Wiedza i doświadczenie projektowe wizytówką absolwenta kierunku automatyka i robotyka na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej

POKL.04.01.02-00-020/10

Program Operacyjny Kapitał Ludzki współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego

---

Gliwice, 25.02.2013r.

Międzywydziałowe Koło Naukowe High Flyers
Wydział Automatyki Elektroniki i Informatyki
Kierunek Automatyka i Robotyka

**dr hab. inż. Marek Pawełczyk, prof. nzw. w Politechnice Śląskiej**
**Koordynator Projektu POKL.04.01.02-00-020/10**

# Sprawozdanie z realizacji projektu:

# MobilCAM 3

## Zespół projektowy:

| | |
|---|---|
| Maksymilian Byliński (***lider projektu***) | |
| Jakub Kała | |
| Tomasz Korzyniec | |
| Krzysztof Jaskóła | |
| Artur Piernikarczyk | |
| Michał Besler | |
| Mateusz Drost | |

# 1. Opis projektu.

**1.1. Cel projektu:** Wykonanie platformy mobilnej oraz zaprojektowanie i wykonanie jednostki centralnej do sterowania platformą. Układ elektroniczny przeznaczony będzie do sterowania elementami wykonawczymi, przesyłania danych za pośrednictwem bezprzewodowego łącza ze stacją docelową, komunikacji z sensorami zamontowanymi na platformie. Planuje się również wykonanie modułu do samodzielnego wyznaczania trasy przejazdu przez pojazd.

**1.2. Założenia projektu:** Podczas prac będą wykorzystywane projekty zrealizowane w poprzednich semestrach:

- Dobór i badania silników, serwomechanizmów, oraz układów zasilania z przeznaczeniem do bezzałogowych platform latających.

- Dobór i badania modułów komunikacji bezprzewodowej z przeznaczeniem do bezzałogowych platform latających.

Dodatkowo w ramach projektu będzie wykonywany dobór układów odpowiedzialnych za wykrywanie odległości, prędkości pojazdu oraz położenia w terenie zurbanizowanym oraz otwartej przestrzeni.

**1.3. Oczekiwane wyniki:** Wynikiem prac wykonanych w ramach projektu jest wykonanie układu elektronicznego sterującego platforma mobilną, wraz z wyznaczaniem trasy ruchu platformy.

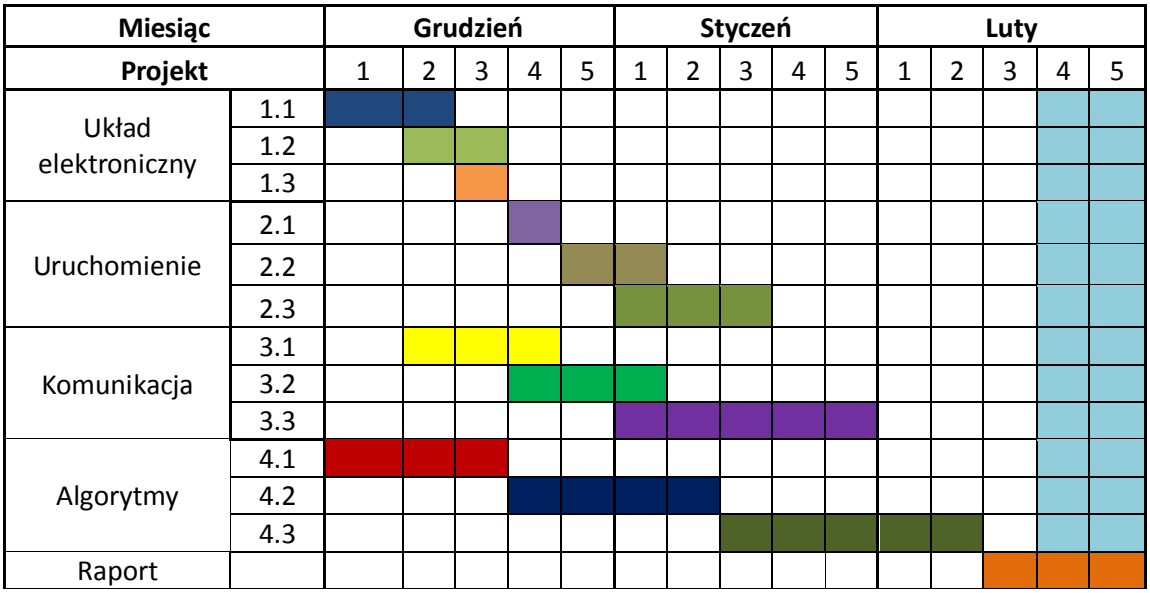
**1.4. Ocena ryzyka projektu:** Poziom trudności wykonania projektu jest średni. Nie istnieją problemy związane z dostępnością podzespołów do realizacji projektu. Koszty projektu są jasno określone. Harmonogram został dobrany w sposób umożliwiający stopniowy rozwój projektu oraz został wyszczególniony okres, który jest przeznaczony na nadrobienie ewentualnych zaległości w projekcie. Ponadto wszyscy członkowie zespołu wyrazili chęć podjęcia się wykonania projektu.
Mając na uwadze interdyscyplinarny kierunek kształcenia studentów na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki, ich zainteresowania tematyką autonomicznych pojazdów mobilnych, istnieje duże prawdopodobieństwo wykonania projektu.

## 2. Podział projektu na zadania.

1. Zaprojektowanie i wykonanie elektronicznego systemu platformy mobilnej:
   1.1. Określenie wymagań funkcjonalnych oraz sprzętowych.
   1.2. Wybór elementów koniecznych do budowy systemu elektronicznego.
   1.3. Wykonanie prototypowego systemu elektronicznego.
2. Zastosowanie prototypowego systemu elektronicznego w platformie mobilnej:
   2.1. Podłączenie systemu do wybranych modułów.
   2.2. Testowanie wybranych modułów czujników.
   2.3. Uruchomienie platformy.
3. Komunikacja z jednostką docelową:
   3.1. Testy dostępnych modułów do komunikacji radiowej.
   3.2. Szyfrowanie danych zawartych w ramce przesyłanych komunikatów pomiędzy platformą jezdną, a stacją komputerową.
   3.3. Testy radiolinii w zróżnicowanych warunkach środowiskowych, w których docelowo będzie użytkowana platforma.
4. Zaprojektowanie algorytmu odpowiedzialnego za samodzielne wyznaczanie trasy:
   4.1. Określenie wymagań oraz zasad poruszania się pojazdu.
   4.2. Stworzenie algorytmu tworzącego ślad po którym poruszał się pojazd.
   4.3. Testowanie algorytmów.
5. Opracowanie raportu.

## 3. Harmonogram prac projektowych.

Osadzając wyszczególnione zadania na osi czasu, sporządzono harmonogram realizacji projektu.



# 4. Kamienie milowe.

- Zaprojektowanie i wykonanie systemu elektronicznego obsługującego platformę mobilną.
- Zastosowanie prototypowego układu elektronicznego w platformie mobilnej.
- Komunikacja z jednostką docelową.
- Zaprojektowanie algorytmu odpowiedzialnego za samodzielne wyznaczanie trasy.

# 5. Określenie zasad odpowiedzialności członków zespołu.

- Maksymilian Byliński – odpowiedzialny za projekt, wykonanie układu elektronicznego oraz oprogramowanie GPS.
- Artur Piernikarczyk – odpowiedzialny za zaprojektowanie sekcji zasilanie oraz kontroli poziomu baterii.
- Jakub Kała – odpowiedzialny za dobór modułów komunikacji radiowej oraz oprogramowanie czujników.
- Mateusz Drost – odpowiedzialny za wykonanie systemu zarządzającego pojazdem mobilnym.
- Michał Besler – odpowiedzialny za szyfrowanie ramki danych, testowanie oraz za dobór i oprogramowanie GPS.
- Tomasz Korzyniec – odpowiedzialny za zaprojektowanie algorytmu odpowiedzialnego za samodzielne wyznaczanie trasy.
- Krzysztof Jaskóła - odpowiedzialny za zaprojektowanie algorytmu odpowiedzialnego za samodzielne wyznaczanie trasy.

# 6 Realizacja poszczególnych zadań projektu.

6.1 Zaprojektowanie i wykonanie elektronicznego systemu platformy mobilnej:

6.1.1 Określenie wymagań funkcjonalnych oraz sprzętowych.

- Niski pobór prądu.
- Łatwość implementacji kolejnych urządzeń w celu testowania ich funkcjonowania.
- Możliwość zasilania kilku urządzeń o różnych poziomach napięcia.
- Małe rozmiary układów elektronicznych.

6.1.2 Wybór elementów koniecznych do budowy systemu elektronicznego.

- Przetwornice step-down typu:LMZ1200X.
- Mikrokontroler Atmega128A w wersji SMD.
- Wejście SDCard.
- FT232RL - Jako konwerter USB-UART.
- Diody led - Jako sygnalizacja stanu mikrokontrolera oraz włączenia zasilania.
- Oraz pozostałe elementy takie jak: diody, kondensatory, rezystory, przyciski, złącza typu goldpin.

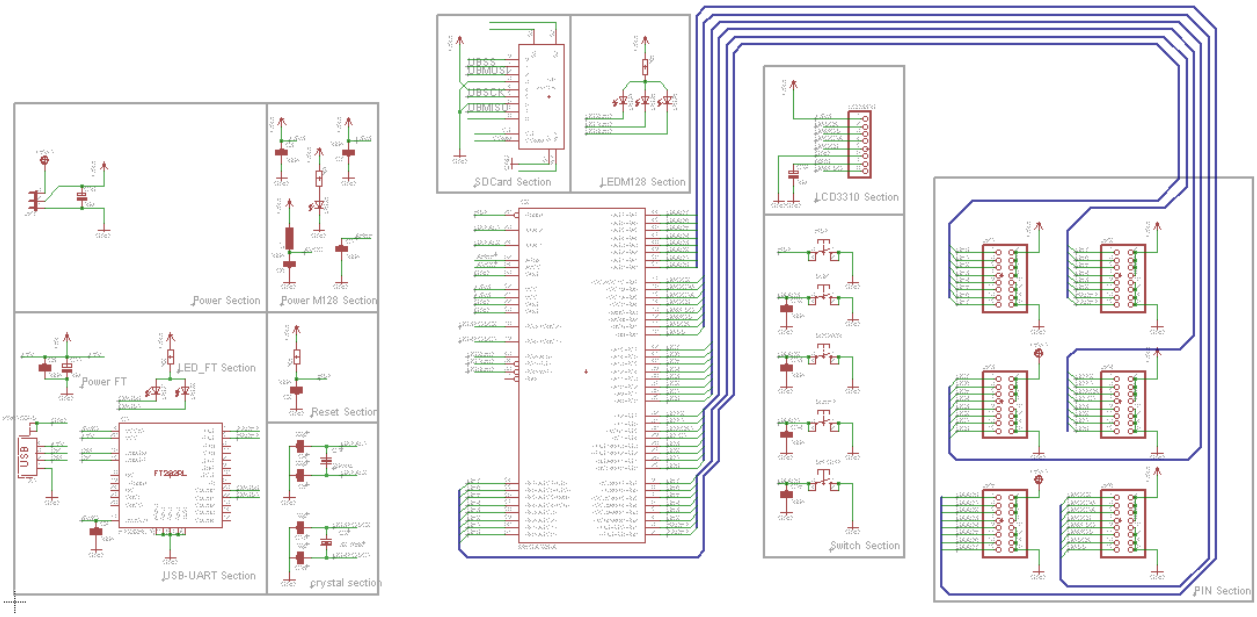
### 6.1.3 Wykonanie prototypowego systemu elektronicznego.

#### 6.1.3.1 **Projekt oraz wykonanie systemu elektronicznego.**

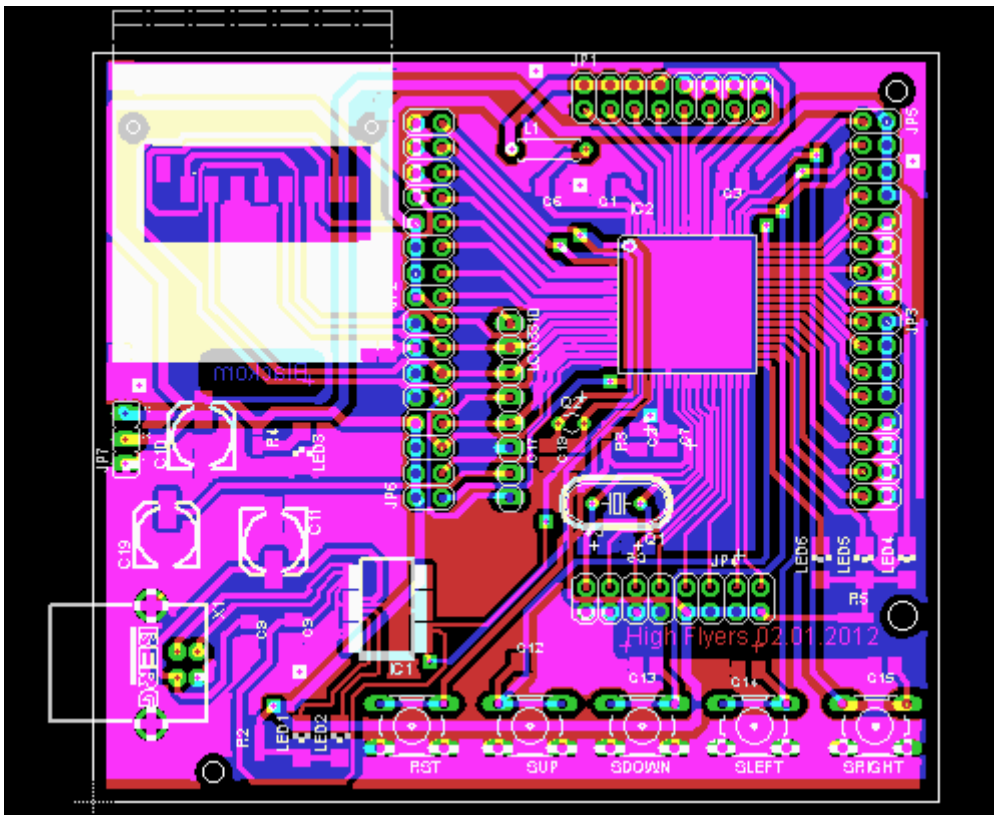
W fazie początkowej projektu zaprojektowano oraz wykonano system elektroniczny do pojazdu mobilnego opartego o mikrokontroler atmega128A. Założeniem systemu była łatwa implementacja urządzeń podłączanych do projektu w późniejszej fazie oraz implementacja podstawowych funkcji, które na poziomie uruchomieniowym miały ułatwić pracę.

Realizacje wymienionych założeń osiągnięto przez udostępnienie wszystkich pinów mikrokontrolera za pomocą złącz typu goldpin oraz zastosowaniem prostej komunikacji komputer-system za pomocą konwertera FT232RP USB-UART. Układ ten umożliwiał w łatwy sposób sprawdzanie poprawności zaprojektowanego algorytmu obsługi urządzeń. Wprowadzono również możliwość podpięcia wyświetlacza graficznego do systemu elektronicznego. Dodatkowo na poziomie projektowym zadbano o dostarczenie większej ilości linii zasilających o potencjałach 3.3V oraz 5V. Pozwoliło to na podłączenie w łatwy sposób większej ilości urządzeń potrzebnych podczas projektowania platformy mobilnej.

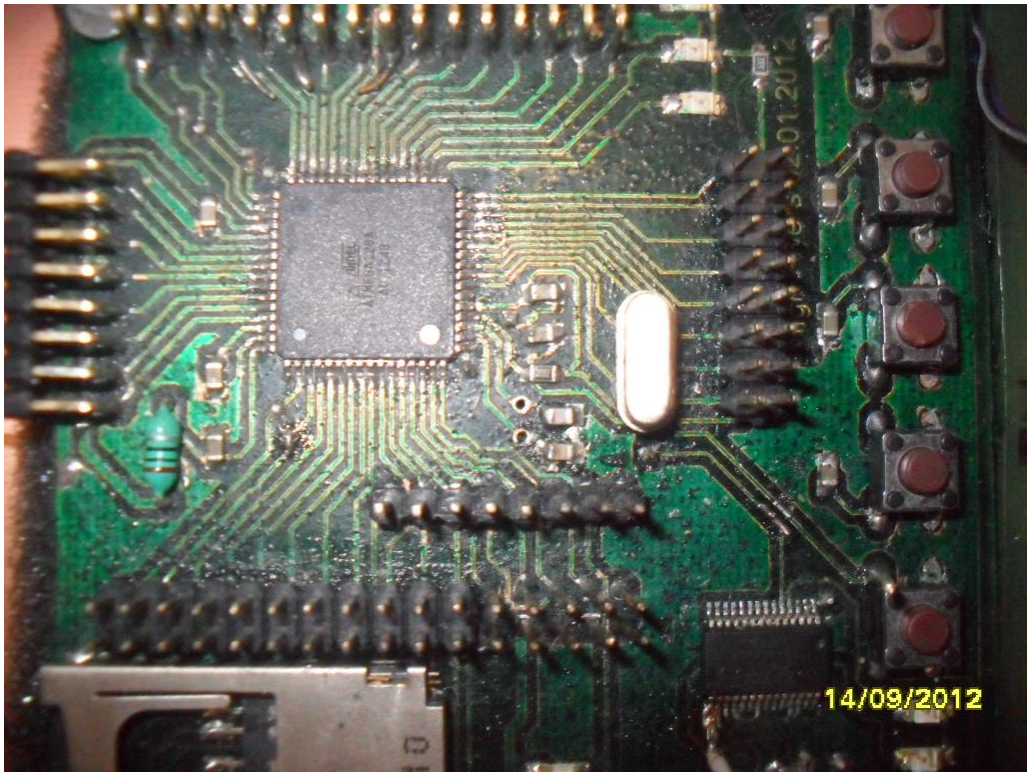
Poniżej został zamieszczony schemat ideowy oraz montażowy systemu elektronicznego.




Rys.1 Schemat ideowy systemu elektronicznego.



Rys.2 Schemat montażowy systemu elektronicznego.

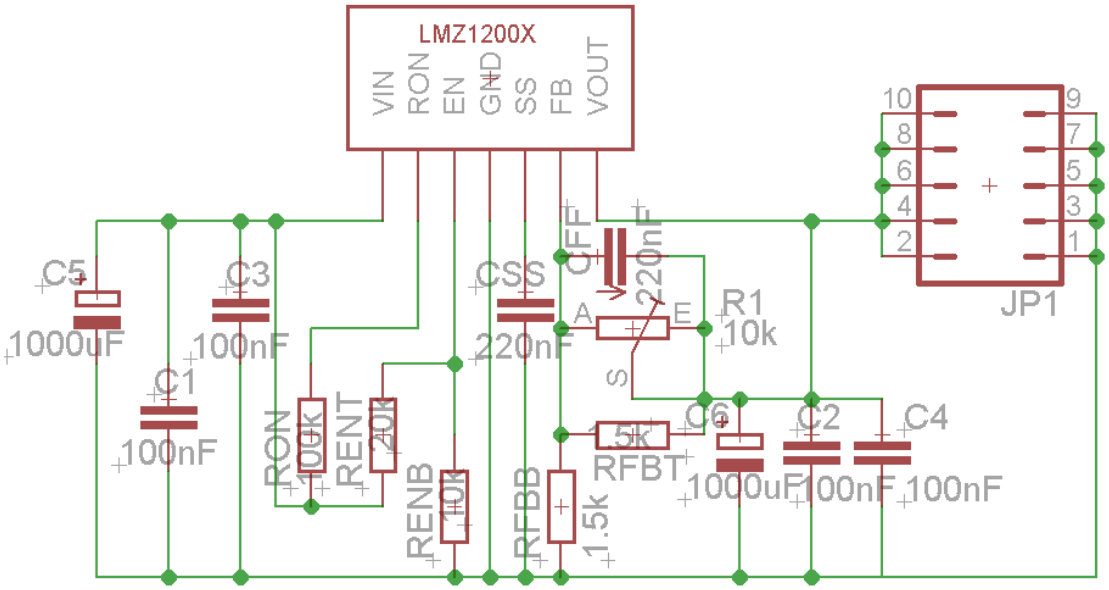


Zdj.1 Wykonana oraz zlutowana płytka systemu elektronicznego.

### 6.1.3.2 Projekt oraz wykonanie zasilania systemu elektronicznego oraz czujników.

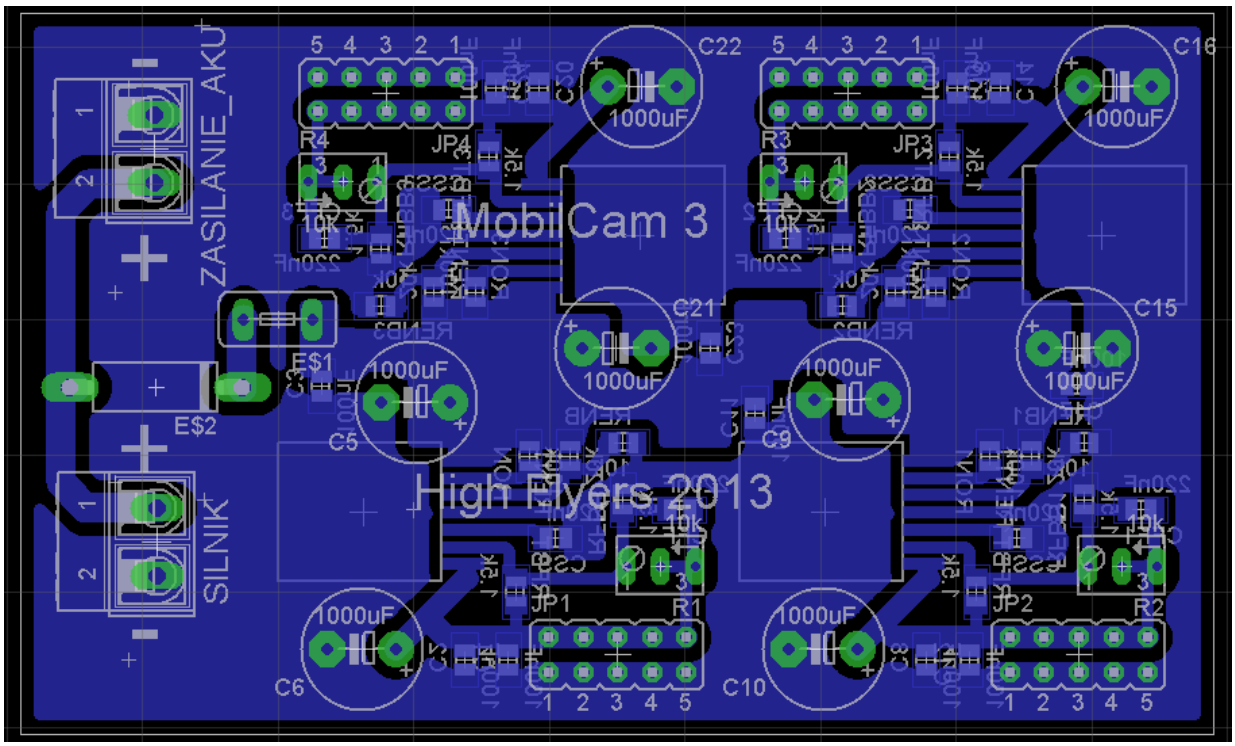
Zaprojektowano i wykonano energooszczędny moduł zasilania, który dostarcza cztery napięcia: 1.1V, 3.3V, 4V oraz 5V. Moduł jest zbudowany z miniaturowych przetwornic obniżających napięcie LMZ1200X o wydajności prądowej od 1A do 3A. Zastosowane kondensatory filtrujące napięcie są niskoimpedancyjne, ponieważ przetwornice przełączane są z częstotliwością bliską 1MHz.
Potencjometry zamieszczone na płycie służą do precyzyjnego ustawienia pożądanego napięcia.

Poniżej przedstawiono schemat ideowy oraz montażowy układu przetwornicy obniżającej napięcie.

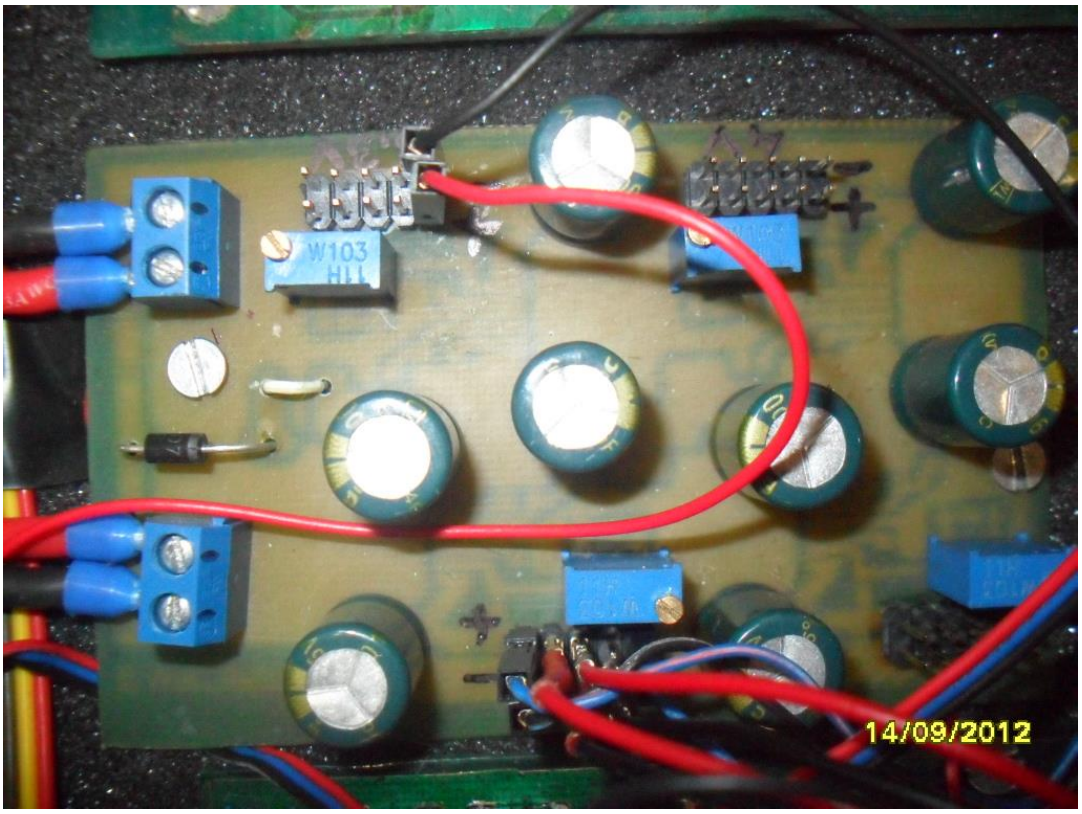



Rys.3. Schemat ideowy układu przetwornicy obniżającej napięcie.

Moduł ma niewielkie rozmiary (52mm x 88mm).



Rys.3. Schemat montażowy układu przetwornicy obniżającej napięcie.




Zdj.2 Wykonana oraz zlutowana płytka przetwornicy obniżającej napięcie.

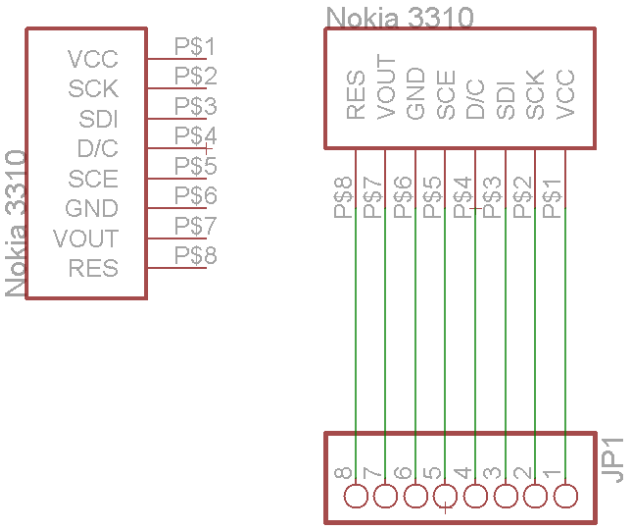
Moduł posiada wyprowadzone napięcia na złączach typu goldpin. Pozwoliło to na szybkie i łatwe podłączanie napięć do innych podzespołów i peryferii, takich jak: płyta główna z mikroprocesorem, czujniki, moduł bluetooth itp...

### 6.1.3.3 Projekt oraz wykonanie wyświetlacza dla systemu elektronicznego.

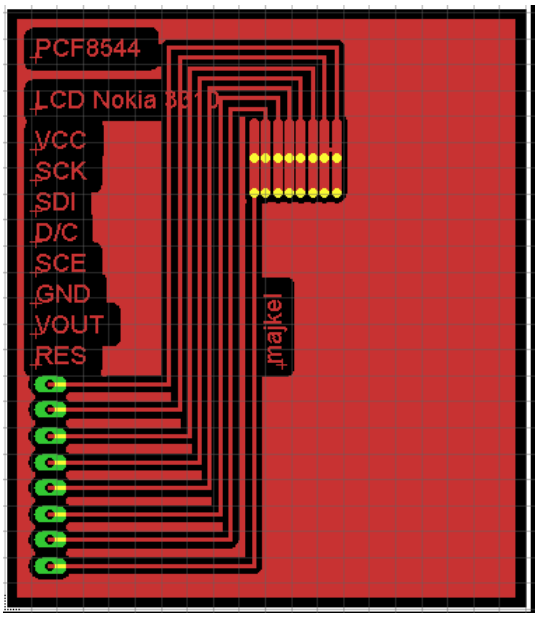
Do projektu został wykorzystany czarno-biały wyświetlacz z starej Nokii 3310 ze sterownikiem Philipsa PCF8544.

Komunikacja z wyświetlaczem odbywa się na pomocą interfejsu SPI (ang. Serial Peripheral Interface), zrealizowanego programowo. Parametry wyświetlacza pozwalają na wyświetlenie 6, w każdej po 14 znaków, linii przy czcionce 6x8p. By łatwo oraz wygodnie wykorzystać ten lcd, została zaprojektowana oraz wykonana płytka pcb, z wyprowadzeniami pozwalającymi na wpięcie jej do płyty głównej całego pojazdu. Na wyświetlaczu mogą być prezentowane dane aktualnie odczytane przez czujniki odległości lub GPS, informacje przesłane z komputera lub aktualne parametry konfiguracyjne. Zdecydowaliśmy się na wykorzystanie tego lcd ze względu na niski koszt, dużą dostępność oraz łatwość oprogramowania.

Poniżej został zamieszczony schemat ideowy oraz montażowy.




Rys.4 Schemat Ideowy podłączenia wyświetlacza




Rys.5 Schemat montażowy podłączenia wyświetlacza.

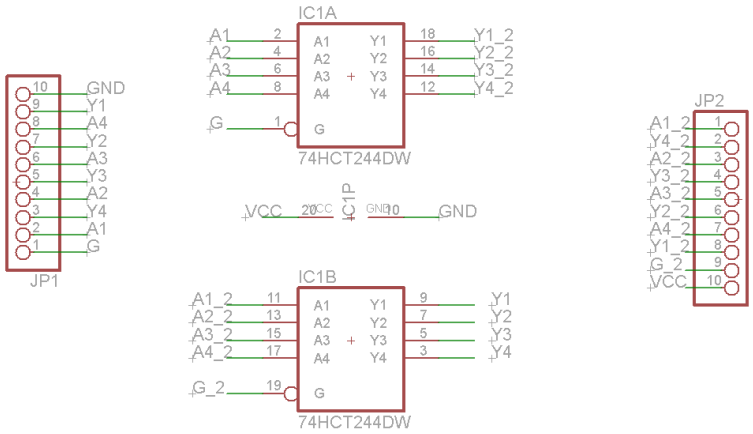
Zdj.3 Wykonana oraz zlutowana płytka podłączenia wyświetlacza.

### 6.1.3.4 Projekt oraz wykonanie buforów oraz inwerterów.

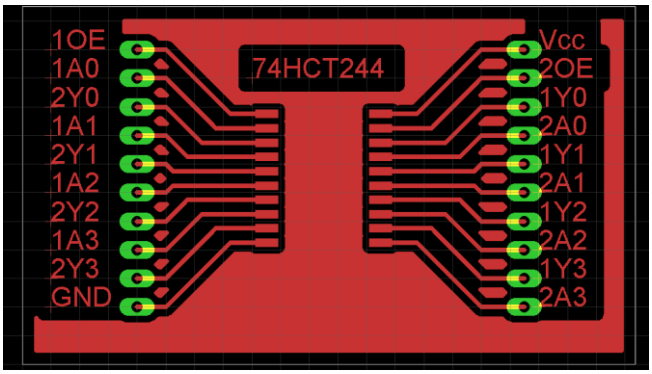
Zostały zaprojektowane oraz wykonane dwie płytki pcb pod układy scalone: 74HC244N i 74HCT04D. Projektowania dokonano w programie Eagle, a następnie samodzielnie wykonano za pomocą metody termotransferu, płytkę drukowaną. 74HCT04 jest to układ inwertera, natomiast 74HC244N układ bufora.

Układy wykorzystano w celu połączenia ze sobą elementów elektronicznych o różnych potencjałach. Jest to konieczne ze względu na to, iż niektóre elementy są podatne na uszkodzenia w sytuacji, kiedy otrzymają wyższy poziom napięcia na wejście, a poziom napięcia zasilającego jest niższy.

Poniżej zostały zamieszczone schemat ideowy oraz montażowy.

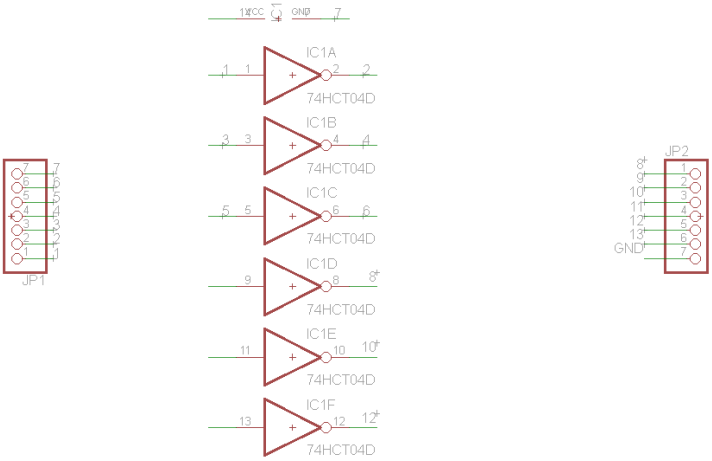



Rys.6 Schemat Ideowy bufora 74HCT244

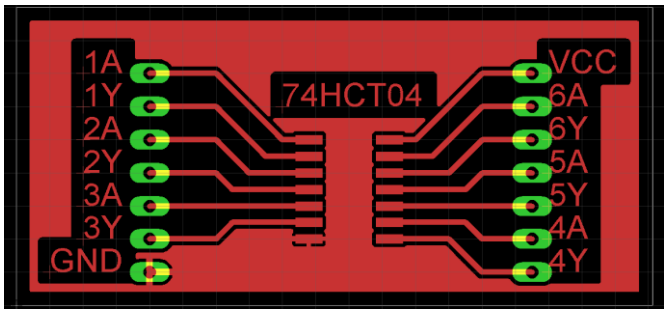



Rys.7 Schemat Montażowy bufora 74HCT244.

Zdj.4 Wykonany oraz zlutowany bufor 74HCT244.




Rys.8 Schemat ideowy inwertera 74HCT04



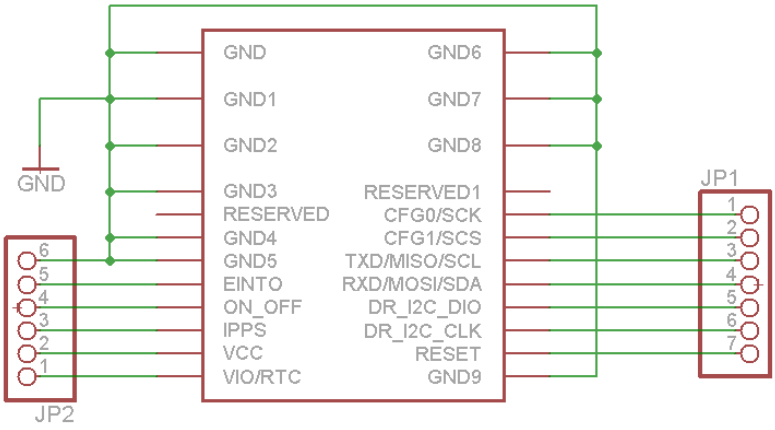

Rys.9 Schemat montażowy inwertera 74HCT04

### 6.1.3.5 Projekt oraz oprogramowanie modułu GPS Quectel L50.

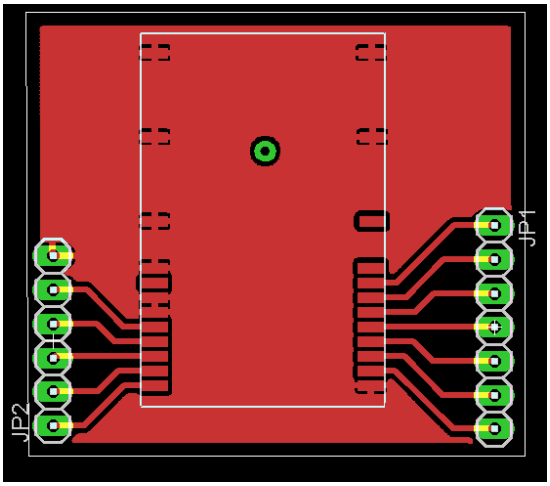
Na czas testów zaprojektowano oraz wykonano płytkę pcb, pozwalającą na wygodne zamocowanie modułu w płytce stykowej. Dzięki modułowi GPS jest możliwe określenie pozycji z dokładnością do 2.5m, dodatkowo można odczytać aktualną prędkość, datę oraz godzinę. Jest to bardzo istotne, gdy pojazd będzie poruszał się na otwartym terenie. Platforma mobilna, posiadając precyzyjną informację o swoim położeniu, będzie w stanie dojechać do wyznaczonego miejsca jak również analizować swoją pozycję oraz optymalną drogę potrzebną do dojechania do celu.

Komunikacja z modułem odbywa się za pomocą interfejsu I2C w mikrokontrolerach ATMEGA zwanym TWI (ang. Two Wires Interface). Format wysyłanych oraz odbieranych danych jest zgodny z standardem NMEA (ang. z National Marine Electronics Association), pojedyncza wiadomość może zawierać do 82 znaków. W zależności od konfiguracji interfejsu, jesteśmy w stanie odczytać lub zapisać potrzebne informacje.

Poniżej został zamieszczony schemat ideowy oraz montażowy przygotowanego modułu.




Rys.10 Schemat ideowy modułu GPS.




Rys.11 Schemat montażowy modułu GPS.

### 6.2 Zastosowanie prototypowego systemu elektronicznego w platformie mobilnej:

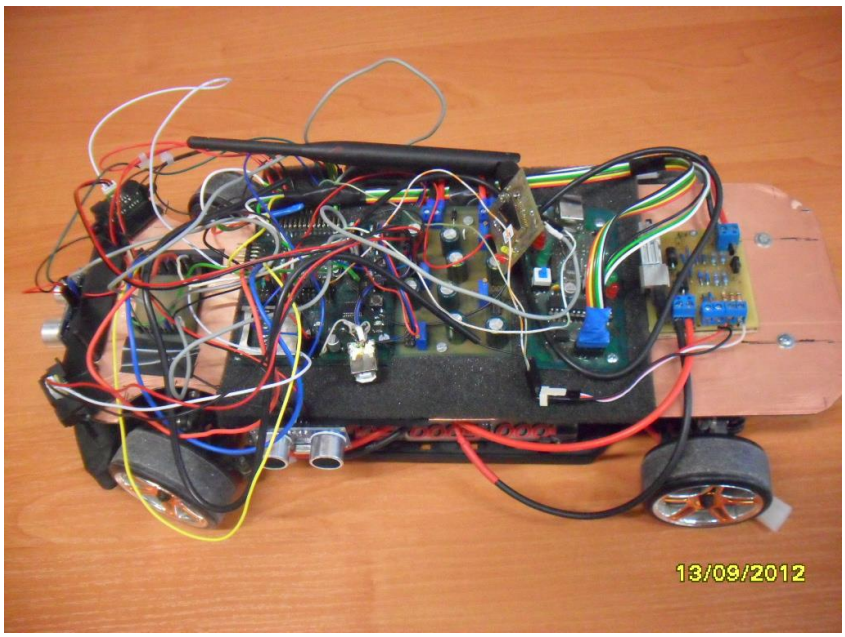
#### 6.2.1 Podłączenie systemu do wybranych modułów.

Podłączenie systemu elektronicznego do pozostałych elementów odbyło się za pomocą przewodów połączeniowych. Pozwoliło to na łatwą zmianę połączenia w razie zmiany koncepcji oraz sposobu obsługi.

Do systemu elektronicznego zostały podłączone takie elementy jak:

- Czujniki ultradźwiękowe HC SRO4.
- Czujniki odbiciowe na podczerwien firmy SHARP.
- Zasilanie systemu elektronicznego.
- Sterownik silnika.
- Serwomechanizm dostarczony wraz z platformą.
- Moduł Bluetooth BTM222.
- GPS L50.

Wszystkie powyższe elementy zostały zakupione w ramach realizacji projektu.

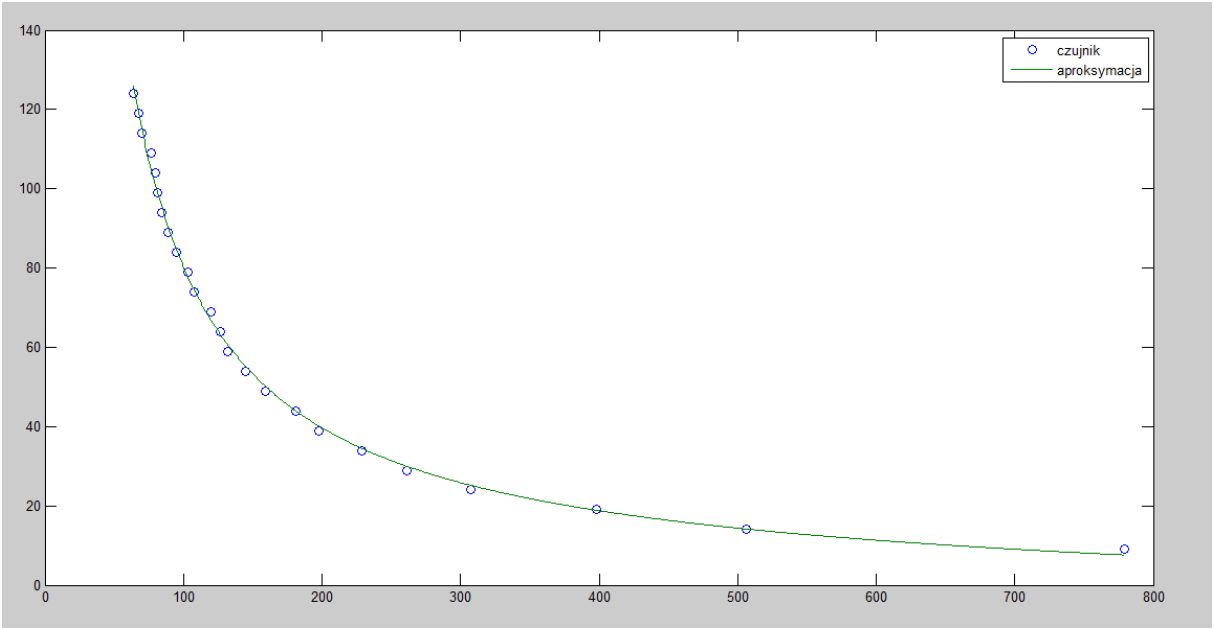


Zdj.5 Podłączenie wybranych modułów do systemu elektronicznego.

### 6.2.2 Testowanie wybranych modułów czujników.

#### 6.2.1.1 Czujnik SHARP GP2D120XJ00F.

W celu poprawnych odczytów odległości przeprowadziliśmy serię pomiarów, polegających na odczytaniu wartości uzyskanych na wyjściu czujnika w zależności od odległości elementu pomiarowego od przeszkody. Następnie dokonaliśmy aproksymacji, uzyskując satysfakcjonujące wyniki. Dla obu czujników pomiary zostały wykonane osobno.



wyk.1 Przykładowy wykres zależności odległości od ilości bitów dla czujnika i funkcji aproksymującej

Wyniki uzyskane przez oba czujniki znacząco różniły się między sobą. Dlatego też zostały użyte dwie różne funkcje aproksymujące, pozwalając nam w wyraźny sposób zmniejszyć błędy, wynikające z użycia błędnej aproksymacji.

Uzyskaliśmy następujące wyniki:

Dla czujnika lewego:

$$y = \frac{8074.2}{x} - 1$$

Dla czujnika prawego:

$$y = \frac{8074.2}{x - 40} - 2$$

#### 6.2.2.1 **Czujniki ultradźwiękowe.**

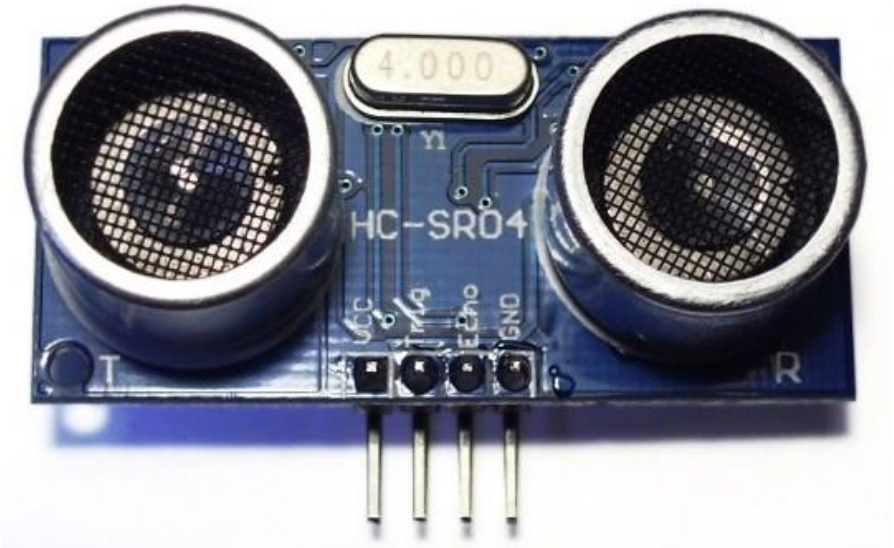
Czujniki ultradźwiękowe działają na zasadzie pomiaru czasu od momentu wysłania impulsu dźwiękowego o częstotliwości 40 kHz przez nadajnik do momentu odebrania tego impulsu przez odbiornik. Zastosowane w projekcie czujniki mają możliwość pomiaru odległości w zakresie od 2 cm do 400 cm z dokładnością 3mm.

Czujnik posiada jedno wejście Trig, służące do wyzwalania pomiaru oraz wyjście Echo, na którym pojawia się impuls prostokątny, proporcjonalny do zmierzonej odległości. Wejście Trig podłączono do zwykłego pinu mikroprocesora, natomiast wyjście Echo podłączono do zewnętrznych wejść, wyzwalających przerwanie INT.

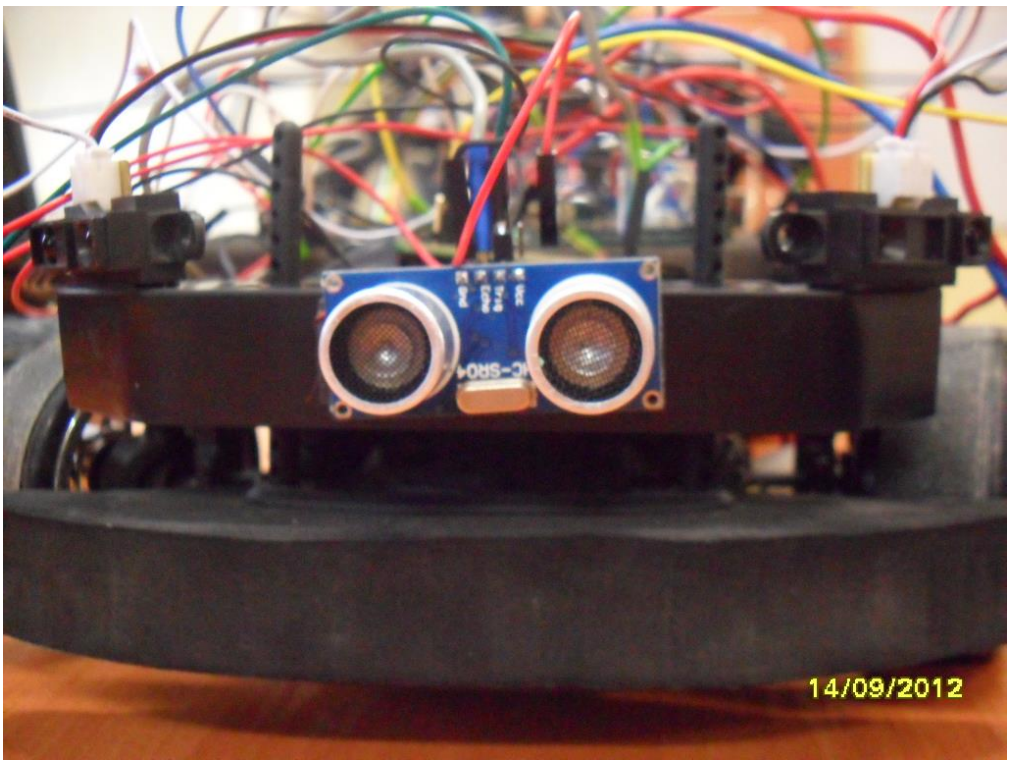
Sposób odczytu odległości z czujnika ultradźwiękowego:

- Ustawienie wejścia INT na reakcję od zbocza rosnącego.
- Odblokowanie Timera w przerwaniu od INT. Ustawienie wejścia INT na reakcję od zbocza opadającego.
- Pomiar czasu Timerem.
- Zakończenie pomiaru czasu w przerwaniu od INT.

Poniżej przedstawiono fotografię czujnika ultradźwiękowego HC SR04 wykorzystanego w projekcie.




Zdj.6 Czujnik ultradźwiękowy.



Zdj.7 Usytuowanie czujników podczerwieni oraz czujnika ultradźwiękowego.

### 6.2.3 Uruchomienie platformy.

Zakupiona platforma mobilna posiadała fabryczny sterownik silnika oraz serwomechanizm, odpowiedzialny za skręcanie kołami.

Do sterowania silnikiem użyto mostka H pochodzącego z projektu „Dobór i badania silników, serwomechanizmów, oraz układów zasilania z przeznaczeniem do bezzałogowych platform latających.”. Algorytmy sterowania pochodzą również z tego projektu.

Opis sterowania:

Sterowanie serwomechanizmem odbywa się za pomocą przebiegu prostokątnego o częstotliwości 50 Hz. Długość impulsu 1.4ms to pozycja neutralna serwomechanizmu, długości impulsu 1ms oraz 2ms to pozycje skrajne.
Serwomechanizm został podłączony do pinu OCR1A mikroprocesora, który jest wyjściem Timera 1 ustawionego w tryb Fast PWM.

Sterowanie silnikiem polega na dostarczaniu do wejść mostka H sygnału PWM oraz sygnału zmiany kierunku obrotu silnika. Wykorzystano pin OCR1C mikroprocesora jako wyjście PWM oraz dwa zwykłe piny, jako wyjścia do zmiany kierunku obrotu silnika.

## 6.3 Komunikacja z jednostką docelową:

Komunikacja z jednostką odbywa się za pomocą modułu BTM-222. Skorzystano z projektu: „Dobór i badania modułów komunikacji bezprzewodowej z przeznaczeniem do bezzałogowych platform latających.”, z którego wykorzystano informacje na temat sposobu komunikacji oraz płytę brd, która pozwoliła na podłączenie modułu do systemu elektronicznego.

Z pośród dostępnych algorytmów szyfrowania wybrany został TEA, który zajmuje mało miejsca oraz jest dostatecznie szybki, co nie spowoduje dużych strat w szybkości systemu elektronicznego. Klucz ten jest 126 bit oparty o sieć Feistela. Wynik jest wielokrotnie szyfrowany.

Aktualnie ze względu na etap prac, tzn. testowania sprzętu oraz algorytmów, szyfrowanie jest aktualnie nie wykorzystywane.

**Jakość komunikacji w zróżnicowanych warunkach terenowych.**

Na otwartym terenie zasięg BTM-222 mieści się w zakresie do 50m. W pomieszczeniu zakres ten drastycznie maleje. Udało się uzyskać połączenie między ścianami, ale powodowało to zmniejszenie zasięgu maksymalnego modułu.

## 6.4 Zaprojektowanie algorytmu odpowiedzialnego za samodzielne wyznaczanie trasy:

### 6.4.1 **Określenie wymagań oraz zasad poruszania się pojazdu.**

- Wykrywanie przeszkód.
- Autonomiczne omijanie przeszkód.
- Poruszanie się w linii prostej w przypadku niewykrycia przeszkód lub gdy odległość od przeszkód jest taka sama.
- Autonomiczna jazda równolegle do ścian w przypadku stałej szerokości pomieszczenia.
- Przemieszczanie się w maksymalnej odległości od przeszkód w celu zmniejszenia prawdopodobieństwa kolizji.
- Szybka i gwałtowna zmiana kierunku w przypadku wykrycia przeszkody w bliskiej odległości od platformy.
- Wolna zmiana kierunku jazdy w przypadku lekkiej korekcji toru ruchu.
- Im większa odległość od przeszkód, tym mniej gwałtowna reakcja pojazdu.

### 6.4.2 Stworzenie algorytmu tworzącego ślad po którym poruszał się pojazd.

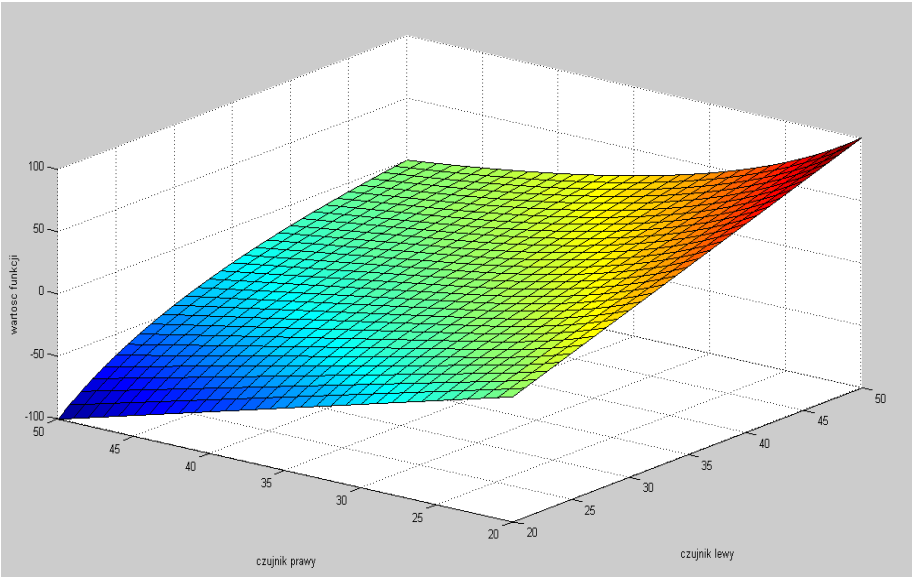
Pomysłem przewodnim było utworzenie algorytmu umożliwiającego autonomiczną jazdę platformy mobilnej. Pojazd powinien samodzielnie wykrywać przeszkody, a następnie je omijać, umożliwiając bezkolizyjne mapowanie terenu. Elementami umożliwiającymi poprawne uzyskanie danych wejściowych do algorytmu, są trzy czujniki ultradźwiękowe i dwa czujniki SHARP, natomiast elementem wykonawczym są serwomechanizmy sterujące kątem skrętu przednich kół pojazdu. Czujniki podczerwone są ustawione pod kątem 45 stopni w stosunku do czoła pojazdu. Umożliwiają one detekcję przeszkód, które nie znajdują się w płaszczyźnie prostopadłej w stosunku do kierunku ruchu platformy. Na bokach pojazdu znajdują się dwa czujniki ultradźwiękowe, których w połączeniu z algorytmem wyszukiwania trasy zadaniem jest utrzymywanie stałej odległości od przeszkody, a co za tym idzie równoległe poruszanie się względem niej. Czujnik ultradźwiękowy, znajdujący się z przodu platformy, pozwala na wykrycie zapory uniemożliwiającej dalszą jazdę w wybranym kierunku.

Funkcja odpowiadająca za skręt pojazdu ma postać:

$$\frac{MIN\_DISTANCE}{\min(czujnik\_lewy, czujnik\_prawy)} * \frac{czujnik\_lewy - czujnik\_prawy}{MAX\_DISTANCE - MIN\_DISTANCE} * 100$$

Gdzie:
MIN_DISTANCE – jest to minimalna odległość, którą może odczytać czujnik SHARP
MAX_DISTANCE – jest to maksymalna odległość, którą może odczytać czujnik SHARP
czujnik_lewy – jest to odległość odczytana przez czujnik znajdujący się po lewej stronie pojazdu
czujnik_prawy – jest to odległość odczytana przez czujnik znajdujący się po prawej stronie pojazdu

Podany wzór wylicza iloraz różnicy wartości odległości odczytanych przez czujniki z zakresem czujnika w celu znormalizowania wartości. W celu zniwelowania gwałtownych skrętów, gdy przeszkody są oddalone i nie ma zagrożenia kolizji, wynik jest wymnożony przez wagę. Waga ta jest równa ilorazowi minimalnej odległości, możliwej do odczytania przez czujnik i minimalnego wskazania czujników w danej chwili.



Wyk.2 Wykres wartości funkcji w zależności od parametrów

Funkcja ta zwraca wartość od 0 do +/-100, gdzie 0 to przemieszczenie w linii prostej, natomiast +/-100 to maksymalny możliwy skręt w zadaną, który może wykonać platforma.

### 6.4.3 **Testowanie algorytmów.**

Platforma mobilna została przetestowana w pomieszczeniu o szerokości około 2m o długości 30m. Na dłuższej ścianie znajdowały się wnęki szerokości jednego metra i głębokości 1,5m. Założeniem algorytmu była jazda środkiem wytyczonego szlaku. Dzięki zastosowaniu wag w algorytmie pojazd wykonywał ostre skręty jeśli był bardzo blisko ściany, natomiast gdy jego odległość od przeszkody była duża, platforma wolno zmieniała kierunek, nawet w przypadku dużych różnic odległości pomiędzy ścianami. Dzięki temu pojazd, gdy znalazł się w równej odległości pomiędzy ścianam, jechał prosto, a wszelkie odstępstwa od środka korygował lekkimi skrętami. W przypadku, gdy obok niego znalazła się nagle przeszkoda, pojazd w trybie natychmiastowym skręcał mocno w drugą stronę, unikając uderzenia z obiektem. Zmiana otoczenia nie wpływała na zmianę skuteczności algorytmu. Pojazd w bieżąco reaguje na przeszkody wykryte w swoim otoczeniu, więc jakakolwiek zmiana otoczenia nie wpływa na jego skuteczność bezkolizyjnej jazdy.

# 7. Zakupy zrealizowane w ramach projektu oraz publikacja wyników:

Poniżej została zamieszczona lista elementów elektronicznych, którą zakupiono w ramach projektu. Koszt zakupów został zamieszczony w punkcie Budżet oraz harmonogram zakupów.

## 7.1 Elementy zakupione w ramach realizacji projektu:

- Sonary ultradźwiękowe.
- Czujnik odbiciowy GP12.
- Platforma mobilna.
- GPS L50.
- Mikrokontroler LPC1768.
- GSM SIM900.
- Akumulator NIMH 5Ah.
- Elementy mechaniczne.
- Przewody.

## 7.2 Zakupy w trakcie realizacji:

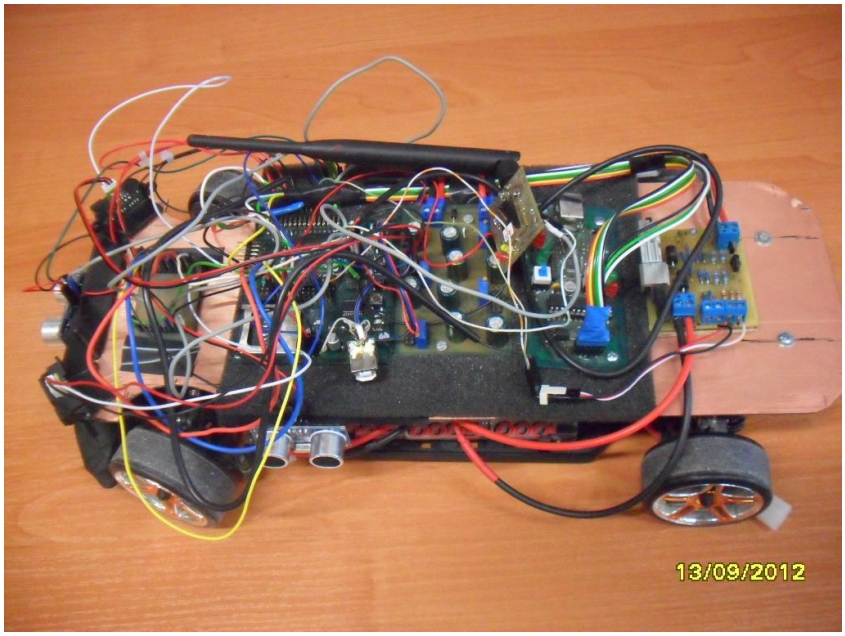
- Zestaw elementów elektronicznych.

Aktualnie czekamy na realizację tego zamówienia, przy czym rozeznania cenowe na wymienione produkty zostały już złożone.

## 7.3 Praktyczna realizacja zakupionych elementów w ramach projektu.

W skład tych elementów wchodzą:

- Platforma mobilna.
- Sonary ultradźwiękowe.
- Czujnik odbiciowy.
- Elementy elektroniczne.
- Elementy mechaniczne.




Zdj.8 Zakupione elementy wykorzystane w realizacji platformy mobilnej.

## 7.4 Publikacja wyników:

Adres miejsca publikacji wyników projektu w Internecie: www.uav.polsl.pl

# 7. Budżet oraz harmonogram zakupów.

Przewidziano zakup specjalistycznego sprzętu, który pozwoli na wykonanie projektu i późniejsze zastosowanie zakupionej aparatury elektronicznej w innych projektach Międzywydziałowego Koła Naukowego High Flyers.

| Nazwa | miesiąc zakupu | Cena |
|---|---|---|
| Zestaw Komponentów elektronicznych | Grudzień | 1808,63 |

# 8. Podsumowanie projektu.

- Zrealizowano cel projektu w 50 procentach. Udało się zrealizować komunikację oraz autonomiczność pojazdu, lecz nie powiodło się zrealizowanie na czas pełnego mapowania pomieszczeń i systemu kontroli baterii. Wszelkie braki, których nie udało się dotychczas zrealizować, zostaną wykonane w kolejnym semestrze.
- Dzięki pracy nad czujnikami odległości uzyskaliśmy wiedzę, jakie rodzaje czujników najlepiej nadają się do określania odległości między przeszkodą, a pojazdem oraz jak rozplanować je na platformie mobilnej.
- Realizacja poszczególnych etapów projektu odbywała się bez opóźnień, poza algorytmem mapowania terenu i systemu kontroli baterii.
- Wyniki uzyskane w projekcie pozwoliły udoskonalić skuteczność prac w kolejnych projektach Koła Naukowego.
- Praca w projekcie nauczyła jego uczestników umiejętności pracy zespołowej oraz udoskonaliła wiedzę z zakresu budowy pojazdów mobilnych, sposobu sterowania, tworzenia algorytmów do autonomicznej jazdy platformy, działania czujników oraz innych urządzeń pomiarowych.
- Wszyscy członkowie projektu sumiennie i rzetelnie wykonali swoje zadania, dzięki temu wyniki projektu są wiarygodne i można się na nich opierać w dalszych projektach.

# 9. Opinia opiekuna Koła Naukowego High Flyers.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Podpis Opiekuna:**