

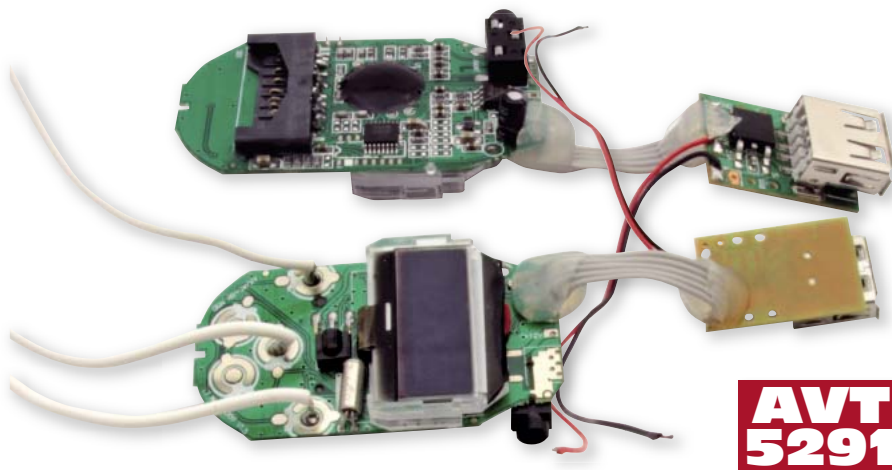
Sterowany za pomocą RS-485 i RC5 odtwarzacz komunikatów MP3



Odtwarzacz jest przeznaczony głównie do zastosowania w systemach automatyki budynków. Sterowanie odtwarzaniem komunikatów głosowych oraz zaawansowana konfiguracja MP3 odbywa się za pomocą komend wysyłanych przez RS-485. Odtwarzacz jest kompatybilny z pozostałymi modułami autora (moduły wyjść na przekaźnikach i triakach AVT-5217, moduły wejść cyfrowych AVT-5222), umożliwiając tym samym pracę w rozbudowanej sieci urządzeń. Podstawowe funkcje odtwarzacza można również wywoływać za pomocą nadajnika RC5 pracującego w podczerwieni (możliwa praca autonomiczna).

Rekomendacje: uniwersalny odtwarzacz komunikatów głosowych MP3 jest przeznaczony do wykorzystania m.in. w systemach automatyki domowej. Umożliwia współpracę z dowolnym odtwarzaczem MP3 oraz informowanie za jego pośrednictwem użytkowników o zdarzeniach mających miejsce w systemie.

To kolejny z serii publikowanych na łamach EP, kompatybilnych ze sobą modułów (obok AVT-5217, AVT-5222), przystosowanych do pracy w sieciach RS485 (inteligentne budynki, automatyka przemysłowa). Tym razem jest to odtwarzacz komunikatów głosowych. Podobnie jak w przypadku poprzednich elementów systemu, mamy do czynienia z modułem uniwersalnym, możliwym do zastosowania w dowolnych systemach wykorzystujących przewodowe łącze RS-485. Przykładem takiego systemu sterowania może być komputer PC z konwerterem RS-



232 <-> RS-485 (np. AVT530) z dołączonymi do magistrali wieloma modułami zbierającymi dane, wykonawczymi, spełniającymi przeróżne zadania i role.

Z przyczyn czasowo-zdroworozsądkowych zrezygnowałem z realizacji sprzętowego odtwarzacza MP3. Jeśli za pośrednictwem popularnego serwisu aukcyjnego istnieje możliwość nabycia odtwarzacza MP3 za kwotę około 15 złotych, to jaki jest sens projektować go od nowa?

Pomysł użycia odtwarzacza MP3 do odtwarzania komunikatów głosowych w urządzeniach elektronicznych chodził mi już po głowie od dawna. I choć idea sterowania taką MP3-ką zdawała się być banalna (symulowanie klawiszy sterujących), to w rzeczywistości zadane nie było wcale takie proste. Mimo usilnych prób nie udało mi się znaleźć na rynku taniego odtwarzacza, wolnego od uciążliwej w tym przypadku funkcji zapamiętywania przez MP3 ostatnio odtwarzanego utworu. W większości odtwarzaczy MP3 nie pomaga nawet wyciąganie baterii. W tej niekorzystnej sytuacji stykamy się z pierwszym zasadniczym problemem – brakiem możliwości dokonania prostej synchronizacji informacji o aktualnie odtwarzanym utworze pomiędzy mikrokontrolerem naszego urządzenia a odtwarzaczem MP3. Oczywiście, urządzenia można zsynchronizować ręcznie, ale np. każdy zanik napięcia z dużym prawdopodobieństwem spowoduje powtórny utratę synchronizacji. Mój odtwa-

AVT-5291 w ofercie AVT:
AVT-5291A – płytka drukowana
AVT-5291B – płytka drukowana + elementy

Podstawowe informacje:

- odtwarzanie komunikatów zapisanych w formacie MP3 za pomocą sterowania przez mikrokontroler praktycznie dowolnym odtwarzaczem MP3,
- sterowanie za pomocą interfejsu RS485 lub nadajnika podczerwieni z kodami RC5,
- mikrokontroler ATmega8,
- oprogramowanie w języku Bascom,
- współpraca z innymi modułami przeznaczonymi do automatyki budynku, których opisy były publikowane w EP

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
<ftp://ep.com.pl>, user: 12147, pass: 2e7u6a2a
• wzory płytek PCB
• karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD/FTP:
(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)
AVT-1700 Magnetofon cyfrowy z układem ISD17xx (EP 12/2008)
AVT-2045 Pozytywka – ISDofon (EdW 11/1997)

rzacz (właściwie sterownik odtwarzacza) w momencie rozpoczęcia odtwarzania pliku zapisuje informację o numerze ścieżki do pamięci EEPROM mikrokontrolera, dzięki czemu po przywróceniu zasilania mikrokontroler ma informację, która ścieżka była ostatnio odtwarzana. Po zaniku napięcia informację o tym przechowuje na własne potrzeby zarówno MP3, jak i mikrokontroler sterownika. Kolejnym problemem jest fakt, że każdy MP3 po odtworzeniu jednego pliku MP3 rozpoczyna automatycznie odtwarzanie

kolejnego (i problem utraty synchronizacji dotyczącej aktualnie odtwarzanego utworu powraca). To już druga sprawa teoretycznie nie do przeskokowania. Ja rozwiązałem ten problem, stosując komunikaty o jednakowej długości. Jeśli niektóre komunikaty są krótsze od innych, wówczas przygotowując plik MP3, pozostały czas wypełniam ciszą. Po odliczeniu zadanego czasu MP3-ka zostanie przez mikrokontroler wyłączona, dzięki czemu zarówno mikrokontroler sterownika, jak i odtwarzacz MP3 mają jednakową informację o ostatnio odtwarzanej komunikacie. To oczywiście nie koniec problemów napotkanych podczas prób sprawnego sterowania odtwarzaczem MP3.

Opis układu

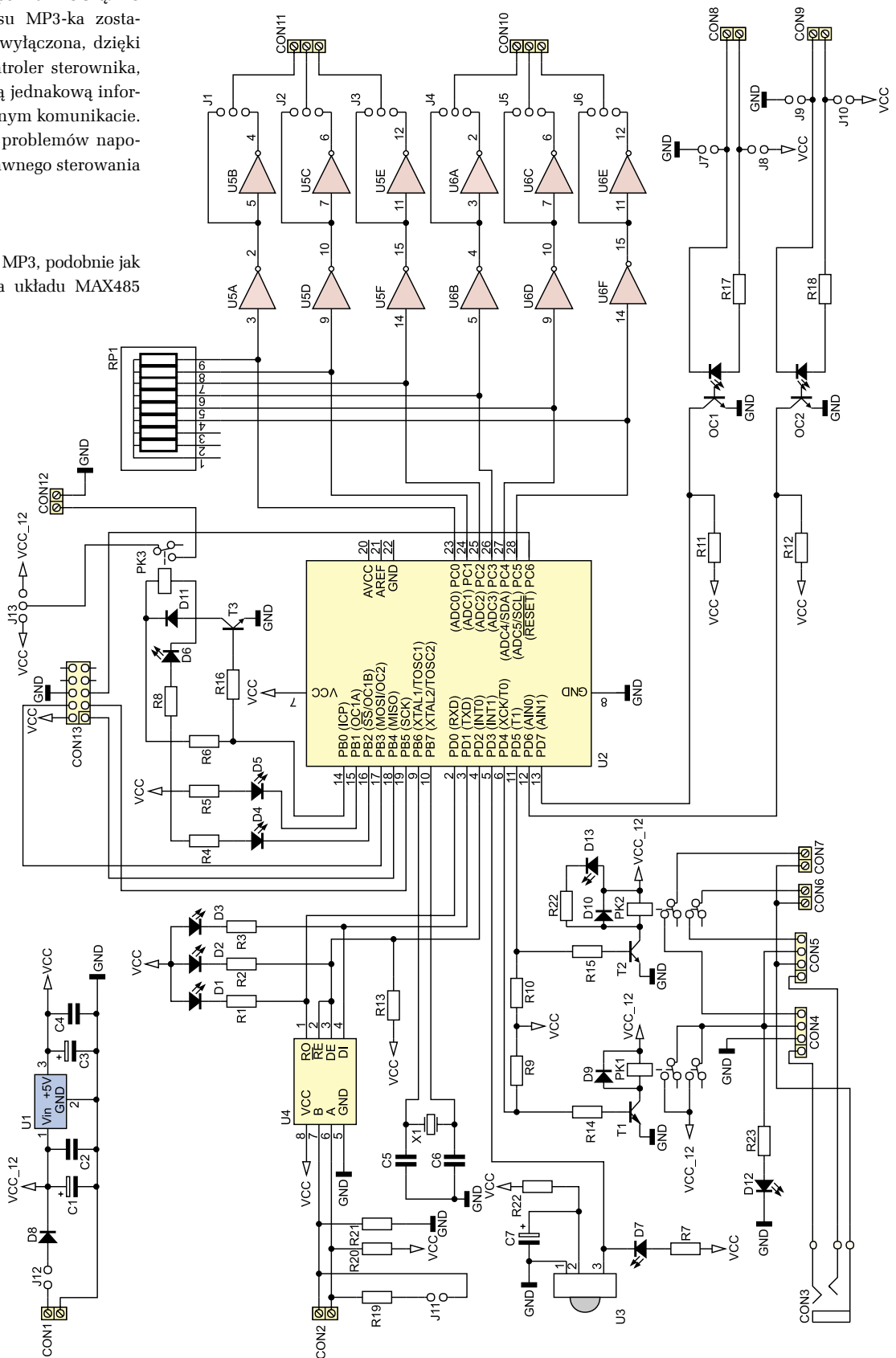
Sterownik odtwarzacza MP3, podobnie jak poprzednie moduły, używa układu MAX485 oraz mikrokontrolera ATmega8. Płytkę odtwarzacza ma złącze dla programatora ISP (CON13) umożliwiające wygodną aktualizację programu. Firmware został w całości napisany za pomocą Bascom AVR. Ze względu na wykorzystanie układu MAX485 (impedancja wejściowa odbiornika równa 12 kΩ) w takim systemie fizycznie mogą pracować maksymalnie 32 urządzenia, przykładowo 10 modułów załączających urządzenia, 18 modułów zbierających dane, 3 odtwarzacze komunikatów głosowych oraz główne urządzenie sterujące całością (np. komputer PC z interfejsem RS-485).

Aby odtwarzacz komunikatów głosowych mógł prawidłowo spełniać swoją funkcję, musi zostać uzbrojony w jeden bądź dwa wzmacniacze audio. Do dołączenia wzmacniaczy służą złącza CON4 i CON5. Jeśli wystarczy nam wzmacniacze o mocy 10 W, można do tego celu zastosować układ AVT1583 z TDA2003. Gdy zapotrzebowanie na moc wzmacniaczy jest większe, wtedy można tam umieścić wzmacniacze AVT1597 (z wykorzystaniem TDA2030, TDA2040 lub TDA2050 o mocy do 35 W).

Na **rysunku 1** pokazano schemat ideowy urządzenia. Zasilanie zapewnia stabilizator napięcia 5 V w układem U1 (7805). Na złącze CON1 należy podać napięcie 12 V_{DC} z zachowaniem właściwej jego polaryzacji oraz założyć jumper J12. Diody D8 zabezpiecza przed omyłkowym błędnym dołączeniem biegu-

nów zasilania, a jumper J12 umożliwia całkowite wyłączenie urządzenia bez konieczności fizycznego odłączenia go od magistrali.

Wybór mikrokontrolera był podyktowany wielkością dostępnej pamięci programu oraz stanowił kompromis pomiędzy nią a ceną. Firmware (rozbudowany i bardzo



Rysunek 1. Schemat ideowy odtwarzacza komunikatów MP3

funkcjonalny) w wersji 1.0 zajął 98% pamięci mikrokontrolera.

Układ U3 jest modułem odbiornika podczerwieni TFMS5360, dzięki któremu jest możliwe sterowanie odtwarzaczem również za pomocą nadajnika pracującego w standardzie RC5. Dioda D7, której prąd jest ograniczony przez rezystor R7, sygnalizuje odbiór sygnału sterowania w podczerwieni. Rezystor R32 oraz kondensator C7 są filtrem zasilania odbiornika podczerwieni.

Układ U4 to MAX485 dopasowujący sprzętowy interfejs szeregowy mikrokontrolera UART do wymogów elektrycznych standardu RS485. Diody świecące D1 i D2 pozwalają na bieżące kontrolowanie stanu magistrali (odpowiednio, Driver Input – TXD i Receiver Output – RXD). Dioda D3 sygnalizuje stan linii sterującej układu MAX485 (sygnały Receiver Output Enable i Driver Output Enable). Ponieważ stany aktywne obu tych sygnałów mają przeciwną fazę, można było zewrzeć ich doprowadzenia i sterować za pomocą jednej linii mikrokontrolera. Gdy D3 świeci, MAX485 jest gotów do odbioru, a gdy dioda D3 pozostaje wygaszona – nadawania.

Komunikacja odtwarzacza z siecią RS485 następuje za pośrednictwem złącza CON2. Rezystor R19 jest tzw. rezystorem terminującym, włączanym za pomocą zworki J11 wyłącznie w ostatnim (lub pierwszym i ostatnim) urzą-

dzeniu na linii transmisyjnej w przypadku, gdy zauważymy błędy transmisji, ale zwykle nie ma takiej konieczności. Rezystory R20 i R21 ustalają potencjał linii interfejsu RS485.

Urządzenie z założenia miało być uniwersalne i współpracować z dowolnymi odtwarzaczami MP3, więc emulowanie klawiszy musiało następować zarówno przez zwieranie odpowiednich doprowadzeń zarówno do masy, jak i do napięcia VCC. Cel ten został osiągnięty poprzez zamontowanie buforów odwracających 4049 (układy U5 i U6). Sygnały podawane na wejścia buforów są dodatkowo podciągnięte do VCC za pośrednictwem drabinki rezystorowej RP1. Każda z linii: „PLAY/STOP”, „|<<”, „>>|”, „VOL+”, „VOL-”, „X”, jest podwójnie negowana. Za pomocą zworek J1...J6 istnieje możliwość wyboru, czy sygnał zostanie zanegowany, czy nie. Sygnały ze zworek J1...J6 zostały wyprowadzone na złącza śrubowe CON10, CON11, które należy dołączyć do odpowiednich klawiszy odtwarzacza MP3. W urządzeniu zrealizowano aż sześć niezależnych linii, co powinno spełnić wymagania nawet najbardziej niestandardowych rozwiązań.

Budując układ i tworząc do niego oprogramowanie, posłużyłem się najtańszym odtwarzaczem MP3, który udało mi się kupić. Był to transponder FM, który obok odtwarzania plików w formacie MP3, miał również możliwość emitowania odtwarzanych ko-

munikatów za pomocą fal radiowych. Jako pamięć masowa służyła karta SD lub pendrive umieszczone w odpowiednim gnieździe odtwarzacza. Ja wykorzystuję wyłącznie funkcję odtwarzacza MP3. W tym wypadku (i zapewne w większości odtwarzaczy MP3 będzie tak samo) wystarczyły trzy linie sterujące. Nadajnik odtwarzacza jest wyłączany po włożeniu wtyczki w gniazdo słuchawek.

Sterowanie odtwarzaczem przeprowadza się następująco. W celu jego włączenia należy wcisnąć i przytrzymać przez 2 sekundy przycisk Play. Po włączeniu, MP3-ka zacznie automatycznie odtwarzać ostatnio odtwarzany utwór. Ponowne użycie przycisku Play spowoduje pauzę. Dłuższe przytrzymanie przycisku Play spowoduje wyłączenie MP3-ki. Klawisze „|<<” oraz „>>|” służą do zmiany odtwarzanego pliku MP3, natomiast ich przytrzymanie powoduje zmianę siły głosu. Zmiana utworu wiąże się nie tylko ze zmianą pliku MP3, ale również z automatycznym rozpoczęciem jego odtwarzania.

Obsługa odtwarzacza za pomocą trzech przycisków wydaje się prosta. W rzeczywistości tworzy jednak masę problemów do rozwiązania. Po włączeniu odtwarzacza MP3, tuż po jego inicjacji, która trwa nieco ponad dwie sekundy, zaczyna się odtwarzanie ostatnio wybranego pliku MP3. Dlatego pierwszą rzeczą do wykonania po załączeniu

MP3 jest cofnięcie (klawisz „|<”) ścieżki do początku oraz wygenerowanie pauzy poprzez krótkie naciśnięcie klawisza Play. Mowa tu o „naciśnięciach” generowanych przez mikrokontroler. Dalszy opis działania programu zostanie przedstawiony później.

Na schemacie znajdują się trzy przekaźniki. Przełącznik PK1 załączany przez T1 służy do załączania wzmacniaczy mocy. Następuje to zawsze na czas odtwarzania komunikatów, po czym wzmacniacze zostają wyłączone, dzięki czemu pobierają one energię wyłącznie podczas rzeczywistej pracy. Przełącznik PK2 sterowany za pośrednictwem T2 służy do cichego załączania głośników. Załączenie głośników (podłączanych do złączy CON6 oraz CON7) następuje na samym końcu, już po uruchomieniu się odtwarzacza MP3 oraz wzmacniaczy mocy. Również głośniki są dołączane wyłącznie na czas odtwarzania komunikatów. Przełącznik PK3 (sterowany za pośrednictwem T3, R16) służy do załączania i wyłączania odtwarzacza MP3. Złącze CON12 stanowiące wyprowadzenie zasilania dla MP3 umożliwia dostarczenie napięcia 5 V lub 12 V, w zależności

od potrzeb. Wyboru dokonuje się za pomocą jumpera J13. Funkcja możliwości odłączenia zasilania MP3 mogłaby okazać się kluczowa w przypadku wykorzystania MP3-ki, która „gubi” informację na temat ostatnio odtwarzanego utworu. Wtedy można by całkowicie zrezygnować z funkcji jakiegokolwiek kontroli synchronizacji. Po włączeniu zasilania taka MP3-ka zawsze znajdowałaby się na pierwszym utworze, co byłoby sytuacją wręcz idealną.

Diody D9..D11 zabezpieczają przed napięciem indukującym się w cewkach przełączników. Dioda LED D6 informuje o załączeniu odtwarzacza MP3, D12 o załączeniu wzmacniaczy mocy, a D13 wskazuje na załączenie głośników.

Sterownik umożliwia odtwarzanie komunikatów sterowanych przez polecenia odbierane za pomocą RS485 lub odbiornika podczerwieni. Na płycie drukowanej przewidziano miejsce dla elementów, które umożliwią jeszcze jeden rodzaj sterowania, np. za pomocą dwóch klawiszy dołączonych do złączy CON8 oraz CON9. Mogą to być sygnały o poziomach masy lub napięcia VCC, za-

leżnie od konfiguracji dokonanej za pomocą zworek J7...J10. Z oczywistych względów nie można jednocześnie zewrzeć J7 oraz J8 i analogicznie J9 i J10. Spowodowałoby to zwarcie w obwodzie zasilania.

Oprogramowanie mikrokontrolera

W poprzednich modułach (karty wykonawcze i karty wejść) adresowanie urządzeń następowało na drodze ustawienia jumperów adresowych. Postanowiłem jednak zerwać z dotychczasowym rozwiązaniem. W omawianym odtwarzaczu adres ustawiany jest na drodze programowej za pomocą polecenia przesyłanego przez RS-485 i przechowywany w nieulotnej pamięci EEPROM.

Po pierwszym uruchomieniu odtwarzacz ma adres 1. Po odczytaniu z pamięci EEPROM (adres 200) własnego adresu sieciowego, moduł odczeka bezpieczny, obliczony na podstawie adresu odcinek czasu, a następnie wyśle przez sieć zgłoszenie swojej obecności. W zgłoszeniu tym jest zawarta między innymi informacja o adresie zgłaszającego się modułu. Wspomniany

Przykłady poleceń

p01p02 – (rodzaj operacji „p” – od „play”) odtwórz komunikat 2 za pomocą modułu odtwarzacza komunikatów o adresie 1, polecenie zadziała tylko wtedy, gdy MP3-ka jest aktualnie włączona (polecenie nie powoduje włączenia MP3-ki).
p01p – włącz lub wyłącz pauzę komunikatu odtwarzanego za pomocą modułu odtwarzacza komunikatów o adresie 1.
p01c02 – (rodzaj operacji „c” – od „communique”) odtwórz komunikat 2 za pomocą modułu odtwarzacza komunikatów o adresie 1. Jeśli MP3-ka była aktualnie wyłączona, polecenie spowoduje operację uruchomienia MP3-ki i rozpoczęcie procedury wybrania i odtworzenia komunikatu. Jest to poniekąd najważniejsze – zasadnicze i najczęściej używane polecenie dla prawidłowo skonfigurowanego odtwarzacza komunikatów.
p01n – (rodzaj operacji „n” – od „number of communiques”) podaj informację o zadeklarowanej w odtwarzaczu o adresie 1 liczbie komunikatów dostępnych na obsługiwanej przez niego MP3-ce.
p01n15 – (rodzaj operacji „n” – od „number of communiques”) wprowadź do odtwarzacza o adresie 1 informację, że na MP3-ce obsługiwanej przez ten odtwarzacz znajduje się 15 komunikatów.
p01t – podaj informację o zadeklarowanym w odtwarzaczu o adresie 1 czasie trwania pojedynczego komunikatu (czas podany w sekundach). Rodzaj operacji „t” – od „time of communique”).
p01t20 – wprowadź do odtwarzacza o adresie 1 informację, że czas trwania pojedynczego komunikatu MP3 wynosi 20 s. Rodzaj operacji „t” – od „time of communique”).
p01b – (rodzaj operacji „b” – od „back”) w odtwarzaczu o adresie 1 cofnij jedną ścieżkę do tyłu (używane w celu dokonania synchronizacji informacji o aktualnie odtwarzanej ścieżce, procedura opisana w dalszej części artykułu)
p01b08 – (rodzaj operacji „b” – od „back”) w odtwarzaczu o adresie 1 cofnij 8 ścieżek do tyłu (używane w celu dokonania synchronizacji informacji o aktualnie odtwarzanej ścieżce, procedura opisana w dalszej części artykułu)
p01f – (rodzaj operacji „f” – od „forward”) w odtwarzaczu o adresie 1 przetrzuj jedną ścieżkę do przodu (używane w celu dokonania synchronizacji informacji o aktualnie odtwarzanej ścieżce, procedura opisana w dalszej części artykułu)
p01f08 – (rodzaj operacji „f” – od „forward”) w odtwarzaczu o adresie 1 przetrzuj 8 ścieżek do przodu (używane w celu dokonania synchronizacji informacji o aktualnie odtwarzanej ścieżce, procedura opisana w dalszej części artykułu)
p01r – (rodzaj operacji „r” – od „reboot”) polecenie wydawane po ustawieniu za pomocą rodzaju operacji „b” lub „f” w celu zapisania synchronizacji. Wywołuje restart MP3-ki podłączonej do odtwarzacza o adresie 1 i zapisanie do tego odtwarzacza informacji, że ostatnio odtworzony komunikat to 1.
p01l – (rodzaj operacji „l” – od „lauder”) w odtwarzaczu o adresie 1 zwiększ głośność o 1.
p01l07 – (rodzaj operacji „l” – od „lauder”) w odtwarzaczu o adresie 1 zwiększ głośność o 7.
p01s – (rodzaj operacji „l” – od „silence”) w odtwarzaczu o adresie 1 zmniejsz głośność o 1.
p01s07 – (rodzaj operacji „l” – od „silence”) w odtwarzaczu o adresie 1 zmniejsz głośność o 7.
p01a – (rodzaj operacji „a” – od „amplifier”) naprzemiennie załącza / wyłącza wzmacniacze w odtwarzaczu o adresie 1.
p01a00 – (rodzaj operacji „a” – od „amplifier”) wyłącza wzmacniacze w odtwarzaczu o adresie 1.

p01a01 – (rodzaj operacji „a” – od „amplifier”) załącza wzmacniacze w odtwarzaczu o adresie 1.
p01m – (rodzaj operacji „m” – od „megaphone”) naprzemiennie załącza/wyłącza głośniki w odtwarzaczu o adresie 1.
p01m00 – (rodzaj operacji „m” – od „megaphone”) wyłącza głośniki w odtwarzaczu o adresie 1.
p01m01 – (rodzaj operacji „m” – od „megaphone”) załącza głośniki w odtwarzaczu o adresie 1.
p010 – wyłącza zasilanie MP3-ki obsługiwanej przez odtwarzacz o adresie 1.
p011 – załącza zasilanie MP3-ki obsługiwanej przez odtwarzacz o adresie 1.
p01x12 – (rodzaj operacji „x” – od „adres exchange”) zmienia adres sieciowy odtwarzacza z 1 na 12. Od tej chwili odwoływać się będziemy do niego, rozpoczynając od p12...
p12k0"x – (rodzaj operacji „k” – od „key button”), gdzie x przyjmuje wartości od 0 do 9 (np. p12k01) – stosowane po wcześniejszym naciśnięciu na pilocie RC5 klawisza z cyfrą „x”, zapisuje odczytany adres oraz komendę do odtwarzacza o adresie 12. Od tej pory po naciśnięciu na pilocie RC5 tego przycisku będzie powodowało odtworzenie komunikatu „x” (wywołany zostanie rodzaj operacji „c” z parametrem „x”).
p12k10 – stosowane po wcześniejszym naciśnięciu na pilocie RC5 klawisza, którego chcemy używać do naprzemiennego załączania oraz wyłączenia MP3-ki podłączonej do odtwarzacza o adresie 12. Od tej pory odtwarzacz komunikatów o adresie 12 będzie można załączać/wyłączać za pomocą wybranego klawisza.
p12k11 – zapisanie do odtwarzacza o adresie 12 informacji o klawiszu odpowiedzialnym za wykonania procesu synchronizacji odtwarzacza o adresie 12 i podłączonej do niego w MP3-ce. Po naciśnięciu wybranego klawisza na pilocie, a następnie wydaniu powyższego polecenia odtwarzacz zgodnie z naszym życzeniem zacznie reagować na naciśnięcie odpowiedniego przycisku na pilocie. Po wciśnięciu tego klawisza do odtwarzacza komunikatów o adresie 12 zostanie zapisana informacja, że ostatnio odtwarzana ścieżka to „1” (patrz: procedura synchronizacji sterownika MP3-ki oraz MP3-ki).
p12k12 – zapisanie do odtwarzacza o adresie 12 informacji o klawiszu odpowiedzialnym za przełączenie utworu o jeden do przodu w MP3-ce podłączonej do tego odtwarzacza. Po naciśnięciu wybranego klawisza na pilocie a następnie wydaniu powyższego polecenia odtwarzacz zgodnie z naszym życzeniem zacznie reagować na naciśnięcie odpowiedniego przycisku na pilocie.
p12k13 – zapisanie do odtwarzacza o adresie 12 informacji o klawiszu odpowiedzialnym za przełączenie utworu o jeden do tyłu w MP3-ce podłączonej do tego odtwarzacza. Po naciśnięciu wybranego klawisza na pilocie, a następnie wydaniu powyższego polecenia odtwarzacz zgodnie z naszym życzeniem zacznie reagować na naciśnięcie odpowiedniego przycisku na pilocie.
p12k14 – zapisanie do odtwarzacza o adresie 12 informacji o klawiszu odpowiedzialnym za zwiększenie głośności o jeden w MP3-ce podłączonej do tego odtwarzacza. Po naciśnięciu wybranego klawisza na pilocie, a następnie wydaniu powyższego polecenia odtwarzacz zgodnie z naszym życzeniem zacznie reagować na naciśnięcie odpowiedniego przycisku na pilocie.
p12k15 – zapisanie do odtwarzacza o adresie 12 informacji o klawiszu odpowiedzialnym za zmniejszenie głośności o jeden w MP3-ce podłączonej do tego odtwarzacza. Po naciśnięciu wybranego klawisza na pilocie, a następnie wydaniu powyższego polecenia odtwarzacz zgodnie z naszym życzeniem zacznie reagować na naciśnięcie odpowiedniego przycisku na pilocie.

odcinek czasu pozwala uniknąć kolizji danych w przypadku, gdyby wszystkie urządzenia chciały zacząć nadawać w jednym momencie np. po jednoczesnym załączeniu. Dzięki takiemu rozwiązaniu urządzenia będą zgłaszały się kolejno, poczynając od urządzenia o najniższym adresie. Zgodnie z przyjętą zasadą, najpierw kolejno zgłoszą się wszystkie moduły wykonawcze, później moduły wejść i na samym końcu odtwarzacze komunikatów głosowych.

Grupa odtwarzaczy komunikatów głosowych zacznie się zgłaszać po upływie minimum 3 sekund (zarezerwowanych dla innych urządzeń). Odpowiada za to podprogram umieszczony na **listingu 1**.

Po odczekaniu wspomnianego odcinka czasu z komórki EEPROM o adresie 100 mikrokontroler odczyta informację o ostatnio odtwarzanym pliku MP3, z adresu 110 pobierze informację na temat tego, ile ścieżek MP3 dostępnych jest na nośniku, a z adresu 111 informację o czasie trwania pojedynczego komunikatu.

Istota wagi informacji o ostatnio odtwarzanym utworze została opisana już we wstępie. Liczba ścieżek na nośniku to kolejna bardzo ważna informacja dla utrzymania

synchronizacji pomiędzy sterownikiem a odtwarzaczem dotyczącej aktualnie odtwarzanej ścieżki. Nietrudno zauważyć, co stałoby się, gdyby procedura odtwarzania komunikatu została wykonana z parametrem stanowiącym numer ścieżki, która nie istnieje (fragment kodu na **listingu 2**) – procedury *Kliknij_następny* lub *Kliknij_poprzedni* zostałyby wywołane zbyt dużą liczbą razy. Przykładowo, jeśli w pamięci odtwarzacza umieszczono 15 komunikatów i zostanie wydane polecenie odtworzenia 16., wówczas po przejściu pliku nr 15 odtwarzacz przejdzie do pliku nr 1, tymczasem sterownik będzie „myślał”, że odtwarza plik nr 16. Przed taką sytuacją zabezpiecza warunek *If Parametr\$ > Liczba_ściezek\$ Then Call Sciezkanieistnieje*.

Dla utrzymania synchronizacji dotyczącej aktualnie odtwarzanego utworu pomiędzy sterownikiem a odtwarzaczem równie

istotna jest informacja o czasie trwania pojedynczego komunikatu. Jak okazano na list. 2, w momencie wywołania procedury odtworzenia komunikatu zerowana jest zmienna *Sekundy\$*. Normalnie ta zmienna jest inkrementowana co 1 sekundę za pomocą procedury obsługi przerwania. Aby skonfigurować przerwanie w taki sposób, by było generowane jeden raz w ciągu sekundy, wystarczy:

- Obliczyć czas trwania pojedynczego cyklu maszynowego.
- Sprawdzić, ile takich cykli potrzeba do uzyskania potrzebnego czasu.
- Przy założeniu, że zostanie użyty licznik 16-bitowy, upewnić się, że liczba potrzebnych cykli nie przekroczy wartości 65535. W przeciwnym wypadku zastosować prescaler i obliczyć liczbę potrzebnych cykli z jego uwzględnieniem.
- Licznik timera liczy „w górę”, więc w celu ustawienia liczby cykli, po której ma być wygenerowane przerwanie, należy wpisać do jego rejestru wartość będącą różnicą 65535 oraz liczby potrzebnych cykli.
- Uruchomić przerwanie i timer.

W tym urządzeniu mikrokontroler jest taktowany sygnałem o częstotliwości 1,8432 MHz, zatem czas trwania pojedyn-

Listing 1. Wyznaczenie odcinka czasu przed zgłoszeniem się modułu odtwarzacza

```
Sub Czekaj
  Wait 3
  For Zmienna_byte$ = 1 To Adres
    Waitms 300
  Next Zmienna_byte$
End Sub
```

Listing 2. Procedura odtwarzania komunikatu

```
Sub Odtworz_komunikat
  Sekundy$ = 0
  Readeeprom Ostatnio_odtwarzana$, 100
  If Parametr$ < Ostatnio_odtwarzana$ Then
    Zmienna_byte$ = Ostatnio_odtwarzana$ - Parametr$
    For Zmienna_byte2$ = 1 To Zmienna_byte$
      Call Kliknij_poprzedni
    Next Zmienna_byte2$
  End If
  If Parametr$ > Ostatnio_odtwarzana$ Then
    Zmienna_byte$ = Parametr$ - Ostatnio_odtwarzana$
    For Zmienna_byte2$ = 1 To Zmienna_byte$
      Call Kliknij_następny
    Next Zmienna_byte2$
  End If
  If Parametr$ = Ostatnio_odtwarzana$ Then
    Waitms 255
    Waitms 255
    Call Kliknij_poprzedni
    Waitms 255
    Waitms 255
    Call Kliknij_następny
  End If
  Odtworzono = 0
  Sekundy$ = 0
  Ostatnio_odtwarzana$ = Parametr$
  Writeeprom Ostatnio_odtwarzana$, 100
End Sub
```

Listing 3. Konfigurowanie Timera 1 oraz jego przerwania

```
Config Timer1 = Timer , Prescale = 64
On Timer1 Zlicz_sekunde
Timer1 = 36735
Enable Interrupts
Enable Timer1
```

czego cyklu maszynowego (okres) wynosi: $T=1/f=1/1,8432\text{ MHz}=0,543\text{ }\mu\text{s}$. Dla uzyskania sekundowych odcinków czasu należy zliczyć 1843200 cykli zegarowych, co przekracza jednak pojemność 16-bitowego timera (65535). Dlatego jest niezbędne za-

Listing 4. Procedura obsługi przerwania od Timera 1

```
Zlicz_sekunde:
  Timer1 = W_pocz_timera
  If Sekundy$ < 255 Then Incr Sekundy$
  If Sekundy$ > Czas_komunikatu$ And Odtworzono = 0 Then
    Odtworzono = 1
    Call Wylacz_komunikat
  End If
  D4 = Not D4
  D5 = Not D5
Return
```

Wykaz elementów

Rezystory:

R1...R5, R7, R8, R22: 220 Ω
 R6, R9...R13: 4,7 k Ω
 R14...R16: 1 k Ω
 R17, R18, R23, R24: 820 Ω
 R19: 120 Ω
 R20, R21: 510 Ω
 PR1: sieć rezystorów 8×4,7 k Ω

Kondensatory:

C1: 2200 $\mu\text{F}/16\text{ V}$
 C2, C4: 100 nF
 C3: 47 $\mu\text{F}/16\text{ V}$
 C5, C6: 33 pF
 C7: 100 $\mu\text{F}/10\text{ V}$

Półprzewodniki:

D1, D6, D7, D12, D13: diody LED 5 mm, czerwone
 D2: dioda LED 5 mm, żółta
 D4, D5: diody LED 3 mm, zielone
 D3: dioda LED 5 mm, zielona
 D8...D11: 1N4007
 T1...T3: BC548
 OC1, OC2: CNY-17
 U1: 7805
 U2: ATmega8
 U3: TMF5360
 U4: MAX485
 U5, U6: 4049

Inne:

X1: kwarc 1,8432 MHz
 Pk1...Pk3: przekaźnik
 J1...J6, J13: goldpin 3×1
 J7...J12: goldpin 2×1
 CON1, CON2, CON6...CON9, CON12: ARK2 5 mm
 CON10, CON11: ARK3 5 mm
 CON4, CON5: gniazdo goldpin 4×1
 CON3: gniazdo minijack stereo do wlotowywania
 CON13: goldpin 5×2
 Zworki, podstawki pod układy scalone



Listing 5. Konfigurowanie przerwania INT1 oraz obsługi RC5

```
Config Int1 = Low Level
Config Rc5 = Pind.3 , Timer = 2
On Int1 Get_rc5
Enable Interrupts
Enable Int1
```

Listing 5. Obsługa przerwania INT1 od RC5

```
Get_rc5:
  Disable Int1
  Enable Interrupts
  Getrc5(adres$, Komenda$)
  Komenda$ = Komenda$ And &B01111111

< obsługa klawiszy RC5
< -----
  Readeeprom Zmienna_byte$, 133
  If Zmienna_byte$ = Adres$ Then
    Readeeprom Zmienna_byte$, 134
    If Zmienna_byte$ = Komenda$ Then
      Rodzaj_operacji$ = "c"
      Dlugosc_slowa$ = 6
      Parametr$ = 1
      Call Komunikat
    End If
  End If
  (...)

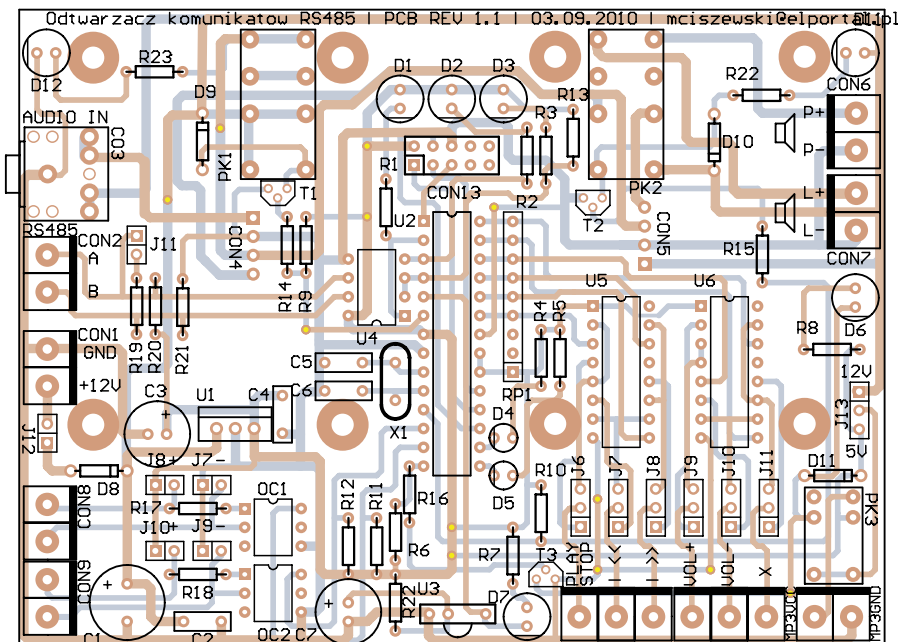
  Wait 1
  Enable Int1
  Return
```

stosowanie wstępnego podziału przez preskaler. Przy podziale przez 64 dla uzyskania sekundowego odcinka czasu wystarczy zliczyć 28800 cykli. Różnica pomiędzy 65535 a 28800 wynosi 36735. Przykład podprogramu konfigurującego Timer 1 pokazano na listingu 3.

Jeśli mikrokontroler „stwierdzi”, że upłynął czas dłuższy niż ten zdefiniowany w zmiennej Czas_komunikatu\$, to wyłączy odtwarzacz MP3. Zawartość procedury wykonywanej w przerwaniu przedstawiono na listingu 4.

Dzięki zastosowaniu flagi pomocniczej o nazwie *Odtworzono* (listing 2) procedura obsługująca przerwanie „wie”, że zostało uruchomione odtwarzanie komunikatu (gdy *Odtworzono* jest wyzerowana, oznacza to, że komunikat jest odtwarzany) i od tej pory „pilnuje”, aby wyłączyć odtwarzacz MP3 w odpowiednim czasie. Zarówno zwiększanie liczby sekund, jak i wyłączanie odtwarzacza MP3 po określonym czasie odbywa się w procedurze obsługi komendy *Input* (wstrzymującej działanie programu do chwili napłynięcia danych na USART, a ściślej na napłynięcie znaku końca linii) nie powoduje komplikacji podczas odmierzania czasu i przy wyłączeniu odtwarzacza MP3.

Odtwarzacz może być sterowany również za pomocą nadajnika pracującego w podczerwieni w standardzie RC5. Obsługa odbiornika podczerwieni odbywa się w przerwaniu od wejścia INT1. Na listingu 5 zamieszczono podprogramy konfigurowania obsługi przerwania od INT1. Do obsługi procedury odbioru kodu RC5 użyto licznika *Timer 2*. Na listingu 6 poka-



Rysunek 2. Schemat montażowy odtwarzacza komunikatów MP3

zano skróconą wersję podprogramu obsługi przerwania od INT1. W kodzie tym zawiera się również interpretacja odebranych kodów. Ograniczono się tu do pokazania sposobu interpretacji adresu oraz komendy przechowywanej pod adresami odpowiednio 133 i 134 pamięci EEPROM. W tym miejscu znajdują się kody odpowiedzialne za obsługę przycisku „1” – uruchamiającego odtwarzanie komunikatu nr 1.

Po odczytaniu spod adresu 200 pamięci EEPROM informacji o własnym adresie sieciowym, mikrokontroler odczeka bezpieczny odcinek czasu oraz wyświetli komunikat zgłoszeniowy, np.: *Urz: P1, FV-1.0: OK > [TKx1][NKx2][ROx1][PMx2]* identyfikujący zgłaszające się urządzenie (adres sieciowy oraz wersja firmware) i ciąg znaków sugerujący oczekiwanie na słowo sterujące.

Słowo sterujące może się składać maksymalnie z sześciu znaków, według klucza: *[TK][NK][RO][PM]*, gdzie:

- TK – typ karty – służy do wyodrębnienia grupy urządzeń wewnątrz sieci. Dla odtwarzaczy komunikatów głosowych w jego miejsce należy stosować literę „p”, skrót od „player”. Dzięki jego wprowadzeniu pozostałe urządzenia w sieci, niebędące odtwarzaczami komunikatów (np. moduły wykonawcze bądź moduły zbierające dane) nie będą reagowały na polecenia wydawane tej grupie urządzeń.
- NK (numer karty) adres sieciowy (liczba z przedziału 0...99), dzięki któremu na zadane żądanie odpowie tylko jeden, właściwy odtwarzacz komunikatów w sieci. Parametr należy podawać zawsze w postaci dwóch znaków, np. 01 dla karty o numerze (adresie) 1.

- RO (rodzaj operacji) – identyfikator rodzaju operacji, która ma zostać wykonana przez odtwarzacz. Może dotyczyć odtworzenia wybranej ścieżki dźwiękowej bądź konfiguracji ustawień oraz opcji sterownika odtwarzacza.

- PM (parametr) liczba z przedziału 0...99 stanowiąca parametr dla rodzaju operacji. Na przykład po zażądaniu odtworzenia komunikatu (rodzaj operacji =p) parametr określa numer ścieżki do odtworzenia. Parametr należy podawać zawsze w postaci dwóch znaków, np. 01 dla wejścia o numerze 1.

Po wyjaśnieniu powyższych skrótów oraz zapoznaniu się z wykazem dostępnych komend obsługa modułu powinna stać się intuicyjna. Dla zwięzłości artykułu posłużono się gotowymi przykładami. W przykładzie p01c02 „p” oznacza typ karty (TK), „01” numer karty (NK), „c” rodzaj operacji (RO) a „02” – parametr (PM).

Przykłady poleceń realizowanych przez odtwarzacz podano w ramce.

Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy odtwarzacza pokazano na rysunku 2. Montaż wykonuje się typowo. Płytkę zaprojektowano jako dwustronną z metalizacją otworów i nie wymaga ona montażu jakichkolwiek mostków z drutu. Pod układy scalone warto zastosować podstawki. Po sprawdzeniu poprawności montażu proponuję przed włożeniem układów scalonych w podstawki zmierzyć, czy na odpowiednich doprowadzeniach podstawek występują oczekiwane napięcia zasilania i masy. Jeśli wszystko się zgadza, można zamontować układy scalone. Na tym etapie należy założyć wszystkie potrzebne jumpery: w zależności od tego,

czy wejścia klawiszy użytego odtwarzacza są wyzwalane poziomem niskim, czy wysokim, odpowiednie zworki J1...J6 należy ustawić w pozycjach 1-2 lub 2-3. Następnie potrzebne linie sterujące na złączach CON10 oraz CON11 łączymy z klawiszami odtwarzacza MP3.

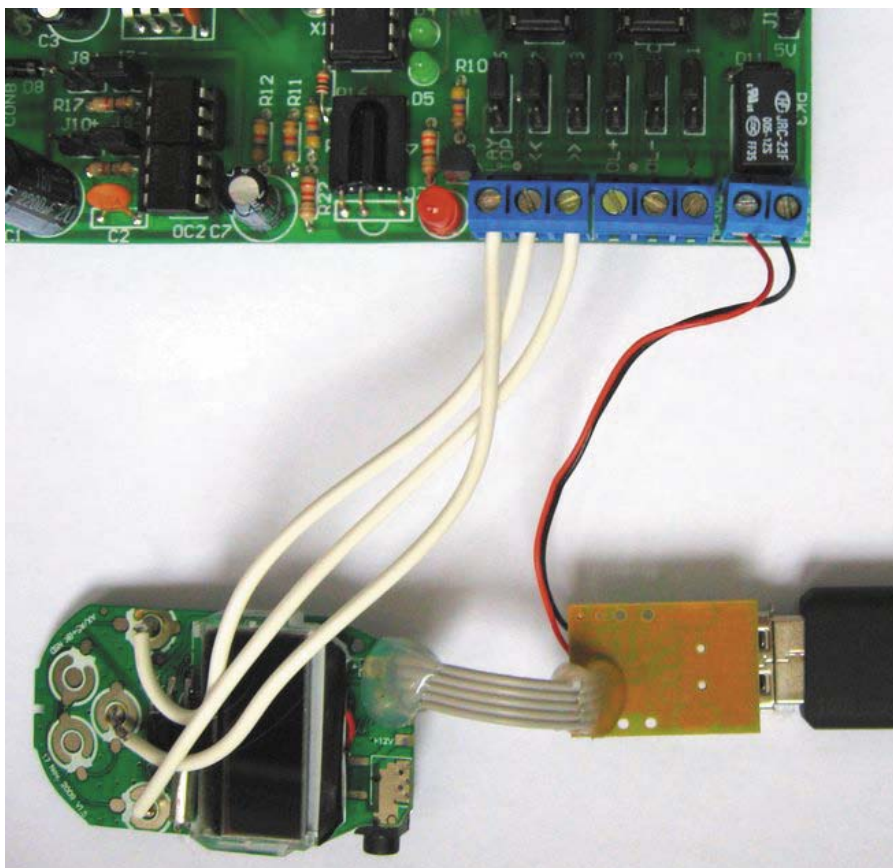
Zasilanie odtwarzacza pobieramy ze złącza CON12, wybierając wcześniej pożądane napięcie (5 V lub 12 V) za pomocą zworki J13. Prawidłowe podłączenie przykładowej MP3-ki ze sterownikiem pokazano na **fotografii 3**.

Gniazdo słuchawek MP3-ki łączymy za pomocą kabla minijack stereo <-> minijack stereo ze złączem CON3 sterownika. Do złączy CON6, CON7 podłączamy głośniki zgodnie ze specyfikacją użytego wzmacniacza (patrz wstęp). Po zmontowaniu należy zaprogramować mikrokontroler. W tym celu do złącza CON13 (ISP) wpinamy kabel programatora i podłączamy zasilanie.

Po zaprogramowaniu mikrokontrolera i jego restarcie powinna zaświecić się zielona dioda LED D3 oznaczająca, że układ MAX485 pracuje w trybie odbioru, po czym na ułamek sekundy powinna zgasnąć, co oznacza, że MAX485 wysłał zgłoszenie. W tym czasie mrugnie żółta dioda LED D2 oznaczająca aktywność na linii nadawczej.

Sterowanie odtwarzaczem

Teoria komunikacji z urządzeniem, jak i sposób sterowania urządzeniami (rozkazy sterujące) zostały przedstawione podczas omawiania działania programu mikrokontrolera. Sterować odtwarzaniem komunikatów można na przykład za pomocą komputera PC ze złączem RS232 wyposażonego w konwerter RS232 <->



Fotografia 3. Sposób dołączenia odtwarzacza do sterownika

RS-485 (np. AVT-530). Parametry transmisji są następujące:

- prędkość transmisji 4800 b/s,
- bit kontroli parzystości: brak (None),
- liczba bitów danych: 8,
- liczba bitów stopu: 1,
- kontrola przepływu: brak (None).

Po wybraniu portu COM i prawidłowym skonfigurowaniu parametrów transmisji nie pozostaje już nic innego, jak tylko podłączyć zasilanie odtwarzacza ko-

munikatów dźwiękowych. Ten po chwili wyśle komunikat zgłoszenia i ukaże się on nam w oknie terminalu. Teraz można już zarządzać odtwarzaczem komunikatów zgodnie z wykazem instrukcji zamieszczonym w rozdziale poświęconym omówieniu działania programu mikrokontrolera.

Mariusz Ciszewski
mariusz.ciszewski@elportal.pl