



DOKUMENTACJA TECHNICZNA
KOMPONENTÓW ELEKTRONICZNYCH
PROJEKT ROBOTA CHODZĄCEGO PO SCHODACH W RAMACH KURSU
PODSTAWY MECHATRONIKI

Michał Kieres

Artur Stefańczyk

Spis treści

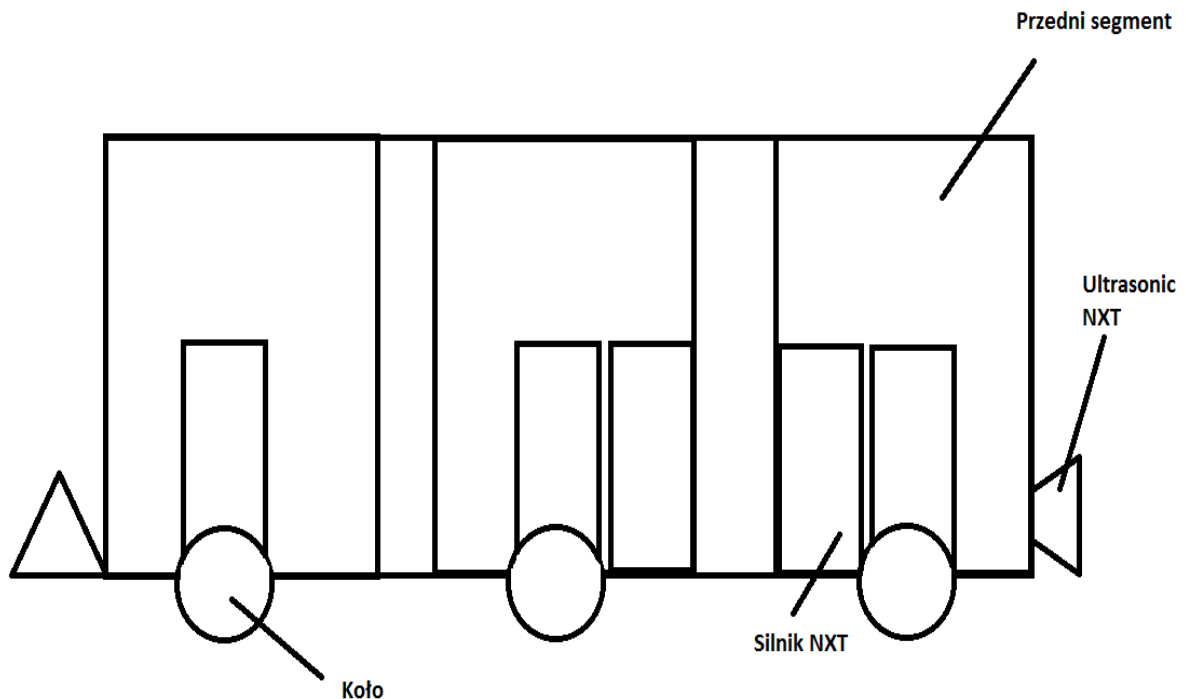
CEL PROJEKTU	3
SCHEMAT POGLĄDOWY.....	3
KONCEPCJA	4
OMÓWIENIE WŁAŚCIWOŚCI KONKRETNÝCH KOMPONENTÓW	
ELEKTRONICZNYCH.....	5
ZASILANIE	5
ROBOCORE.....	6
SIŁNIKI LEGO NXT	7
DALMIERZE ULTRADŹWIĘKOWE LEGO NXT	8
CEL ROZMIESZCZENIA CZUJNIKÓW	9
SCHEMATYCZNY ZAMYSL ROZSTAWIENIA CZUJNIKÓW	9
UZASADNIENIE WYBORU CZUJNIKÓW	9
OPIS ROZMIESZCZENIA CZUJNIKÓW	10
ROZMIESZCZENIE CZUJNIKÓW NA ROBOCIE Z ZACHOWANIEM	
WYMIARÓW	10
SCHEMATYCZNE ROZMIESZCZENIE CZUJNIKÓW	12
MECHANIZM SKRĘCANIA.....	13
SYMULACJA MECHANIZMU SKRĘCANIA.....	14
SCHEMATYCZNE PODŁĄCZENIA NA PODSTAWIE ARDUINO.....	16
ZAMYSL PODŁĄCZENIA	18
SZKICOWY SCHEMAT POŁĄCZEŃ NA ROBOCORE	18
PODSUMOWANIE	19

Cel projektu:

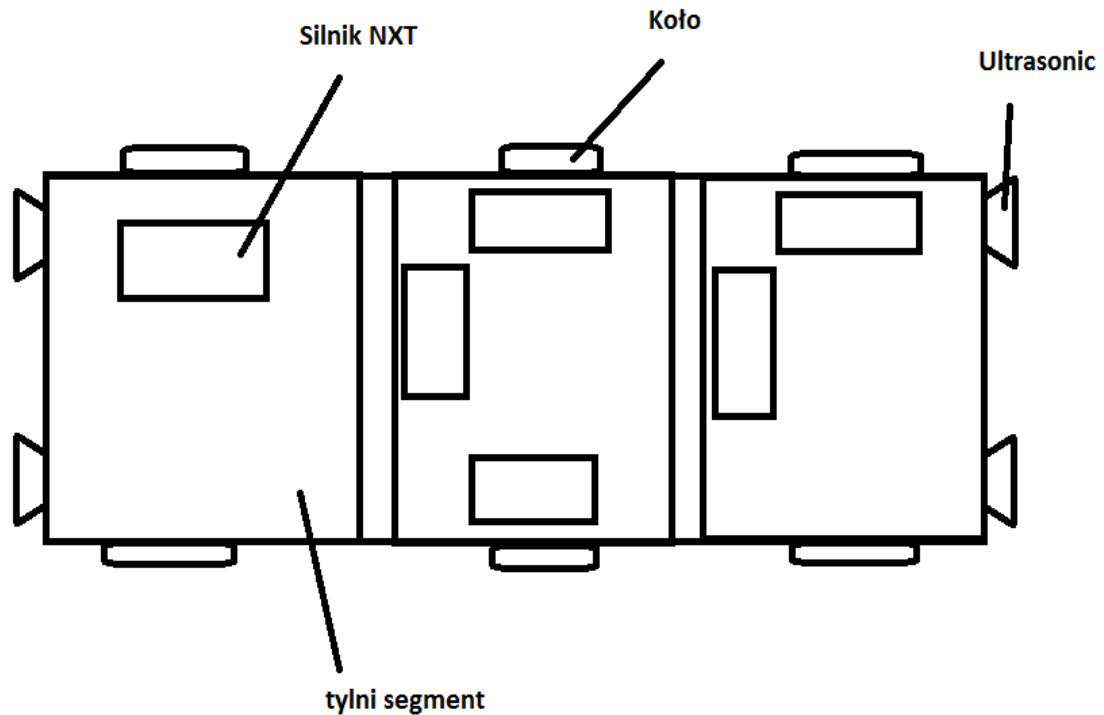
Jako cel projektu przyjęliśmy zbudowanie trójsegmentowego robota zdolnego do wchodzenia oraz schodzenia po schodkach. W pierwszej fazie robot podjeżdża do schodków, za pomocą pary dalmierzy ustawia się względem nich równoległe. Następnie przesuwa się na pewną ustaloną odległość do schodka i podnosi swój pierwszy segment. W momencie, w którym dalmierze pokazują wartość większą, niż wartość minimalna robot dojeżdża drugim segmentem do schodka. Proces ten jest powtarzany i dokładnie omówiony w części software'owej projektu.

Schemat poglądowy:

Widok z boku:



Widok z góry:



Koncepcja:

W projekcie zdecydowaliśmy się użyć RoboCore'a jako mikrokontrolera i platformy programistycznej, ze względu na właściwą ilość portów potrzebnych do uruchomienia konstrukcji oraz kompatybilność z silniczkami i czujnikami z LEGO NXT. Do poruszania się robota oraz podnoszenia poszczególnych segmentów użyliśmy silniczków LEGO NXT, gdyż najłatwiej skomponować je z planowaną konstrukcją. Niezbędne okazało się też zastosowanie dalmierzy ultradźwiękowych w celu wykrywania schodka i jego krawędzi. Zastosowaliśmy dalmierze LEGO NXT, ze względu na kompatybilność i łatwe podłączenie do RoboCore'a.

Omówienie właściwości konkretnych komponentów elektronicznych:

Zasilanie - do zasilenia robota, użyjemy baterii litowo-polimerowej (PowerBank Green Cell PowerPlay) o napięciu wyjściowym 9V i natężeniu 1.5A o pojemności 20000 mAh.

Wymiary: 140 x 72 x 14 mm

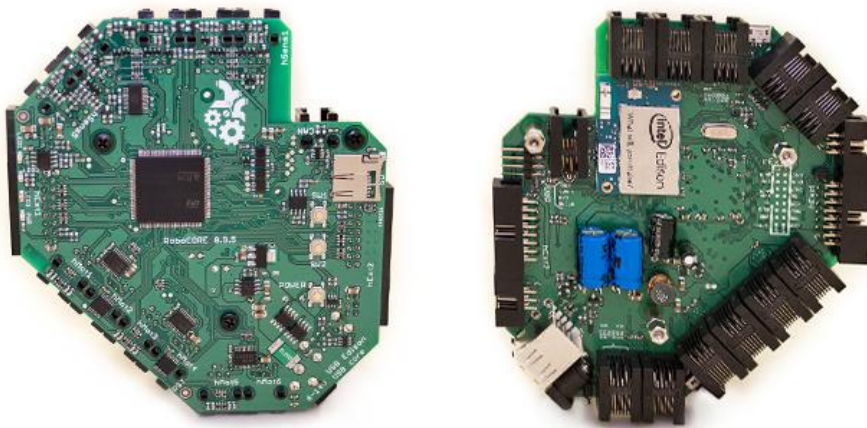


Rys. 1 Powerbank

RoboCore - jest to rozbudowana platforma programistyczna, z mikrokontrolerem typu 168 MHz ARM Cortex M4 oraz procesor Intel Edison. Platforma zasilana jest prądem o napięciu minimalnym 6V i nominalnym 14V. Platforma ma moduł bluetooth i Wi-Fi, przez co z łatwością można podłączyć ją do sieci. Posiada aż 6 portów kompatybilnych z silnikami LEGO NXT i LEGO EVE3, a także z dowolnym innym silnikiem z enkoderem, które można bezpośrednio podłączyć do płytki sterującej; nie jest potrzebna obecność dodatkowych driverów. Taka ilość portów spełnia warunki potrzebne do naszego projektu, gdyż używamy sześciu silników. RoboCore posiada także 5 wejść na czujniki, które także kompatybilne są z czujnikami LEGO NXT i LEGO EVE3. Ta liczba także spełnia warunki potrzebne do naszego projektu.

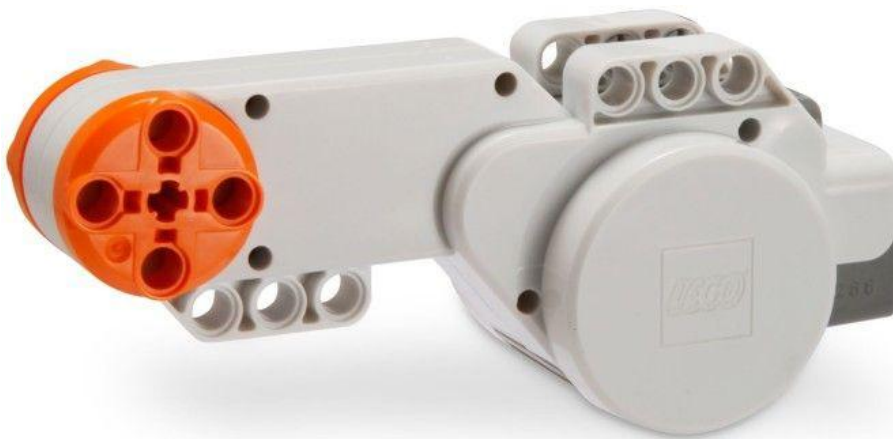
Dodatkowo płytka posiada 2 porty rozszerzeniowe do którym można podłączać dodatkowe moduły i shieldy typu: GIPO, UART, I2C itp.

Platforma posiada dwa wejścia na USB oraz wejście na kartę SD.

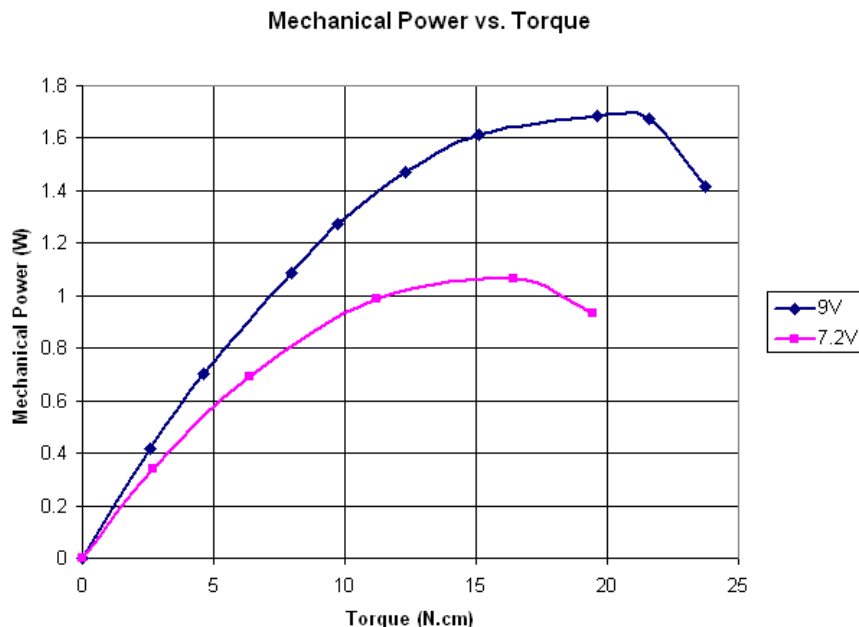


Rys. 2 RoboCore

Silniki LEGO NXT - Serwomotor z wbudowanym enkoderem, umożliwiającym dokładne zmierzenie obrotu silnika. Silnik NXT jest bardziej dokładny niż klasyczny silnik krokowy, na jego jeden krok przypada około 1° obrotu silnika (gdzie w typowym silniku krokowym jest to około 1.8° obrotu). Silnik działa optymalnie przy stałym napięciu 9V, co pozwala mu na wykonywanie około 200 rpm (obroty na minutę). Jego moment obrotowy dla napięcia 9V to 0.5Ncm, co oznacza, że nie będzie miał on problemów z podniesieniem segmentu robota, który waży około 750g, pod warunkiem zastosowania przekładni redukcyjnej (3:1).



Rys.3 Silnik LEGO NXT



Powyższy wykres przedstawia zależność między mocą silnika NXT, a jego momentem obrotowym. W projekcie dostarczamy silnikom napięcie 9V, jest to optymalne napięcie dla tego rodzaju silników.

Dalmierze ultradźwiękowe LEGO NXT - jest to czujnik cyfrowy, służący do mierzenia odległości od obiektu będącego ustawionym do niego równolegle, ustawionego w odpowiedniej odległości. Czujnik działa w bardzo prosty sposób, wysyła falę dźwiękową o wysokiej częstotliwości, a następnie liczy ile czasu fala potrzebowała, aby odbić się od obiektu znajdującego się przed nim ,a następnie wrócić do sensora. W związku z tym czujnik nie będzie działał, jeśli jedna z jego membran pomiarowych będzie zakryta. Sensor potrafi dokładnie odczytać dystans od obiektu znajdującego się w odległości 3 do 250 cm z niedokładnością pomiarową ± 1 cm. Jeśli sensor jego odpowiedź wysyła 255cm oznacza to, że nie jest w stanie określić położenia obiektu przed nim(nie jest on w wymaganej odległości). Ponieważ martwe pole sensora ma promień 3 centymetrów, w projekcie musimy rozmieścić je w minimalnej odległość $8(2*(3+1))$ centymetrów od siebie, aby możliwe było ustawienie równolegle robota do schodka.



Rys.4 Dalmierz ultradźwiękowy LEGO NXT

Cel rozmieszczenia czujników:

Jako główny cel elektronicznej części projektu uznaliśmy dobranie odpowiednich czujników, których specyfikacja sprawdzi się przy konkretnym projekcie oraz poprawne ich rozmieszczenie, pozwalające na rzetelny odczyt przekazywanych przez nie wartości, a równocześnie dobrze komponujących się w mechanikę robota.

Schematyczny zamysł rozstawienia czujników:

Zdecydowaliśmy się umieścić czujniki na pierwszym i ostatnim segmencie robota. Nie było potrzeby, aby rozmieścić czujniki na segmencie środkowym, gdyż odległość od końca pierwszego segmentu do segmentu środkowego oraz odległość od początku segmentu środkowego do początku trzeciego(ostatniego) segmentu jest stała, w związku z tym istnieje możliwość przypisania konkretnej liczby obrotów silniczka NXT, w taki sposób, aby robot ustawił się w odpowiedniej odległości od schodka. Dokładny opis tego procesu, można znaleźć w informatycznej części projektu.

W pierwszym segmencie czujniki są zamocowane równoległe do powierzchni schodka, natomiast w segmencie ostatnim zostały zamocowane do nich prostopadle. Odczyt z czujników zamocowanych do pierwszego segmentu, potrzebny będzie podczas wjeżdżania robota po schodach, natomiast czujniki zamocowane na segmencie trzecim posłużą do wyznaczenia odległości podczas zjeżdżania.

Uzasadnienie wyboru czujników:

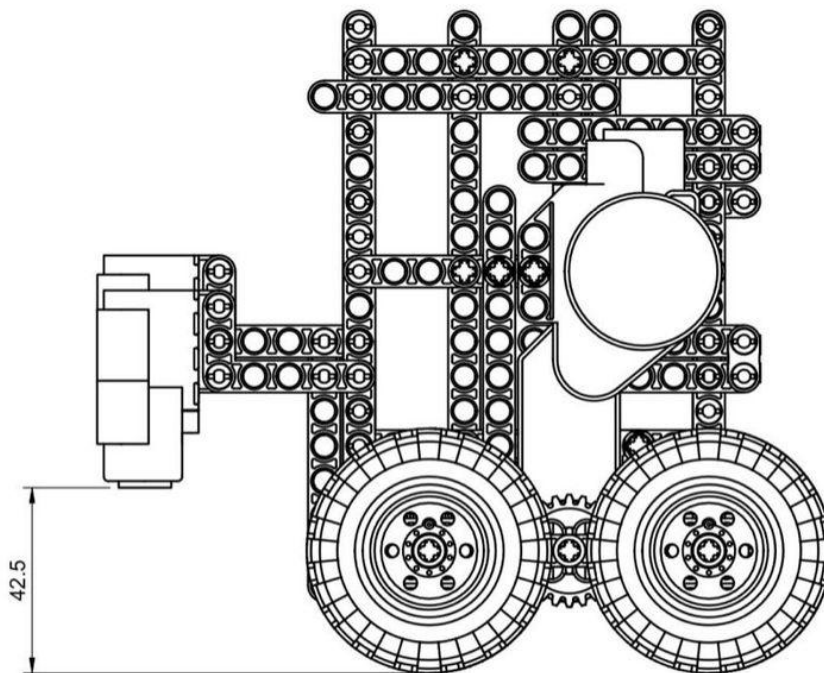
W projekcie użyjemy 4 dalmierzy ultradźwiękowych NXT. Ich plusem jest zakres odczytywanych wartości(3-250cm), pozwoli to na odnalezienie dystansu potrzebnego do pokonania do danego schodka i przeliczenie go na konkretną ilość obrotów silnika. Ponadto czujniki zostaną rozmieszczone na skraju boku robota, dzięki czemu możliwe będzie dorównanie robota do schodka; poprzez porównanie odczytu jednego czujnika do drugiego czujnika z jednego segmentu oraz znając odległość między nimi(w przypadku naszego projektu jest 81mm) jest możliwe wyliczenie kąta o jaki potencjalnie robot mógłby się obrócić, aby znalazł się równoległe do powierzchni schodka. Oczywiście, aby było to możliwe odczyt pomiędzy czujnikami musi być większy, niż minimalna niepewność czujnika tj. 10mm. W przypadku różnicy odczytów mniejszej, niż 10mm uznajemy, że robot ustawiony jest równoległe do ściany lub przynajmniej wystarczająco równoległe, aby nie przeszkodziło mu to w kontynuowaniu wjeżdżania na schody.

Opis rozmieszczenia czujników:

Sensory, aby należycie pracowały i podawały dokładny dystans od obiektu muszą znajdować się w odległości 30mm z niedokładnością pomiarową ± 10 mm. Przyjęliśmy że minimalna wartość odległości między czujnikiem a obiektem ma wynosić 40mm. Odległość czujników (na segmencie pierwszym) od ziemi ustaliliśmy na 42.46mm. Za minimalną wartość oddalenia czujników od siebie przyjęliśmy 80mm, więc nasze rozmieszczenie czujników w odległości 81mm uznajemy za prawidłowe.(Rys.2) Czujniki na segmencie 3 również umieściliśmy na wysokości 42.46mm. (Rys.1)

Podczas dojeżdżania do obiektu czujniki na segmencie 3 skierowane na wprost zaprogramujemy aby po przekroczeniu wartości krytycznej tj. 40mm dezaktywowały się a następnie robot będzie dojeżdżał do przeszkody przez określony czas i ze stałą liczbą obrotów, wcześniej przez nas wyliczoną.

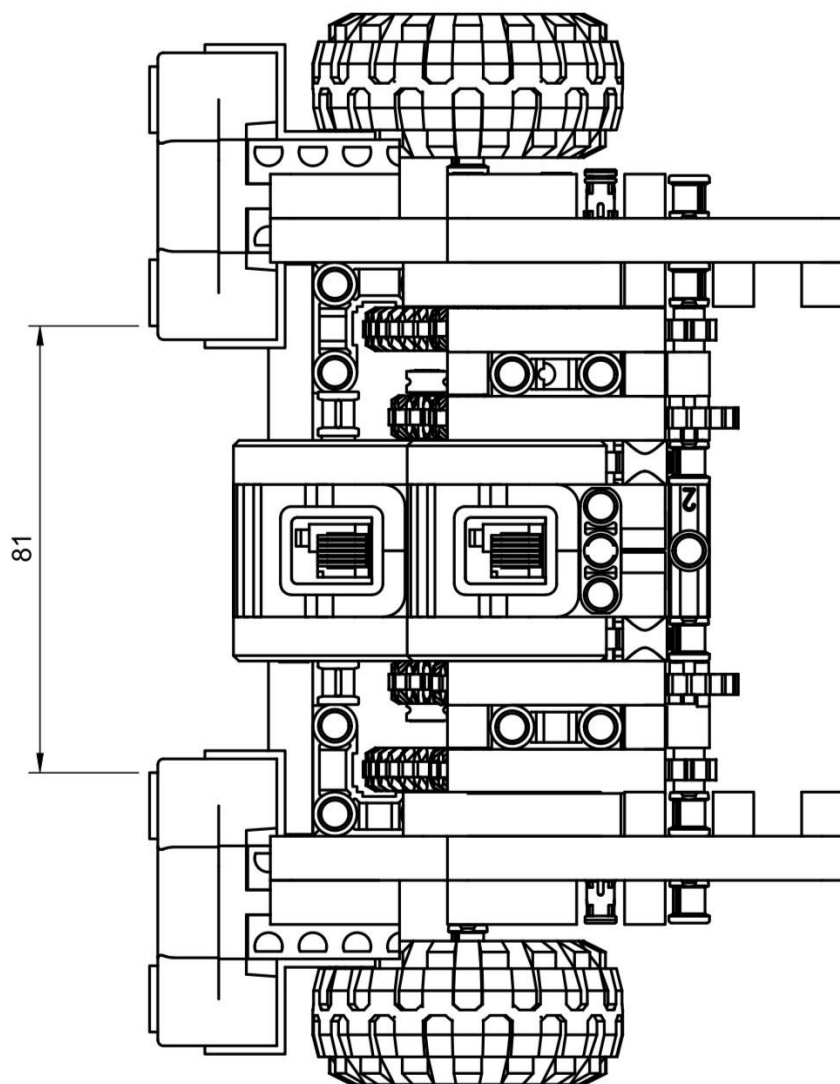
Rozmieszczenie czujników na robocie z zachowaniem wymiarów:



Rys. 1

(Rys. 1)

Czujniki zarówno na pierwszym jak i trzecim segmencie znajdują się na wysokości 42.46 mm tj. $3\text{mm} + 1\text{mm}$ (martwe pole + niepewność pomiarowa), w celu uniknięcia możliwych błędów.

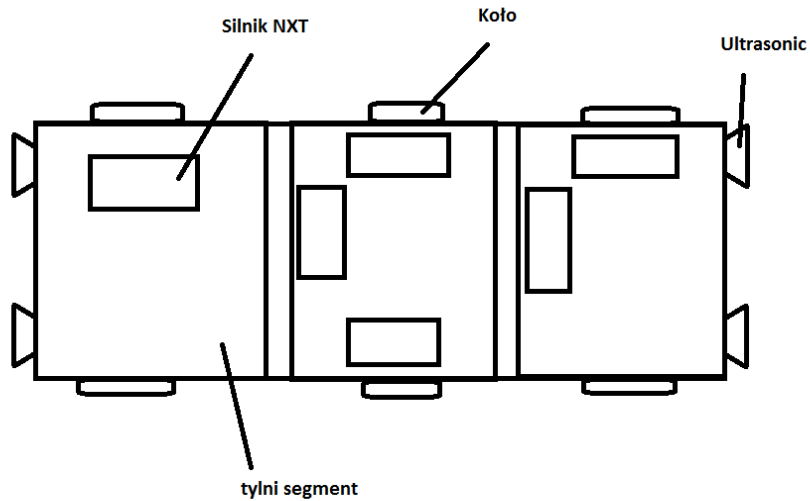


Rys. 2

(Rys. 2)

Rzut z góry, przedstawiający rozmieszczenie czujników na pierwszym segmencie. Czujniki zarówno na segmencie pierwszym jak i trzecim oddalone są od siebie o 81mm, 2(3+1)mm tj. podwojone martwe pole, w celu ominięcia możliwych błędów.

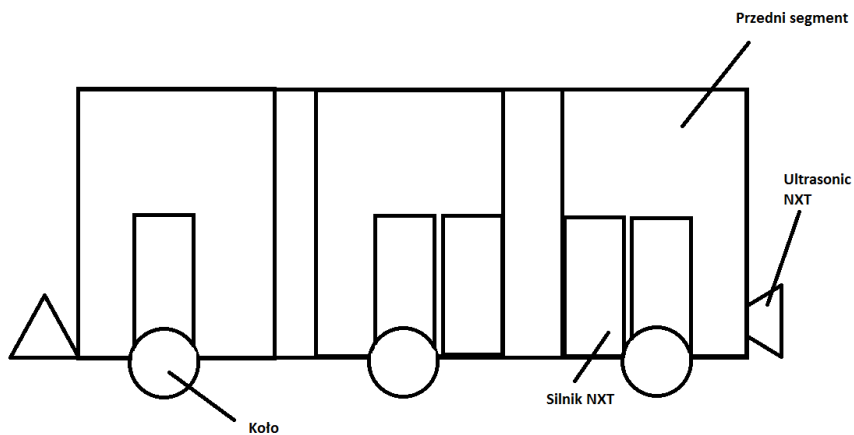
Schematyczne rozmieszczenie czujników:



Rys. 1

(Rys. 1)

Widok z góry, czujniki znajdują się na pierwszym i trzecim segmencie na przeciwległych bokach robota.

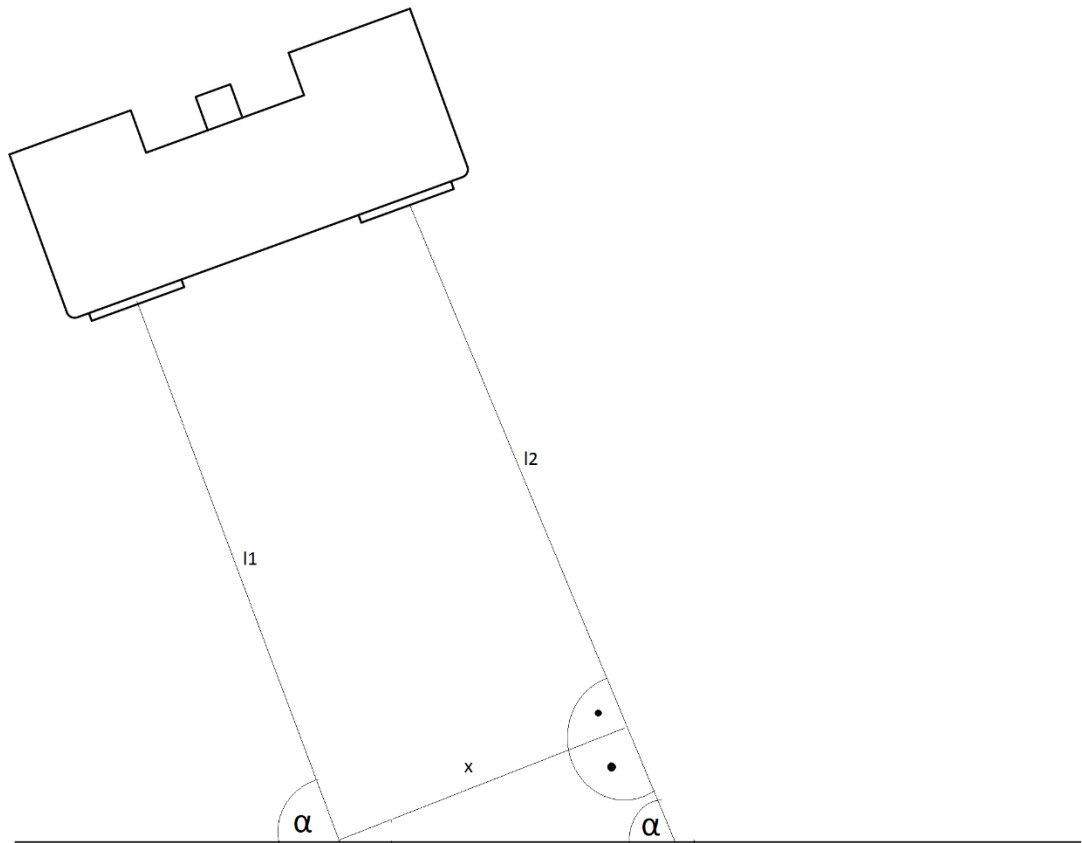


Rys. 2

(Rys. 2)

Czujniki na pierwszym segmencie umieszczone są równoległe do schodów, natomiast na segmencie trzecim prostopadle do schodów.

Mechanizm skręcania:

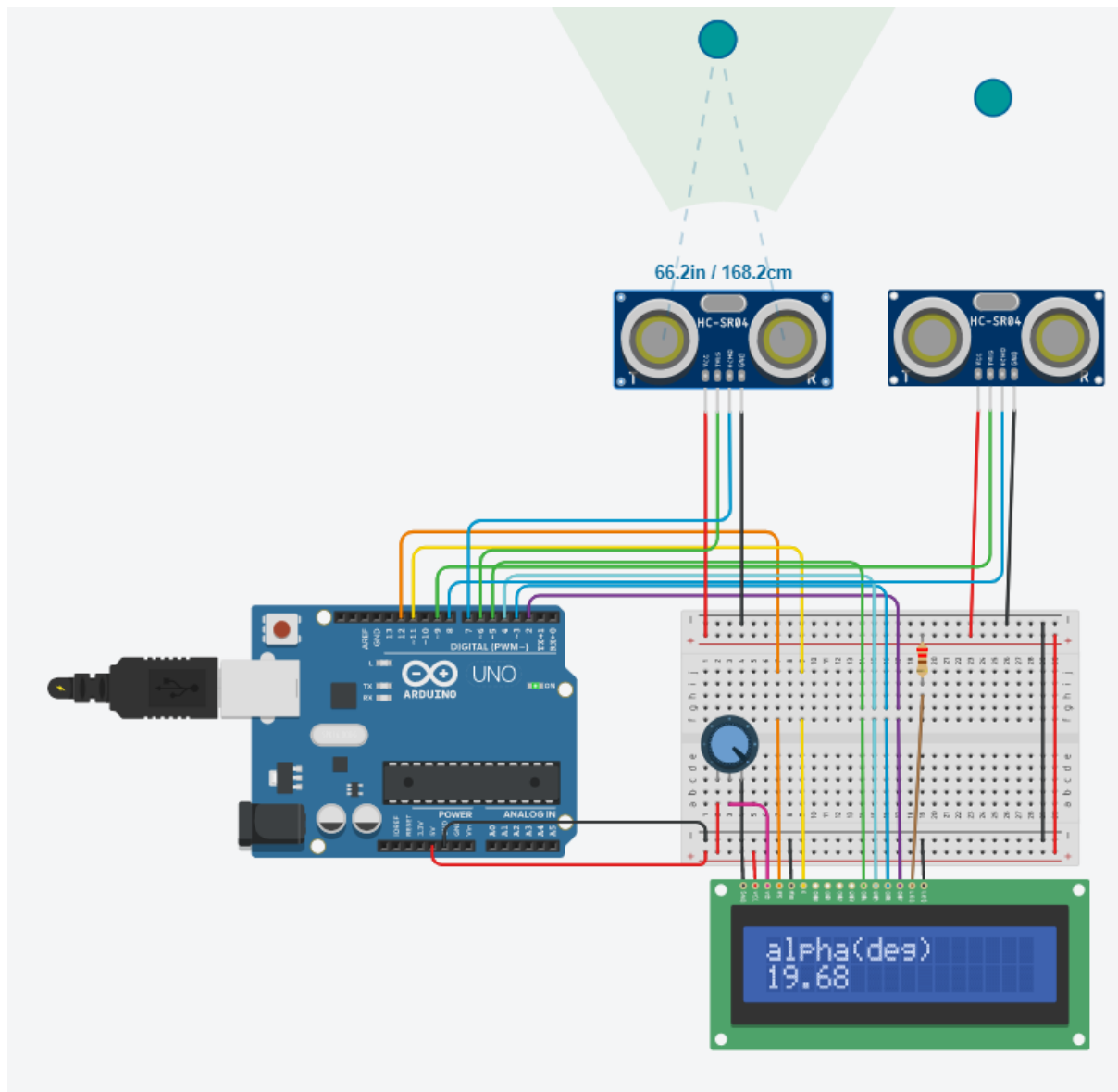


Obrócenie robota będzie zależne od tego czy robot stoi prosto względem przeszkody a jeśli nie to jak bardzo musi się skorygować. Dany kąt o jaki robot będzie miał się obrócić aby się wyrównać robot będzie liczył ze wzoru:

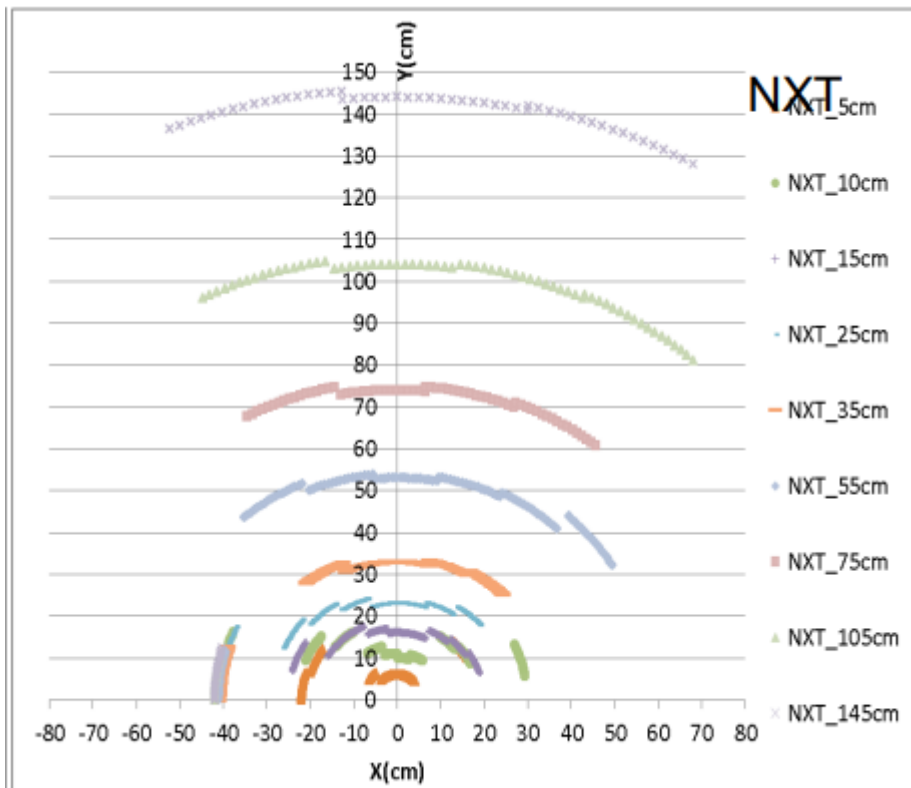
$$\frac{x}{l2-l1} = ctg\alpha$$

Symulacja mechanizmu skręcania:

Wykonaliśmy symulacje w TinkerCadzie obrazującą w jaki sposób można obliczyć kąt pomiędzy robotem a ścianą za pomocą ultrasoników :



<https://www.tinkercad.com/things/9GgToQDHxhv-copy-of-magnificent-robot-snicket/editel?sharecode=eKIC9kX4mAnfDOnOhtrDZjwdsnCn5PyiGwu9VIBQUj4>



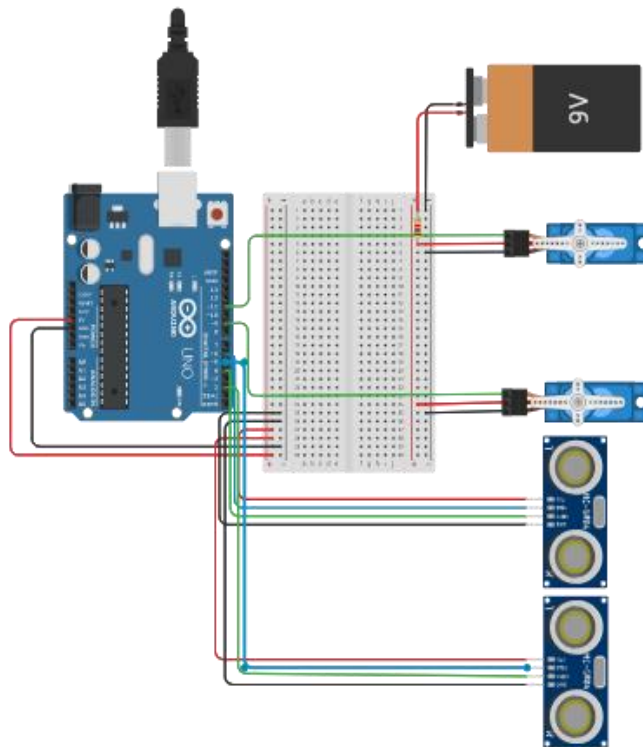
Rys. 1 (<https://www.robofest.net/2014/Liu.pdf>)

Powyższy wykres pokazuje z jakimi niedokładnościami mamy do czynienia w zależności od odległości zmierzonej przez ultrasoniki. W przewidywanej odległości, z którą możemy mieć do czynienia w projekcie niedokładności są niewielkie, przez co lepiej uda nam się obliczyć kąt nachylenia do ściany.

Schematyczne podłączenia na podstawie Arduino:

Każdy z poniższych przykładów reprezentuje jeden z segmentów robota:

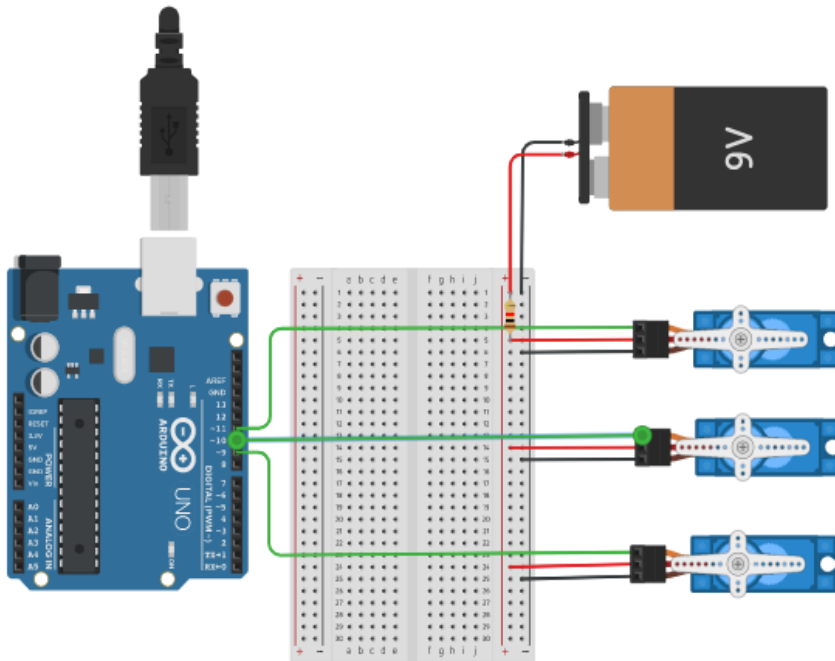
Segment 1.



Dwa silniki oraz dwa dalmierze ultradźwiękowe

<https://www.tinkercad.com/things/9GgToQDHxhv-copy-of-magnificent-robot-snicket/editel?sharecode=eKIC9kX4mAnfDOnOhtrDZjwdsnCn5PyiGwu9VIBQUj4>

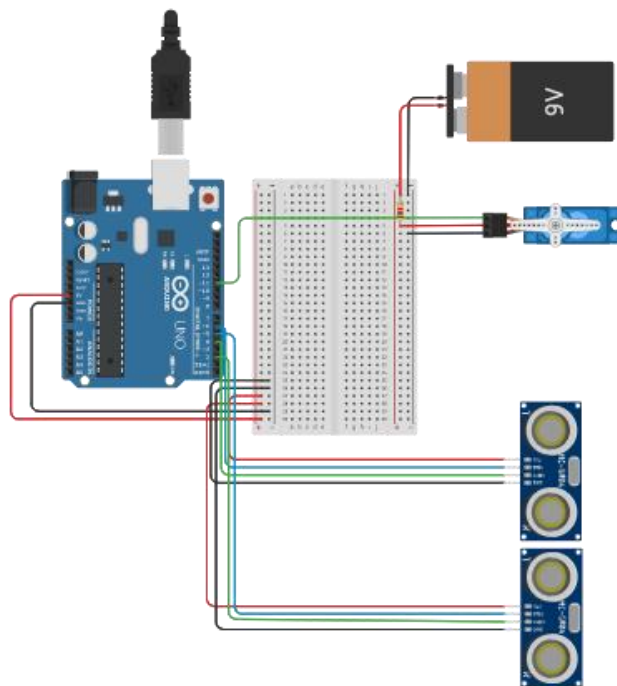
Segment 2.



3 silniki

<https://www.tinkercad.com/things/dTywrCW3Rpo-segment2/editel>

Segment 3.



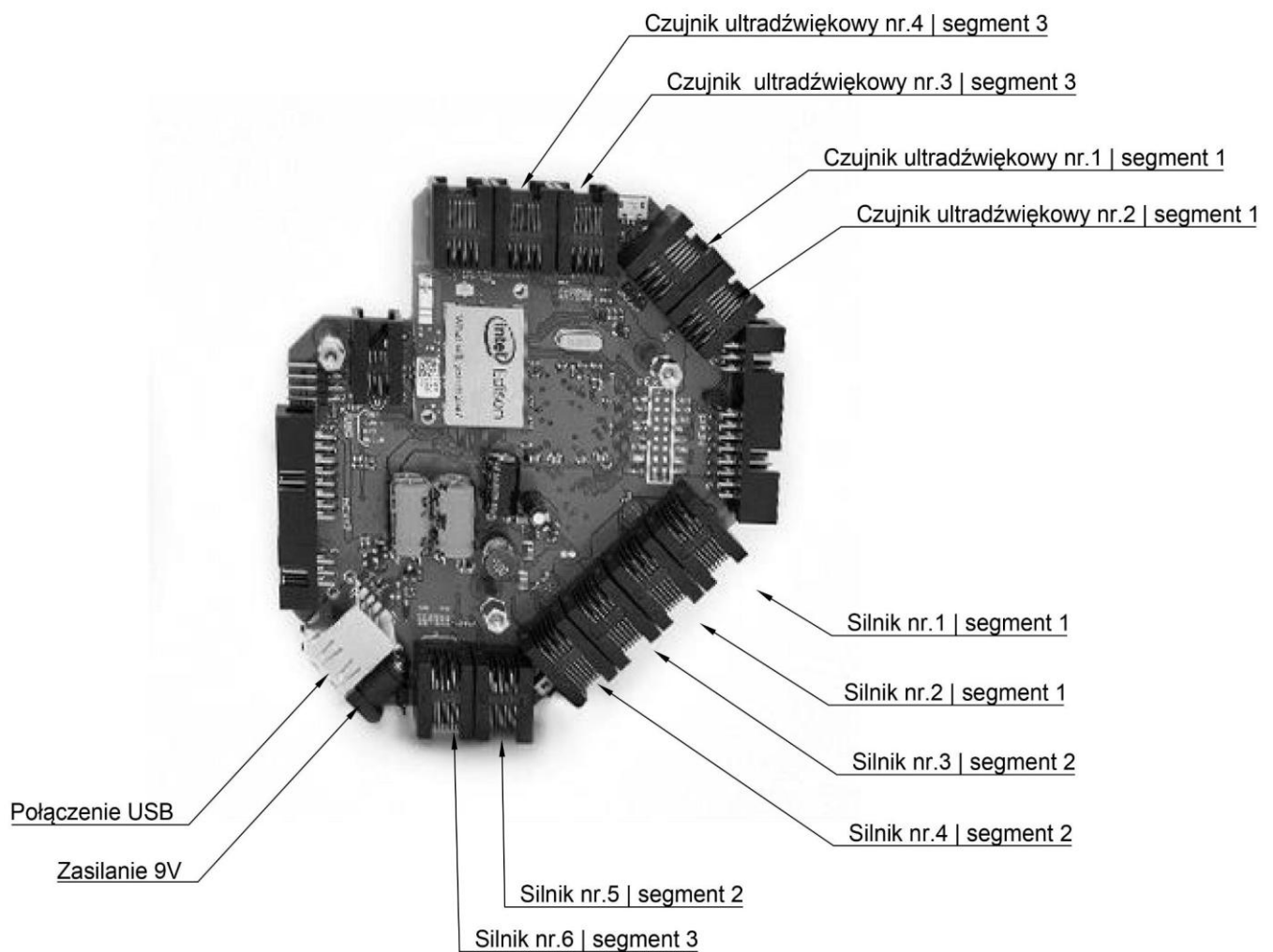
1 silnik, 2 dalmierze ultradźwiękowe

<https://www.tinkercad.com/things/dHWCEX4jc47-segment3/editel>

Zamysł połączenia:

W rzeczywistości każdy z trzech segmentów podłączony byłby do jednej platformy zasilanej PowerBankiem. Zamiast Arduino projekt realizowany będzie na płycie RoboCore.

Szkicowy schemat połączeń na RoboCore:



Podsumowanie:

Wszystkie komponenty elektroniczne użyte w projekcie są ze sobą kompatybilne. Zostało dobrane odpowiednie zasilanie, pozwalające na ich zastosowanie. Ich wartości z datasheet, zostały porównane z warunkami, które mogą doświadczyć podczas testów projektu np. moment obrotowy silników jest wystarczający, aby podnieść konstrukcję robota, martwe pola czujników odległości nie będzie miało znaczenie, przy odpowiednim ich rozmieszczeniu.