

# ROBOTY MOBILNE

---

## Line follower „EAGLE”

---

Autor: Wiktor Springer 248970

Prowadzący: mgr inż. Arkadiusz Mielczarek

8 czerwca 2021



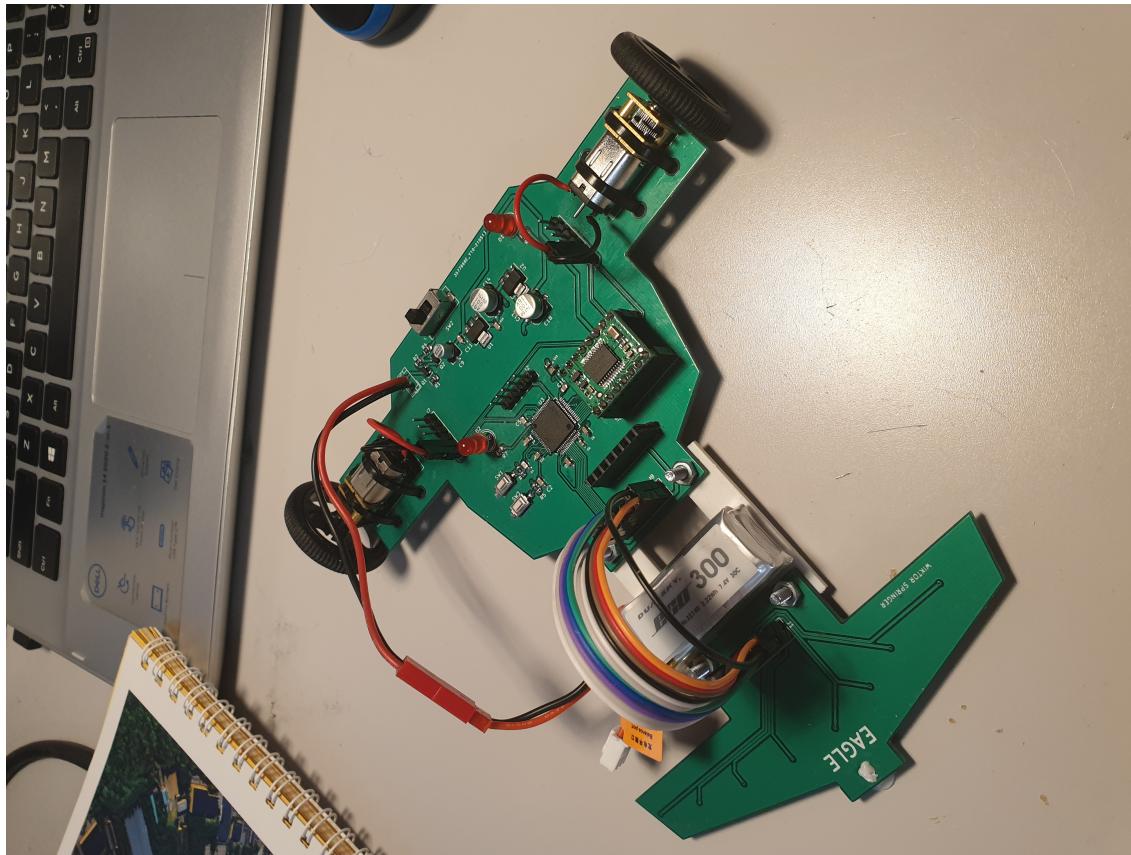
Wrocław  
University  
of Science  
and Technology

# Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Użyte elementy</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Konstrukcja mechaniczna</b>	<b>2</b>
3.1	Podwozie . . . . .	2
3.2	Napęd . . . . .	2
<b>4</b>	<b>Schemat elektroniczny</b>	<b>2</b>
4.1	Zasilanie i mikrokontroler . . . . .	3
4.2	Silniki i sterownik . . . . .	4
4.3	Czujniki odbiciowe . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Płytki PCB</b>	<b>6</b>
5.1	Płytnka główna . . . . .	6
5.2	Płytnka PCB z czujnikami . . . . .	7
<b>6</b>	<b>Tor</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Oprogramowanie</b>	<b>9</b>
7.1	Mikrokontroler i konfiguracja . . . . .	9
7.2	Algorytm sterowania . . . . .	10
7.3	Konfiguracja zegarów . . . . .	11
7.4	Konfiguracja Timerów . . . . .	12
7.5	ADC . . . . .	13
<b>8</b>	<b>Podsumowanie</b>	<b>13</b>
8.1	Ogólnie . . . . .	13
8.2	Możliwości rozwoju projektu . . . . .	14

# 1 Wstęp

Eagle to robot mobilny typu line follower skonstruowany w ramach realizacji zajęć projektowych z kursu roboty mobilne.



Rysunek 1: Line Follower Eagle

## 2 Użyte elementy

Poniżej lista głównych elementów zakupionych, i użytych w projekcie.

- Silnik HPCB 100:1 12V obustronny wał - Pololu 3052 x2
- TB 6612FNG - dwukanałowy sterownik silników 13,5V/1A - Pololu 713
- Koła 32x7mm - czarne - Pololu 1087
- Zestaw enkoderów magnetycznych do micro silników Pololu (kompatybilne z HPCB) 2,7-18V - 2 szt. - Pololu 3081
- STM32F401RCT6 - 32-bitowy mikrokontroler z rdzeniem ARM Cortex-M4, M4 32BIT RISC 64LQFP
- Płytki z modułem HC-06 (2.0+EDR)
- Czujnik transoptor odbiciowy KTIR0711S

## 3 Konstrukcja mechaniczna

### 3.1 Podwozie

Robot składa się z dwóch płyt PCP, z przedniej i tylnej. Zostały one zaprojektowane w programie KiCAD i zamówione w fabryce w chinach. Są to płytki dwustronne. Połączenie między dwoma konstrukcjami jest realizowane poprzez cienką i wąską listewkę (plastikową) oraz śrubek o średnicy 3mm. Do podparcia przedniej płytki wykorzystano zaślepkę plastikową, którą przytrzymywano do otworu w centralnej części płytki. Silniki są przyjmowane do konstrukcji za pomocą odpowiednio wąskich opasek zaciskowych

### 3.2 Napęd

Silniki napędzające linne followera to Pololu HPCB 100:1, które są sterowane dzięki sterownikowi dwukanałowemu. Na poniższym obrazku widnieją dane techniczne oraz zdjęcie silnika. Koła użyte w tym robocie to gotowe kola pololu 1087 zapewniające odpowiednią przyczepność.



(a) Silnik

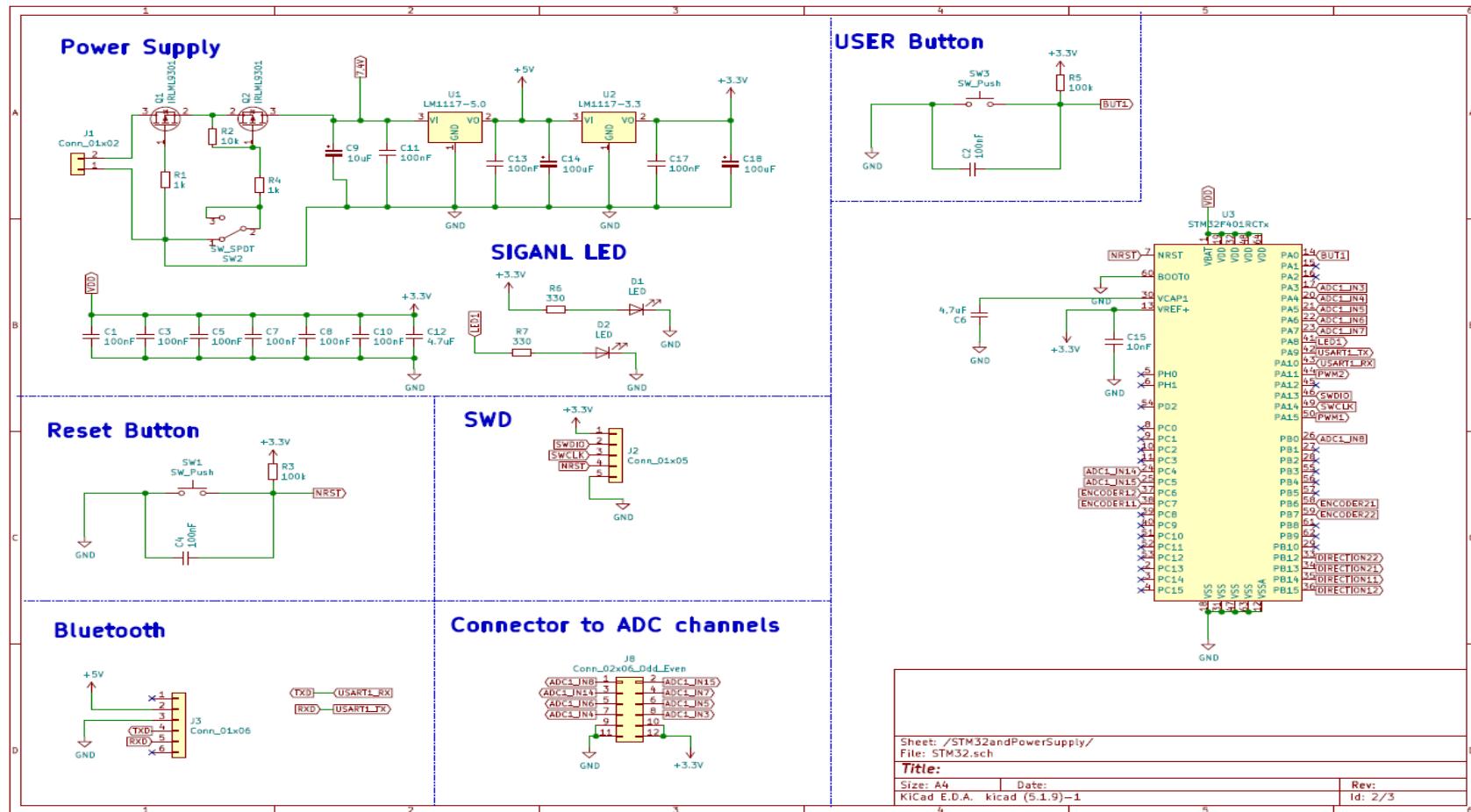
Napięcie zasilania:	3 V - 12 V
Prąd bez obciążenia (12 V):	60 mA
Prąd przy zatrzymanym wale (12 V):	750 mA
Pędzłość bez obciążenia (12 V):	330 obr/min
Moment obrotowy (12 V):	1,3 kg*cm (0,12 Nm)
Przelóżenie:	100:37:1
Szczotki:	karbonowe, o podwyższonej wytrzymałości
Średnica walu:	3 mm
Wymiary korpusu:	26 x 12 x 10 mm
Masa:	9,5 g
Obustronny wali:	TAK

(b) Dane o silniku

## 4 Schemat elektroniczny

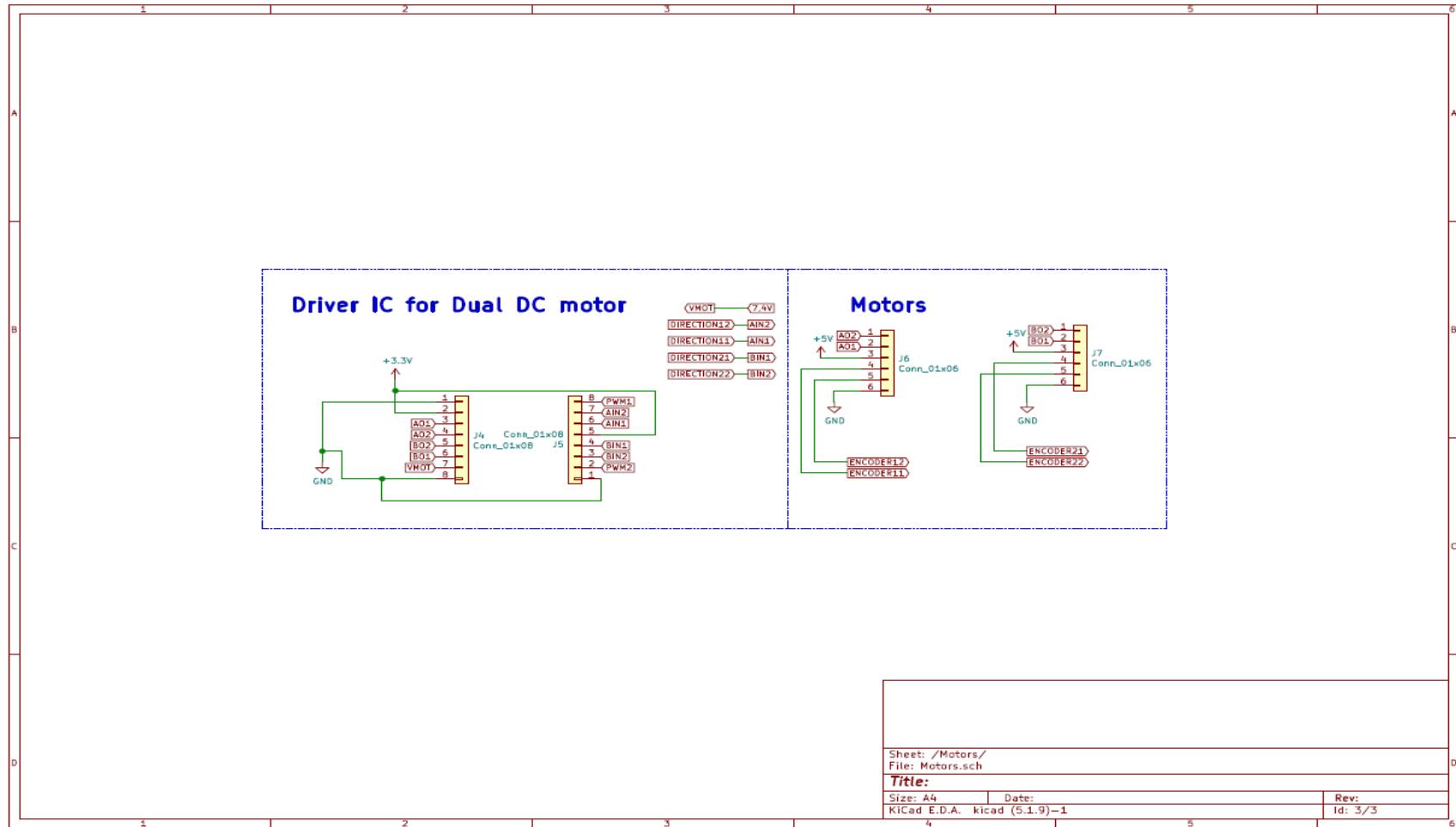
Schemat elektroniczny został zaprojektowany w programie KiCAD. W projekcie uwzględniono dodatkowe atrubuty pozwalające na dodatkowy rozwój projektu takie jak enkodery (które finalnie nie zostały zainstalowane) oraz moduł bluetooth.

## 4.1 Zasilanie i mikrokontroler



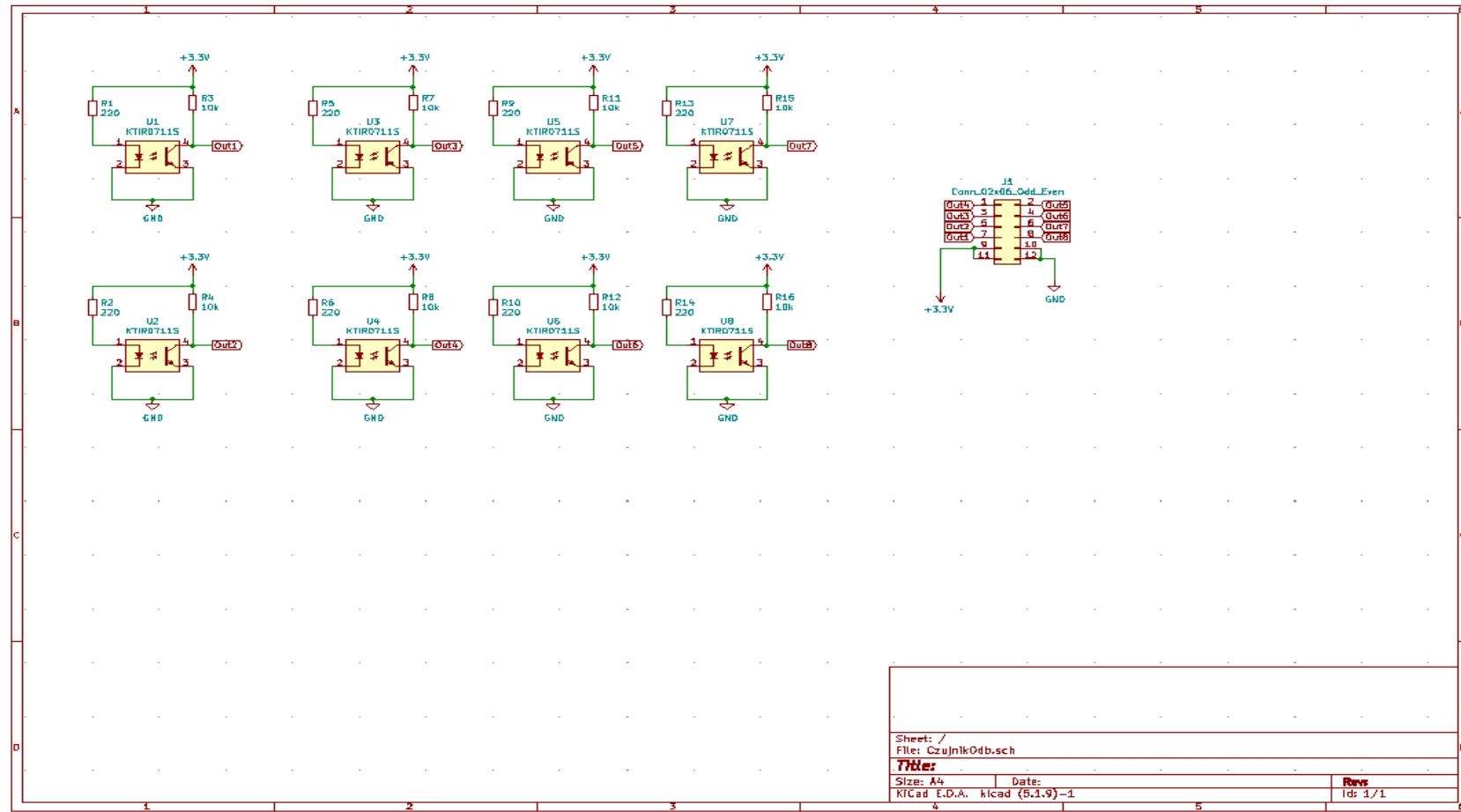
Rysunek 3: schemat zasilania i STM32

## 4.2 Silniki i sterownik



Rysunek 4: Silniki i sterownik

### 4.3 Czujniki odbiciowe

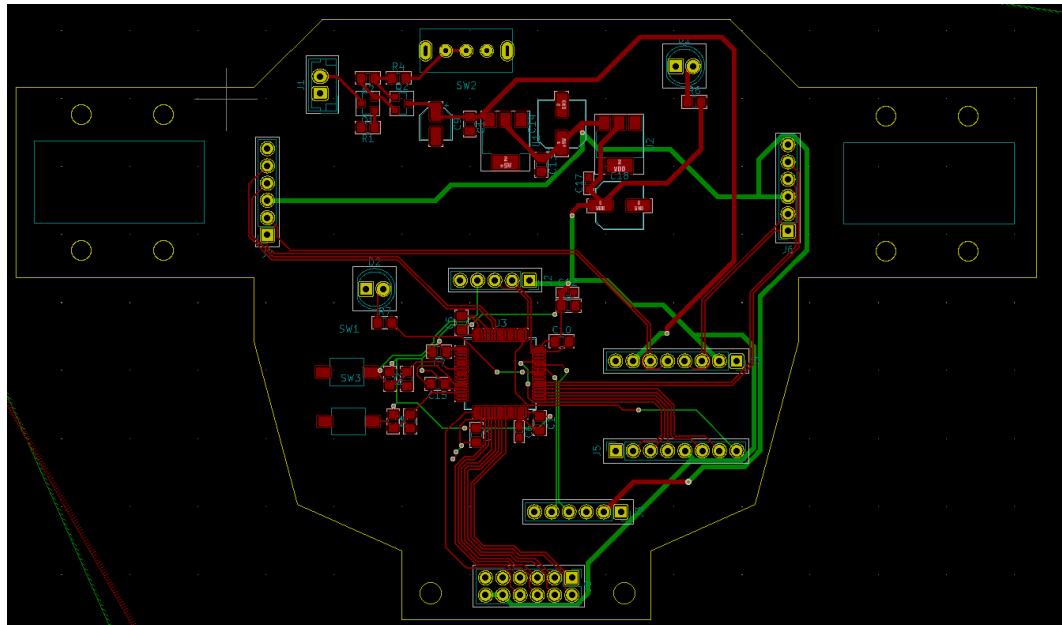


Rysunek 5: Czujniki

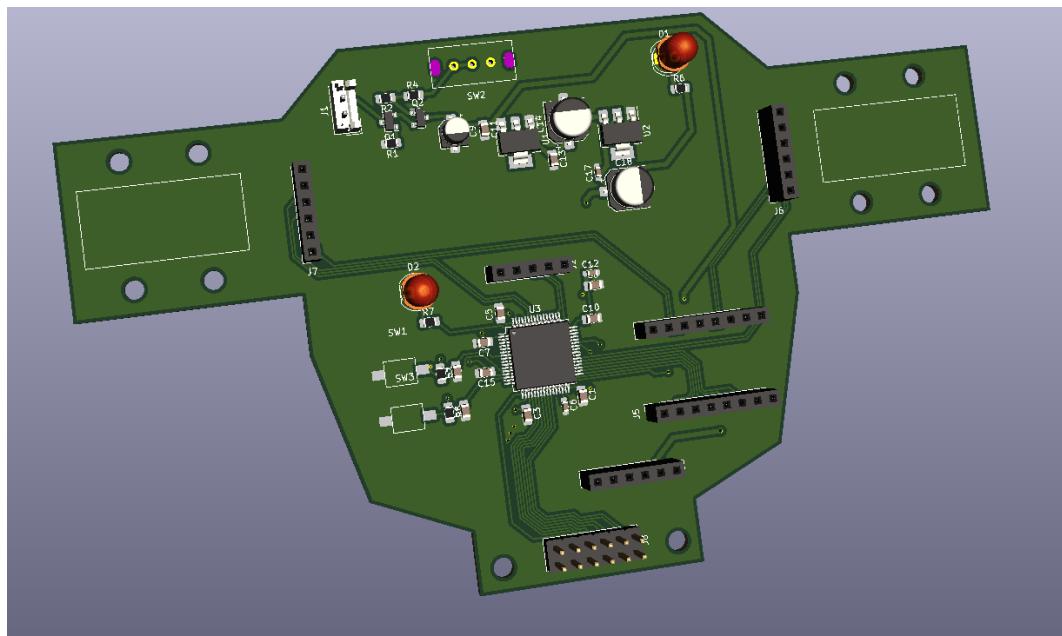
## 5 Płytki PCB

Na potrzeby tego projektu stworzono dwie płytki PCB, które zostały wykonane w programie KiCAD.

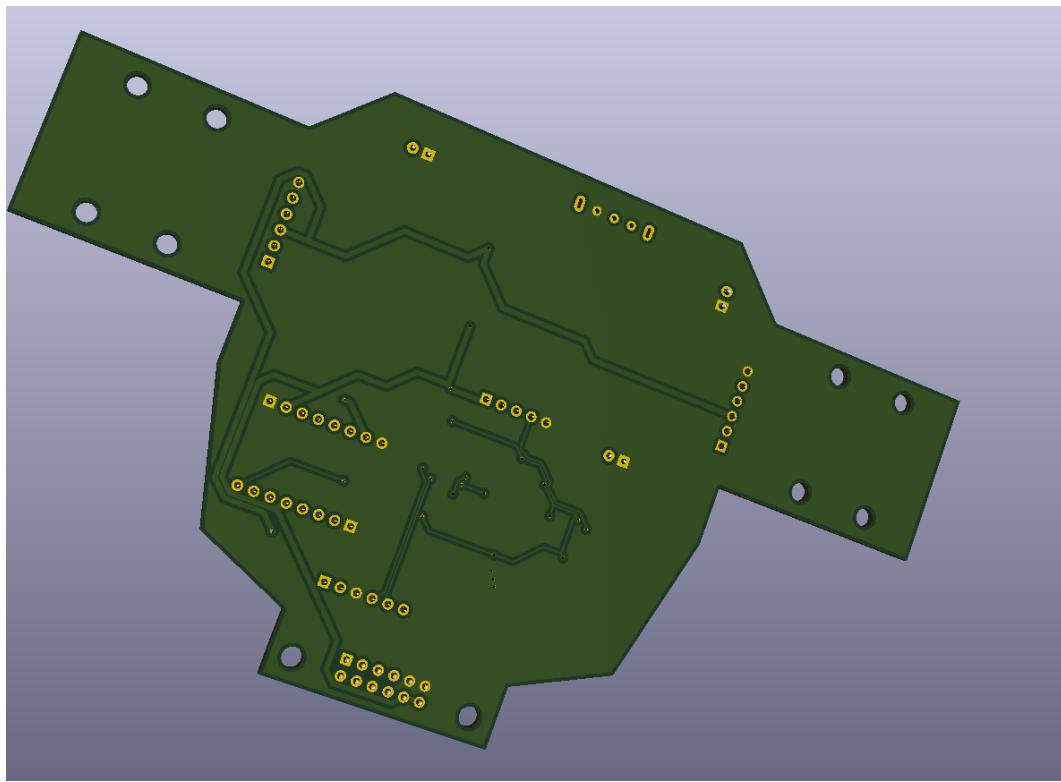
### 5.1 Płytki główna



Rysunek 6: Płytki PCB części głównej

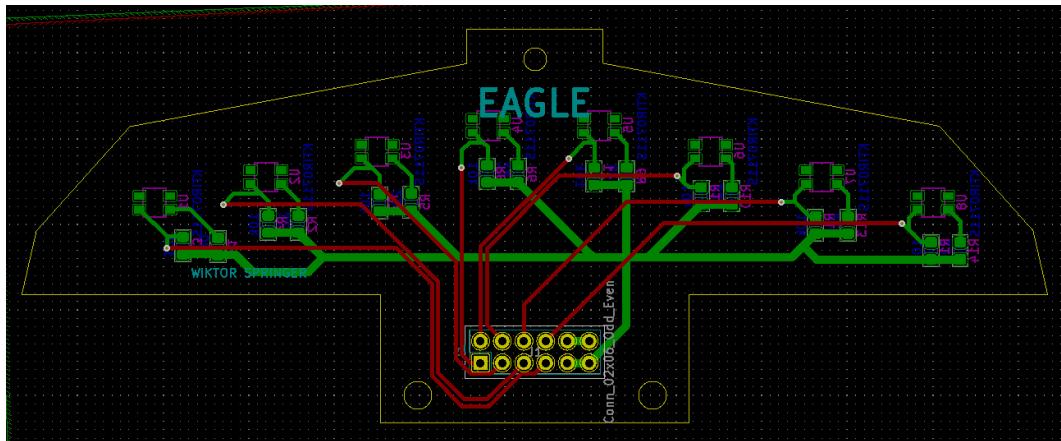


Rysunek 7: 3D przód

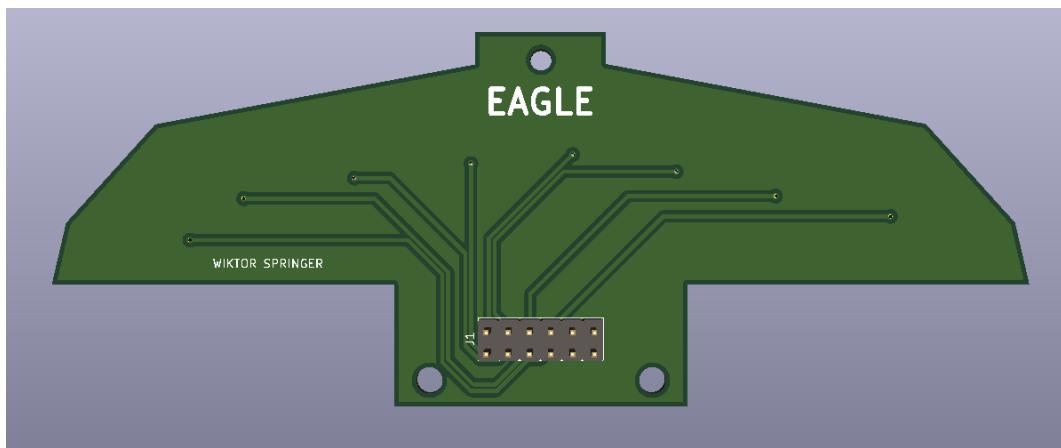


Rysunek 8: 3D tył

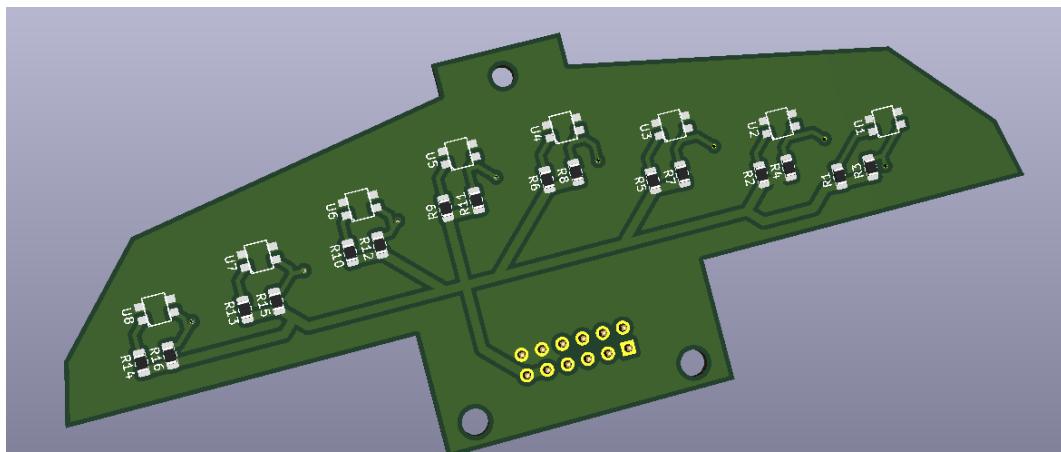
## 5.2 Płytnka PCB z czujnikami



Rysunek 9: płytka z czujnikami



Rysunek 10: płytka przód



Rysunek 11: płytka tył

## 6 Tor

Tor testowy dla robota została zbudowana z 2 płyt HDF oraz taśmy izolacyjnej.

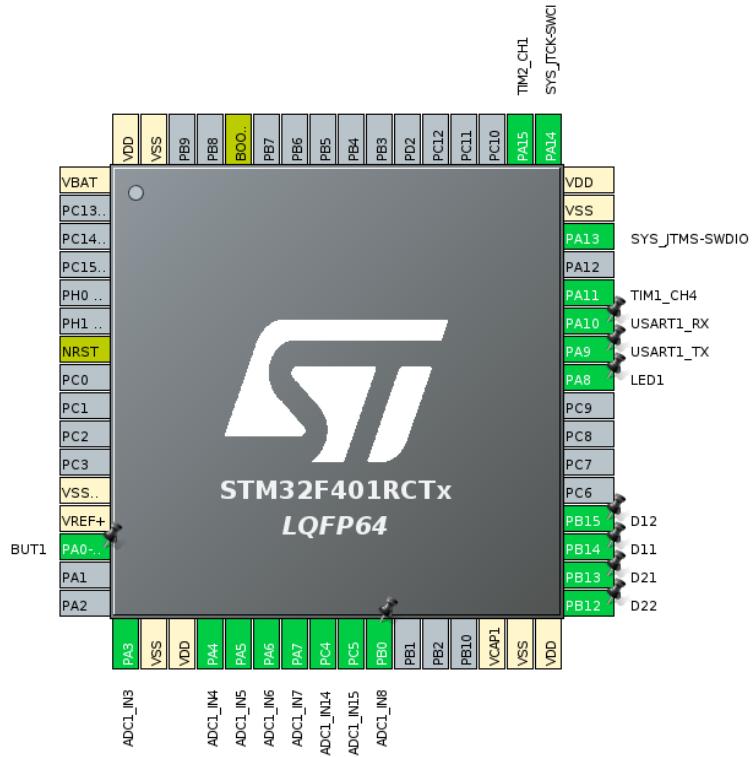


Rysunek 12: Tor

## 7 Oprogramowanie

### 7.1 Mikrokontroler i konfiguracja

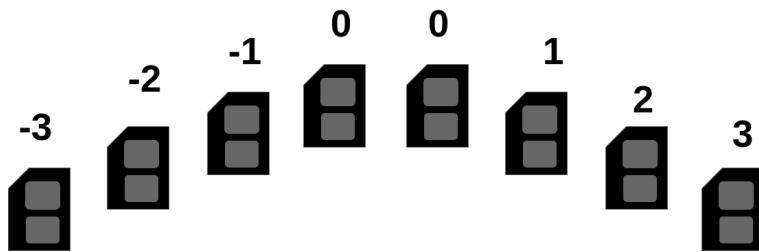
Do oprogramowania robota użyto mikrokontrolera STM32F401RCT6 oraz środowiska STM32CubeIDE 1.4.0. Poniżej zdjęcie przedstawiające konfigurację wyprowadzeń mikrokontrolera.



Rysunek 13: Konfiguracja

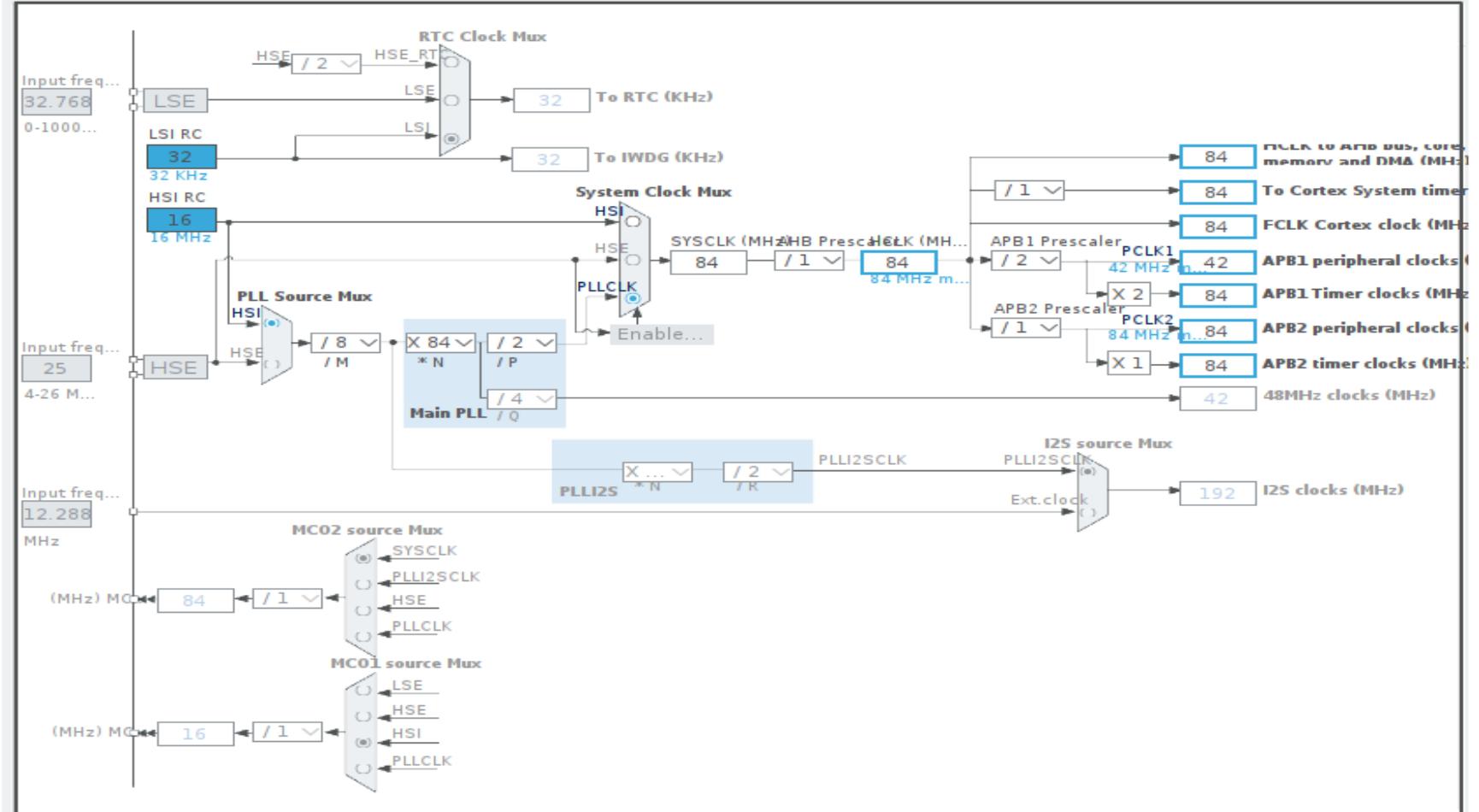
## 7.2 Algorytm sterowania

W procesie sterowania wykorzystano regulator PID, którego wejściem jest położenie na trasie. W zależności na którym czujniku zostanie wykryta linia lub na jakich czujnikach, obliczana jest waga położenia (ustalana zgodnie z poniższym rysunkiem). Wartość położenia zwracana jest do funkcji liczącej PID za pomocą algorytmu opisanego w .



Rysunek 14: Czujniki i ich wagi

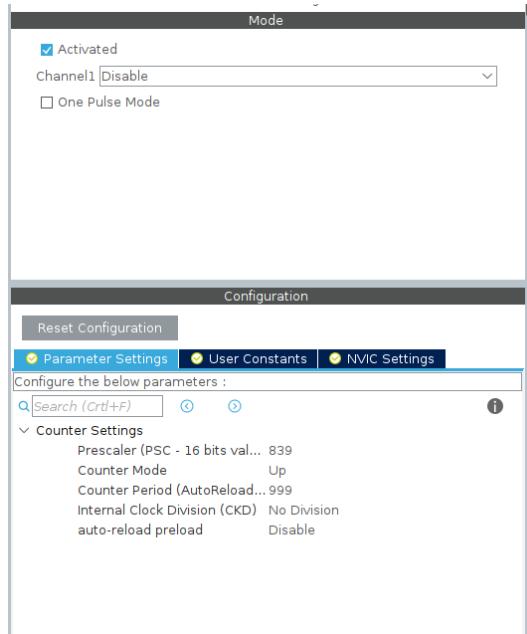
### 7.3 Konfiguracja zegarów



Rysunek 15: Konfiguracja zegara

## 7.4 Konfiguracja Timerów

W projekcie wykorzystano 3 timery, dwa z nich służą do generowania sygnału PWM o częstotliwości 100kHz i rozdzielczości 840 a trzeci jest timerem generującym cykliczne przerwania w celu obsługi PID, jego częstotliwość ustawiona jest na 100Hz. Poniżej obrazy przedstawiające konfigurację poszczególnych timerów.



Rysunek 16: Timer generujący przerwanie

Slave Mode	Disable
Trigger Source	Disable
Clock Source	Disable
Channel1	Disable
Channel2	Disable
Channel3	Disable
Channel4	PWM Generation CH4
Combined Channels	Disable
Activate-Break-input	<input checked="" type="checkbox"/>

Prescaler (PSC - 16 bits val... 0	
Counter Mode	Up
Counter Period (AutoReloa... 999	
Internal Clock Division (CKD)	No Division
Repetition Counter (RCR - ... 0	
auto-reload preload	Enable

Slave Mode	Disable
Trigger Source	Disable
Clock Source	Disable
Channel1	PWM Generation CH1
Channel2	Disable
Channel3	Disable
Channel4	Disable
Combined Channels	Disable
Use ETR as Clearing Source	<input type="checkbox"/>

Prescaler (PSC - 16 bits val... 0	
Counter Mode	Up
Counter Period (AutoReloa... 839	
Internal Clock Division (CKD)	No Division
auto-reload preload	Enable

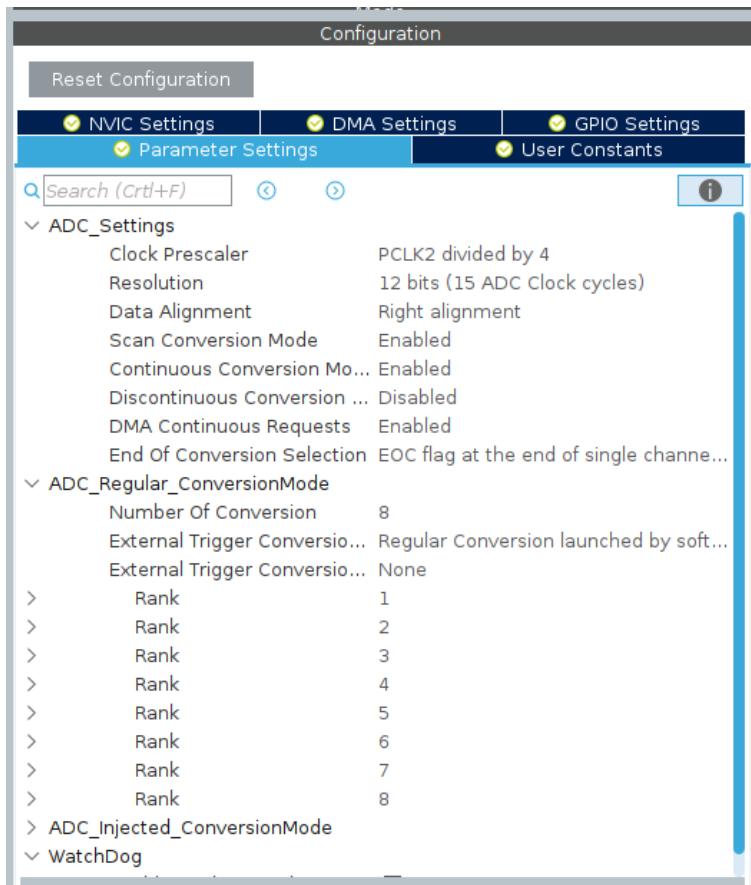
(a) Timer 1

(b) Timer 2

Rysunek 17: Timery z PWM

## 7.5 ADC

Czujniki odbiowe w zależności czy wykryją linię czy nie, zwracają różną wartość napięcia. Wartość ta jest mierzoną dzięki ADC. Mikrokontroler został skonfigurowany w taki sposób, że ADC mierzy napięcie na 8 kanałach w trybie ciągłym i w celu odciążenia mikrokontrolera ADC jest skonfigurowane w trybie z DMA.



Rysunek 18: ADC konfiguracja

## 8 Podsumowanie

### 8.1 Ogólnie

Projekt budowy robota "Eagle" zakończył się sukcesem, wszystkie wyznaczone zadania zostały zrealizowane. Efekt końcowy w postaci filmiku jest dostępny pod linkiem: [https://mega.nz/folder/gd92xaib#QoLGbPJ4LXJTnx\\_vC5YkVQ](https://mega.nz/folder/gd92xaib#QoLGbPJ4LXJTnx_vC5YkVQ). W całym projekcie, uważam że najtrudniejszym elementem było zaprojektowanie układu elektronicznego oraz przymontowanie 64-pinowego mikrokontrolera.

## **8.2 Możliwości rozwoju projektu**

Robot został zaprojektowany z myślą o dalszym rozwoju jego możliwości. W projekcie zostały uwzględnione również takie kwestie jak np. możliwość dodania enkoderów czy komunikacja poprzez bluetooth. Dodanie i skonfigurowanie tych podzespołów daje szereg możliwości jak np.

- Zmienianie nastaw regulatora PID poprzez bluetooth
- Stworzenie algorytmu sterowania z wykorzystaniem enkoderów
- Budowa aplikacji mobilnej w wykorzystanie żyroskopu w telefonie w celu sterowania robotem.