



KoNaR

KOŁO NAUKOWE ROBOTYKÓW

Koło Naukowe Robotyków „KoNaR”

„Osioł 8”
Robot mobilny klasy minisumo

Tomasz Puła
Artur Wojdan
Michał Ogórek

Wrocław, 04.01.2011r.

Spis treści

1. Cel projektu	3
2. Wstęp	3
3. Elektronika.....	3
4. Napęd	8
5. Czujniki	9
6. Zasilanie	11
7. Konstrukcja mechaniczna	11
8. Program	13
9. Podsumowanie.....	13

1. Cel projektu

Celem projektu było zbudowanie robota mobilnego klasy minisumo, który wystartuje w zawodach Robotnic Arena 2010. Czas na wykonanie robota nie był długi, bo mieliśmy jedynie miesiąc. Dodatkowo chcieliśmy poszerzyć swoje umiejętności z zakresu elektroniki i nauczyć się projektować płytki i układy od podstaw.

2. Wstęp

Wymagania jakie musi spełniać robot klasy minisumo określone są w regulaminie zawodów:

Artykuł 9 – Charakterystyka robota

- Stojący robot musi zmieścić się wewnątrz prostopadłościanu o szerokości i długości wewnętrznej 10 cm powiększonych o dokładność narzędzia pomiarowego. Wysokość robota nie jest ograniczona.
- Waga robota nie może przekroczyć 500 g powiększonych o dokładność urządzenia pomiarowego.
- Po ustawieniu robota na kartce papieru o gramaturze 80g/m², a następnie jego podniesieniu, kartka nie może oderwać się od podłoża.
- Robot musi poruszać się w sposób autonomiczny. Komunikacja z robotem w czasie pojedynku jest zabroniona (wyjątek stanowi zdalne startowanie i zatrzymywanie robota).
- Robot powinien być tak zaprojektowany by samoczynnie rozpoczął walkę nie wcześniej niż pięć sekund po uruchomieniu go przez dowolnego członka drużyny.
- Działanie robota nie może być uzależnione od zmieniających się w trakcie trwania zawodów warunków oświetlenia (od półmroku po mocne reflektory), dymu, głośnej muzyki czy efektów laserowych. W trakcie trwania imprezy wystąpić może oświetlenie żarówkami tradycyjnymi, halogenowymi, energooszczędnymi, świetłówkami, diodami LED i innymi źródłami światła występującymi w gospodarstwach domowych. Organizatorzy nie mają wpływu na oświetlenie uliczne znajdujące się w pobliżu okien budynków, w trakcie trwania walk obowiązywać będzie zakaz robienia zdjęć z lampą błyskową i używania innych źródeł intensywne światła.

Osiół 8 powstał głównie na podstawie wiedzy i doświadczeniach zdobytych podczas budowy poprzedniego robota Orzeła 7.

3. Elektronika

Elektronikę robota zaprojektowaliśmy opierając się na schematach elektroniki poprzedniego robota i dostosowując ją do naszych rozwiązań. Powstały dwie płytki jednowarstwowe składane w kanapkę. Z jednej ku górze wystaje rząd pinów, a z drugiej ku dołowi wystaje rząd gniazd na goldpiny. Planowaliśmy usunąć gniazda na goldpiny z górnej płytki, a piny z olnej płytki wlotować w otwory w płytce górnej. Taką operację chcieliśmy przeprowadzić po upewnieniu się że wszystko działa jak należy, jednak przy obecnej konstrukcji robota nie wnosi to za wielkiej oszczędności na jego wysokości. Nie mniej jednak da się to zrobić i tym samym wysokość zestawu płytek można zmniejszyć o połowę.

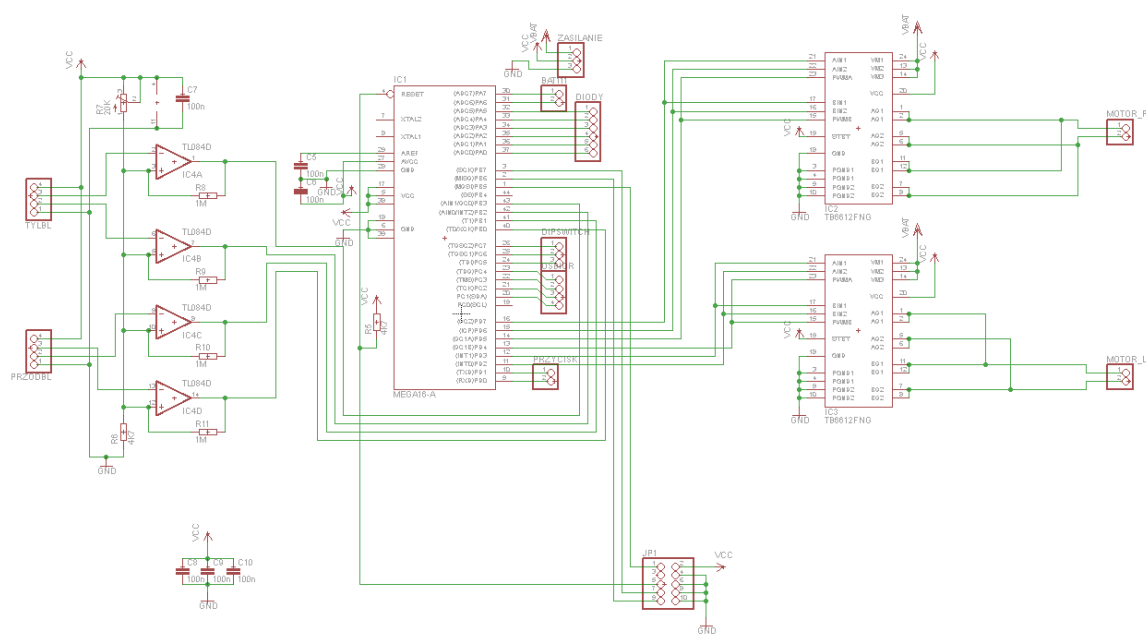
Dolna płytka zawiera:

- mikrokontroler Atmega16-16AU
- złącze KENDA (w górnej płytce jest wycięcie nad złączem)
- dwa podwójne mostki typu H Toshiba TB6612 – do każdego z silników podłączone są wyjścia jednego mostka w których zrównolegiliśmy kanały,
- podwójny wzmacniacz operacyjny TL084 pracujący w trybie komparatora
- piny do połączenia z drugą płytką
- piny do połączenia do połączenia silników, czujników linii białej, oraz wejścia sygnałów z odbiorników IR

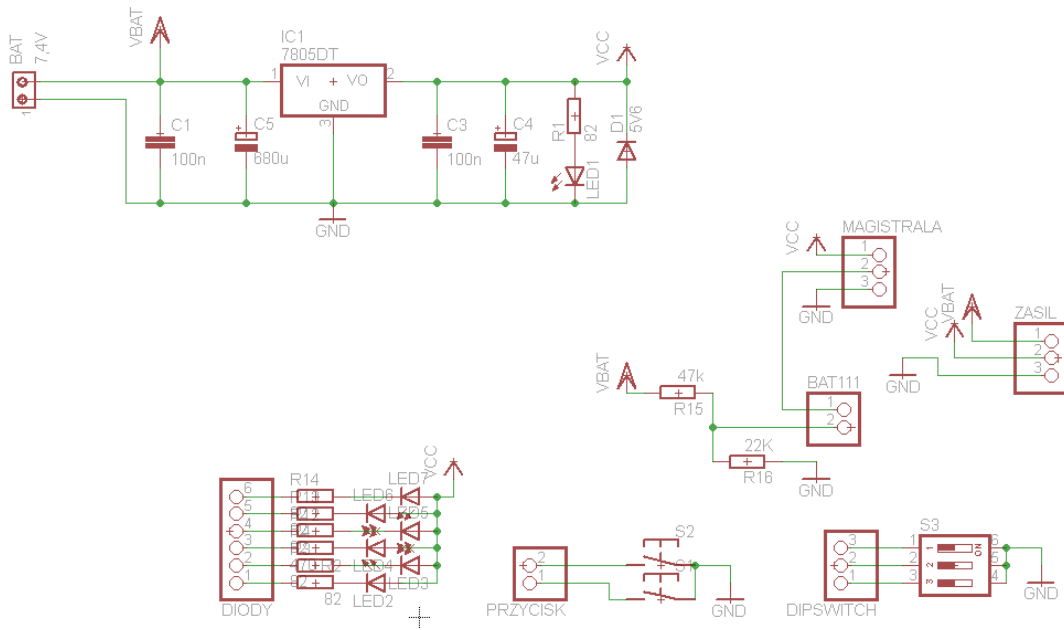
Górna płytką zawiera:

- sekcję zasilania – stabilizator typu very low drop L4941 wraz z kondensatorami
- 7 diod wraz z opornikami – jedna sygnalizująca napięcie na wyjściu stabilizatora a pozostałe sześć sterowanych z mikrokontrolera
- Dwa przyciski typu microswitch
- Potrójny przycisk przesuwany dip-switch
- Rezystorowy dzielnik napięcia do pomiaru napięcia baterii
- piny do połączenia z drugą płytką
- piny do podłączenia baterii oraz do podłączenia zasilania i sygnału sterującego czujnikami przeciwnika

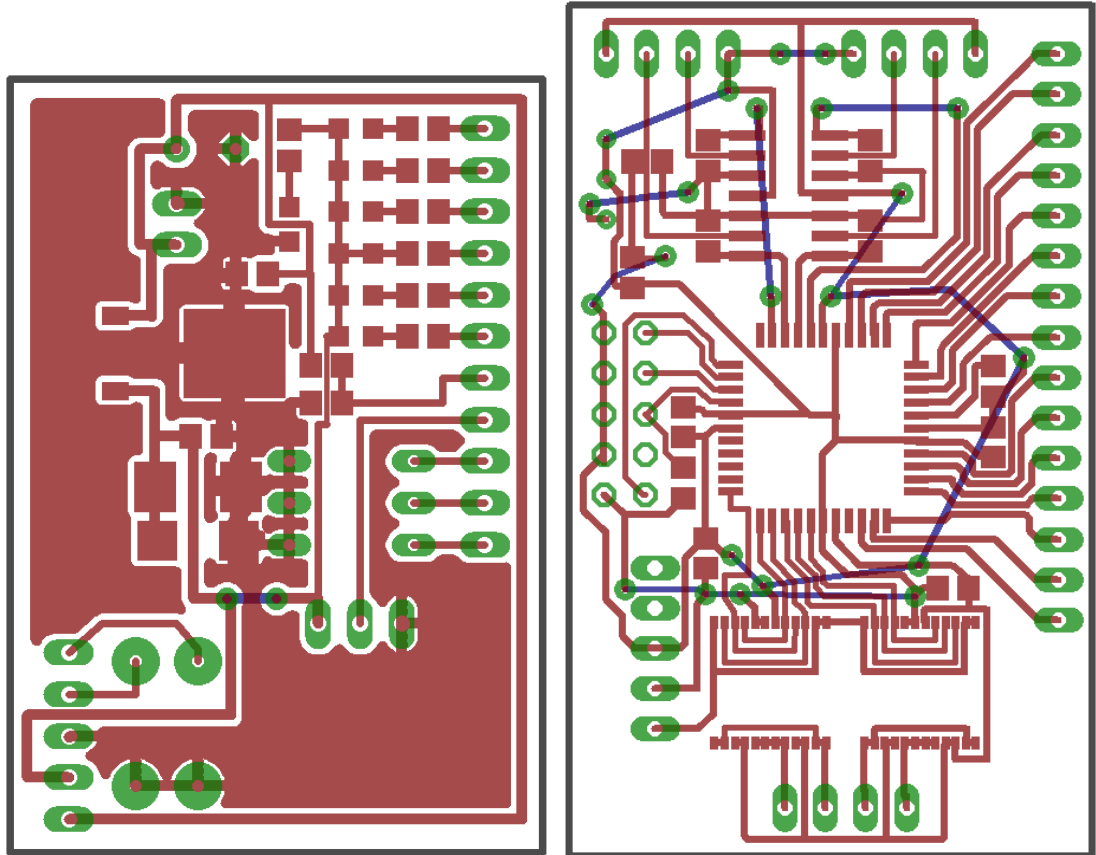
Jedyne zastosowane elementy przewlekane to: potencjometr precyzyjny do regulacji progu zadziałania komparatora na dolnej płytce oraz kondensator elektrolityczny i microswitche i dip-switche na górnej płytce. O ile zastosowanie microswitczy przewlekanych lub powierzchniowych nie robiło różnicy, to kondensator tantalowy o potrzebnej nam pojemności (ok. 680-1000uF) był trudny do kupienia we Wrocławiu. Niżej schematy oraz wzory obu płytek. O ile na górnej płytce była konieczność zastosowania jednej zworki, to na dolnej płytce zworek jest cała masa, a nawet poprowadziliśmy dwa połączenia kynarem, od wyprowadzeń mikrokontrolera do dwóch pinów złącza PRZYCISK. Do zamieszczonego tu schematu elektrycznego i PCB, już po wykonaniu została wprowadzona jeszcze jedna zmiana, polegająca na skrzyżowaniu dwóch linii mikrokontrolera, tak aby na środkowy pin złącza magistrala można było podać sprzętowy PWM.



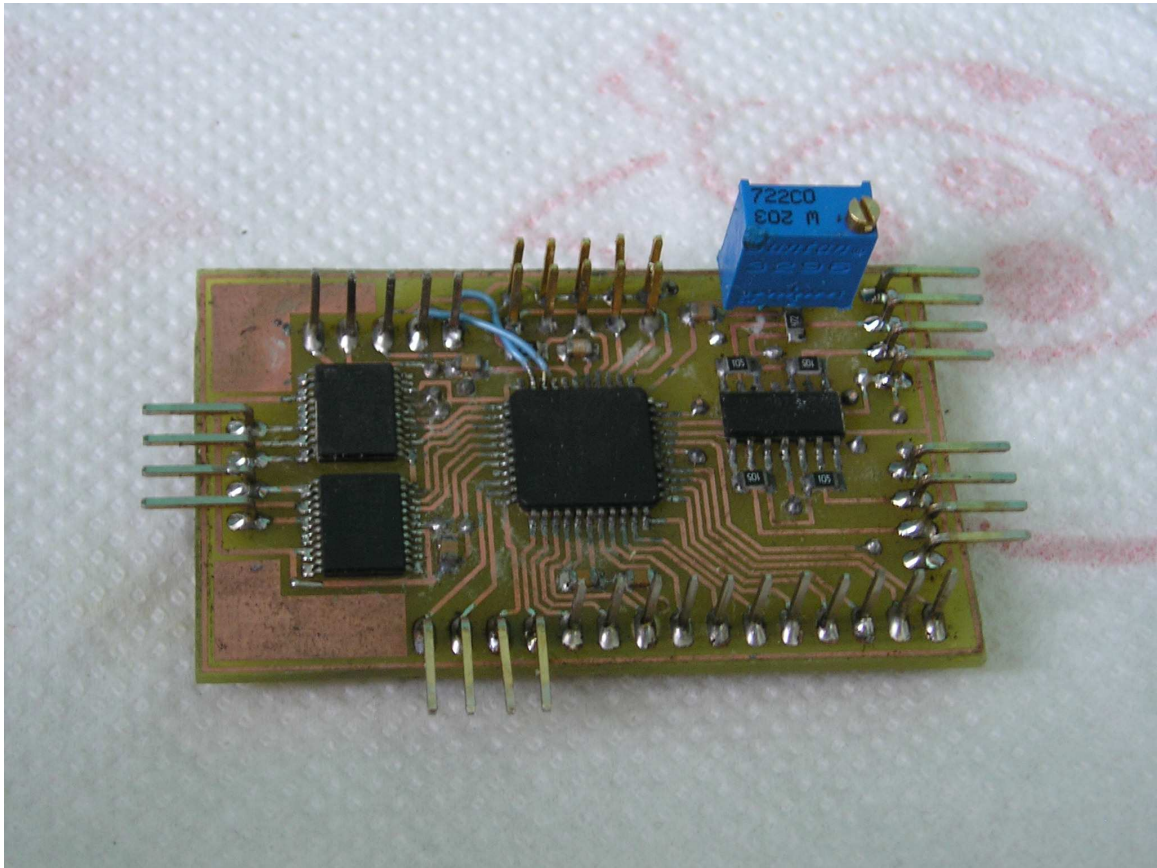
Rys 1. Schemat dolnej płytki.



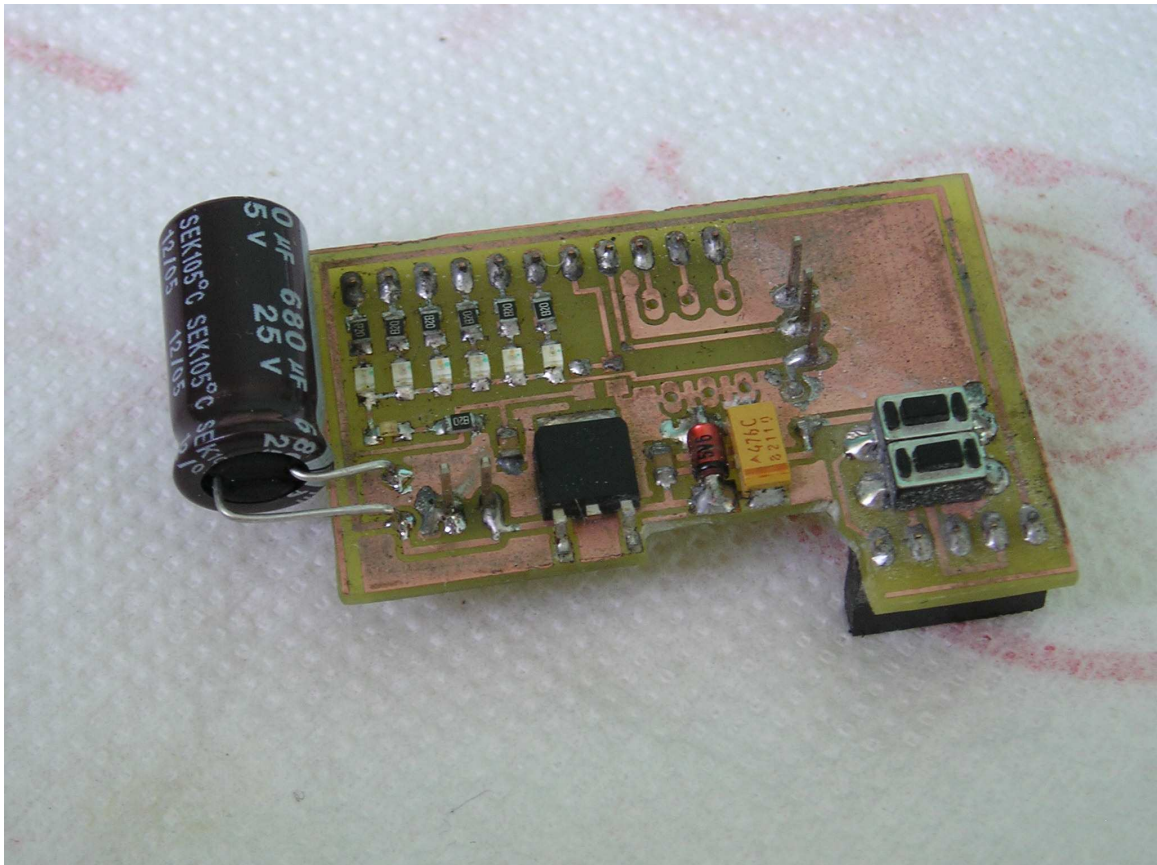
Rys 2. Schemat górnej płytki.



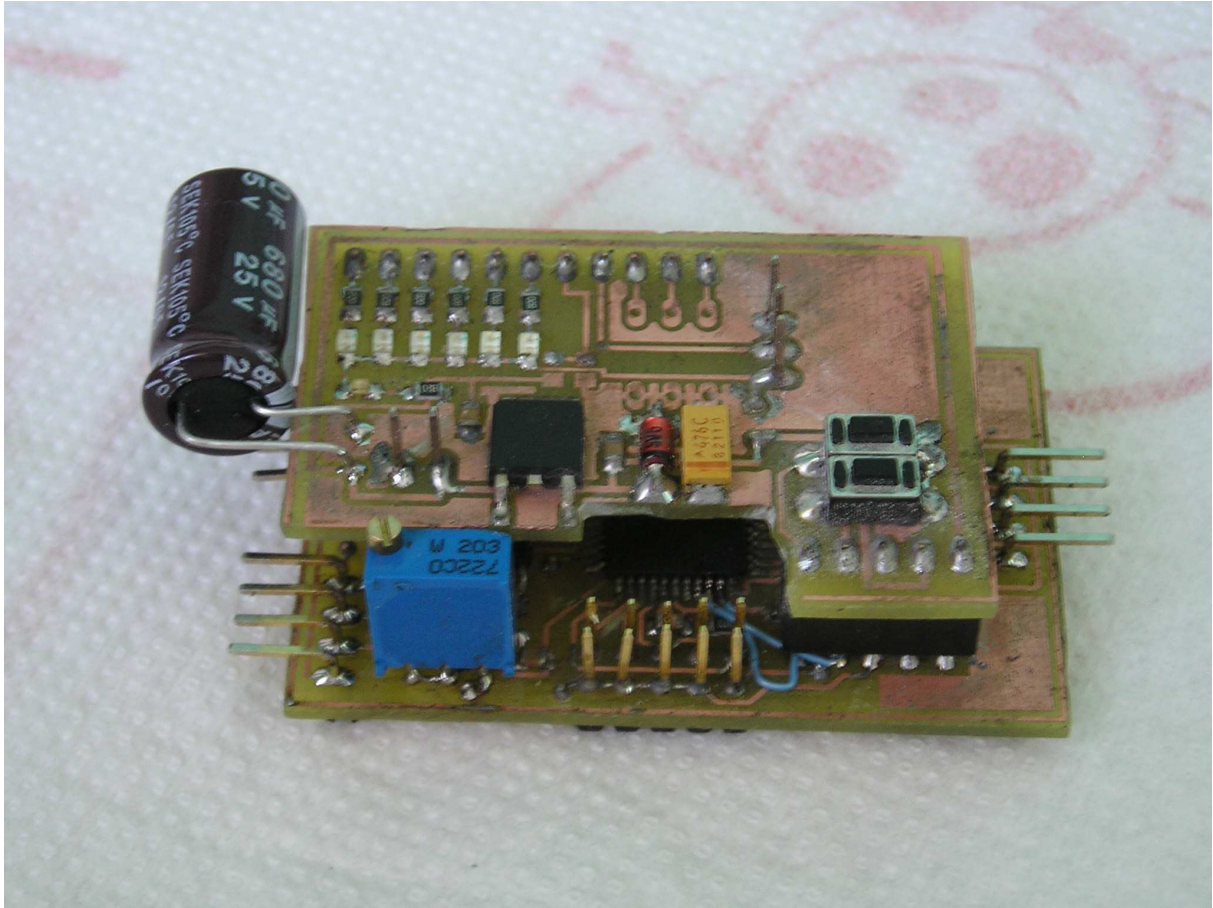
Rys 3 i 4. Mozaiki ścieżek górnej (z lewej) i dolnej (z prawej) płytki.



Zdj 1. Widok gotowej płytki dolnej.



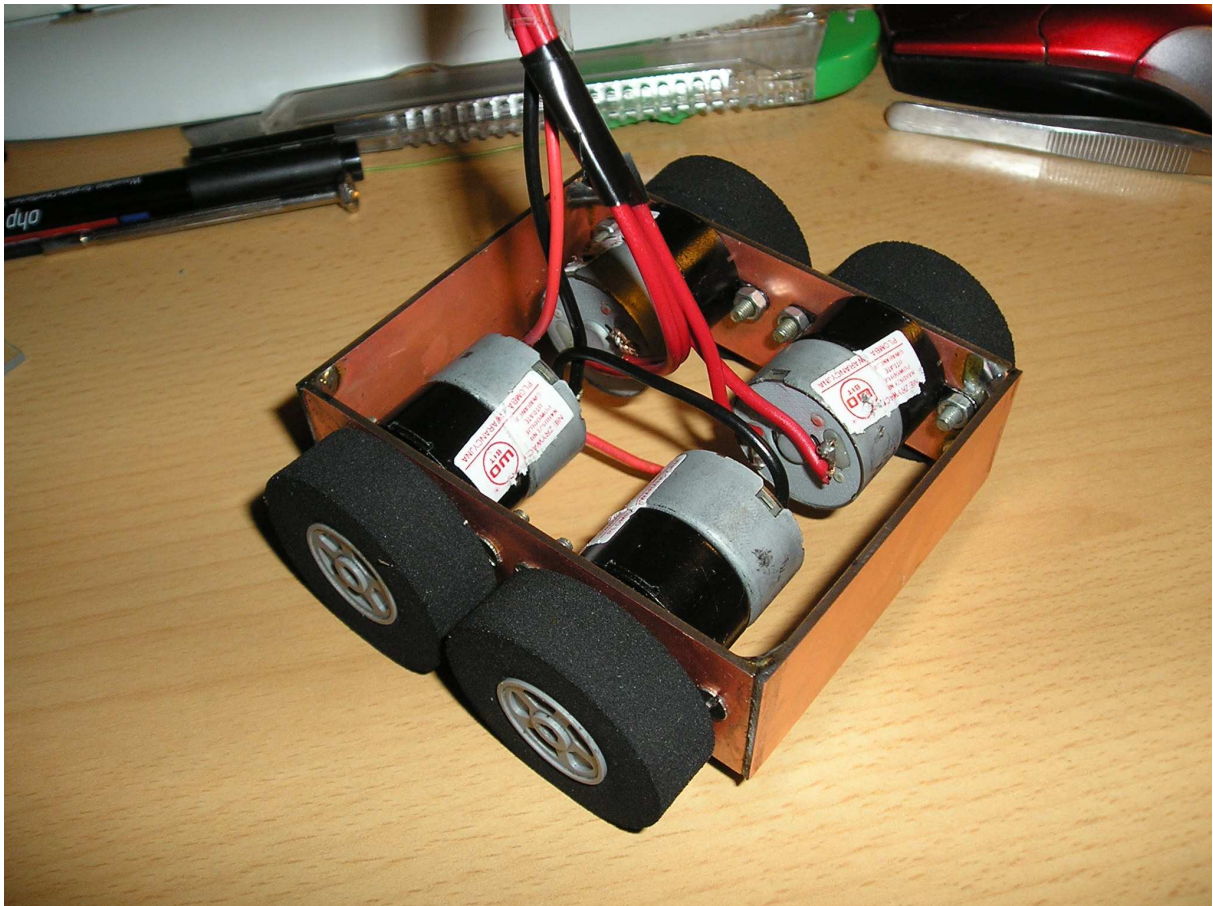
Zdj 2. Widok gotowej płytki górnej.



Zdj 3. Widok obu plytek.

4. Napęd

Do napędu robota posłużyły 4 silniki DG2425-025-2. Charakteryzują się prędkością obrotową 320 obr/min. To o wiele więcej niż popularne Serwa TowerPro których użyliśmy w naszym pierwszym robocie. Są to silniki ze zintegrowaną przekładnią. Niestety ich moment obrotowy nie jest znany i pozostawia wiele do życzenia. Użyliśmy modelarskich kół piankowych o płaskim profilu i średnicy 38 mm firmy DAVE BROWN. Charakteryzują się bardzo dobrą przyczepnością. W porównaniu do kół z nakrętek od słoików łatwo znaleźć ich środek i po zamontowaniu nie występuje bicie.

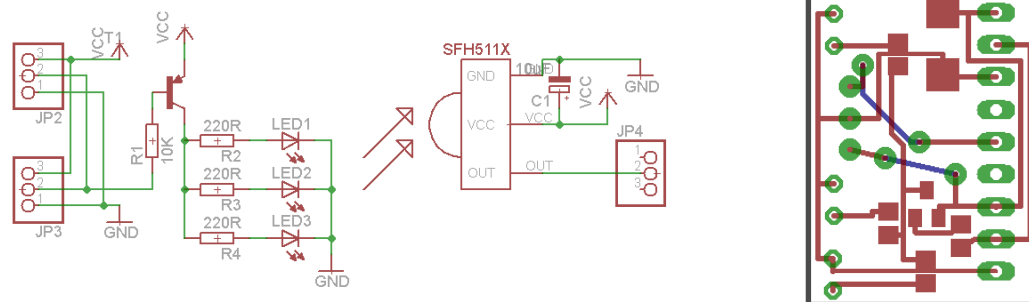


Zdj 4. Widok szkieletu robota z zamontowanymi silnikami i kołami.

5. Czujniki

Czujniki przeciwnika

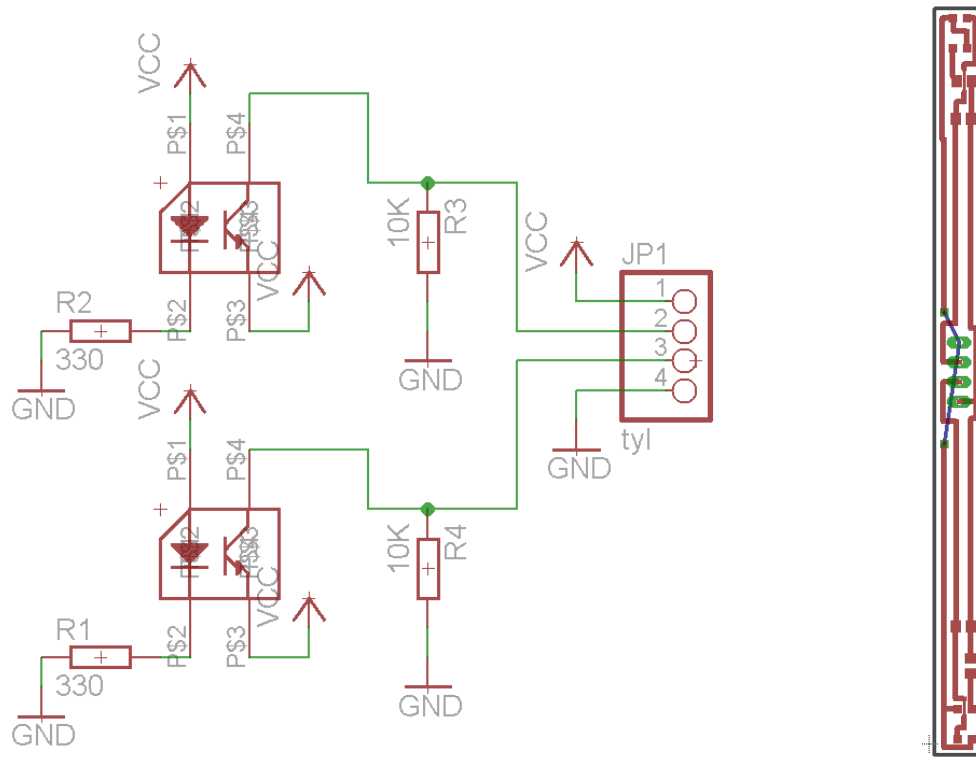
Do wykrywania przeciwnika użyliśmy czterech czujników własnej roboty umieszczonych w rogach robota. Każdy składa się z trzech diód IR i jednego odbiornika SFH5110. Czujniki takie są stosowane jako odbiorniki IR w sprzęcie RTV. Są one dość proste w obsłudze, wykrywają falę nośną o częstotliwości 36kHz. Gdy fala do nich dociera na wyjściu pojawia się stan niski. Wyjścia każdego z czujników podłączone są kabelkami do płytki dolnej. Diody sterowane są sygnałem PWM o częstotliwości 36kHz i tworzą fale nośną. Rozmieszczenie czujników na czterech płytkach było nie najlepszym pomysłem gdyż płytki zajmują dużo miejsca. W planach mamy wykonanie dwóch mniejszych płytek, na każdej z nich znajdują się dwa odbiorniki oraz 6 diod IR. Działanie takiego czujnika jest dobre.



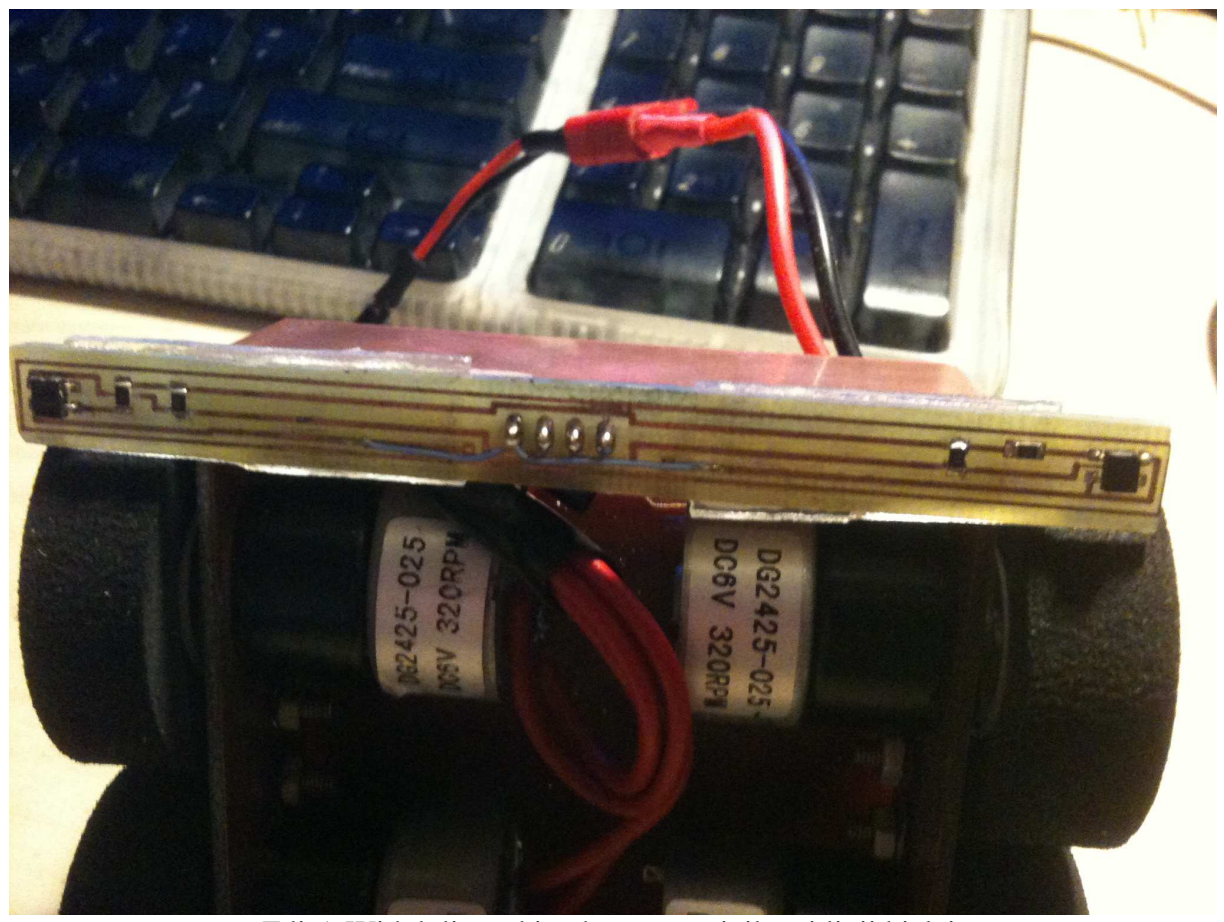
Rys 5 i 6. Schemat czujnika przeciwnika oraz wzór płytki.

Czujniki linii białej

W pierwszym podejściu do czujników linii białej zastosowaliśmy czujniki ELITR8307 (zwane również jako ITR8307). Jest to dioda podczerwona i fototranzystor podczerwony w jednej obudowie. Prąd diody ograniczony został rezystorem 330R. Jeśli chodzi o fototranzystor to już nie było tak łatwo – próbowaliśmy doświadczalnie dobrać rezystor z zakresu 1K do największych jakie mieliśmy czyli 1M. Podłączaliśmy je zarówno do plusa jak i do masy. Rozwiązaniem jakie nas zadowoliło było pięć rezystorów 1M podłączonych do masy. Dało to napięcia ok. 0,3V przy kolorze czarnym i ok. 2,5V przy kolorze białym. Wszystkie testy odbywały się na płytce uniwersalnej. Potem zaprojektowaliśmy i wykonaliśmy dwie płytki o wymiarach ok. 9,5x0,5cm, po jednej na przód i tył, na każdej po dwa takie czujniki na przeciwległych końcach. Działanie tych czujników wlutowanych na płytkę było całkiem odmienne od wyników naszych testów na płytce stykowej. Z braku czasu i nerwów odstawiliśmy ELITR8307, a kolejne podejście było już z czujnikami QRE1113GR. Po zmontowaniu ich wg „standardowego” schematu (rezystor 330R przy diodzie i 10K przy fototranzystorze) zadziałały doskonale – 0,5V dla koloru czarnego i ponad 4V dla koloru białego. Z uwagi na dość mały wymiar płytki zworki wykonane zostały kynarem. Ostateczny schemat podłączenia czujników i PCB wygląda następująco:



Rys 7 i 8. Schemat czujnika białej linii oraz wzór płytki.



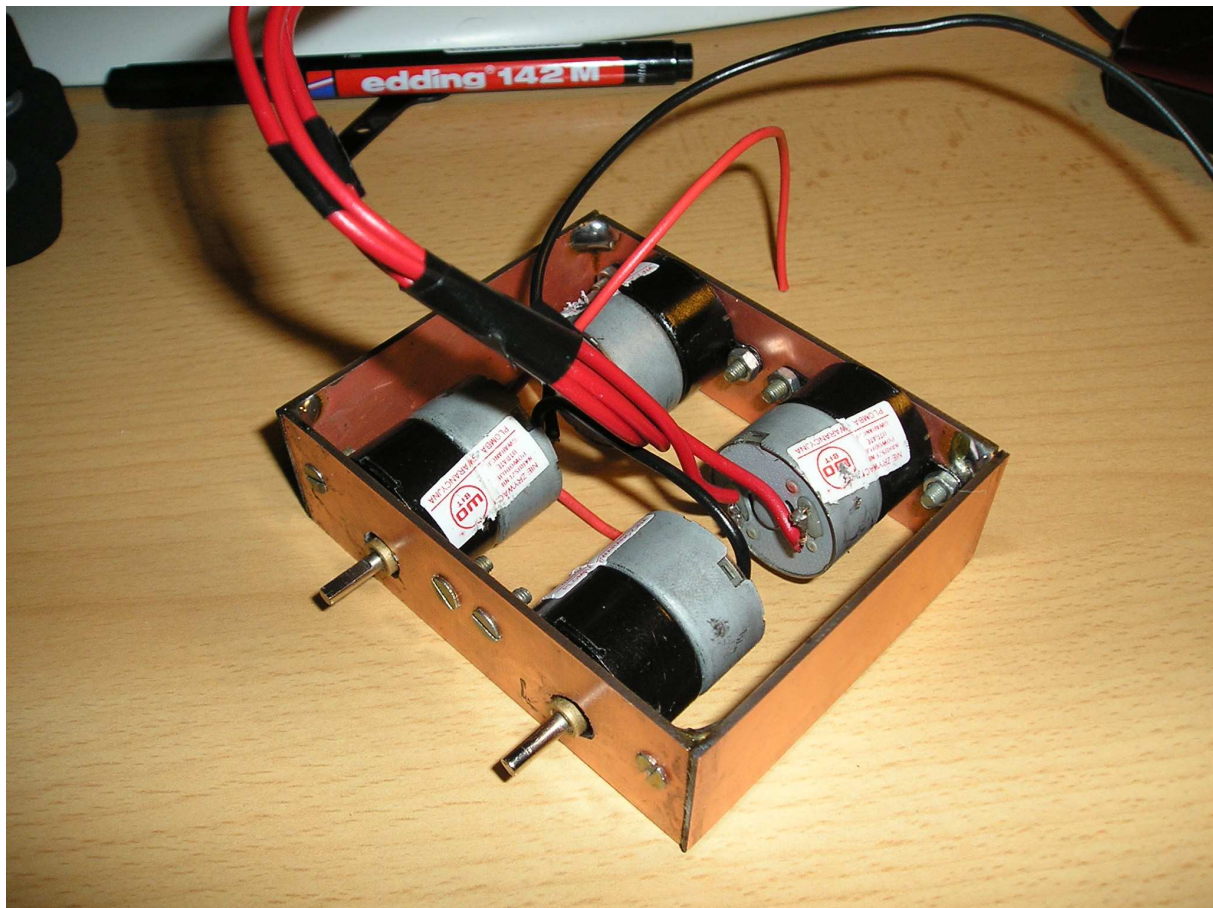
Zdj 5. Widok listewki z dwoma czujnikami linii białej.

6. Zasilanie

Robot zasilany jest akumulatorem litowo-polimerowym 1300 mAh 7,4V firmy 3E. Przy doborze akumulatora popełniłmy kolosalny błąd – kupiony został w momencie rozpoczynania prac nad robotem. Gdybyśmy kupowali go po powstaniu konstrukcji mechanicznej wybralibyśmy akumulator tej samej firmy, ale o pojemności 800 mAh – idealnie zmieściłby nam się między silniki, dzięki czemu nasz rot byłby niższy o jakieś 1,5cm.

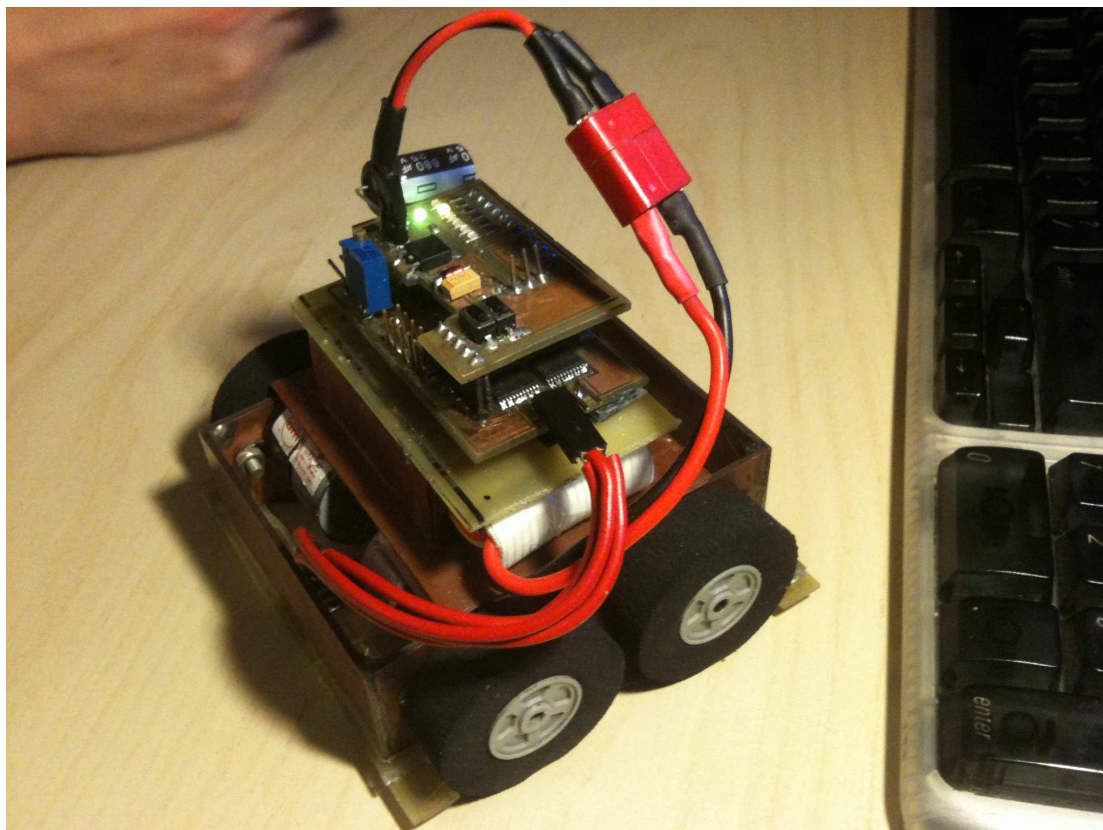
7. Konstrukcja mechaniczna

Jako szkielet do mocowania silników posłużyły cztery zlitowane ze sobą kawałki laminatu, z odpowiednio powierconymi otworami pod śruby mocujące i osie silników. Takie rozwiązanie ma wiele zalet, laminat jest dość solidnym materiałem, i można go lutować. We wcześniejszych planach mieliśmy zamiar wykonać szkielet z plexiglasu, jednak zanim udało nam się przyciąć i powiercić odpowiednie kawałki pojawiły się już na nich liczne pęknięcia i widoczne były naprężenia.

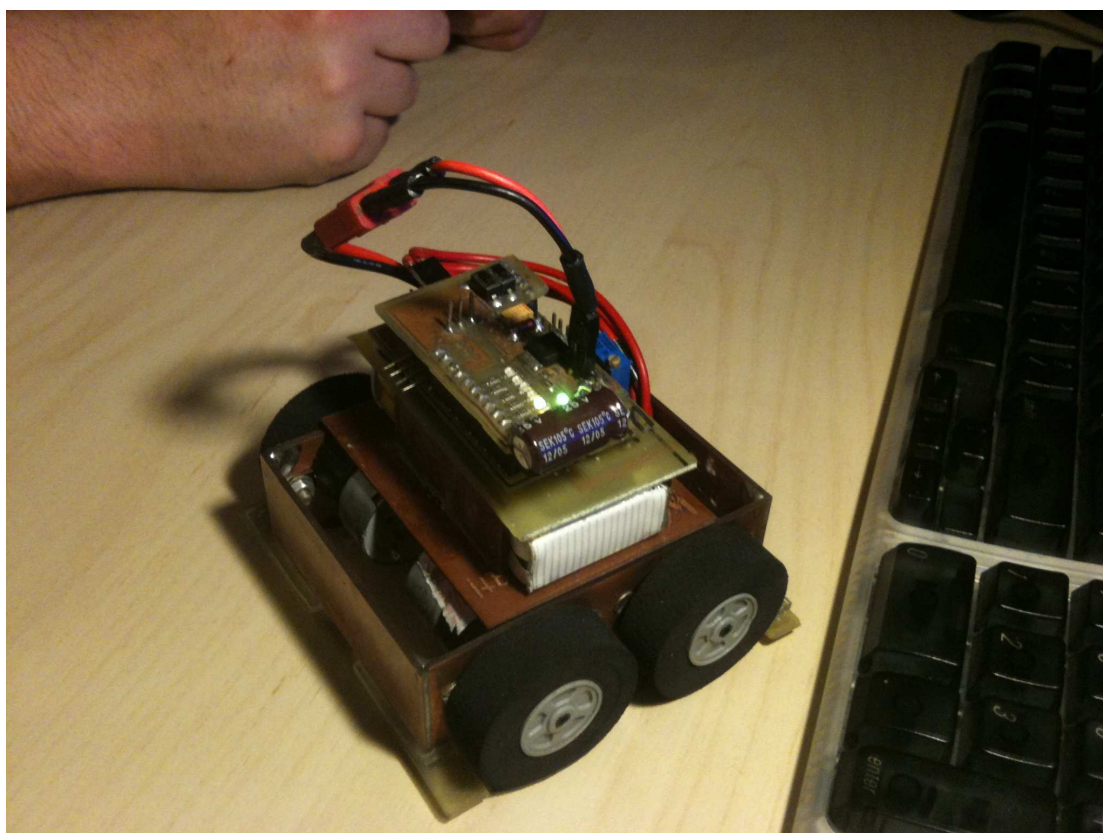


Zdj 6. Widok szkieletu robota z zamontowanymi silnikami.

Od dołu do szkieletu przyklejone zostały listewki z czujnikami linii białej, które są tak zdystansowane aby między czujnikiem a podłożem była odpowiednia odległość. Na silniki nabudowaliśmy komorę baterii wykonaną z odpadków laminatu i sklejaną klejem, a na niej umocowane są płytki z elektroniką. W przyszłości robot doczeka się opadającego grawitacyjnie pługu z obu stron.



Zdj 7. Widok prawie ostatecznej wersji robota – brakuje zamontowanych czujników przeciwnika i okablowania.



Zdj 8. Widok prawie ostatecznej wersji robota – brakuje zamontowanych czujników przeciwnika i okablowania.

8. Program

Program wykorzystany przez nas to napisany w C odpowiednik bascomowego programu do minisumo z cyklu artykułów Komputer Świat Ekspert. Program dostosowaliśmy jedynie do własnych rozwiązań – mamy całkiem inny system detekcji przeciwnika, inny algorytm poszukiwań.

9. Podsumowanie

Niestety nie zdążyliśmy wywiązać się z terminu, co uniemożliwiło nam start w Robotic Arena 2010. Mimo tego nie poddaliśmy się i postanowiliśmy dokończyć a zarazem ulepszyć nasz projekt. Podczas zawodów mogliśmy podpatrzeć rozwiązania stosowane u konkurencji i część z nich wykorzystać u nas.

Co warto zmienić, co zostawić, o czym warto pamiętać przy robieniu robotów:

1. Elektronika

- Przed wykonaniem PCB powinniśmy się upewnić że uda nam się dostać wszystkie zaplanowane przez nas elementy (ze względu na typ obudowy). Jeśli nie to mamy jeszcze szanse na poprawienie płytki.
- Do zasilenia elektroniki zamiast stabilizatorów liniowych typu low-drop lepiej jest użyć przetwornicy impulsowej, na przykład ST1S10. Sprawność takich przetwornic sięga ponad 90% a cenowo a cenowo nie są o wiele droższe od stabilizatorów typu low drop.
- Warto używać elementów SMD, nie tylko ze względu na rozmiary ale również ze względu na cenę, przykładowo Atmega16 jest tańsza w obudowie smd niż w obudowie DIL40. Jednak warto pamiętać że niekiedy to właśnie użycie elementu do montażu przewlekanego uprości nam układ.
- Przy obecnych cenach rynkowych mikrokontrolerów AVR (stan z końca 2010) warto zastąpić je innymi mikrokontrolerami, np. 32-bitowymi ARM z serii Cortex-M0. Jest to krok w kierunku rozwoju zarówno dla nas jak i naszych konstrukcji.
- Jeśli zostaje nam miejsce na płytce i wolne nóżki mikrokontrolera dodajmy kilka diód LED informujących nas o działaniu robota

2. Napęd:

- Zastosowane przez nas silniki nie są najlepszym wyborem. Niewiele drożej można kupić o wiele szybsze i mocniejsze silniki firmy Pololu HP 30:1. Przy zasilaniu 6V ich prędkość obrotowa wynosi 1000obr/min. Takie silniki miał chociażby tegoroczny zwycięzca Robotnic Arena.
- Ważna jest przyczepność kół do podłoża i jak widać po finalistach zawodów najlepszą przyczepność osiąga się odlewając koła własnoręcznie. I pamiętajmy o higienie - niezależnie od wykonania kół największą przyczepność mają gdy są czyste

3. Czujniki przeciwnika:

- Oprócz optycznych czy ultradźwiękowych czujników przeciwnika można użyć dwuosiowego czujnika akcelerometrycznego. Mierzac przyspieszenie w dwóch płaszczyznach poziomych możemy z dość dużą dokładnością określać od której strony nasz robot został zaatakowany i pod jakim kątem.

Czujniki białej linii:

- Robiąc czujniki linii białej warto sięgnąć po diodę i fototranzystor w jednej obudowie, najlepiej żeby był to element w SMD

4. Zasilanie:

- Dobór pakiety akumulatorów powinniśmy dostosować do miejsca które pozostało nam do zagospodarowania w robocie pod koniec budowy. Czasem kupić dwa mniejsze pakiety niż jeden większy. Należy też pamiętać że zawody organizowane są tak że między kolejnymi etapami bywają duże luki czasowe – można więc wtedy podładować baterię.

5. Konstrukcja mechaniczna:

- Dużą zaletą robota jest to że może atakować zarówno do przodu jak i do tyłu.

6. Program:

- Warto w programie wyszczególnić sobie kilka parametrów odpowiadających za zachowanie początkowe robota czy tryb szukania i wyprowadzić odpowiednie przyciski ustawiające te parametry