

Przedstawiony w tym artykule układ zdalnego sterowania opracowano z myślą o bezprzewodowym sterowaniu pracą bramy wjazdowej. W tego typu zastosowaniach do zapewnienia poprawności i dużej niezawodności systemu wystarczy jeden kanał transmisyjny, umożliwiający przesłanie polecenia „otwarcia - zamknięcia” bramy.

# Zdalne sterowanie z układami MC14502x

## kit AVT-120

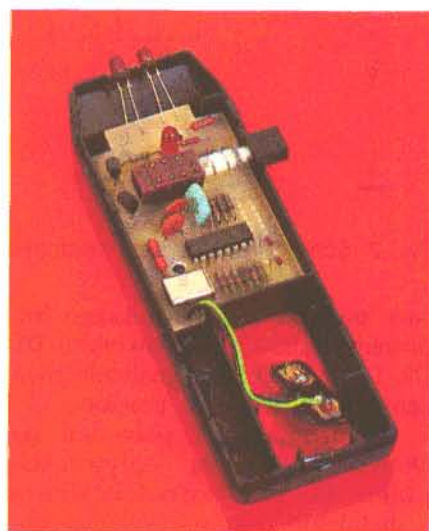


W wyniku zastosowania specjalizowanych układów Motoroli typu MC145026 (nadajnik) i MC145028 (odbiornik) przesyłany sygnał jest kodowany cyfrowo, dzięki czemu, praktycznie biorąc, nie występuje niebezpieczeństwo nieprzewidzianego zadziałania układu sterującego. Dodatkowym zabezpieczeniem jest sposób, w jaki te układy kodują sygnał - zagadnienie to zostanie omówione w dalszej części artykułu.

Oczywiście, jest możliwe wykorzystanie omawianego układu sterowania do zupełnie innych zastosowań, należy jednak pamiętać zawsze o tym, iż w tej wersji układ ma możliwość jedynie pracy dwustanowej. Szerszy zakres zastosowań można uzyskać stosując w odbiorniku układ MC145027, umożliwiający przesyłanie czterobitowych rozkazów (pod zadany adres), które po zdekodowaniu mogą sterować szesnastoma funkcjami dowolnego urządzenia. Ta rozszerzona wersja toru zostanie wkrótce przedstawiona w EP.

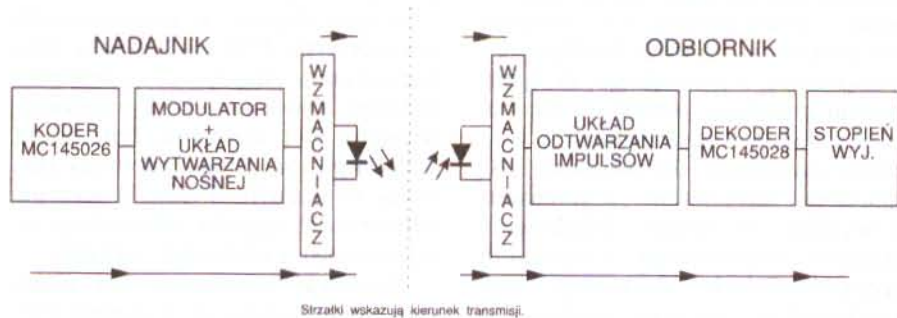
### Opis układu

Na rys. 1 jest przedstawiony schemat blokowy układu sterowania. Szczegółowe schematy elektrycz-

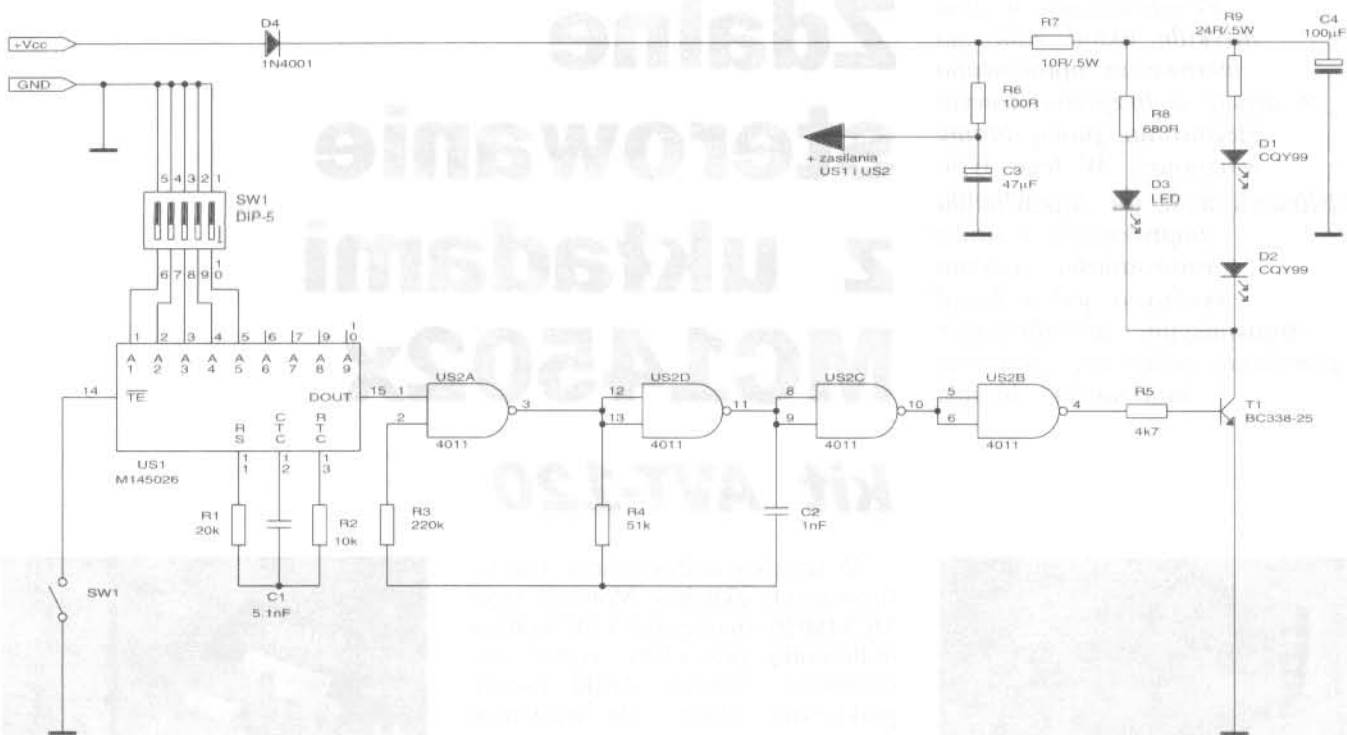


ne tego układu przedstawiono na kolejnych rysunkach; na rys. 2 - schemat nadajnika, na rys. 3 - część odbiorczą z układem formowania sygnału i na rys. 4 - część dekodującą wraz z przełącznikiem dwustanowym i zasilaczem. Taki podział odpowiada fizycznemu podziałowi urządzenia na moduły, znajdujące się na oddzielnych płytkach drukowanych.

Nadajnik składa się z kodera sygnału z układem MC145026 i układu wytwarzania nośnej ze wzmacniaczem mocy (4011 i T1). Koder pracuje w typowym układzie aplikacyjnym. Elementy R1, R2, C1 ustalają częstotliwość przebiegu zegarowego. Wartości elementów wybrano spośród zalecanych przez producenta (tab. 1). Układ US2 stanowi generator fali nośnej o częstotliwości ustalonej za pomocą R4 i C2. Na wyjściu bramki US2D otrzymujemy zmodulowany zakodowany sygnał cyfrowy. Rezystor R5 ogranicza prąd



Rys. 1.



Rys. 2. Schemat elektryczny nadajnika

bazy tranzystora T1, sterującego bezpośrednio diodami nadawczymi D1, D2. Dioda LED D3 sygnalizuje świeceniem iż nadajnik pracuje.

Kondensator C4 powinien cechować się małą upływnością i niewielką indukcyjnością własną - spełnienie tych wymagań zapewnia skuteczneysterowanie diod nadawczych.

Rezystor R6 wraz z kondensatorem C3 tworzą filtr napięcia zasilającego układ nadawczy i ma za zadanie odseparowanie części „mowcowej“ od części „sygnałowej“ nadajnika.

Kod generowany przez nadajnik jest ustalany za pomocą mikroprzełącznika DIP SW1 (rys. 2) i powinien być taki sam jak w odbiorniku obsługiwany przez ten nadajnik.

Nadajnik nie wymaga jakiegos specjalnego źródła zasilania, zupełnie wystarczy bateria 9V (6F22), która w modelowym egzemplarzu zapewniła poprawną pracę przez 5 miesięcy średnio intensywnej eksploatacji.

Część odbiorcza z rys. 3 ma za zadanie odtworzenie z sygnału zmodulowanego właściwego przebiegu sterującego układem dekodera.

Stopień wejściowy z tranzystorami T1-T3 stanowi dwustopniowy wzmacniacz z wyjściowym przetworni-

kiem impedancji (T3), dzięki czemu czułość układu jest stosunkowo duża - wzmacnienie tego stopnia wynosi ok. 100 V/V (40dB) - i nie występują trudności zysterowaniem kolejnego stopnia wzmacniacza.

Należy zwrócić uwagę, iż stopień wejściowy nie jest zabezpieczony przed przesterowaniem spowodowanym nadmiernym oświetleniem zewnętrznym diody wejściowej D1. Przesterowanie wzmacniacza prowadzi do głębokiego nasycenia, w wyniku czułość układu spada praktycznie do zera. Jest to rezultatem stosowania sprzężenia stałoprądowego, które ma jednak tę zaletę, iż umożliwia likwidację dryftu temperaturowego całego wzmacniacza.

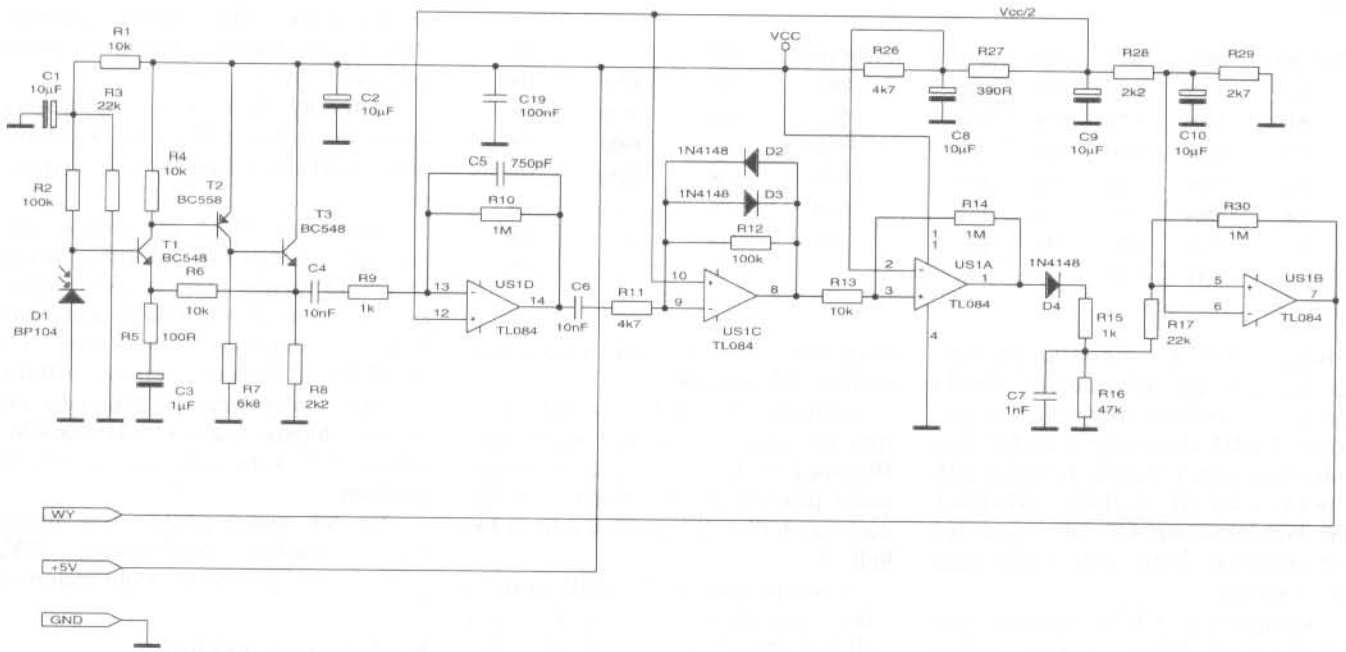
Kolejny stopień wzmacnienia ze wzmacniaczem operacyjnym US1D jest separowany od składowej stałej sygnału wejściowego, dzięki zastosowaniu kondensatora C4. Stopień ten pracuje w typowej konfiguracji wzmacniacza odwracającego ze sprzężeniem zwrotnym ustalonym rezystorami R10-R9. Kondensator C5, włączony równolegle do rezystora R10, zapobiega wzbudzeniu wzmacniacza w wyniku działania składowych sygnału wejściowego o wysokich częstotliwościach. Reaktancja tego kondensatora znacznie maleje dla dużych częstotliwości (np. dla

$F=100\text{kHz}$ ,  $X_c=2,2\text{k}\Omega$ , co skutecznie zmniejsza wzmacnienie stopnia do ok. 2V/V), dzięki czemu składowe w.cz. sygnału są dość silnie tłumione. Napięcie stałe o wartości w przybliżeniu równej połowie napięcia zasilania (2,5V), doprowadzone z dzielnika R26-R29 na wejście nieodwracające US1D, umożliwia dobrą pracę wzmacniacza dla obydwu półoków wzmacnianego sygnału.

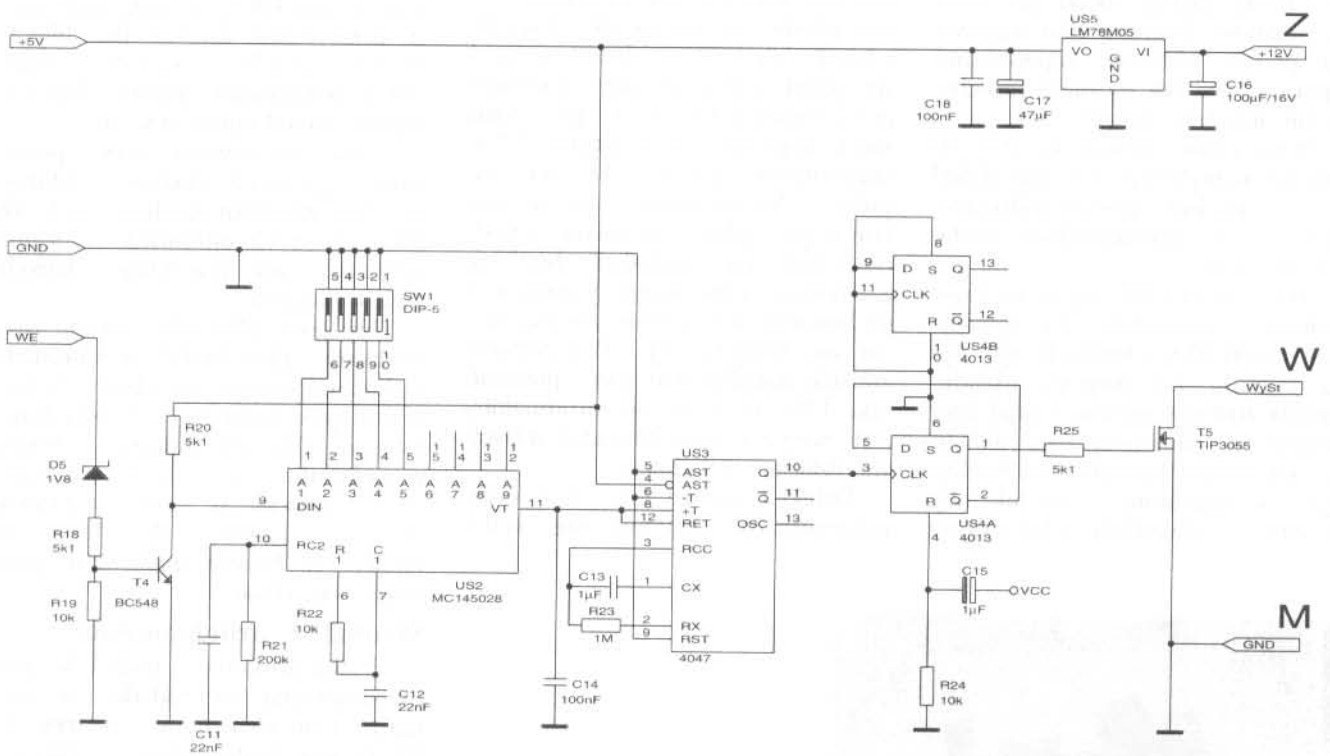
Kolejny stopień - ze wzmacniaczem operacyjnym US1C - spełnia dwie funkcje: wzmacniacza o wzmacnieniu ustalonym za pomocą rezystorów R12 i R11 i ogranicznika napięcia, dzięki zastosowaniu przeciwobnie włączonych diod D2 i D3 w obwodzie ujemnego sprzężenia zwrotnego. Aby zapewnić poprawną pracę tego stopnia, na wejście nieodwracające wzmacniacza podano napięcie składowej stałej, równe ok. 2,5V.

Kolejny stopień - ze wzmacniaczem operacyjnym US1A - spełnia rolę komparatora napięcia z niewielką histerezą, powstającą dzięki włączeniu rezystora R14 w obwód, tym razem dodatniego sprzężenia zwrotnego. Histereza ta umożliwia dość precyzyjne odtworzenie sygnału odbieranego oczyszczony z większości zakłóceń.

Ponieważ komparator jest sprzężony stałoprądowo ze stopniem poprzedzającym, mającym na wyjściu



Rys. 3. Schemat elektryczny układu odbiorczo-formującego



Rys. 4. Schemat elektryczny części dekodującej odbiornika

składową stałą, okazało się konieczne niewielkie przesunięcie poziomu napięcia odniesienia (doprowadzonego do wejścia odwracającego), aby

dopiero odbierany sygnał powodował przełączanie komparatora. Odpowiednie przesunięcie zapewnia rezystor R27, włączony w układ dzielnika

napięć odniesienia.

Na wyjściu komparatora US1A zastosowano diodę prostowniczą D4, poprzez którą zasilany jest obwód

Tab. 1

Fosc [kHz]	R21	C11	R22	C12
362	100k	910p	10k	470p
181	100k	1,8n	10k	910p
88,8	100k	3,9n	10k	2n
42,5	100k	7,5n	10k	3,9n
21,4	100k	15n	10k	8,2n
8,5	200k	22n	10k	22n
1,6	200k	100n	50k	22n

Tab. 2.

Fosc [kHz]	R1	C1	R2
362	20k	120p	10k
181	20k	240p	10k
88,6	20k	490p	10k
42,6	20k	1020p	10k
21,4	20k	2020p	10k
8,4	20k	5,1n	10k
1,8	100k	5,1n	50k

całkujący R15, C7, likwidujący nośną w przebiegu odbieranym, dzięki czemu na wejście kolejnego komparatora US1B docierają „czyste” impulsy bez części nośnej. Rezystor R16 zapewnia na tyle szybkie rozładowanie kondensatora C7, aby przerwy w transmisji były odbierane jako „0” logiczne.

Komparator US1B spełnia rolę podobną jak US1A, a więc powoduje „przepuszczanie” samych impulsów, pod warunkiem, że mają odpowiednią amplitudę. Napięcie referencyjne podawane na wejście odwracające jest stosunkowo niskie, dzięki czemu układ ma dość dużą czułość. Rezystor R30 wprowadza pewną histerezę, zapewniającą poprawne, tzn. bez oscylacji, przechodzenie napięcia progowego.

Dруга część odbiornika (rys. 4) stanowi kompletny dekodery (US2) wraz z układem przeciwzakłóceniovym (US3) i przerzutnikiem bistabilnym (US4).

Dioda Zenera D5 zapobiega przewodzeniu tranzystora T4 (pracuje jako inwerter) w chwilach, gdy nie ma sygnału na wejściu układu. Dzielnik R18-R19 ogranicza prąd bazy tranzystora. Zadaniem tego układu jest odwrócenie sygnału przychodzącego z komparatora US1B tak, aby na wejściu dekodera US2 sygnał

miał fazę taką samą jak na wyjściu kodera MC145026.

Elementy R21, C11 oraz R22, C12 ustalają stałe czasowe transmisji. Wartości tych elementów zalecane przez producenta dla charakterystycznych częstotliwości zamieszczono w tabeli 1.

Mikroprzełącznik (DIP-switch) SW1 umożliwia ustalenie kodu (adresu) odbiornika. Do wyjścia VT (Valid Transmission) układu US2 jest dołączone wejście układu czasowego (timer) US3 (4047) skonfigurowanego jako monowibrator z podtrzymaniem (retrygowalny). Pierwsze dodatnie zbocze sygnału VT powoduje wyzwolenie timera, a każde następne - jeżeli pojawi się przed upływem czasu zadanego przez elementy C13, R23 - podtrzyma stany logiczne na wyjściach US3, charakterystyczne dla generacji impulsu. Zastosowanie timera jest konieczne, gdyż transmisja w podczerwieni bywa zawodna, chwilowe zakłócenia odbieranego sygnału mogą bowiem powodować zmiany stanu na wyjściu VT. W rezultacie zmiana ulegałby stan wyjść przerzutnika US4, co znacznie utrudniałoby (lub wręcz uniemożliwiłoby) właściwe działanie urządzenia.

Dzięki timerowi US3 stan wyjść przerzutnika zmienia się tylko

w chwili naciśnięcia przycisku w nadajniku. Aby zatem zmienić stan wyjść, należy znowu wcisnąć przycisk.

Elementy R24, C15 zapewniają kasowanie przerzutnika po każdorazowym włączeniu napięcia zasilającego.

Przerzutnik US4A ma zwarte wyjście Q\ z wejściem informacyjnym D, dzięki czemu pracuje jako „dwójka” licząca. Z wyjścia Q jest sterowana bramka tranzystora mocy T5 (V-MOS) o dużym prądzie drenu i bardzo małej rezystancji kanału, co stwarza lepsze warunki dla obciążenia wyjścia toru odbiornika dużym prądem.

Na tej samej płytce jest montowany zasilacz stabilizowany +5V, w klasycznej wersji, ze stabilizatorem US5.

### Kodowanie sygnału

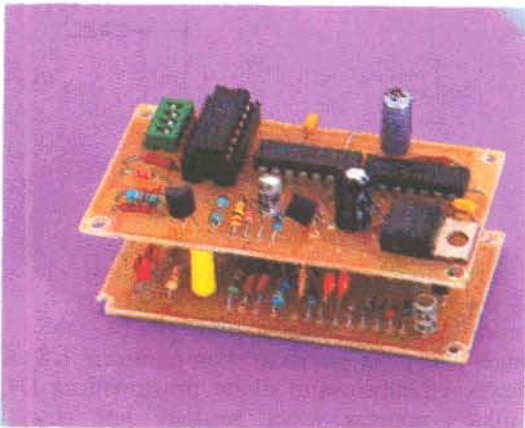
Cechą charakterystyczną układów serii MC14502X jest możliwość kodowania trypoziomowego (dla wszystkich wejść adresowych A1-A5 oraz A6-A9) i dwypoziomowego, w wypadku korzystania z możliwościi przesyłania danych (na bitach A6-A9). Sposób w jaki zakodowane zostają poszczególne poziomy logiczne z wejść przedstawia rys. 5.

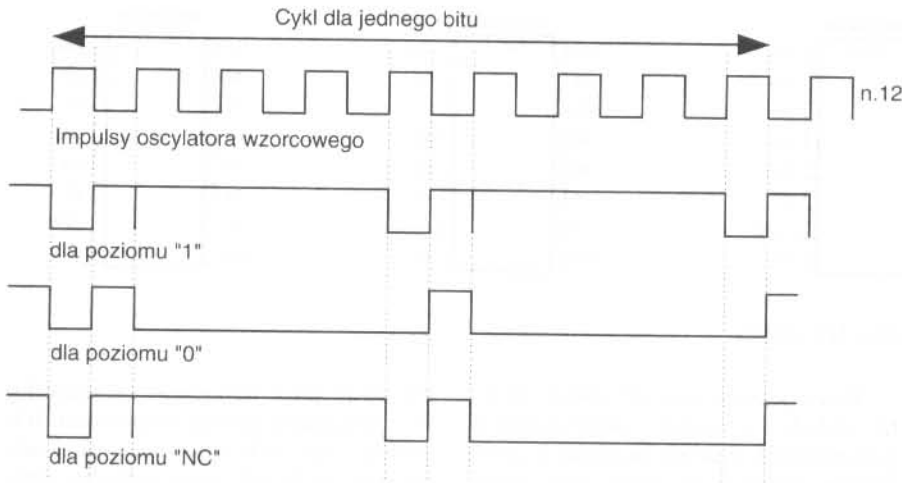
Dzięki zastosowaniu trzech poziomów logicznych (logika trójstanowa), jest możliwe zaadresowanie aż 19683 różnych odbiorników, jeżeli oczywiście nie przesyłamy danych dwustanowych.

Gdy jako odbiornik zostanie zastosowany układ 145027 lub 145029, to bity odpowiadające danym (cztery lub pięć najstarszych) będą traktowane jako dwustanowe - jeżeli w nadajniku nie zostanie ustalony stan wejścia na „0” - zwarcie z masą lub „1” - zwarcie do +Uzas, to wejście to będzie traktowane jako zwarte do +Uzas.

### Montaż i uruchomienie

Płytką drukowaną nadajnika jest przedstawiona na wkładce, a rozmieszczenie elementów - na rys. 6. Płytką jest dostosowana do obudowy po wykrywaczu metalu (do niedawna obudowy tego typu były dość powszechnie dostępne w handlu). Jako włącznik nadajnika jest wykorzystany łącznik przyciskowy (klawiszowy) dwusekcyjny typu I-SOSTAT. Istnieje oczywiście możliwość zastosowania innej obudowy, lecz należy pamiętać, iż daleko





Rys. 5. Przebiegi wyjściowe generatora MC145026 dla różnych poziomów na wejściach

idącej miniaturyzacji nie będzie można osiągnąć ze względu na konieczność stosowania baterii 9V o dość dużej objętości.

Widok płytek drukowanych odbiornika przedstawiają rysunki na wkładce, a rozmieszczenie elementów - rys. 7 i rys. 8.

Montaż elementów nie powinien sprawiać żadnych trudności (kolejność montażu jest standardowa), należy jedynie pamiętać o ostrożnym obchodzeniu się z układami scalonymi, gdyż są wykonane w technologii CMOS. Jeżeli wystąpią trudności z likwidacją zakłóceń pochodzących z otoczenia (np. przydźwięk z sieci zasilającej) to płytkę odbiornika ekranować (od pól elektromagnetycznych) ekranem wykonanym z cienkiej blachy stalowej lub aluminiowej cynkowanej (inaczej nie da się lutować). Warto także

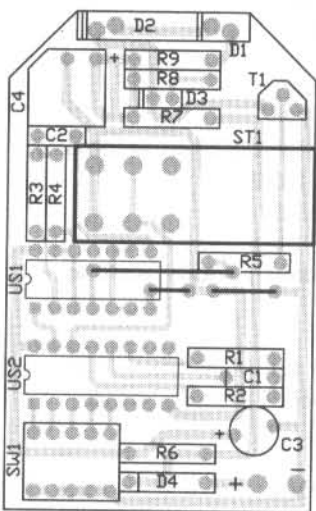
na optycznym „wejściu” odbiornika zastosować filtr podczerwieni (opis tworzywa na filtr był publikowany w EP), eliminujący w pewnym stopniu wpływ oświetlenia światłem pochodzącym z otoczenia, a nie z nadajnika urządzenia.

Uruchomienie urządzenia można rozpocząć od sprawdzenia poprawnej pracy nadajnika. W pierwszym etapie, po wciśnięciu przycisku nadajnika, należy za pomocą oscyloskopu sprawdzić przebiegi na wyjściu Dout (n. 15) układu US1 (rys. 2); przy zmianie nastaw mikroprzełącznika (DIP-switch) SW1 powinny ulegać

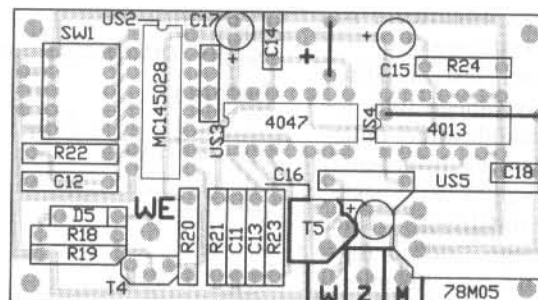
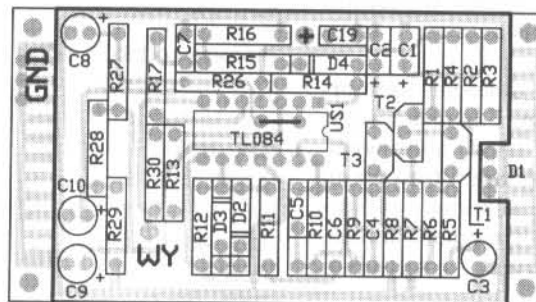
zmianie momenty pojawiania się dodatnich impulsów. Drugi etap uruchomienia to kontrola poprawnego działania generatora nośnej. W tym celu należy wyjąć z podstawki układ US1, dołączyć do „+” zasilania n. 1 US2 i na wyjściu sterującym bazę tranzystora T1 (n. 11) zbadać czy występują impulsy fali nośnej. Powinny mieć one dużo większą częstotliwość (zależną od doboru elementów z tab. 1) od przebiegu generowanego przez koder. Jeżeli pozostałe elementy są poprawnie zamontowane, to nadajnik powinien działać.

Uruchomienie odbiornika też można podzielić na dwa etapy. Pierwszy etap to uruchomienie wzmacniacza wstępnego i układu formującego impulsy (rys. 3). Po podaniu na detektor podczerwieni przebiegu z nadajnika należy za pomocą oscyloskopu zbadać przebiegi na wejściach i wyjściach kolejnych stopni wzmocnienia. Na wyjściu US1B (n. 7) ostatniego stopnia wzmacniacza powinniśmy otrzymać przebieg niemal identyczny jak wychodzący z nadajnika MC145026. Różnica występuje w nałożeniu składowej stałej rzędu 1...2V na przebieg wyjściowy.

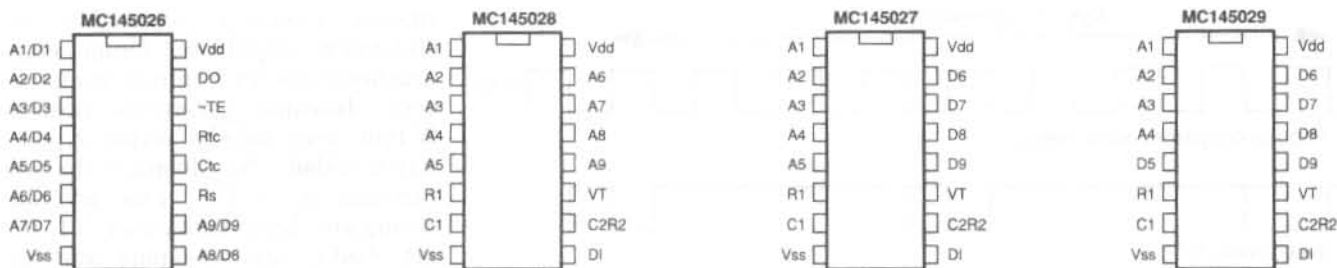
W drugim etapie część dekodująca odbiornika (rys. 4) należy połączyć z częścią odbiorczo-formującą



Rys. 6. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej nadajnika



Rys. 7, 8. Rozmieszczenie elementów na płytkach drukowanych odbiornika



Rys. 9. Obudowy i wyprowadzenia układów MC14502x

(rys. 3), za pomocą srebrzanki (punkty przelotowe). Impulsy z wyjścia układu formującego sterują dekodrem US2 (rys. 4). Należy pamiętać, aby w nadajniku i odbiorniku ustawiony był taki sam kod! Po rozpoczęciu nadawania na wyjściu VT (n. 11) układu US2 powinny pojawić się dość częste impulsy dodatnie. Na wyjściu Q (n. 10) układu US3 przez czas nadawania powinien utrzymywać się stan „1” logicznej. Po każdym naciśnięciu przycisku w nadajniku stan wyjścia Q (n. 1) przerzutnika US4 zmienia się na przeciwny.

Jeżeli układ realizuje opisane wyżej funkcje, to można stwierdzić, iż działa poprawnie.

### Możliwości rozbudowy

Rodzina układów MC14502X jest stosunkowo mało znana w Polsce, jednakże warto ją trochę bliżej poznać, gdyż ma dość interesujące możliwości. W skład jej wchodzi:

- MC145026 - koder (nadajnik) z 9-bitowym trójstanowym wejściem;

- MC145027 - dekodek (odbiornik) z 4-bitowym, dwustanowym wyjściem danej oraz 5-bitowym, trójstanowym wejściem adresowym;

- MC145028 - dekodek (odbiornik) z 9-bitowym wejściem adresowym (trójstanowym) i wyjściem VT;

- MC145029 - dekodek (odbiornik) z 5-bitowym, dwustanowym wyjściem danej oraz 4-bitowym adresem (wejście trójstanowe).

Jak więc widać, jest możliwe wykorzystanie opisywanego tutaj toru do przesyłania zakodowanej binarnie 4 lub 5 - bitowej informacji. Układy odbiorcze są tak zaprojektowane, że istnieje możliwość zastosowania dowolnego odbiornika w proponowanym układzie. Rozmieszczenie wyprowadzeń wszystkich układów serii MC14502X przedstawia rys. 9.

Warto jeszcze zwrócić uwagę na to, iż układy o niemal identycznych parametrach i właściwościach produkuje firma SGS. Mają one oznaczenie M14502X, a nie jak Motorola MC... Można je oczywiście

stosować jako wzajemne zamienniki, lecz wskazane byłoby stosowanie ich parami, tzn. tak, aby nadajnik i odbiornik były od tego samego producenta.

**Piotr Zbysiński, AVT**

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Nadajnik

##### Rezystory

- R1: 20k $\Omega$
- R2: 10k $\Omega$
- R3: 220k $\Omega$
- R4: 51k $\Omega$
- R5: 4,7k $\Omega$
- R6: 100 $\Omega$
- R7: 10 $\Omega$ /0,5W
- R8: 680 $\Omega$
- R9: 24 $\Omega$ /0,5W

##### Kondensatory

- C1: 5,1nF
- C2: 1nF
- C3: 47 $\mu$ F
- C4: 100 $\mu$ F

##### Półprzewodniki i układy scalone

- D1, D2: CQY99
- D3: LED
- D4: 1N4001
- T1: BC338-25
- US1: M145026 lub MC145026
- US2: 4011

##### Różne

- SW1: DIP-5
- ST1: Isostat 2x3

#### Odbiornik

##### (część odbiorczo-formująca)

##### Rezystory

- R1, R4, R6, R13: 10k $\Omega$
- R2, R12: 100k $\Omega$
- R3, R17: 22k $\Omega$
- R5: 100 $\Omega$
- R7: 6,8k $\Omega$
- R8, R28: 2,2k $\Omega$
- R9, R15: 1k $\Omega$
- R10, R14, R30: 1M $\Omega$

- R11, R26: 4,7k $\Omega$

- R16: 47k $\Omega$

- R27: 390 $\Omega$

- R29: 2,7k $\Omega$

##### Kondensatory

- C1, C2, C8, C9, C10: 10 $\mu$ F
- C3: 1 $\mu$ F
- C4, C6: 10nF
- C5: 750pF
- C7: 1nF
- C19: 100nF

##### Półprzewodniki i układy scalone

- D1: BP104 (fotodiody)
- D2, D3, D4: 1N4148
- T1, T3: BC548
- T2: BC558
- US1: TL084 lub TL074

##### Odbiornik (część dekodująca)

##### Rezystory

- R18, R20, R25: 5,1k $\Omega$
- R19, R22, R24: 10k $\Omega$
- R21: 200k $\Omega$
- R23: 1M $\Omega$

##### Kondensatory

- C11, C12: 22nF
- C13, C15: 1 $\mu$ F (C15 jest unipolarny)
- C14, C18: 100nF
- C16: 100 $\mu$ F/16V
- C17: 47 $\mu$ F/16V

##### Półprzewodniki i układy scalone

- D5: 1V8
- T4: BC548
- T5: TIP3055 lub MTP3055
- US2: MC145028 lub MC145028
- US3: 4047
- US4: 4013
- US5: LM78M05

##### Różne

- SW1: DIP-5