

Politechnika Wrocławska



Politechnika
Wrocławska

Roboty Mobilne - Projekt
Robot klasy LineFollower - „ZACZ”
ETAP II

Wydział: W12N
Prowadzący: Dr inż. Michał Błędowski

Autorzy:
Kamil Winnicki
Oliwier Woźniak

Spis treści

1	Cel Projektu	1
2	Założenia Projektowe	1
3	Podział pracy na etapy	2
4	Podział pracy na członków	2
5	Projekt Mechaniczny	3
6	Projekt Elektroniczny	4
6.1	Płytką główną	4
6.2	Płytką z czujnikami	4
6.3	Schematy	5
6.4	Projekty PCB	9
7	Podsumowanie etapu 2	11

1 Cel Projektu

Celem projektu jest zbudowanie robota mobilnego typu LineFollower. Rzeczony robot ma za zadanie w sposób autonomiczny, w jak najkrótszym czasie przejechać tor, wyznaczony za pomocą czarnej linii na białym tle.

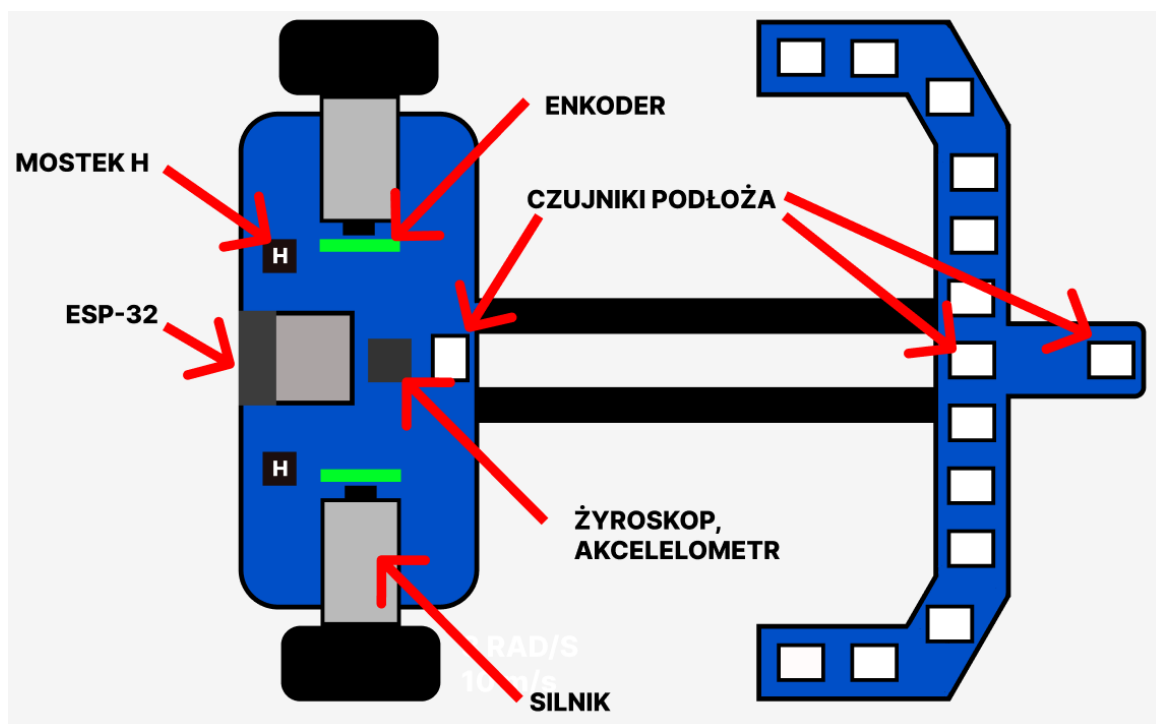
2 Założenia Projektowe

Robot będzie wyposażony w następujące elementy:

- mikrokontroler ESP32-S3,
- zasilanie oparte na akumulatorze Li-Pol 2S,
- dwa koła sterowane różnicowo,
- podwójny mostek H do sterowania silnikami,
- enkodery do pomiaru prędkości obrotowej i pozycji kół,
- żyroskop i akcelometr do pomiaru obrotu i pozycji,
- 15 analogowych czujników odbiciowych do śledzenia linii pod robotem,
- komparatory do zmiany sygnału analogowego z czujników na cyfrowy,
- sterowanie oparte o regulator PID,

Układ elektroniczny podzielony będzie na dwie płytki PCB:

- płytkę główną zawierającą mikrokontroler, żyroskop z akcelometrem, mostki H, enkodery oraz silniki,
- płytkę z czujnikami podłoża,



Rysunek 1: Poglądowy rysunek robota

3 Podział pracy na etapy

Z powodu wielopoziomowości problemu jakim jest tworzenie robota typu LineFollower, praca została podzielona na działy zgodnie z poruszonymi dziedzinami nauki.

1. zaprojektowanie i złożenie układu elektronicznego,
2. zaprojektowanie i stworzenie mechaniki robota,
3. napisanie i implementacja programu sterującego.

Każda z tych dziedzin może być realizowany równolegle, jednak testy odbywać się będą dopiero po ukończeniu poprzedniego punktu. W związku z powyższym pracę podzieliliśmy na następujące etapy, które zostaną zrealizowane do określonych terminów:

1. stworzenie projektów elektroniki, oraz mechaniki użytej w robocie – 25.04.2024
2. złożenie części fizycznej robota i testy działania – 24.05.2024
3. implementacja algorytmu sterującego na robocie i testy działania – 06.06.2024

Weryfikacja poszczególnych etapów będzie przebiegała w następujący sposób:

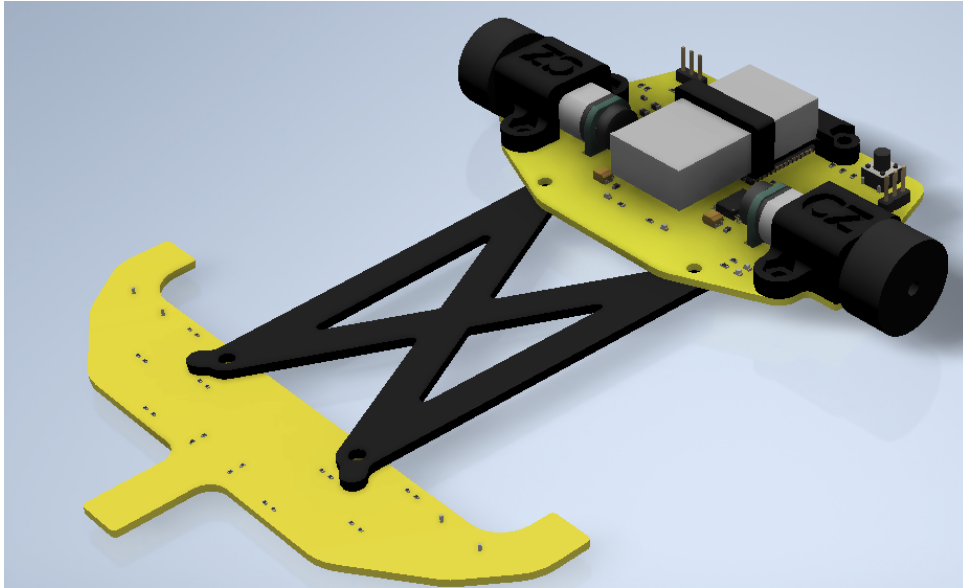
- Etap 1: Schematy elektryczne, oraz projekty mechaniczne zostaną stworzone i dodane do końcowej dokumentacji. Jednoznacznym potwierdzeniem poprawnego wykonania układów będzie przyjęcie ich przez firmę wykonującą płytki PCB.
- Etap 2: Robot będzie w pełni funkcjonalny, będzie w stanie poruszać się na podstawie prostych algorytmów/poleceń zaimplementowanych na układzie sterującym. Jednoznaczną weryfikacją będzie przejechanie przez robota odległość 1 metra po płaskiej powierzchni, wzdłuż względnie prostej linii.
- Etap 3: Robot będzie spełniał cel projektu.

4 Podział pracy na członków

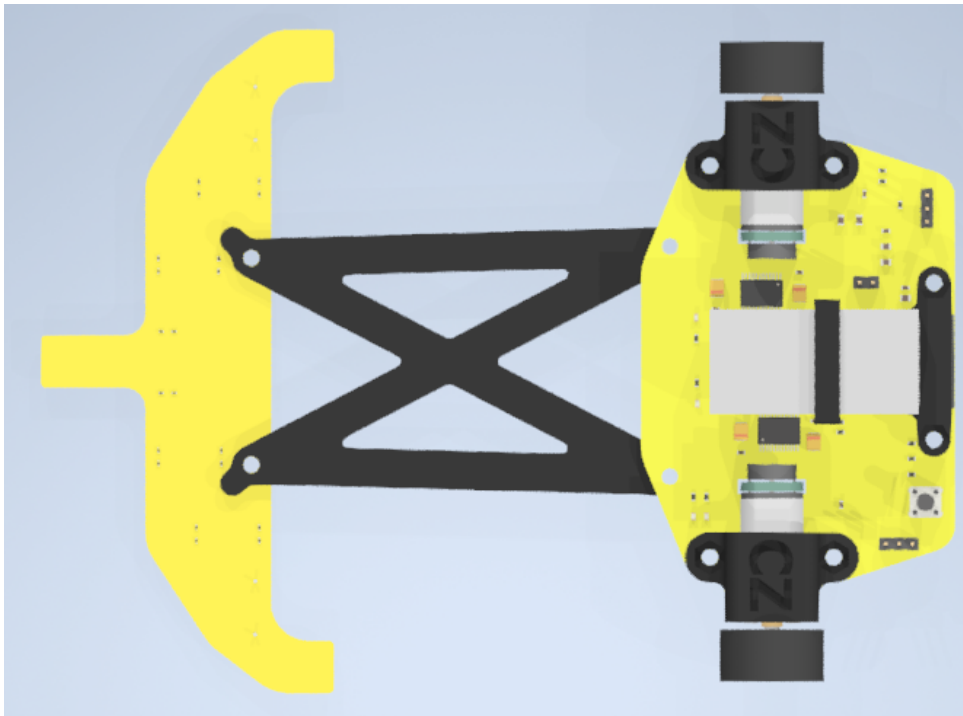
Kamil Winnicki	Oliwier Woźniak
Projekt mechaniczny	schemat podłączenia żyroskopu i enkoderu
schemat podłączenia mostków H	schemat podłączenia enkoderów
schemat podłączenia ESP-32	schemat sekcji zasilania
schemat elektroniczny całego układu	podłączenie czujników i komparatorów
projekt głównej płytki PCB	projekt płytki PCB z czujnikami
obsługa mostków H	odczyt z czujników podłoża
funkcja obsługi żyroskopu i akcelometru	funkcja obsługująca enkodery
implementacja regulatora PID	implementacja algorytmu sterującego

5 Projekt Mechaniczny

Od strony mechanicznej robot składa się z dwóch płytek PCB, przedniej płytki czujnikami, i tylnej, głównej płytki do której przymocowane są silniki oraz bateria. Płytki między sobą są połączone elementem z druku 3D.



Rysunek 2: Projekt mechaniczny



Rysunek 3: Rzut z góry

6 Projekt Elektroniczny

Tak jak zostało wspomniane wcześniej elektronika została rozdzielona na dwie płytki PCB połączone 26 pinową taśmą FFC:

6.1 Płytką główną

Pełni rolę napędu, oraz głównej jednostki logicznej. Ze względu na obecność wielu różnorodnych sygnałów na płytce, które mogą powodować zakłócenia, zmaksymalizowano szerokości użytych ścieżek, oraz odległości pomiędzy sygnałami o różnych źródłach. Dodatkowo wylano na płytce warstwę miedzi pełniącą funkcję uziemienia, oraz elementu ekranującego różne sygnały. Na płytce poza czujnikami i elementami sterującymi znajdują się również złącza zasilające oraz przełączniki sterujące mikrokontrolerem. W celu uproszczenia układu założono, że robot będzie jechał w jednym kierunku, co pozwoliło na użycie tylko jednego kanału PWM na silnik. Sygnał odpowiadający za wybór kierunku obrotów został zastąpiony polami lutowniczymi, które zostaną połączone w odpowiedni sposób w gotowej płytce. Dzięki takiemu rozwiązaniu można też w łatwy sposób wyłączyć działanie silników w razie potrzeby. Na płytce głównej zostały umieszczone:

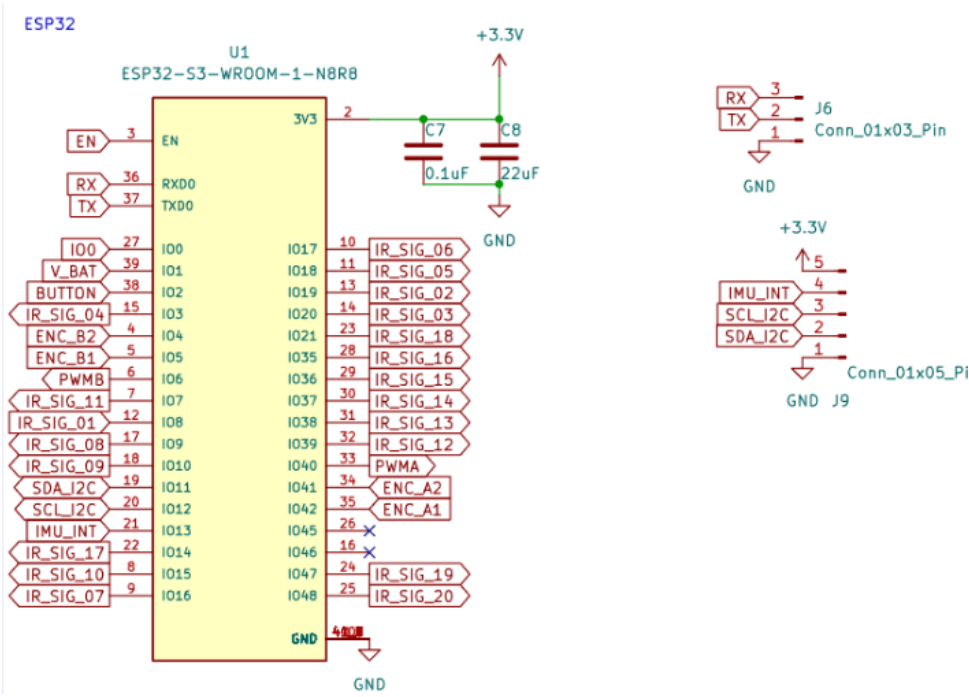
- Mikrokontroler ESP32-S3 z anteną wifi/Bluetooth, diody oraz przyciski
- 2 mostki H - TB6612FNG
- 2 enkodery
- sekcja zasilania oparta na przetwornicy STEP-DOWN
- miejsce na przylutowanie IMU, MPU6050

6.2 Płytką z czujnikami

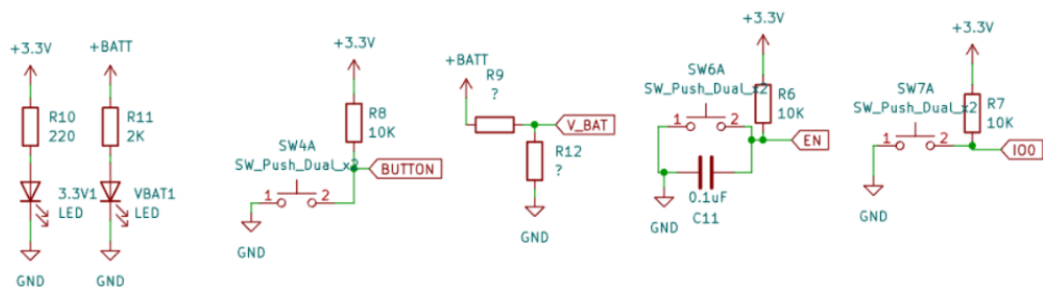
Przednia płytka ma za zadanie wykrywać ułożenie podążanej linii względem poruszającego się robota. Jej wysunięcie pozwala z wyprzedzeniem zaobserwować nadchodzące krzywizny. Wszystkie czujniki podłoża podłączone są do komparatorów, które przetwarzają sygnał analogowy na cyfrowy. Sygnał cyfrowy jest mniej narażony na zakłócenia wynikające z gwałtownych zmian napięcia w sąsiednich liniach, co pozwala jednoznacznie określić położenie śledzonej linii. Komparatory sterowane są przez potencjometr umieszczony z przodu płytki, co pozwala na regulację napięcia referencyjnego w razie potrzeby. Na płytce z czujnikami zostały umieszczone:

- 20 czujników odbiciowych ITR
- 5 cztero-kanałowych komparatorów
- 2 rezystory THT służące jako ślizgacz

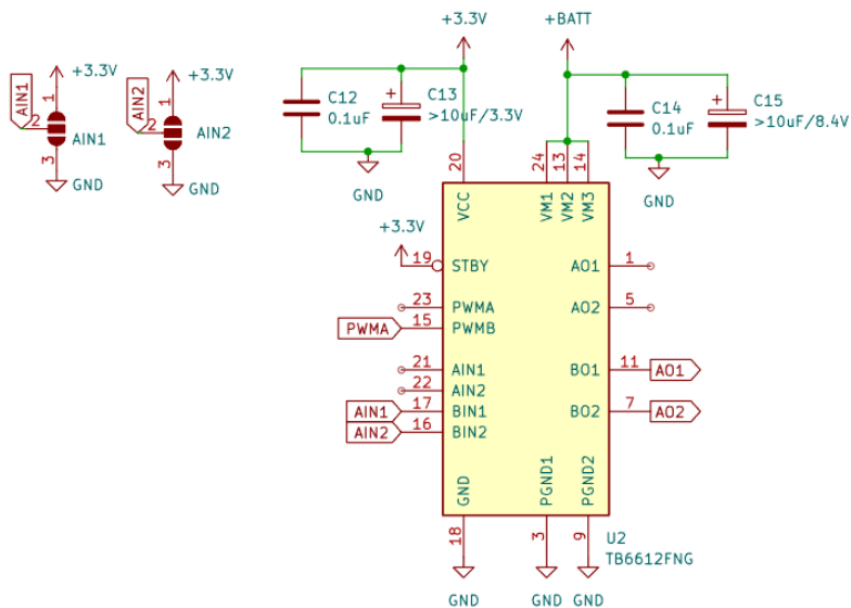
6.3 Schematy



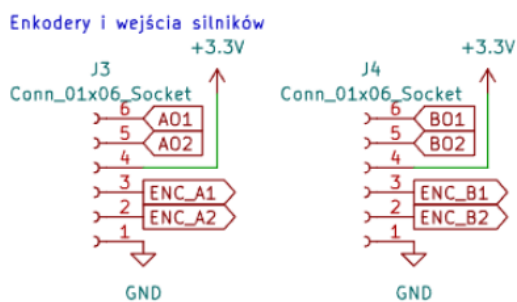
Rysunek 4: Schemat podłączenia ESP32-S3



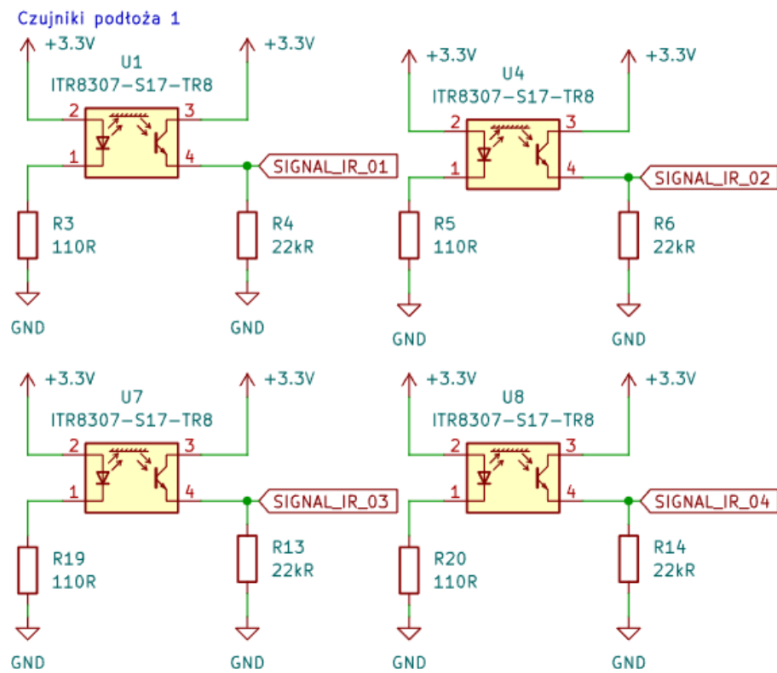
Rysunek 5: Schemat podłączenia przycisków i diod



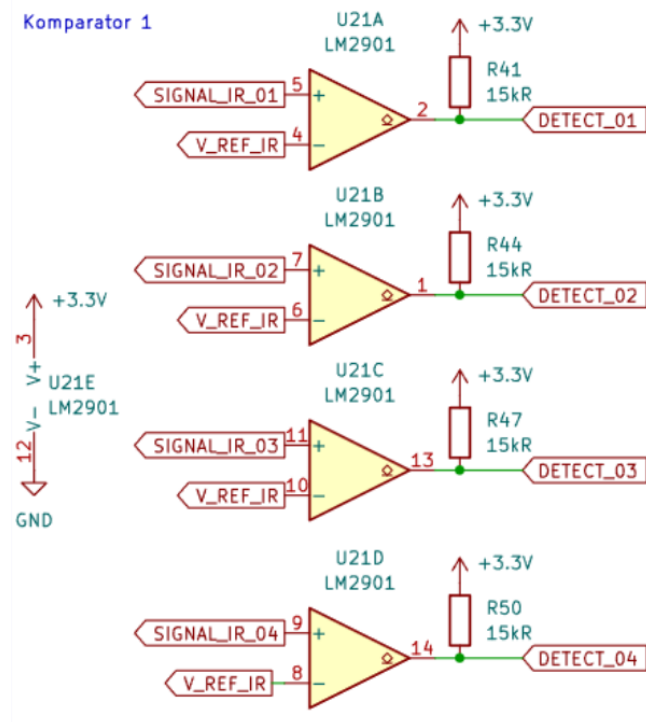
Rysunek 6: Schemat podłączenia jednego z mostków H



Rysunek 7: Schemat podłączenia enkoderów



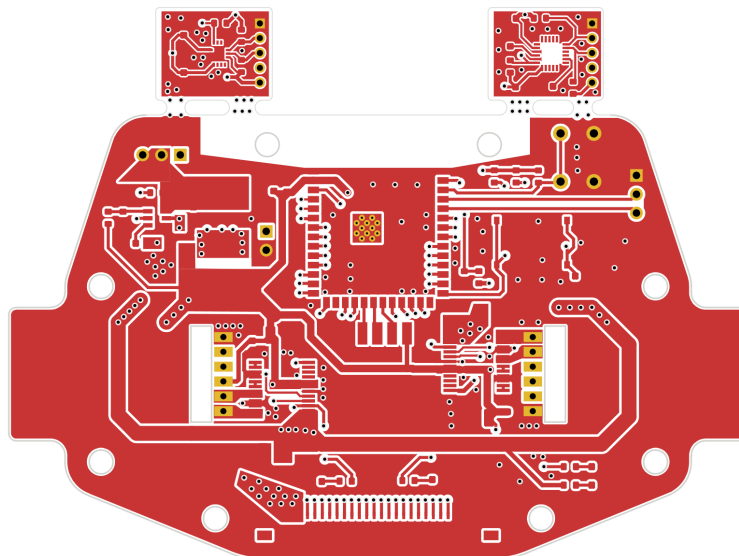
Rysunek 10: Schemat podłączenia czujników odbiciowych



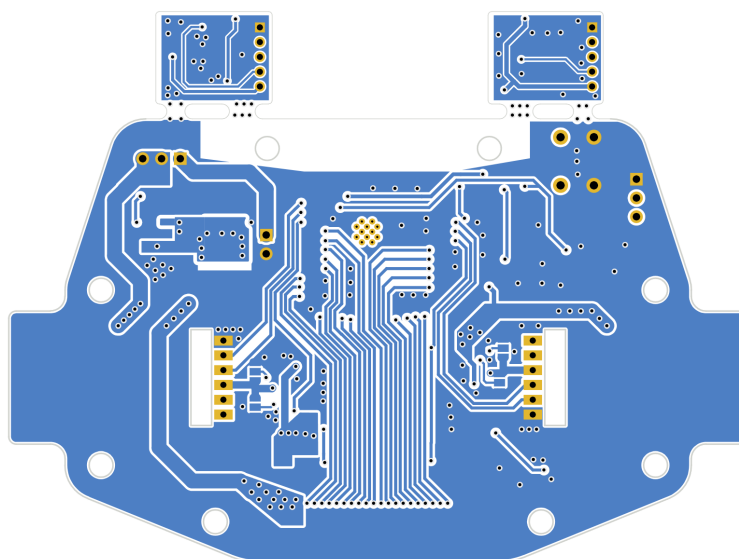
Rysunek 11: Schemat podłączenia komparatora

6.4 Projekty PCB

Płytką główną:

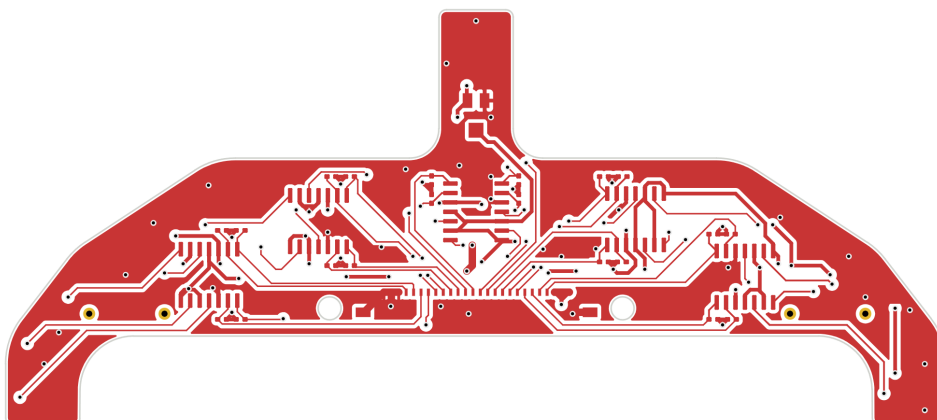


Rysunek 12: Widok PCB z góry

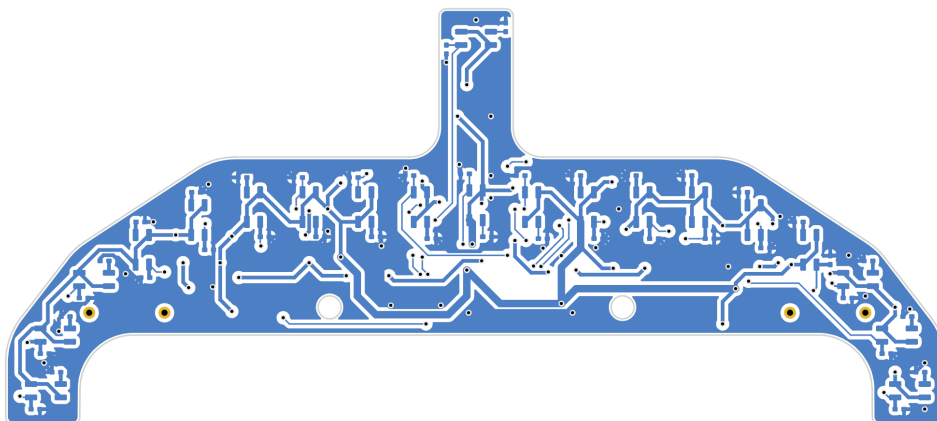


Rysunek 13: Widok PCB z dołu

Płytki z czujnikami



Rysunek 14: Widok PCB z góry



Rysunek 15: Widok PCB z dołu

7 Podsumowanie etapu 2

Każdy z użytych w projekcie elementów został starannie dobrany, aby wszystkie części mogły ze sobą poprawnie współdziałać. Dzięki użyciu sygnałów cyfrowych z czujników możemy bardziej efektywnie wykorzystać czas pracy mikrokontrolera (ESP32-S3 posiada tylko jeden przetwornik adc), dodatkowo zabezpieczając przesyłane sygnały przed zakłóceniami.

Po przylutowaniu wszystkich elementów do płytek i podłączeniu zasilania, sprawdzono wszystkie napięcia zasilające elementy. Podczas badania nie wykryto nieprawidłowości wynikających z błędnego przylutowania elementu, lub błędu w schemacie. Po weryfikacji poprawności wykonania przeszliśmy do testów funkcjonalnych poszczególnych modułów.

Na początku dokonaliśmy próby uruchomienia i zaprogramowania mikrokontrolera ESP32-S3. Po wstępnej konfiguracji środowiska udało nam się skomunikować i zaprogramować mikrokontroler, co pozwoliło nam przeprowadzać dalsze testy. Następnie zbadano działanie silników, oraz przyłączonych do nich enkoderów. Sprawdzono również działania przyłączonych przycisków, oraz czujników znajdujących się na przedniej płytce.

Wszystkie testy zakończyły się powodzeniem, co dało nam możliwość zakończenia etapu drugiego poprzez przejechanie wykonanym robotem odległości większej niż 1 metr. Robot wykonał zadanie bez żadnego problemu, co pozwoliło nam oficjalnie przejść do etapu 3 projektu.

References

- [1] Maurycy Gast. “Rola robotyki w rozrywce”. URL: <https://zpe.gov.pl/a/przeczytaj/DUpr2MS6R>.
- [2] Jon Evans Jean-Pierre Charras Fabrizio Tappero. *8.0: Polski: Documentation*. URL: <https://docs.kicad.org/8.0/pl/kicad/kicad.html>.
- [3] dr.inż. Robert Muszyński. “Prace studenckie”. URL: <https://kcir.pwr.edu.pl/~much/>.