

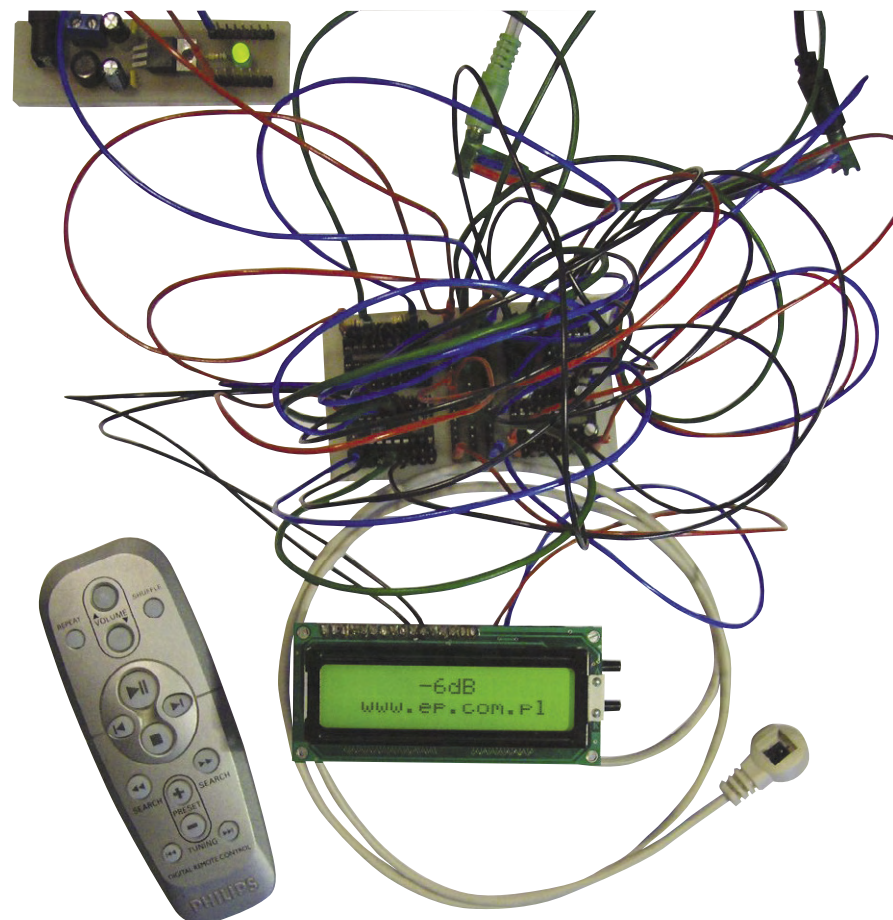
LITEcomp – aplikacje

Cyfrowy potencjometr audio sterowany pilotem RC5

Prezentowany w artykule, sterowany pilotem RC5, regulator głośności jest kompilacją procedur przedstawianych w trzech poprzednich asemblerowych przykładach aplikacji modułu LITEcomp. Z tego powodu artykuł będzie nieco krótszy niż poprzednie, gdyż większość wykorzystywanych procedur została już omówiona w poprzednich odcinkach cyklu.



Schemat urządzenia przedstawiono na rys. 1. Najważniejszym elementem prezentowanego projektu jest układ DS1807 produkowany przez firmę Maxim-Dallas. Układ ten jest podwójnym, 65-pozycyjnym, logarytmicznym potencjometrem cyfrowym sterowanym za pomocą interfejsu I²C. Oprócz układu DS1807 zastosowano poczwórny wzmacniacz operacyjny TL074 pracujący w układzie wtórniaka napięciowego. Diody D1 i D2 pełnią funkcję bramki AND i zastosowane są w celu umożliwienia generowania przerwania przez obydwie przyciski modułu LITEcomp jednocześnie. Jest to podyktowane faktem, iż przyciski te są podłączone do tej samej grupy wyprowadzeń mogących generować przerwanie EIO i w danej chwili tylko jeden z nich może być źródłem przerwania. Zastosowanie bramki AND i podłączenie jej wyjścia do wyprowadzenia z innej grupy przerwań zewnętrznych spowoduje, iż obydwie przyciski będą mogły ge-



nerować przerwanie. Dzielnik napięcia na rezystorach R1 i R2 wytwarza pozorną masę analogową w połowie napięcia zasilającego. Moduł LITEcomp komunikuje się z układem DS1807 poprzez magistralę I²C zrealizowaną na wyprowadzeniach PB5 i PB4.

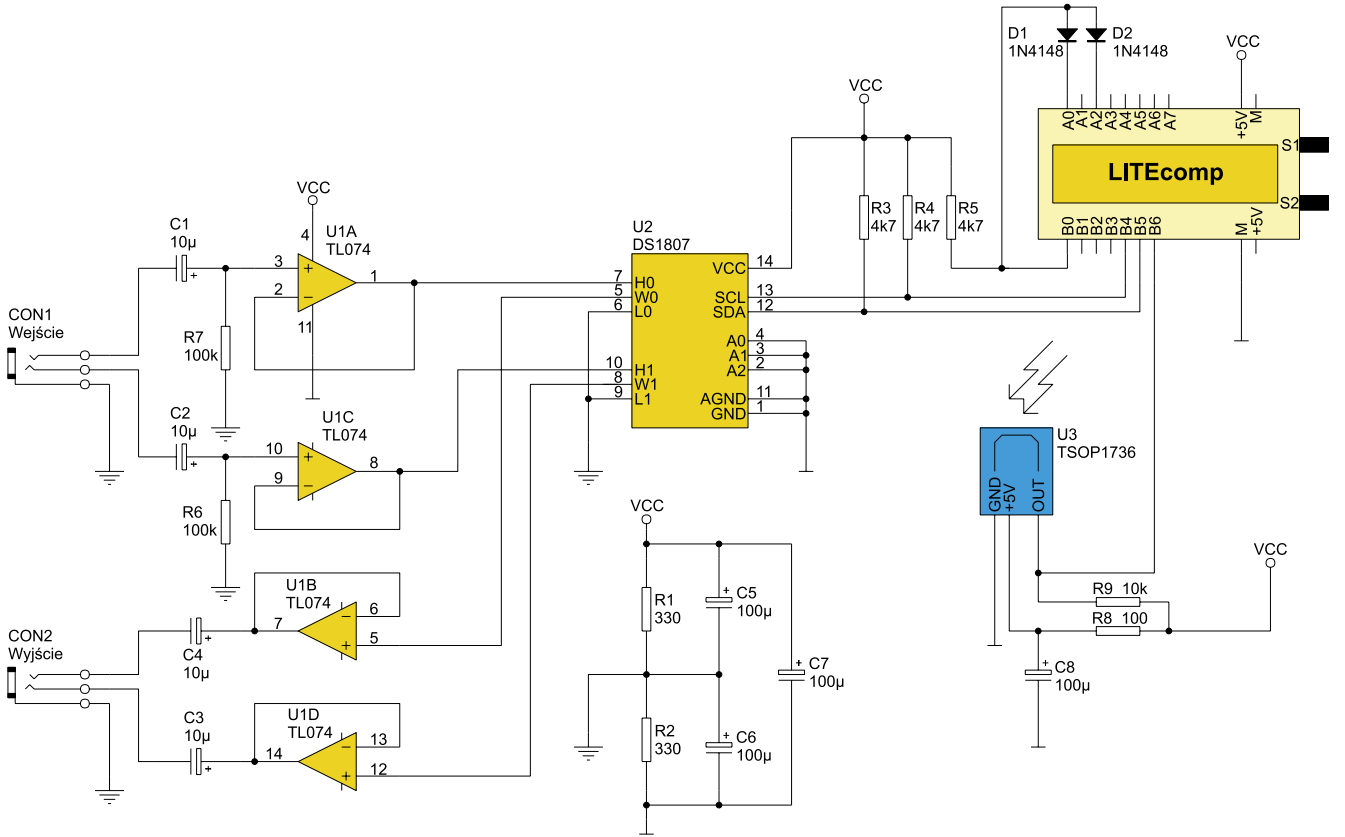
Układ DS1807

Wewnętrzna budowę układu DS1807 przedstawiono na rys. 2. Układ ma trzy wejścia adresowe A2...A0, dzięki czemu na jednej magistrali I²C można połączyć aż 8 układów DS1807, co da w efekcie możliwość regulacji tłumienia w 16 niezależnych kanałach. Wewnątrz układu DS1807 znajdują się dwa 65-pozycyjne potencjometry o charakterystyce logarytmicznej sterowane magistralą I²C. Budowę rejestru

LITEcomp

LITEcomp jest prostym komputerkiem wykonanym na mikrokontrolerze ST7FLITE19. LITEcomp jest w ramach promocji dodawany bezpłatnie do książki „Mikrokontrolery ST7LITE w praktyce” (autor Jacek Bogusz). Książka jest dostępna w sklep.avt.pl (numer katalogowy KS-260905).





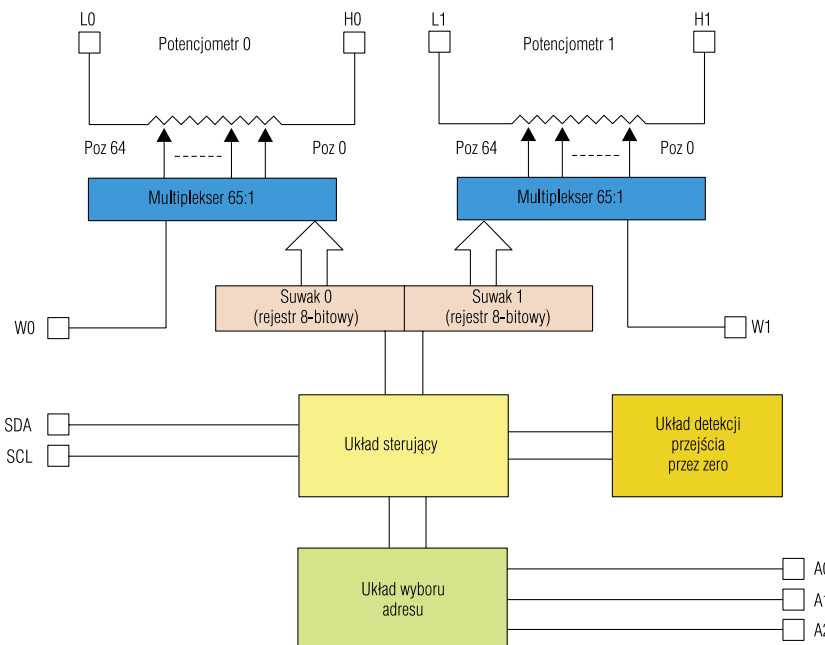
Rys. 1.

Tab. 1. Zestawienie poleceń obsługiwanych przez sterownik układu DS1807

Rozkaz	Kod rozkazu	Opis
Write Potentiometer-0	1010 1001	Zapis pozycji suwaka potencjometru 0
Write Potentiometer-1	1010 1010	Zapis pozycji suwaka potencjometru 1
Write Both Pots	1010 1111	Zapis pozycji suwaków obydwu potencjometrów

pozycji suwaka przedstawiono na rys. 3. Regulacja tłumienia odbywa

się z krokiem 1 dB w zakresie 0...-63 dB (bity 5...0). Możliwe jest



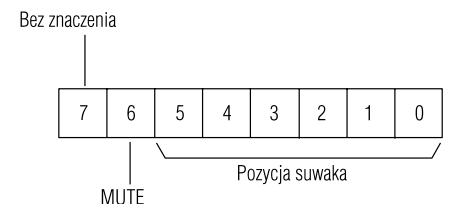
Rys. 2.

również uzyskanie tłumienia ponad -90 dB poprzez ustawienie bitu MUTE (bit 6) w bajcie, przy czym wartość pozostałych bitów nie ma wpływu na wartość tłumienia. Bit 7 nie ma wpływu na wartość tłumienia sygnału. Do modyfikacji stanu rejestrów pozycji suwaka służą rozkazy przedstawione w tab. 1.

Przebiegi na magistrali I²C podczas zapisu każdego z tych rozkazów przedstawiono na rys. 4. Istnieje możliwość odczytania aktualnego stanu rejestru konfiguracyjnego każdego z potencjometrów. Przebiegi na magistrali podczas odczytu przedstawiono na rys. 5.

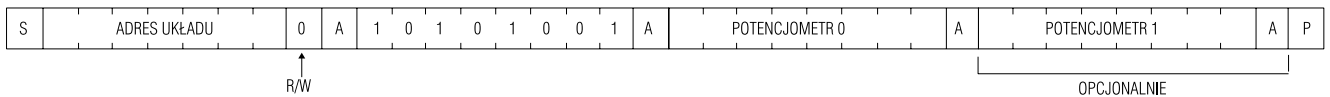
Procedury zaczerpnięte z poprzednich projektów

Procedury obsługi wyświetlacza LCD omówiliśmy w EP5/2007, zostały zastosowane bez większych modyfikacji. Jedyną istotną modyfikacją

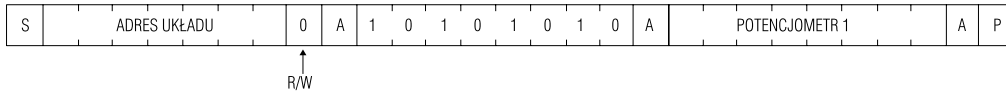


Rys. 3.

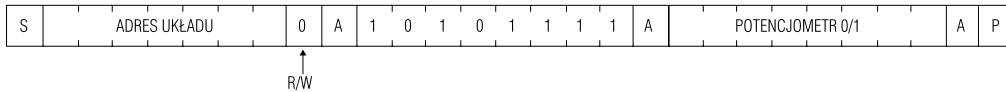
Write Potentiometer - 0



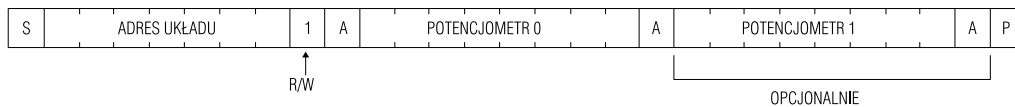
Write Potentiometer - 1



Write Both Pots



Rys. 4.



Rys. 5.

List. 1. Procedura zapisu wartości tłumienia do układu DS1807

```
;*****
; Procedura zapisu wartości tłumienia do układu DS1807
;*****
setVolume
CALL i2c_start      ; start
LD A, #S50         ; adres układu DS1807
CALL i2c_write     ; polecenie WRITE BOTH POTS
LD A, #SAF
CALL i2c_write     ; zapis wartości tłumienia
LD A, volume
CALL i2c_write
CALL i2c_stop     ; stop
RET
```

List. 2. Procedura wyświetlenia wartości tłumienia na wyświetlaczu LCD

```
;*****
; Procedura wyświetlenia wartości tłumienia na wyświetlaczu LCD
;*****
displayVolume
LD A, #4
CALL lcdsetaddress ; ustawienie współrzędnych
WTXT tekstminus
LD A, volume
CALL writedecimal ; wyświetlenie wartości tłumienia
WTXT tekst1
RET
```

List. 3. Procedura zwiększająca tłumienie (zmniejszająca głośność)

```
;*****
; Procedura zwiększająca tłumienie (zmniejszająca głośność)
;*****
volDown
LD A, volume
CP A, #63 ; czy osiągnięto maksymalnie tłumienie?
JREQ downend ; jeśli tak to skok do downend
ADD A, #1 ; w przeciwnym razie zwiększamy tłumienie
LD volume, A
CALL setVolume ; i zapisujemy do układu DS1807
CALL displayVolume
downend
RET
```

List. 4. Procedura zmniejszająca tłumienie (zwiększająca głośność)

```
;*****
; Procedura zmniejszająca tłumienie (zwiększająca głośność)
;*****
volUp
LD A, volume
CP A, #0 ; czy osiągnięto minimalne tłumienie?
JREQ upend ; jeśli tak to skok do upend
SUB A, #1 ; w przeciwnym razie zmniejszamy tłumienie
LD volume, A
CALL setVolume ; i zapisujemy do układu DS1807
CALL displayVolume ; oraz wyświetlamy na wyświetlaczu LCD
upend
RET
```

jest zmiana nazwy makra wyświetlającego tekst na wyświetlaczu z *writetext* na *WTXT*. Procedury komunikacji poprzez magistralę I²C zostały przedstawione w EP6/2007 przy okazji omawiania zegara z układem PCF8583. Procedury te zostały zastosowane w bieżącym przykładzie bez żadnych zmian, poza zmienioną konfiguracją wyprowadzeń SDA i SCL. Odbiór sygnału zdalnego sterowania w kodzie RC5 przedstawiony był w EP9/2007, niezbędne procedury zastosowano w tym projekcie bez żadnych modyfikacji. Jedyną nowością przedstawianego projektu są procedury odpowiedzialne za zapis do układu DS1807 odpowiednich wartości określających położenie suwaka potencjometru, które zostaną omówione w dalszej części artykułu.

Zapis wartości tłumienia

Jedną z najważniejszych procedur jest procedura zapisująca do układu DS1807 wartość tłumienia sygnału, czyli pozycję „suwaka” cyfrowego potencjometru. Wartość tłumienia jest zapisywana jednocześnie do obu potencjometrów przy użyciu polecenia *WRITE BOTH POTS*. Kod procedury przedstawiono na **list. 1**.

Wyświetlenie wartości tłumienia

Po zapisaniu nowej wartości tłumienia do układu DS1807 następuje jej wyświetlenie na wyświetlaczu LCD modułu LITEcomp. Do wyświetlenia liczbowej wartości tłumienia wykorzystana jest procedura *writedecimal*, która została omówiona w EP5/2007. Kod procedury *displayVolume* przedstawiono na **list. 2**.

List. 5. Procedura ustawiająca maksymalne tłumienie (mute)

```

;*****
; Procedura ustawiająca maksymalne tłumienie (mute)
;*****
mute
CALL i2c_start      ; start
LD A, #$51         ; adres układu DS1807 + R
CALL i2c_write
SCF                ; NOACK
CALL i2c_read      ; odczyt stanu potencjometrów
LD muteVol, A
CALL i2c_stop      ; stop

CALL i2c_start      ; start
LD A, #$50         ; adres układu DS1807
CALL i2c_write
LD A, #$AF         ; polecenie WRITE BOTH POTS
CALL i2c_write
LD A, muteVol
XOR A, #%01000000
CALL i2c_write
CALL i2c_stop      ; stop

LD A, muteVol
AND A, #%01000000 ; czy mute włączone?
JRNE noMute        ; jeśli nie to skok do noMute
CALL displayMute   ; w przeciwnym razie
JRA mute1
noMute
CALL displayVolume
mute1
RET

```

List. 6. Procedura wyświetlająca informację o wyciszeniu na wyświetlaczu LCD

```

;*****
; Procedura wyświetlająca informację o wyciszeniu na
; wyświetlaczu LCD
;*****
displayMute
LD A, #4
CALL lcdsetaddress ; ustawienie współrzędnych
WTXT muteTekst    ; wyświetlenie tekstu
RET

```

List. 7. Procedura obsługi przerwania EI3 od przycisków S1 i S2

```

;*****
; Procedura obsługi przerwania EI3 od przycisków S1
; i S2
;*****
_EI3Vect
BTJT PADR, #0, EI3dalej1
CALL volUp
IRET
EI3dalej1
BTJT PADR, #2, EI3dalej2
CALL volDown
EI3dalej2
IRET

```

Zwiększenie wartości tłumienia

Odebranie kodu RC5 z rozkazem o wartości 17 lub naciśnięcie przycisku S2 spowoduje wywołanie procedury zwiększającej tłumienie, co objawi się spadkiem głośności sygnału na wyjściu. Kod procedury jest przedstawiony na **list. 3**.

Na początku procedury następuje porównanie aktualnej wartości tłumienia z liczbą 63 w celu sprawdzenia, czy osiągnięto maksymalną wartość tłumienia. Jeśli operacja porównania wykazuje, iż wartość tłumienia ma maksymalną możliwą wartość następuje zwiększenie wartości zmiennej *volume*, która odpowiada za wartość tłumienia potencjometru.

Zmniejszenie wartości tłumienia

Odebranie kodu RC z rozkazem o wartości 16 lub naciśnięcie przycisku S1 spowoduje wywołanie procedury zmniejszającej tłumienie (**list. 4**).

Na początku procedury wykonywane jest sprawdzenie, czy osiągnięto minimalną wartość tłumienia. Jeśli nie to następuje zwiększenie wartości zmiennej *volume*, w przeciwnym razie następuje opuszczenie procedury.

Wyciszenie sygnału (mute)

Czasami zachodzi potrzeba natychmiastowego wyciszenia sygnału audio, które jest realizowane funkcją

mute. Układ DS1807 umożliwia całkowite wyciszenie sygnału poprzez ustawienie bitu 6 w rejestrze odpowiedzialnym za położenie wirtualnego suwaka potencjometru. Każdorazowe odebranie przez program kodu RC5 o rozkazie 13 spowoduje zaniegowanie stanu tego bitu, uprzednio odczytanego z układu DS1807. Dodatkowo na wyświetlaczu LCD mo-

dufu LITEcomp zostanie wyświetlona informacja o włączeniu funkcji *mute*. Wyłączenie funkcji *mute* jest możliwe poprzez kolejne odebranie kodu 13, albo naciśnięcie przycisków regulacji głośności, zarówno na klawiaturze lokalnej modułu, jak i na pilocie zdalnego sterowania. Kod procedury *mute* przedstawiono na **list. 5**.

List. 8. Program główny zastosowany w prezentowanym projekcie

```

;*****
; Początek programu głównego
;*****
.reset
_RSP
LD PBOR, A
CALL RC5Init      ; inicjalizacja peryferiów odpowiedzialnych za RC5
CALL lcdinit      ; inicjalizacja wyświetlacza
LD A, #64
CALL lcdsetaddress ; ustawienie współrzędnych
WTXT tekst2      ; wyświetlenie adresu strony EP

LD A, #16
LD volume, A
CALL setVolume    ; zapis wartości tłumienia do DS1807
CALL displayVolume ; wyświetlenie wartości tłumienia na LCD
BSET EICR, #7
BSET PBOR, #0
RIM               ; odblokowanie przerw

mainLoop
CALL WaitForRC5   ; oczekiwanie na odebranie kodu RC5
LD A, RC5Command
CP A, #16         ; czy odebrano rozkaz 16 (Volume Up)?
JRNE dalej1      ; jeśli nie to skok do dalej1
CALL volUp        ; w przeciwnym razie zwiększenie tłumienia
dalej1
LD A, RC5Command
CP A, #17         ; czy odebrano rozkaz 17 (Volume Down)?
JRNE dalej2      ; jeśli nie to skok do dalej2
CALL volDown      ; w przeciwnym razie zwiększenie tłumienia
dalej2
LD A, RC5Command
CP A, #13         ; czy odebrano rozkaz 13 (Mute)?
JRNE dalej3      ; jeśli nie to skok do dalej3
CALL mute         ; w przeciwnym razie wyciszenie sygnału
dalej3
JRA mainLoop     ; skok na początek pętli głównej

```

Procedura *mute* wywołuje w zależności od stanu bitu MUTE procedurę *displayVolume*, wyświetlającą aktualne tłumienie sygnału, albo procedurę *displayMute*, wyświetlającą tekst MUTE ON. Kod procedury *displayMute* przedstawiono na **list. 6**.

Procedura obsługi przerwania zewnętrznego EI3

Przyciski S1 i S2 zostały wykorzystane do regulacji tłumienia. Naciśnięcie przycisku S1 spowoduje zmniejszenie tłumienia, natomiast naciśnięcie przycisku S2 spowoduje zwiększenie tłumienia. Ponieważ program w pętli głównej oczekuje na ustawienie flagi odebrania ramki sygnału RC5, obsługa przycisków została zrealizowana w przerwaniu. Przyciski S1 i S2 oprócz podłączenia odpowiednio do wyprowadzeń PA0 i PA2 zostały również podłączone poprzez bramkę AND zrealizowaną na diodach D1 i D2 oraz na rezystorze R5 do wyprowadzenia PB0, należącego do grupy przerwania zewnętrznego

EI3. Naciśnięcie któregośkolwiek z przycisków spowoduje wymuszenie na wyprowadzeniu PB0 zbocza opadającego, i w jego efekcie wystąpi przerwanie. W ramach procedury obsługi tego przerwania zostanie sprawdzony stan przycisków S1 i S2 i w zależności od tego, który z nich został przyciśnięty, nastąpi wywołanie albo procedury zmniejszającej tłumienie, albo procedury zwiększającej tłumienie. Kod procedury obsługi przerwania EI3 przedstawiono na **list. 7**.

Program główny

Główna część programu rozpoczyna się od inicjalizacji wyświetlacza LCD oraz układów peryferyjnych wykorzystywanych do odbioru kodu RC5. Następnie w drugiej linii wyświetlacza LCD wyświetlany jest stały tekst (adres strony internetowej EP), a następnie ustawiane jest tłumienie na poziomie -16 dB. W pętli głównej program oczekuje na odebranie kodu RC5, a następnie jest sprawdzany odebrany kod. W obecnej postaci programu nie

jest sprawdzany odebrany adres, tak więc poprawny będzie każdy odebrany kod, którego rozkaz ma wartość 13 (*Mute*), 16 (*Volume Up*) lub 17 (*Volume Down*), bez względu na odebrany adres urządzenia. Umożliwia to sterowanie regulatorem za pomocą pilota od dowolnego sprzętu, np. telewizora, czy też sprzętu audio. Kod programu głównego przedstawiono na **list. 8**.

Przedstawiony w artykule program wraz z układem sprzętowym stanowi w pełni funkcjonalny układ regulatora głośności sygnału audio. Jednakże w obecnych czasach sama regulacja głośności nie jest już czymś szczególnym. Tradycyjnie więc zachęcam Czytelników do samodzielnych eksperymentów oraz rozwijania programu jak i poszerzania funkcjonalności układu o dodatkowe funkcje spełniające wymagania współczesnego sprzętu audio.

Radosław Kwiecień, EP
radoslaw.kwiecien@ep.com.pl

R E K L



zasilacze Impulsowe
•
przetwornice DC/AC, DC/DC
•
systemy zasilające
•
liczniki Impulsów dla przemysłu
•
sterowniki przemysłowe

Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Usługowo-Handlowe
ELPLAST® Sp. z o.o.
ul. Armii Krajowej 9, 58-100 ŚWIDNICA
tel./fax 074*852 38 20, 853 34 72, tel. 074*856 93 30
e-mail: info@elplast.pl http://www.elplast.pl

A M A



MARTEL
www.marthel.pl

PDW MARTEL
WIĘCEJ NIŻ PROFESJONALNA
DYSTRYBUCJA

PDW MARTEL
ul. Sosnowa 24-5
Bielany Wrocławskie
55-040 Kobierzyce
tel. +48 71 3110711, 12
fax +48 71 3110713

Układy dźwiękowe serii ISD15000 firmy Winbond

W ofercie nowa seria układów dźwiękowych nagrywająco-odtwarzających **ISD15000**, zapewniających znakomitą jakość nagrywania i odtwarzania dźwięku. Zastosowano w nich przetwarzanie analogowych sygnałów audio do postaci cyfrowej, kompresję cyfrową, zapis do pamięci flash, kompleksowe zarządzanie pamięcią oraz zintegrowane ścieżki analogowych/cyfrowych sygnałów audio.

- częstotliwość próbkowania do 48 kHz
- stosunek sygnał/szum odpowiada rozdzielczości 12-bitowej
- kompresja: ADPCM, PCM bez kompresji, typu μ
- interfejs I²S do szybkiego zapisu cyfrowego sygnału audio
- interfejs SPI dla cyfrowego sygnału audio i sterowania
- wejście analogowe dla sygnału audio
- różnicowe wejście mikrofonowe
- bezpośrednie wyjścia głośnikowe PWM
- regulacja głośności odtwarzanego dźwięku
- napięcie zasilania 2,7...3,6 V
- zakres temperatury pracy: komercyjny i przemysłowy
- czas trwania nagrań przy 4-bitowej modulacji ADPCM i częstotliwości próbkowania 8 kHz:

ISD15001 - 1 min
ISD15002 - 2 min
ISD15004 - 4 min
ISD15008 - 8 min
ISD15016 - 16 min
ISD15032 - 32 min

Dla układów serii ISD15000 w ofercie także zestaw uruchomieniowy **ISD-ES15000_USB** z oprogramowaniem ewaluacyjnym, współpracujący z komputerem PC poprzez interfejs USB.