikrokontrolera za pomocą programu STM32CubeIDE

#### Etap II

- Konfiguracja peryferiów mikrokontrolera za pomocą programu STM32CubeIDE
- Napisanie programu kontroli żyroskopu – odczytywanie danych z żyroskopu
- Napisanie algorytmu pod DAC – napisanie algorytmu zmieniającego położenie sterownika na amplitudę i częstotliwość sygnału audio

#### Etap III

- Podłączenie zewnętrznego głośnika
- Zaprojektowanie filtra danych z żyroskopu

- Testy oprogramowania – przetestowanie algorytmów i ich dostrojenie
- Finalizacja projektu

## 7.2 Kamienie milowe

- Konfiguracja peryferiów
- Odczytanie danych z żyroskopu
- Przetworzenie otrzymanych danych na sygnał audio
- Finalizacja projektu

## 8 Podsumowanie

Finalna wersja projektu różni się nieznacznie od pierwotnych złożań. Do sterownia częstotliwością użyto odczytów z jednej osi żyroskopu, natomiast do sterowania amplitudą (głośnością) użyto klawiatury komputera skomunikowanej przez interfejs USART. W projekcie nie zastosowano finalnie filtra danych. Stworzony instrument muzyczny spełnia pierwotne oczekiwania, umożliwia użytkownikowi intuicyjną zmianę częstotliwości oraz amplitudy.

## Literatura

- [1] M. Acoustic. Podstawowe informacje o dźwięku.
- [2] Autodesk. Eagle - program komputerowy do wspomagania projektowania obwodów elektronicznych.
- [3] W. Dowski. Sterowniki robotów, Laboratorium – Wprowadzenie, Wykorzystanie narzędzi STM32CubeMX oraz SW4STM32 do budowy programu mrugającej diody z obsługą przycisku. Mar. 2017.
- [4] D. Incorporated. PAM8403 Datasheet.
- [5] B. S. s.r.o., G. Contributors. Gantt Project - oprogramowanie do zarządzania projektami.
- [6] STMicroelectronics. STM32CubeIDE - środowisko programistyczne do programowania mikrokontrolerów ST.
- [7] STMicroelectronics. L3GD20 - MEMS motion sensor, three-axis digital output gyroscope. Luty 2013.
- [8] STMicroelectronics. 32F4291DISCOVERY - User manual. Sier. 2020.