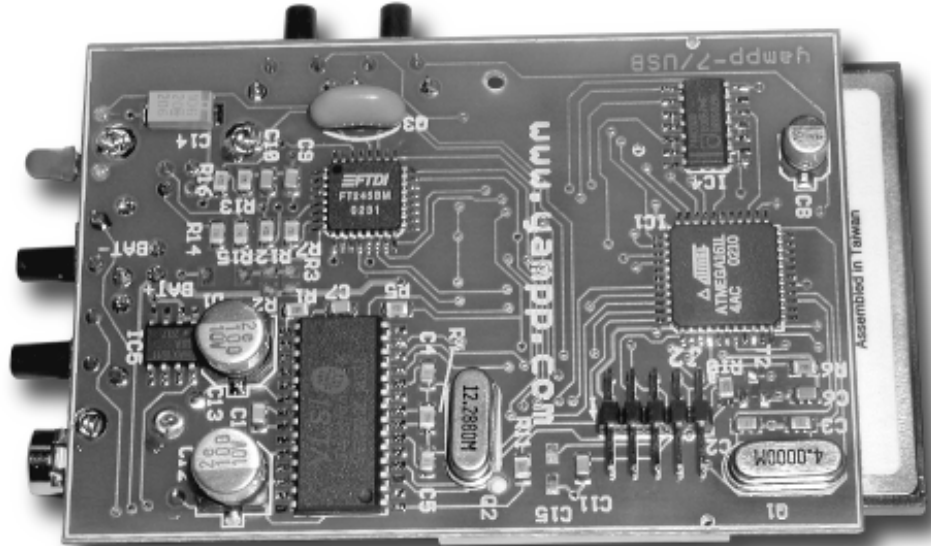


# Yampp-7

## Kieszonkowy odtwarzacz MP3, część 2



Przedstawiamy kolejny odtwarzacz MP3, tym razem zaprojektowany jako urządzenie przenośne. Yampp-7 używa jako nośnika pamięciowego kart Compact Flash lub MultiMedia Card, co czyni z niego urządzenie na wskroś nowoczesne.

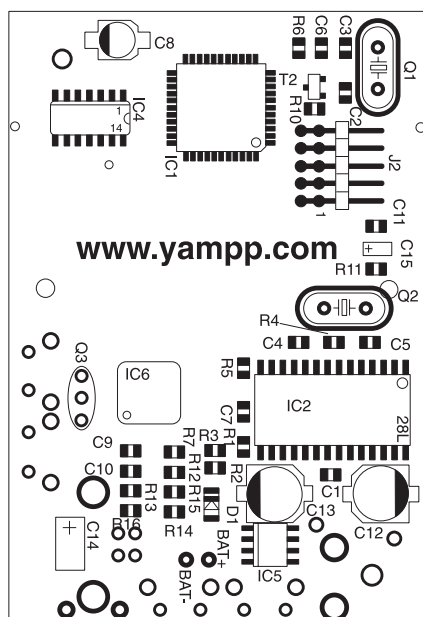
**Rekomendacje:** prezentowany w artykule odtwarzacz to kolejny krok w miniaturyzacji odtwarzaczy MP3, więc polecamy jego opis przede wszystkim fanom empetrójkowych nagrań, którzy nie lubią się rozstawać ze swoimi nagraniami.

### Montaż i uruchomienie

Ze względu na małe wymiary odtwarzacza, elementy na płytce drukowanej umieszczone są z obydwu jej stron. Jedna strona zawiera większość elementów składowych yamppa, a na drugiej zamontowane jest złącze karty Flash, złącze USB, gniazdo słuchawkowe, złączka do baterii oraz przyciski sterujące. Rozmieszczenie elementów po obu stronach płytki drukowanej yamppa pokazano na rys. 3 i 4. Na początku należy zamontować wszystkie małe elementy SMD, następnie układy scalone, a jako ostatnie większe elementy jak kondensatory elektrolityczne, kwarce i złącze wyświetlacza. Przed przylutowaniem złącza wyświetlacza oraz kwarców Q1 i Q2 należy skrócić ich wyprowadzenia tak, żeby nie wystawały one ponad powierzchnię drugiej strony płytki drukowanej yamppa. W przeciwnym przypadku uniemożliwi to późniejsze przylutowanie złącza karty pamięci oraz prawidłowe wsunięcie karty Compact Flash. Obcięcie wyprowadzeń na równo z powierzchnią płytki po wlutowaniu tych elementów jest bardzo kłopotliwe. Pamiętajmy również o wyborze pomiędzy IC5 a D1, R2 i R3. Jeśli planujemy wykonanie yamppa-7 w wersji z wyświetlaczem LCD, warto jest w roli kon-

densatorów C12 i C13 zastosować kondensatory tantalowe 100µF/6V, ponieważ mają one mniejszą grubość niż standardowe aluminiowe elektrolity, co później ułatwi montaż wyświetlacza - szczególnie jeśli chcemy, żeby był podświetlany diodami LED. Transzystor T2 montujemy również tylko wtedy gdy będziemy korzystać z podświetlanego diodami LED wyświetlacza. Na końcu montujemy gniazdo karty pamięci Flash - więc będzie to J1, jeśli chcemy używać kart CF lub X2 dla kart MMC, i resztę elementów umieszczonych po drugiej stronie płytki. W sąsiedztwie gniazda USB znajduje się miejsce na diodę LED, którą należy zamontować tylko wtedy, gdy nie planujemy podświetlania wyświetlacza lub jego zupełny brak. Po zamontowaniu wszystkich elementów płytkę należy umyć z resztek kalafonii, stosując do tego celu izopropanol lub specjalny preparat do mycia płytek.

Po sprawdzeniu poprawności montażu możemy przystąpić do uruchomienia odtwarzacza. W tym miejscu mam jedną bardzo ważną uwagę. Nie wolno uruchamiać odtwarzacza bez podłączonego akumulatora, stosując jedynie zasilanie poprzez kabel USB! Może to doprowadzić do uszkodzenia dekodera VS1001, układu ładowarki



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej odtwarzacza (strona elementów)

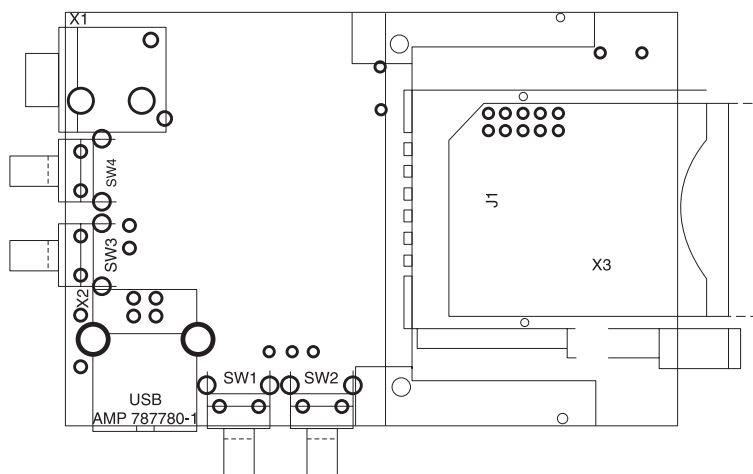
MAX1811 oraz wyświetlacza LCD. Pierwszą czynnością będzie zaprogramowanie mikrokontrolera programem bootloadera. Niestety na płytce yamppa-7 nie ma miejsca na standardowe złącze programujące zgodne ze złączem interfejsu STK200, więc musimy wykonać sobie odpowiednią przejściówkę, której schemat połączeń pokazany jest na rys. 5. Następnie podłączamy do yamppa akumulator, do złącza J2 naszą przejściówkę z podłączonym kablem interfejsu programującego, a sam interfejs wtykamy do portu drukarkowego komputera, po czym uruchamiamy program ładujący. Jeżeli korzystamy z programu *Yapp*, należy nacisnąć klawisz identyfikacji procesora. W okienku obok powinna pojawić się informacja o wykryciu procesora Atmega161. Jeśli wszystko przebiega poprawnie, to otwieramy nowy projekt, zaznaczamy okno z zawartością pamięci Flash i wczytujemy plik bootloadera (*File>Load File>yampp7\_boot.hex*). Teraz wystarczy kliknąć na ikonę z wykrzyknikiem, czyli *Autoprogram* i po chwili bootloader zostanie załadowany do procesora. W przypadku korzystania z innego programu ładującego procedurę ładowania pliku *yampp7\_boot.hex* przeprowadzamy zgodnie z jego instrukcją obsługi. Po zaprogramowaniu mikrokontrolera bootloadem musimy wykonać jeszcze jed-

ną 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. 6. Następnie należy kliknąć *Write Fuses*, żeby wysłać ustawienia do procesora yamppa. Na tym kończy się procedura programowania procesora poprzez interfejs SPI, więc możemy już odłączyć programator od złącza J2 oraz akumulator. Wgrania właściwego programu obsługi yamppa-7, jak również ewentualnej jego aktualizacji dokonamy poprzez interfejs USB. Żeby było to możliwe, należy zainstalować na komputerze PC odpowiedni sterownik USB uzyskany od firmy FTDI oraz aplikację *yamppLink*. Sposób ich instalacji i konfiguracji został podany przy okazji opisu yamppa-3/USB i można go znaleźć w EP1/2003.

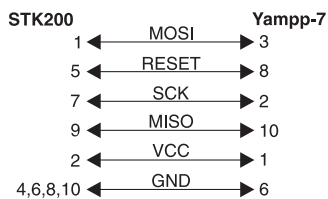
### Przygotowanie yamppa do pracy

Jeśli mamy już zainstalowane potrzebne oprogramowanie, możemy przystąpić do pierwszego uruchomienia yamppa. Na początku trzeba wgrać właściwe oprogramowanie. Do tego celu wykorzystamy bootloader wgrany wcześniej do

procesora yamppa, złącze USB oraz aplikację *yamppLink*. Najpierw uruchamiamy *yamppLinka* i w menu *Options->Preferences* wpisujemy nazwę portu COM, którą uzyskaliśmy podczas instalacji sterowników FTDI. Następnie do yamppa wkładamy kartę pamięci, podłączamy wyświetlacz, następnie akumulator i na końcu kabel USB. Po kilku sekundach potrzebnych na enumerację urządzeń USB możemy wybrać z menu programu *Actions->Update Firmware*, a jako plik do załadowania wybrać *yampp7\_usb.bin*. W zależności od tego, czy będziemy używać yamppa z wyświetlaczem LCD, czy też bez, wybieramy odpowiednią wersję oprogramowania. Wersja z obsługą LCD znajduje się w katalogu *yampp7\_usb*, a bez - w katalogu *yampp7\_usb\_nlcd*. Jeśli wszystko przebiegnie prawidłowo, to po kilku sekundach dostaniemy odtwarzacz gotowy do pracy, który po wykryciu nowej karty automatycznie ją sformatuje. Po poprawnym zakończeniu formatowania można w programie *yamppLink* wybrać opcję *Connect*. Po chwili potrzebnej na inicjalizację struktur danych na karcie możemy rozpocząć ładowanie plików MP3 do yamppa. Możemy dodawać pojedyncze pliki lub całe playlisty wygenerowane programem *Winamp*. Po zakończeniu ładowania plików klikamy *Disconnect*, yampp zostaje zrestartowany, no i po naciśnięciu klawisza PLAY powinien rozpocząć odtwarzanie. W przypadku wystąpienia kłopotów w trakcie ładowania bądź aktualizacji oprogramowania powodujących brak re-



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej odtwarzacza (strona złącz)



Rys. 5. Sposób dołączenia programatora ISP do Yamppa

akcji odtwarzacza na próbę jego załączenia lub brak komunikacji poprzez USB możemy ręcznie uruchomić bootloader. W tym celu należy odłączyć kabel USB, otworzyć obudowę yamppa i odłączyć akumulator. Następnie trzymając naciśnięte jednocześnie klawisze UP i DOWN, podłączyć z powrotem akumulator. Teraz po dołączeniu kabla USB można powtórzyć ładowanie oprogramowania.

Zastosowany w yamppie-7 graficzny wyświetlacz umożliwia wgranie do pamięci EEPROM mikrokontrolera danych tworzących dowolny obrazek - czyli graficzne logo, pojawiającego się na wyświetlaczu podczas uruchamiania yamppa oraz w trybie STOP. W tym celu należy przygotować sobie dowolną czarno-białą bitmapę o rozmiarach 84x32 pikseli (plik o długości 446 bajtów), po czym należy ją wgrać do yamppa-7 przy pomocy programu *yamppLink*, wybierając z menu *Actions* funkcję *Write Logo to EEPROM*. W tym czasie *yamppLink* musi być w stanie *Connected*. Kolejnym dodatkiem jest możliwość poprawnego wyświetlania zestawu znaków diakrytycznych, czyli np. polskich „ogonków“. W tym celu w oknie *Preferences* programu *yamppLink* ustawiamy *EE-Prom Start Address...* na 16, klikamy *OK*, a następnie łączymy się z yampem poprzez kliknięcie przycisku *Connect*. Następnie z menu *Actions* wybieramy opcję *Write arbitrary data from file to EEPROM*, wybieramy plik *Polish.bin* znajdujący się wewnątrz katalogu *Lang*, w pakiecie oprogramowania systemowego, i na koniec potwierdzamy chęć zapisania danych.

## Wersje oprogramowania systemowego yamppa-7

Ze względu na to że yampp-7 może być wykonany zarówno w wersji z wyświetlaczem LCD, jak i bez niego, dostępne są dwie

wersje oprogramowania systemowego. Oprogramowanie w wersji od 2.0 wzwyż jest przeznaczone dla yamppa wyposażonego w wyświetlacz. Wersje nie obsługujące wyświetlacza mają za to jedną dodatkową opcję ułatwiającą uruchomienie yamppa w razie wystąpienia problemów. Jest nią programowy UART umożliwiający podglądnięcie procesu inicjalizacji i statusu odtwarzacza w oknie terminala uruchomionego na komputerze PC. W tym celu należy podłączyć linie RXD portu RS232 komputera bezpośrednio do portu PB4 (wyprowadzenie nr 44) mikrokontrolera U1,

**W tym miejscu muszę zaznaczyć, że obecnie oprogramowanie systemowe yamppa-7 obsługuje tylko karty pamięci Compact Flash, a obsługa kart typu MMC jest dopiero w stadium opracowywania. Ze względu na cykl wydawniczy EP może się okazać, że w momencie ukazania się tego artykułu powyższa uwaga będzie już nieaktualna.**

a terminal ustawić na 115200 baudów, 8 bitów danych i 1 bit stopu.

## Struktura i konfiguracja oprogramowania

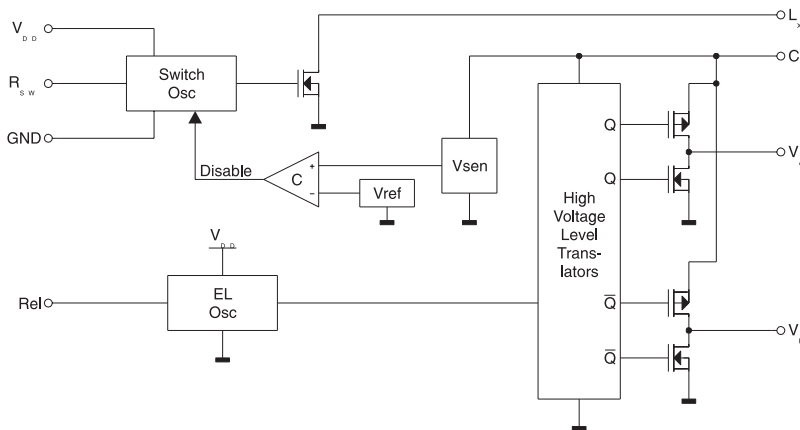
Podobnie jak w przypadku yamppa-3/USB, oprogramowanie systemowe dla yamppa-7 zostało podzielone na dwie części, czyli warstwy. Pierwszą z nich tworzą niskopoziomowe procedury obsługi większości urządzeń napisane w assemblerze, które znajdują się w katalogu *yampp7lib*. Poszczególne pliki ASM odpowiedzialne są za obsługę konkretnych urządzeń, takich jak interfejs ATA dla karty CF, dekodery MP3, wyświetlacz LCD czy interfejsy USB. Ponieważ procedury te są bardzo często wywoływane z głównego programu, powinny być wykonywane jak najszybciej. Dlatego też wybrano assembler jako optymalną platformę pozwalającą na pisanie krótkich i szybkich procedur. Po skompilowaniu procedury te tworzą bibliotekę *yampp7lib.a*, która jest wykorzystywana przez program główny, czyli drugą - główną warstwę oprogramowania napisaną w języku C. Biblioteka ta jest dołączana do programu w trakcie linkowania gotowego kodu. Do wprowadzenia jakichkolwiek zmian wymagających rekompilacji kodu potrzebny bę-

dzie darmowy kompilator języka C, czyli AVR-GCC. Zalecaną wersją tego kompilatora jest wersja 3.02 lub 3.2. Jest on dostępny w Internecie pod adresem <http://www.avrfreaks.net>. Sposób instalacji i korzystania z tego kompilatora był już kilkakrotnie poruszany na łamach EP, więc nie będę go powtarzał, a skupię się na opisie poszczególnych opcji dostosowujących oprogramowanie yamppa do indywidualnych potrzeb. Cała konfiguracja oprogramowania znajduje się w jednym pliku nazwanym *Constants.h*. Wszystkie definicje znajdujące się w tym pliku podzielone są na sekcje. W pierwszej sekcji możemy zmienić wartość częstotliwości kwarcu taktującego układ VS1001 - w przypadku zastosowania kwarcu o częstotliwości innej niż 12,288 MHz. W kolejnej sekcji - *Power Managment* - można ustawić opcje oszczędzania energii. Pierwszą definicją jest czas, po jakim

karta CF ma przejść w tryb obniżonego poboru mocy. Niektóre karty mogą wymagać zwiększenia tego czasu ponad wartość standardowo tam wpisaną. Kolejna definicja określa maksymalny czas pozostawiania odtwarzacza w stanie pauzy, a następna - czas pozostawiania w trybie STOP. Po przekroczeniu tych czasów odtwarzacz automatycznie się wyłączy. W kolejnej sekcji ustawiamy opcje wyświetlacza LCD. Oczywiście występuje ona tylko w wersji dla odtwarzaczy wyposażonych w wyświetlacz. Stała *BACKLIGHT\_TIME* określa czas automatycznego wyłączenia podświetlenia wyświetlacza od ostatniego naciśnięcia dowolnego klawisza. Jeżeli nie ko-



Rys. 6. Zalecane ustawienia opcji podczas programowania mikrokontrolera



Rys. 7. Budowa wewnętrzna układu HV857

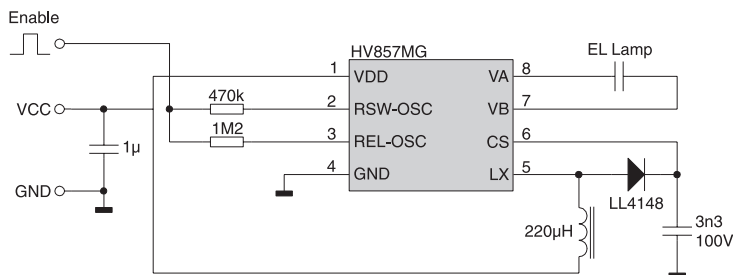
rzystamy z podświetlenia, należy ustawić ją na 0, co spowoduje odmienne sterowanie linią PB0 będącej w tym przypadku wyjściem sterującym diodą LED sygnalizującą stan odtwarzacza. Usunięcie komentarza z kolejnej linii - `#define ALTERNATE_SCROLL` pozwala zmienić sposób przesuwania się napisów na wyświetlaczu tak, że tekst zamiast „odbijać się“, będzie się przesunął cały czas w jedną stronę. Definicja `SCROLL_SPEED` określa prędkość przesuwania się tekstu, a dokładniej czas pomiędzy kolejnymi przesunięciami wyrażony w dziesiątych częściach sekundy, a stałą `SCROLL_STEP` określa, o ile pikseli ma być przesunięty tekst w jednym kroku scrolowania. Usunięcie komentarza z opcji `#define LCD_NEGATIV` umożliwia uzyskanie negatywowego obrazu na wyświetlaczu. W ostatniej sekcji pliku `Constants.h` możemy wartością stałej `MIN_VOLUME` ustalić minimalny możliwy do ustawienia poziom głośności, stałą `NUM_VOL_STEPS` - liczbę kroków regulacji głośności, a stałą `AUTO_LOCK_TIME` ustalić czas automatycznego blokowania klawiszy podczas odtwarzania - jeśli funkcja ta zostanie załączona. W wersji oprogramowania bez obsługi LCD znajdziemy jeszcze trzy dodatkowe opcje. Wstawienie komentarza do linii `#define PWR_BEEPS` umożliwia wyłączenie potrójnego dźwięku generowanego po załączeniu odtwarzacza. Usunięcie komentarza z linii `#define BATTERY_TEST` umożliwia uruchomienie procedur kontroli napięcia akumulatora, a możliwość jej zablokowania poddyktowana jest tym, że w starszej wersji płytki drukowanej odtwa-

rzacza nie było miejsca na dzielnik R13/R16, a ich brak powodował wyłączanie się odtwarzacza. Ostatnia opcja `#define LOCK_BEEP` umożliwia wyłączenie dźwięku pojawiającego się w momencie blokowania bądź odblokowywania klawiatury. Po ustawieniu odpowiednich opcji należy skompilować kod źródłowy, a następnie załadować do yamppa przy pomocy aplikacji `yamppLink` i łączyć USB.

### Podświetlenie wyświetlacza

Podświetlenie wyświetlacza można wykonać na dwa sposoby. Pierwszy - prosty - polegający na podświetleniu wyświetlacza przy pomocy kilku diod świecących oraz plastikowej matówki, w jaką wyposażone są wyświetlacze typu LPH7366 czy LPH7666. Do wyświetlaczy bez matówki trzeba takową dorobić. Oryginalna matówka posiada na brzegach specjalne podcięcia umożliwiające umieszczenie w tych miejscach diod świecących w obudowie SMD o wielkości 0805, świecących równoległe do płaszczyzny wyświetlacza. Diody świecące - najlepiej 4 sztuki - należy zamontować na płytce drukowanej, tej samej, która zawiera styki kontaktowe dla wyświetlacza, połączyć równoległe, dodając do każdej z nich po jednym, szeregowym rezystorze 100  $\Omega$ , a całość podłączyć pomiędzy styki 1 i 9 złącza J2 (anody diod do styku nr 1). Konstrukcja ta ma jednak pewne wady. Największą z nich jest nierównomierne oświetlenie całej powierzchni wyświetlacza oraz dość wysoki pobór prądu wynoszący około 30...40 mA, czyli ponad połowę tego co pobiera cały yampp-7 bez podświetlenia. Dlatego też preferuję

drugą metodę podświetlenia - za pomocą folii elektroluminescencyjnej. Sposób ten jest znacznie droższy i bardziej pracochłonny, lecz gwarantuje uzyskanie znacznie lepszego efektu w postaci równomiernego niebieskozielonego podświetlenia o jasności zbliżonej do wersji na diodach LED, a jednocześnie o poborze prądu poniżej 10 mA. Niestety komplikuje to nieco całą konstrukcję, ponieważ folia świecąca wymaga zasilania prądem przemiennym o napięciu około 120 V i o częstotliwości kilkuset herców. Samą folię można kupić u wielu większych dystrybutorów elementów elektronicznych bądź zamówić np. w Elfie. Ale istnieje również tańsza i łatwiejsza metoda pozyskania takiej folii. Jest ona stosowana w niektórych nowszych modelach telefonów komórkowych, i można ją pozyskać z takowego uszkodzonego telefonu. Drugim źródłem folii EL mogą być świetliki włączane do gniazdka sieciowego, wykorzystujące czasami taką folię w roli elementu świecącego, a dostępne w niektórych hipermarketach. Taki świetlik jest dość tani, a po potraktowaniu go piłą do metalu wyciągniemy z jego wnętrza potrzebną folię - najczęściej nawet o odpowiednich wymiarach. Notabene oprócz owej folii i jednego rezystora nic więcej wewnątrz nie znajdziemy. Jeśli już mamy odpowiedni kawałek folii (większość dostępnych na rynku można normalnie ciąć nożyczkami w celu otrzymania odpowiednich wymiarów), lutujemy do jego wyprowadzeń miękkie przewody, dobrze izolujemy koszulką termokurczliwą i całość przymocowujemy za wyświetlaczem przy pomocy kilku kropli kleju na gorąco. Jeśli nasz wyświetlacz wyposażony jest w matówkę do podświetlenia diodami LED, to należy ją wcześniej usunąć. Teraz pozostaje już tylko problem odpowiedniej przetwornicy z napięcia 3,6 V na napięcie wymagane do zasilania folii. Wbrew pozorom nie jest to wcale takie trudne. Możemy kupić gotową przetwornicę o oznaczeniu (EA) PSEL-22 firmy Electronic Assembly, oferowaną między innymi na <http://www.lcd.elementy.pl/lcd/zubehoer.htm#EL-Folien>, która bez problemu zmieści się wewnątrz obudowy yamppa, lecz jej cena wynosi około 50 zł.



Rys. 8. Schemat elektryczny przetwornicy do zasilania folii EL

Wykonanie takiej przetwornicy własnymi siłami nie stwarza zbyt wielu problemów, zakładając wykorzystanie odpowiedniego układu sterownika. Wiele firm oferuje gotowe układy scalone przeznaczone do budowy takich przetwornic. W większości przypadków aby otrzymać gotową przetwornicę, wystarczy uzupełnić taki - najczęściej 8-nóżkowy „scalak” - cewką, 2...3 rezystorami i kilkoma kondensatorami. Na szczególną uwagę zasługuje tutaj układ HV857 produkowany przez firmę Supertex. Na podstawie tego układu wykonałem przetwornicę do swojego yamppa-7. Budowę wewnętrzną układu HV857 pokazano na rys. 7, a schemat zbudowanej na nim przetwornicy na rys. 8. Podstawową zaletą tego układu jest wykorzystanie cewki o relatywnie małej indukcyjności, czyli również o małych wymiarach, w porównaniu do aplikacji innych producentów. Jak widać, aplikacja układu przetwornicy jest banalnie prosta, a całość można zmieścić na płytce o wymiarach 17x11 mm. Przetwornica posiada wejście służące do załączania/wyłączania podświetlenia (*Enable*), które podłączamy bezpośrednio do linii PBO procesora yamppa, czyli do nóżki nr 40 układu IC1. Zasilanie przetwornicy podłączamy bezpośrednio do złącza akumulatora w yamppie, ponieważ w stanie wyłączenia układ praktycznie nie pobiera prądu. Aby

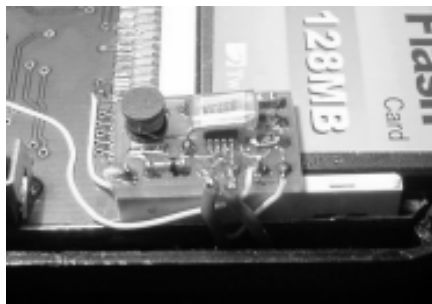
uzyskać jak największą sprawność układu, w zależności od zastosowanej cewki należy dobrać wartość rezystora podłączonego do nóżki nr 2 układu HV857. Najprościej jest tymczasowo zastąpić go potencjometrem montażowym o wartości 1 M $\Omega$  ustawionym początkowo w połowie zakresu rezystancji, do wyjścia przetwornicy podłączyć folię EL, sygnał *Enable* podłączyć do VCC, a w szereg z zasilaniem, które powinno wynosić około 3,6 V, podłączyć miliamperomierz o zakresie 20 mA. Następnie regulując potencjometrem, staramy się uzyskać jak najmniejszy pobór prądu bez widocznego spadku jasności świecenia folii. Na koniec mierzymy wartość rezystancji potencjometru i zastępujemy go odpowiednim rezystorem. Wygląd zmontowanej przetwornicy umieszczonej w wnętrzu yamppa pokazano na fot. 9.

### Finisz

Na koniec pozostaje nam umieszczenie całości w obudowie, która będzie wymagać wywiercenia kilku otworów na przyciski, gniazdo słuchawkowe i ewentualną diodę LED oraz wycięcia prostokątnych otworów na złącze USB, kartę pamięci Compact Flash - tak żeby można było ją wyjmować, oraz na ewentualny wyświetlacz. Wymagane jest również delikatne spiłowanie rogów płytki drukowanej oraz usunięcie z jednej z połówek obudowy dwóch kołków dystansowych, które należy przykleić w drugiej połowie (lub do płytki yamppa od strony elementów SMD) tak, żeby uzyskać precyzyjne ułożenie płytki wewnątrz obudowy.

**Romuald Biały**

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



Fot. 9. Wygląd zmontowanej przetwornicy umieszczonej we wnętrzu yamppa .

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/kwiecien03.htm> oraz na płycie CD-EP4/2003B w katalogu PCB.