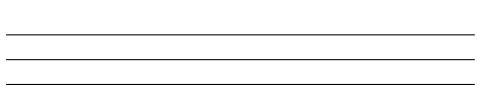


PROJEKT

ROBOTY MOBILNE

Robot mobilny unikający przeszkód ”Wędrowiec”

Michał Dołharz, 248943



Prowadzący:
mgr. Arkadiusz Mielczarek

Katedra Cybernetyki i Robotyki
Wydziału Elektroniki
Politechniki Wrocławskiej

Spis treści

1 Opis projektu	1
1.1 Cel projektu	1
1.2 Przewidywane efekty końcowe	1
1.3 Planowane narzędzia	1
1.4 Harmonogram prac	1
1.5 Dodatkowe modyfikacje	2
2 Projekt robota	3
2.1 Konstrukcja	3
2.2 Zasilanie	3
2.3 Silniki i sterowanie	3
2.4 Pozostałe elementy	3
2.5 Płytką PCB	4
3 Projekt pilota	10
3.1 Konstrukcja	10
3.2 Zasilanie	10
3.3 Joystick	10
3.4 Pozostałe elementy	10
3.5 Płytką PCB	10
4 Plany na dalszy etap	16
Spis rysunków	16
Bibliografia	16

1 Opis projektu

1.1 Cel projektu

Celem projektu jest zbudowanie dwukołowego, autonomicznego robota mobilnego sterowanego mikrokontrolerem Arduino Nano [1, 6, 5, 8, 9]. Robot ten będzie wyposażony w czujnik HC-SR04 [3], który będzie służył do wykrywania przeszkód na jego drodze. Po wykryciu przeszkody robot obróci się o pewien kąt i będzie kontynuował jazdę.

Dodatkowo zostanie zbudowany pilot, aby umożliwić bezpieczne, zdalne uruchamianie i wyłączanie robota. Komunikacja między mikrokontrolerami będzie odbywać się za pomocą modułów nRF24L01 [7].

Robot zostanie wykorzystany na potrzeby kursu Wizualizacja danych sensorycznych, gdzie będzie służył jako model samochodu. Dane z czujników będą wizualizowane na ekranie w taki sposób, w jaki byłyby wyświetlane na ekranie wewnętrz samochodu, aby ułatwić parkowanie (ocenę odległości od otoczenia) [2].

1.2 Przewidywane efekty końcowe

W efekcie końcowym oczekiwany jest przede wszystkim robot wykrywający przeszkody i unikający ich.

W przypadku wprowadzenia modyfikacji (punkt 1.5) reakcja robota będzie zależała od czujnika, który wykryje przeszkodę (boczne: skręt w ruchu, główny: skręt w miejscu). Robot będzie miał też tryb zdalnego sterowania.

1.3 Planowane narzędzia

Tworzenie oprogramowania odbędzie się w Arduino IDE bądź Visual Studio Code z rozszerzeniem do programowania Arduino. Do użytych modułów zostaną wykorzystane odpowiednie biblioteki.

Przewidywane są również narzędzia takie jak płytki uniwersalne, płytki stykowe, lutownica, multimetr oraz zasilacz laboratoryjny.

Do wytrawienia płytki wykorzystane zostaną laminaty jednostronne i środki trawiące.

1.4 Harmonogram prac

Prace nad budową i programowaniem robota zostaną podzielone na trzy etapy (kamienie milowe).

Etap 1. Dobranie części montażowych robota i pilota, między innymi silników z kółami oraz czujnika odległości. Zaprojektowanie układów ideowych. Rozplanowanie i wykonanie podwozia, czyli głównego elementu konstrukcji oraz pilota. Termin: do końca marca.

Etap 2. Złożenie robota i pilota. Ewentualne poprawki. Termin: do końca kwietnia.

Etap 3. Zaprogramowanie robota i pilota. Termin: do końca maja.

1.5 Dodatkowe modyfikacje

W przypadku szybkiego postępu prac przewidywane jest wprowadzenie kilku modyfikacji:

- integracja robota z platformą czujników wykonaną na Wizualizacjach danych sensorycznych,
- rozbudowa możliwości pojazdu do zdalnego sterowania z pilota joystickiem,
- wytrawienie dedykowanych płytka do robota i pilota.

2 Projekt robota

Spis elementów wykorzystanych do budowy robota znajduje się w tabeli 1. Schemat połączeń przedstawia rysunek 3. Wystąpiły pewne komplikacje, przez co robot jest jeszcze w budowie, natomiast dotychczasowy postęp widnieje na rysunku 5.

2.1 Konstrukcja

Robot składa się z dwóch silników i kół, koła podporowego, włącznika, czujnika ultradźwiękowego i wytrawionej płytki z mikrokontrolerem. Wszystkie elementy są przyczepiane do platformy (podwozia).

2.2 Zasilanie

Układ jest zasilany akumulatorem litowo-polimerowym o napięciu nominalnym 7.4 V, pojemności 300 mAh i ciągłym prądzie rozładowania 9 A.

Ponieważ zasilanie jest podłączone do układu przez złącze ARK, zastosowano zaabezpieczenie przez odwrotną polaryzację zasilania w postaci tranzystora mocy IRF520, wpiętego odwrotnie tuż przy złączu masy. Przy prawidłowym podłączeniu zasilania tranzystor jest otwarty dzięki dodatniemu napięciu na bazie. W przypadku odwrotnego podłączenia zasilania tranzystor nie otworzy się i prąd nie popłynie [4].

Napięcie dostarczane przez akumulator jest obniżane do wartości 5 V przy użyciu stabilizatora napięcia 7805. Po obu stronach stabilizatora napięcie jest filtrowane parą kondensatorów elektrolitycznego i ceramicznego. Napięcie 3.3 V potrzebne do zasilania układu nRF24L01 jest pobierane z Arduino i jest filtrowane.

2.3 Silniki i sterowanie

Robot jest wyposażony w dwa silniki DC 6 V, w praktyce jednak działają pod napięciem 5 V. Posiadają przekładnię 1:48. Do sterowania silnikami służy układ L293.

Do silników zostały dopasowane koła z gumowymi oponami. Robot posiada również obrotowe koło podporowe.

2.4 Pozostałe elementy

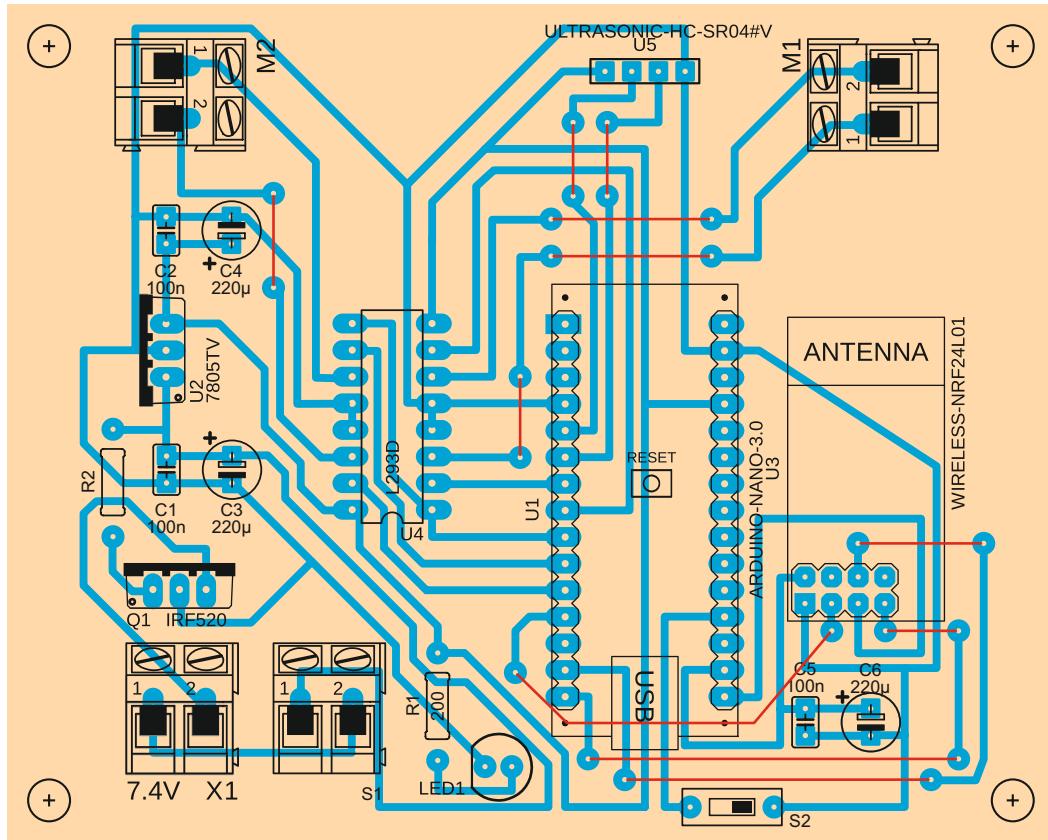
Robot został wyposażony w kołyskowy przełącznik do włączania i wyłączania zasilania. Zasilanie jest filtrowane i stabilizowane.

Na płytce znajduje się również przełącznik tact switch, służący do wyboru trybu działania robota. W pierwszej fazie tworzenia oprogramowania tryb autonomiczny będzie polegał na jednym czujniku HC-SR04. Jako ostatni etap przewidziana jest integracja robota z platformą czujników, na której będzie znajdować się dziesięć tych samych czujników. Oprogramowanie zostanie dostosowane do nowych warunków. Tryb zdalnego sterowania pozostanie praktycznie niezmieniony.

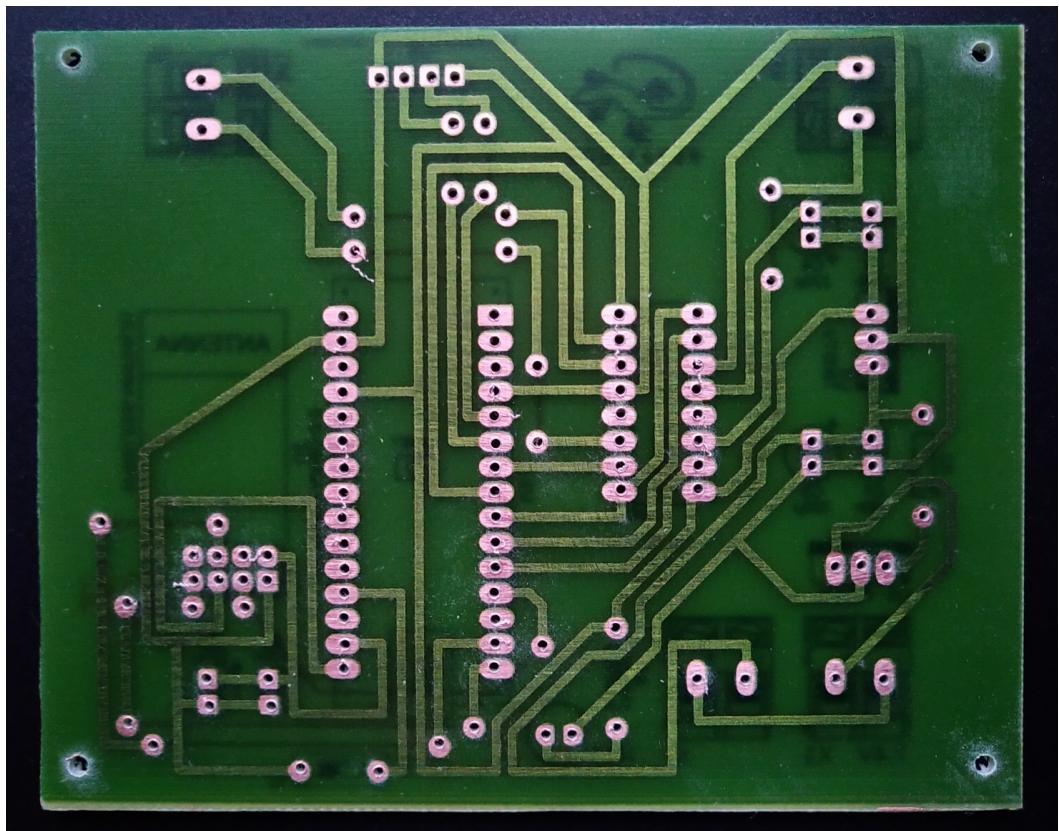
Do komunikacji z pilotem służy moduł radiowy nRF24L01, nadający na częstotliwość 2.4 GHz. Jest zasilany filtrowanym napięciem 3.3 V, ale na pinach komunikacyjnych toleruje napięcie z pinów Arduino 5 V.

2.5 Płytki PCB

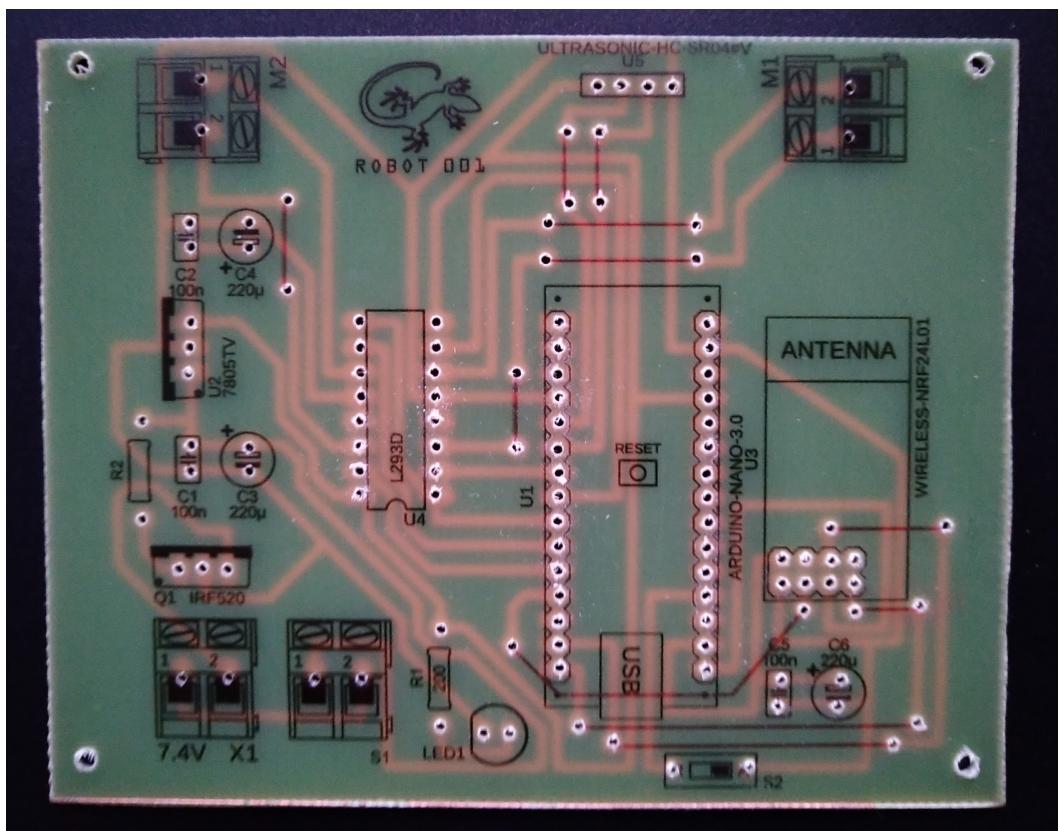
Na potrzeby projektu została wykonana autorska płytka PCB. Płytki zostały wytrawione własnoręcznie, a nie na zlecenie, w związku z czym ścieżki i odstępy między nimi są szersze. Wystąpił również drobny błąd w postaci złej numeracji niektórych rezystorów (niektóre numery powinny być mniejsze). Płytki zostały wytrawione jednostronnie, ale niezbędne okazało się zastosowanie kilku mostków. Niewykluczone są również inne odbieżności od standardów profesjonalnie trawnionych płyt.



Rysunek 1: Projekt płytki PCB robota

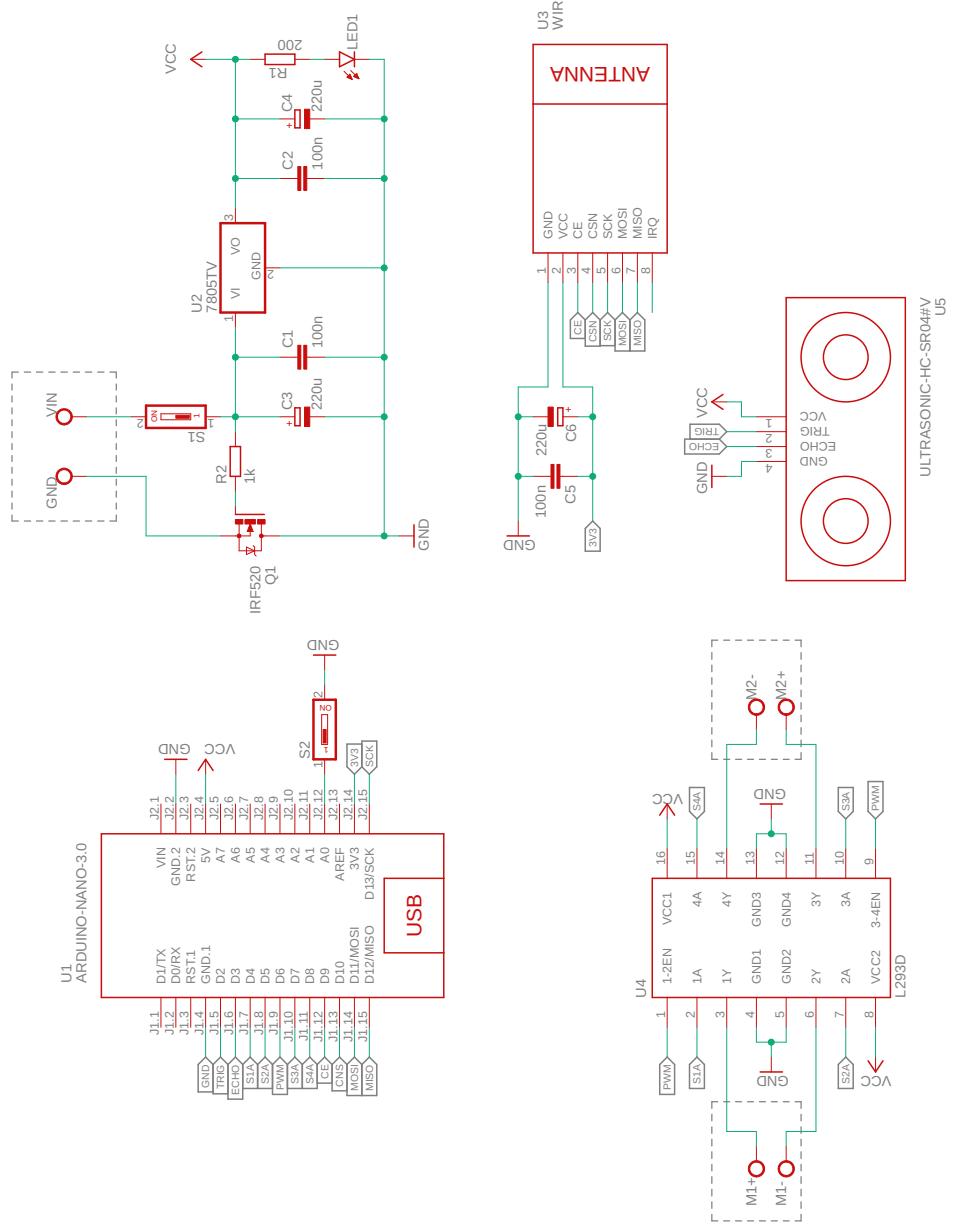


(a) Strona ścieżek (lutownicza)

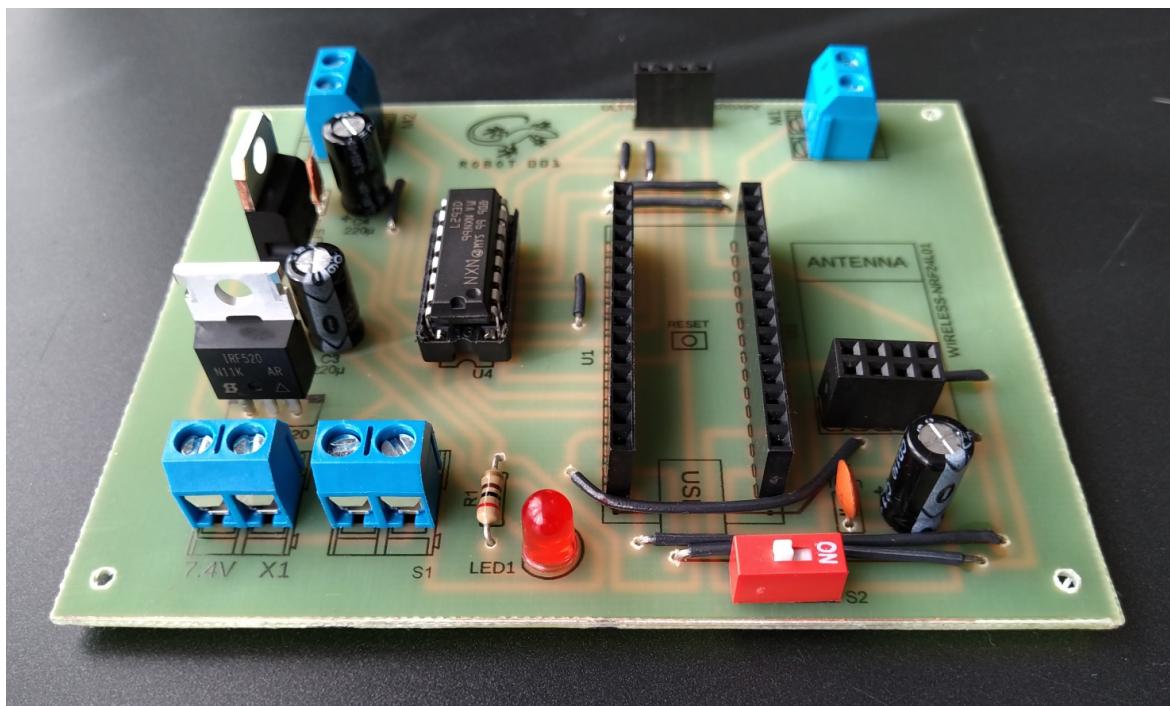


(b) Strona opisowa

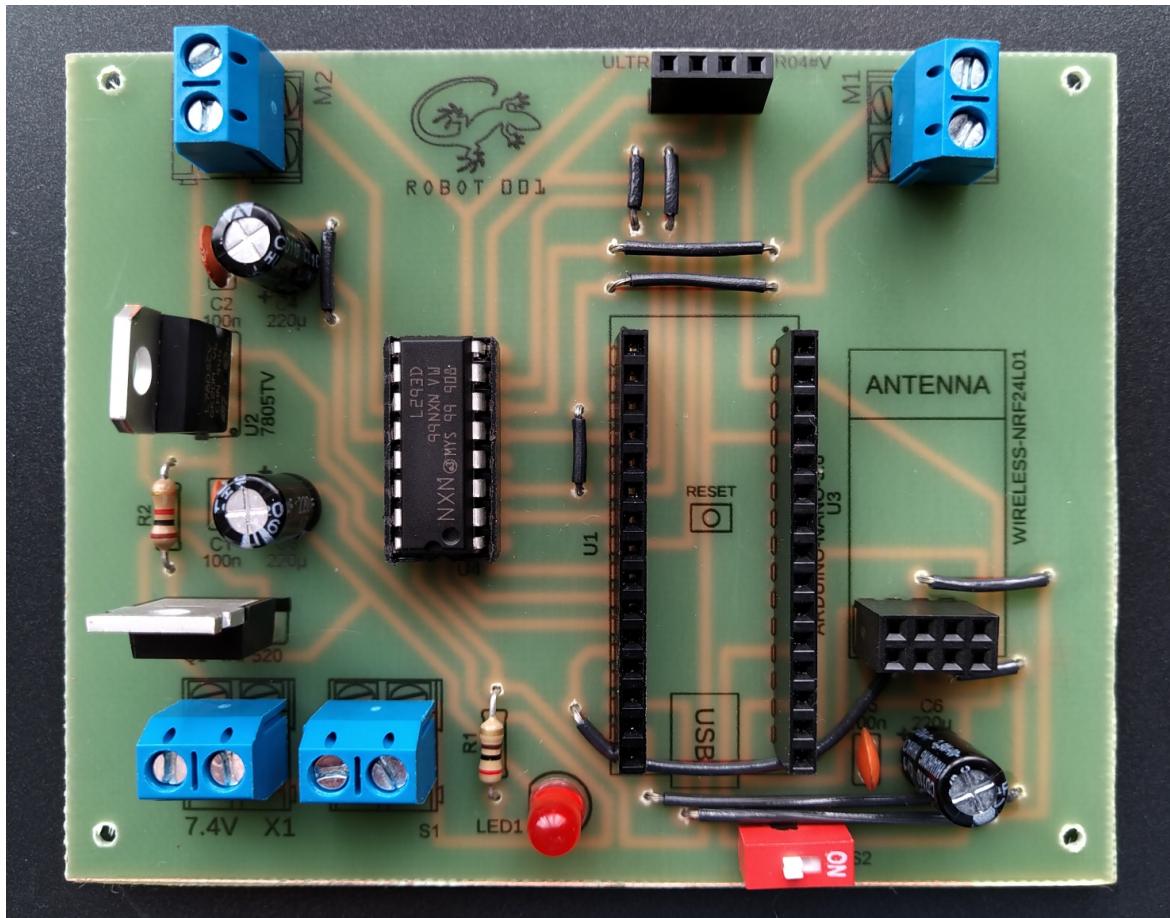
Rysunek 2: Wytrawiona płytka PCB robota



Rysunek 3: Schemat ideowy układu robota

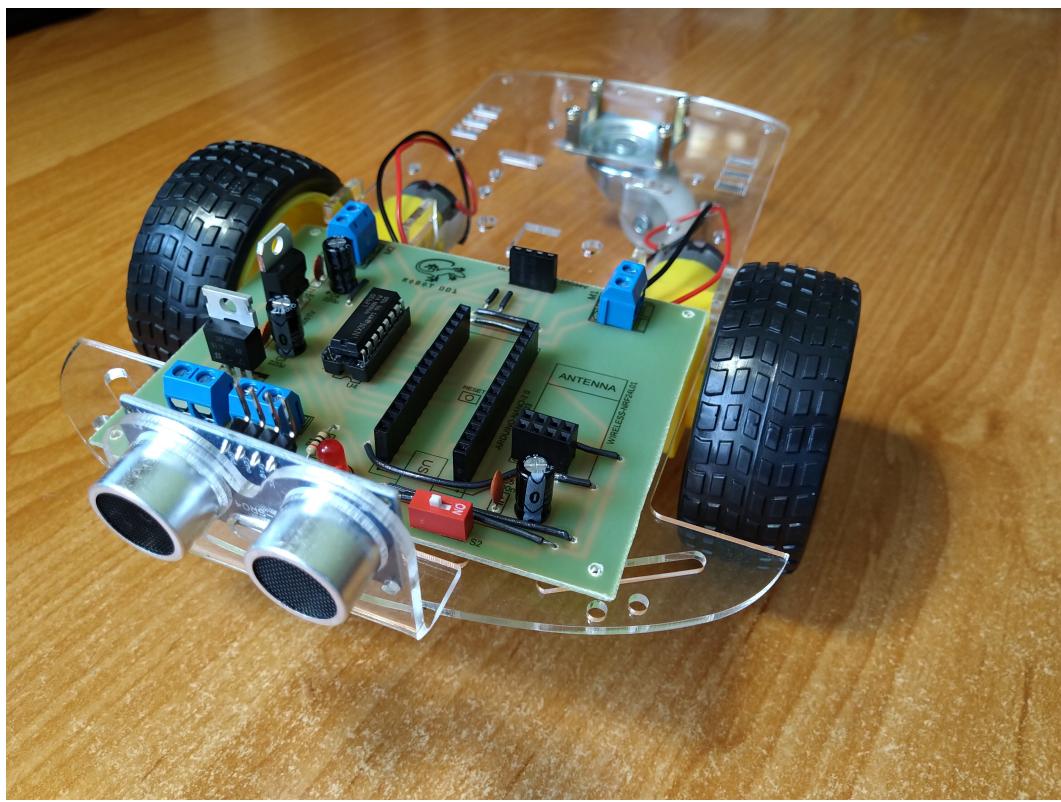


(a)

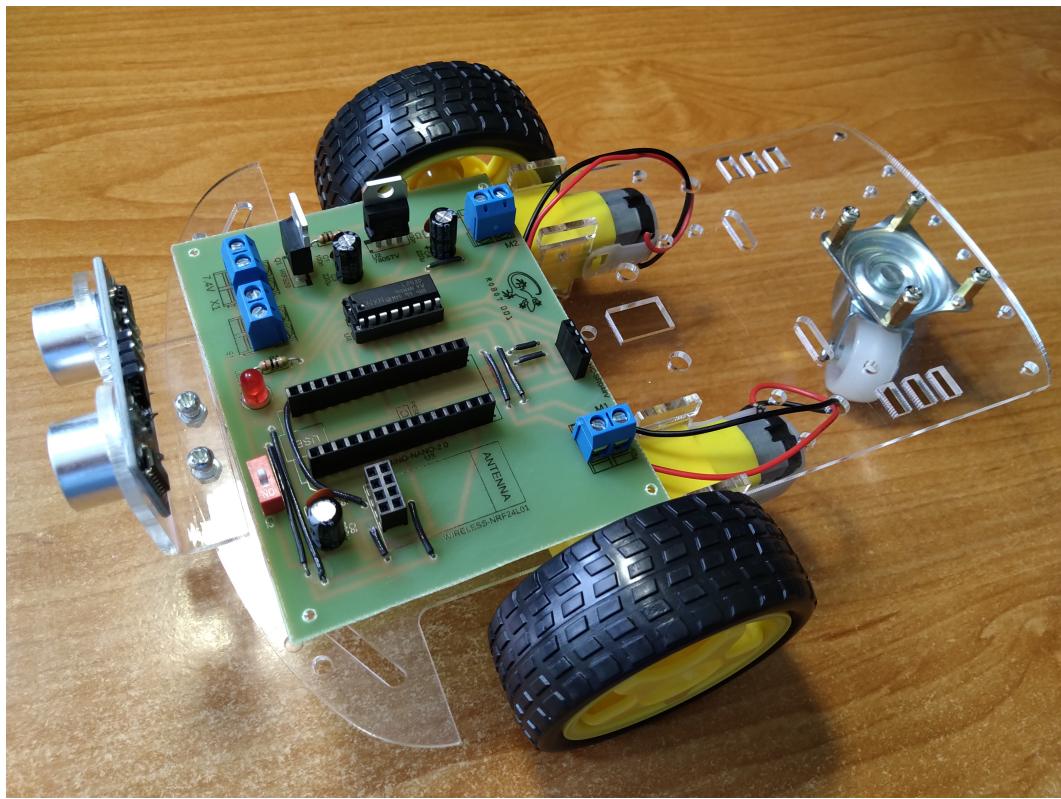


(b)

Rysunek 4: Zlutowana płytka PCB robota



(a)



(b)

Rysunek 5: Robot w budowie (nie wszystkie połączenia są wykonane)

Tablica 1: Spis elementów elektronicznych i montażowych robota

L. p	Nazwa elementu	Oznaczenie projektowe	Typ/parametr	Parametr pomocniczy	Ilość
1	Mikrokontroler	U1	Arduino Nano 3.0	–	1
2	Stabilizator napięcia	U2	7805	–	1
3	Moduł radiowy	U3	nRF24L01	–	1
4	Sterownik silników	U4	L293	–	1
5	Czujnik ultradźwiękowy	U5	HC-SR04	–	1
6	Silniki	M1, M2 (złącza)	DC 6V	Przekł. 1:48	2
7	Przełącznik	S1	Kołykowy	On/Off	1
8		S2	Tact switch	On/Off	1
9	Tranzystor mocy	Q1	IRF520	100 V/9.7 A	1
10	Akumulator	VIN, GND	Li-Pol 7.4V	300 mA	1
11	Dioda LED	LED1..LED4	5 mm	–	4
12	Rezystor	R1	200 Ω	–	1
13		R2	1 k Ω	–	3
15	Kondensator	C1, C2, C5	100 nF	–	3
16		C3, C4, C6	220 pF	–	3
17	Koło	–	\varnothing 65 mm	–	2
18	Koło podporowe	–	–	–	1
19	Podwozie	–	–	–	1
20	Uchwyty do czujnika	–	–	–	1

3 Projekt pilota

Spis elementów wykorzystanych do budowy pilota znajduje się w tabeli 2. Schemat połączeń przedstawia rysunek 8. Budowa pilota została już niemal ukończona i efekt widnieje na rysunku 10.

3.1 Konstrukcja

Pilot składa się z nadajnika nRF24L01, włącznika, joysticka, trzech diod oraz z wytrawionej płytki z mikrokontrolerem zamkniętej w obudowie. Joystick, diody oraz włącznik znajdują się po zewnętrznej stronie obudowy.

3.2 Zasilanie

Zasilanie pilota jest identyczne, jak zasilanie robota. Jedyna różnica to brak diody podłączonej do zasilania.

Układ jest zasilany akumulatorem litowo-polimerowym o napięciu nominalnym 7.4 V, pojemności 300 mAh i ciągłym prądzie rozładowania 9 A.

Ponieważ zasilanie jest podłączone do układu przez złącze ARK, zastosowano zaabezpieczenie przez odwrotną polaryzację zasilania w postaci tranzystora mocy IRF520, wpiętego odwrotnie tuż przy złączu masy. Przy prawidłowym podłączeniu zasilania tranzystor jest otwarty dzięki dodatniemu napięciu na bazie. W przypadku odwrotnego podłączenia zasilania tranzystor nie otworzy się i prąd nie popłynie [4].

Napięcie dostarczane przez akumulator jest obniżane do wartości 5 V przy użyciu stabilizatora napięcia 7805. Po obu stronach stabilizatora napięcie jest filtrowane parą kondensatorów elektrolitycznego i ceramicznego. Napięcie 3.3 V potrzebne do zasilania układu nRF24L01 jest pobierane z Arduino i jest filtrowane.

3.3 Joystick

Joystick jest połączony przewodami z listwą na płytce. Przycisk joysticka będzie służył do aktywowania wprowadzania zmiany maksymalnej prędkości robota. Aktywację wyboru prędkości zasygnalizują diody, a sam wybór będzie podejmował się joystickiem, co również będzie sygnalizowane diodami. Do wyboru będzie kilka maksymalnych prędkości ustalonych programowo.

3.4 Pozostałe elementy

Pilot jest sterowany przez zaprogramowany mikrokontroler Arduino Nano.

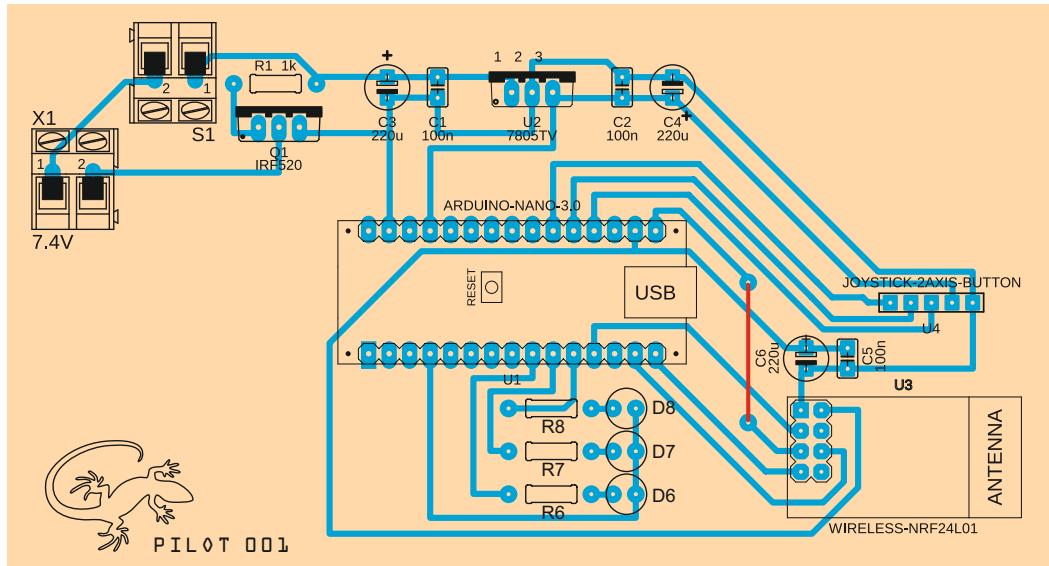
Pilot został wyposażony w kołyskowy przełącznik do włączania i wyłączania zasilania. Zasilanie jest filtrowane i stabilizowane.

Do komunikacji z robotem służy moduł radiowy nRF24L01, nadający na częstotliwości 2.4 GHz. Jest zasilany filtrowanym napięciem 3.3 V, ale na pinach komunikacyjnych toleruje napięcie z pinów Arduino 5 V.

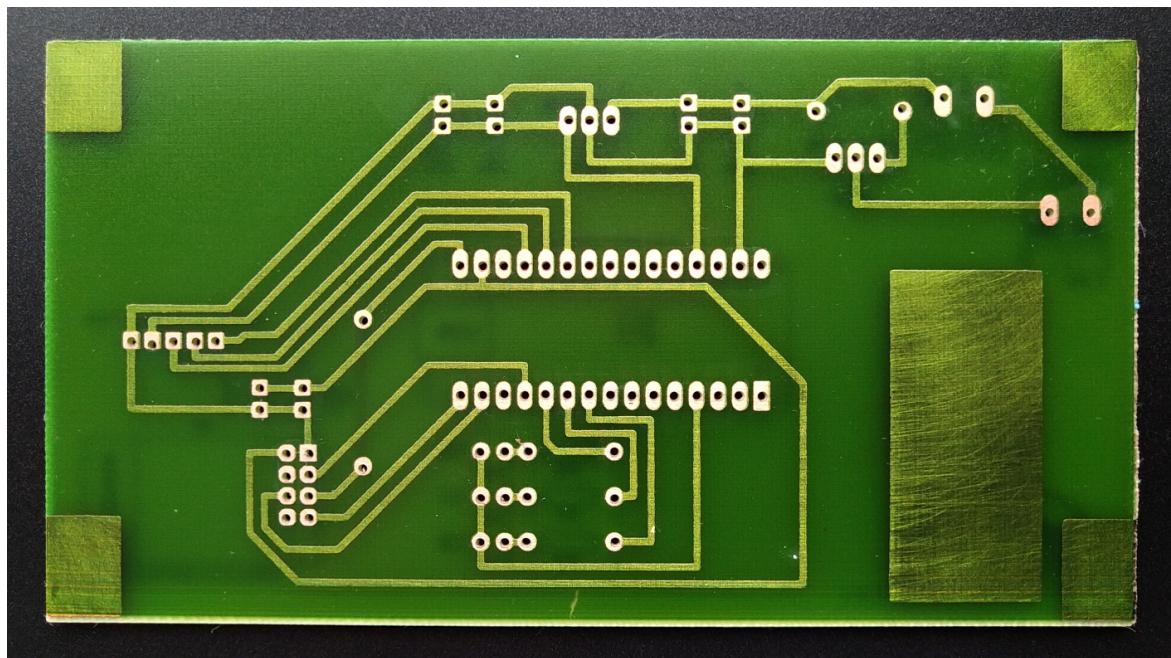
3.5 Płytki PCB

Na potrzeby projektu została wykonana autorska płytka PCB. Płytki zostały wytrawiona własnoręcznie, a nie na zlecenie, w związku z czym ścieżki i odstępy między

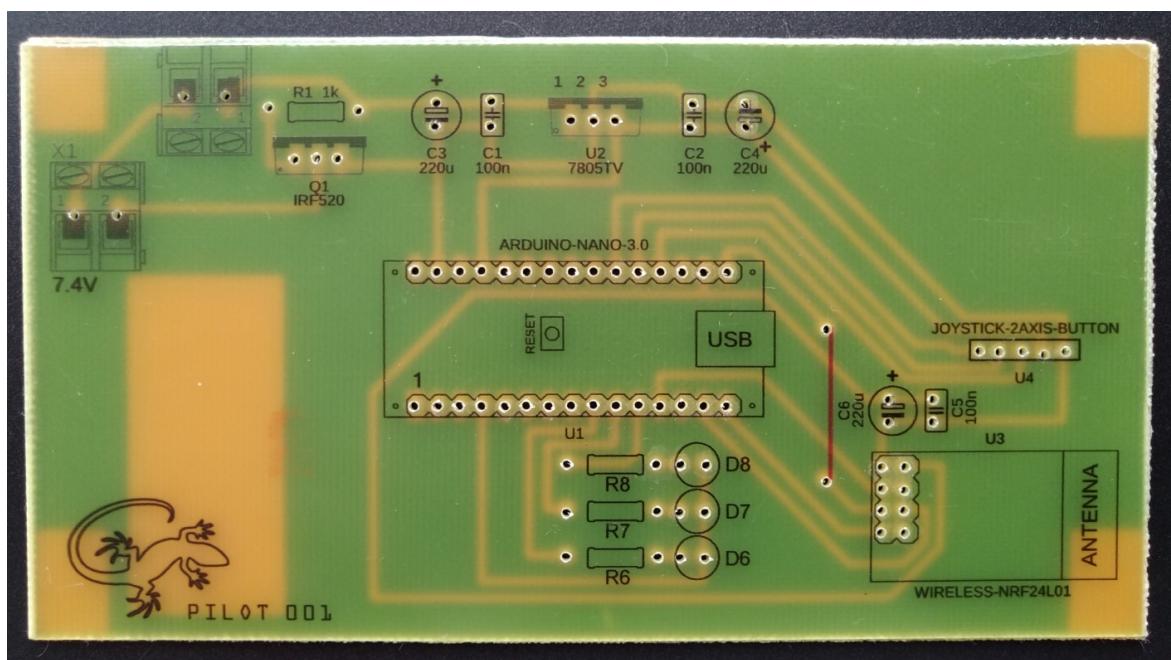
nimi są szersze. Wystąpił również drobny błąd w postaci złej numeracji niektórych rezystorów (niektóre numery powinny być mniejsze). Płytkę została wytrawiona jednostronnie, ale niezbędne okazało się zastosowanie jednego mostku. Niewykluczone są również inne odbieżności od standardów profesjonalnie trawionych płytak.



Rysunek 6: Projekt płytki PCB pilota

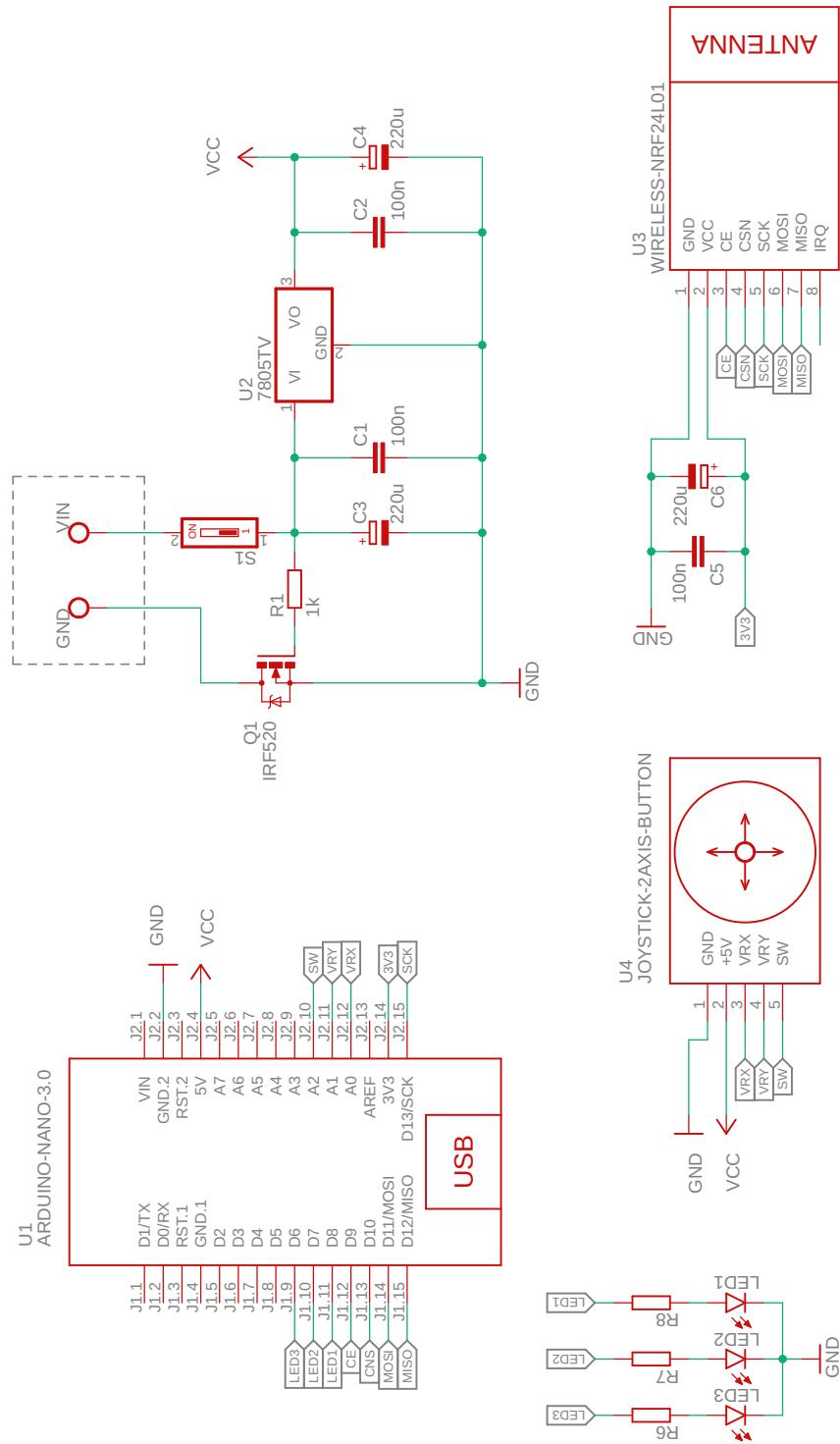


(a) Strona ścieżek (lutownicza)

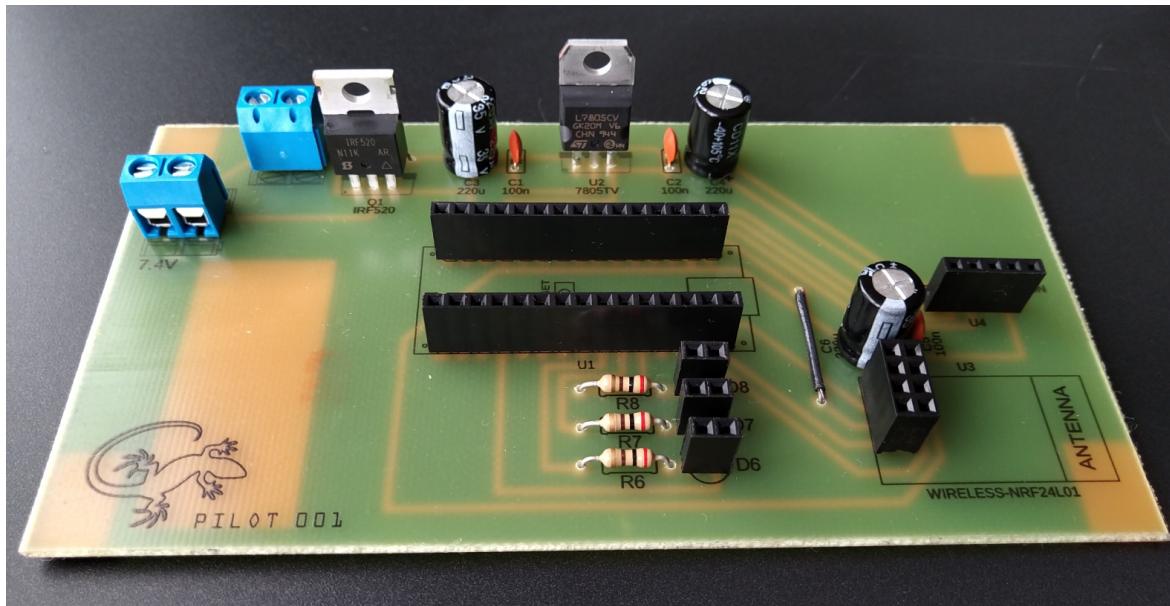


(b) Strona opisowa

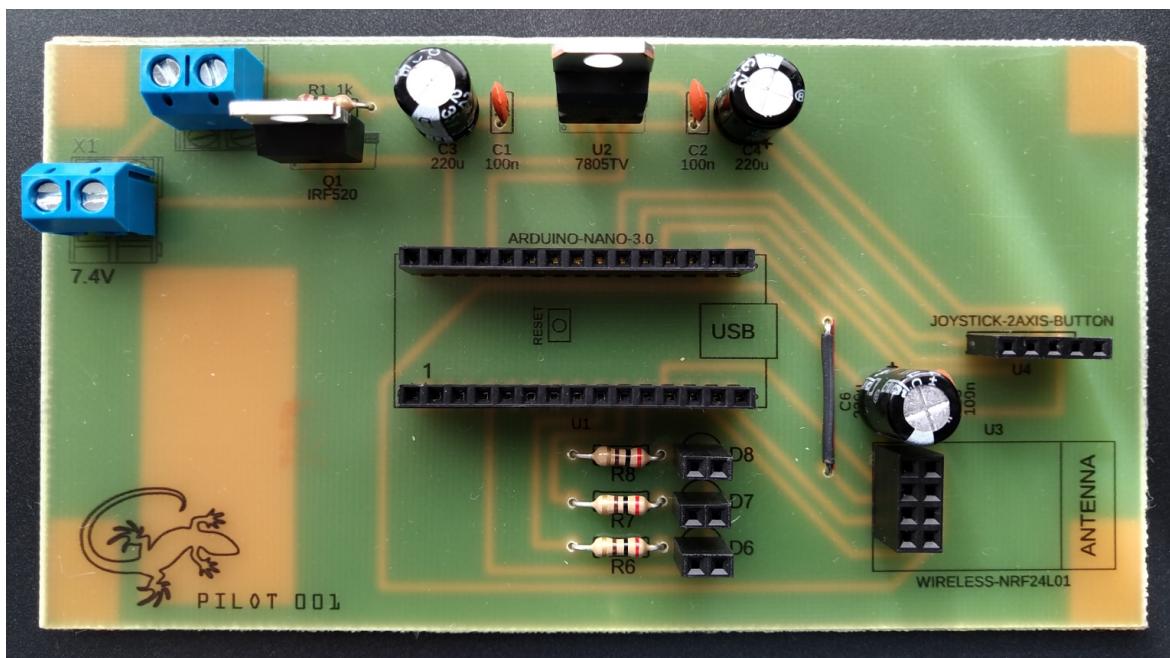
Rysunek 7: Wytrawiona płytka PCB pilota



Rysunek 8: Schemat ideowy układu pilota



(a)



(b)

Rysunek 9: Zlutowana płytka PCB pilota



Rysunek 10: Pilot

Tablica 2: Spis elementów elektronicznych i montażowych pilota

L. p	Nazwa elementu	Oznaczenie projektowe	Typ/parametr	Parametr pomocniczy	Ilość
1	Mikrokontroler	U1	Arduino Nano 3.0	–	1
2	Stabilizator napięcia	U2	7805	–	1
3	Moduł radiowy	U3	nRF24L01	–	1
4	Joystick	U4	z przyciskiem	–	1
7	Przełącznik	S1	Kołyskowy	On/Off	1
9	Tranzystor mocy	Q1	IRF520	100 V/9.7 A	1
10	Akumulator	VIN, GND	Li-Pol 7.4 V	300 mA	1
11	Dioda LED	LED1..LED3	5 mm	–	3
12	Rezystor	R1	1 kΩ	–	1
13		R6..R8	220 Ω	–	4
15	Kondensator	C1, C2, C5	100 nF	–	3
16		C3, C4, C6	220 pF	–	3
17	Plastikowa obudowa	–	170x86	–	2

4 Plany na dalszy etap

Trzeci i ostatni etap zakłada głównie programowanie robota, ale projekt wymaga zrobienia lub poprawienia jeszcze kilku rzeczy:

- zlutowanie gniazda konektora JST-BEC do akumulatorów,
- zabezpieczenie baterii przed poruszaniem się,
- zamontowanie płytki na robocie,
- wykonanie nadruku na obudowę pilota z krótkim opisem projektu.

Spis rysunków

1	Projekt płytki PCB robota	4
2	Wytrawiona płytka PCB robota	5
3	Schemat ideowy układu robota	6
4	Zlutowana płytka PCB robota	7
5	Robot w budowie (nie wszystkie połączenia są wykonane)	8
6	Projekt płytki PCB pilota	11
7	Wytrawiona płytka PCB pilota	12
8	Schemat ideowy układu pilota	13
9	Zlutowana płytka PCB pilota	14
10	Pilot	15

Bibliografia

- [1] Arduino. Arduino Nano (V3.0) User Manual.
- [2] Dołharz M. Dokumentacja Platformy Czujników. URL: <http://panamint.ict.pwr.wroc.pl/~mdolharz/wds/>.
- [3] Elecfreaks. HC-SR04 Datasheet.
- [4] elektroda.pl. Zabezpieczenie przed odwróceniem polaryzacji zasilania #24 edu elektroda.pl. URL: <https://youtu.be/Yy-VR0PhQaQ>.
- [5] Kardaś M. Język C. Pasja programowania mikrokontrolerów 8-bitowych. Wydanie II poprawione i uzupełnione. Szczecin: Atnel, 2014.
- [6] Kardaś M. Mikrokontrolery AVR Język C – podstawy programowania. Wydanie II poprawione i uzupełnione. Szczecin: Atnel, 2013.
- [7] Nordic Semiconductor. nRD24L01 Datasheet.
- [8] Szymański D. Kurs Arduino. Poziom I. 2021. URL: www.forbot.pl/blog/kurs-arduino-podstawy-programowania-spis-tresci-kursu-id5290.
- [9] Szymański D. Kurs Arduino. Poziom II. 2021. URL: www.forbot.pl/blog/kurs-arduino-ii-wstep-spis-tresci-id15494.