

# ATframe

## Ramka do zdjęć cyfrowych



Prezentujemy amatorską konstrukcję ramki do zdjęć. Ciekawostką jest, że ramkę z kolorowym wyświetlaczem LCD i kartą SD z systemem plików FAT obsługuje 8-bitowy mikrokontroler AVR, a program jest napisany w języku Bascom AVR.

**Rekomendacje:** ramka będzie nietuzinkową ozdobą każdego biurka, czy podręczną przeglądarką zdjęć z wakacji.

Od dawna zastanawiałem się nad możliwością skonstruowania amatorskiej ramki cyfrowej przeznaczonej do prezentacji zdjęć, a prace w tym kierunku zdecydowanie nabrały tempa, gdy okazało się, że wyświetlacze TFT dobrej jakości można kupić za stosunkowo niewielką cenę. Jak zatem pogodzić fakt mojego zamiłowania do mikrokontrolerów z rodziny AVR z zadaniem, jakie mnie czekało? Odpowiedź prawdopodobnie może wydawać się przewrotna. Z pomocą przychodzi nam język Bascom Basic. Już widzę wyraz zdumienia czy niedowierzania na twarzach zagorzałych zwolenników platform programistycznych bazujących na języku C. Okazuje się, że sprawnie działający układ z użyciem wyświetlacza TFT i 8-bitowego mikroprocesora AVR można z powodzeniem skonstruować za pomocą wspomnianego środowiska programistycznego. Oczywiście, na razie język Bascom Basic nie dostarcza gotowych procedur do obsługi TFT tego typu (ponieważ prace trwają), lecz wspomniana obsługa jest bardzo prosta, a to dzięki wyposażeniu wspomnianego panelu w zaawansowany sterownik ekranu typu FSA506, którego obsługa była tematem artykułu w EP 6/2010 na str. 99. Co więcej, prezentowane urządzenie wyposażono w interfejs kart pamięci typu SD, których zadaniem jest przechowywanie plików zawierających obrazy przeznaczone do wyświetlenia. Wspomniana implementacja stała się możliwa dzięki wykorzystaniu dodatkowej, efektywnej biblioteki języka Bascom Basic o oznaczeniu AVR\_DOS autorstwa Josefa Franza Vögela. Umożliwia ona obsługę kart pamięci różnego typu, w tym obsługę systemu plików FAT16/FAT32. Korzystanie z biblioteki nie wiąże się z koniecznością ponoszenia dodatkowych kosztów – dla celów osobistych jest ona całkowicie bezpłatna.

Czy gdzieś jest więc ukryty jakiś haczyk? Jak głosi pewna reklama: „haczyk jest”... ale mały.



Dotyczy on potrzeby implementacji specjalnego typu plików, które przechowują informacje o obrazie. Konieczność (lub potrzeba, jak kto woli) ta wynika z trzech, podstawowych faktów/założeń:

- 8-bitowe mikrokontrolery AVR nie nadają się zupełnie do obsługi, a co za tym idzie, dekompresji w czasie rzeczywistym, plików JPEG, gdyż ich moc obliczeniowa jest zbyt mała, by podołać temu trudnemu zadaniu, zachowując sens takowej implementacji (wystarczy sobie przypomnieć, jak robiły to znacznie szybsze komputery klasy 486).
- Typowe pliki BMP, które mogłyby się stać standardowym typem obsługiwanym przez bieżące urządzenie, mają nadmiar różnorodnych danych oraz strukturę, która kompletnie nie pasuje do organizacji zastosowanego wyświetlacza TFT, a której obsługa pociągnęłaby za sobą konieczność przeprowadzania czasochłonnych operacji, co zmniejszyłoby jakość obsługi urządzenia (mowa o kolejności zapisu poszczególnych punktów obrazu, kolejności składowych kolorów i liczbie wersji pliku BMP).
- Początkowy projekt niniejszej aplikacji zakładał wprowadzenie dodatkowej, niespotykanej możliwości i funkcji, co odróżniłoby prezentowane urządzenie od produktów dostępnych na rynku (mowa o możliwości dodawania własnych opisów do obrazów będących treścią pokazu slajdów).

**AVT-5246 w ofercie AVT:**  
AVT-5246A – płytka drukowana

Redakcja Elektroniki Praktycznej dziękuje firmie Unisystem za dostarczenie wyświetlacza i wsparcie techniczne podczas realizacji projektu [www.unisystem.pl](http://www.unisystem.pl)

#### Podstawowe informacje:

- Napięcie zasilania: 5,5...6 VDC
- Prąd obciążenia: 400 mA
- Wymiary obrazu: 72×54 mm
- Maksymalna liczba plików pokazu slajdów: 255
- Czas pokazu pojedynczego slajdu: 4 s
- Ustawienia ważniejszych fusebitów: CKSEL3...0=1111, SUT1...0=11, CKOPT=0, JTAGEN=1, BODEN=1, SPIEN=0, OCDEN=1, BOOTRST=1

#### Dodatkowe materiały na CD i FTP:

- <ftp://ep.com.pl>, user: 11825, pass: 81036471
- wzory płytek PCB
  - karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

#### Projekty pokrewne na CD i FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)  
Obsługa graficznych wyświetlaczy TFT z chipsetem FSA506 (EP 6/2010)  
Wyświetlacz TFT 5,7" z chipsetem SSD1963 (EP 4/2010)

Zgodnie ze wspomnianymi założeniami powstał projekt, którego schemat ideowy przedstawiono na **rysunku 1**. Ramka to prosty system mikroprocesorowy składający się zaledwie z czterech głównych elementów: mikrokontrolera ATmega32A, wyświetlacza TFT o rozdzielczości 320×240 pikseli, przekątnej 3,5 cala, 8-bitowej szynie danych i 16-bitowej głębi ko-

lorów typu WF35DTIBCDB (Winstar), gniazda kart SD typu push-push i zasilacza 3,3 V, zbudowanego przy użyciu stabilizatora liniowego typu LM1117-3.3V. Wybór mikrokontrolera tego konkretnego typu z bogatej rodziny AVR podyktowany był wymaganiami biblioteki AVR\_DOS dotyczącymi wielkości niezbędnej pamięci RAM układu (ok. 1,5 kB) koniecznej do obsługi systemu plików i potrzebą pracy przy częstotliwości taktowania rzędu 16...20 MHz z uwagi na czasochłonne operacje związane z przesyłaniem dużych bloków danych do sterownika wyświetlacza TFT. Wnikliwy Czytelnik zauważy zapewne, w dokumentacji firmy Atmel podaje się, iż dla napięcia zasilania rzędu 3,3 V maksymalna częstotliwość taktowania mikrokontrolera ATmega32A wynosi około 10 MHz, a tymczasem w naszym układzie zastosowano rezonator kwarcowy 16 MHz. Praktyka pokazuje jednak, że bez obaw można stosować wyższe częstotliwości sygnału taktującego (śmiałkowicie próbując nawet 20 MHz i to z powodzeniem), gdyż z nieoficjalnych informacji producenta należy wnioskować, że problem potencjalnych błędów przy wyższych częstotliwościach taktowania dotyczy wyłącznie zapisu do pamięci EEPROM mikrokontrolera, czego w naszej aplikacji nie wykonuje się. W dodatku ograniczenie maksymalnej częstotliwości taktującej podane jest dla całego, szerokiego zakresu temperatury otoczenia, natomiast ten układ będzie użytkowany w temperaturze pokojowej. Ponadto, zastosowanie rezonatora o niższej częstotliwości nie uniemożliwia funkcjonowania układu, a jedynie zmniejsza prędkość pokazywania slajdów (w zasadzie ich wczytywania).

Wróćmy zatem do biblioteki AVR\_DOS oraz procedur inicjujących obsługę karty SD i system plików FAT (przy tej okazji chciałem podziękować Josefowi za support techniczny). W niniejszym projekcie wykorzystano bibliotekę w wersji 5.5, która wspiera następujące funkcje:

- obsługę systemu plików DOS-FAT16 and FAT32 ,
- obsługę plików w katalogu głównym i podkatalogach,
- krótkie nazwy plików w formacie 8.3 (dostęp do plików o długich nazwach możliwy jest poprzez ich krótkie aliasy),
- rozmiar sektorów o wielkości 512 bajtów.

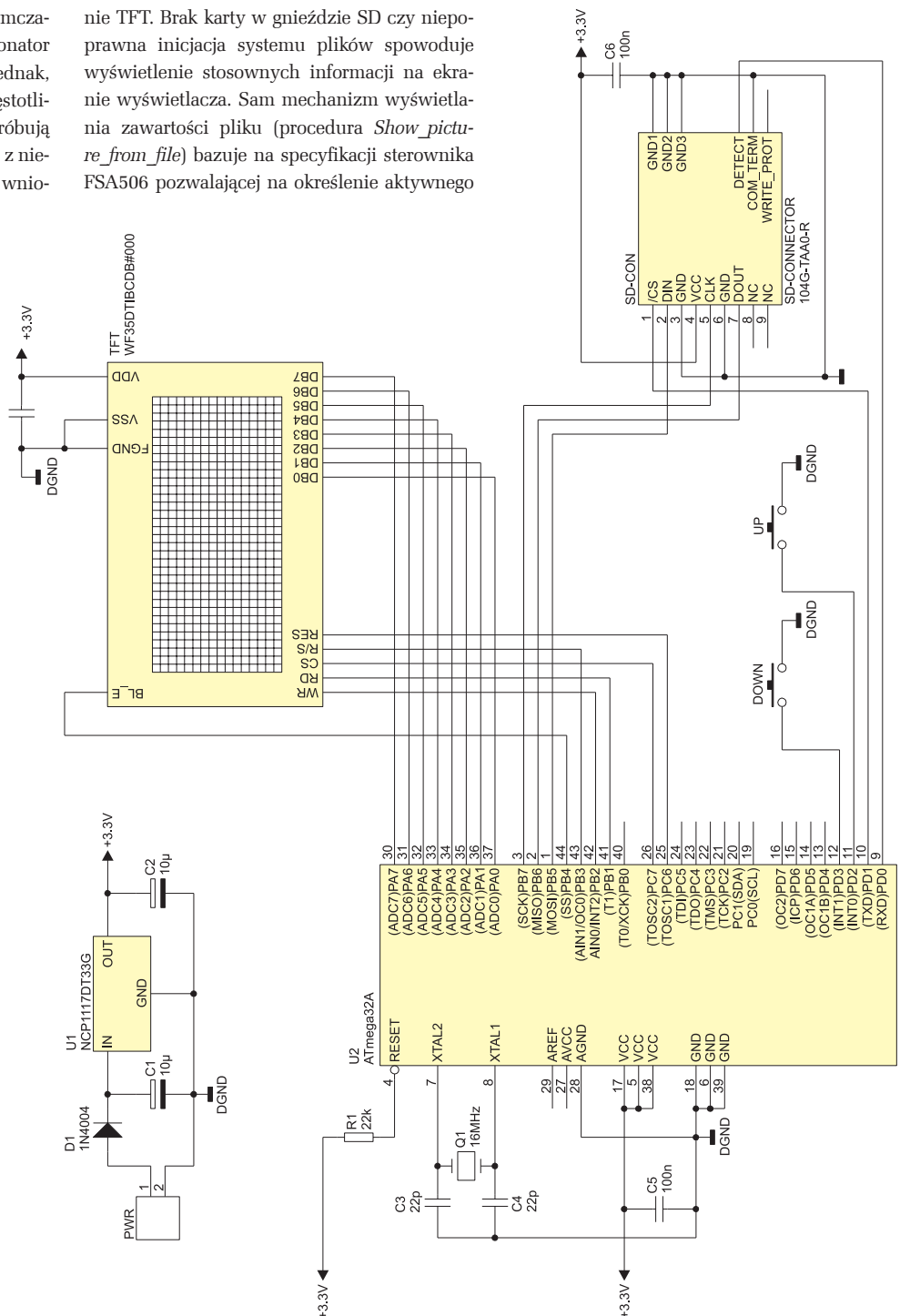
Co należy szczególnie podkreślić to fakt, iż w implementacji układu ATframe zakłada się, że pliki, które mają być treścią pokazu slajdów, umieszczone zostaną w głównym katalogu karty SD (obecność innych plików i katalogów jest bez znaczenia), a sama karta musi być odpowiednio sformatowana. Dodatkowo, w konstrukcji urządzenia wyko-

rzystano specjalne wyprowadzenie złącza karty SD oznaczone jako Detect, a służące do sprawdzenia obecności karty w złączu (detekcja wyłączenie mechaniczna). Wspomniane sprawdzenie dokonywane jest wyłącznie w trakcie włączania urządzenia, a co za tym idzie nie należy wyjmować karty SD w trakcie jego pracy. Ta ostatnia uwaga ma przede wszystkim na uwadze bezpieczeństwo pracy samej karty i kontrolera w niej zawartego. Uproszczoną procedurę inicjującą sterownik karty oraz mechanizm obsługi systemu zamieszczono na **listingu 1**.

Po wykonaniu pomyślnej inicjalizacji karty SD oraz systemu plików FAT, następuje wyszukiwanie plików \*.spf w katalogu głównym karty SD i wyświetlenie ich zawartości na ekranie TFT. Brak karty w gnieździe SD czy niepoprawna inicjacja systemu plików spowoduje wyświetlenie stosownych informacji na ekranie wyświetlacza. Sam mechanizm wyświetlania zawartości pliku (procedura *Show\_picture\_from\_file*) bazuje na specyfikacji sterownika FSA506 pozwalającej na określenie aktywnego

obszaru ekranu, który to mechanizm znacznie upraszcza wyświetlanie danych. Mikrokontroler pobiera kolejne bajty z karty SD i przesyła je do sterownika ekranu jako strumień danych bez potrzeby pilnowania aktualnego położenia wskaźnika pamięci videoRAM dla operacji zapisu. Szczegóły dotyczące działania tego typu mechanizmu zawarto we wspomnianym wcześniejszej artykule dotyczącym wyświetlacza.

Po wyświetleniu obrazka następuje przejście do odczytu dołączonego tekstu (jeśli występuje). Tu także korzysta się ze wspomnianego mechanizmu z tym wyjątkiem, że same dane przeznaczone do wysłania odczytywane są z pamięci Flash mikrokontrolera jako dane dołączonych czcionek (instrukcja LPM assemble-



Rysunek 1. Schemat ideowy układu ATframe

## Listing 1. Uprozczone procedury detekcji obecności karty SD oraz obsługi systemu plików

```

'Sprawdzamy obecność karty SD poprzez sprawdzenie stanu
'pinu DETECT złącza karty SD. Jeśli włożono kartę SD
'(sprawdzamy odpowiedni styk złącza karty)
If Detect = 0 Then
  'Stwierdzono obecność karty SD w związku z czym
  'inicjujemy sterownik karty i sprawdzamy czy inicjacja
  'przebiegła poprawnie
  $include „Config MMC.bas”
  Gbdriveerror = Driveinit()
  If Gbdriveerror = 0 Then
    'Jeśli inicjacja sterownika karty przebiegła prawidłowo to inicjujemy obsługę systemu plików DOS
    $include "Config AVR-DOS.BAS"
    'Inicjujemy obsługę systemu plików - partycja podstawowa
    Btemp1 = Initfilesystem(1)
    If Btemp1 = 0 Then
      'Jeśli inicjacja systemu plików przebiegła prawidłowo,
      'to szukamy plików *.spf stosując odpowiednią maskę
      Do
        Names = Dir( "*.spf")
        While Len(Names) > 0
          'Jeśli znaleziono plik spełniający specyfikację maski
          'to otwieramy go do odczytu
          Open Names For Binary As #1
          'Procedura obsługująca wyświetlacz TFT - czyta kolejne bajty
          'z pliku i przesyła je do sterownika ekranu
          Call Show_picture_from_file
          'Zamykamy otwarty wcześniej plik
          Close #1
          Wait 3
          Names = Dir() 'Szukaj kolejnego pliku
        Wend
      Loop
    End If
  End If
End If

```

ra). Każdy zapisany znak (ASCII w przedziale 32...127) zajmuje 8×8 bajtów pamięci Flash, a jego kod ASCII wyznacza jednocześnie offset dla wskaźnika początku jego definicji. Wskaźnik ten dla instrukcji LPM jest rejestrem Z mikrokontrolera (R30:R31). To typowe rozwiązanie przy implementacji tablicy znaków dla wyświetlaczy bez własnego generatora znaków.

W tym miejscu należy napisać kilka zdań na temat struktury samego pliku, który został wymyślony na potrzeby niniejszej aplikacji, a do którego napisano prosty konwerter formatu BMP/JPG do formatu SPF, działający pod kontrolą systemu Windows. Format SPF (akronim od Simple Picture File), to nic innego jak

dane obrazu w formacie R[5]G[6]B[5] opatrzone kilkoma dodatkowymi informacjami o samym slajdzie. Strukturę wspomnianego pliku zamieszczono w tabeli 1.

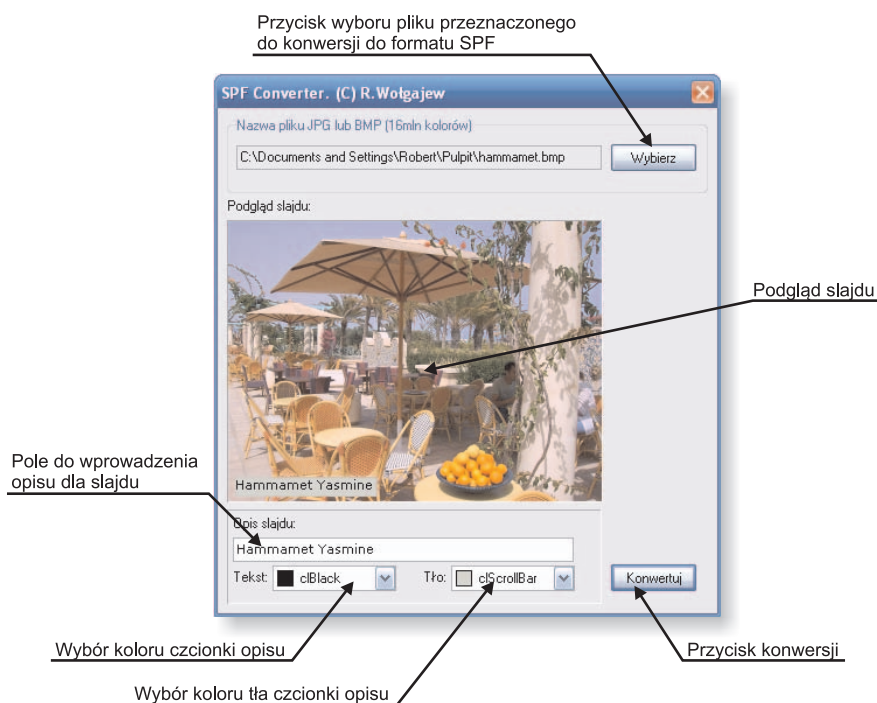
Na rysunku 2 przedstawiono wygląd prostej aplikacji konwertera formatów BMP/JPG → SPF wraz z opisem znaczenia poszczególnych elementów sterujących. Pozwala on na konwersję pliku BMP lub JPG o 24-bitowej głębi kolorów do formatu SPF, z możliwością dodania opisu do każdego ze slajdów (można wybrać zarówno kolor czcionki, jak i jej tła). Należy zwrócić uwagę, że obrazki, których rozmiar jest mniejszy niż 320×240 pikseli, zostaną ustawione na środku slajdu, zaś reszta powierzchni

obrazu zostanie wypełniona kolorem czarnym. Obrazy, których rozmiar przekracza rozdzielczość wyświetlacza, zostaną dopasowane do rozmiaru 320×240 bez zachowywania proporcji. W związku z podaną specyfikacją załączonego konwertera, pliki wynikowe wygenerowane przy jego użyciu mają zawsze standardowy rozmiar 320×240 pikseli i wielkość ok. 150 KB. Oczywiście, przedstawiona aplikacja jest bardzo prostym programem i nie pozwala na skomplikowane operacje na obrazie, lecz znając strukturę pliku SPF, nietrudno napisać własny konwerter formatów. Można także skorzystać z gotowych programów do obróbki grafiki rastrowej, zaś samą konwersję przeprowadzić za pomocą dołączonego konwertera.

Wracając do samego układu, dla porządku należy jeszcze dodać, że dedykowane przyciski UP i DOWN służą do kontroli pokazywania slajdów. Przycisk UP powoduje natychmiastowe przejście do kolejnego slajdu (bez 4-sekundowej pauzy), natomiast DOWN służy do przejścia do slajdu poprzedniego, jeśli tylko nie był to slajd numer 1. Oba przyciski są aktywne wyłącznie po całkowitym pokazaniu bieżącego slajdu. Pokaz slajdów może być złożony maksymalnie z 255 plików zdjęć.

## Montaż

Projekt płytki dla naszego układu wymagał kilku wstępnych założeń, co pokazano na rysunku 3. Po pierwsze, płytkę zaprojektowano tak by można ją było przykręcić do wyświetlacza w typowej konstrukcji kanapkowej. Po drugie, zastosowano niewielkie elementy do montażu SMD, z uwagi na chęć zminimalizowania grubości całego urządzenia, a co za tym idzie zwiększenia jego atrakcyjności. Pewnych trudności może przysporzyć montaż mikrokontrolera ATmega32A w obudowie TQFP44 z uwagi



Rysunek 2. Wygląd aplikacji konwertera formatów SPF Converter



**Wykaz elementów**

**Rezystory:** (SMD, 1206)

R1: 22 kΩ

**Kondensatory:** (SMD1206)

C1, C2: SMD 10 μF/16V (A, wym. 3,2×1,6)

C3, C4: 22 pF

C5...C7: 100 nF

**Półprzewodniki:**

D1: 1N4004

U1: NCP1117DT33G (DPAK)

U2: ATmega32A (TQFP-44); dopuszczalne jest użycie układu ATmega32L, opis w tekście

**Inne:**

PWR: gniazdo męskie kątowe 2-pin (NSL25-2W)

SD-CON – gniazdo karty SD typu push-push typu 104G-TAA0-R (ATTEND)

UP, DOWN – microswitch kątowy 90° do montażu przewlekane

Q1 – rezonator kwarcowy niski 16 MHz

ZIF – złącze typu ZIF do montażu powierzchniowego (raster 1 mm, 20-pin, styki od góry)

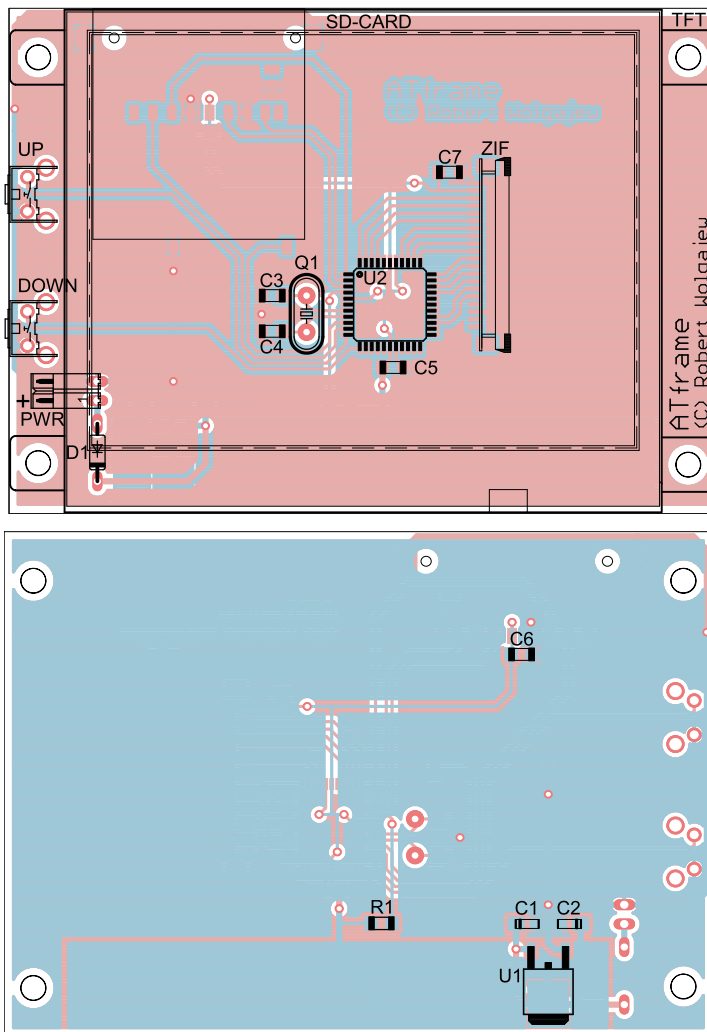
Taśma połączeniowa dla złącza typu ZIF (raster 1 mm, 20 styków, długość około 4 cm).

GLCD – wyświetlacz TFT typu WF35DTIBCDB#000 (Winstar, szyna danych 8 bitów, kolor 16 bitów, 320×240 pikseli, 3,5", bez wbudowanego panelu dotykowego, sterownik FSA506)

niewielki odstęp pomiędzy wyprowadzeniami. Montaż tego typu układów możemy wykonać na co najmniej dwa sposoby, zależnie od sprzętu lutowniczego, którym dysponujemy. Sposób pierwszy to użycie specjalnej stacji lutowniczej typu Hot Air oraz odpowiednich, przeznaczonych do tego celu, topników. Sposób drugi (stosowany przeze mnie), to montaż przy użyciu typowej stacji lutowniczej, dobrej jakości cyny z odpowiednią ilością topnika oraz pleciskami rozlutowniczej, która umożliwi usunięcie nadmiaru cyny pomiędzy wyprowadzeń układów. Należy przy tym uważać, by nie uszkodzić termicznie układu.

Po zamontowaniu mikrokontrolera przystępujemy do montażu złącza ZIF przeznaczonego do podłączenia taśmy przyłączeniowej wyświetlacza TFT. Postępujemy analogicznie, jak poprzednio. Następnie lutujemy pozostałe elementy SMD, zwracając szczególną uwagę na to, aby elementy C1, C2, C6, R1 i U1 zamontować po stronie wyprowadzeń (BOTTOM). Dla zmniejszenia finalnej grubości urządzenia, podobnie możemy postąpić w przypadku elementów D1 i złącza PWR, choć zależy to przede wszystkim od konstrukcji obudowy urządzenia. Na samym końcu montujemy złącze karty SD oraz mikroprzełączniki UP i DOWN.

Tuż przed przykręceniu wyświetlacza do płyty naszego układu należy go podłą-



Rysunek 3. Schemat montażowy układu ATframe

czyć, korzystając ze złącza ZIF umieszczonego po stronie elementów i odpowiedniej długości taśmy połączeniowej. W przypadku braku taśmy o pożądanej długości (3,5 do 4 cm) można wykorzystać taśmę dłuższą, przycinając ją na odpowiednią długość ostrym nożykiem i odpowiednio przygotowując jedno z jej zakończeń (to po obciętej stronie) poprzez jednostronne usunięcie plastikowej taśmy ochronnej.

Poprawnie zmontowany układ (warto sprawdzić jakość montażu mikrokontrolera) powinien działać tuż po podłączeniu zasilania. Obudowę urządzenia można wykonać z kawałka nieprzeźroczystej sztywnej pleksi (np. białej o grubości 3 mm, dostępnej w większości firm zajmujących się reklamą), np. o wymiarach 112×94 mm, z wyfrezowanym na środku prostokątnym otworem o wymiarach aktywnego obszaru wyświetlacza, tj. 72×54 mm, po czym należy przykleić nasz moduł do tak wykonanej płyty czołowej, korzystając z metalowego chassis TFT. Tak wykonana obudowa zapewni, że nasza ramka niczym nie będzie odbiegała od jej odpowiedników dostępnych w handlu.

**Robert Wołgajew, EP**  
 robert.wolgajew@ep.com.pl

Tabela 1. Struktura pliku SPF		
Bajt	Znaczenie	Opis
0	Szerokość obrazka – bajt MSB	Najstarszy bit słowa (bit 15), jeśli jest ustawiony, sygnalizuje, że do danych obrazu dołączono tekst opisu (pakiet danych na końcu pliku). Maksymalna wartość: 320 (pomijając bit 15).
1	Szerokość obrazka – bajt LSB	
2	Wysokość obrazka – bajt MSB	Maksymalna wartość: 240.
3	Wysokość obrazka – bajt LSB	
Dane obrazu	Dane kolejnych punktów obrazu	2 bajty na 1 piksel, format R[5]G[6]B[5]. Tablica o wielkości Szerokość*Wysokość*2 bajtów
Długość dołączonego tekstu (opcja)		Maksymalna wartość: 32.
Informacje o kolorze tła i czcionki dołączonego tekstu (opcja)	Kolor czcionki dołączonego opisu – bajt MSB	format R[5]G[6]B[5]
	Kolor czcionki dołączonego opisu – bajt LSB	
	Kolor tła czcionki dołączonego opisu – bajt MSB	format R[5]G[6]B[5]
	Kolor tła czcionki dołączonego opisu – bajt LSB	
Dołączony tekst		Kolejne znaki ASCII z zakresu 32...127, bez polskich znaków.