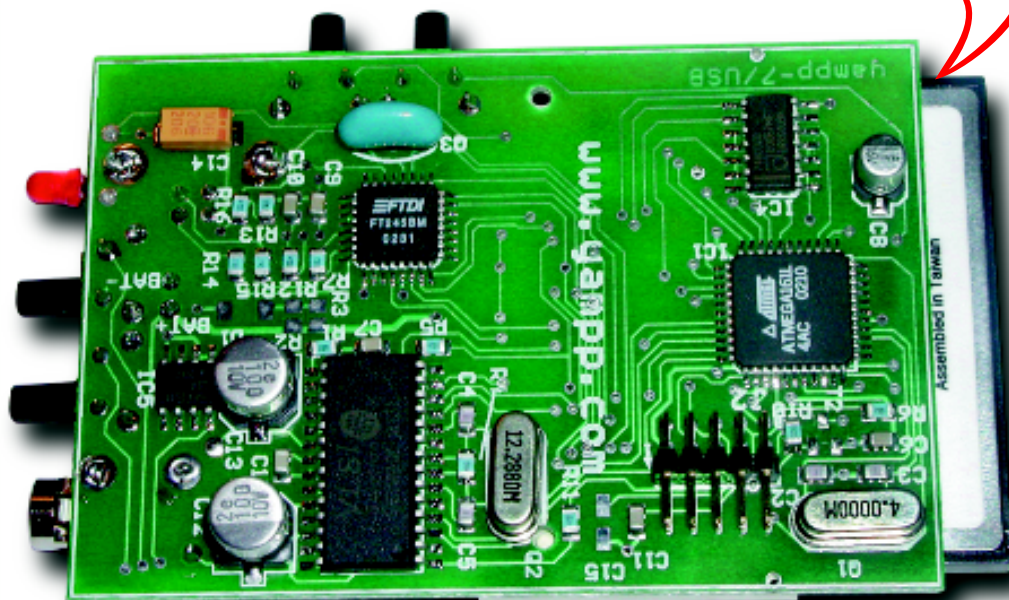


Yampp-7

Kieszonkowy odtwarzacz MP3,

część 1

PROJEKT
Z OKŁADKI



Przedstawiamy kolejny odtwarzacz MP3, tym razem zaprojektowany jako przenośny. W Yamppie-7 zastosowano do pamiętania nagrań karty pamięciowe Compact Flash lub MultiMedia Card, co powoduje, że jest to urządzenie na wskroś nowoczesne.

Rekomendacje: prezentowany w artykule odtwarzacz to kolejny krok w miniaturyzacji odtwarzaczy MP3, więc polecamy jego opis przede wszystkim fanom empetrójkowych nagrań, którzy nie lubią się rozstawać ze swoimi nagraniami.

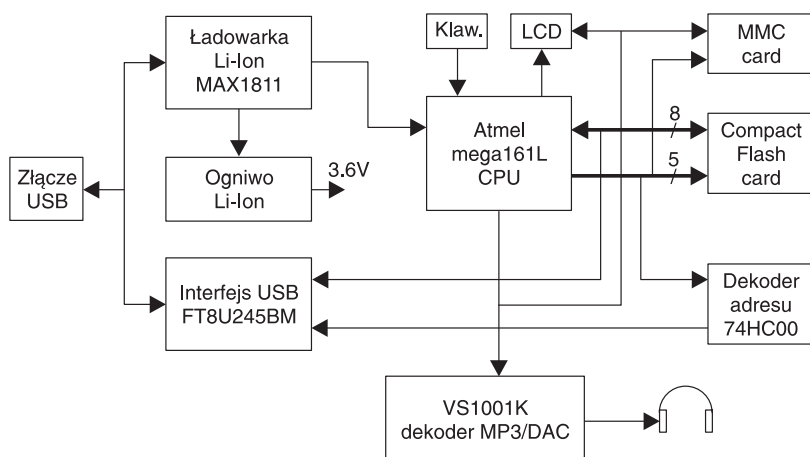
Odtwarzacz ma wymiary jedynie 80 x 56 x 25 mm i jako źródło plików MP3 wykorzystuje kartę pamięci Compact Flash lub MultiMedia Card. W każdym megabajcie pojemności karty można „upakować” minutę muzyki (przy strumieniu danych 128 kbd). Oznacza to, że na karcie o pojemności 64 MB możemy zmieścić około godziny muzyki. Odtwarzacz obsługuje praktycznie wszystkie dostępne na rynku karty, począwszy od małych - 16-megabajtowych, a skończywszy na największych obecnie dostępnych kartach CF o pojemności 512 MB, na których można zapisać 8 godzin muzyki skompresowanej w dobrej jakości!

Do sterowania odtwarzaczem służą cztery przyciski, a informacje wyświetlane są na graficznym wyświetlaczu LCD. Wyjście audio zastosowanego dekodera MP3 - VS1001 jest przystosowane do bezpośredniego sterowania słuchawkami. Całość jest zasilana z wbudowanego akumulatora litowo-jonowego (lub Ni-Mh) o napięciu 3,6 V, który pozwala (przy pojemności wynoszącej około 1000 mAh) na ponad 15 godzin ciągłego słuchania muzyki. Do zarządzania zawartością karty pa-

mieci Flash służy interfejs USB umożliwiający łatwą i szybką wymianę zgromadzonych utworów oraz łatwe i szybkie uaktualnianie oprogramowania bez konieczności otwierania obudowy odtwarzacza. Jednocześnie, poprzez złącze USB odbywa się ładowanie wbudowanego w odtwarzacz akumulatora - wystarczy podłączyć kabel USB i po około 2 godzinach akumulator zostanie naładowany. Całość przeznaczona jest do zamknięcia w obudowie typu „mała mydelniczka”, produkowanej przez włoską firmę Teko S.p.A, o oznaczeniu katalogowym 10007.9 (<http://www.teko.it/ENCLOSURES/soap1.html>), dostępnej między innymi w Elfie.

Możliwości i obsługa yamppa-7

Yamppa-7 możemy wykonać w dwóch wersjach: wyposażonej w wyświetlacz LCD lub w wersji bez wyświetlacza. Do uproszczonej wersji zawsze możemy dołożyć wyświetlacz LCD, co wymaga jedynie wykonania odpowiedniego otworu w obudowie, przycięcia wyświetlacza, podłączenia go do odpowiedniego złącza na płytce drukowanej yamppa



Rys. 1. Schemat blokowy odtwarzacza

oraz wymiany oprogramowania systemowego. Podczas odtwarzania wyświetlane są informacje o bieżącej playliście, nazwie i wykonawcy utworu, linijka ukazująca postęp w odtwarzaniu danego utworu, ogólny i aktualny czas trwania utworu (lub czas do jego zakończenia), bieżący numer oraz liczba utworów w aktualnej playliście, a także status odtwarzacza. W linii statusu wyświetlane są ikony informujące o aktualnych ustawieniach trybu *Random*, *Repeat*, *Loudness*, o blokadzie klawiszy, stanie akumulatora oraz o ustawionym poziomie głośności.

Liczba dostępnych funkcji sterujących pracą tego odtwarzacza jest zbliżona do dostępnych u jego większego „brata“, czyli yamppa-3/usb. Ze względu na to, że sterowanie pracą odtwarzacza odbywa się jedynie za pomocą czterech przycisków, należało im przypisać po kilka różnych funkcji, w zależności od stanu urządzenia, jak również od tego czy dany klawisz zostanie przyciśnięty na krótko, czy przytrzymany dłużej. W oprogramowaniu dla wersji bez wyświetlacza LCD zdefiniowano nieco odmienny układ funkcji na poszczególnych klawiszach, co w tym przypadku ułatwia jego obsługę. Wyróżniamy trzy tryby, w których może się znajdować odtwarzacz. Tryb *Stop* - czyli gotowości, tryb *Play* - czyli podczas odtwarzania utworu oraz tryb obsługi *Menu*, który występuje jedynie w odtwarzaczach wyposażonych w wyświetlacz LCD. Dostępne w nim funkcje i sposób poruszania się po menu są jednakowe, niezależnie od tego czy

menu wywołano podczas odtwarzania utworu, czy też gdy odtwarzanie jest zatrzymane.

Podczas odtwarzania dwa górne przyciski znajdujące się w sąsiedztwie gniazdka słuchawkowego służą do zmiany utworu na poprzedni lub następny, a w przypadku ich dłuższego przytrzymania - do regulacji poziomu głośności odtwarzania. W dalszej części opisu będą one nazwane klawiszami *Up-Down*, przy czym *Down* znajduje się bliżej gniazdka słuchawkowego. Dodatkowo, jednoczesne przyciśnięcie klawiszy *Up* i *Down* na czas około 1 sekundy powoduje zablokowanie lub odblokowanie klawiatury, co zapobiega przypadkowym zmianom ustawień w przypadku noszenia odtwarzacza w kieszeni. Z boku odtwarzacza, poniżej gniazda USB, znajduje się klawisz *Play*, który przyciśnięty na krótko podczas odtwarzania włącza i wyłącza funkcję *Pause*, a przyciśnięty dłużej służy do szybkiego przewijania utworu do przodu. Poniżej klawisza *Play* mamy ostatni z dostępnych przycisków, czyli przycisk *Stop*, który po dłuższym przyciśnięciu pozwala na uaktywnienie trybu *Menu* w odtwarzaczach wyposażonych w wyświetlacz LCD. W wersji bez LCD dłuższe przyciśnięcie klawisza *Stop* podczas odtwarzania utworu powoduje przejście do następnej playlisty. Dla ułatwienia orientacji, zmiany playlisty towarzyszy słyszalny w słuchawkach krótki dźwięk, który w przypadku przejścia na playlistę *Total* - zawierającą wszystkie utwory zawarte na karcie - ma inną wysokość niż w pozostałych przypadkach.

W trybie *Stop* krótkie przyciśnięcie klawisza *Up* służy do wyboru funkcji *Loudness*, a klawisza *Down* do włączenia/wyłączenia trybu *Random*. Dłuższe przyciśnięcie klawisza *Up* umożliwia włączenie lub wyłączenie automatycznego blokowania klawiatury po określonym czasie bezczynności klawiszy podczas odtwarzania. Jeśli w odtwarzaczu jest wyświetlacz LCD, to aktualny stan funkcji tych klawiszy jest wyświetlany w linii statusu, a w przypadku braku wyświetlacza potwierdzany krótkim dźwiękiem, przy czym wyższy dźwięk oznacza załączenie danej funkcji. W odtwarzaczu posiadającym LCD, dłuższe naciśnięcie klawisza *Down* uruchamia procedurę regulacji kontrastu wyświetlacza. Regulujemy go za pomocą klawiszy *Up-Down* i zapamiętujemy, naciskając klawisz *Stop*. Klawisz *Play* naciśnięty na krótko w trybie gotowości uruchamia odtwarzanie, a naciśnięty dłużej w wersji wyposażonej w LCD powoduje wyłączenie zasilania odtwarzacza, a w wersji bez wyświetlacza zmianę trybu *Repeat*, który ma cztery programy działania: odtworzenie pojedynczej playlisty, odtworzenie kolejno wszystkich playlist, powtarzanie „w kółko“ jednej playlisty lub powtarzanie jednego utworu. Numer programu sygnalizowany jest na wyświetlaczu odpowiednią ikonką, a w wersji bez wyświetlacza potwierdzany serią od 1 do 4 dźwięków. Ostatecznie, dłuższe przytrzymanie klawisza *Stop* wyłącza odtwarzacz bez LCD lub wywołuje menu w wersji z wyświetlaczem.

Po uaktywnieniu trybu *Menu* dostajemy spis wszystkich dostępnych funkcji. Klawiszami *Up-Down* wybieramy interesującą nas funkcję i potwierdzamy klawiszem *Play* lub wychodzimy z menu bez dokonywania zmian, naciskając klawisz *Stop*. Jeśli zatwierdzimy daną funkcję klawiszem *Play*, to dopóki na



wyświetlaczu widoczne jest menu lub nie jest widoczny pasek postępu odtwarzania możemy spowodować kolejną zmianę wybranej funkcji, czyli np. trzykrotne zatwierdzenie przejścia do następnej playlisty.

Cała ta „klawiszologia“ wydaje się być dość skomplikowana, lecz po krótkim okresie użytkowania yamppa okazuje się, że wcale tak nie jest, a liczba dostępnych funkcji rekompensuje początkowe kłopoty. Oczywiście, zastosowanie wyświetlacza LCD znacznie ułatwia obsługę, ponieważ większość funkcji jest dostępnych z poziomu menu. Dla ułatwienia obsługi odtwarzacza początkującym użytkownikom, w **tab. 1** i **2** podano zestawienie funkcji poszczególnych klawiszy.

Podobnie jak jego większy brat, yampp-7 obsługuje, stworzony specjalnie dla potrzeb yamppów, nowy format dysku nazwany YADL - *Yampp Advanced Disk Layout*, którego zalety przedstawiłem w artykule poświęconym yamppowi-3/usb.

Interfejs USB

Do przesyłania plików MP3 do pamięci yamppa-7 użyto coraz bardziej popularnego interfejsu szeregowego USB. W przypadku yamppa-7 pozwala ona na przesyłanie danych z prędkością 250...300 kilobajtów na sekundę. Jest ona ograniczona szybkością działania mikrokontrolera i czasem zapisu do pamięci Flash. 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 pod koniec dostępnej pamięci programu procesora (jednorazowo podczas uruchamiania yamppa).

Zastosowany w roli interfejsu-konwertera układ FT8U245BM jest kompletnym i prostym w użyciu sprzęgiem pomiędzy magistralą mikrokontrolera a złączem USB i posiada wewnątrz wszystkie bloki potrzebne do nawiązania, synchronizacji i kontroli komunikacji z komputerem PC oraz dwa oddzielne bufory FIFO na wysyłane i odbierane dane. Po zainstalowa-

niu w komputerze PC dostarczo-nych przez producenta - firmę FTDI - sterowników, układ FT8U245 jest widziany jako szybki wirtualny port komunikacyjny COM. Takie podejście wymaga użycia dedykowanej aplikacji uruchomionej na komputerze i służącej do przygotowania i transmisji poprzez port COM wszelkich da-

USB dostępne jak nigdy dotychczas

nych mających trafić do karty pamięci odtwarzacza. Rolę tej aplikacji pełni *yamppLink* opisany dokładniej w artykule poświęconym yamppowi-3/USB (EP1/2003).

Budowa i działanie yamppa-7

Schemat blokowy odtwarzacza pokazano na **rys. 1**, a schemat elektryczny na **rys. 2**. „Sercem“ układu jest mikrokontroler jednocukładowy IC1 - ATmega161L firmy Atmel. Jest on odpowiedzialny za odczyt i zapis danych na kartę pamięci Flash, przekazywanie strumienia MPEG do dekodera IC2 - VS1001, za obsługę klawiszy, wyświetlacza LCD oraz interfejsu USB w postaci układu IC6, wraz z dekoderm adresowym IC4 - 74HC00D. Interfejs USB jest widziany przez procesor jako komórka zewnętrznej pamięci RAM o adresie 8000h. Całość zasilana jest napięciem 3,6 V otrzymywanym z akumulatora podłączonego do zacisków BAT. Ze względu

na zasilanie całości napięciem 3,6 V, nie jest wymagany żaden konwerter poziomów dla sygnałów podawanych do układu IC2. Konieczne jest natomiast zastosowanie niskonapięciowej wersji mikrokontrolera IC1 oznaczonej sufiksem „L“. Napięcie wymagane do ładowania akumulatora jest pobierane ze złącza USB, a proces ładowania ogniwa Li-Ion jest kontrolowany przez specjalizowaną ładowarkę IC5 - MAX1811. Jeśli zamiast akumulatora Li-Ion zastosujemy trzy akumulatorki Ni-Mh, to rolę ładowarki pełni układ złożony z diody D1 i rezystorów R2 i R3. Wyjaśnienia może wymagać rola rezystorów R11, R13 i R16. Rezystor R11 umożliwia podwójne wykorzystanie linii portu PD0 mikrokontrolera, jako wejścia dla sygnału DREQ (żądanie danych) z układu VS1001 oraz jako wyjścia sygnału D/C dla wyświetlacza LCD. Dzielnik napięcia złożony z rezystorów R13 i R16 służy do kontroli stanu rozładowania akumulatora. Podaje on napięcie proporcjonalne do napięcia zasilania na jedno z wejść komparatora analogowego zawartego wewnątrz mikrokontrolera IC1, które porównywane jest z wewnętrznym napięciem odniesienia. Podczas obsługi układu dekodera IC2 to samo wyprowadzenie mikrokontrolera służy jako wyjście sygnału *Chip Select* dla układu IC2, a obecność rezystorów R13 i R16 nie ma wpływu

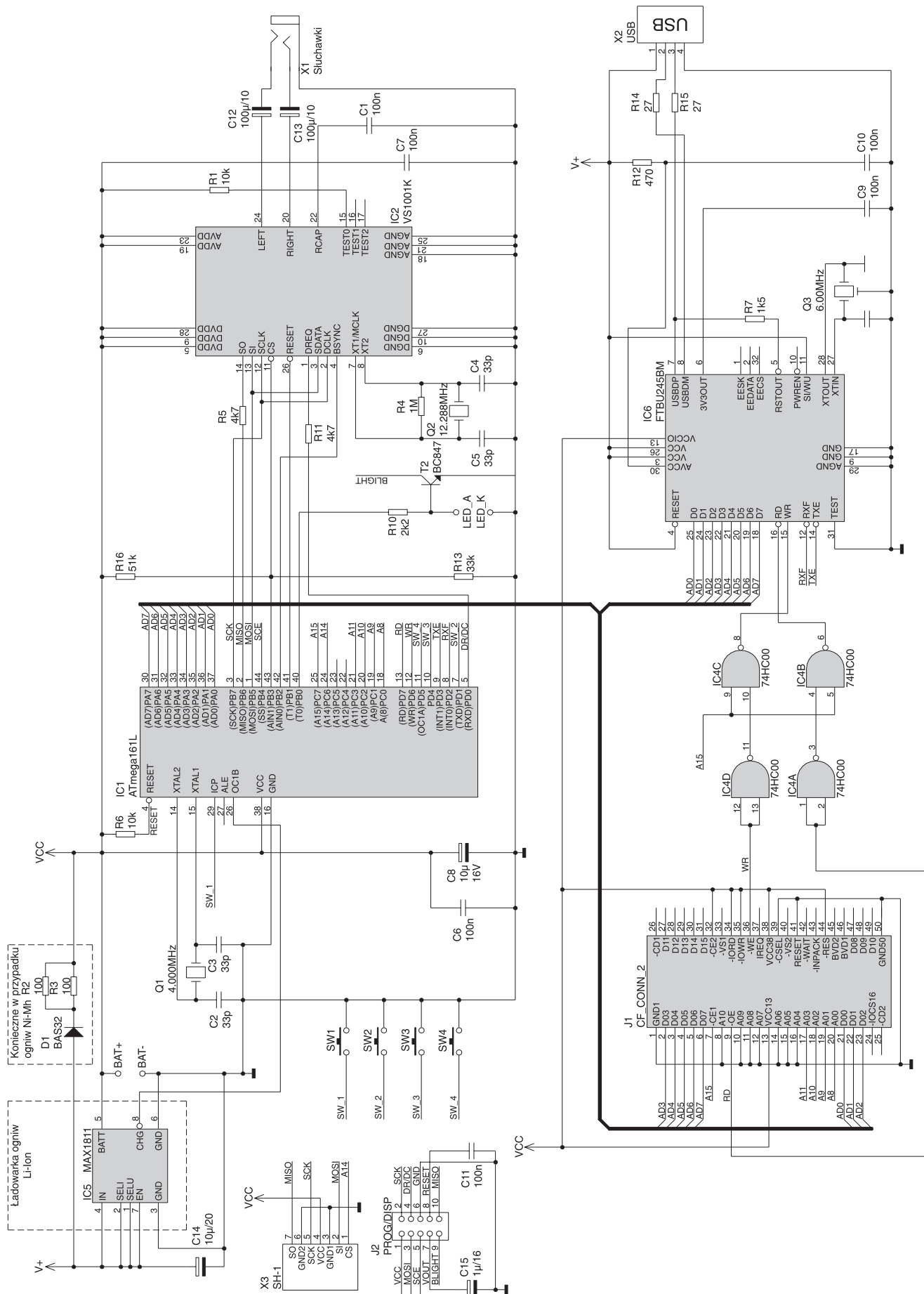
Tab. 1. Funkcje przycisków w odtwarzaczu bez wyświetlacza LCD

Tryb pracy	Czas przyciśnięcia	SW1	SW2	SW3	SW4
PLAY	Krótko	Play/Pauza	Stop	Następny utwór	Poprzedni utwór
	Długo	Szybkie przewijanie	Następna Playlista	Głośniejsze	Ciszej
STOP	Krótko	Play	--	Loudness	Random
	Długo	Tryb Repeat	Wyłączenie yamppa	Autoblokada klaw.	--

Tab. 2. Funkcje przycisków w odtwarzaczu z wyświetlaczem LCD

Tryb pracy	Czas przyciśnięcia	SW1	SW2	SW3	SW4
PLAY	Krótko	Play/Pauza	Stop	Następny utwór	Poprzedni utwór
	Długo	Szybkie przewijanie	Menu	Głośniejsze	Ciszej
STOP	Krótko	Play	--	Loudness *	Random *
	Długo	Wyłączenie yamppa	Menu	Autoblokada klaw.*	Kontrast LCD *

* - dostępne również z poziomu Menu



Rys. 2. Schemat elektryczny yamppa-7

Tab. 3. Zestawienie typów wyświetlaczy oraz modeli telefonów, które można wykorzystać przy budowie yamppa-7

Typ LCD	Modele telefonów	Liczba wyprowadzeń	Komentarz
LPH-7366 lub LPH-7666	N5110, N5150, N6110, N6150	9	Wyprowadzenia na gumce przewodzącej, posiada plastikową matówkę do podświetlania diodami LED
LPH-7677 lub LPH-7690	N3210, N6210	8	
LPH-7779	N3310, N3330, N5510	8	Wyprowadzenia na złożonych stykach. Najlepszy wybór
ECM-A-1091	N8210, N8250	9	Jak LPH-7366

na jego poziomy. Złącze J2 służy do podłączenia graficznego wyświetlacza LCD stosowanego w większości telefonów komórkowych firmy Nokia. Sposób podłączenia podany będzie w dalszej części artykułu. Jednocześnie złącze J2 służy do podłączenia kabla wymaganego do zaprogramowania mikrokontrolera programem bootloadera.

Karty pamięci

Karta pamięciowa Compact Flash włożona do złącza J1 komunikuje się z mikrokontrolerem w trybie bardzo podobnym jak w interfejsie ATA stosowanym między innymi w twarde dyskach, lecz może pracować w trybie 8-bitowym, co znacznie upraszcza jej podłączenie do mikrokontrolera. Z tego powodu rejestry karty mogą być widziane przez procesor jako fragment zewnętrznej pamięci RAM adresowanej sygnałami linii A8...A11 i uaktywnianej niskim poziomem na linii A15 - czyli o adresach pomiędzy 1000h a 1F00h. Jeśli zamiast karty CF jest zastosowana karta MultiMedia Card, to zamiast złącza J1 wykorzystywane jest złącze X3, a karta MMC komunikuje się z procesorem, wykorzystując magistralę SPI oraz sygnał A14 będący sygnałem zezwolenia na komunikację dla pamięci MMC.

Wyłącznik zasilania

W yamppie-7 nie zastosowano włącznika w jego klasycznej postaci. Wykorzystano natomiast możliwość przejścia w stan uśpienia większości elementów wchodzących w skład yamppa - czyli de-

kodera VS1001, interfejsu USB, karty pamięci i wreszcie głównego mikrokontrolera ATmega161L. W stanie uśpienia yampp pobiera z akumulatora prąd o natężeniu około 1,5 mA, a po wyjęciu karty pamięci - kilkadziesiąt mikroamperów. Umożliwia to czuwanie „wyłączonego” yamppa przez okres około miesiąca bez wyjmowania karty pamięci. Przy dłuższych przerwach w użytkowaniu odtwarzacza zalecane jest wyjęcie karty. Przejście z trybu uśpienia w tryb pracy następuje po naciśnięciu i dwusekundowym przytrzymaniu klawisza *Play*, co powoduje podanie na nóżkę ICP procesora poziomu niskiego oraz wygenerowanie przerwania „wybudzającego” procesor z trybu *sleep*.

Wyłączenie odtwarzacza, czyli przejście w stan uśpienia następuje automatycznie po 2 minutach bezczynności, czyli pozostawania w stanie *Stop* lub - w zależności od wersji programu - po dłuższym naciśnięciu klawisza *Play* lub *Stop* w czasie, gdy odtwarzacz pozostaje w trybie gotowości. Jeśli podczas pracy odtwarzacza napięcie na akumulatorze osiągnie minimalną dopuszczalną wartość (około 3 V), zostanie to zasygnalizowane krótkim dźwiękiem, wyświetleniem ikonki przekreślonej baterii, a po upływie 10 minut odtwarzacz sam się wyłączy. Podczas tych 10 minut będzie słyszalny co minutę krótki dźwięk informujący o krytycznym stanie akumulatora zasilającego. Próba ponownego załączenia odtwarzacza z rozładowanym akumulatorem kończy się komunikatem *Low Battery!*, potrójnym dźwiękiem

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory (SMD rozmiar 0805)

R1, R6: 10kΩ
R2, R3: 100Ω*
R4: 1MΩ
R5, R11: 4,7kΩ
R7: 1,5kΩ
R10: 2,2kΩ
R12: 470Ω
R13: 33kΩ
R14, R15: 27Ω
R16: 51kΩ

Kondensatory

C1, C6, C7: 100nF/C0805
C9...C11: 100nF/C0805
C2...C5: 33pF/C0805
C8: 10μF/16V ELNA_RV2_4
C14: 10μF/16V tantal C6032
C15: 1μF/16V tantal C3528
C12, C13: 100μF/10V ELNA_RV2_63

Półprzewodniki

D1: BAS32 SOD80*
T2: BC817 SOT23
IC1: ATmega161L TQFP44
IC2: VS1001K SOIC-28
IC4: 74HC00D SO14
IC5: MAX1811 SO8**
IC6: FT8U245BM QFP32

Różne

Q1: 4,000MHz HC49U-V niskoprofilowy
Q2: 12,288MHz HC49U-V niskoprofilowy
Q3: 6,00MHz 3-końcówkowy rezonator ceramiczny
J1: gniazdo karty Compact Flash
J2: szpilkowe, kątowe 2*5pin, rozstaw 2mm
X1: gniazdo mini-jack 3,5mm
X2: złącze USB-B (787780)
X3: gniazdo karty MultiMedia Card
SW1...SW4: kątowy przycisk ALPS typu SKHHLQ
* Montować w przypadku użycia akumulatora Ni-Mh
** Montować w przypadku użycia akumulatora Li-Ion

oraz natychmiastowym wyłączeniem. Ostatecznie, jeśli pozostawimy odtwarzacz w stanie pauzy na 15 minut, to też nastąpi jego automatyczne wyłączenie.

Akumulator

Do zasilania yamppa-7 można wykorzystać kilka typów akumulatorów łatwo dostępnych, ponieważ są one wykorzystywane do zasilania telefonów komórkowych.

Tab. 4. Rozkład wyprowadzeń wyświetlaczy

Numer styku:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dla 8-stykowych:	VDD	SCLK	SDIN	D/C	SCE	GND	VOUT	RES	-
Dla 9-stykowych:	VDD	SCLK	SDIN	D/C	SCE	OSC	GND	VOUT	RES

Najlepiej jest użyć akumulatora litowo-jonowego o pojemności w zakresie od 600 do 1200 mAh, stosowanych w telefonach Nokia 3310 (950...1200 mAh), Motorola V3688 (600 mAh) lub innych Motorolach z serii L, P lub V. Ważne jest, aby grubość zastosowanego akumulatora nie przekraczała 8,5 mm, ponieważ powstaną kłopoty ze zmieszczeniem go w obudowie yamppa. Jeśli nie znajdziemy odpowiedniego akumulatora typu Li-Ion, to możemy zastosować zestaw trzech akumulatorów Ni-Mh o wielkości baterii R3. Należy pamiętać, że stosując akumulator Li-Ion, musimy zamontować układ IC5 i nie montować elementów D1, R2, R3. Natomiast przy zastosowaniu akumulatorów Ni-Mh nie montujemy układu IC5, a wlotujemy D1, R2 i R3.

Wyświetlacz LCD

Zestawienie typów wyświetlaczy oraz modeli telefonów, które można wykorzystać przy budowie

yamppa-7 podano w **tab. 3**. Jeśli chcemy, żeby wyświetlacz był widoczny w ciemności, możemy go podświetlić. Dwa możliwe do wykonania sposoby podświetlenia opiszę później, a teraz zajmę się podłączeniem samego wyświetlacza.

Jeżeli zastosujemy wyświetlacz typu LPH-7779, to podłączenie do niego przewodów nie stwarza żadnego problemu, ponieważ można je przylutować wprost do złoconych styków wyświetlacza. Zastosowanie wyświetlacza z wyprowadzeniami w postaci gumy przewodzącej pociąga za sobą konieczność wykonania płytki drukowanej z polami kontaktowymi lub wykorzystania fragmentu płytki z uszkodzonego telefonu komórkowego - po odpowiednim przycięciu i przylutowaniu przewodów do istniejących ścieżek bądź przelotek. Wykonanie takiej płytki we własnym zakresie wymaga trochę precyzji i cierpliwości, ponieważ odległość pomiędzy poszczególnymi stykami wyświetlacza wynosi

1 mm, a wymagana szerokość ścieżki pola stykowego około 0,4 mm. Następnie przewody prowadzące od wyświetlacza podłączamy kolejno do pierwszych 8 styków złącza J2. Jeśli stosujemy wyświetlacz o 9 wyprowadzeniach, to styk numer 6 (OSC) wyświetlacza należy połączyć ze stykiem numer 1 (VDD), a pozostałe styki podłączyć tak samo jak przy zastosowaniu wyświetlacza 8-wyprowadzeniowego. Rozkład wyprowadzeń poszczególnych wyświetlaczy podano w **tab. 4** przy założeniu, że patrząc na wyświetlacz od strony wyprowadzeń i mając wyprowadzenia u góry wyświetlacza, styk numer 1 znajduje się po lewej stronie złącza.

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/marzec03.htm> oraz na płycie CD-EP3/2003B w katalogu PCB.