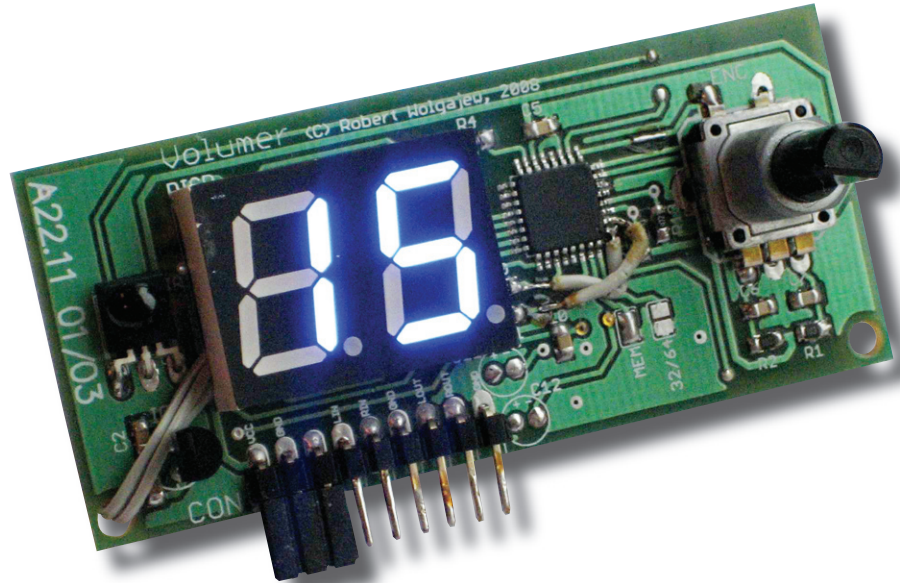


Volumer

Elektroniczny potencjometr audio



W niejednym domu znajduje się zapewne starszy sprzęt audio wysokiej klasy, którego dosyć częstą bolączką są niesprawności mechanicznych elementów przełączających i regulacyjnych. Często uszkodzeniu ulegają np. potencjometry. Bywa, że wymiana tego typu podzespołów wiąże się ze sporym wydatkiem, ponieważ nierzadko stosowane są elementy wysokiej jakości, wyprodukowane przez renomowanych producentów. Zdarza się również, iż spotykamy się z problemem wymiany elementów posiadającego napęd elektryczny (silniczek), jak w przypadku niektórych potencjometrów do regulacji głośności. Sytuacja komplikuje się także wtedy, gdy element, który podlega wymianie nie ma swojego odpowiednika wśród aktualnie dostępnych podzespołów. W takich wypadkach czasami warto zastanowić się nad unowocześnieniem naszego sprzętu stosując cyfrowy element regulacyjny o dodatkowej funkcjonalności. Prezentowany układ jest właśnie przykładem tego typu rozwiązania.



Schemat układu Volumer przedstawiono na rys. 1. Jest to prosty system mikroprocesorowy, którego elementem sterującym jest mikrokontroler ATmega8, a elementem wykonawczym scalony, stereofoniczny, cyfrowy potencjometr audio wysokiej klasy typu DS1881. Mikrokontroler steruje nim przy użyciu interfejsu TWI. Dla wzbogacenia funkcjonalności układu wyposażono go w dwa, niezależne elementy regulacyjne. Pierwszy, to enkoder ze zintegrowanym przyciskiem (funkcja Mute/Loud) służący do lokalnej regulacji przeprowadzanej z panelu urządzenia. Drugi, to scalony odbiornik podczerwiieni standardu RC5 dający możliwość regulacji zdalnej. Dodatkowo, do wizualizacji nastaw zastosowano dwucyfrowy, 7-segmentowy, niebieski wyświetlacz LED. Do zdalnego sterowania wybrano standard RC5, co wynika jedynie z faktu największej popu-

larności tego standardu wśród producentów starszego sprzętu audio-video. Jest on jednocześnie jednym z łatwiejszych do zaimplementowania we własnym urządzeniu.

Nadajniki RC5 transmitują 14-bitowe słowa danych (o stałym czasie trwania równym 1,728 ms na każdy bit) w kodzie Manchester. W zależności od konkretnych rozwiązań używane są różne częstotliwości modulowanej amplitudowo fali nośnej. Najczęściej stosowana jest nośna o częstotliwości równej 36 kHz. Dla zredukowania zapotrzebowania na energię, współczynnik wypełnienia mieści się w granicach 1/3...1/4. Na rys. 2 pokazano przykład transmisji bitów w standardzie RC5.

Każdy bit przesyłany jest w postaci dwóch stanów logicznych, których zmiana następuje w środku czasu przeznaczony na przesłanie pojedynczego bitu informacji. Logiczna jedynka kodowana jest jako zmiana stanu z niskiego na wysoki, a logiczne zero jako zmiana z wysokiego na niski. Na rys. 3 przedstawiono przykładową ramkę danych standardu RC5.

Pierwsze 2 bity (S1 i S2) są bitami startowymi i zawsze równe są „1”. Służą one sygnalizacji początku transmisji i synchronizacji po stronie odbiornika. Następny bit (T) jest bitem kontrolnym (tzw. toggle bit), zmieniającym się w kolejnych ramkach transmisji, jeśli użytkownik trzyma klawisz pilota cały czas wciśnięty. Odczyt tego bitu i porównanie z poprzednimi wartościami umożliwia detekcję sytuacji tego typu. W takim przypadku, transmisja powtarza-

AVT-5185

W ofercie AVT:
AVT-5185A – płytką drukowaną
AVT-5185B – płytką drukowaną + elementy

PODSTAWOWE PARAMETRY

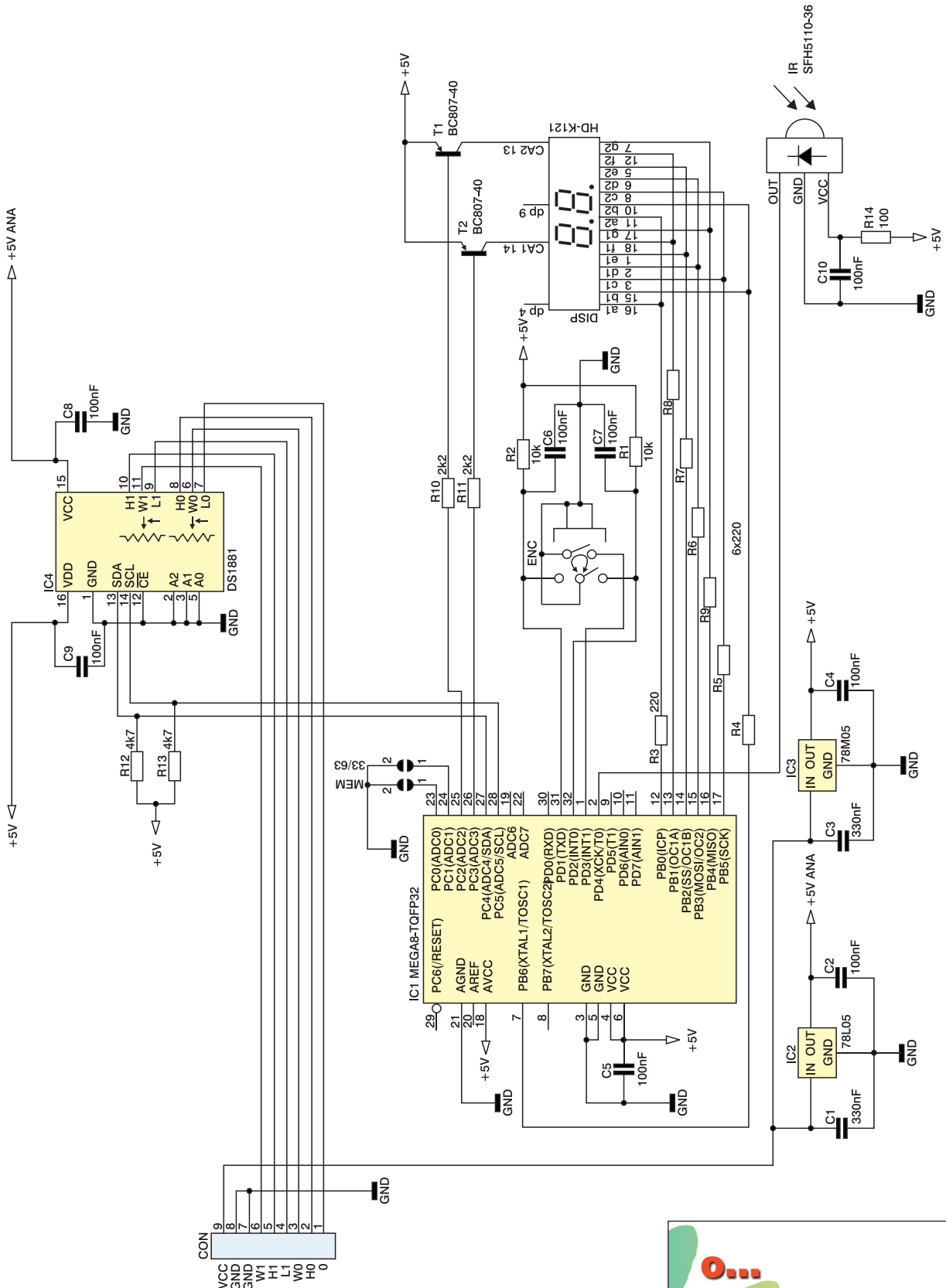
- Napięcie zasilania: 8...12 VDC
- Prąd obciążenia: 80 mA
- Zakres napięć wejściowych/wyjściowych: 0...5,5 V
- Rezystancja wejściowa: 45 kW
- Ustawienia Fuse-bitów:
 - CKSEL3..0: 0100
 - SUT1..0: 10



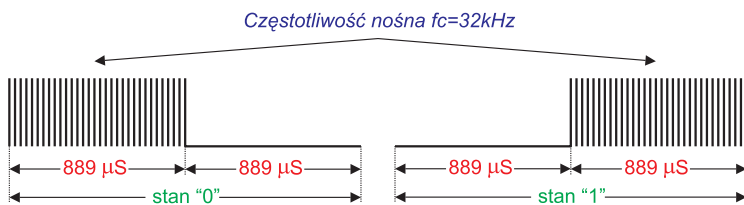
PROJEKTY POKREWNE

wymienione artykuły są w całości dostępne na CD

Tytuł artykułu	Nr EP/EdW	Kit
Audiofilski potencjometr i regulator balansu	EP 8/2006	AVT-945
Audiofilski potencjometr elektroniczny	EP 9/2001	AVT-5027
Audiofilski potencjometr stereofoniczny	EP 2/1998	AVT-369

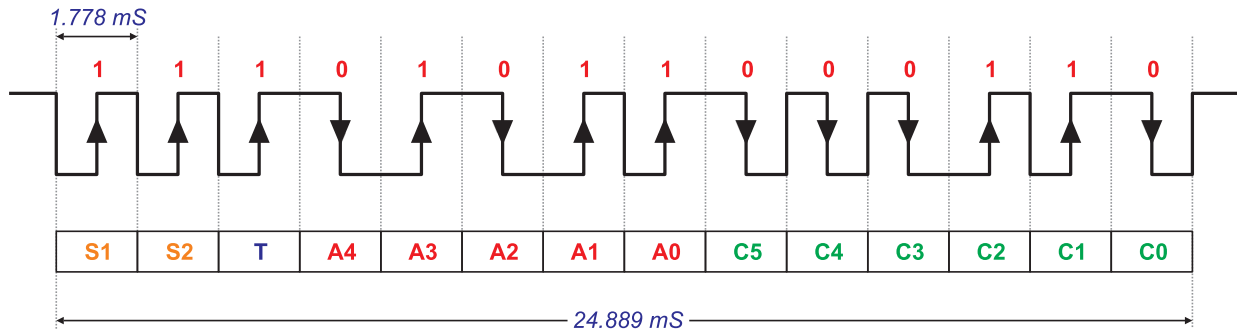


Rys. 1. Schemat ideowy Volumera

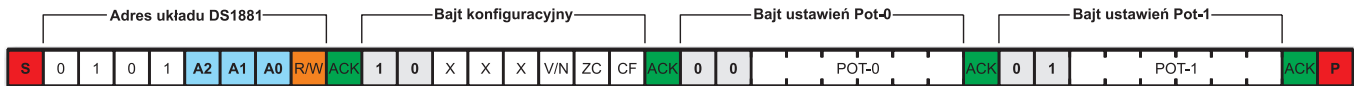


Rys. 2. Kodowanie bitów w standardzie RC5





Rys. 3. Przykładowa ramkę danych standardu RC5



S – sygnał Start magistrali I²C
 P – sygnał Stop magistrali I²C
 ACK – potwierdzenie po stronie odbiornika

A2, A1, A0 – sprzętowy adres układu DS1881 (piny 2, 3 i 5)
 R/W – wskaźnik odczytu z układu (1) / zapisu do układu (0)

V/N – wskaźnik pamięci ustawień potencjometrów: (1) – pamięć ulotna, (0) – pamięć nieulotna EEPROM
 W przypadku wyboru pamięci ulotnej, po włączeniu zasilania potencjometry zostaną ustawione na maksymalne tłumienie (funkcja Mute)

ZC – wskaźnik funkcji Zero-Crossing Detection (detekcji przejścia sygnału przez zero): (1) – funkcja włączona, (0) – funkcja wyłączona
 W przypadku włączenia powyższej funkcji i polecenia zmiany wartości rezystancji potencjometrów, układ detekcji próbuje sygnał na końcówce H i L potencjometru i w przypadku ich równości,

zmienia zadaną wartość rezystancji. Czas próbkowania wynosi 50ms. Jeśli w czasie tym nie zostanie spełniony powyższy warunek, zmiana wartości rezystancji nastąpi niezwłocznie po jego upływie

CF – wskaźnik konfiguracji potencjometrów: (1) – 33 kroki (w tym Mute), (0) – 63 kroki (w tym Mute)
 W przypadku wyboru konfiguracji (1) otrzymujemy następujące wielkości kroków regulacji: wartości 0...12: 1 dB krok regulacji, wartości 13...24: 2 dB krok regulacji, wartości 25...32: 3 dB krok regulacji i dla wartości 33: funkcja Mute. W przypadku wyboru konfiguracji (0): krok regulacji wynosi zawsze 1 dB dla wszystkich wartości przy czym funkcji Mute odpowiada wartość 63

POT-0, POT-1 – wartości odpowiedzialne za ustawienia potencjometrów POT-0 i POT-1

Wszystkie bajty poleceń (bajt konfiguracyjny i bajty ustawień) mogą być wysyłane do układu DS1881 w dowolnej kolejności, gdyż rodzaj przesyłanego bajta determinują 2 najstarsze bity (zaznaczone w kolorze szarym).

Rys. 4. Ramkę transmisji układu DS1881 w trybie zapisu

na jest co 114 ms. Kolejne 5 bitów (A4 do A0) reprezentuje adres urządzenia, które jest docelowym odbiornikiem transmisji. Dla przykładu: odbiorniki telewizyjne mają zazwyczaj adres 0 (ewentualnie 1), odtwarzacze CD – 20, a magnetowidy – 5. Ostatnie 6 bitów (C5 do C0) reprezentuje jedną z 64 możliwych komend. W rozszerzonym kodzie RC5 występuje wyłącznie jeden bit startu S1, a w miejsce bitu S2 transmitowany jest zanegowany, dodatkowy bit komend (C6).

Istnieje wiele sposobów sprzętowej i programowej realizacji dekodera poleceń standardu RC5. Jeden z nich zaproponowała firma Atmel w nocy aplikacyjnej „AVR410: RC5 IR Remote Control Receiver”. Zaprezentowane rozwiązanie bazuje na wykorzystaniu układu czasowo-licznikowego Timer0 i przerwania generowanego po przepełnieniu licznika do próbkowania stanu wyjścia scalonego odbiornika podczerwieni SFH5110-36 w odstępach równych 3/4 czasu trwania bitu RC5 (czyli ok. 1,333 ms), liczącym od zmiany stanu na doprowadzeniu portu będącym wejściem sygnału. Podobnie działa komenda Getrc5 zaimplementowana w języku Bascom AVR, którą to zastosowano w niniejszej aplikacji.

Jak wspomniano wcześniej, głównym elementem wykonawczym jest scalony, cyfrowy, stereofoniczny potencjometr audio wysokiej jakości. Ma on dużą rezystancję wejściową (45 kΩ na kanał). Zasilany jest z pojedynczego napięcia (5 V). Zasilania części cyfrowej i analogowej są od siebie odseparowane. Dwie, konfigurowalne przez użytkownika logarytmiczne charakterystyki umożliwiają regulację w 33 lub 63 krokach. Nastawy przechowuje nieulotna, konfigurowalna pamięć o gwarantowanej,

minimalnej liczbie cykli zapisu równej 50000. Potencjometr ma bardzo niski współczynnik zniekształceń THD (0,005%), a układ detekcji przejścia regulowanego sygnału przez zero minimalizuje zakłócenia komutacji.

Kompletną ramkę transmisji układu DS1881 w trybie zapisu z opisem znaczenia poszczególnych bitów przedstawiono na rys. 4.

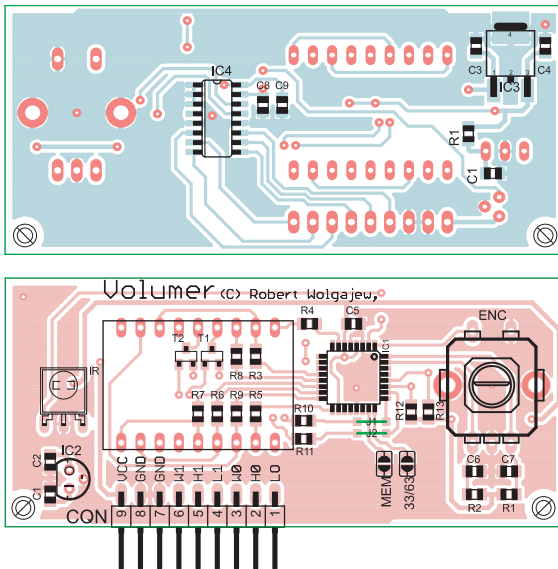
Należy także wspomnieć, iż układ ma tryb odczytu (R/W=1), który nie jest wykorzystywany w prezentowanym urządzeniu, ponieważ mikrokontroler zawsze zna stan pracy układu podrzędnego. Z uwagi na uniwersalne przeznaczenie niniejszego sterownika, jak i różne rozwiązania układowe urządzeń docelowych, nie wyposażono go w układy dopasowujące poziomy napięć

```

List.1. Procedura obsługi przerwania Int0
,Przerwanie Enkodera - Int0
Check encoder:
If PInd.1 = 1 Then ,Sprawdzamy stan na drugim wyprowadzeniu enkodera
w celu weryfikacji kierunku obrotów
,Zwiększamy wartość zmiennej Wiper, jeśli mieści się w zakresie zmian
If Wiper < Maximum Then
    Incr Wiper
    Set Refresh ,Wskaźnik żądania wysłania po I2C (dla pętli głównej)
End If
Else
,Zmniejszamy wartość zmiennej Wiper, jeśli mieści się w zakresie zmian
If Wiper > 0 Then
    Decr Wiper
    Set Refresh ,Wskaźnik żądania wysłania po I2C (dla pętli głównej)
End If
End If
Return
    
```

```

List.2. Procedura obsługi przerwania Ov0
,Przerwanie Timera0 pracującego jako licznik zarządzający multipleksowaniem
wyświetlacza LED
Multiplex:
,Sprawdzamy stan flagi Multi, która zmienia się z każdym wywołaniem przerwania
od przepełnienia licznika Timer0
If Multi = 0 Then
    Int_temp = 10 ,Domyślnie wygaszony czyli wyświetla „-”
    If Wiper <> 0 Then Int_temp = Wiper \ 10 ,Cyfra dziesiątek
    Set Dig1 ,Alias anody jedności
    Portb = Lookup(int_temp, Digits) ,Odczytanie odpowiedniej wartości
z tabeli "Digits"
    Reset Dig10 ,Alias anody dziesiątek
Else
    Int_temp = 10 ,Domyślnie wygaszony czyli wyświetla „-”
    If Wiper <> 0 Then Int_temp = Wiper Mod 10 ,Cyfra jedności
    Set Dig10 ,Alias anody dziesiątek
    Portb = Lookup(int_temp, Digits) ,Odczytanie odpowiedniej wartości
z tabeli "Digits"
    Reset Dig1 ,Alias anody jedności
End If
Toggle Multi
Return
    
```

Rys. 5. Schemat montażowy Volumera

wejściowych do możliwości układu DS1881, jak również nie zastosowano wyjściowych wtórników napięcia. Przy adaptacji na potrzeby konkretnego zastosowania należy pamiętać, że zakres napięć wejściowych wynosi 0...5,5 V.

Kilka słów wyjaśnienia wymaga program obsługi układu Volumer, który napisano w możliwie najprostszym sposobie, mając na uwadze zastosowane rozwiązania sprzętowe. We wspomnianym programie obsługi wykorzystano trzy przerwy sprzętowe:

- INT0 skonfigurowane jako wywołane opadającym zboczem sygnału na porcie wejściowym PIND.2 mikrokontrolera, a odpowiedzialne za obsługę enkodera,
- OVF0 od przepełnienia układu czasowolicznikowego Timer0 pracującego w trybie timera, odpowiedzialne za obsługę wyświetlacza LED w trybie multipleksowania,
- OVF2 od przepełnienia układu czasowolicznikowego Timer2 pracującego w trybie timera, wykorzystywane w procedurze wbudowanego polecenia Getrc5 a odpowiedzialne za dekodowanie sygnałów przesyłanych za pomocą podczerwieni.

Programy obsługi przerwań INT0 i OVF0 napisano w taki sposób, aby czas potrzebny na ich obsługę był możliwie najkrótszy (maks.

rzędu 30 μ s) i nie uniemożliwiał poprawnego funkcjonowania procedury Getrc5 korzystającej z przerwania OVF2. Na list. 1 i list. 2 przedstawiono procedury obsługi przerwań *Int0* i *Ovf0*.

Pętla główna programu obsługuje jedynie procedurę wysyłania danych do układu DS1881 (korzystając z wbudowanego interfejsu TWI mikrokontrolera). Rodzaj polecenia ustalany jest na podstawie flag ustawianych przez procedury obsługi przerwania INT0 (obsługa enkodera) lub Getrc5 (dekodowanie danych przesyłanych za pomocą podczerwieni). Volumer obsługuje dowolny adres urządzenia podczerwieni w zakresie poleceń o następujących numerach: 16 (zwiększenie głośności), 17 (zmniejszenie głośności) oraz 13 (funkcja wyciszenia). Pozostałe komendy są ignorowane.

Montaż

Widok płytki drukowanej układu Volumer przedstawiono na rys. 5. Volumer zaprojektowano jako moduł uniwersalny, w sposób umożliwiający wlutowanie go do płytki docelowej, tak jak w przypadku każdego innego elementu przeznaczonego do montażu przewlekane. W tym celu zastosowano złącze goldpin 90° z czytelnym opisem poszczególnych wyprowadzeń. Z uwagi na dążenie do zminimalizowania wymiarów układu, płytkę drukowaną zaprojektowano jako dwustronną, z przewagą montażu elementów typu SMD w obudowach typu 0805. Montaż należy rozpocząć od przyłutowania wszystkich elementów typu SMD po obu stronach laminatu, następnie lutujemy dwie izolowane łączówki (J1 i J2), a na końcu pozostałe elementy przeznaczone do montażu przewlekane. Pewnych trudności może nastężyć montaż mikrokontrolera ATmega8 w obudowie TQFP32. Montaż tego typu układów możemy wykonać na co najmniej dwa sposoby w zależności od sprzętu lutowniczego jakim dysponujemy. Sposób pierwszy to użycie

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory (SMD 0805)

R1...R2: 10 k Ω

R3...R9: 220 Ω

R10...R11: 2,2 k Ω

R12...R13: 4,7 k Ω

R14: 100 Ω

Kondensatory (SMD 0805)

C1, C3: 330 nF

C2, C4...C10: 100 nF

Półprzewodniki

IC1: Atmega8 (TQFP32)

IC2: 78L05

IC3: 78M05

IC4: DS1881 (SO16)

T1...T2: BC807-40

DISP: wyświetlacz LED AD5624BB

IR – SFH5110-36

Inne

ENC – enkoder ze zintegrowanym przyciskiem

CON – złącze kątowe goldpin 9-pin (90°)

specjalnej stacji lutowniczej (typu Hot Air) oraz odpowiednich, przeznaczonych do tego celu, topników. Sposób drugi to montaż przy użyciu typowej stacji lutowniczej, dobrej jakości cyny z odpowiednią ilością topnika oraz plecionki rozlutowniczej, która umożliwi usunięcie nadmiaru cyny spomiędzy wyprowadzeń układów. Należy przy tym uważać by nie uszkodzić termicznie układów.

Poprawnie zmontowane urządzenie powinno działać od razu po włączeniu zasilania. Na płytce układu przewidziano dwa pola konfiguracyjne oznaczone jako MEM i 33/63. Pierwsze pozwala na wybór, czy układ Volumer ma pamiętać ustawienia potencjometrów po wyłączeniu zasilania (gdy zwarte) i automatycznie odtwarzać je po włączeniu. Drugie pole służy do wyboru konfiguracji pracy potencjometrów: gdy zwarte, to możliwa jest regulacja w 33 krokach (w tym Mute), gdy rozwarte – w 63 (w tym Mute). Ustawienia konfiguracyjne układu DS1881 przechowywane są w pamięci EEPROM mikrokontrolera, gdyż dysponuje on większą, deklarowaną przez producenta liczbą cykli zapisu, aniżeli układ potencjometru cyfrowego.

Robert Wołgajew, EP
robert.wolgajew@ep.com.pl

R
E
K
L
A
M
A

Analizator stanów logicznych do PC

AVT389

www.sklep.avt.pl

