

U każdego praktykującego elektronika wcześniej czy później pojawia się potrzeba bezprzewodowego zdalnego sterowania pracą jakiegoś urządzenia.

W systemach zdalnego sterowania, oprócz fal radiowych, wykorzystuje się również ultradźwięki i promieniowanie podczerwone.

Obecnie większość domowych urządzeń elektronicznych sterowana jest przy użyciu podczerwieni.

Opracowano różne systemy kodowania i transmisji sygnałów, ale rosnącą popularnością cieszy się opracowany przez Philipsa kod RC-5.

**Układy stosowane w systemie zdalnego sterowania są co prawda bardzo skomplikowane, ale ich praktyczne wykorzystanie jest naprawdę bardzo proste - poradzi sobie z tym nawet mało doświadczony elektronik.**

Kod RC-5 umożliwia przekazanie 64 rozkazów do 32 różnych urządzeń - wtedy każde urządzenie ma przypisany inny adres i reaguje tylko na przeznaczone dla siebie rozkazy. Można też przesłać do jednego urządzenia wszystkie 2048 rozkazów.

Co ważne, do sterowania pracą samodzielnie zbudowanego urządzenia można wykorzystać fabryczny pilot (po ewentualnej drobnej przeróbce).

I tu doszliśmy do bardzo ważnej sprawy praktycznej: hobbysta-elektronik zawsze ma kłopoty z wykonaniem estetycznej i trwałej obudowy. Wykorzystanie kodu RC-5 rozwiązuje problem obudowy nadajnika, zwanego popularnie pilotem - wystarczy zastosować tani fabryczny pilot od telewizora.

Druga sprawa to odbiornik i dekodery kodu - urządzenia fabryczne zawierają zazwyczaj specjalizowany mikroprocesor, który współpracuje z pozostałymi blokami urządzenia. Taki specjalizowany mikroprocesor zazwyczaj nie jest przydatny dla przeciętnego hobbysty, ponieważ wymiana informacji między poszczególnymi modułami wewnątrz urządzeń elektronicznych powszechnego użytku odbywa się zwykle za pośrednictwem tak zwanej szyny I<sup>2</sup>C, gdzie informacje w postaci cyfrowej przekazuje się szeregowo. Na szczęście firma Philips produkuje również scalony dekodery rozkazów kodu RC-5 o oznaczeniu SAA3049, który dekoduje odebrany rozkaz na, powiedzmy lekkiostrawną, postać dwójkową. Właśnie ten dekodery otwiera drogę do bardzo łatwego wyko-

# Kod RC-5

## praktyczne wykorzystanie

rzystania kodu RC-5 w najróżniejszych urządzeniach elektronicznych, i to bez umiejętności programowania mikroprocesorów.

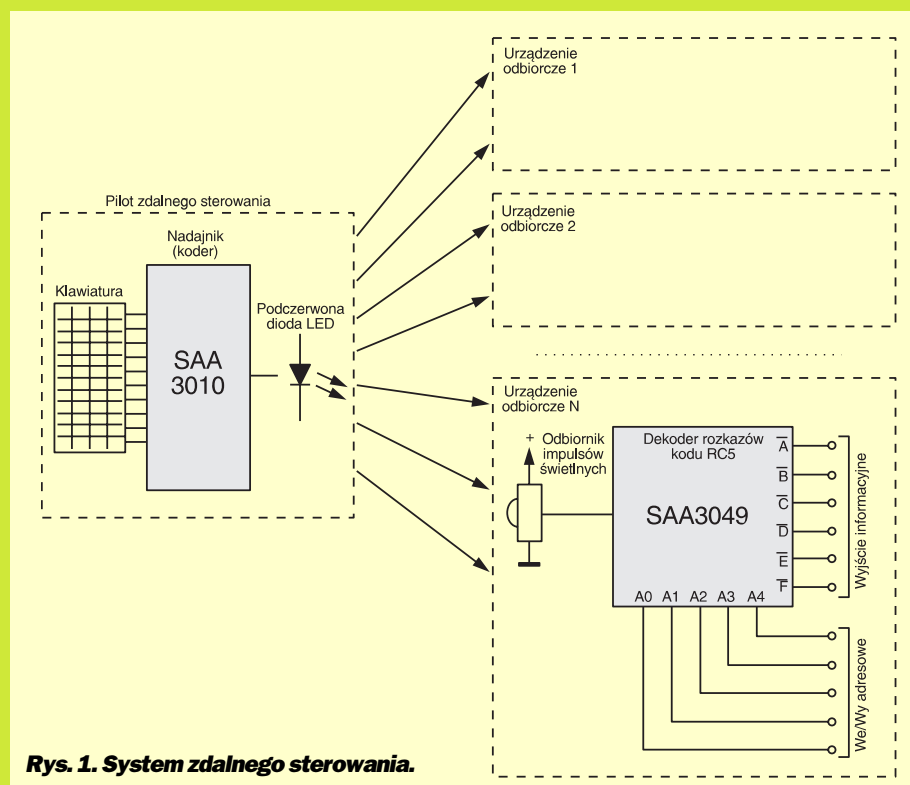
Przedstawiony na stronie 7 artykuł "Zdalnie sterowany wyłącznik" jest prostym przykładem wykorzystania wspomnianego dekodera. Ponieważ jednak nasi Czytelnicy zapewne zechcą wykorzystać taki dekodery do wielu innych celów, w niniejszym artykule przedstawiamy wszystkie informacje, potrzebne do jego samodzielnego wykorzystania.

Na początek ważna uwaga: choć stosowane układy scalone są bardzo skomplikowane, ich praktyczne wykorzystanie jest bardzo proste - poradzi sobie z tym nawet mało zaawansowany elektronik.

**Uwaga druga.** Nie wszystkie urządzenia audio i video obecne na rynku wykorzystują kod RC5. Gdy pracują w innym systemie, opisany odbiornik nie potrafi prawidłowo zdekodować rozkazów.

### Podstawy systemu RC-5

Czy naprawdę musisz znać protokoły transmisji rozkazów kodu RC-5? Ja, autor, zapewniam Cię, że możesz wykorzystać wszystkie możliwości systemu RC-5, nie znając takich szczegółów. Dlatego podam Ci tylko to, co najważniejsze w praktyce. Dlatego jeśli chcesz, możesz zajrzeć do ramki na następnej stronie, gdzie podaję Ci kilka podstawowych informacji o sposobie transmisji. Nie jest to jednak wiedza bezwzględnie potrzebna.



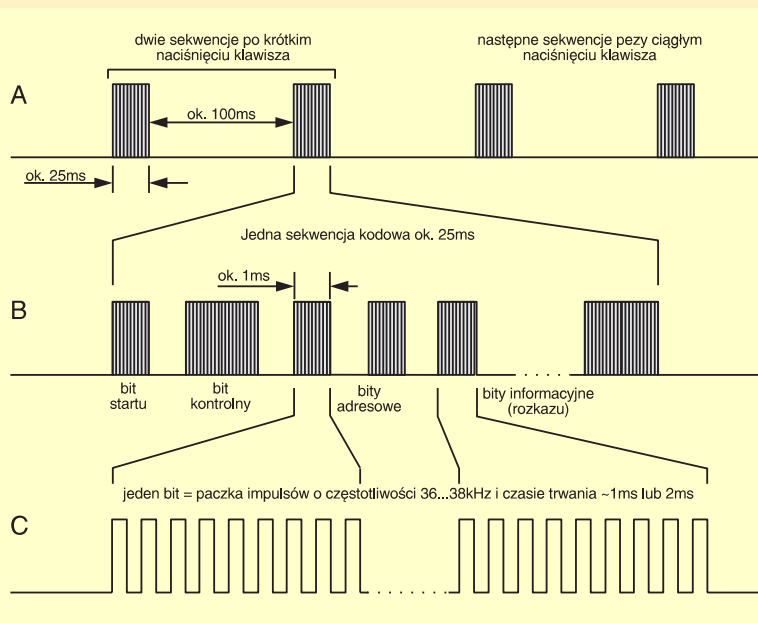
Rys. 1. System zdalnego sterowania.

## Sposób transmisji rozkazów w kodzie RC-5

Sekwencja kodowa jest nadawana po wykryciu naciśnięcia przycisku klawiatury. Każda sekwencja kodowa po jednokrotnym naciśnięciu klawisza jest dla zwiększenia pewności działania systemu powtarzana dwukrotnie (rys. A) i składa się z czterech części (rys. B):

- 1,5 bitów startowych
- 1 bitu kontrolnego
- 5 bitów adresowych
- 6 bitów rozkazu (informacyjnych).

Stosuje się tu tak zwaną transmisję bifażową, przy czym czas nadawania jednego bitu wynosi mniej więcej 2ms. Czas nadawania jednej sekwencji kodowej wynosi w przybliżeniu 25ms. Gdy klawisz jest ciągle naciśnięty, sekwencja kodowa jest powtarzana co około 120ms. Przy wykorzystaniu łącza promieniowania podczerwonego bity rozkazów są nadawane jako paczki impulsów o częstotliwości około 36...38kHz - rys. C.



Ty musisz tylko wiedzieć, że omawiany system zdalnego sterowania składa się z nadajnika czyli kodera (najczęściej jest to układ SAA3010), podczerwonej diody nadawczej, scalonego odbiornika podczerwieni (układ TFMS5360, SFH505, lub SFH506) i dekodera rozkazów (SAA 3049). Pokazuje to **rysunek 1**. Jak widać, jeden nadajnik (pilot) może obsługiwać, czyli sterować pracą wielu urządzeń odbiorczych.

### Pilot

Wcale nie musisz znać szczegółów budowy kodera SAA3010, nie podam Ci więc nawet podstawowych parametrów tej kostki. Wykorzystasz przecież gotowy, fabryczny pilot. Jeśli się upierasz - szukaj informacji w katalogu Philipsa IC02 (Video).

Powinieneś natomiast wiedzieć, że zawsze w każdym nadawanym rozkazie najpierw transmitowany jest adres urządzenia - jest to liczba z zakresu 0...31, a potem właściwy rozkaz w postaci liczby z zakresu 0...63. Nie jest dla Ciebie istotne, w jaki sposób kodowana jest informacja, musisz tylko pamiętać, że kostka SAA 3010 może pracować w dwóch trybach: ze zmiennym adresem, albo ze stałym adresem.

W rzadko używanym trybie ze zmiennym adresem należałoby rozbudować klawiaturę nadajnika (pilota) i najpierw wybierać klawiszem "adresowym" numer urządzenia, a potem klawiszem "rozka-

wym" - odpowiednie polecenie. Spotykane w praktyce piloty telewizyjne, w tym najpopularniejszy i najtańszy pilot od krajowego Elemisa (pokazany na fotografii w artykule "Przełącznik sterowany pilotem TV), pracują w trybie ze stałym adresem. Jest to adres 0. Taki adres wynika z zaleceń przyjętych przez twórców systemu. W tabeli niżej znajdziesz zalecane adresy poszczególnych urządzeń, oraz zalecane rozkazy. Miej jednak świadomość, że są to tylko zalecenia, i nie wszyscy producenci sprzętu bezwzględnie się ich trzymają. Rzeczywiście, nie ma to zasad-

niczego znaczenia, ale umożliwiał na przykład wykorzystanie pilota jednej firmy do sterowania pracą urządzenia drugiej firmy.

W każdym razie typowy pilot z kostką SAA3010 pracuje w trybie ze stałym adresem, a w tym trybie nóżka nr 2 kostki, oznaczona SSM, jest dołączona do plusa zasilania.

Dla Ciebie ważna jest informacja, że możesz w prosty sposób zmienić adres rozkazów przez wykonanie odpowiedniego połączenia na płytce pilota. Pomocą będzie **rysunek 2**. Popatrz na ten rysunek

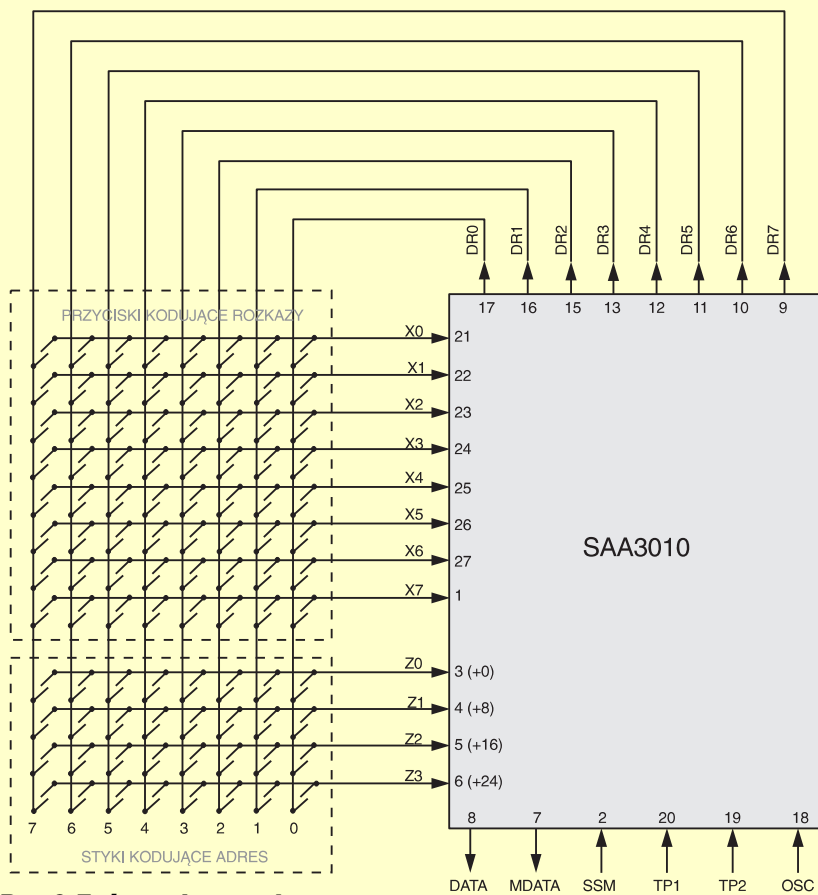
#### Zalecane adresy urządzeń:

0	TV1
1	TV2
2	Teletext
3	rozszerzenie TV1 i TV2
4	LaserVision
5	magnetowid 1
6	magnetowid 2
7	eksperymentalny
8	odbiornik 1 TV Sat
9	rozszerzenie do poz 5 i 6
10	odbiornik 2 TV Sat
11	zarezerwowane
12	CD-video
13	zarezerwowany
14	CD-Photo
15	zarezerwowany
16	przedwzmacniacz audio 1
17	radiodbiornik/tuner
18	magnetofon analogowy (kasetowy)
19	przedwzmacniacz audio 2
20	odtwarzacz kompaktowy (CD)
21	Combi
22	radiodbiornik/tuner satelitarny
23	DCC
24-25	zarezerwowane
26	CD-R
27-31	zarezerwowane

#### Zalecane numery rozkazów:

0...9	cyfry 0...9
12	standby
13	mute
14	normalizacja
16	głośność +
17	głośność -
18	jaskrawość +
19	jaskrawość -
20	nasylenie +
21	nasylenie -
22	niskie +
23	niskie -
24	wysokie +
25	wysokie -
26	balans (w prawo)
27	balans (w lewo)
48	pauza
50	szybkie przewijanie do tyłu
52	szybkie przewijanie do przodu
53	odtwarzanie (play)
54	stop
55	zapis

Piloty do domowego sprzętu elektronicznego pracują w trybie ze stałym adresem. Dla odbiorników telewizyjnych jest to adres 0.



Rys. 2. Zmiana adresu rozkazu.

i sprawdź w zakupionym przez Ciebie pilocie od telewizora: ustawiony jest tam zapewne adres 0, czyli zwarte są nóżki 17 i 3. Jeśli chciałbyś zmienić adres na przykład na 3 - powinieneś przeciąć to połączenie, a połączyć nóżki 13 i 3.

Możesz to zrobić na stałe, albo też przy odrobinie staranności uda Ci się wmontować miniaturowy przełącznik pozwalający wybrać jeden z dwóch adresów.

Jest to jedyna, i jak widzisz, bardzo prosta ingerencja w układ pilota - nie powinieneś mieć z tym większego problemu.

### Scalony odbiornik podczerwieni

Przed laty dużym problemem było zbudowanie dobrego odbiornika impulsów promieniowania podczerwonego. Problem w tym, żeby układ był czuły na impulsy sterujące, ale jednocześnie niewrażliwy na oświetlenie silnym światłem stałym (np. słonecznym). Wykorzystywano różne fotodiody i wzmacniacze, zarówno scalone, jak i zbudowane z elementów dyskretnych.

Wierz mi, zbudowanie dobrego odbiornika podczerwieni naprawdę nie jest łatwym zadaniem.

Obecnie jednak nie ma tu żadnego problemu: za kilka złotych można kupić naprawdę znakomite scalone odbiorniki podczerwieni. W naszym kraju najszerzej

dostępne są układy firmy Telefunken o oznaczeniu TFMS5360...5380; można też dostać identyczne z wyglądu odbiorniki Siemens o oznaczeniu SFH506-36...SFH506-38. Natomiast wcześniejszy układ Siemens o oznaczeniu SFH505 nie jest już stosowany do nowych opracowań.

Znow nie musisz znać szczegółów budowy tych kostek. Na wszelki wypadek powinieneś tylko wiedzieć, że kostki te

### Podstawowe parametry układu SAA3049

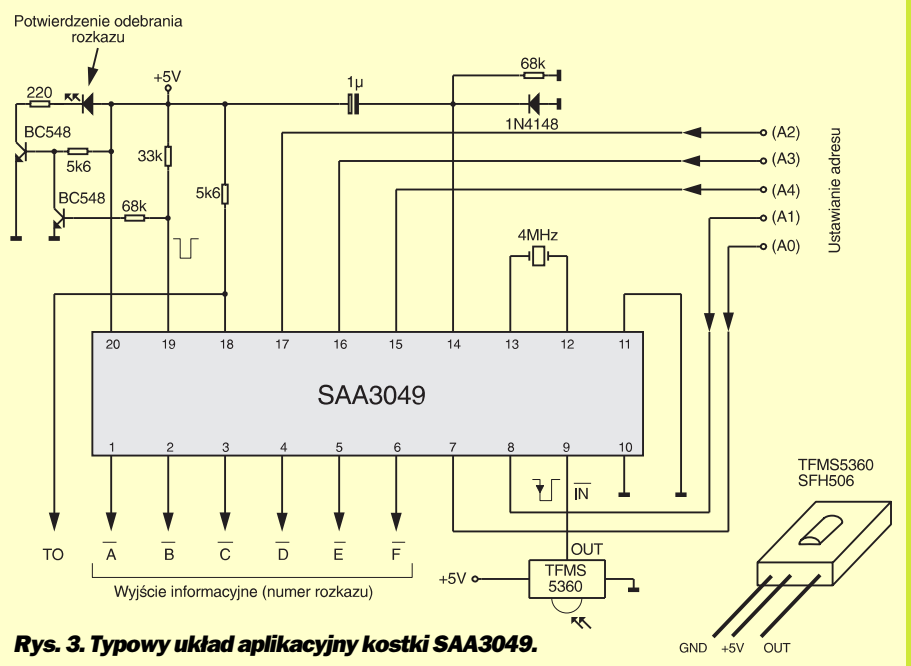
- Zakres napięcia zasilania: 2,5...5,5V
- Pobór prądu: typ. 0,8mA (max 2mA)
- Prąd wyjść w stanie niskim: typ. 3mA (min 1,6mA)
- Zakres temperatur pracy: -40...+85°C
- Wejściowy poziom logiczny wysoki: >70%Uzas
- Wejściowy poziom logiczny niski: <30%Uzas
- Częstotliwość współpracującego kwarcu: 4MHz

zawierają selektywny wzmacniacz, który reaguje tylko na impulsy o określonym zakresie częstotliwości nośnej (porównaj dolną część rysunku w ramce "Sposób transmisji rozkazów w kodzie RC-5"). Liczba w oznaczeniu odbiornika (36...38) wskazuje częstotliwość środkową odbiornika w kilohercach. Do współpracy z pilotami zawierającymi kostkę SAA3010 można stosować odbiorniki o częstotliwości środkowej 36...38kHz.

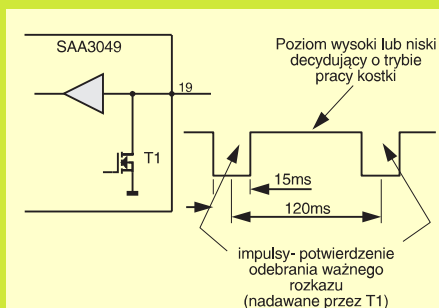
W typowym zastosowaniu odbiorniki są wykorzystywane w tak prosty sposób, jak pokazuje rysunek 3.

### Dekoder rozkazów

Podstawowe dane dekodera rozkazów, układu SAA3049 wykonanego w technologii CMOS, podane są w tabeli obok. Oprócz kodu RC5, kostka może także dekodować rozkazy nadawane w starym kodzie zwanym RECS80, ale ta możliwość nie ma dla nas znaczenia - dlatego w Twoich urządzeniach końcówka nr 11 dekodera powinna być zawsze zwarta do masy.



Rys. 3. Typowy układ aplikacyjny kostki SAA3049.



Rys. 4. Szczegóły budowy obwodów nóżki 19.

Analogicznie jak nadajnik (SAA3010), dekodery SAA3049 ma dwa tryby pracy.

W związku z tym końcówki 7, 8, 15, 16 i 17 mogą być albo wejściami, albo wyjściami. Zależy to od stanu końcówki 19. Gdy napięcie na końcówce 19 jest większe niż 70% napięcia zasilającego (czyli większe niż 3,5V) wspomniane końcówki są wejściami adresowymi.

Ten rodzaj pracy stosuje się, gdy nadajnik pracuje ze stałym adresem, a odbiornik ma reagować na rozkazy zaadresowane tylko do niego. Należy na nie podać w postaci binarnej (dwójkowej) odpowiedni adres, czyli zewrzeć albo wprost do masy albo przez rezystor (10...100kΩ) do plusa zasilania. Przykładowo adres 0 ustawia się zwierając do masy wszystkie wspomniane końcówki, a adres 3 - zwierając z masą nóżki 15, 16 i 17, a z plusem zasilania końcówki 7 i 8.

W drugim trybie, gdy napięcie na nóżce 19 jest mniejsze niż 30% napięcia zasilającego (<1,5V), wspomniane końcówki adresowe są wyjściami i pojawia się tam adres ostatnio odebranego rozkazu. Ten tryb jest wykorzystywany rzadko - tylko wtedy, gdy nadajnik pracuje w trybie ze zmiennym adresem i trzeba dekodować wszystkie 2048 rozkazów.

Typowy układ aplikacyjny kostki jest pokazany na rys. 3. Nóżki 1...6 są wyjściami informacyjnymi (rozkazowymi) dekodera. Wyposażone są w przerzutniki typu latch, a więc ostatnio odebrana informacja (numer rozkazu w kodzie dwójkowym) jest zapamiętana na tych wyjściach do czasu przyścia następnego rozkazu.

Jak widać na rysunku 3, sygnały na tych wyjściach są zanegowane, to znaczy, że stanem aktywnym jest stan niski.

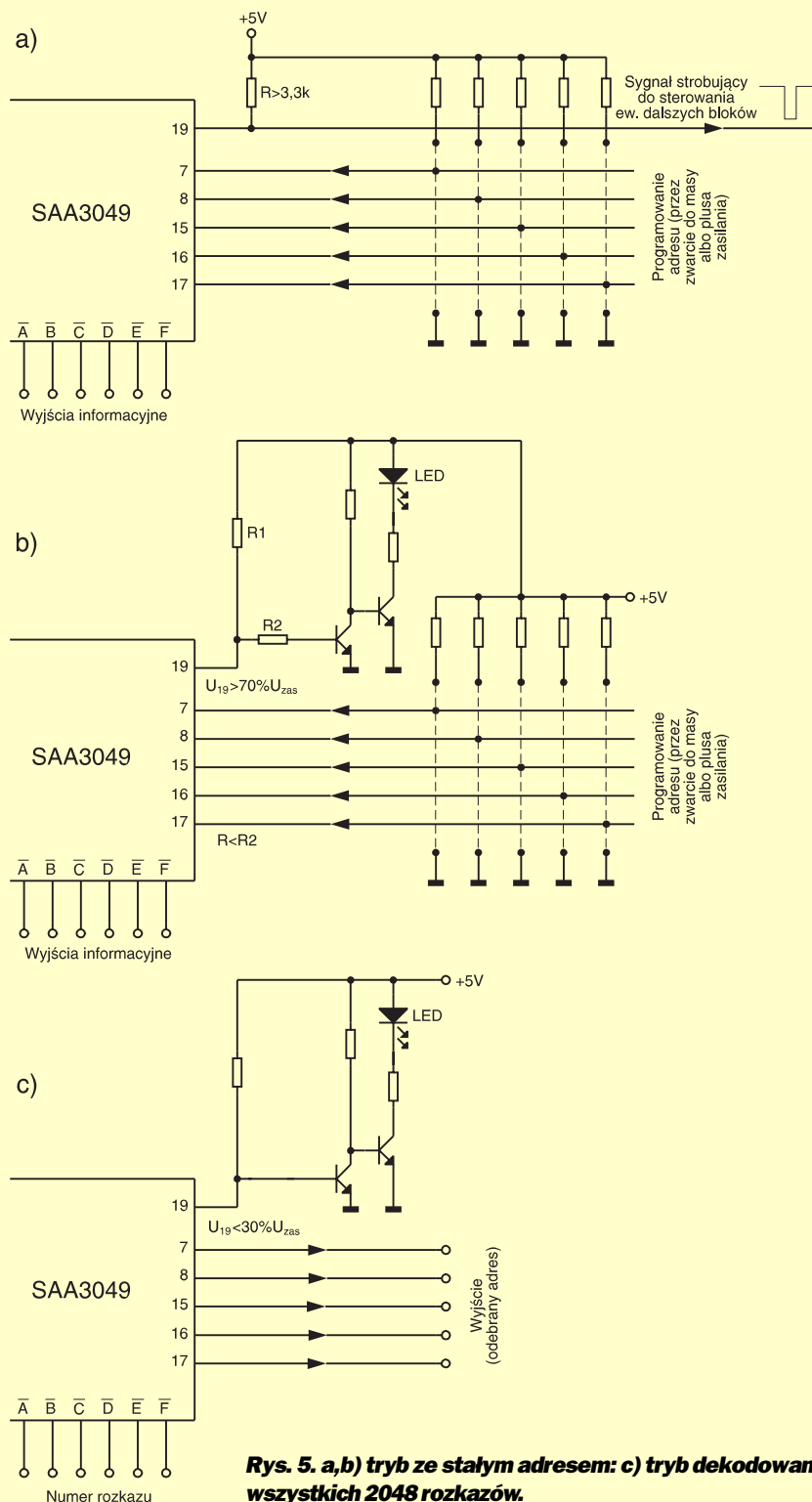
W ogromnej większości zastosowań wykorzystany będzie pierwszy tryb pracy.

**Uwaga! Wszystkie wyjścia kostki SAA3049 są wyjściami z otwartym drenem i mogą być obciążone prądem nie większym niż 3mA. Żeby uzyskać typowe sygnały do współpracy z innymi układami logicznymi, należy stosować rezystory podciągające, włączone między każdym wyjściem a plusem zasilania.**

Nóżka 19 musi wtedy być w stanie wysokim. Nie można jej jednak zewrzeć wprost do plusa zasilania, ponieważ pełni ona jednocześnie dwie funkcje: wejścia decydującego o trybie pracy i wyjścia informującego o odebraniu ważnego rozkazu (porównaj rys. 3 i 4).

Rysunek 4 pokazuje, że wewnętrzny tranzystor zwiiera tę końcówkę do masy na czas 15ms po odebraniu każdego ważnego rozkazu. Można to wykorzystać w roli sygnału strobojującego, wpisującego

zawartość wyjścia informacyjnego do dalszych bloków budowanego urządzenia (zobacz schemat ideowy na str. 8). W związku z tym obwody nóżki 19 w trybie pierwszym mogą być połączone jak pokazano na rysunku 5a lub 5b, a gdyby kostka miała dekodować wszystkie 2048 rozkazów w trybie drugim - można wykorzystać układ z rysunku 5c. Oczywiście w trybie drugim nóżki są wyjściami - pojawia się na nich odebrany adres.



Rys. 5. a,b) tryb ze stałym adresem: c) tryb dekodowania wszystkich 2048 rozkazów.



Na uwagę zasługuje jeszcze nóżka nr 18. Jest to wyjście oznaczone T0 (toggle). Po każdym naciśnięciu dowolnego klawisza w nadajniku, stan wyjścia T0 w dekodерze zmienia się na przeciwny. Wyjście to jest użyteczne w niektórych zastosowaniach, umożliwia bowiem odróżnienie dwukrotnego naciśnięcia tego samego klawisza, od długiego przyciskania tego klawisza. W pierwszym przypadku stan wyjścia T0 zmieni się dwukrotnie (ze stanu wysokiego na niski i znow na wysoki, lub odwrotnie), w drugim przypadku stan wyjścia T0 zmieni się tylko raz.

**Uwaga!** Bardzo ważna informacja! Wszystkie wyjścia kostki SAA3049 są wyjściami z otwartym drenem i mogą być obciążone prądem nie większym niż 3mA. Żeby uzyskać typowe sygnały do współpracy z innymi układami logicznymi, należy stosować rezystory podciągające (między wyjściem a plusem zasilania).

Pozostałe końcówki układu scalonego, czyli wejście zerujące i końcówki do podłączenia kwarcu, nie wymagają bliższego opisu.

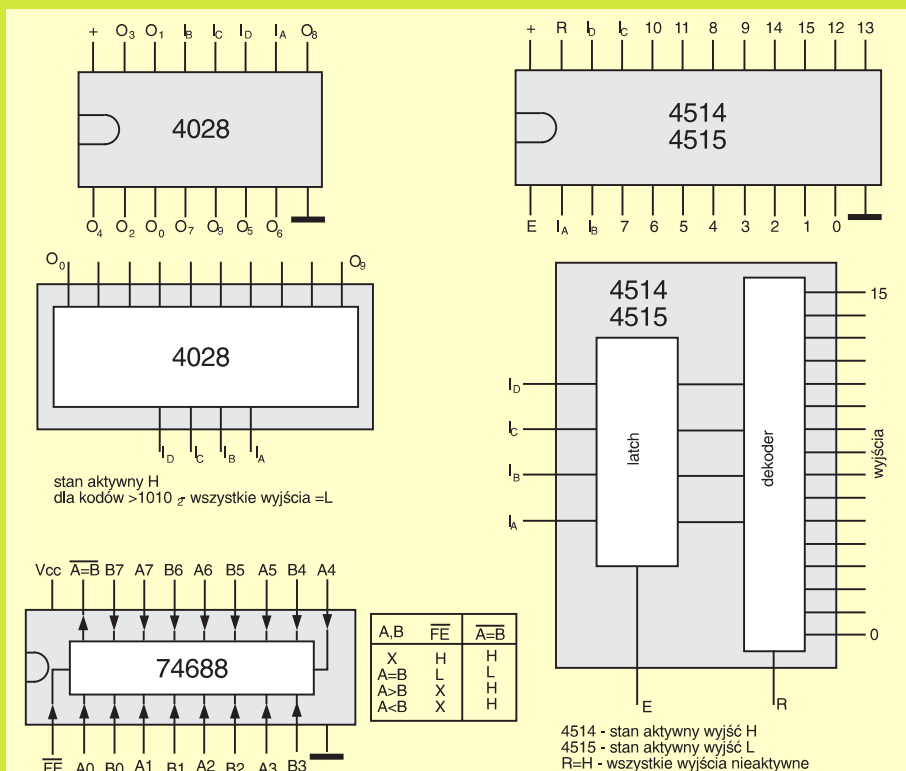
Przedstawiony krótki opis zawiera wszystkie najważniejsze zagadnienia niezbędne przy stosowaniu kostki. Jeśli pojawiłyby się jakiegokolwiek wątpliwości odnośnie jej działania, można je wyjaśnić budując na kawałku płytki uniwersalnej prosty układ testowy według schematu z rysunku 3 i umieszczając na wyjściach diody z włączonymi szeregowymi rezystorami ograniczającymi prąd (1,5...2,2kΩ).

## Uwagi końcowe

Dla niektórych Czytelników, podane informacje mogą wydawać się skomplikowane i trudne do zrozumienia. Jednak w praktyce sprawa jest naprawdę bardzo prosta. W najprostszym przypadku wystarczy wykonać układ według rysunku 3, ustawić adres zero (przez zwarcie do masy końcówek 7,8,15, 16 i 17, i wtedy po naciśnięciu przycisku w typowym telewizyjnym pilocie wykorzystującym kod RC5, na wyjściach danych kostki SAA3049 (nóżki 1-6) pojawi się liczba dwójkowa, odpowiadająca numerowi wciśniętego klawisza. Układ taki, zmontowany na płytce uniwersalnej PU-02, jest pokazany na fotografii obok. Do wyjść A...F zamiast rezystorów podciągających, dołączone jest sześć diod świecących, pokazujących kod odebranego rozkazu. Dodatkowo zastosowano także diodę sygnalizującą stan końcówek 18 i 19.

Co jednak można zrobić z takim rozkazem w postaci dwójkowej?

Jeden lub dwa rozkazy można zdekodować, tak jak pokazano to na stronie 8, wykorzystując kostkę 74688, najlepiej w wersji HC, HCT, lub ostatecznie LS. Można też zastosować inny komparator cyfrowy, np. CMOS 4585.



Rys. 6. Wyprowadzenia niektórych układów cyfrowych, przydatnych do dekodowania rozkazów (4028, 4514/4515, 74HC688).

Do zdekodowania kilku rozkazów można wykorzystać popularny dekodер kodu dwójkowego (lub BCD) z wyjściem 1 z 10 (16), na przykład 4028, 4514, 4515 z rodziny CMOS 4000, bądź jakiegokolwiek dekodер rodziny TTL. Jednak bez zastosowania dodatkowych środków, jeśli zdekodowany będzie stan tylko czterech linii informacyjnych, należy pamiętać, że dwa lub trzy klawisze pilota mogą powodować taką samą reakcję na wyjściu takiego czterobitowego dekodera.

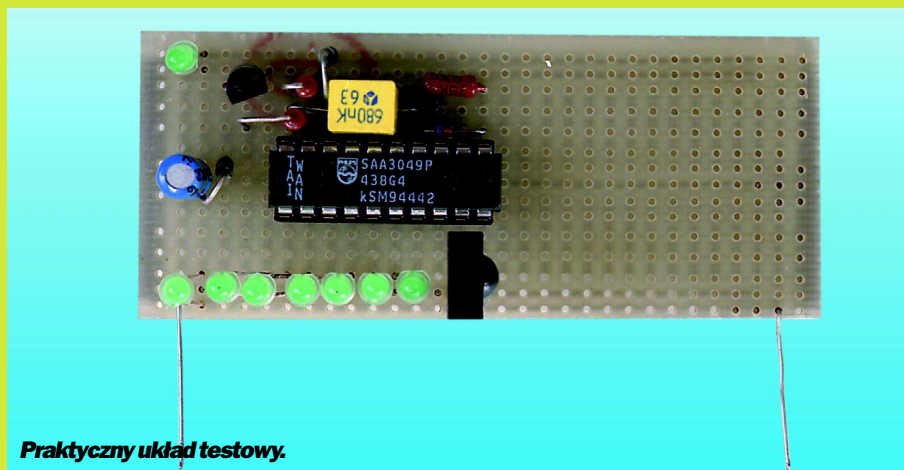
Choć na wyjściach kostki 3049 zastosowano zatraski pamięciowe typu latch, jednak w niektórych zastosowaniach sensowne może być użycie dodatkowych rejestrów pamięciowych. Do współpracy z szyną danych większego systemu, należy zastosować bufor o odpowiedniej wydajności prądowej, np. 74HC541.

Zakres zastosowań opisywanego układu SAA3049 jest bardzo szeroki: od zabawek zdalnie sterowanych podczerwienią do przystawek umożliwiających zdalne sterowanie w starszym sprzęcie RTV.

Większość z omawianych układów była opisana w biuletynie "Układy Scalone - Katalog Aktualności", gdzie można znaleźć, szukając pełnych informacji katalogowych. Układ SAA3010 był opisany w USKA RTV i AV 3/95, układ TFMS5360 - w USKA RTV i AV 1/95, SFH505 - w USKA RTV i AV 1/94, dekodер rozkazów SAA3049 w USKA RTV i AV 3/95.

Życzę więc Czytelnikom wielu udanych konstrukcji z wykorzystaniem kostki SAA3049! Czekam na informacje o ciekawych zastosowaniach i ewentualnych kłopotach.

Piotr Górecki



Praktyczny układ testowy.