

Dział "Projekty Czytelników" zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji.

Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 200,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

Zdalnie sterowany zamek szyfrowy

Proponowany układ zaprojektowano jako zamek elektroniczny sterowany podczerwienią, uniemożliwiający na przykład uruchomienie samochodu (immobiliser). Nic nie stoi na przeszkodzie, aby prezentowany układ zastosować do zdalnego sterowania innymi obiektami.



Projekt 053

sterowania do obsługi TV, z układem scalonym SAA3010. Do odbioru promieniowania zastosowano diodę SFH505A, a jako dekodery i układ sterowania jednoukładowy mikrokontroler AT89C2051.

Prezentowany w artykule układ zamka elektronicznego jest sterowany promieniowaniem podczerwonym, z protokołem transmisji RC5. Jako nadajnika użyto typowego „pilota” zdalnego

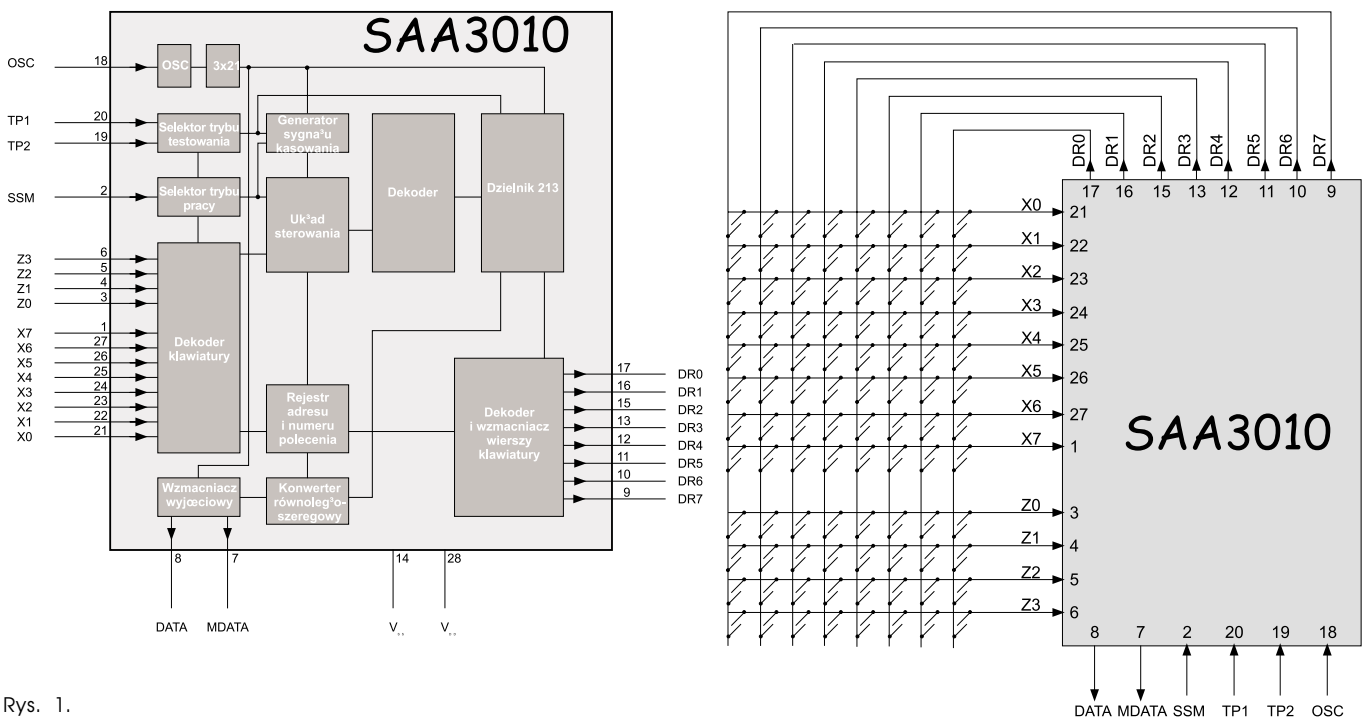
jącego w kodzie RC5, posiadający klawiaturę cyfrową 0-9 i klawisz włącz/wyłącz. Najprostszy model jest dostępny za około 15zł.

Najlepiej opisanym układem nadajnika, pracującym w kodzie RC5, jest układ scalony SAA3010 firmy Philips. Układ ten realizuje wszystkie funkcje nadajnika, ma możliwość wygenerowania 2048 różnych słów i pracuje w szerokim przedziale napięć zasilających (od 2V do 7V). Na rys. 1 został przedstawiony schemat klawiatury układu SAA3010 jako nadajnika IR.

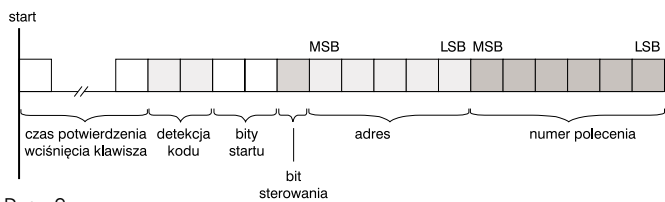
Doprowadzenie jednego z sygnałów wyjściowych DR0..DR7 do któregoś z wejść X0..X7, spowoduje wygenerowanie jednego z 64 rozkazów. Formowanie adresu urządzenia odbywa się

Nadajnik

Dażąc do zminimalizowania kosztów i nakładów pracy, wykorzystano gotowy nadajnik zdalnego sterowania do odbiornika TV pracu-



Rys. 1.



Rys. 2.

przez zwarcie jednego z czterech wejść adresowych Z0..Z3 z odpowiednim wyjściem DR0..DR7. Można wygenerować do 32 adresów urządzeń. Równoczesne zwarcie kilku przycisków powoduje zatrzymanie pracy układu.

Na wyprowadzeniu 7 układu scalonego pojawia się kompletne słowo, zawierające adres urządzenia i numer rozkazu, zakodowany bifazowo. Kodowanie bifazowe polega na zmianie fazy sygnału na przeciwny w połowie bitu. Zero logiczne jest reprezentowane przez zmianę sygnału ze stanu wysokiego do niskiego, natomiast logiczna jedynka przez zmianę

stanu sygnału z niskiego na wysoki.

Naciśnięcie dowolnego przycisku spowoduje wygenerowanie 14-bitowego słowa, schematycznie pokazanego na rys. 2. Liczba powtórzeń wysyłanych słów zależy od czasu trzymania przycisku.

Znaczenie bitów w słowie jest następujące:

- dwa bity startu „S”, które są przeważnie jedynką;
- jeden bit kontrolny „T”, który zmienia się po każdorazowym naciśnięciu i zwolnieniu przycisku;
- pięciu bitów adresu „A0..A4”, służących do adresowania 32 różnych urządzeń;

- sześciu bitów rozkazu, służących do generacji 64 rozkazów.

Więcej szczegółów o układzie SAA3010 można znaleźć w [1].

Zasada działania

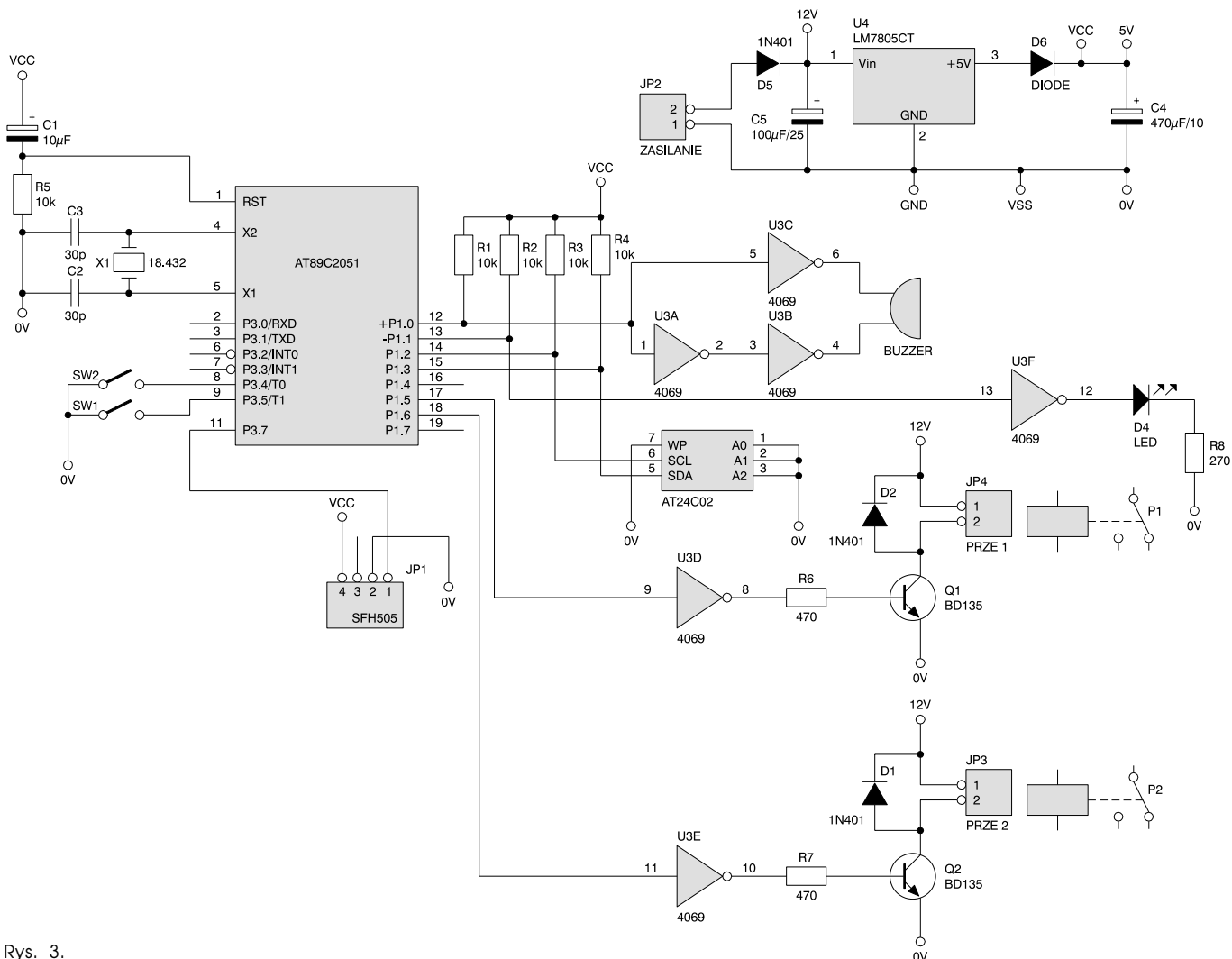
Po włączeniu zasilania układ pozostaje w stanie czuwania i po przyjęciu kodu użytkownika przechodzi do wykonania głównego zadania, załączenia w odpowiedniej kombinacji dwóch przełączników wykonawczych. Kod użytkownika składa się z sześciu cyfr i znaku końca wprowadzania. Po trzykrotnej próbie błędnego wprowadzenia kodów, układ blokuje się i nie reaguje na polecenia z pilota.

W stanie czuwania, czyli po włączeniu zasilania, przełączniki wykonawcze mogą być ustawione programowo dowolnie, to znaczy włączone lub wyłączone zależnie od potrzeby. Każde

poprawnie przyjęte i zdekodowane słowo jest potwierdzone krótkim sygnałem dźwiękowym.

Po włączeniu zasilania układ zamka zgłasza się krótkim sygnałem dźwiękowym i błysnięciem diodą LED. Dalsze działanie jest następujące:

1. Odebrane słowo i zaakceptowane przez procesor (poprawny format i właściwy adres) jest akceptowane sygnałem dźwiękowym.
2. Właściwa kombinacja sześciu rozkazów (lub cyfr) i rozkazu nr 12 (zazwyczaj wł./wył.) uruchamia przełączniki.
3. Włączone urządzenie można wyłączyć trzykrotnie naciskając klawisz z rozkazem nr 12.
4. Trzykrotne wprowadzenie błędnego kodu powoduje: blokadę zamka (układ nie reaguje na polecenia wydawane z pilota), wyzwolenie sygnału dźwiękowe-



Rys. 3.

Listing 1.

```

; PROGRAM MODYFIKOWANY NA AT2051 - ZAMEK ELEKTRONICZNY IR
WIDTH 250
PGLN 250
ORG 00H
JMP START
ORG 03H
JMP START ;PRZER1
ORG 0BH ;PRZER. OD T0
JMP START ;PRZER2
ORG 013H
JMP START ;PRZER.OD T1
ORG 23H
JMP START
ORG 2BH
JMP START

IRE EQU P3.7
BUZ EQU P1.0
LED EQU P1.1
WY1 EQU P1.5
WY2 EQU P1.6
BUF1 EQU 10H ; 8 BAJTOW
BUF2 EQU 18H ; 8 BAJTOW
BUF3 EQU 08H ; 8 BAJTOW
XL1 EQU 0F6H ;PREDKOSC PRACY RS 4800 FT 18,432 F6
;BUF3+2 ILOSC POWTURZEN

ORG 2FH
;*****
START:
SETB P3.2
SETB P3.5
SETB P3.3
MOV SP,#30H ;STOS
MOV IE,#00H
MOV IP,#00H
CLR TCON.4 ;STOP ZEGARA
CLR TCON.5 ;FLAGA PRZERWANIA ZEGARA
SETB IE.1
CLR IP.1
MOV TMOD,#0010001B ;USTAWIENIE T0 W MODZIE 1 CZASOMIERZ,
;T1 MOD 1 LICZNIK
CLR TCON.6 ;STOP T1
MOV TH1,XL1 ;ZEROWANIE T1
MOV TL1,#00H
MOV TH0,#0FDH ; ZALADOWANIE ZEGARA STALA FFFF-10.000us
MOV TL0,#0FFH ;ZEROWANIE RAM
CLR A
MOV R0,A
PPO: MOV @R0,A
INC R0
CJNE R0,#2FH,PPO
MOV R1,#BUF2
MOV R0,#BUF1
CLR PSW.4
CLR PSW.5
SETB TCON.4 ; START ZEGARA
CALL RS232A ; INICJACJA RS232
SETB SCON.1
MOV BUF3+1,#BUF1 ; INICJACJA ZAPISU DO BUFORA
MOV BUF3,#06H ; INICJACJA ZAPISU
SETB WY1 ; BLOKADA WYJSCIA
SETB WY2
CLR BUZ ; zerowanie syg. dzwiek.
MOV BUF3+2,#3 ;ILOSC POWTORZEN 3 BLEDU
CALL SZYPR ; WPROWADZENIE HASLA
CLR LED
MOV B,#255
CALL SYG1
JMP NIESK

SZYPR: ; USTAWIENIE HASLA *1,2,3,4,5,6*
MOV BUF2,#01H
MOV BUF2+1,#02H
MOV BUF2+2,#03H
MOV BUF2+3,#04H
MOV BUF2+4,#05H
MOV BUF2+5,#06H
RET

NIESK: NOP
CLR IE.7
CALL RC55 ;PROCEDURA CZYTANIA IR
CALL PORADR ;POROWNANIE ADR.
CJNE A,B,NIESK ;SKOK GDY ROZNE
SETB LED
CALL SYGN
CLR LED
CJNE R4,#0CH,ZAPIS ;JESLI NIE 12 TO DANA
CALL POR ;SKOK DO POROWNANIA
MOV BUF3+1,#BUF1
CALL ZEROW ;SKOK DO ZEROWANIA BUFORA DANYCH WEJ.
NOP
JMP NIESK

;**** ZAPIS DANYCH DO BUF1 **
ZAPIS: ;PROCEDURA ZAPISU DO BUFORA POROWNUJACEGO
MOV R0,BUF3+1 ;BUF3+1 ZNACZNIK POZYCJI DANEJ
CJNE R0,#16H,ZAP2 ;WARUNEK NA WIELKOSC TABL.BUF1
MOV R0,#BUF1
ZAP2: MOV A,R4
MOV @R0,A
INC R0
MOV BUF3+1,R0
DJNZ BUF3,ZAP1
MOV BUF3,#06H
ZAP1: CALL RS232 ;wyslanie ODCZYTANYCH DANYCH
CLR LED
JMP NIESK

;*****INICJALIZACJA LACZA RS
RS232A:
NOP
MOV SCON,#01000010B
ANL TMOD,#00101111B
ORL TMOD,#00100000B
MOV TH1,#XL1
MOV TL1,#00H
SETB TCON.6 ; START LICZNIKA
RET

RS232: NOP
JNB SCON.1,RS23B
ORL PSW,#08H ;DRUGI BANK REJ.
MOV R0,#BUF1 ;test

RS23: CJNE R0,#BUF1+7,RS
ANL PSW,#11110111B ;PRZEL NA PIERWSZY
RS23B: RET
RS: JNB SCON.1,RS
MOV SBUF,R0
CLR SCON.1
INC R0
JMP RS23

;**** IR ****
; program czytania kodu RC5 KWARC 18,432MHZ

; NADAJNIK SAA3010 Z KWARCEM 432kHz
; L > H TO HIGH BIT
; H > L TO LOW BIT
; R5 ADRES
; R4 DANA

****; UWAGA!!! DANE NA P1 ZANEGOWANE PRZEZ ODBIORNIK IR
RC55: NOP
PETL: MOV R6,#00H ;255x14usek
COUNT: MOV C,IRE
JNC PETL ;BRAK SYGNAU RC5
MUL AB
MUL AB ; PETLA 16-TU CYKLI
MUL AB
MUL AB
DJNZ R6,COUNT
;ODBIORNIK JEST GOTOWY DO DEKODOWANIA KODU
;LICZONE JEST 13 BITOW Z POMIENIEM PIERWSZEGO STARTOWEGO BITU
WORD: MOV R7,#13 ;PETLE 111,223,221
MOV R5,#00H
MOV R4,#00H
;H NA L PIERWSZY POL BIT START
ZMN: JB IRE,ZMN ;CZKA NA ZMIANE
MOV A,#111 ;CZAS 1/4BITU
CALL CZAS
MOV A,#223 ;CZAS 1/2 BITU
CALL CZAS
NEXBIT:
MOV C,IRE
RLC A ;MASKA P1.0
MOV R6,A
MOV A,#223 ;CZAS 1/2 BITU
CALL CZAS
MOV C,IRE
RLC A
CLR C ; POROWNANIE 1 I 2 POLOWY BITU
SUBB A,R6
JZ PETL
MOV A,R4
RLC A
MOV R4,A
MOV A,R5
RLC A
MOV R5,A
MOV A,#221 ;CZEKAJ 1/2 BITU
CALL CZAS
DJNZ R7,NEXBIT ;NASTEPNY BIT LUB KONIEC SLOWA
MOV R7,#2
SHIFT: MOV A,R4
RLC A
MOV R4,A
MOV A,R5
RLC A
MOV R5,A
DJNZ R7,SHIFT
RR A
RR A
MOV R4,A
;POROWNANIE CONTROL BITU (BIT 5 W REJESTRZE ADR CZYLI R5)
CTRL: MOV A,R5
ANL A,#20H
MOV B,A
XRL A,R3
MOV R3,B
JZ PETL ;JEZELI ZERO TO SLOWO TO SAMO
RET ;KONIEC PROCEDURY R5 ADR ,R4 DANA

;**** SYGNAL DZWIERKOWY
SYGN: MOV B,#100
SYG1: NOP
CPL BUZ
CALL CZAS
DJNZ B,SYG1
CLR BUZ
RET

;***** ZEROWANIE BUF1
ZEROW: CLR A
MOV R0,#BUF1
ZE: MOV @R0,A
INC R0
CJNE R0,#BUF1+7,ZE
RET

;*****
CZAS: NOP ;((ACC x 6)+4)x0.65us
NOP
NOP
NOP
DJNZ ACC,CZAS
RET

PRZER1: JMP NIESK
;*****
; PROCEDURA POROWNANIA
POR: MOV R0,#BUF1
MOV R1,#BUF2
MOV B,#06
PORO: MOV A,@R0
CLR C
SUBB A,@R1
JNZ BLOND ;NIESK
INC R0
INC R1
DJNZ B,PORO
CALL WYKON ;REALIZACJA PO PRAWIDLOWYM KODZIE
RET
BLOND: DJNZ BUF3+2,KON
SETB WY1
SETB WY2
CALL RS232
JMP KON1
KON: RET ;PROCEDURA OTWARCIA
CLR WY1
CLR WY2
SETB LED
RET

;****POROWNANIE ADR.***
PORADR: MOV A,R5
ANL A,#00011111B
MOV B,A
MOV A,P.3
ANL A,#00
SWAP A
RET
KON1: NOP ;PROCEDURA BLOKOWANIA
CALL SYGN
SETB LED
CALL CZAS
CALL CZAS
CLR LED
CALL CZAS
JMP KON1

END

```

go. Z tego stanu można wyprowadzić układ przez wyłączenie zasilania, lub przez zerowanie procesora.

5. Włączony zamek można wyłączyć trzykrotnie naciskając klawisz z rozkazem nr 12, układ zachowa się jak wyżej.

Schemat zamka jest pokazany na rys. 3. Wysłane przez nadajnik słowo trafia do odbiornika SHF505 i po zdemodulowaniu jest przesyłane do wejścia P3.7 mikrokontrolera AT89C2051, gdzie jest sprawdzany format słowa i adres urządzenia. Jeżeli słowo jest poprawne to mikrokontroler informuje o tym krótkim sygnałem. Po przyjęciu poprawnego hasła procesor ustawia odpowiednio wyjścia P1.5, P1.6 i P1.3. Wyjścia P1.5 i P1.6 sterują przekaźnikami lub innymi odbiornikami. Na wyjściu P1.3 jest wskaźnikowa dioda LED.

Na schemacie jest pokazana pamięć EEROM 24C02, która może służyć do przechowywania hasła. W wersji opisywanej nie jest używana.

Mikrokontroler poprzez wejścia P3.4 i P3.5 odczytuje ustawiony adres urządzenia (są to dwa najmłodsze bity adresu) i porównuje go z przychodzącym słowem. Zwarcie pinów P3.4 i P3.5 do masy oznacza ustawienie adresu zterty (binarnie). Należy zwrócić uwagę, że ustawione adresy nadajnika i odbiornika muszą być zgodne. Zastosowany nadajnik należy dopasować do odbiornika, typowy nadajnik od odbiornika TV wysyła rozkazy z adresem „0”.

Opis działania programu

Program rozpoczyna się częścią inicjującą rejestry specjalne i stałe używane w dalszej jego części (list. 1). Program główny NIESK, jest pętlą, w której procesor działa po włączeniu zasilania, aż do momentu użycia trzykrotnie rozkazu o kodzie 12 (koniec wprowadzania).

Początek programu to procedura RC55 - czytanie kodu RC5. Poprawnie odczytane słowo (z właściwym adresem, sprawdzonym w procedurze PO-

RADR) powoduje uruchomienie procedury SYGN. Procedura ta uruchamia sygnał informujący o poprawnie przyjętym słowie. W następnym kroku programu słowo jest sprawdzane czy nie jest to rozkaz nr 12. Jeśli nie, to kod rozkazu jest wprowadzany do bufora BUF1 w kolejności przyjmowania, maksymalnie sześć rozkazów. Jeżeli odebrany będzie rozkaz nr 12 to procesor zinterpretuje to jako koniec wprowadzania i uruchomi się dalsza część programu. Procedura POR porównuje wprowadzone dane, zapisane w tablicy BUF1, z hasłem znajdującym się w tablicy BUF2. Hasło do tablicy BUF2 jest zapisywane podczas inicjalizacji procesora procedurą SZYFR. Hasło jest dowolne (np.: 1, 2, 3, 4, 5, 6) i powinno być zmienione przed kompilacją.

Jeżeli wprowadzone dane są zgodne z hasłem, program przechodzi do procedury WYKON, która uruchamia przekaźniki i włącza diodę LED. Jeżeli hasło jest wprowadzone błędne, to program skacze do procedury BLOND. W tej procedurze jest sprawdzana liczba popełnionych błędów. Jeżeli limit nie został przekroczony, to program wraca do pętli NIESK, oczekując na nowe dane. Jeżeli limit błędów został przekroczony, to wywołana zostanie procedura KON1. W tej procedurze przekaźniki zostają ustawione w stan początkowy i program pozostanie w miejscu do zerowania lub wyłączenia zasilania.

Należy wspomnieć także o procedurze RS232. Jest to pozostałość po procesie uruchamiania programu. Procedura ta umożliwia wysłanie zawartości tablicy BUF1 łączem RS na zewnątrz. Parametry transmisji: 4800 bodów, 8 bitów, jeden znak stopu. Istnieje możliwość wykorzystania tej procedury w innych częściach programu.

Procedura czytania danych RC55 sprawdza bit wejścia P3.7 i czeka do pierwszej zmiany stanu wysokiego na niski. Następnie przychodzące bity są porównywane z protoko-

łem RC5 (dokładnie opisany w [3]). Ponieważ synchronizacja odbywa się na drodze programowej, zmiana kwarcu w procesorze pociągnie za sobą zmianę czasu realizacji procedury CZAS, i należy zmienić parametr wywołania tej procedury, znajdujący się w akumulatorze. Zmiany takiej należy dokonać i wówczas, gdy kwarc w nadajniku IR będzie różny niż 432 kHz. Przy wykorzystaniu innych rezonatorów kwarcowych, należy brać pod uwagę, że jedno wywołanie procedury CZAS wyraża się wzorem: $(ACC \times 6) + 4$ cykli rozkazowych, a długość jednego bitu w transmisji RC5 to 1,778 ms (z rezonatorem 432 kHz). Parametry wyjściowe procedury RC55 to w rejestrze R5 adres urządzenia i R4 numer rozkazu.

Uruchomienie

Uruchomienie, krok po kroku, powinno przebiegać w następujący sposób.

- Sprawdzić poprawność przepisane programu i skompilować program dowolnym kompilatorem dla procesora 8051.
- Zaprogramować procesor (usługę taką wykonują firmy programujące EPROM-y za 1zł).
- Włożyć do płytki zamka, procesor w podstawkę i włączyć zasilanie.
- Wprowadzić z pilota kod i nacisnąć klawisz wł./wyl., (po każdym naciśnięciu klawisza powinien być słyszalny sygnał dźwiękowy), układ powinien się włączyć (przekaźniki w pozycji wł.) dioda LED świeci.

W razie kłopotów z poprawnym działaniem układu należy: nacisnąć dowolny klawisz w pilocie zdalnego sterowania i sprawdzić czy procesor na tę czynność zareagował sygnałem dźwiękowym. Jeżeli nie, to należy sprawdzić oscyloskopem czy pracuje poprawnie oscylator mikrokontrolera, oraz sprawdzić czy poprawnie działa pilot zdalnego sterowania (ustawienie adresu urządzenia) - na wyprowadzeniu 11 (P3.7) mikrokontrolera powinny pojawiać się impulsy po naciśnięciu dowolne-

go klawisza w pilocie zdalnego sterowania.

Brak impulsów oznacza uszkodzenie toru nadajnik - odbiornik. Ponowić próby z dowolnym pilotem zdalnego sterowania, jeżeli impulsy się pojawią, to oznacza, że poprzedni nadajnik IR był niesprawny. Jeśli impulsów brak, to oznacza niesprawność odbiornika.

Procesor akceptuje przychodzące słowa sygnałem dźwiękowym, ale zamek się nie włącza, prawdopodobnie użyty rozkaz końca wprowadzania ma kod różny od 12.

Modyfikacje programu można wykonać na płycie uniwersalnej z procesorem 80C51, posługując się emulatorem pamięci EPROM. Tak powstał opisany program. Jeżeli dołączymy interfejs RS232 do procesora z jednej strony, a do komputera PC z drugiej, to przy wykorzystaniu programu TERM95, na ekranie komputera będą widoczne odbierane przez mikroprocesor znaki.

Witold Trzebiński

Literatura:

1. L. Jednac - Nadawanie sygnałów zdalnej regulacji, Serwis Elektroniki 6/96.
2. Internet: <http://www.philips.com>
3. K.D.Gens - Odbiornik sygnałów podczerwieni (RC5) dla komputera 80C32, Elektor 4/94.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1..R5: 10kΩ
R6, R7: 470Ω
R8: 270Ω

Kondensatory

C1: 10μF/10V
C2, C3: 30pF
C4: 470μF/10V
C5: 1000μF/16V

Półprzewodniki

D1..D3: 1N401/50
D4: LED
U1: AT89C251 (zaprogramowany)
U2: 24C02 (opcja)
U3: 74HC04
U5: SFH505
U4: LM7805

Różne

Q1, Q2: BD135
P1, P2: przekaźniki 12V buzzer: miniaturowy przetwornik piezoceramiczny