

Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji.

Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane **oświadczenie**, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

Sterowanie wyświetlaczem graficznym LCD od telefonu komórkowego Alcatel OT511

W większości aktualnie konstruowanych urządzeń zachodzi konieczność przekazywania informacji z systemu mikroprocesorowego do człowieka. Tradycyjnie wykorzystuje się do tego wyświetlacze LED oraz alfanumeryczne i graficzne wyświetlacze LCD. Tam, gdzie istotne stają się wymiary, konstruktorzy coraz częściej sięgają po wyświetlacze od telefonów komórkowych.

Rekomendacje:

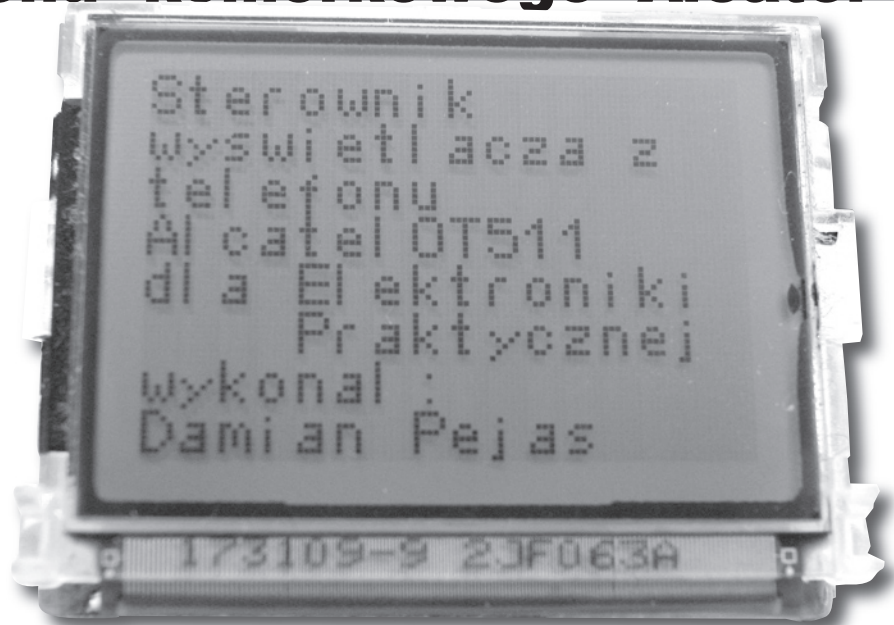
w artykule przedstawiono projekt demonstracyjnej aplikacji pokazującej, w jaki sposób można zaimplementować obsługę wyświetlacza LCD od telefonów komórkowych we własnych aplikacjach.

Projekt
144



PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytko o wymiarach 35x23 mm (laminat grubości ≤ 1 mm)
- Zasilanie 3,3 V
- Mikrokontroler ma zapisany program demonstrujący możliwości sterowania wyświetlaczem

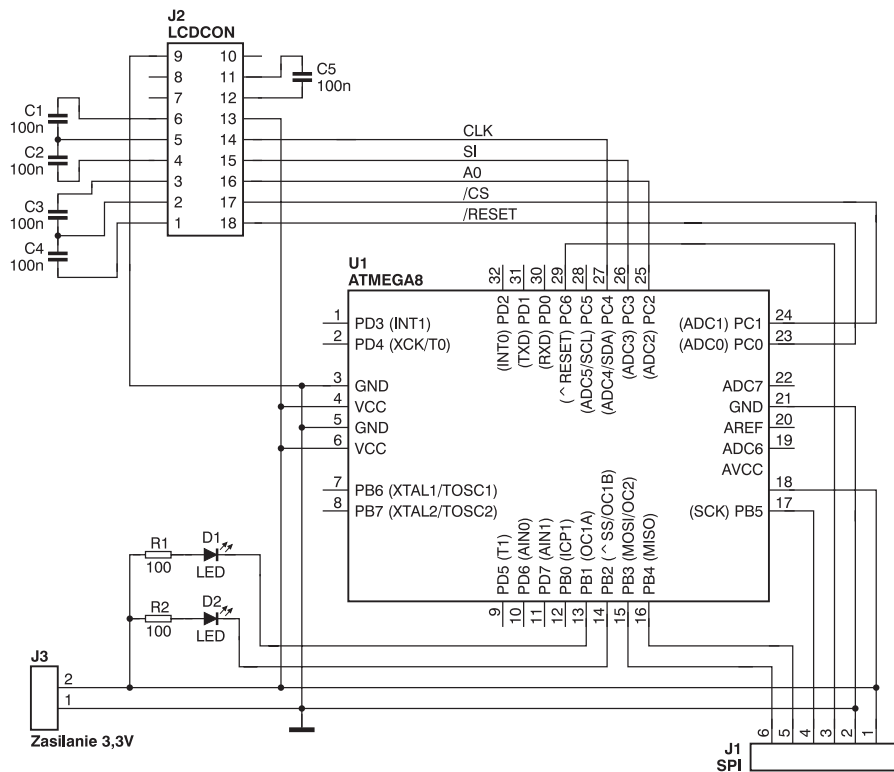


W artykule został opisany sposób sterowania wyświetlaczem LCD pochodzącym z telefonu Alcatel OT511. Wyświetlacz taki można łatwo pozyskać np. z uszkodzonego telefonu, jaki można nabyć prawie za darmo. Warunkiem jest oczywiście sprawność samego wyświetlacza. Niewielkie wymiary – 36x28 mm, szeregowy interfejs, niski pobór prądu sprawiają, że przydatność takiego elementu w amatorskich konstrukcjach może być bardzo duża i z pewnością znacznie podniesie funkcjonalność i efektywność konstruowanych urządzeń. Uzupełnieniem artykułu jest komplet procedur obsługujących wyświetlacz, pozwalających na prawidłowe jego skonfigurowanie, wyświetlanie tekstów oraz grafiki (w programie przykładowym jest to plik BMP).

Komunikacja procesor-wyświetlacz

W projekcie został zastosowany wyświetlacz o oznaczeniu 2JF063A. Dane techniczne dostępne w Internecie informują, że został w nim zastosowany sterownik SED1565. Posiada on zminimalizowaną liczbę

wyprowadzeń (brak portu równoległego), wymaga specjalnego sposobu sterowania układem podwyższania napięcia. Schemat elektryczny interfejsu przedstawiono na rys. 1. Został on uproszczony do niezbędnego minimum – składa się z: układu wyświetlacza (kondensatory C1...C5, gniazdo J2 dla wyświetlacza), układu podświetlenia (D1, D2, R1, R2) oraz złącza SPI do programowania procesora. Układ ATmega8 jest taktowany wewnętrznym oscylatorem RC o częstotliwości 8 MHz. Napięcie zasilania powinno mieścić się w granicach dopuszczalnych dla zastosowanego układu AVR, ale jednocześnie należy pilnować, aby podwyższone w wyświetlaczu napięcie (obecne na kondensatorze C5) nie przekroczyło 18 V. O stopniu podwyższania decydują kondensatory C1...C4. Połączenie ich w sposób widoczny na schemacie powoduje ustawienie tego napięcia na wartość 4 razy większą od napięcia zasilania (układ przeniesiony z telefonu). Eksperymenty wykazały, że odpięcie kondensatora C1 lub C4 powoduje podwyższenie napięcia do około $2,5 \cdot V_{cc}$, a jednoczesne odpięcie C1



Rys. 1.

i C4 daje $2 \cdot V_{cc}$ (wszystkie wartości podane są z dużym przybliżeniem).

Do komunikacji mikrokontrolera z wyświetlaczem używane są 4 linie sygnałowe: SCL, SI, A0, /CS oraz sygnał /RESET. Ten ostatni można na stałe podłączyć do VCC (ponieważ istnieje programowa komenda zerowania) lub połączyć z wejściem zerowania procesora. Przebiegi czasowe związane z przesyłaniem danych pomiędzy mikrokontrolerem, a wyświetlaczem przedstawiono na rys. 2. Komunikacja jest możliwa po podaniu niskiego poziomu na linię /CS. Sygnał A0 informuje wyświetlacz o tym, czy przesyłamy komendę (stan „L”), czy daną do wyświetlenia (stan „H”). Dane są przesyłane bajtami począwszy od najstarszego bitu. Szczegółowe zależności czasowe można znaleźć w dokumentacji sterownika SED1565 dostępnej w Internecie. Zastosowana częstotliwość 8 MHz zapewnia zachowanie wystarczającej rezerwy przed przekroczeniem dopuszczalnych parametrów czasowych. Proce-

dura *BAJTOUT* odpowiada za generację przebiegów na liniach SI oraz SCL, procedury *KOMOUT* oraz *DATAOUT* dbają o właściwe ustawienie linii /CS oraz A0.

Komendy sterujące zostały omówione w tab. 1. Należy pamiętać, że w trybie szeregowy komunikacji nie mamy możliwości odczytu danych, dlatego tabela została okrojona w stosunku do tej z dokumentacji. Niektóre funkcje zostały scalone do jednej komendy, a inne rozłożone na osobne. Argumenty poszczególnych funkcji są podane w kodzie źródłowym.

Dla niektórych funkcji zostały podane zalecane argumenty (takie jak w procedurze LCDINIT). Wyjaśnienie ich zajęłoby zbyt wiele miejsca, a znajomość szczegółów nie jest tu konieczna. Zainteresowanych odsyłam do dokumentacji.

Sterowanie

Pamięć graficzna wyświetlacza jest odwzorowywana bezpośrednio na ekranie w postaci zapalonych (1)

lub zgaszonych (0) pikseli. Ekran jest podzielony na 132 kolumny (wyświetlane są kolumny od 18 do 113) oraz 9 stron. Strona to poziomy pasek o wysokości 8 pikseli (ostatnia strona ma szerokość tylko 1 piksel), które reprezentują kolejne bajty pamięci graficznej. Aby wyświetlić bajt na ekranie wystarczy zaadresować odpowiednią stronę (*PAGESET*), kolumnę (*COLSET*) i wysłać bajt danych (*DATAOUT*). Numer kolumny zwiększa się automatycznie po zapisie do pamięci, dzięki czemu możliwe jest szybsze przesyłanie danych. Po dojeździe do ostatniej kolumny musimy już niestety sami zmienić adres kolumny i strony. Ten sposób organizacji pamięci ułatwia wyświetlanie czcionek o wysokości 8 pikseli. Procedura *ZNAK8x6* pobiera z pamięci programu 6 bajtów, które wysyła kolejno do wyświetlacza jako dane. Pojawiają się one na ekranie w miejscu wcześniej określonym przez wybór strony i kolumny (procedura *ZNAK8x6XY*). Znaki można wygenerować i zapisać w interesującej nas formie (8 bajtów na jeden znak) za pomocą programów *GameboyTileDesigner* oraz *GameboyFontAssistant* dostępnych jako darmowe w Internecie. Procedura *LCDTEXT* wyświetla łańcuch znaków zakończony zerem począwszy od miejsca podanego jako argument (współrzędne XY traktowane jako numer kolumny i wiersza znaków – dla znaków 8x6 pikseli mamy 12 kolumn i 8 wierszy). Procedura *LCDZYSC* wpisuje zera do pamięci graficznej, czyszcząc tym samym ekran.

Krótkiego komentarza wymaga jeszcze procedura *WYSWBMP*. W pliku z rozszerzeniem BMP zawarto

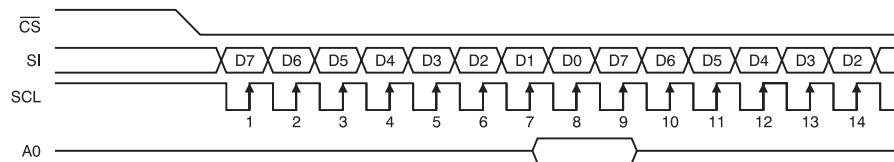
WYKAZ ELEMENTÓW (SMD)

Rezystory
R1, R2: 100 Ω

Kondensatory
C1, C2, C3, C4, C5: 100 nF

Półprzewodniki
D1, D2: diody LED
U1: ATmega8(L)

Inne
J1: złącze programujące (zależne od posiadanego programatora)
J2: złącze „blaszkowe” dla wyświetlacza (patrz opis)
J3: złącze zasilające (goldpin) wyświetlacz 2JF063A od telefonu komórkowego Alcatel OT511



Rys. 2.

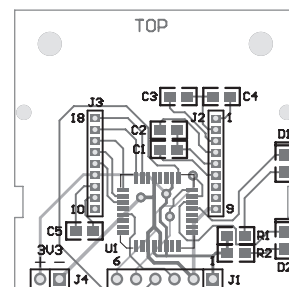
Tab. 1. Komendy sterujące wyświetlaczem 2JF063A ze sterownikiem SED1565

Komenda	Nazwa procedury	AO	Wysyłany bajt (D7...D0)	Funkcja
1a) Display ON	DISPON	0	10101111	Włączenie wyświetlania
1b) Display Off	DISPOFF	0	10101110	Wyłączenie wyświetlania
2) Display start line set	STARTLINE	0	01 (bity 5-0 -> wybór linii)	Wybór numeru pierwszej wyświetlanej linii (umożliwia przesuwanie obrazu w pionie)
3) Page address set	PAGESET	0	1011 (bity 3-0 -> adres strony)	Wybór strony (1 strona = 8 linii pikseli)
4) Column address set	COLSET	0	0001 (bity 3-0 -> bardziej znacząca część adresu kolumny) 0000 (bity 3-0 -> mniej znacząca część adresu kolumny)	Wybór kolumny (jest ich 132, wyświetlanych jest 96 począwszy od kolumny nr 18)
6) Display data write	DATAOUT	1	Dana do wyświetlenia (1-czarny piksel)	Zapisuje daną do pamięci graficznej
8a) ADC select	ADCNORMAL	0	10100000	Brak odbicia lustrzanego w poziomie
8b) ADB select	ADCREVERSE	0	10100001	Odbicie lustrzane w poziomie
9a) Display normal	NORMAL	0	10100110	Pozytyw
9b) Display reverse	REVERSE	0	10100111	Negatyw
10a) Display all points OFF	ALLPOINTSOFF	0	10100100	Wyświetlanie tylko punktów, którym odpowiada 1 w pamięci graficznej
10b) Display all points ON	ALLPOINTSON	0	10100101	Wyświetlenie wszystkich punktów
11a) LCD bias set	LCDBIAS19	0	10100010	Mniejszy kontrast
11b) LCD bias set	LCDBIAS17	0	10100011	Większy kontrast
14) Reset	LCDRESET	0	11100010	Przywrócenie wartości domyślnych dla ustawień
15a) Common output mode select	COMMONNORMAL	0	11000***	Obraz bez odbicia lustrzanego w pionie
15b) Common output mode select	COMMONREVERSE	0	11001***	Obraz w odbiciu lustrzanym w pionie
16) Power control set	POWERSET	0	00101 (bity 2-0 -> tryb zasilania)	Zalecany argument \$07 (szczegóły w dokumentacji)
17) V5 voltage set	V5SET	0	00100 (bity 2-0 -> wybór napięcia)	Regulacja kontrastu
18) Electronic volume set	VOLUMESET	0	10000001** (bity 5-0 -> wybór napięcia)	Wybór napięcia (zalecam \$20)
21) NOP	LCDNOP	0	11100011	Brak operacji

bitmapę zapisaną bajt po bajcie od lewej do prawej strony, od dołu do góry. Pod adresem \$000A (licząc od początku pliku) podano offset bitmapy, czyli adres danych, które możemy bezpośrednio wyświetlić.

Zakładając, że plik jest dopasowany do naszych potrzeb, tzn. posiada rozdzielczość 64x96 i 2 kolory, przetwarzanie pozostałych informacji z pliku jest zbędne. Można zatem pobrać offset, dodać do adresu

Laminat 1mm



Rys. 3.

początku pliku w pamięci i bezpośrednio przesyłać dane bajt po bajcie do wyświetlacza i jest to cała tajemnica działania tej procedury. Zainteresowanych szczegółami struktury pliku BMP odsyłam do informacji dostępnych w Internecie.

Montaż

Oprócz standardowych reguł montażu i projektowania płytki należy uważać, aby żaden element nie znajdował się w miejscu, w którym jest umieszczony układ scalony wyświetlacza. Mogłoby to spowodować niepotrzebne zwiększenie grubości konstrukcji mechanicznej. Obwód drukowany powinien być wykonany na laminacie o grubości nie większej niż 1 mm. Blaszki kontaktowe pod wyświetlacz można odlutować (lub nawet wyrwać) z płytki telefonu. Wyświetlacz można ewentualnie delikatnie przylutować do płytki cienkimi przewodami. Wyprowadzenia są numerowane w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara począwszy od wyprowadzenia umieszczonego w prawym dolnym rogu (patrz na wyświetlacz od tyłu tą samą sygnałową zwróconą w naszym kierunku). Układ można zmontować na jednostronnej płytce o wymiarach mniejszych od wyświetlacza.

Mam nadzieję, że ten zwięzły opis posłuży Czytelnikom do budowy ciekawych urządzeń. Chętnie odpowiem na wszelkie pytania dotyczące powyższej tematyki.

Damian Pejas
om_n@poczta.onet.pl