



Regulator głośności IR & 433MHz

Do czego to służy?

Urządzenie pozwala regulować poziom głośności w dwóch kanałach (stereo). Jest dołączane pomiędzy źródło sygnału a wzmacniacz. Sterowanie odbywa się za pomocą pilota pracującego w podczerwieni (standard RC5) lub drogą radiową na paśmie 433MHz. Dzięki wbudowanemu modułowi konfiguracji pozwala wykorzystać dowolnego pilota.

Układ idealnie nadaje się do włączania pomiędzy discman'a i zewnętrzne głośniki lub do komputera. W tym drugim wypadku można zdalnie kontrolować głośność muzyki lub filmu.

Jak to działa?

Schemat ideowy regulatora głośności pokazany został na **rysunku 1**. Pierwszym, najważniejszym elementem urządzenia jest blok zasilania z układem 7805. Dioda D1 zabezpiecza przed odwrotnym dołączeniem zasilania. Pobierany prąd ze stabilizatora jest na tyle mały, iż radiator nie powinien być potrzebny.

Kolejnym elementem jest mikrokontroler. Zajmuje się on odbieraniem danych z pilota, ich dekodowaniem i obsługą toru radiowego.

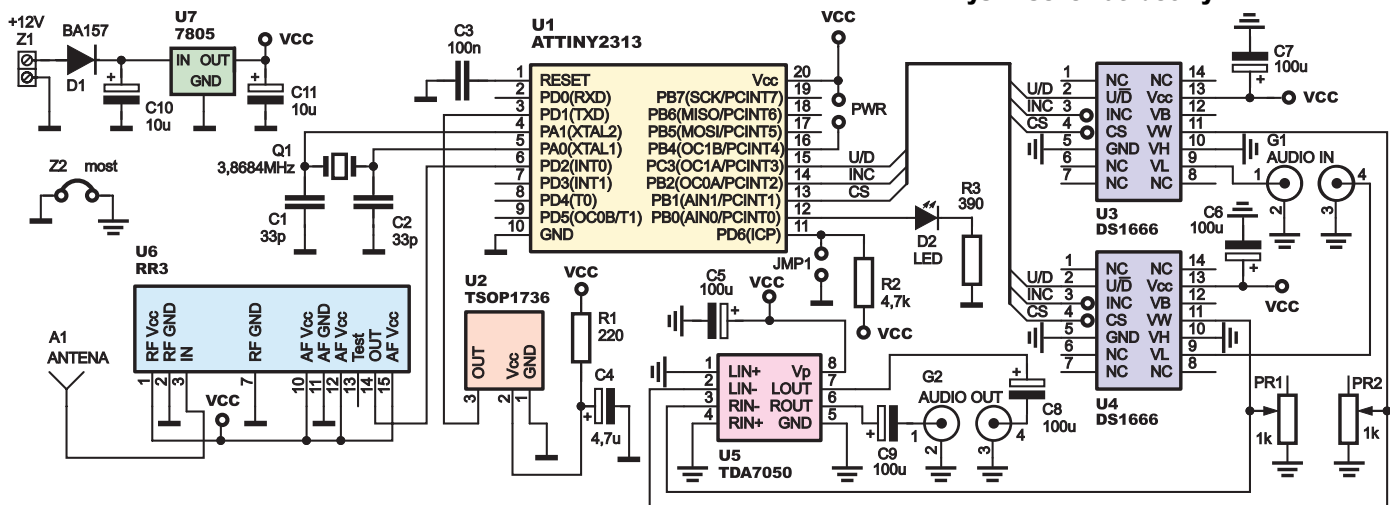
W ramach „nadgodzin” przypada mu kontrolowanie potencjometru cyfrowego, zapamiętywanie i programowanie poleceń RC5 oraz sterowanie zasilaczem np. wzmacniacza.

W projekcie wykorzystany został scalony odbiornik podczerwieni TSOP1736, choć można zastosować podobne (SFH, etc.). Obwód RC (C1, R4) filtruje zakłócenia z szyny zasilania. Informacje przesyłane z pilota są porównywane z tymi zapisanymi w pamięci EEPROM i w wypadku stwierdzenia zgodności następuje wykonanie komendy. Są dostępne cztery polecenia: głośniej, ciszej, wycisz, włącz/wyłącz.

Torem radiowym dane są przesyłane w postaci trzech częstotliwości. Pierwsza - odpowiada logicznemu zeru, druga - logicznej jedynce, a trzecia - sygnalizuje koniec nadawania bitu. W paczce przychodzi osiem bitów i po odebraniu są one porównywane w pamięci ze stałymi. Wystąpienie zgodności powoduje wykonanie polecenia, np. zwiększenie głośności. Mając na uwadze możliwości powstawania błędów w transmisji, wprowadziłem rejestr przesuwany. Nadchodzący

bit jest zawsze wpisywany na ostatniej pozycji, a najstarszy bit w rejestrze jest zatracany. Przykładowo, nadejście trzech błędnych bitów spowoduje ich wpisanie do rejestru. Kolejne osiem poprawnych usunie te trzy niefortunne i tym samym transmisja zakończy się sukcesem. Funkcja odbierająca dane jest ukazana na **listingu 1**. W zmiennej *tab_f* są zapisane częstotliwości. Przerwanie występuje w momencie pojawienia się zbocza HL na porcie PD2 (INT0). Cały mechanizm oparty jest na porównywaniu czasu – im większa częstotliwość, tym w liczniku T1 znajduje się mniejsza wartość. Przychodząca częstotliwość zostaje zaakceptowana tylko wtedy, gdy wystąpi minimum trzy razy pod rząd. Jaki zasięg ma tor radiowy? Ważną kwestią jest wykonanie dobrej anteny. W prototypie dwa kawałki sztywnego drutu zwiniętego w sprężynkę pozwoliły uzyskać zasięg z kuchni do pokoju oraz z klatki schodowej do pokoju.

Jako potencjometry cyfrowe zastosowałem dwa układy DS1666. Każdy chip posiada jeden cyfrowy potencjometr programowany



Rys. 1 Schemat ideowy

Listing 1

```
//obsługa przerwania zewnętrznego (od odbiornika radiowego)
void przerwanie(){
    cbi(SREG, SREG_I);

    //zmienna pomocnicza - odczytaj i przetwórz wartość T1
    unsigned char t = TCNT1L; t = (256 - TCNT1H)*4;
    TCNT1H = 0x00; TCNT1L = 0x00;

    //porównanie częstotliwości z tabeli
    for(unsigned char i=0; i<3; i++){
        if(tab_f[i][0]<t && t<tab_f[i][1]){
            //zapamiętaj numer odebranej częstotliwości
            tab_f[i][2]++;

            //czy odebrano ich już kilka?
            if(tab_f[i][2]>2){
                switch(i){
                    case 0: //stan logiczny L
                        nowe = 1; //zaznacz, że coś przyszło...
                        stan = 0; //zapisz stan logiczny
                        break;
                    case 1: //stan logiczny H
                        nowe = 1; //zaznacz, że coś przyszło...
                        stan = 1; //zapisz stan logiczny
                        break;
                    case 2: //znak separacji
                        //czy były nowe dane?
                        if(nowe){
                            //teraz już nieaktualne :)
                            nowe = 0;

                            //zapisz bit do bufora
                            bufor = bufor << 1;
                            bufor = bufor + stan;

                            //dekodowanie informacji
                            switch(bufor){
                                //zwiększ głośność
                                case KOMENDA_CISZEJ:
                                    potencjometr.gora();
                                    bufor = 0;
                                    break;

                                //zmniejsz głośność
                                case KOMENDA_GLOSNIJEJ:
                                    potencjometr.dol();
                                    bufor = 0;
                                    break;

                                //wycisz
                                case KOMENDA_WYCISZ:
                                    potencjometr.mute();
                                    bufor = 0;
                                    break;

                                //wl/wyl przekaznik
                                case KOMENDA_PRZEKAZNIK:
                                    potencjometr.power();
                                    bufor = 0;
                                    break;
                            }
                        }
                        break;
                }
            }

            //wykasuj zawartość komórki
            tab_f[i][2] = 0;
        }
    }
    //wykasuj zawartość komórki
    tab_f[i][2] = 0;
}

sbi(SREG, SREG_I);
}
```

w 128 krokach z „uniikalną pseudologarytmiczną charakterystyką”. Do regulacji głośności używa się potencjometrów z taką właśnie charakterystyką. Układy są bardzo proste w sterowaniu. Posiadają trzy wejścia, których funkcje przedstawia **tabela 1**. Mogą być zasilane pojedynczym lub symetrycznym napięciem (w modelu – pojedynczym). Ich rola polega na zwieraniu mniejszej lub większej części sygnału do masy.

Sygnał wychodzący z potencjometrów jest podawany na wzmacniacz słuchawkowy TDA7050. Pracuje on w standardowej aplikacji, ma przyzwoite parametry odsłuchowe i relatywnie dużą moc. Okazuje się, że jest ona... za duża! Przy maksymalnej głośności dźwięk w słuchawkach jest ogłuszający. Oczywiście to nie problem, można zmniejszyć wartość sygnału z komputera. Jednak okazało się, że w takiej sytuacji stosunek szumów do sygnału był irytująco niski. Po przeprowadzeniu paru eksperymentów znalazłem rozwiązanie: sztuczne tłumienie sygnału. Za pomocą potencjometrów PR1 i PR2 można regulować poziom sygnału na wyjściu z karty dźwiękowej. W razie konieczności można zwiększyć ich wartość, pamiętając o tym, że zbyt duży sygnał podany na wejście urządzenia wywołuje słyszalne trzaski.

Ostatnim elementem jest mostek mas. Masa cyfrowa z analogową łączy się tylko w jednym punkcie za pomocą mostka Z2. Ogranicza to zakłócenia przedostające się do toru audio. Mimo to potrzebne okazały się kondensatory C5-C7, aby jeszcze bardziej zminimalizować zakłócenia.

CS	INC	U/D	funkcja
L		H	pot. do góry
L		L	pot. w dół
H	X	X	nieaktywny

Tabela 1

Obsługa

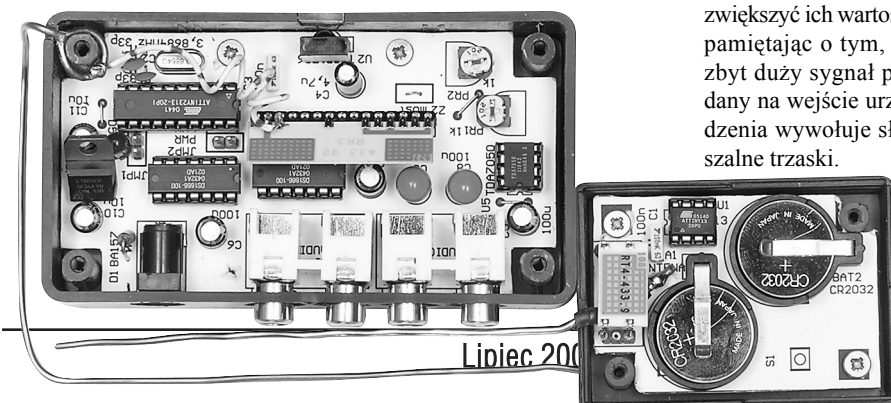
Chcąc korzystać z pilota, należy najpierw zaprogramować polecenia. Przed włączeniem zasilania należy włożyć zwórkę JMP1. Polecenia są programowane w następującej kolejności: głośniej, ciszej, wycisz, włącz/wyłącz. Po dołączeniu napięcia dioda D5 będzie przez chwilę pulsować. Gdy skończy, należy nacisnąć przycisk przeznaczony dla głośności i poczekać na ponowne pulsowanie D5 (wtedy trzeba puścić przycisk). Miganie się kończy i można programować polecenie „ciszej”, itd. Po ustawieniu czterech poleceń należy wyjąć jumperka JMP1 i układ jest gotowy do pracy z pilotem. Można nim sterować za pomocą zaprogramowanych klawiszy. Ustawienia będą zapisane w pamięci EEPROM, tak więc po utracie zasilania nie przepadną.

Sterowanie radiem jest wyjątkowo proste. Naciśnięcie przycisku spowoduje wykonanie przeznaczonej dla niego komendy.

Nadajnik radiowy

Schemat ideowy nadajnika pokazany został na **rysunku 2**. W modelu jako anteny użyto odcinka prostego drutu o długości kilkunastu centymetrów. Zapewniło to zasięg do kilku metrów i umożliwiło przenikanie sygnału przez przeszkody. Warto jeszcze wydłużyć zasięg. Należy pamiętać, że zamknięcie układu w obudowie redukuje zasięg. Innym rozwiązaniem jest zwiększenie napięcia zasilania nadajnika do 12V. Powinno to wpłynąć na moc transmitowanego sygnału.

Podczas uruchamiania układu modelowego pewnym problemem było zasilanie. W grę nie wchodziły popularne „paluszki”, bo są za duże. Zdecydowałem się na dwie baterie CR2032, które dają w sumie napięcie 6V. Przy jednej baterii sygnał nadajnika byłby znacznie słabszy. Mikrokontroler posiada tryb „Power-Down” - po wejściu do niego pobór prądu spada do kilku mikroamperów. Zapotrzebowanie nadajnika radiowego na energię kształtuje się na równie niskim poziomie. Problem polegał na wychodzeniu z trybu obniżonego poboru mocy. Podanie zera na dowolne wejście (naci-



śnienie klawisza) powoduje powstanie przerwania, które wyrzuca procesor „ze snu”. Rozwiązanie niestety miało jeden feler – układ często się zawieszał. Zbyt duża liczba przerw (drżania ze styków generują kilka dodatkowych przerw) skutecznie zakłócała normalną pracę układu. Pobór prądu wynosił wówczas aż 8mA! Przy zastosowaniu baterii CR2032 układ może pracować wtedy około 28 godzin. Zastosowane rozwiązanie należy do grupy z dolnej półki. Przerwania zewnętrzne po uruchomieniu układu nie są włączane. Program pracuje przez kilka sekund i po zaniku aktywności użytkownika następuje włączenie przerw zewnętrznych i wejście w stan obniżonego poboru mocy. Naciśnięcie przycisku powoduje wykonanie podprogramu obsługi przerwania, w którym... włączany jest watchdog i wykonywana jest nieskończona pętla. W efekcie po ułamku sekundy następuje restart mikrokontrolera i program zaczyna się na czysto od początku. Zwiększa to niezawodność. Ewentualnym naśladowcom mogą powiedzieć jedno: taki program musi się bezwzględnie zaczynać instrukcjami wyłączającymi watchdoga, bo inaczej powstają oscylacje.

Część sprzętowa jest niezbyt intrygująca. Mikrokontroler generuje częstotliwość odpowiednią dla poziomu niskiego, wysokiego i sygnału separacji. Sygnał jest transmitowany za pomocą nadajnika RT4.

Montaż i uruchomienie

Na rysunku 3 pokazana została płyta drukowana sterownika (zaprojektowana pod obudowę Z-76), a na rysunku 4 - pilota. Montaż jest klasyczny i nie wymaga szerszego komentarza.

Drobny problem stanowić może jedynie montaż odbiornika radiowego i stabilizatora. Ten pierwszy wymaga wygięcia złączki i nóżek – wtedy mieści się na styk. Po odpowiednim wygięciu nóżek również stabilizator 7805 powinien się zmieścić w obudowie.

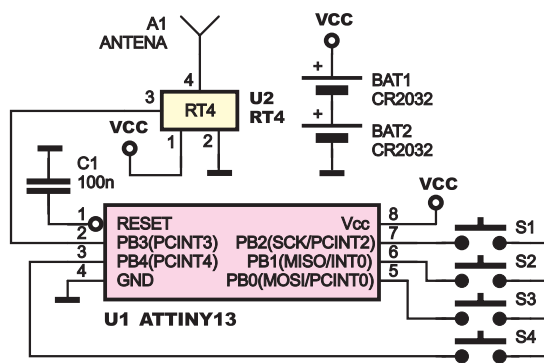
Gdyby niepotrzebne było sterowanie radiowe, wówczas nie ma sensu montowanie drogiego odbiornika RR3 i budowa nadajnika. Całość będzie i tak bezproblemowo pracować. To samo tyczy się sterowania podczerwienią.

Do zasilania można wykorzystać dowolny zasilacz o napięciu 8 do 15V.

Na płycie głównej (rysunek 3) istnieje ta-

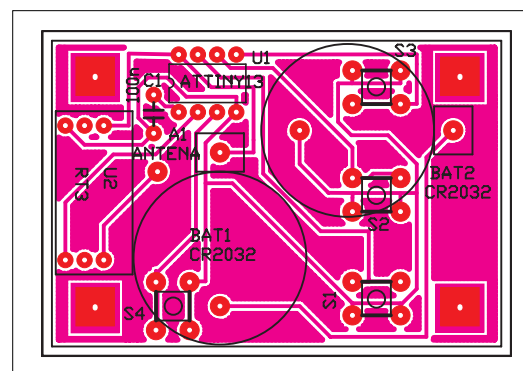
jemnicza zwora oznaczona jako PWR. Za jej pomocą można zmieniać stan logiczny na nóżce 16 U1. Naciśnięcie (zwarcie) powoduje zmianę na stan przeciwny. Można to wykorzystać do sterowania np. transformatorem zasilającym wzmacniacz (triak, przekaźnik, etc.).

Jakub Borzdyński
jotbeage@interia.pl



Rys. 2 Schemat ideowy nadajnika

Rys. 4 Schemat montażowy



Wykaz elementów

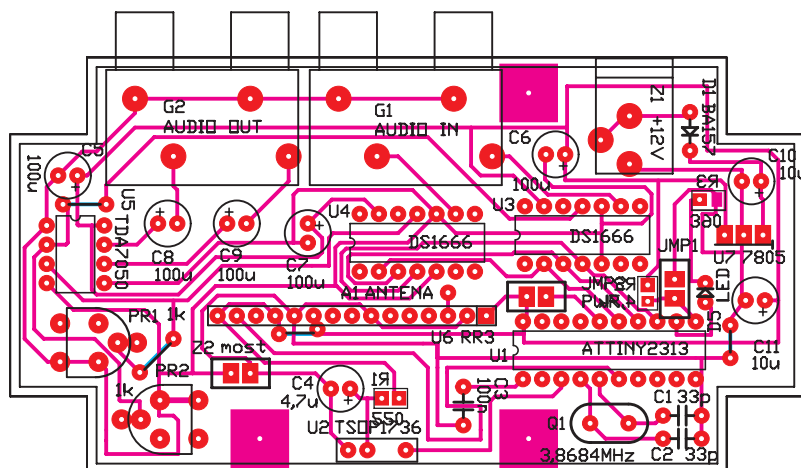
Sterownik 2792/1

R1	.....	220Ω
R2	.....	4,7kΩ
R3	.....	390Ω
PR1,PR2	.....	1kΩ
C1,C2	.....	33pF
C3	.....	100nF
C4	.....	4,7μF
C5-C9	.....	100μF
C10,C11	.....	10μF
D1	.....	1N4001...1N4007
D2	.....	LED
Q1	.....	3,8684MHz
U1	.....	ATTINY2313
U2	.....	TSOP1736
U3,U4	.....	DS1666
U5	.....	TDA7050
U6	.....	RR3
U7	.....	7805

Pilot 2792/2

C1	.....	100nF
U1	.....	ATTINY13
U2	.....	RT4
S1-S4	.....	μswitch
BAT1,BAT2	.....	CR2031

Komplet podzespołów z płytą jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2792/1 - sterownik, AVT-2792/2 - pilot



Rys. 3 Schemat montażowy