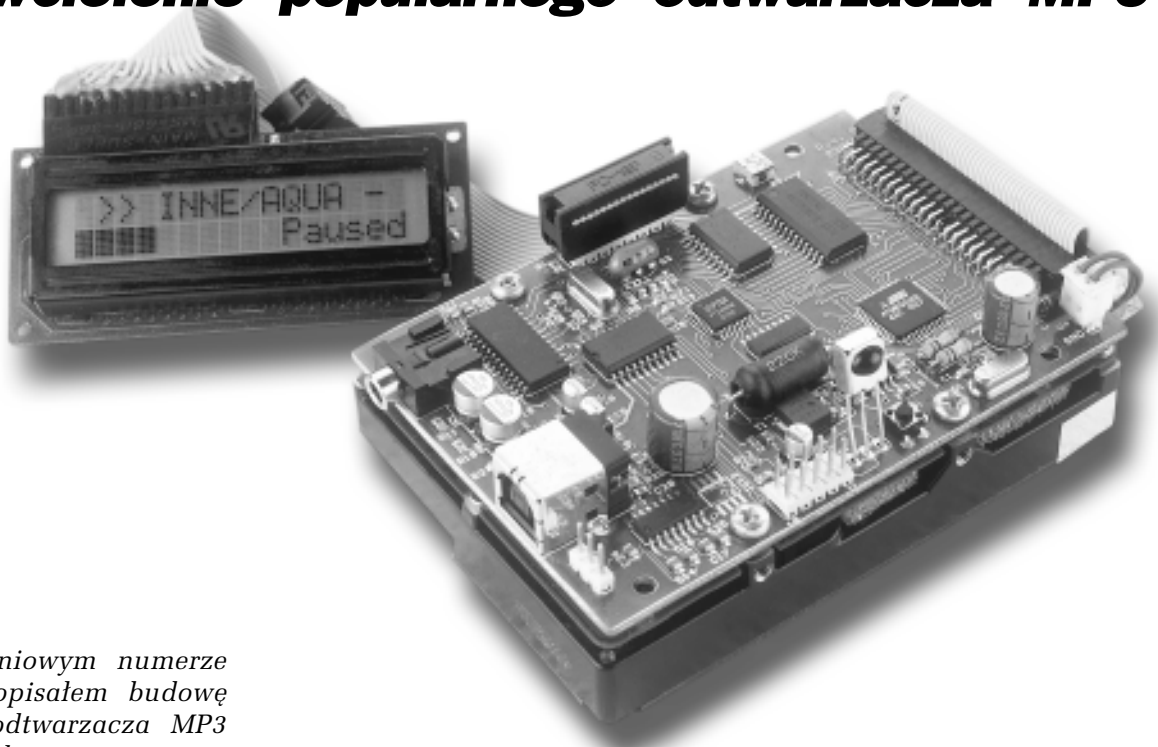


Yampp-3/USB, część 1

Nowe wcielenie popularnego odtwarzacza MP3



We wrześniowym numerze EP opisałem budowę sprzętowego odtwarzacza MP3 zaprojektowanego przez Jespera Hansena i nazwanego yampp-3. W tym artykule skupię się na opisie jego nowego wcielenia - yamppa-3 wyposażonego w interfejs USB. Jest on zbudowany podobnie jak poprzednik, lecz dzięki wyposażeniu w interfejs USB oraz impulsową przetwornicę zasilającą zyskał nowe możliwości.

Rekomendacje: nowoczesny odtwarzacz dla fanów empetrójkowych nagrań, doskonale dostosowany do współpracy z programowymi odtwarzaczami stosowanymi w PC.

Niebagatelną zaletą prezentowanego yamppa jest to, że wyposażono go w nowszy, znacznie lepszy od pocziwego AT90S8515 procesor - ATmega161. Jego głównym atutem jest dwukrotnie większa pojemność pamięci Flash na program sterujący odtwarzaczem. Kolejnym ważnym „dodatkiem” jest szybki, szeregowy interfejs USB umożliwiający łatwą i szybką wymianę utworów zgromadzonych na dołączonym dysku twardym oraz łatwy i szybki sposób uaktualniania oprogramowania bez konieczności otwierania obudowy odtwarzacza.

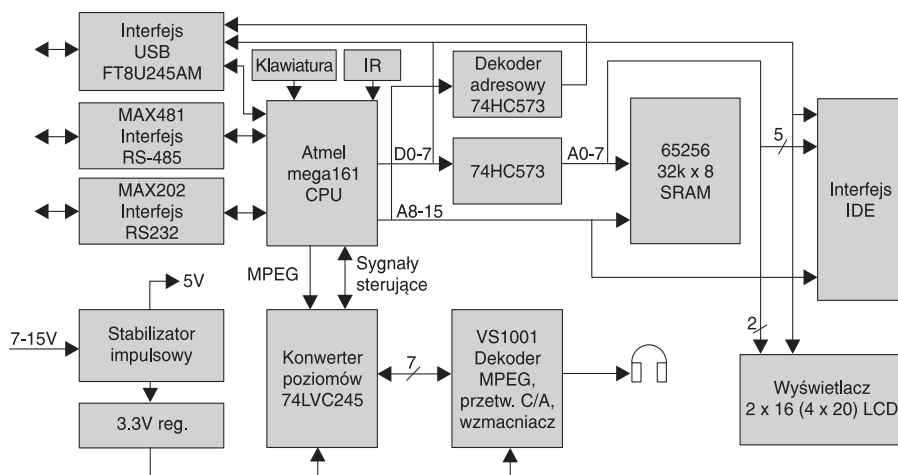
Możliwości nowego yamppa

Podobnie jak w poprzedniku, jako źródło plików MP3 dla yamppa zastosowano 2,5-calowy twardy dysk, lecz nic nie stoi na przeszkodzie, aby zastosować zwykły 3,5-calowy dysk ze standardowego PC lub standardowy CD-ROM z interfejsem ATAPI.

Można do niego „załadować” oprogramowanie przeznaczone dla standardowego yamppa-3 i będzie wtedy działał jak poprzednik, lecz

wtedy interfejs USB pozostaje niewykorzystany. Po „załadowaniu” nowego oprogramowania odtwarzacz zyskuje nowe oblicze. Do sterowania odtwarzaczem służy 4- lub 8-przyciskowa lokalna klawiatura, dowolny pilot na podświetleń lub szeregowy port komunikacyjny RS232 lub RS485. Opcjonalny port RS485 został przewidziany do współpracy z dodatkowym modułem graficznego wyświetlacza LCD i klawiatury, tak aby można było umieścić wyświetlacz i klawiaturę w innym miejscu niż sam odtwarzacz (np. w przypadku zamontowania yamppa w samochodzie). Moduł ten jest w trakcie opracowywania, więc nie mogę jeszcze podać żadnych informacji na jego temat.

Bezpośrednio do yamppa można oczywiście dołączyć standardowy alfanumeryczny wyświetlacz LCD o organizacji od 2x16 do 4x20 znaków. Na wyświetlaczu LCD wyświetlane są informacje o bieżącej playliście, nazwie i wykonawcy utworu, a także linijka ukazująca postęp w odtwarzaniu danego utworu oraz czas trwania utworu. Można też zmienić wy-



Rys. 1. Schemat blokowy odtwarzacza

świetlanie czasu trwania utworu na wyświetlenie czasu pozostałego do końca utworu (*Remain Time*). Ze względu na wprowadzenie obsługi playlist, sterowanie nowym yamppem jest nieco inne niż jego poprzednika. Oprócz standardowych funkcji typu *Play*, *Stop*, *Pauza*, *Następny utwór*, *Poprzedni utwór*, *Szybkie przewijanie do przodu i do tyłu*, włączenia lub wyłączenia funkcji *Loudness* i *Random* oraz regulacji głośności, nowy yampp posiada jeszcze funkcje *Menu*, *Playlist* i *Play Mode*. Funkcja *Menu* umożliwia sterowanie odtwarzaczem za pomocą jedynie 4 klawiszy. Po włączeniu menu jest wyświetlany spis wszystkich dostępnych funkcji. Klawiszami głośności wybieramy interesującą nas funkcję i potwierdzamy klawiszem *Play*. Funkcja *playlist* jest jedną z bardziej interesujących, ponieważ pozwala na przeglądanie zawartości dysku bez przerywania odtwarzania. Najpierw możemy wybrać interesującą nas playlistę, po czym z niej wybrać konkretny utwór, żeby w końcu nakazać odtwarzaczowi odtwarzanie wybranego utworu. Podczas przeglądania yampp nie przerywa odtwarzania poprzedniego utworu, jedynie nie wyświetla o nim informacji. Funkcja *Play Mode* jest podobna do funkcji *Repeat* w odtwarzaczach CD i umożliwia odtwarzanie „w kółko” jednego utworu, jednej playlisty, wszystkich playlist bądź zatrzymanie odtwarzacza po zakończeniu bieżącej playlisty.

Nowy format dysku

Specjalnie dla potrzeb yamppa został opracowany nowy format dysku nazwany YADL (*Yampp Advanced Disk Layout*). Nasuwa się pytanie: „po co?”.

Głównym celem przyjęcia nowego formatu było jak największe usprawnienie obsługi plików MP3, w tym obsługi playlist, czyli możliwość tworzenia dowolnych list utworów do odtwarzania oraz utworzenie bazy danych o utworach zawierającej ich nazwę, wy-

W yamppie 3 USB zastosowano nowy format dysku nazwany YADL (*Yampp Advanced Disk Layout*), dzięki któremu sposób przechowywania danych na dysku zoptymalizowano pod kątem MP3.

konawcę, długość, czas trwania, szybkość próbkowania i kilka innych ważnych informacji. Poza tym format ten został przystosowany do obsługi relatywnie długich plików, jakimi są pliki MP3 oraz umożliwia prostą realizację ładowania danych na dysk poprzez interfejs USB. Ma to na celu zminimalizowanie obciążenia procesora yamppa przez dodatkowe procedury niezwiązane z odczytem strumienia danych, lecz wymagane do poprawnego odczytu zawartych na dysku plików.

W trakcie ładowania plików większość „czarnej roboty” została przerzucona na program komunikacyjny uruchomiony na komputerze PC, a procesor yamppa jedynie realizuje proste operacje odczytu/zapisu wybranych sektorów dysku i transmisję ich zawar-

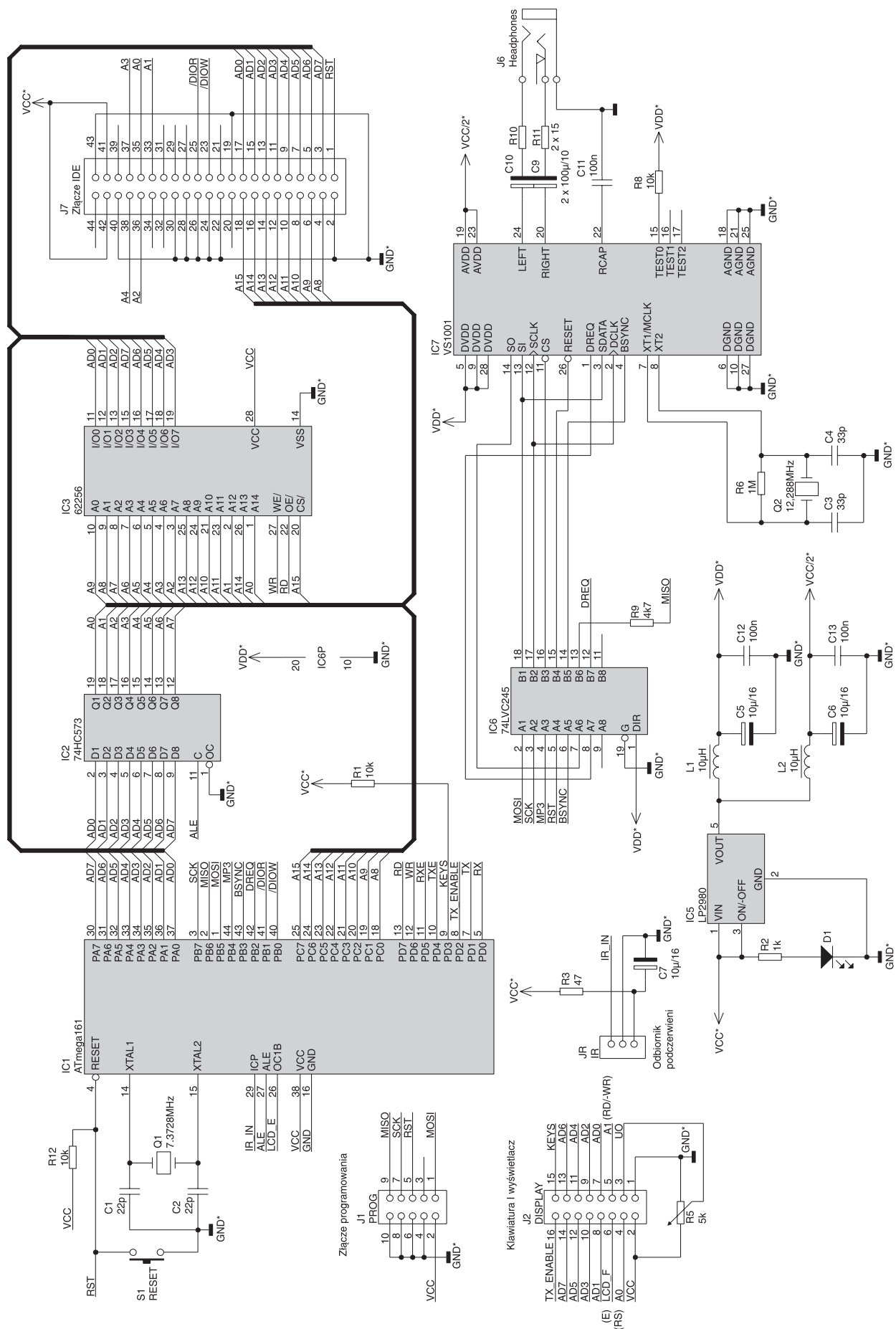
tości poprzez interfejs USB. W formacie YADL przewidziano kilka dodatkowych możliwości, które jeszcze nie zostały wykorzystane. Przykładem może być specjalna baza systemowych plików MP3 zawierających głosowe komunikaty odtwarzane w odpowiedzi na naciskanie klawiszy lub podczas przeglądania menu czy playlist. Ma to na celu ułatwienie obsługi yamppa niewyposażonego w wyświetlacz LCD lub w trakcie prowadzenia samochodu.

Interfejs USB

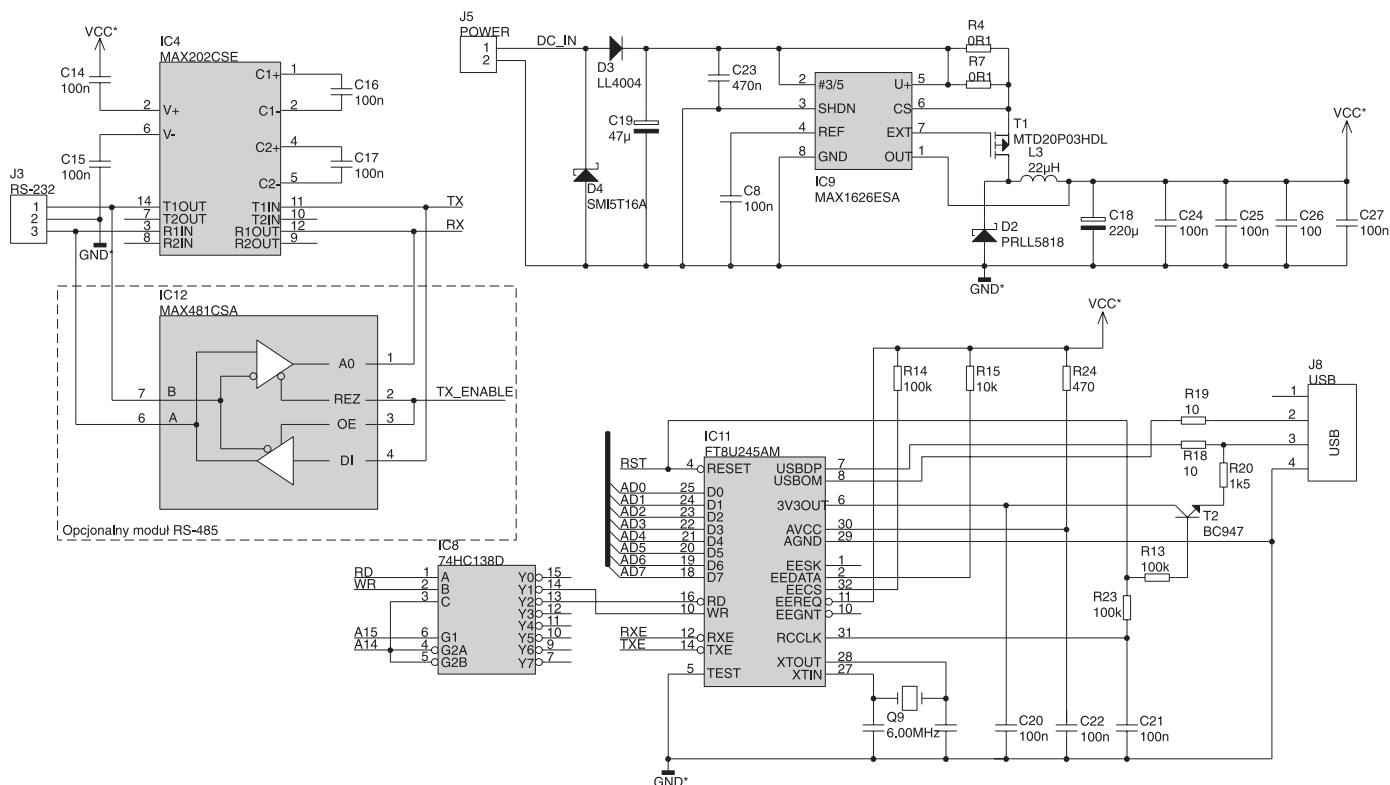
Jak sama nazwa wskazuje, do przesyłania plików MP3 na dysk yamppa-3/USB użyto popularnego interfejsu szeregowego USB 1.0. Pozwala on na przesyłanie danych z prędkością 300...400 kilobajtów na sekundę, a więc załadowanie jednego utworu trwającego około 4 minut zajmuje około 10 sekund. Dodatkowo, dzięki możliwości samoprogramowania się procesora ATmega161, możliwa jest wymiana głównego oprogramowania odtwarzacza poprzez łącze USB bez konieczności otwierania obudowy i podłączania interfejsu programującego. Do tego celu potrzebny jest jedynie krótki program bootloadera umieszczony w dostępnej pamięci Flash procesora (jednorazowo podczas uruchamiania yamppa).

Zastosowany w roli interfejsu układ FT8U245AM jest kompletnym i łatwym w użyciu sprzęgiem pomiędzy magistralą mikrokontrolera a złączem USB i ma wewnątrz wszystkie układy potrzebne do nawiązania, synchronizacji i kontroli komunikacji z komputerem PC oraz dwa oddzielne bufory FIFO na wysyłane i odbierane dane.

Po zainstalowaniu na komputerze PC dostarczonych przez producenta - firmę FTDI - sterowników, widziany jest jako szybki wirtualny port komunikacyjny COM. Takie podejście do sprawy wymaga użycia specjalnej aplikacji uruchomionej na komputerze i służącej do przygotowania i transmisji danych poprzez wirtualny port COM. Oczywiście transmisja jest dwukierunkowa, więc jest możliwy również odczyt zawartości dysku yamppa poprzez



Rys. 2a. Schemat elektryczny sterownika, stabilizatora napięcia zasilającego i dekodera MP3



Rys. 2.b. Schemat elektryczny interfejsów: USB, RS-232, RS-485 i zasilacza impulsowego

USB. Aplikacja ta pomaga również w przygotowaniu i zarządzaniu playlistami, w ściąganiu wcześniej załadowanych plików MP3 z powrotem na dysk w komputerze oraz w uaktualnianiu oprogramowania yamppa.

Opis budowy

Schemat blokowy odtwarzacza przedstawiono na rys. 1, a schemat elektryczny na rys. 2. „Serce” układu jest mikrokontroler jednoukładowy IC1 - ATmega161 firmy Atmel. Jest on odpowiedzialny za odczyt i zapis danych na dysk, przekazywanie strumienia danych MPEG do sprzętowego dekodera VS1001, obsługę klawiatury, wyświetlacza, interfejsu USB oraz za dekodowanie rozkazów zdalnego sterowania. Podobnie jak w standardowym yamppie-3, oprócz mikrokontrolera znajdziemy tu 32 kB zewnętrznej pamięci RAM (układ IC3), zatrząsk adresów (IC2), dekodery MPEG (IC7), stabilizator napięcia 3,3 V (IC5) oraz konwerter poziomów w postaci układu IC6 - 74LVC245.

Nowymi elementami w tym odtwarzaczu są: układ IC11 - czyli interfejs USB - FT8U245AM firmy

FTDI wraz z dekoderm adresowym IC8 - 74HC138 oraz impulsowa przetwornica *step-down*, dająca na wyjściu napięcie 5 V potrzebne do zasilania pozostałej elektroniki i dołączonego twardego dysku. Interfejs USB jest widziany przez procesor jako komórka zewnętrznej pamięci RAM o adresie 8000h. Zasilacz został oparty na scalonym sterowniku przetwornicy IC9 - MAX1626ESA wraz z tranzystorem kluczującym

wać w instalacji elektrycznej samochodu. Wydajność prądowa zasilacza wynosi około 2 A. Umożliwia to więc zasilenie elektroniki yamppa wraz z 2,5-calowym twardego dyskiem lub uzyskanie napięcia do zasilania 5-woltowej części elektroniki 3,5-calowego dysku lub CD-ROM-a. Na schemacie yamppa możemy jeszcze znaleźć interfejs RS232 w postaci układu IC4 - MAX202CSE lub zamiennie interfejs RS485 zbudowany przy użyciu układu IC12 - MAX481CSA. Układ odtwarzacza został zmontowany na niewielkiej płytce drukowanej o wymiarach 105 x 70 mm - identycznych z wymiarami 2,5-calowego dysku.

Najważniejszą sprzętową modyfikacją wprowadzoną w nowego yamppa jest wbudowanie interfejsu USB, za pomocą którego może on szybko wymieniać dane z aplikacjami PC.

T1 i dławikiem L3. Jako tranzystor kluczujący wykorzystano MOSFET z kanałem typu P, co w połączeniu z możliwością osiągnięcia 100% wypełnienia przez sterownik IC9 pozwala na uzyskanie stabilnego napięcia wyjściowego 5V przy napięciu wejściowym w zakresie od 7 do 15V.

Dioda D3 i tranzystor D4 zabezpieczają yamppa przed odwrotnym podłączeniem zasilania oraz przed przepięciami mogącymi występo-

Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy płytki odtwarzacza pokazano na rys. 3. Ze względu na zastosowanie elementów montowanych powierzchniowo, montaż układu należy przeprowadzić szczególnie starannie. Najlepiej jest zastosować podaną poniżej kolejność montażu, co ustrzeże nas przed uszkodzeniem układów scalonych przez źle działający zasilacz, ułatwi uruchomienie oraz usunięcie ewentualnych błędów.

Na początku należy zamontować wszystkie rezystory oraz kondensatory ceramiczne, diodę LED - D1 oraz elementy zasilacza, czyli IC9, T1, L3, diody D2...D4, kondensatory C18 i C19, złącze J5 i przewlekane rezystory ogranicznika prądowego R4 i R7. Ważne jest, aby jako C18 i C19 zastosować specjalne kondensatory przystosowane do pracy impulsowej, o niskim współczynniku ESR (np. Sanyo Organic typ OS-CON).

Następnie do złącza J5 podłączamy zasilacz prądu stałego o napięciu od 9 do 12V i sprawdzamy prawidłowość pracy zasilacza poprzez pomiar napięcia VCC*. Powinno wynosić $5V \pm 5\%$. Jeśli napięcie jest prawidłowe oraz świeci dioda D1, odłączamy zasilacz i możemy przystąpić do kolejnego etapu montażu. W następnym etapie należy zamontować pozostałe elementy za wyjątkiem układu dekodera MP3 - IC7. **Należy pamiętać, że nie można jednocześnie zamontować układów IC4 i IC12. Trzeba wybrać albo interfejs RS232 i zamontować układ MAX202, albo interfejs RS485 i zamontować układ MAX481.** Po ponownym podłączeniu zasilania należy zmierzyć napięcie za stabilizatorem IC5 (na dodatnich końcówkach kondensatorów C5 lub C6). Powinno ono wynosić 3 lub 3,3 V w zależności od wersji zastosowanego stabilizatora. Jeżeli napięcie jest prawidłowe, możemy w końcu zamontować dekodery IC7.

Następną czynnością jest zaprogramowanie mikrokontrolera programem *bootloadera* (plik *yampp3_boot.hex* dostępny na CD-EP12/2002B). W tym celu podłą-

czamy interfejs programujący do portu drukarkowego komputera, 10-stykową wtyczkę interfejsu (opisaliśmy go przy okazji opisu poprzedniej wersji yamppa) wkładamy do złącza J1, włączamy zasilanie yamppa i uruchamiamy program ładujący na komputerze. Opis sposobu programowania mikrokontrolera jest identyczny jak w przypadku poprzedniego yamppa i podany był w EP10/2002.

Po zaprogramowaniu mikrokontrolera *bootloaderem* musimy wykonać jeszcze jedną ważną czynność. Żeby procesor yamppa mógł skorzystać z *bootloadera*, trzeba go poinformować o jego istnieniu. Do tego celu służą specjalne opcje konfiguracyjne procesora, czyli tak zwane bity *fuse*. Aby ustawić te opcje wykorzystując program *yapp*, należy skorzystać z menu *Program>Lock Bits & Fuses*. Po wywołaniu tej funkcji w okienku *Fuses* należy zaznaczyć następujące pozycje: CKSEL0, CKSEL2, BOODLEVEL, BOOTRST. Wszystkie pozostałe opcje muszą pozostać niezaznaczone, co zostało pokazane na **rys. 4**. Następnie należy kliknąć *Write Fuses*, żeby wysłać ustawienia do procesora yamppa. Ponieważ bity *fuse* nie są kasowane razem z pamięcią Flash mikrokontrolera, operacja ta jest jednorazowa i nie jest konieczne jej powtarzanie po zmianie oprogramowania.

Romuald Biały

<http://www.yamppsoft.prv.pl/>

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/grudzien02.htm> oraz na płycie CD-EP12/2002B w katalogu PCB.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

(SMD w obudowach 0805 jeśli nie zaznaczono inaczej)

R1, R8, R12, R15: 10k Ω
 R2: 1k Ω
 R3: 47 Ω
 R4, R7: 0,1 Ω standardowy 0,25W
 R5: 5k Ω 23B Trimpot
 R6: 1M Ω
 R9: 4,7k Ω
 R10, R11: 15 Ω
 R13, R14, R23: 100k Ω
 R18, R19: 10 Ω
 R20: 1,5k Ω
 R24: 470 Ω

Kondensatory

C1...C4: 33pF 0805
 C5...C7: 10 μ F/16V: ELNA RV2_4
 C8, C11...C17, C20...C22, C24...C27: 100nF 0805
 C9, C10: 100 μ F/10V ELNA RV2_63
 C18: 220 μ F/16V (przewlekany LOW ESR)
 C19: 47 μ F/16V (przewlekany LOW ESR)
 C23: 470nF C3225

Półprzewodniki

IC1: ATmega161 TQFP44
 IC2: 74HC573 SO20L
 IC3: 62256 SO28L
 IC4: MAX202CSE SO16
 IC5: LP2980-3,3 SOT23-5
 IC6: 74LV245 SO20L
 IC7: VS1001 SOIC-28
 IC8: 74HC138D SO16
 IC9: MAX1626ESA SO8
 IC11: FT8U245AM QFP32
 IC12: MAX481CSA SO8
 T1: MTD20P03HDL DPAK
 T2: BC817 SOT23
 D1: EL17-21 LED0805
 D2: PRL15818 SOD87
 D3: LL4004 SOD87
 D4 (Transil): SM15T15A SOD15

Różne

L1, L2: 10 μ H L1210
 L3: 22 μ H HM50
 Q1: 7,3728 MHz HC49U-V
 Q2: 12,288 MHz HC49U-V
 Q3: 6,00MHz 3-końcówkowy rezonator ceramiczny
 J1: PROG 5*2 0,1" header
 J2: DISPLAY 8*2 0,1" header
 J3: RS-232 3*1 0,1" header
 J4: IR 3*1 0,1" header
 J5: POWER 2*1 0,1" header
 J6: Headphones 3,5mm Stereo JACK
 J7: ATA_IF 44-pin złącze - rozstaw 2mm
 J8: USB Gniazdo USB Typu B
 S1: RESET ALPS_45