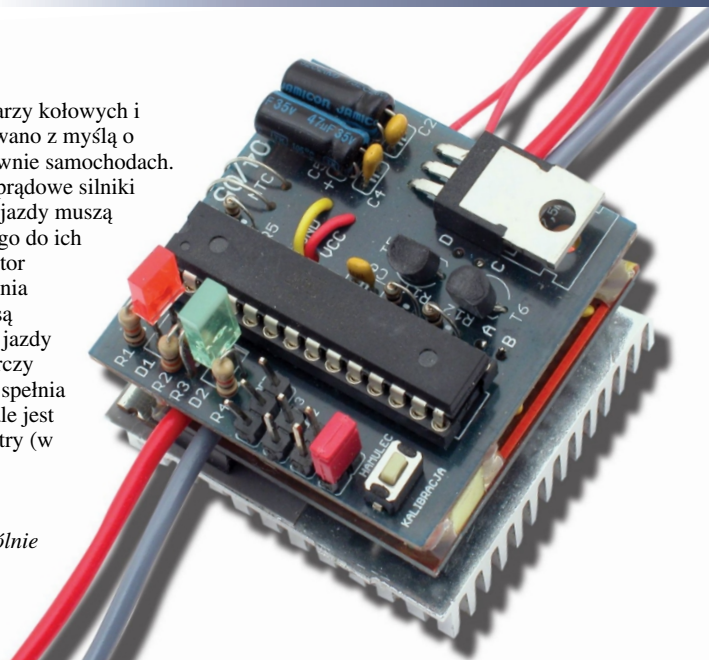


# AVT 5190

## Modelarski regulator dwukierunkowy

Układ z przeznaczeniem dla modelarzy kołowych i pływających. Regulator zaprojektowano z myślą o zdalnie sterowanych modelach, głównie samochodach. Do ich napędu używane są wysokoprądowe silniki szczotkowe prądu stałego. Podczas jazdy muszą pracować w obu kierunkach – dlatego do ichysterowania konieczny jest regulator dwukierunkowy. Tęgo typu urządzenia renomowanych firm modelarskich są stosunkowo drogie. Tymczasem do jazdy rekreacyjnej z powodzeniem wystarczy układ wykonany samodzielnie. Nie spełnia wyśrubowanych norm rajdowych, ale jest stosunkowo tani i ma dobre parametry (w tym układ BEC).



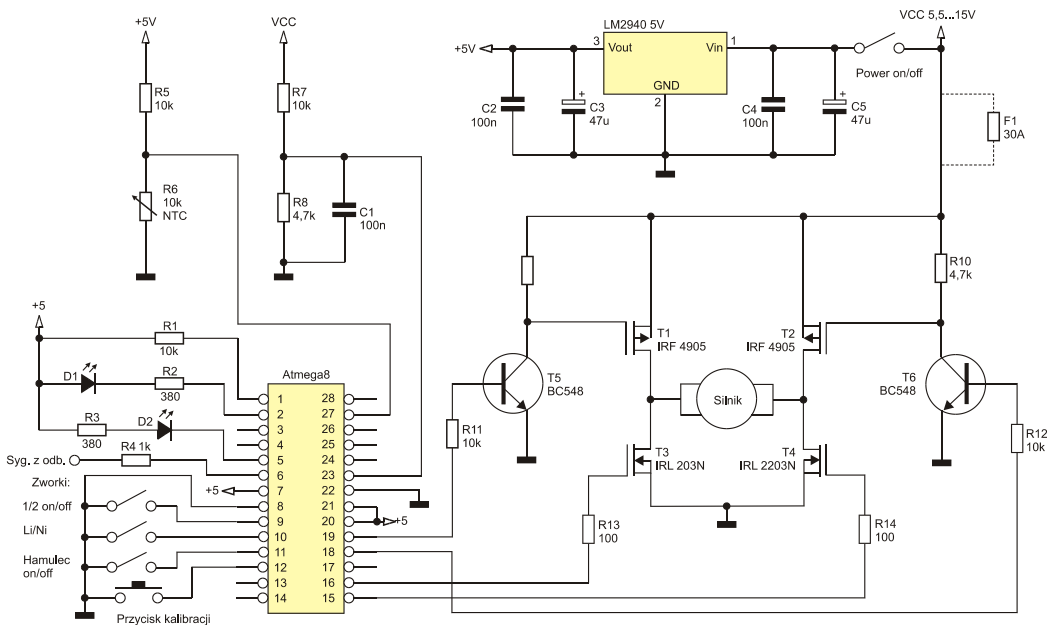
**Rekomendacje:** Urządzenie szczególnie polecane modelarzom kołowym i pływającym

## Właściwości

- Akumulatory zasilające: 6-10 cel Ni-Mh lub Ni-Cd lub 2-3 cel Li-poly lub Li-ion (automatyczna detekcja ilości cel)
- Szybka kalibracja jednym przyciskiem
- Ustawianie szerokości i położenia neutrum
- Opcja pracy jako regulator jednokierunkowy
- Hamulec „proporcjonalny”
- Funkcja Cut-off
- Sygnalizacja niskiego poziomu napięcia akumulatora
- Nieliniowa charakterystyka gazu
- Łagodny start silnika
- Wyłączenie silnika w przypadku stwierdzenia zaniku sygnału
- Zabezpieczenie termiczne
- Maksymalny prąd: ciągły: 20A, chwilowy: 40A
- Minimalna ilość zwoi silnika: 18
- Rezystancja wewnętrzna: 0,027ohm

## Opis układu

Sercem układu regulatora jest mikrokontroler sterujący mostkiem „H”. Zasilanie układu pobierane jest z pakietu akumulatorów. Tryb pracy sygnalizują dwie diody LED. Ustawianie odbywa się poprzez zworki i jeden przycisk. Sygnał z odbiornika podawany jest bezpośrednio na wejście procesora. Sterowanie silnikiem wykonywane jest przez modulację szerokości impulsu (PWM) przy stałej wartości napięcia wyjściowego. Układ PWM zasila urządzenie bezpośrednio lub przez filtr dolnoprzepustowy. Modulacja szerokości impulsu jest najczęściej wykonywana przez przełączenie tranzystorów lub tyrystorów pomiędzy stanem przewodzenia a stanem zaporowym. W stanie zaporowym prąd praktycznie nie płynie, nie występują więc straty mocy. W stanie przewodzenia występuje niewielki spadek napięcia na układzie sterującym, jednak jest on minimalny w stosunku do mocy przekazywanej, co skutkuje największą



**Rys. 1** Schemat elektryczny układu

sprawnością energetyczną układu regulacyjnego. Zasilanie tą metodą pozwala na uzyskanie dużej dokładności i ułatwia sterowania napędem.

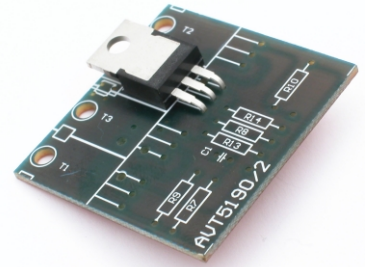
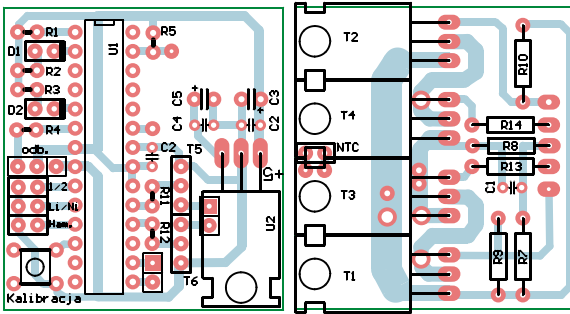
Schemat ideowy układu przedstawiono na **rys. 1**. Napięcie zasilające z pakietu akumulatorów stabilizowane jest za pomocą układu stabilizatora LDO typu LM2940-5V. Stabilizator ten zasilą napięciem +5 V mikrokontroler, odbiornik i serwomechanizm (funkcja BEC). Warto zaopatrzyć go w niewielki radiator, gdyż w zależności od liczby i wielkości zasilanych serwomechanizmów, pobierany z niego prąd może osiągnąć ponad 1 A.

Napięcie zasilające podawane jest na silnik (można zastosować bezpiecznik topikowy zwłoczny 30 A) i tranzystory sterujące T1 i T2, a także poprzez dzielnik napięcia R7 i R8 do przetwornika analogowo cyfrowego w mikrokontrolerze, aby na bieżąco kontrolować napięcie akumulatora zasilającego. Kondensator C1 minimalizuje tętnienia. Właściwy dobór elementów dzielnika ma ogromny wpływ na kluczowe funkcje regulatora, takie jak detekcja ilości podłączonych cel pakietu oraz funkcję odcinającą zasilanie silnika, jeśli akumulator jest rozładowany. Napięcie odbierane z dzielnika musi być o 3,12 razy mniejsze niż napięcie zasilające. Eventualnie zamiast rezystora R8 można zastosować precyzyjny, wieloobrotowy potencjometr 10 kW i przy jego pomocy ustawić napięcie wejściowe na przetworniku A/D. Podobnie w przypadku dzielnika R5 i R6, gdzie R6 to termistor NTC (10 kW) służący do pomiaru temperatury tranzystorów mocy. Jeśli mikrokontroler zbyt wcześnie lub zbyt późno reaguje na zmianę temperatury, to należy dobrać inną wartość opornika R5 lub zmienić odległość termistora od tranzystorów mocy.

Do sygnalizacji stanu pracy zastosowano dwie diody LED: żółtą (D1) i czerwoną (D2). Sygnał z odbiornika podawany jest poprzez rezystor R4 do mikrokontrolera. Sterowanie funkcjami realizują trzy zworki oraz przycisk. Sterowanie silnikiem realizuje mikrokontroler Atmega8 poprzez 4 wyjścia: dwa dwustanowe sterujące tranzystorami MOSFET T1 i T2 oraz dwa wyjścia z modulacją PWM sterujące tranzystorami T3 i T4. Tranzystory mocy muszą **być odizolowane od siebie i od radiatora**. Dzięki opornikom R9 oraz R10 możliwe jest odłączenie zasilania procesora w dowolnym momencie pracy regulatora, bez zagrożenia zwarcie podłączonego pakietu zasilającego.

## Montaż

Układ należy zmontować na dwóch jednostronnych płytkach drukowanych, których mozaikę ścieżek pokazano na **rys.2a**. Montaż elementów rozpoczynamy od podstawki na procesor oraz elementów najmniejszych. Elementy na płytce z procesorem montujemy tak aby zajmowały jak najmniej miejsca. Po wlutowaniu elementów, obie płytki należy połączyć przewodami, tak jak pokazano to na **rys. 3**. Tranzystory T1...T4 należy umieścić na radiatorze, i

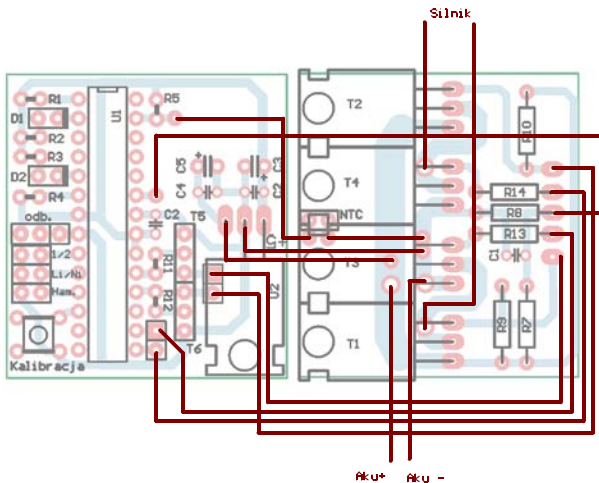


Rys. 2a Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej

Rys. 2b Sposób montażu tranzystorów

**obowiązkowo odizolować od siebie i radiatora.** Sposób montażu tranzystorów pokazano na **rys.2b**. Mimo iż producent zastosowanych tranzystorów MOSFET podaje, że nominalnie wytrzymują one prąd ciągły ponad 70 A, to maksymalny prąd ciągły regulatora jest o wiele mniejszy ze względu na wydajność chłodzenia i niepotrzebne straty mocy. Nie zaleca się stosowania regulatora do silników większych niż klasy 550. **Regulator nie jest przystosowany do pracy ciągłej, dłuższej niż kilkanaście minut, jeśli prąd obciążenia jest znaczny.**

Układ można zmodyfikować dostosowując go do własnych potrzeb. Dla zwiększenia maksymalnego dopuszczalnego prądu można dołączyć dodatkowe tranzystory MOSFET równolegle lub zastosować inne. Ważne jest, aby dolne



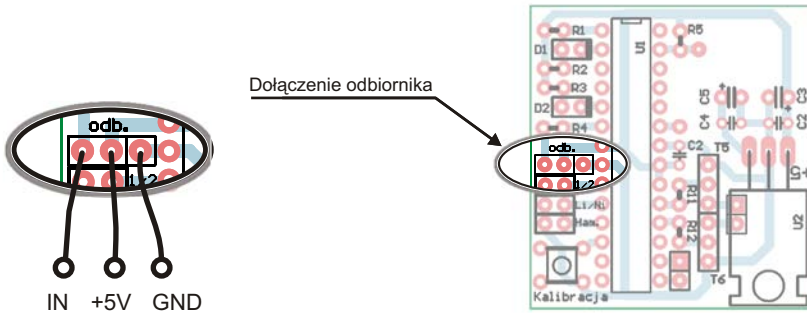
Rys. 3 Schemat połączenia płytek

tranzystory N w mostku H były z serii „Logic”, gdyż są one sterowane bezpośrednio z mikrokontrolera napięciem +5 V. Dla lepszegoysterowania tranzystorów mocy można użyć driverów. Zastosowanie w mostku H tylko tranzystorów z kanałem typu N zmniejszy impedancję wewnętrzną regulatora, a co za tym idzie spadną na nim straty mocy oraz wzrośnie dopuszczalny prąd. Takie rozwiązanie jest bardzo korzystne ze względu na znacznie lepsze parametry tranzystorów MOSFET z kanałem typu N, jednak wtedy niezbędne będzie dodanie do układu podwójnego napięcia, który będzie dostarczał napięcie sterujące górne tranzystory.

## Uruchomienie / kalibracja

Regulator nie włączy silnika dotąd, dopóki drążek gazu w nadajniku nie znajdzie się w neutralu. Regulator wyłączy silnik, jeśli w czasie pracy zostanie wyłączony nadajnik lub odbiornik straci zasięg. Ponowne uruchomienie silnika jest możliwe po odzyskaniu poprawnego sygnału i powrocie drążka gazu do neutralu.

Maksymalne obroty silnika „wstecz” są równe połowie maksymalnych obrotów „w przód”. Przy pierwszym



Rys. 4 Sposób dołączenia odbiornika

uruchomieniu układu, należy wykonać kalibrację. Bez tego regulator nie włączy silnika. Ponowna kalibracja może być wymagana po zmianie nadajnika i/lub odbiornika.

**Aby dokonać kalibracji należy:**

- 1) Włączyć nadajnik, odbiornik i regulator.
- 2) Nacisnąć przycisk kalibracji. Zaświeci się dwa razy żółta dioda.
- 3) Wychylić dwukrotnie drążek gazu w dwie skrajne pozycje.
- 4) Ustawić drążek gazu w pozycji, w której ma zaczynać się neutral. Nacisnąć przycisk kalibracji. Zaświeci się żółta dioda.
- 5) Ustawić drążek gazu w pozycji, w której ma kończyć się neutral. Nacisnąć przycisk kalibracji. Zaświeci się na długo żółta dioda. Informuje ona o zakończeniu kalibracji. Od tej chwili regulator pracuje normalnie.



Dane o kalibracji zapisywane są w nieulotnej pamięci procesora. Ponowną kalibrację można przeprowadzić w dowolnym momencie pracy regulatora.

Zalecane jest pozostawienie drążka gazu podczas kalibracji, w każdym charakterystycznym punkcie pracy, tzn. maksimum w przód, maksimum w tył, początek neutrum i koniec neutrum przynajmniej przez jedną sekundę. Szybkie i chaotyczne ruchy mogą doprowadzić do błędów kalibracji.

Jeśli model jadąc w przód osiąga prędkość mniejszą niż przy jeździe w tył, oznacza to, iż należy zamienić miejscami kable podłączone do silnika lub włączyć w nadajniku „Rewers” i ponownie wykonać kalibrację.

## Tylko dla nadajników drążkowych:

Neutrum nie musi znajdować się w pozycji środkowej zakresu drążka gazu. Dla nadajników drążkowych (lotniczych) proponujemy ustawić neutrum lekko z tyłu, ponieważ zazwyczaj zależy nam na dokładnej i płynnej regulacji obrotów tylko w jednym kierunku. Wsteczny jest używany raczej sporadycznie. Zarówno położenie jak i szerokość neutrum jest dowolna.



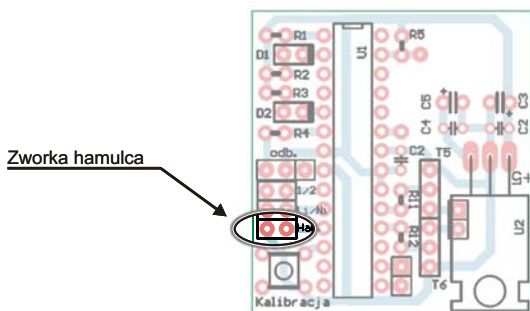
Ustawienie początku neutrum w jednej ze skrajnych pozycji drążka spowoduje, że regulator będzie pracował jako jednokierunkowy:

Funkcję hamulca można włączyć i wyłączyć w dowolnym momencie. Jeśli zworka jest założona, to funkcja hamulca



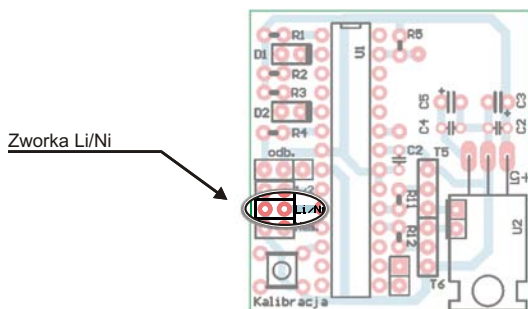
## Funkcja hamulca

jest wyłączona. Drążek gazu ma następujące pozycje: gaz do przodu, neutrum, gaz do tyłu i odwrotnie. Jeśli zworka jest zdjęta, hamulec jest aktywny. Drążek gazu ma następujące pozycje: gaz do przodu, neutrum (krócej niż dwie sekundy, w przeciwnym razie opcja hamulca jest pomijana), hamulec proporcjonalny, neutrum, gaz do tyłu i w druga stronę: gaz do tyłu, neutrum (krócej niż dwie sekundy, w przeciwnym razie opcja hamulca jest pomijana), hamulce proporcjonalny, neutrum, gaz do przodu. Hamulec włącza się, gdy drążek gazu był w neutrumu krócej niż dwie sekundy oraz gdy został wychylny w przeciwną stronę niż ostatnio. Siła hamowania jest proporcjonalna do wychylenia drążka. Po włączeniu zasilania regulator czeka 0,5 sekundy na ustabilizowanie napięcia akumulatora i po tym czasie je mierzy.



## Detekcja ilości podłączonych cel akumulatora

Jeżeli zworka Li/Ni jest zdjęta oznacza to, że używamy akumulatorów Li-xxx. W takim wypadku, jeśli zmierzone napięcie jest mniejsze niż 8,6V to regulator uznaje, że podłączony jest pakiet 2 cele li-xxx. Sygnalizowane jest to jednokrotnym zapaleniem diody żółtej podczas uruchamiania regulatora, w przeciwnym razie uznaje że podłączony jest pakiet 3 cele li-xxx. Jest to sygnalizowane dwukrotnym zapaleniem diody żółtej podczas uruchamiania regulatora.



Jeżeli zworka Li/Ni jest zwarta oznacza to, że używamy akumulatorów Ni-xx. W takim wypadku, regulator uznaje, że podłączone jest:

-6...7 cel, jeśli zmierzone napięcie jest mniejsze niż 10,5V

-8...10 cel, jeśli zmierzone napięcie jest większe niż 10,5V

Podłączenie 6-7 cel sygnalizowane jest pojedynczym zaświeceniem się żółtej diody podczas uruchamiania regulatora, 8...10 - podwójnym.

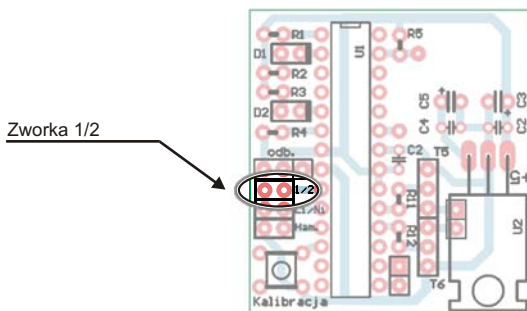
Dla poprawnego rozpoznawania ilości cel akumulatorów Ni-xx **niezalecane** jest podłączanie mocno rozładowanych akumulatorów.

Jeśli używamy pakietu li-xxx regulator odcina silnik przy napięciu 2,8 V na cele, czyli odpowiednio 5,6V oraz 8,5V, a

## Funkcja Cut-off

jeśli ni-xx odpowiednio 5,5V oraz 7V. Po docięciu ponowne uruchomienie silnika jest możliwe jedynie, gdy drążek gazu wróci do neutrum i ponownie zostanie wychylony.

Jeśli zworka oznaczona na schemacie jako **1/2** jest zdjęta, regulator zredukuje gaz do maksymalnie 50% gazu nominalnego, jeśli napięcie zasilające spadnie poniżej 2,9V na cele dla akumulatorów Li-xxx oraz 5,7V i 7,4V dla Ni-xx. Sygnalizowane jest to zapaleniem czerwonej diody co jedną sekundę. Funkcja zostaje wyłączona dopiero po wymianie pakietu. Jest szczególnie przydatna w łodziach, gdyż pozwoli powoli wrócić do brzegu bez całkowitego odcięcia silnika. Opcję tą można w każdej chwili włączyć i wyłączyć zworką. (Patrz również pomiar temperatury) Jeśli napięcie na akumulatorze, kiedykolwiek podczas pracy regulatora spadnie do poziomu 3V na celę dla



## Sygnalizacja niskiego napięcia akumulatora

akumulatorów Li-xxx oraz 1V na celę dla Ni-xx, regulator będzie sygnalizował ten fakt przez zapalenie żółtej diody. Dioda zgaśnie po wymianie pakietu.

Pomiar temperatury regulatora zapobiega przed przegrzaniem i co za tym idzie uszkodzeniem regulatora, mimo to nie

## Pomiar temperatury regulatora

jest on odporny na zwarcie.

Jeśli temperatura wzrośnie do temperatury krytycznej, czyli 90°C regulator wyłączy silnik. Jest to sygnalizowane zapaleniem czerwonej diody. W tej sytuacji należy poczekać na wystudzenie regulatora i jeśli to możliwe odłączyć zasilanie. Uruchomienie silnika będzie możliwe dopiero po obniżeniu się temperatury do około 60°C. Funkcja wskazuje, że regulator jest przeciążony i nie powinien być więcej używany w takiej konfiguracji.

Jeśli zworka oznaczona na schemacie jako **1/2** jest zdjęta to, gdy temperatura osiągnie 75°C regulator zredukuje gaz do maksymalnie 50% gazu nominalnego. Sygnalizowane jest to zapaleniem czerwonej diody co jedna sekundę. Funkcja zostaje wyłączona, gdy temperatura spadnie poniżej 60°C. Opcję tą można w każdej chwili włączyć i wyłączyć zworką. Funkcja szczególnie przydatna w łodziach, gdyż pozwoli powoli wrócić do brzegu bez całkowitego odcięcia silnika.

## Rezystory

R1, R5, R11, R12:.....10 kW/0,25W  
R2,R3:.....380 W/0,25W  
R4: .....1 kW/0,25W  
R7: .....10 kW/0,25W, 1%  
R8: .....4,7 kW 1% lub potencjometr precyzyjny 10 kW  
R9, R10:.....4,7 kW/0,25 W  
R13, R14:.....100 W/0,25 W

## Kondensatory

C1, C2, C2', C4: .....100 nF  
C3, C5: .....47 mF/16 V

## Półprzewodniki

D1, D2: .....LED 3mm  
R6: .....Termistor NTC 10 kW  
T1, T2: .....IRF4905  
T3, T4: .....IRL2203N (IRL7833)  
T5, T6: .....BC548  
U1: .....Mikrokontroler Atmega8(DIP28)  
U2: .....Stabilizator LM2940-5V

## Inne

Mikroswitch  
Podstawka wąska DIP28  
Zworki 3szt.  
Microswitch  
Włącznik hebelkowy 2A  
Kable połączeniowe  
Radiator

Zestaw powstał na podstawie projektu o tym samym tytule opublikowanego w Elektronice Praktycznej 05/09

**ELEKTRONIKA  
PRAKTYCZNA**

[www.ep.com.pl](http://www.ep.com.pl)

Oferta zestawów do samodzielnego montażu dostępna jest na stronie internetowej [www.sklep.avt.pl](http://www.sklep.avt.pl)



**Producent:**  
AVT-Korporacja sp. z o.o.  
ul. Leszczyńska 11  
03-197 Warszawa

tel.: (22) 257-84-50  
fax: (22) 257-84-55

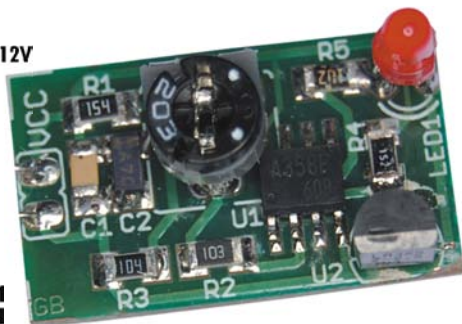
**Dział pomocy technicznej:**  
tel.: (22) 257-84-58  
[serwis@avt.pl](mailto:serwis@avt.pl)

## AVT1521 Sygnalizator rozładowania akumulatora do modeli

- układ dla napięć nominalnych akumulatorów 4,8V, 7,2V, 9,6V, 12V
- łatwe dostosowanie do określonej ilości ogniw akumulatorów
- sygnalizacja niskiego napięcia – dioda LED

[www.sklep.avt.pl](http://www.sklep.avt.pl)

AVT-Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11  
tel. 022 257 84 50, fax 022 257 84 55, e-mail: [handlowy@avt.pl](mailto:handlowy@avt.pl)



## Zdalnie sterowany pojazd-zabawka

# AVT 5165



- czterokanałowe zdalne sterowanie (gotowe moduły nadawczo-odbiorcze)
- dwa silniki napędowe (serwomechanizmy, nie wchodzą w skład zestawu)
- skręt odbywa się dzięki różnicy prędkości obrotowych
- komendy: jazda do przodu, jazda do tyłu, skręt w lewo, skręt w prawo, zawracanie, hamowanie
- diody LED oświetlające drogę

AVT-Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11  
tel. 022 257 84 50, fax 022 257 84 55, e-mail: [handlowy@avt.pl](mailto:handlowy@avt.pl)