

Częstościomierz, część 2

AVT-5106



W numerze EP1/2007 zamieściliśmy opis toru wejściowego do częstościomierza pozwalający wykonywać pomiary w zakresie nawet do 1,1 GHz.

W uzupełnieniu tego artykułu przedstawiamy blok logiki, dzięki któremu będzie możliwe zbudowanie kompletnego częstościomierza o bardzo dobrych, jak na warunki amatorskie parametrach.

Rekomendacje:
częstościomierz, którego wykonanie jest możliwe w warunkach amatorskich może znaleźć zastosowanie nawet w zaawansowanych pomiarach profesjonalnych.

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytki o wymiarach: 88x69 mm (główna) i 108x32 mm (wyświetlacz)
- Wyświetlacz: LED 7 cyfr znaczących
- Automatyczny dobór zakresu
- Dokładność pomiaru niezależna od częstotliwości mierzonej
- Krok pomiarowy: 10^{-6} Hz
- Funkcja dodawania/odejmowania od wyniku stałej częstotliwości
- Programowa kalibracja urządzenia
- Funkcja automatycznej kalibracji dowolną częstotliwością wzorcową od 1 Hz do 100 MHz
- Czas trwania pomiaru prawie niezależny od mierzonej częstotliwości (przyrząd musi zmierzyć co najmniej 1 okres przebiegu, co oznacza, że niezależnie od ustawień urządzenia, pomiar przebiegu o częstotliwości np. 1 Hz trwa co najmniej 1 sekundę)
- Możliwość ustawienia czasu trwania pomiaru

Płytki programatora układu (opcja)

Teraz słowo o tajemniczych punktach lutowniczych oznaczonych na schemacie jako PAD1...PAD6. Do wspomnianych punktów należy dołączyć odpowiednie wyprowadzenia konwertera stanów logicznych (nazwijmy go umownie programatorem). Mikrokontroler DS89C430 posiada wewnętrzny *bootloader*, który pozwala na łatwe zapisanie zawartości pamięci Flash plikiem w standardzie Intel HEX. Plik ten należy wysłać do procesora używając dowolnego programu terminalowego (szybkość transmisji zostanie samodzielnie rozpoznana przez mikrokontroler). Zabieg zapisywania można powtórzyć ponad 10000 razy. Uznałem, że nie ma sensu umieszczać na płytce dodatkowych elementów programatora – lepiej wykonać ten prosty układ na dodatkowej płytce i wykorzystywać do programowania innych konstrukcji.

Sam konwerter (rys. 3) jest najprostszym układem programującym ten typ mikrokontrolera, jaki udało mi się wymyślić. Tranzystory Q1 i Q3 wraz z elementami R1, R2, R5, R6 oraz D1 i D3 sprowadzają poziomy logiczne z portu COM do akceptowalnych przez procesor oraz wprowadzają negację stanów. Kiedy na linii DTR portu pojawi się dodatnie napięcie, tranzystor Q1 wymusza stan niski na liniach /EA i PSEN procesora, zaś tranzystor Q4 podciąga wejście RST do zasilania. Jest to warunek niezbędny do uaktywnienia wewnętrznego *bootloadera*. Dioda D2 jest tu konieczna, ponieważ w trakcie pracy procesora, na linii PSEN występuje permanentna zmiana stanów, i mogłoby to rodzić nieprzewidziane sytuacje, gdyby owa zmiana przenosiła się na linię /EA.

W stronę komputera negację i zmianę poziomów realizuje tranzystor Q2 oraz R3 i R8. Na linii RXD (patrząc od strony komputera) poziom logicznej jedynki jest równy ok. 0,2 V, zaś zero ma ok. 4,3 V. Wykracza to poza specyfikację standardu (odpowiednio: -3 V i +3 V), ale konstrukcja odbornika RS-232 w komputerze powoduje, że poziomy takie są w praktyce

akceptowane i błędy nie następują nawet przy programowaniu z najwyższą szybkością transmisji. Wszystkie niezbędne informacje na temat programowania DS89C430 znajdują się w odpowiednich notach na stronie firmy Dallas-Maxim.

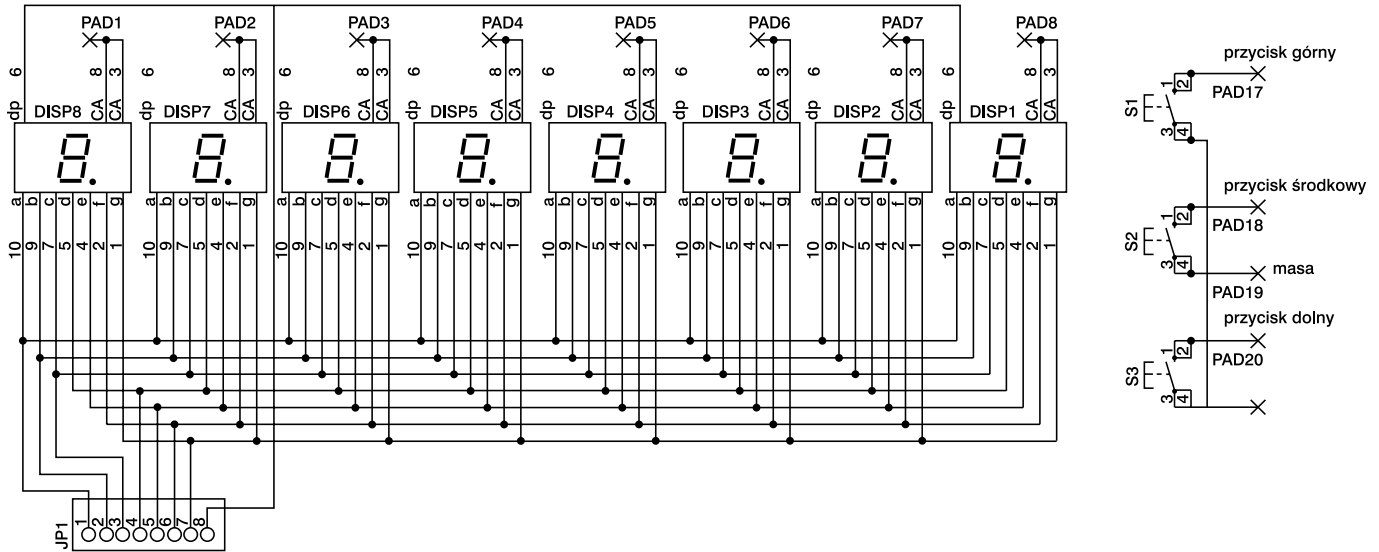
Montaż

Wszystkie płytki wchodzące w skład urządzenia (rys. 4 i 5) są jednowarstwowe, co upraszcza ich ewentualne wykonanie, ale implikuje konieczność użycia zworek (dwie na płytce głównej). Montaż wykonujemy standardowo. Najpierw sugerujemy wlutować elementy bierne, upchnięte wewnątrz podstawek: C5, C6 i D1 na płytce bazowej oraz zworki. Później można wlutować pozostałe elementy: podstawki, elementy bierne, tranzystory, diody oraz łączówki szpilkowe na płytce bazowej. Na końcu należy zamontować stabilizator IC5 z dołączonym radiatorem (rys. 6) – wystarczy kawałek blachy o wymiarach 50x30x10 mm.

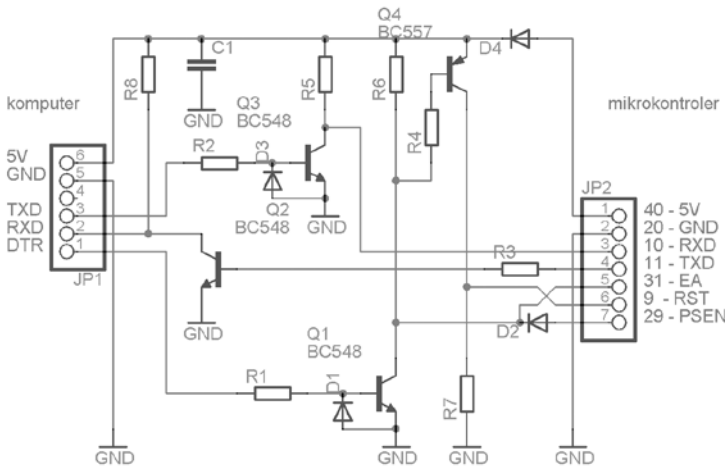
Stosowanie łączówek szpilkowych (i połączenia rozłącznego) na płytce wyświetlaczy nie jest konieczne, w pozostałych miejscach jest jednak wskazane. Połączenia rozłączne najprościej i najtaniej można wykonać w następujący sposób: taśmę przewodów należy przyciąć na odpowiednią długość, po czym poszczególne przewody przylutować do nasadek na łączówki szpilkowe, po czym każde połączenie zabezpieczyć kawałeczkiem koszulki termokurczliwej (ok. 0,5 cm). Wyjaśniono to na fot. 7.

Do rozprowadzenia zasilania powyższa metoda może się nie sprawdzić. W niniejszym układzie wykorzystalem wsuwki (również nasadzone na złącza szpilkowe) z nałożonymi koszulkami termokurczliwymi. Połączenie nadaje się do przesyłania większych prądów ze względu na lepszy kontakt elektryczny ze szpilkami.

Płytki obwodów wejściowych (EP1/2007) i logiki mają te same wymiary oraz tak samo rozstawione otwory. W układzie modelowym płytka mikroprocesorowa została ułożona nad płytką toru wejściowego. Obie płytki zostały zamocowane na 4 długich



Rys. 2. Schemat płytki wyświetlacza



Rys. 3. Schemat programatora ISP

śrubach M3. Odpowiednie odległości między nimi zapewnione są poprzez wykorzystanie nakrętek, można też użyć tulejek dystansujących. Układ umieszczono w plastikowej obudowie z serii Z... Ze względu jednak na

emitowane zakłócenia oraz solidność konstrukcji lepiej byłoby zastosować odpowiednich rozmiarów obudowę metalową.

Jak wspomniałem wcześniej, w minimalnej konfiguracji (bez stabilizowanego termicznie wzorca częstotliwości, ale z torem wejściowym) układ można zasilac z transformatora 14...16 V o mocy co najmniej 8 W.

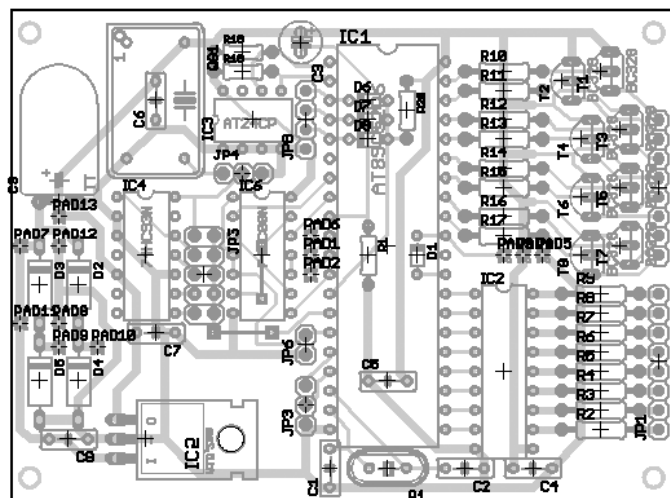
Uruchomienie

Przed włożeniem układów scalonych w podstawki należy dołączyć płytkę do transformatora i kontrolować

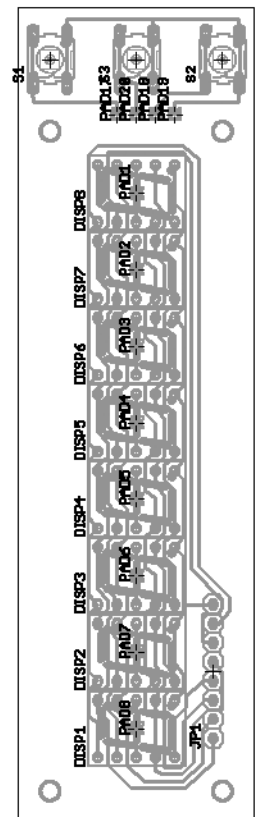
wartość napięcia zasilania układów scalonych (5 V). Jeżeli napięcie jest odpowiednie, można odłączyć zasilanie i włożyć w podstawki elementy, wcisnąć zworki w odpowiednie miejsca (w zależności od zastosowanego generatora) oraz połączyć płytki ze sobą.

Kolejne załączenie zasilania powinno zaowocować wyświetleniem krótkiego powitania oraz wskazaniem: „0.000000”.

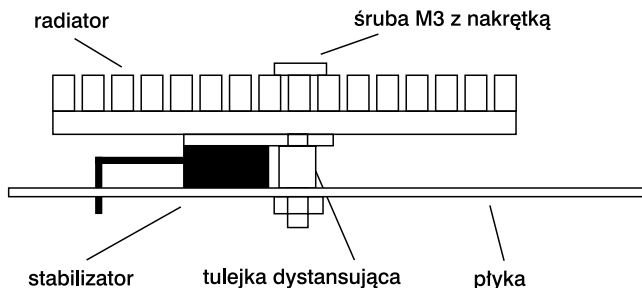
Jeśli układ nie daje znaków życia, proponuję najpierw sprawdzić działanie oscylatora kwarcowego. Z kolei w razie niepoprawnej prezentacji wyniku (zła kolejność znaków, bądź wyświetlenie krzaczków) należy sprawdzić poprawność dołączenia płytki wyświetlacza (któraś z taśm może być przesunięta albo dołączona odwrotnie). Następnie należy sprawdzić połączenie płytki toru wejściowego. Naciśnięcie



Rys. 4. Schemat montażowy płytki głównej



Rys. 5. Schemat montażowy płytki wyświetlacza



Rys. 6. Sposób montażu stabilizatora

górnego przycisku powinno załączyć prescaler (wyrazny trzask przekaźnika). Wraz z jego uaktywnieniem powinna być wyświetlona częstotliwość o wartości rzędu kilkuset megaherców. Jeżeli wszystko odbywa się zgodnie ze powyższą procedurą, układ można uznać za uruchomiony.

Obsługa urządzenia

Po załączeniu zasilania, miernik działa w trybie pomiaru sygnału m.cz. Pierwsze 7 cyfr wyświetlacza służy do wskazania wartości liczbowej pomiaru. Na ostatniej pozycji umieszczana jest informacja o zakresie pomiarowym. Zaświecenie dolnego segmentu oznacza, że jest wybrany zakres „Hz”, świecenie segmentu dolnego i środkowego oznacza zakres „kHz”, zaś zaświecenie wszystkich poziomych elementów – zakres „MHz”. Miganie kropki na ostatnim wyświetlaczu sygnalizuje wykonywanie pomiaru. Aktywowanie prescalera w.cz. wskazywane jest wyświetleniem litery „P” zamiast wskazania zakresu pomiarowego. Podyktowane jest to faktem, iż z użyciem toru w.cz. będą mierzone zawsze sygnały z zakresu megaherców.

Naciśnięcie dolnego przycisku powoduje zamrożenie wskazania i miganie litery „F” (*freeze*) na przemian z informacją o zakresie. Wejście do menu następuje po naciśnięciu środkowego przycisku.

Pozycje menu:

- **ENAB_ADD** – pozwala wybrać, czy do wyniku będzie dodana (odjęta) pewna stała (np. wartość częstotliwości pośredniej);
- **SET_ADD** – wybranie tej pozycji pozwala ustalić wartość wymienionej wyżej stałej. Zrezygnowałem z implementacji banku tych częstotliwości, ponieważ ustawienie nowej częstotliwości jest stosunkowo wygodne i szybkie;
- **MEAS_DUR** – czas pomiaru – do wyboru wartość z zakresu 0,1...5 sekund. Im dłużej trwa pomiar,

tym jest z reguły dokładniejszy. Jeżeli użytkownik postąpi zgodnie ze wskazówkami w podpunkcie dotyczącym generatora wzorcowego i dobrać odpowiednią jego częstotliwość, wydłużenie czasu powyżej 1 sekundy nie jest

konieczne;

- **CALIBRAT** – pozwala na skalibrowanie urządzenia. Do wejścia należy doprowadzić przebieg o częstotliwości wzorcowej (dowolnej, byle była znana). Miernik na bieżąco dokonuje pomiaru tej częstotliwości. Naciskanie klawiszy „w górę” i „w dół” wywołuje inkrementację, bądź dekrementację zmiennej oznaczającej częstotliwość wewnętrznego generatora wzorcowego. Naciśnięcie klawisza środkowego pozwala zapamiętać ustawioną częstotliwość wzorca;
- **AUTOCALI** – funkcja autokalibracji. Jeżeli dysponujemy wzorcem o ustalonej częstotliwości, np. 225 kHz, można po wybraniu tej opcji dokonać automatycznej kalibracji urządzenia. Miernik znając tę częstotliwość sam ustali wartość częstotliwości wzorca wewnętrznego. Naciśnięcie klawisza „w górę” ponawia pomiar, klawisz środkowy – zatwierdza nową częstotliwość, zaś klawisz dolny anuluje kalibrację;
- **SET_BASE** – pozwala ręcznie ustawić częstotliwość wewnętrznego wzorca (w sposób analogiczny, jak ustala się częstotliwość do dodania/odjęcia);
- **SET_CALI** – umożliwi ustawienie częstotliwości zewnętrznego wzorca do autokalibracji (j.w.).
- **RETURN** – powrót do normalnego trybu pomiarowego

Uwagi i możliwości usprawnień

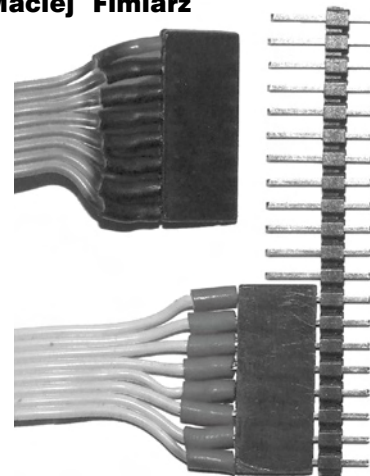
Pierwszą poprawką wprowadzoną do niniejszego projektu była wymiana stabilizatora IC5 na małą płytkę ze stabilizatorem impulsowym. Zainstalowana płytkę ma powierzchnię nieco mniejszą niż radiator od stabilizatora. Jako stabilizator impulsowy wykorzystałem element MC34063 we wzorcowym układzie przetwornicy obniżającej napięcie. Cewkę stanowi 40 zwojów drutu 0,3 mm na toroidalnym

rdzeniu proszkowym wyjętym z płyty głównej. Posiadając miernik indukcyjności, albo znając liczbę AL rdzenia, można liczbę zwojów dobrać tak, aby indukcyjność zgadzała się ze wzorem zawartym np. w datasheet owego elementu, co powinno zaowocować największą sprawnością przetwornicy. W przeciwnym przypadku, należy próbować dotąd, aż rdzeń będzie się grzał możliwie najmniej.

Zaletą zastosowania stabilizatora impulsowego jest wyraźnie mniejszy pobór prądu przez układ (o około 80...100 mA) oraz mniejsza ilość generowanego ciepła (co nie jest bez znaczenia, jeżeli w obudowie znajduje się kwarcowy wzorec częstotliwości). Wadą jest jednak trudniejszy proces uruchomienia układu, dlatego docelowo w urządzeniu pozostał stabilizator liniowy.

Bardzo użyteczną funkcją miernika jest opcja autokalibracji. W praktyce oznacza to, że jeżeli dysponujemy zewnętrznym wzorcem częstotliwości, to przed właściwym pomiarem należy na chwilę podłączyć wejście miernika do wzorca, wybrać odpowiednią opcję menu i miernik można uznać za skalibrowany. W moim przypadku za zewnętrzny wzorec służył prosty odbiornik Warszawskiej Jedynki. Dzięki zastosowaniu czterech stopni wzmacniających, czterech obwodów rezonansowych oraz prostego ogranicznika uzyskałem wystarczającą czułość odbioru mimo użycia prostej 14-centymetrowej anteny ferrytowej, a także dostateczne wytłumienie wstępnych. Ów minimalistyczny wzorec radiowy na razie nie posiada pętli PLL, ponieważ do skalibrowania częstościomierza nie jest konieczna ani wysoka ani „okrągła” częstotliwość.

Maciej Fimiarz



Fot. 7. Sposób wykonania połączeń

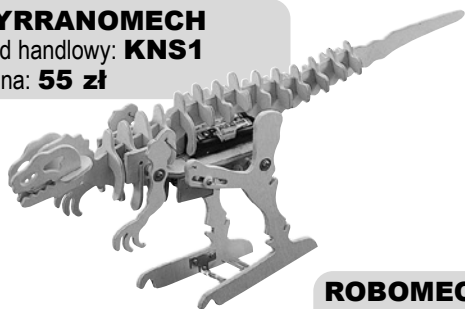
ROBOKITY

zestawy do samodzielnego montażu **velleman**



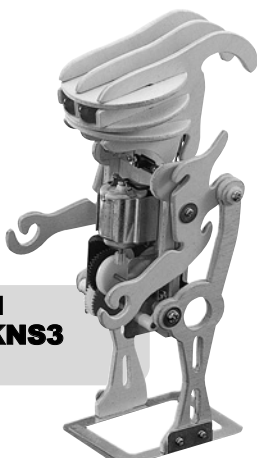
TYRRANOMECH

Kod handlowy: **KNS1**
Cena: **55 zł**



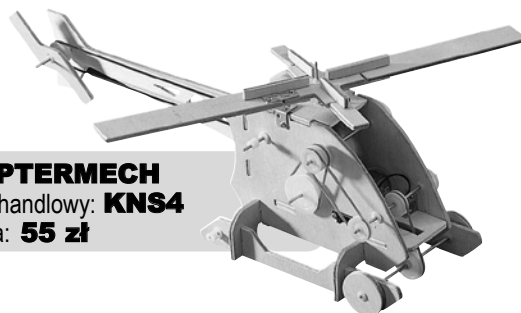
ROBOMECH

Kod handlowy: **KNS3**
Cena: **55 zł**



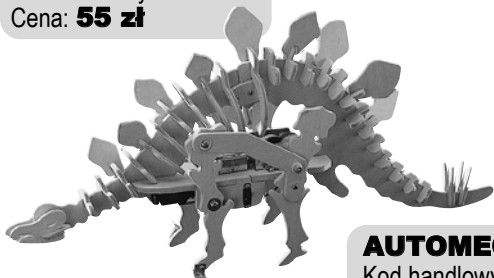
COPTERMECH

Kod handlowy: **KNS4**
Cena: **55 zł**



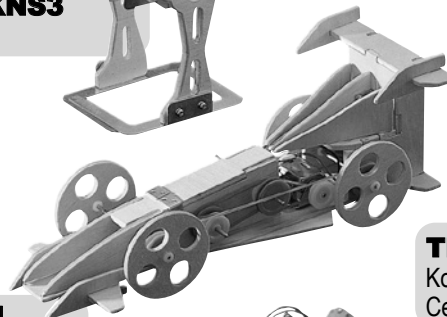
STEGOMECH

Kod handlowy: **KNS2**
Cena: **55 zł**



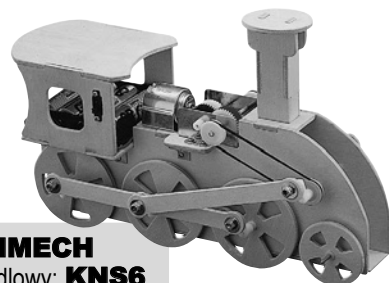
AUTOMECH

Kod handlowy: **KNS5**
Cena: **55 zł**



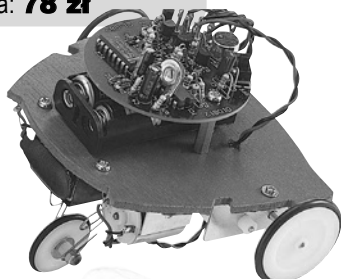
TRAINMECH

Kod handlowy: **KNS6**
Cena: **59 zł**



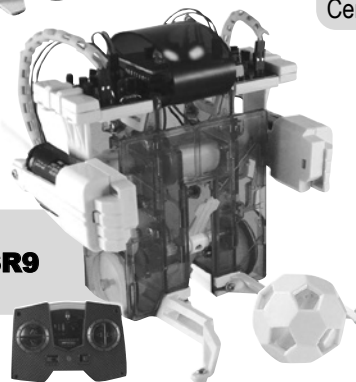
ROBOT FROG

Kod handlowy: **KSR2**
Cena: **78 zł**



BOTBALL

Kod handlowy: **KSR9**
Cena: **161 zł**



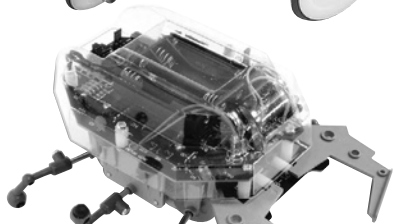
ROBOT CAR

Kod handlowy: **KSR1**
Cena: **66 zł**



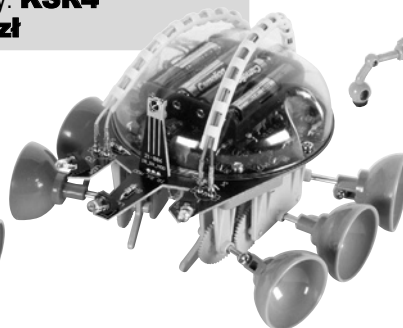
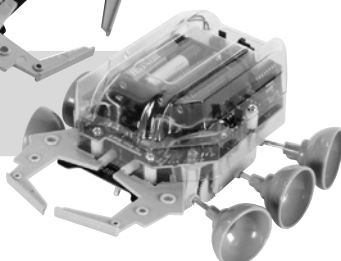
ESCAPE

Kod handlowy: **KSR4**
Cena: **120 zł**



SCARAB

Kod handlowy: **KSR5**
Cena: **120 zł**



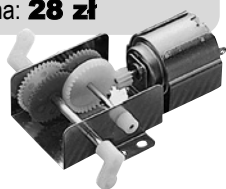
LADYBUG

Kod handlowy: **KSR6**
Cena: **90 zł**



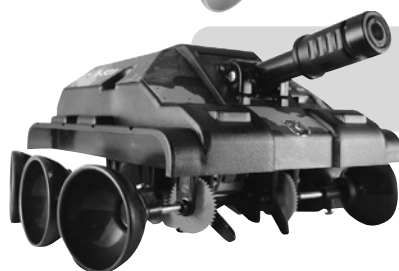
PRZEKŁADNIA

Kod handlowy: **KNS7**
Cena: **28 zł**



TITAN TANK

Kod handlowy: **KSR8**
Cena: **161 zł**



HEXAPOD

Kod handlowy: **KSR3**
Cena: **78 zł**

