

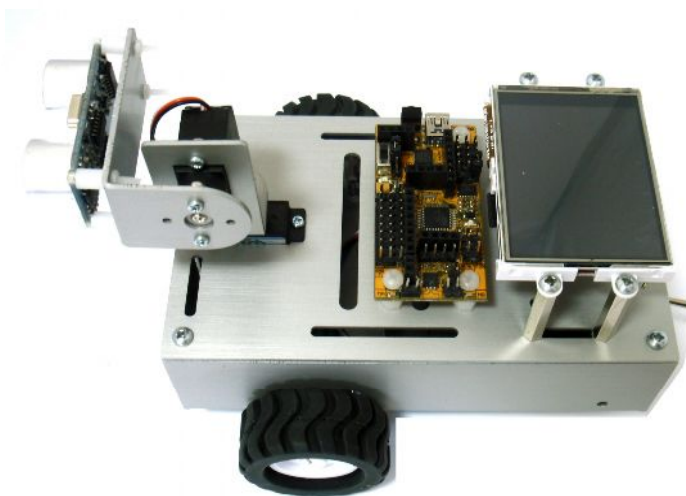
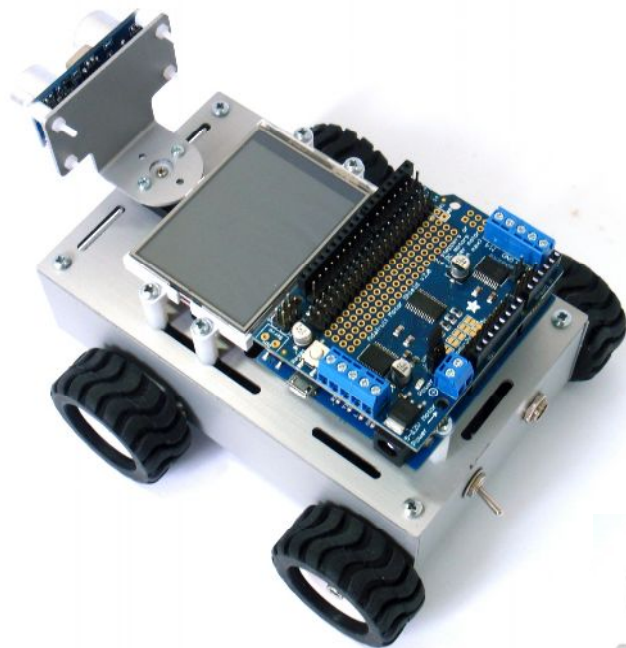


Research
Development of Electronics
Prototyping
Microcontroller education systems



AMRobot

Platforma mini robota edukacyjnego



Producent:
AMEX Research Corporation Technologies
15-066 Białystok, ul. Modlińska 1
Tel.: 602723295, Fax: 856530703
e-mail: amexinfo@amex.pl
www.amex.pl

Platforma mini robota edukacyjnego AMRobot

Budowa platformy

Platforma **AMRobot** jest przeznaczona do budowy **edukacyjnego mini robota mobilnego** z możliwością wyboru jednego z trzech rodzajów układu napędowego (jezdnego): 2 kołowy (z kulką podporową), 4 kołowy oraz gąsienicowy.

Platforma AMRobot jest przeznaczona dla osób, które zamierzają nauczyć się programowania mini robota mobilnego bez konieczności własnoręcznego projektowania i czasochłonnego wykonywania całej konstrukcji mechanicznej mini robota od podstaw. Wystarczy zgodnie z instrukcją połączyć za pomocą śrub i nakrętek dostarczone w zestawie elementy mechaniczne i elektryczne oraz podłączyć do płytki mikrokontrolera (sterownika) dostarczone czujniki oraz zasilanie.

Platforma jest idealnym rozwiązaniem zarówno dla indywidualnych użytkowników (początkujących i bardziej zaawansowanych hobbystów, uczniów, studentów) jak i do pracy np. w grupach uczniów w szkołach ponadpodstawowych na innowacyjnych zajęciach technicznych z zakresu elektroniki i robotyki.

Konstrukcja platformy oferuje duży wybór rozwiązań w zakresie zarówno części mechanicznej jak i elektronicznej.

Platforma wykonana jest z laserowo wycinanych elementów aluminiowych i poddanych obróbce anodowania oraz barwienia. Technologia wykonania platformy zapewnia dużą jej sztywność, trwałość i estetykę. Wszystkie elementy mechaniczne są bardzo dobrze dopasowane do siebie, co ułatwia montaż wszystkich elementów.

Sama platforma mini robota (bez dodatkowej zabudowy) składa się z tylko z dwóch elementów (płyt montażowych) połączonych ze sobą za pomocą czterech tulejek dystansowych oraz śrub M3.

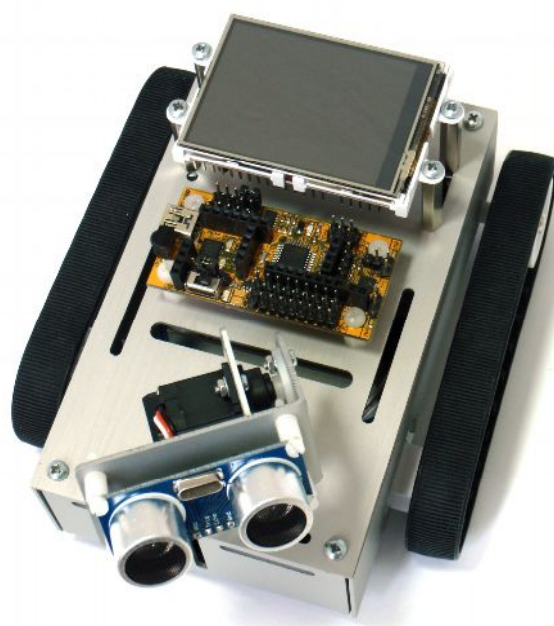
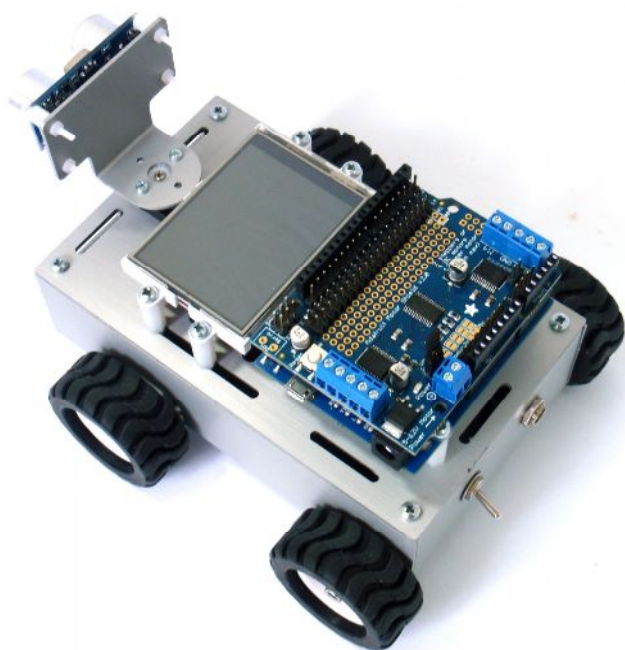
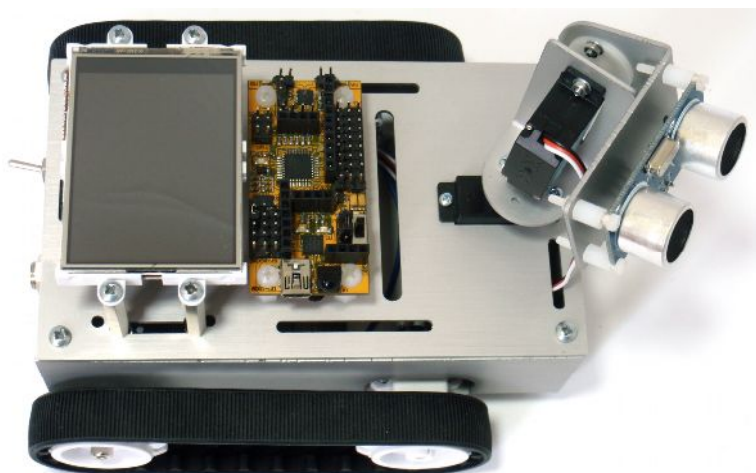
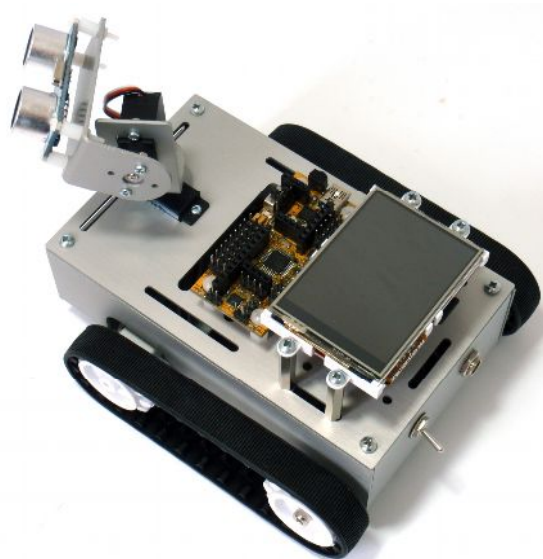
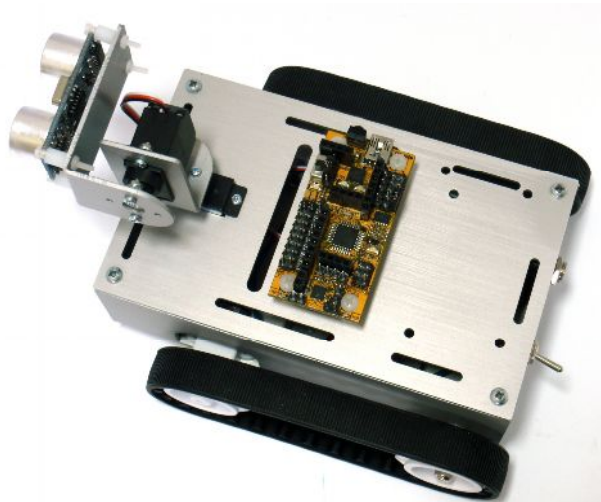
Niewielkie wymiary platformy mini robota (140 mm x 125 mm) oraz solidność i trwałość jego konstrukcji są dodatkową zaletą w prowadzeniu np. grupowych zajęć technicznych z zakresu robotyki w szkołach i różnych szkoleniach wymagających mobilności sprzętu edukacyjnego ze strony osób prowadzących zajęcia.

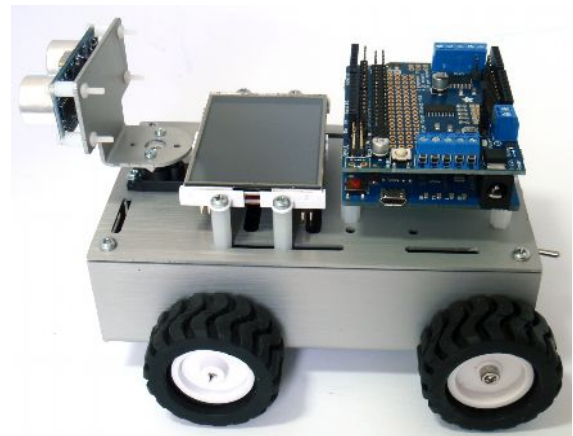
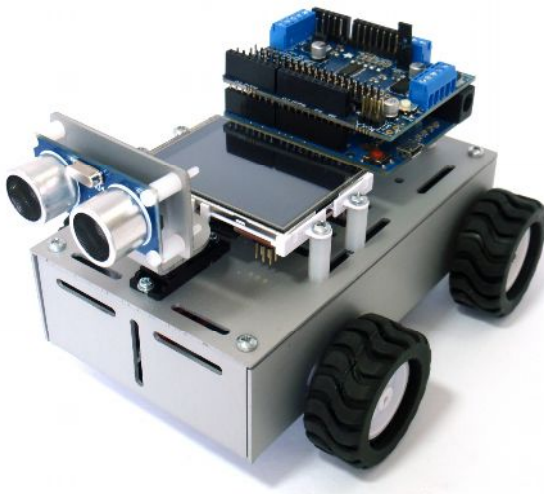
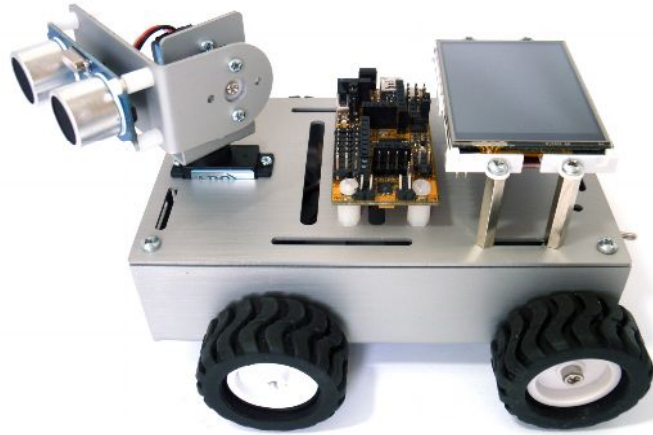
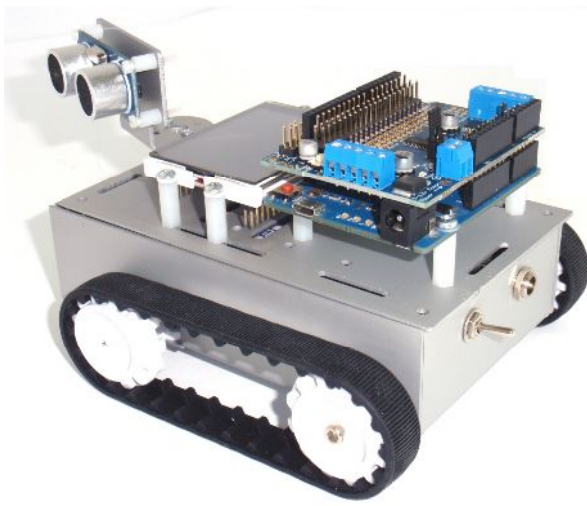
Platforma przystosowana do zainstalowania modułu mikrokontrolera wraz ze sterownikiem silników oraz różnych czujników takich jak: 3 czujniki linii, ultradźwiękowy czujnik odległości wraz z układem skanującym sterowanym za pomocą dwóch miniaturowych serwomechanizmów, 3 osiowy akcelerometr, odbiornik podczerwieni do bezprzewodowej komunikacji z mikrokontrolerem za pomocą nadajnika w postaci kompatybilnego pilota. Użytkownik może korzystać z dostępnych w internecie bibliotek oraz programów ułatwiających korzystanie z platformy mini robota AMRobot.

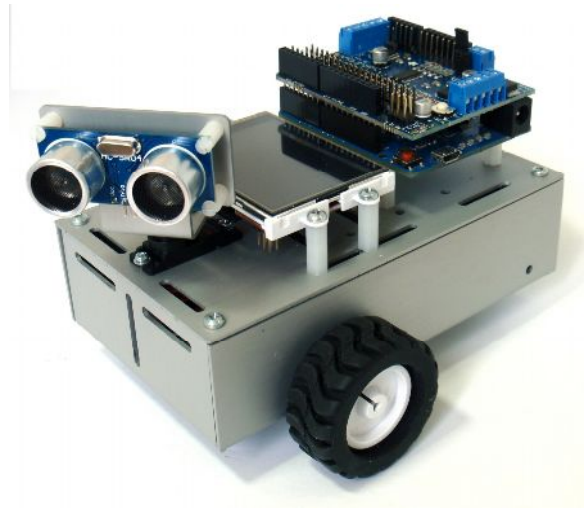
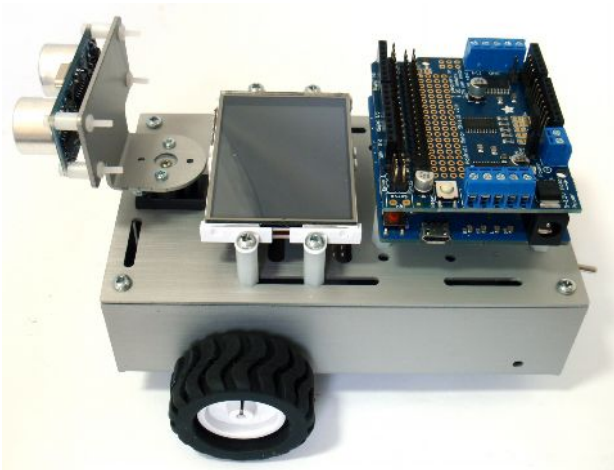
Do zestawu dołączona jest płyta CD z instrukcją montażu platformy AMRobot wraz przykładowymi programami demonstrującymi m.in. sterowanie silnikami i obsługą programową serwomechanizmów, wyświetlacza graficznego i różnych czujników.

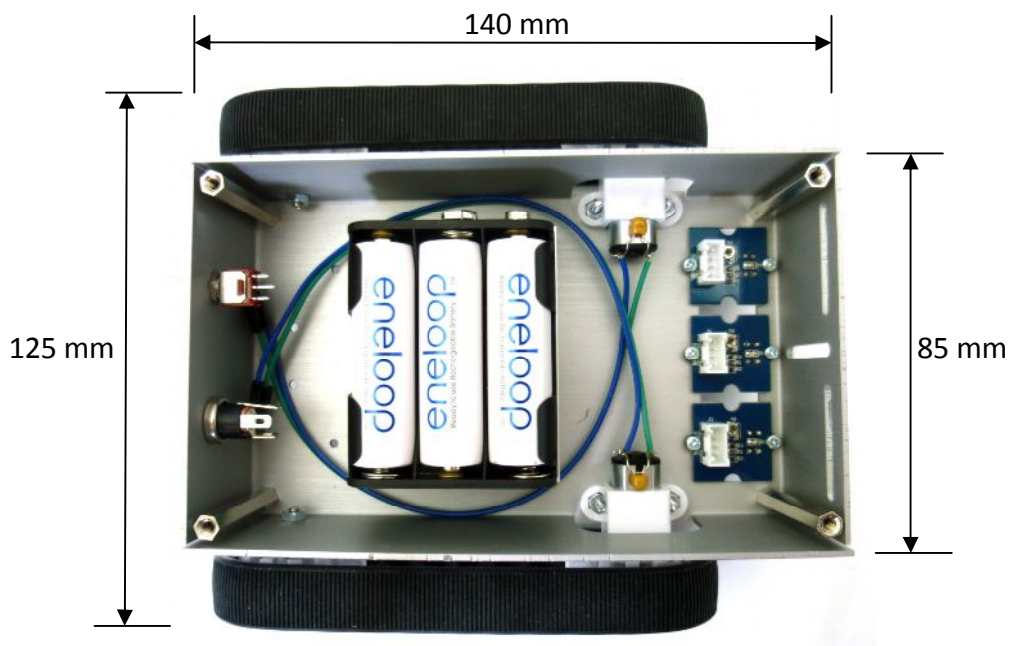
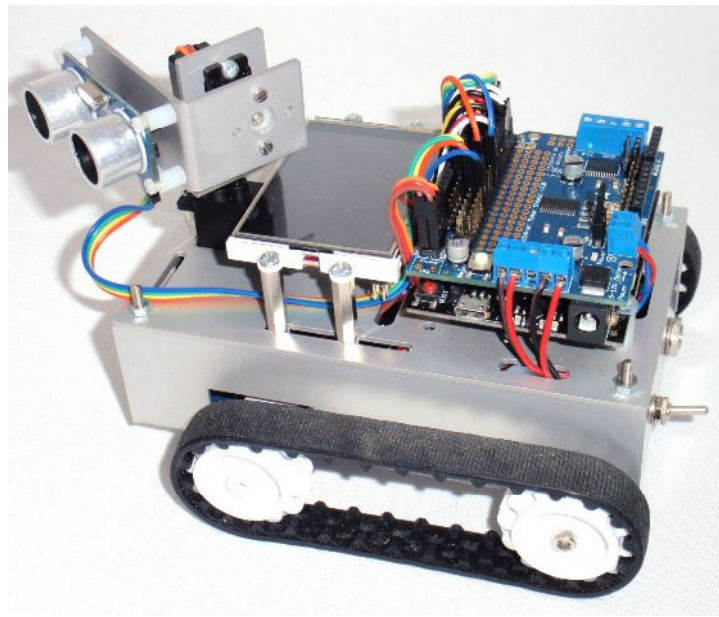
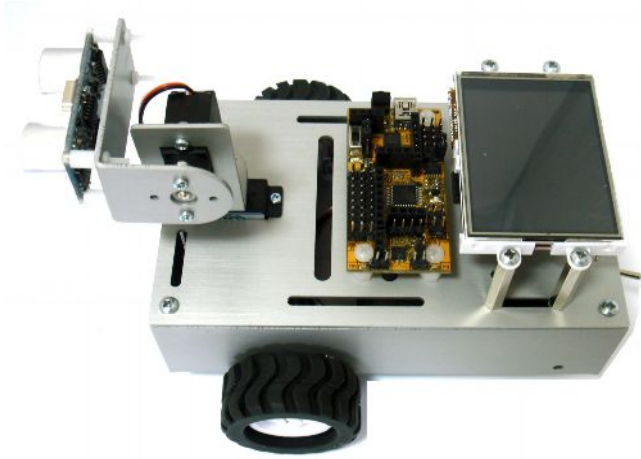
Platforma dostępna jest w trzech kolorach: srebrny, złoty i czarny. Na specjalne zamówienie oferowane są kolory: czerwony, zielony i niebieski.

Poniżej pokazano fotografie platformy AMRobot dla trzech wersji układu jezdnego.









Konstrukcja platformy pozwala na łatwą zmianę rodzaju napędu poprzez wymianę dwóch przednich kół napędowych i zamontowanie dodatkowych dwóch kół tylnych oraz ewentualnie uzupełnienie zestawu w dwa pasy gąsienicowe. W wersji robota dwukołowego należy dodatkowo zamontować kulkę podporową w tylnej, dolnej części platformy. Możliwość zmiany układu jezdny ma duże walory edukacyjne z powodu ewentualnych modyfikacji oprogramowania dotyczącego sterowania silnikami. Rodzaj napędu ma bowiem wpływ na właściwości trakcyjne i dynamikę ruchu mini robota.

W przedniej części platformy (górną płytę montażową) znajdują się otwory montażowe pod serwomechanizm układu skanującego (w zakresie 180 stopni w poziomie i w pionie) np. dla dalmierza ultradźwiękowego, kolorowej minikamery lub miniaturowego robotycznego ramienia. Układ skanujący może być w dwóch wersjach: skanowanie tylko w osi poziomej (180 stopni) oraz skanowanie w dwóch osiach (180 stopni w osi poziomej i pionowej).

Dodatkowe otwory w górnej części platformy służą do zamontowania modułu mikrokontrolera wraz ze sterownikiem silników oraz inteligentnego, dotykowego modułu wyświetlacza graficznego. Moduł wyświetlacza graficznego nie jest konieczny, ale może być bardzo użyteczny w bardziej zaawansowanych wersjach oprogramowania (np. ustawianie i monitorowanie prędkości obrotowej silników, monitorowanie napięcia zasilania, zmiany konfiguracji oprogramowania bez konieczności użycia zewnętrznego komputera). Powiększa to walory edukacyjne i eksploatacyjne mini robota dla bardziej zaawansowanych użytkowników.

W dolnej części platformy znajdują się otwory montażowe dla dwóch silników napędowych, dodatkowych dwóch kół tylnych oraz kulki podporowej. Dolna część platformy zawiera także prostokątny otwór do zamontowania 3 czujników linii.

Z przodu platformy znajdują się otwory do zamontowania np. chwytaka sterowanego serwomechanizmem lub zderzak w postaci pług do zawodów minisumo z innymi robotami.

Do napędu mini robota zastosowano dwa mikro silniki **Pololu HP** z metalową przekładnią 150:1 lub 210:1. Zmiana konfiguracji napędu nie wymaga wymiany silników napędowych a jedynie zmiany kół w układzie jezdny. Zastosowane silniki mimo małych rozmiarów posiadają duży moment obrotowy zapewniając dobrą dynamikę ruchu. Użytkownik może doświadczalnie zmieniać parametry ruchu (w drodze programowania) uzyskując optymalne dla tego mini robota właściwości trakcyjne. Silniki napędowe mogą współpracować z enkoderami umieszczonymi pod każdym silnikiem. Użycie enkoderów zalecane jest dla bardziej zaawansowanych użytkowników, którzy stosując sterowanie typy PID mogą uzyskać optymalne parametry ruchu podczas skrętów w zależności np. od aktualnej prędkości mini robota i informacji uzyskanej z czujników linii lub ultradźwiękowego czujnika odległości mini robota od przeszkody.

Platforma może być sterowana przy pomocy dowolnego układu mikrokontrolera ze sterownikiem silników, np. modułu Arduino dla którego przewidziano odpowiednie rozmieszczenie otworów montażowych.

Zasilanie

Zmontowana platforma AMRobot zasilana jest z pakietu 6-ciu wysokiej jakości akumulatorów NiMH wielkości AA (R6) typu *Eneloop* firmy Sanyo o nominalnym łącznym napięciu 7,2V i pojemności ok. 2000 mAh. Akumulatory umieszczone są w koszyku pomiędzy dwoma kątownikami umieszczonymi w dolnej części platformy. Ładowanie akumulatorów odbywa się za pomocą zewnętrznej ładowarki sieciowej podłączanej do gniazda w tylnej części platformy. Nie ma więc konieczności otwierania obudowy i wyjmowania akumulatorów z koszyka w celu ich naładowania. Deklarowana przez producenta trwałość akumulatorów typu *Eneloop* wynosi ok. 1800 cykli ładowań. Użytkownik może także wykorzystać inne akumulatory (pakiety NiMH o napięciu nominalnym 7,2V tj. 1,2V na każdą baterię po zdemontowaniu koszyka. Rekomendowana pojemność elektryczna powinna wynosić 1800 - 2500 mAh.

Nie zaleca się używania baterii alkalicznych R6 (maksymalne napięcie zasilania nie powinno przekroczyć 8V). Poza tym koszty eksploatacji akumulatorów są wielokrotnie niższe niż baterii alkalicznych.

Specyfikacja

Platforma AMRobot oferowana jest w 3-ech wersjach mechanicznych różniących się tylko układem jezdny, przy wykorzystaniu tych samych silników firmy Pololu o przekładni 1:150 lub 1:210. Przy wyborze wersji platformy należy podać przekładnię silników. Większa przekładnia (210:1) zapewnia większy moment obrotowy przy zmniejszonej prędkości obrotowej.

Część elektroniczna platformy (moduł mikrokontrolera, sterownika, czujniki itp.) oferowana jest oddzielnie) w celu indywidualnego skompletowania mini robota przez użytkownika.

Każda wersja platformy posiada możliwość montażu modułu w wersji Arduino Uno, Leonardo oraz sterownika silników lub też kompletny sterownik firmy Dagu (kompatybilny z Arduino) wraz ze zintegrowanym sterownikiem silników i dodatkowymi czujnikami.

Część mechaniczna

Wersja 1:

Platforma dwukołowa z kulką podporową wraz z dwoma silnikami (przekładnia 1:150 lub 1:210).

Wersja 2

Platforma 4 kołowa (dwa koła czynne z przodu platformy oraz 2 koła bierne z tyłu platformy) wraz z dwoma silnikami (przekładnia 1:150 lub 1:210).

Wersja 3

Platforma z gąsienicowym układem jezdny wraz z dwoma silnikami (przekładnia 1:150 lub 1:210).

Każdy układ jezdny można dodatkowo zakupić do tej samej platformy (bez konieczności wymiany silników).

Specyfikacja silników (firmy Pololu)

Małe, lekkie a zarazem mocne i trwałe silniki firmy Pololu z metalową przekładnią wykorzystywane są w platformie minirobota AMRobot jako jednostki napędowe. Silniki mogą być zasilane napięciem do 9V, moc użyteczną uzyskują powyżej 3V. Optymalne napięcie, przy którym relacja mocy do sprawności jest najkorzystniejsza, wynosi 6V. W platformie AMRobot maksymalna wartość napięcia zasilającego z pakietu akumulatorów wynosi 7,2V (6 x 1,2V).



Silnik Pololu HP 150:1

Napięcie zasilania: 3V - 9V

Przełożenie: 150:1

Prędkość obrotowa bez obciążenia (6V): 200 obr/min.

Prąd bez obciążenia (6V): 70 mA

Prąd przy zatrzymanym wale (6V): 1600 mA (Uwaga: przy użyciu w platformie sterowników firmy Adafruit lub Dagu jest automatyczne zabezpieczenie prądowe w przypadku zatrzymania silników).

Moment obrotowy: 2,9 kG cm (0,284 Nm)

Wymiary korpusu: 24 x 10 x 12 mm

Silnik Pololu HP 210:1

Napięcie zasilania: 3V - 9V

Przełożenie: 210:1

Prędkość obrotowa bez obciążenia (6V): 140 obr/min.

Prąd bez obciążenia (6V): 70 mA

Prąd przy zatrzymanym wale (6V): 1600 mA (Uwaga: przy użyciu w platformie sterowników firmy Adafruit lub Dagu jest automatyczne zabezpieczenie prądowe w przypadku zatrzymania silników).

Moment obrotowy: 3,6 kG cm (0,353 Nm)

Wymiary korpusu: 24 x 10 x 12 mm

Część elektroniczna

Moduł mikrokontrolera

W platformie mini robota AMRobot można zastosować moduł mikrokontrolera w wersji *Arduino Uno*, *Arduino Leonardo* z rozszerzeniem o sterownik silników firmy *Adafruit* lub też moduł mikrokontrolera firmy *Dagu* (o nazwie *Micro Magician Robot Controller V2*), który jest perfekcyjnym połączeniem (na jednej małej płytce) zarówno modułu mikrokontrolera w pełni kompatybilnego z Arduino oraz sterownika silników. Dodatkowo na tej samej płytce znajduje się 3 osiowy akcelerometr oraz odbiornik podczerwieni do bezprzewodowej komunikacji z mikrokontrolerem za pomocą nadajnika w postaci kompatybilnego pilota.

Alternatywnym rozwiązaniem jest zastosowanie innego kompletnego kontrolera także firmy *Dagu* (o nazwie *Dagu Arduino Mini Driver Board*), który jest idealnym rozwiązaniem dla początkujących użytkowników.

W dalszej części opisu podano specyfikację dwóch typów modułów mikrokontrolerów ze zintegrowanym sterownikiem silników *Dagu Arduino* oraz sterownik silników firmy *Adafruit* do współpracy z mikrokontrolerem w wersji *Arduino Leonardo*.

Należy wspomnieć, że w platformie **AMRobot** można zastosować także inne, praktycznie dowolne rodzaje modułów mikrokontrolerów i sterowników silników, których zamontowanie będzie wymagało samodzielnego wykonania ewentualnych dodatkowych otworów

montażowych na górnej płycie platformy. Otwory montażowe na tej płycie platformy są przewidziane do modułów *Arduino* i wyżej wspomnianych modułów firmy *Dagu*. Również można zamiast typowych modułów *Arduino* zastosować płytkę stykową współpracującą z odpowiednimi modułami mikrokontrolerów i sterowników silników z wyprowadzeniami (pinami) wtykanymi do płytki stykowej (np. moduł mikrokontrolera firmy *Pololu* typu *A-Star 32U4 Micro* oparty na module *Leonardo* oraz moduł z dwukanałowym sterownikiem silników prądu stałego typu *TB6612FNG* firmy *Toshiba*).

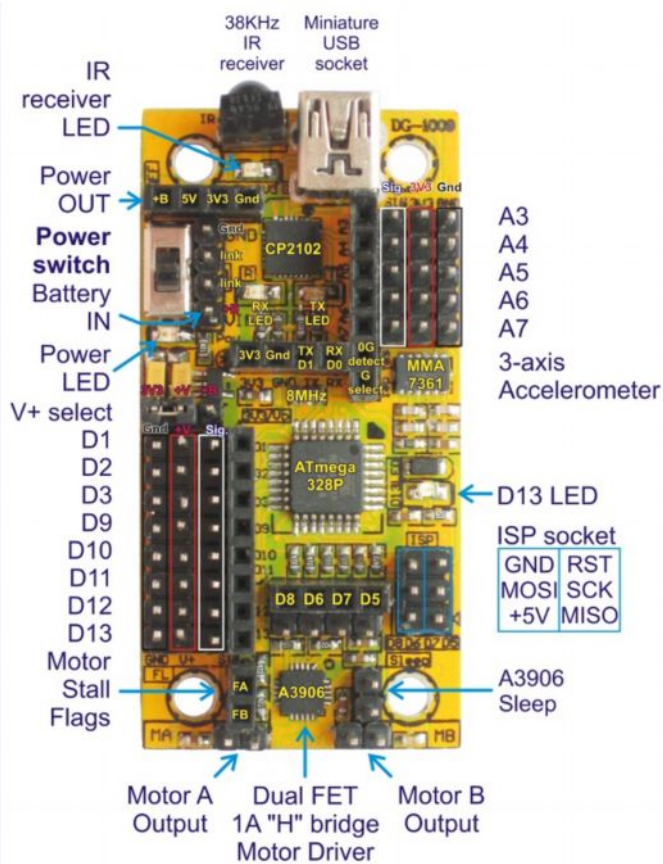
Poniżej podano widok i skrótową specyfikację wybranych w/w modułów mikrokontrolerów i sterowników rekomendowanych do zastosowania w platformie AMRobot.

Przykładowe programy (z komentarzami) podano w instrukcji platformy AMRobot.

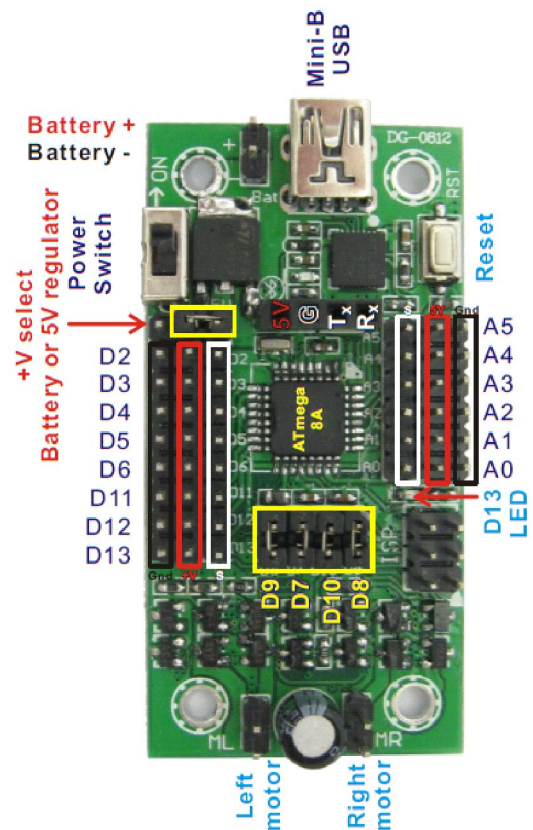
Moduły mikrokontrolerów i sterowników firmy DAGU

(wymiary płytek: 30 mm x 60 mm)

DAGU Arduino Micro Magician robot controller V2



DAGU Arduino Mini Driver Board



Specyfikacja modułu sterownika *Dagu Arduino Micro Magician robot controller*

Moduł *Dagu Arduino Micro Magician robot controller* jest perfekcyjnym sterownikiem przeznaczonym dla małych robotów. Mimo małych wymiarów płytki (30 mm x 60 mm) jest on w pełni wyposażony w funkcje, które nie występują w innych sterownikach. Posiada wszystkie niezbędne cechy do sterowania mini robotów. Wersja V2 tego sterownika jest w pełni kompatybilna ze środowiskiem programistycznym Arduino IDE.

Podwójny mostek mostek „H” (FET):

- Praca w zakresie napięć zasilających od 2,5V do 9V.
- Mała rezystancja w czasie włączenia mostka (1,1 Ω).
- Funkcja elektronicznego hamowania (funkcja ta jest idealna dla małych robotów w konieczności szybkiego zatrzymania robota).
- Ograniczenie prądowe ustawione na wartość 910 mA - zabezpieczenie przed dużym prądem przy zatrzymaniu wału silnika lub zwarcie.
- Informacja o zatrzymaniu wału silnika (zmiana stanu pinów FA i FB - *Motor Stall Flags*)
- Funkcja uśpienia – w celu ograniczenia poboru mocy, kiedy silniki nie są używane.
- Biblioteka Arduino zawiera rozkazy upraszczające użycie silników DC i krokowych.



3 osiowy akcelerometr:

- Zakres pomiaru (ustawiony fabrycznie): $\pm 1,5G$. Może być ustawiony na $\pm 6 G$.
- Detekcja przyspieszenia 0G (na pinie 0G det) do wykorzystania zewnętrznego przerwania w celu wyłączenia serwa lub silnika napędowego w przypadku upadku/zderzenia (w celu ochrony przekładni).
- Pomiar kąta nachylenia mini robota względem podłoża (zabezpieczenie przed upadkiem)
- Biblioteka Arduino zawiera instrukcje do obsługi akcelerometru (detekcja kierunku i amplitudy wartości przyspieszenia podczas kolizji z przeszkodą).

Odbiornik podczerwieni (IR) ze statusem LED:

- Sygnał odbiornika IR podłączony do pinu cyfrowego D4 pozwala na zdalne sterowanie mini robota za pomocą pilota TV.
- Biblioteka Arduino zawiera dekodery odbieranych rozkazów z pilota TV zgodny ze standardem kodów firmy Sony (SIRC) dostarczając 128 wirtualnych przycisków.
- Dodatkowe odbiorniki podczerwieni (IR) mogą być podłączone do innych pinów - do odczytania ich stanów za pomocą biblioteki dekodera.

Sterowanie serwomechanizmów (do 8 serw):

- Można podłączyć 8 miniaturowych serwomechanizmów do płytki sterownika, które będą zasilane z baterii zasilającej (akumulatora).
- Serwa zabezpieczone są przez przeciwnie spolaryzowaną diodę.

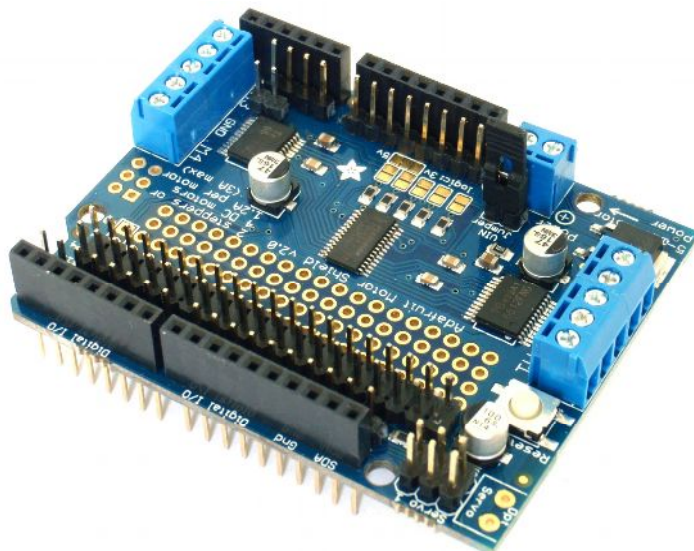
Specyfikacja modułu sterownika *DAGU Arduino Mini Driver Board*

Sterownik ten jest ekonomiczną wersją poprzedniego sterownika. Sterownik ten także zawiera 2 mostki typu „H” dla dwóch silników prądu stałego i jest kompatybilny z wersją Arduino IDE. Maksymalny prąd przy zatrzymaniu silnika wynosi 2A. Do płytki można podłączyć 8 serwomechanizmów. Sterownik zawiera również port do podłączenia modułu Bluetooth lub Xbee. Programowanie modułu odbywa się przez złącze interfejsu USB.

Moduł jest może obsługiwać różne czujniki poprzez wejścia analogowe i cyfrowe.

Bardziej szczegółowe dane techniczne obu modułów firmy *DAGU* znajdują się w instrukcji platformy mini robota AMRobot oraz w przykładowych programach.

Moduł sterownika (shield) firmy Adafruit



Specyfikacja modułu sterownika firmy Adafruit

Sterownik firmy *Adafruit* jest nowym, ulepszonym shieldem do sterowania silnikami: DC, krokowymi i serwomechanizmami. Sterownik posiada 4 mostki typu „H”, co pozwala obsłużyć aż 4 silniki prądu stałego lub 2 silniki krokowe. Dla potrzeb platformy AMRobot wykorzystane są tylko dwa mostki do zasilania dwóch silników Pololu HP. Sterowanie odbywa się poprzez interfejs I2C z modułu mikrokontrolera Arduino Leonardo. W odróżnieniu od innych rozwiązań sterownik ten nie korzysta z sygnałów PWM z modułu mikrokontrolera Arduino, lecz posiada własny układ drivera PWM typu TB6612 MOSFET (firmy *Toshiba*) dostarczający w pracy ciągłej 1,2A na 1 kanał oraz 3A chwilowo. Sterownik posiada wbudowane zabezpieczenie termiczne i przeciwprzepięciowe (wewnętrzna dioda). Tylko dwa piny (SDA i SCL) wymagane są do sterowania silników. Na płytce sterownika znajdują się dwa złącza do podłączenia serwomechanizmów oraz złącza terminalowe na kable 18-26 AWG.

Na potrzeby platformy mini robota AMRobot należy w module sterownika Adafruit zamontować dodatkowe złącza (w miejscu wolnych punktów lutowniczych w polu przeznaczonym dla użytkownika). Ułatwia to podłączenie czujników linii, ultradźwiękowego czujnika odległości, które muszą być podłączone do odpowiednich pinów modułu mikrokontrolera Arduino Leonardo. Płytkę sterownika jest wetknięta do odpowiednich złącz płytki Arduino Leonardo.

Biblioteka Arduino zawiera rozkazy do sterowania silników. Przykładowe programy z komentarzami) podano w instrukcji platformy AMRobot.

UWAGA:

Zestaw platformy AMRobot wymaga samodzielnego montażu. Na życzenie (za dodatkową opłatą) dostarczamy zmontowaną i skonfigurowaną wcześniej przez użytkownika platformę AMRobot zawierającą część mechaniczną i elektroniczną.

Firma AMEX planuje opracowanie i publikowanie na swojej stronie internetowej (www.amex.pl) darmowych programów demonstracyjnych oraz artykułów z zakresu elektroniki i robotyki przeznaczonych dla początkujących jak i bardziej zaawansowanych użytkowników platformy edukacyjnej mini robota AMRobot.

ZAŁĄCZNIK

Elementy platformy AMRobot

Płyty montażowe, elementy do układu skanującego, gniazdo zasilające, przełącznik i pojemnik na akumulatory NiMH (6 x AA)

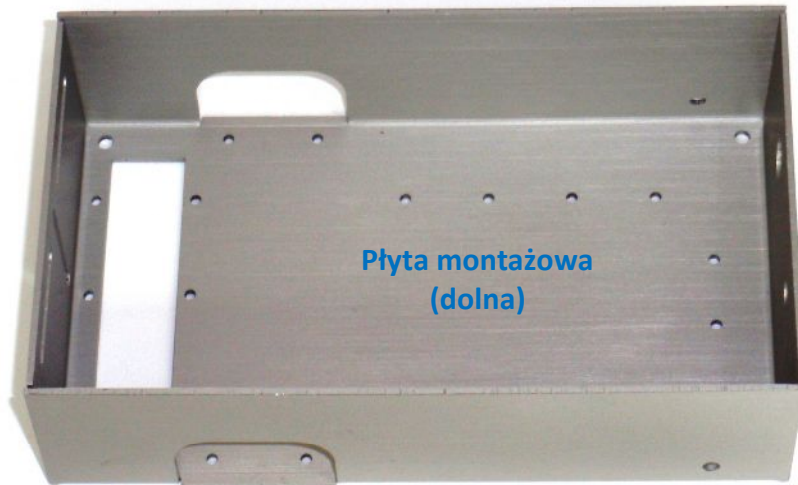
Serwa do układu skanującego



Gniazdo zasilające i przełącznik



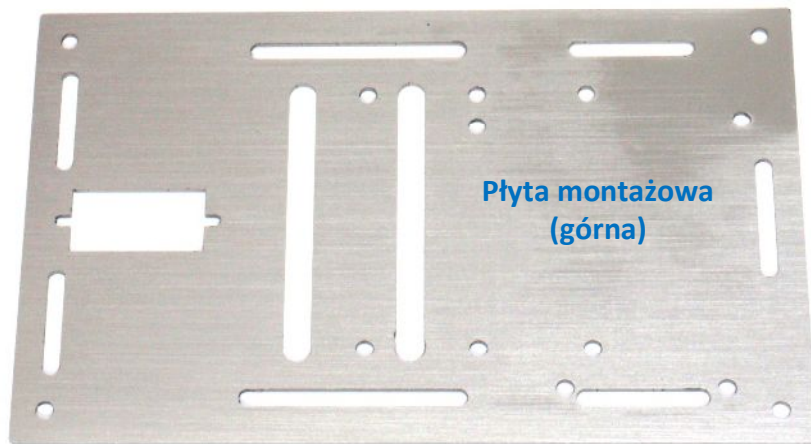
Płyta montażowa (dolna)



Układ skanujący



Płyta montażowa (górna)



Pojemnik na akumulatory



Kulka podporowa ½" (dla wersji 2 kołowej)



Silniki, elementy mocujące i koła przednie (42 mm x 19 mm) – do układu 2 i 4 kołowego



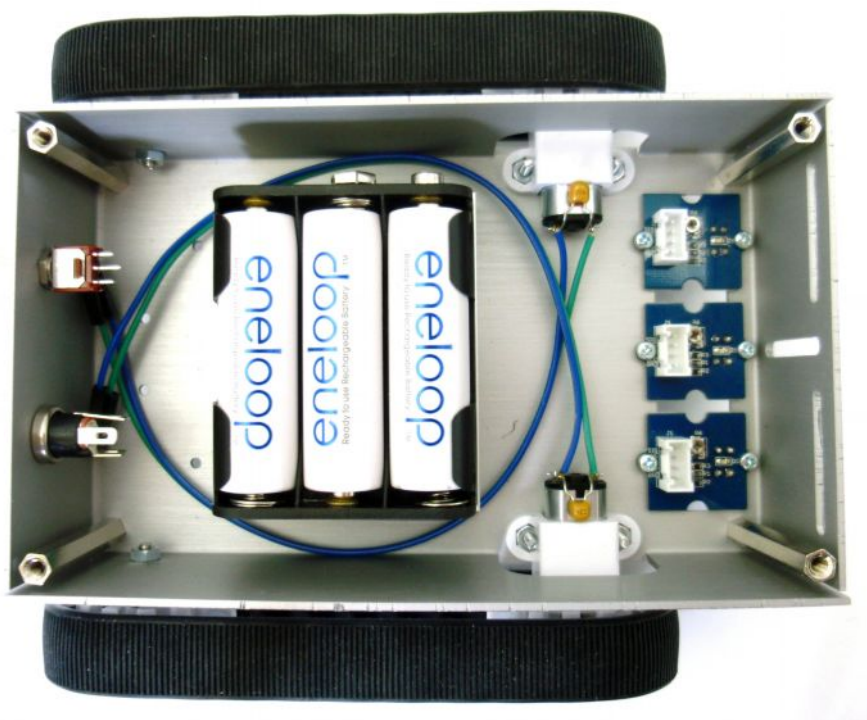
Koła tylne (42 mm x 19 mm) - do układu 4 kołowego



Zestaw łańcuch z dwoma kołami przednimi i dwoma tylnymi



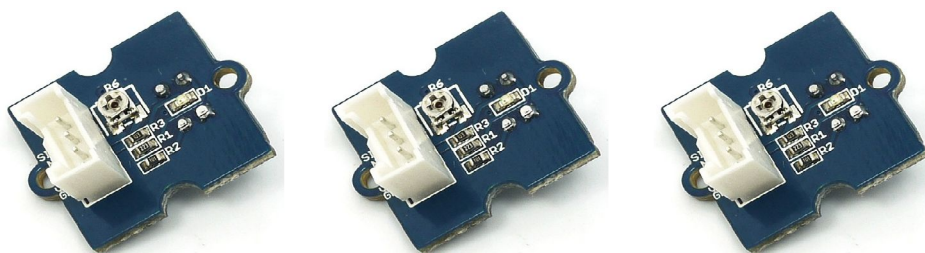
Widok wnętrza platformy (dolna płyta montażowa) mini robota z zamontowanymi elementami



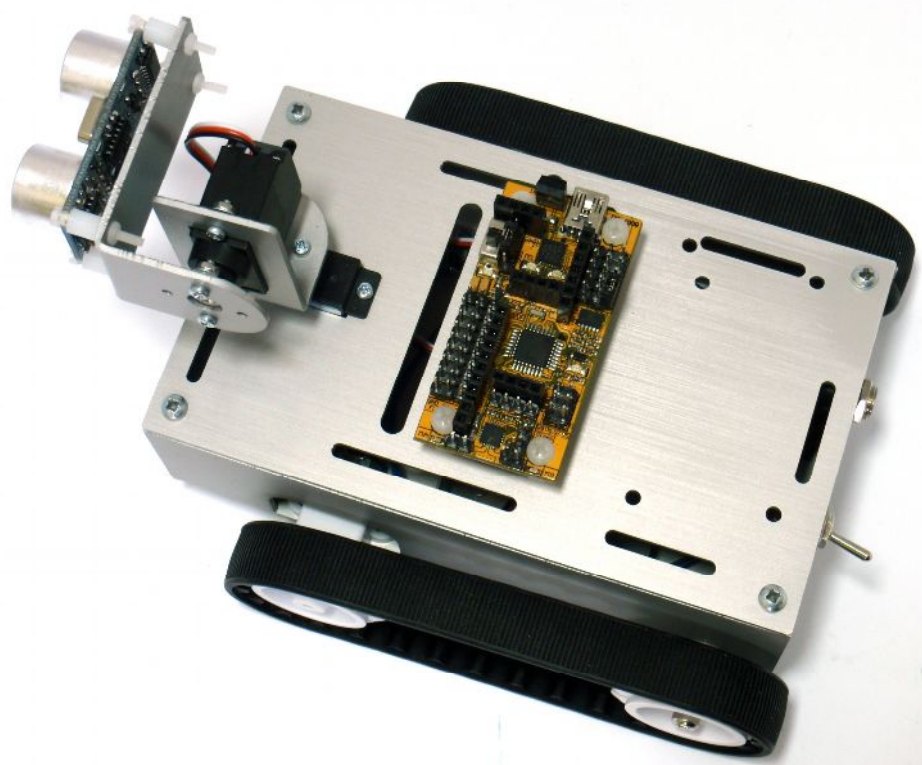
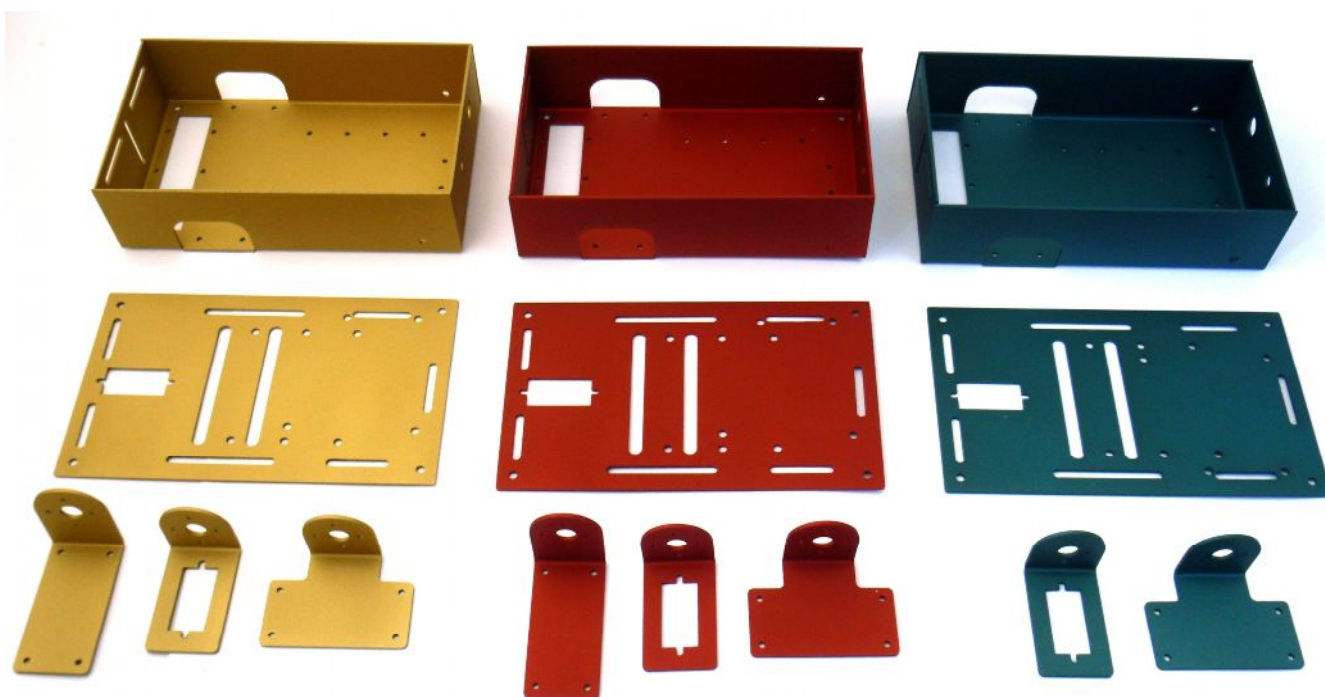
Zasada mocowania silnika do dolnej płyty montażowej



Czujniki linii



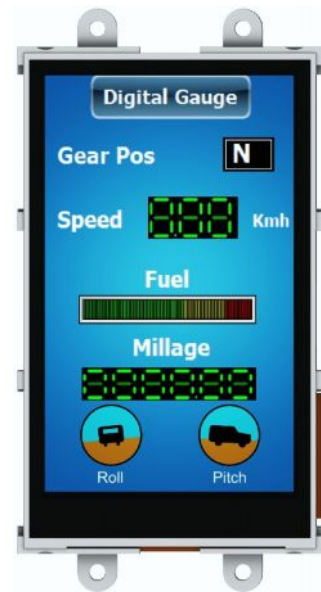
Przykładowe wersje kolorystyczne płyt montażowych platformy AMRobot



Moduł wyświetlacza graficznego

Ważną cechą platformy mini robota edukacyjnego AMRobot jest możliwość umieszczenia na górnej płycie montażowej inteligentnego modułu wyświetlacza graficznego firmy 4D Systems, który może także pracować samodzielnie, bez modułu nadrzędnego mikrokontrolera.

Wyświetlacz graficzny w mini robocie może być bardzo przydatny w sytuacji konieczności szybkich zmian konfiguracji oprogramowania lub parametrów dotyczących pracy silników, ustawień regulatora PID itd. Wyświetlacz z ekranem dotykowym eliminuje stosowanie przycisków mechanicznych. Poza tym monitorowanie stanu robota w formie graficznych komunikatów jest cennym uzupełnieniem realizowanych funkcji programowych. Ponadto moduł wyświetlacza zawiera pamięć do przechowywania plików graficznych, animacji oraz plików video i audio (wbudowane złącze μ SD).



Dla potrzeb platformy mini robota AMRobot można zastosować dowolny wyświetlacz, jednak zalecany jest inteligentny moduł wyświetlacza graficznego firmy 4D Systems, który może być szybko skonfigurowany z zewnętrznym, nadrzędnym mikrokontrolerem (np. Arduino) poprzez interfejs szeregowy (UART) lub pracę w trybie samodzielnego modułu graficznego. Wybór trybu pracy dokonywany jest z ogólnodostępnego pliku konfiguracyjnego, udostępnionego przez producenta (4D Systems).

Tryb pracy z interfejsem szeregowym w konfiguracji modułu podporządkowanego jest wygodny w przypadku stosowania dowolnych, zewnętrznych mikrokontrolerów.

Stosowanie w/w inteligentnego modułu graficznych praktycznie eliminuje ryzyko niepowodzenia przy projektowaniu graficznych interfejsów nawet przez mniej doświadczonych użytkowników.

Firma 4D Systems oferuje także darmowe oprogramowanie **4D-Workshops IDE** oraz mocny edytor graficzny **4D-ViSi Genie** przeznaczony do prostego i intuicyjnego pozycjonowania graficznych elementów używanych np. do sterowania i wizualizacji w układach kontrolno-pomiarowych robotyki i automatyki. Są to np. **przyciski, mierniki pomiarowe, suwaki, pokręta, przełączniki itd.** Nie wymaga to znajomości języka programowania wyświetlacza dla którego kod powstaje automatycznie (w tle) podczas graficznego pozycjonowania w edytorze wyświetlacza niezbędnych elementów graficznych. Pozwala to na eliminację częstego zapisywania kodu do modułu wyświetlacza podczas projektowania.

