

Yampp 3

Sprzętowy odtwarzacz MP3, część 1

PROJEKT
Z OKŁADKI



Coraz większą karierę robią sprzętowe odtwarzacze MP3. Na rynku jest wiele urządzeń tego typu, lecz trudno jest znaleźć takie, które spełnia wszystkie nasze oczekiwania w stosunku do tego rodzaju sprzętu. Albo mają mało pamięci na załadowanie utworów, albo bardzo ograniczone możliwości lub są po prostu drogie. Najlepszym wyjściem z sytuacji jest budowa swojego własnego odtwarzacza. Szczegóły konstrukcji jednego z najbardziej znanych odtwarzaczy tego typu - Yamppa 3 - przedstawiamy w artykule.

Rekomendacje: sprzęt dla fanów „empetrójki“ lubiących znać urządzenia od środka.

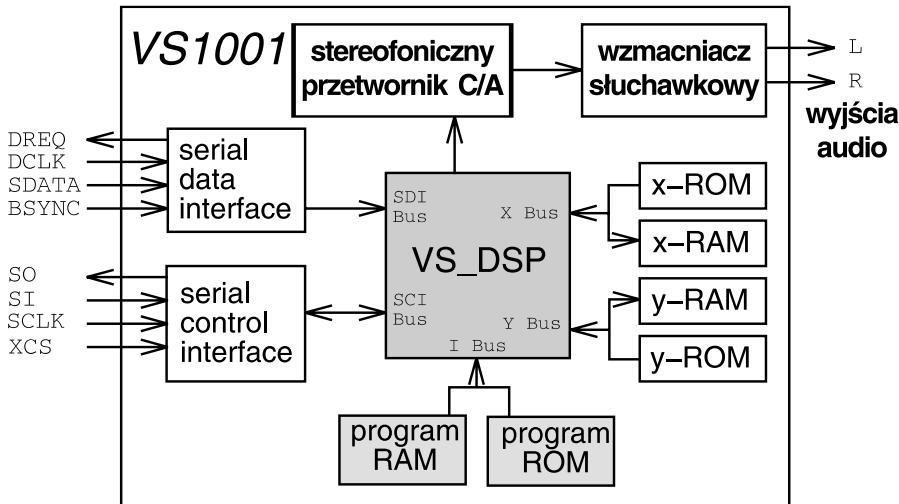
Projektów tego typu można znaleźć w Internecie mnóstwo. Przeglądając jakiś czas temu strony WWW, natknąłem się na rozwiązanie zaproponowane przez Jespera Hansena, które bardzo mi się spodobało. Najważniejszymi czynnikami decydującymi o wyborze *yamppa*, bo tak Jesper nazwał swój odtwarzacz, były: prostota konstrukcji, dostępność elementów potrzebnych do jego budowy oraz otwartość projektu, czyli możliwość jego dowolnej modyfikacji. Niebagatelną zaletę stanowiła też cena podzespołów - po prostu były relatywnie tanie i było ich niewiele.

Możliwości *yamppa*

Jako źródło plików MP3 dla *yamppa* zastosowano 2,5-calowy twardy dysk - taki jak w komputerach typu laptop, co powoduje że można do niego wgrać bardzo

dużo plików MP3 oraz to, że całość ma niewielkie rozmiary. Oczywiście nic nie stoi na przeszkodzie, aby zastosować zwykły 3,5-calowy dysk ze standardowego PC-ta lub standardowy CD-ROM z interfejsem ATAPI - ale o tym napiszę później.

Yampp obsługuje standardowy format dysku, jakim jest FAT32. Poszczególne pliki mogą być umieszczone w katalogach zawierających na przykład materiał jednego wykonawcy lub pochodzący z jednej płyty. W wersji przeznaczony do współpracy z CD-ROM-em obsługiwane są formaty ISO9660 i Joliet, a pliki MP3 również mogą być umieszczone w podkatalogach. Utwory mogą być odtwarzane w kolejności ich wgrania do danego katalogu lub losowo wewnątrz jednego katalogu albo z całej zawartości dysku czy płyty CD. Do wyświetlania nazw utworów oraz innych informacji służy alfanumeryczny wyświetlacz LCD. Do sterowania odtwarzaczem służy 8-przyciskowa lokalna klawiatura lub dowolny pilot na podczerwień - na przykład z telewizora. Istnieje



Rys. 1. Schemat blokowy scalonego dekodera MP3 - VS1001

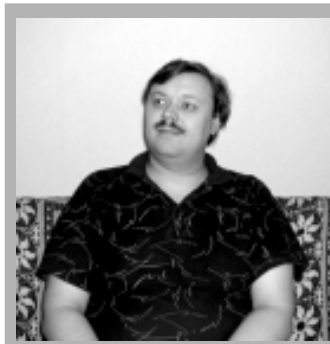
także możliwość sterowania go poprzez interfejs RS232, na przykład z komputera.

Yampp może być wykonany w wersji stacjonarnej - i na taką się zdecydowałem, w wersji przenośnej lub zamontowany w samochodzie, co wydaje się być dość ciekawą opcją.

Możliwości sterowania *yamppem* są duże. Z klawiatury lokalnej dostępne są następujące funkcje: *Play*, *Stop*, *Pauza*, *Następny utwór*, *Poprzedni utwór*, *10 utworów do przodu*,

10 utworów do tyłu, *Następny katalog*, *Poprzedni katalog*, *Szybkie przewijanie do przodu i do tyłu*, *Włączenie lub wyłączenie funkcji Loudness i Random* oraz regulacja głośności. Załączenie funkcji *Loudness* powoduje podbicie niskich i wysokich częstotliwości przy małych poziomach sygnału wyjściowego. Funkcja *Random* powoduje odtwarzanie utworów w losowej kolejności, przy czym można wybrać dwa różne sposoby jej działania. W pierwszym trybie (oznaczonym *Rand+*) losowany jest utwór spośród wszystkich dostępnych na całym dysku czy płycie CD. W drugim trybie (oznaczonym *Rand**) zakres losowania jest ograniczony do zawartości aktualnie odtwarzanego katalogu, a po odegraniu wszystkich utworów znajdujących się w jego wnętrzu

yampp przechodzi do kolejnego katalogu i rozpoczyna cykl losowego odtwarzania jego zawartości. Tak duża liczba funkcji obsługiwana za pomocą jedynie 8 przycisków jest możliwa dzięki po-



Autor artykułu - Romuald Biały (na zdjęciu) - jest jednym z głównych twórców oprogramowania systemowego *yamppa*. Zajmuje się on jego ciągłym udoskonalaniem, jednocześnie prowadzi prace nad oprogramowaniem dla nowych wersji tego słynnego odtwarzacza.

dwojnemu znaczeniu niektórych spośród nich. Funkcje są rozróżniane przez czas naciskania przycisku. Za pomocą pilota zdalnego sterowania - oprócz wymienionych funkcji - dodatkowo można

bezpośrednio wybrać utwór do odtworzenia, wpisując jego numer za pomocą klawiszy numerycznych. Na wyświetlaczu LCD wyświetlane są informacje o bieżącym katalogu, nazwie pliku MP3, linijka ukazująca postęp w odtwarzaniu danego utworu, numer i czas utworu, wskaźnik głośności oraz informacja o włączeniu opcji *Loudness* i *Random*.

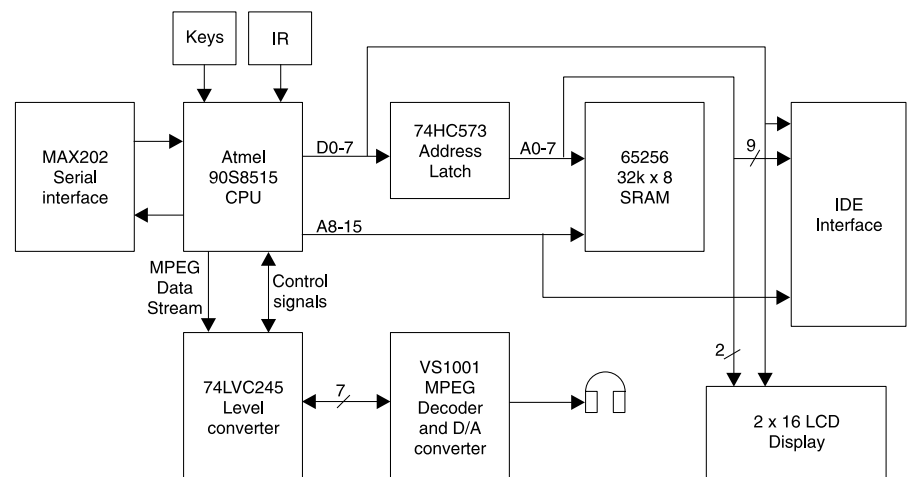
Jak zamienić strumień danych MP3 w sygnał audio?

Odpowiedź na to pytanie jest prosta. Należy wziąć wystarczająco szybki procesor DSP, dołączyć do niego przetworniki cyfrowo-analogowe, napisać odpowiednie oprogramowanie i gotowe.

No tak, procesor DSP jest drogi i najczęściej wymaga zewnętrznej pamięci programu. Napisanie odpowiedniego oprogramowania też nie jest prostą sprawą. Na szczęście kilka firm produkujących procesory DSP zauważyło ten problem i stanęło na wysokości zadania.

Jedno z ciekawszych rozwiązań zaproponowała firma *VLSI Solution Oy*, wypuszczając na rynek układ zintegrowanego dekodera MPEG - VS1001. Układ ten zawiera w sobie wszystko, co jest potrzebne do

przetworzenia strumienia danych MPEG w gotowy stereofoniczny sygnał audio, czyli procesor DSP, pamięć programu wraz z odpowiednim programem, pamięć danych, szeregowy interfejs do ste-

Rys. 2. Schemat blokowy *yamppa*

rowania i do wprowadzania danych MPEG oraz wysokiej jakości stereofoniczny przetwornik C/A typu delta-sigma uzupełniony filtrami i wzmacniaczem m.cz. mogącym bezpośrednioysterować słuchawki. Na dodatek całość przeznaczona jest do zasilania bateryjnego, więc pobiera bardzo mało prądu i zajmuje niewiele miejsca - strukturę układu zamknięto w małej 28-końcówkowej obudowie SOIC-28 (SMD). Żeby było jeszcze ciekawiej, układ ten posiada 4 kB pamięci RAM przeznaczonej na dodatkowe oprogramowanie użytkownika oraz 0,5 kB pamięci danych o tym samym przeznaczeniu. Umożliwia to napisanie swojej własnej aplikacji służącej na przykład do regulacji tonów, cyfrowego korektora graficznego czy innych efektów DSP.

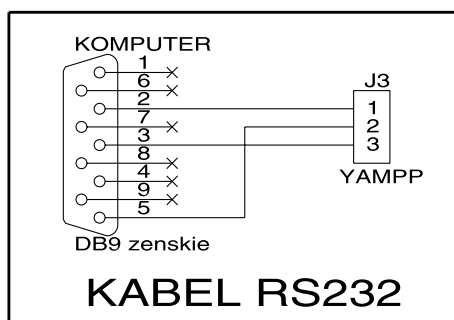
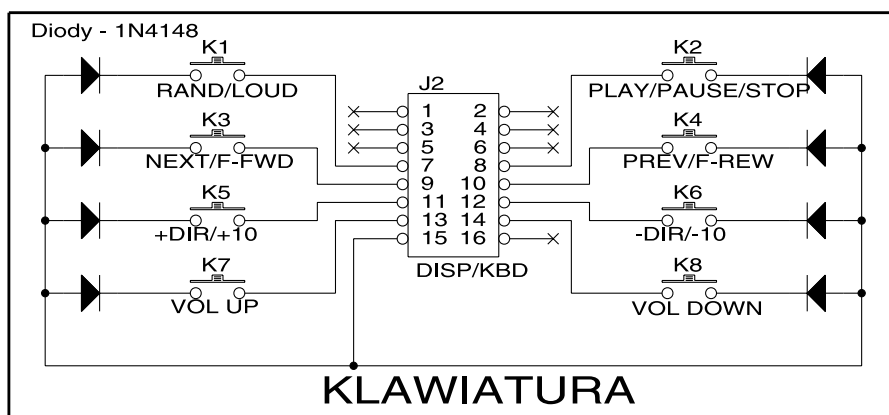
Oprogramowanie wewnętrzne pozwala na dekodowanie strumienia MPEG 1 i 2, layer 1, 2 i 3, przy szybkości próbkowania od 8 do 48 kHz i różnym współczynnikiem kompresji. Nas najbardziej interesuje standard MPEG1 layer 3 czyli popularne MP3. Obsługiwany jest również dość popularny standard VBR, czyli MP3 o zmiennym współczynniku kompresji, który pozwala na uzyskanie lepszej jakości dźwięku przy zachowaniu małej długości plików.

Schemat blokowy układu VS1001 pokazano na rys. 1. Do prawidłowego funkcjonowania wymaga on niewielkiej liczby elementów zewnętrznych w postaci kwarcu, kilku kondensatorów i dwóch rezystorów.

Do połączenia układu z mikrokontrolerem wykorzystane są dwa szeregowe interfejsy. *Serial Data Interface* (SDI) - służący do wprowadzania strumienia danych MPEG oraz *Serial Control Interface* (SCI) - służący do kontroli

Tab. 1. Najważniejsze parametry układu VS1001

Parametr	Min.	Typ.	Maks.	Jedn.
Rozdzielczość DAC		16		bitów
THD		0,1	0,2	%
Stosunek S/N	70	87		dB
Dynamika		90		dB
Sygnal wyjściowy	1,4	1,8	2,0	Vp-p
Ogólny pobór prądu	18	19,5	21	mA
Napięcie zasilania	2,5	3,0	3,6	V
Częstotliwość zegara		24,576	26	MHz



Rys. 4. Schemat ilustrujący sposób podłączenia wyświetlacza, klawiatury i kabla RS232

i sterowania procesem dekodowania danych. Oba interfejsy są kompatybilne z ogólnie znanym protokołem transmisji danych - SPI. W przypadku *yamppa* jest to bardzo korzystne, ponieważ wykorzystany w nim procesor sterujący ma wbudowany sprzętowy interfejs SPI, co znacznie ułatwia i przyspiesza transfer danych do dekodera.

W oprogramowaniu wewnętrznym VS1001 oprócz funkcji dekodujących zawarte są procedury cyfrowej regulacji głośności, podbijania niskich i wysokich tonów

(*loudness*) oraz wiele funkcji pozwalających na odczyt parametrów aktualnie dekodowanego sygnału. Dokładniejszy opis tego układu wykracza poza łamy bardziej zainteresowane tym tematem odsyłam do źródła w postaci stron internetowych firmy VLSI znajdujących się pod adresem <http://www.vlsi.fi>.

Opis konstrukcji

Schemat blokowy odtwarzacza został pokazany na rys. 2, a schemat elektryczny na rys. 3. „Ser-

Tab. 2. Wykaz napędów CD-ROM, które współpracują z yamppem została przetestowana

Producent	Model	Prędkość maks.	Status
AZTECH	AZT-46802I (CDA 486-02I)	4x	OK
CREATIVE	3630E	36x	OK, ale pracuje tylko z pełną prędkością
GoldStar	GCD-R520B	5x	OK
HITACHI	CDR-7930	8x	OK
HITACHI	CDR-8335	24x	OK
LG	CRD-8520B ROM VER.1.00	52x	OK, ale pracuje tylko z pełną prędkością
MITSUMI	CRMC-FX810T4	8x	OK
NEC	CDR-1300A	8x	OK
PHILIPS	ROD 1269	8x	OK
SAMSUNG	SCR-2431	24x	OK
SAMSUNG	A50T	50x	OK
TOSHIBA	XM-6602B	40x	OK

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R8, R12: 10kΩ M0805
- R2, R4: 1kΩ M0805
- R3: 47Ω M0805
- R5: 5kΩ 21Z trim pot
- R6*
- R7*
- R9: 4,7kΩ M0805
- R10, R11: 15Ω M0805

Kondensatory

- C1, C2: 22pF C0805
- C3: 33pF C0805
- C4*
- C5...C7: 10μF/16V CT6032
- C9, C10: 100μF/6V CT7343
- C11...C17: 100nF C0805

Półprzewodniki

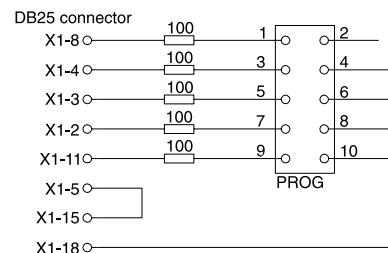
- D1, D2: EL17-21 LED0805
- IC1: AT90S8515J PLCC-44
- IC2: 74HC573 SO20-3
- IC3: 62256 SO28-3
- IC4: MAX202CSE SO16
- IC5: LP2980-3.3 M5
- IC6: 74LVC245 SO20-3
- IC7: VS1001G SOIC-28
- IC8: 74HC08 SO14

Różne

- L1, L2: 10μH L1210
- Q1: 7,3728 MHz HC49U-V
- Q2: 24,576 MHz HC49U-V
- 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 jack
- J7: IDE CONNECTOR 44*2 2mm angled header
- S1: RESET ALPS_45

* - patrz rys. 3

rznej pamięci RAM (układ IC3), służącej między innymi jako bufor danych. Do połączenia mikroprocesora z pamięcią konieczny jest zatrask adresów IC2. Drugim najważniejszym podzespołem jest układ IC7 - VS1001. Jako że układ VS1001 zasilany jest napięciem w zakresie od 3 do 3,3V, uzyskiwanym przy pomocy stabilizatora IC5, podłączenie go do reszty układu zasilanego z 5V wymagało zastosowania konwertera poziomów w postaci układu IC6 - 74LVC245. Jest to dwukierunkowy bufor zasilany napięciem 3V, tolerujący na swoich wejściach sygnały o poziomie 5V. Na płycie *yamppa* możemy jeszcze znaleźć interfejs RS232 w postaci układu IC4 - MAX202. Sygnały RxD i TxD służące do komunikacji z komputerem zostały wyprowadzone na złącze J3. Należy tu zaznaczyć, że komunikacja z komputerem nie służy do przesyłania plików MP3 do *yamppa*, a jedynie do celów kontrolno-diagnostycznych oraz do ewentualnego sterowania pracą odtwarzacza. Złącze J4 służy do podłączenia dowolnego zintegrowanego odbiornika podczerwieni (np. SFH-560) służącego do odbioru sygnałów zdalnego sterowania. Złącze J2 przeznaczone jest do podłączenia wyświetlacza oraz lokalnej



Rys. 5. Schemat sprzetowego interfejsu umożliwiajacego programowanie w systemie mikrokontrolerow AVR (szczegolowy opis opublikowalismy w EP7/02)

klawiatury. Mozna zastosowac dowolny alfanumeryczny wyswietlacz LCD z interfejsem kompatybilnym z HD44780 o organizacji od 2x16 do 4x20 znakow. Aktualne oprogramowanie obsluguje wyswietlacze o organizacjach 2x16, 2x20, 2x24, 4x16 lub 4x20 znakow. Sposob podlaczzenia klawiatury, wyswietlacza oraz schemat kabla RS232 pokazano na rys. 4.

Zastosowany w ukkladzie mikroprocesor jest taktowany z czestotliwoscia 7,372 MHz stabilizowana kwarcem Q1. Posiada tez jedna wazna ceche - mozliwosc programowania w ukkladzie docelowym bez koniecznosci jego wymontowywania i posiadania specjalnego programatora. Do zapro-

cem“ układu jest mikrokontroler jednoukładowy IC1 - AT90S8515J firmy Atmel. Należy on do dobrze znanej i bardzo wydajnej rodziny mikrokontrolerów AVR. Jest on odpowiedzialny za pobieranie i obróbkę danych z dysku, przekazywanie ich do sprzetowego dekodera MPEG oraz za obsługę klawiatury, wyświelacza i dekodowanie rozkazów zdalnego sterowania. Został on dodatkowo wyposażony w 32 kB zewnętrz-



Yampp w Internecie

W Internecie można znaleźć sporo stron zawierających opisy, porady i przeróbki dotyczące *yamppa*. Pozwolę sobie przytoczyć adresy najważniejszych:

Strona główna - <http://www.yampp.com>

Najnowsze wersje oprogramowania - <http://www.yamppsoft.prv.pl>

Strona firmowa VLSI Solutions Oy - <http://www.vlsi.fi>

Kompilator AVR-GCC - <http://www.avrfreaks.net>

Forum dyskusyjne poświęcone *yamppowi* - <http://www.myplace.nu/mp3/yabb/YaBB.cgi>

gramowania wystarczy prosty interfejs pokazany na **rys. 5**, składający się z wtyczki DB25 do portu drukarkowego komputera, kilku rezystorów i 10-stykowej

wtyczki podłączanej do złącza J1 na płytce *yamppa*. Do programowania można też wykorzystać oryginalny atmelowski interfejs STK200.

Układ VS1001 wymaga do poprawnej pracy niezależnego sygnału zegarowego uzyskiwanego z kwarcu Q2. Zalecaną częstotliwością kwarcu jest 24,576 MHz lub 12,288 MHz - po programowym uaktywnieniu podwajacza częstotliwości znajdującego się wewnątrz układu. Istnieje również możliwość zastosowania kwarców o innych częstotliwościach w zakresie od 12 do 14 MHz lub od 24 do 28 MHz. Częstotliwość zastosowanego kwarcu musi zostać wpisana do programu - o czym napiszę później.

Cały układ został zmontowany na niewielkiej płytce drukowanej o wymiarach 105 x 70mm - identycznej jak wielkość 2,5-calowego dysku. Osiągnięcie tak małych wymiarów było możliwe dzięki zastosowaniu elementów montowanych powierzchniowo, czyli SMD.

Całość jest zasilana pojedynczym napięciem 5 V dostarczanym z zewnętrznego zasilacza do złącza J5. Jeżeli do konstrukcji użyjemy 2,5-calowego dysku, to jest on również zasilany napięciem 5 V dostarczanym z płytki *yamppa* poprzez złącze IDE - J7. Pobór prądu przez całość jest uzależniona w głównej mierze od poboru prądu przez zastosowany dysk twardy oraz przez prąd pobierany przez ewentualne podświetlenie wyświetlacza LCD. Sama elektronika *yamppa* pobiera ok. 60 mA.

Romuald Biały

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/wrzesien02.htm>.

Tab. 3. Wykaz dysków twardych, których współpraca z *yamppem* została przetestowana (za www.yampp.com z dn. 4.08.2002)

Producent i typ dysku	Status
Conner CFA-850A 850 MB	OK
Fujitsu MHK2048AT 4,8 GB (2,5")	OK
Fujitsu MHN2200AT 20 GB (2,5")	OK
Fujitsu MPA3043AT 4 GB	FAIL
Fujitsu MPB3021AT	OK
Hitachi DK2262-32U 3,2 GB	OK
Hitachi DK237A-32 3,2 GB	OK
Hitachi DK23CA-10 10 GB	OK
Hitachi DK238A 4,3 GB	OK
IBM DADA-24860 Travelstar 4,8 GB (2,5")	OK
IBM DARA-206000 Travelstar 6,0 GB (2,5")	OK
IBM DBCA-204860 Travelstar 4,8 GB (2,5")	OK
IBM DJSA-205 Travelstar 5GB (2,5")	OK
IBM DJSA-210 Travelstar 10 GB (2,5")	OK
IBM DKLA-24320 Travelstar 4,2 GB (2,5")	OK
IBM DTTA-351680	OK
IBM DVAA-2810 810 MB	OK
IBM IC25N020ATDA04 20 GB (2,5")	OK
IBM IC25N030ATCS04 20GB (2,5")	OK
Maxtor 83201A6	OK
Quantum Fireball 1GB	FAIL
Quantum Fireball ST21A011 2,2GB	OK
Seagate Medalist ST32132A 2,1GB	OK
Seagate ST33210A	OK
Seagate ST91350 1,3 GB	OK
Seagate ST92130AG (2,5")	FAIL
Seagate ST9816 816 MB	OK
Toshiba MK1017GAP 10 GB (2,5")	OK
Toshiba MK1403MAV (HDD2714) 1,4 GB	OK
Toshiba MK1608MAT 1,6 GB (2,5")	OK
Toshiba MK1926FCV 810 MB	OK
Toshiba MK2016GAP 20 GB (2,5")	OK
Toshiba MK2103GAP 2,16 GB (2,5")	OK
Toshiba MK6412MAT	OK