

Konwerter ASCII - wideo

AVT-5136

Jednym z najczęściej używanych urządzeń przeznaczonych do komunikacji układów mikroprocesorowych ze światem zewnętrznym jest wyświetlacz alfanumeryczny. W sposób nieskomplikowany można przedstawić na nim ciągi liter, cyfr a nawet indywidualnie zdefiniowanych symboli. Kilkadziesiąt znaków, jakimi dysponuje, najczęściej w zupełności wystarcza do realizacji interfejsu użytkownika.

Rekomendacje:

konwerter może być wykorzystany na przykład na wystawach lub pokazach do wyświetlania informacji alfanumerycznych na ekranie telewizora.



PODSTAWOWE PARAMETRY

- Płytko o wymiarach 56x45 mm
- Zasilanie 7...12 VDC
- Sterowanie przez port szeregowy
- Parametry transmisji: 9600 b/s, brak kontroli parzystości, 8 bitów danych i 1 bit stopu
- Wyjście wideo (połączenie z telewizorem przez composite video-in lub piny 17 i 20 złącza EuroScart)
- Liczba wyświetlanych znaków: 236 (w tym standardowe zachowane w pamięci nieulotnej oraz zapisywane przez użytkownika)
- Matryca znaku: 5x7



Przedstawione w artykule urządzenie przypomina zwykły wyświetlacz alfanumeryczny, tyle że rozmiarowo jest dużo większy niż standardowy LCD. Do wizualizacji wykorzystuje... odbiornik TV. Użycie telewizora, nawet najzwyklejszego 21", sprawia, że połączenie takie sprawdza się wszędzie, gdzie odległość obserwatora jest dużo większa niż podczas czytania małego ciekłokrystalicznego „okienka”.

Prezentowane urządzenie jest pewnego rodzaju konwerterem zamieniającym znaki ASCII na obraz wideo sformowany w 7 wierszy po 18 znaków każdy. Jest on dołączony do odbiornika telewizyjnego bądź przez wejście *composite video-in* (gniazdo chinch oznaczone kolorem żółtym), bądź przez piny złącza EuroScart (nr 17 i 20). Oprócz standardowych znaków ASCII, które można wysłać na ekran, użytkownik ma dostęp do polskich liter diakrytycznych zgodnych z normą Windows Latin-2 1250, a także kilkudziesięciu dowolnie definiowalnych symboli (na przykład jako linii ramek, prostych emotikonów, liter innych alfabetów). Obsługa konwertera jest uproszczona do maksimum, gdyż interfejsem pośredniczącym między wyświetlaczem a jednostką generującą napisy jest standardowe asynchroniczne łącze szeregowe RS232. Użytkownik ma do wyboru trzy tryby pracy

urządzenia opisane w dalszej części. W artykule pominięto dokładny opis sygnału wideo, zainteresowani natomiast znajdą wyczerpujące informacje na jego temat w felietonie pt. „Telewizja” Arkadiusza Bartolda (EdW 5-8/98) oraz w projekcie Piotra Wójtowicza „Gra telewizyjna Squash” (EdW 11/2004), które jasno objaśniają wszystkie detale pozwalające zrozumieć jego powstawanie. Skrótoowo i najogólniej rzecz ujmując, by „narysować” coś na ekranie telewizora (obraz monochromatyczny) należy dysponować przynajmniej trzema napięciami. Są to: 0 V – poziom synchronizacji, około 0,3 V – poziom wygaszania (poziom czerni) oraz około 1 V – poziom bieli. Mając do dyspozycji mikrokontroler łatwo zrealizować prosty przetwornik C/A korzystając zaledwie z dwóch jego wyprowadzeń i dwóch dodatkowych rezystorów (R3 i R4). Biorąc pod uwagę impedancję wejścia wideo 75 Ω, wartości oporników powinny wynosić 470 Ω i 910 Ω, co daje cztery możliwe napięcia: 0 V, 0,33 V, 0,64 V, 0,97 V. Oczywiście konieczne jest, by wyjścia mikrokontrolera, na którym zrealizowano taki przetwornik były typu push-pull. Napięcie 0,64 V odpowiada za kolor szary i nie jest wykorzystywane

w tym projekcie. Obraz wideo tworzony jest przez naprzemienne wyświetlanie półobrazów nieparzystego i parzystego (z częstotliwością 25 Hz), które składają się z 289 poziomych linii każdy. Linia natomiast to impuls synchronizacji (4 μ s), okres wygaszania (8 μ s) i właściwy obraz (52 μ s). Co 20 μ s (zarówno po wyświetleniu obrazu nieparzystego jak i parzystego) następuje synchronizacja pionowa, która jest sekwencją ściśle określonych impulsów.

W projekcie zastosowano mikrokontroler PIC16F876A pracujący z oscylatorem kwarcowym 20 MHz, co przy uwzględnieniu 4 taktów zegara na jeden cykl maszynowy rodziny M18C PIC daje kwant czasu równy 200 ns. Wszystkie zależności czasowe w układzie są więc wielokrotnością tego interwału. Sygnały, których specyfikacja wymaga by trwały czas inny niż $n \cdot 200$ ns (np. impuls przedni wyrównawczy 2350 ns: 0 V – 29650 ns; 0,3 V) bez uszczerbku na działaniu układu zostały zaakragłone, jednak tak, by ich sumaryczny okres pozostał bez zmian. Dla powyższego przykładu przyjęto więc: 2400 ns zamiast 2350 ns, ale 29600 ns zamiast 29650 ns – okres pozostał niezmienny. Translacji sygnałów z poziomu logicznego do poziomu RS232 dokonuje MAX202 wraz z czterema kondensatorami 100 nF. Równie dobrze można użyć układ MAX232 lub jego odpowiednik, ale trzeba pamiętać wtedy o zwiększeniu wartości pojemności C2, C3, C8 i C9. Parametry transmisji to 9600 b/s, brak kontroli parzystości, 8 bitów danych i 1 bit stopu. Zastosowany mikrokontroler posiada funkcję Power-Up Reset, elementy R2–C12–R7 tworzą dodatkowy, zalecany przez producenta (Microchip) układ na linii ~MCLR. Wtyk łącza szeregowego jest standardowym złączem DB9. Jest on typu żeńskiego, gdyż konwerter ASCII-wideo jest urządzeniem podrzędnym w stosunku do układu generującego napisy (komputer PC lub sterownik mikroprocesorowy) i pasuje do każdego 9-pinowego męskiego gniazda COM. Dioda D2 zabezpiecza układ przed niewłaściwą polaryzacją napięcia zasilającego, które powinno wynosić 7...12 VDC. W urządzeniach generujących obraz wideo (typu *composite*), a więc w magnetowidach, odtwarzaczach DVD, grach telewizyjnych, tunerach satelitarnych itp., impedancja wyjściowa nadajnika powinna być równa impedancji wejściowej odbior-

nika i wynosić 75 Ω (dopasowanie impedancyjne). Nie trudno zauważyć, że impedancja wyjściowa prezentowanego konwertera jest większa i wynosi około 300 Ω . Praktycznie jednak, w prezentowanym urządzeniu nie ma to żadnego znaczenia. Częstotliwość generowanego sygnału to w porywach 2,5 MHz, a więc i zastosowanie nawet długiego, najzwyczajszego, choćby stumetrowego przewodu nie wpływa negatywnie na jakość obrazu (sprawdzone doświadczalnie).

Tryb TERMINAL

W tym trybie obie zworki F1 i F2 powinny być rozwarte. Jest to tryb, który pozwala, z poziomu jakiegokolwiek terminala szeregowego (np. standardowego windowsowego HyperTerminala), na bezpośrednie przesyłanie tekstu na wyświetlacz (odbiornik TV) znak po znaku w takt wprowadzania go z klawiatury. Istnieje również możliwość korzystania z funkcji przechodzenia do nowej linii <Enter> oraz usuwania ostatniego znaku <Backspace>. Korzystając z windowsowego HyperTerminala należy upewnić się, że zaznaczona jest opcja *Delete-H* w okienku *Ustawienia->Właściwości->Klawisz Backspace wysyła*, która odpowiada za poprawne działanie klawisza Backspace (usuwanie ostatniego znaku). Wpisujący tekst – oprócz wyświetlania na ekranie telewizora – zwracany jest do terminala domyślną opcją echa. Dodatkowe opcje to: możliwość zapisu całego tekstu do nieulotnej pamięci EEPROM, czyszczenie obrazu jednym poleceniem, wyświetlanie jednego z dwóch możliwych kursorów lub jego wyłączenie (kursor zawsze znajduje się za ostatnio wprowadzonym znakiem).

Tryb COMPUTE

W tym trybie F1 jest zwarta, a F2 rozwarta. Oprócz zapisu możliwy jest również odczyt dowolnej komórki wyświetlanej matrycy i swobodne poruszanie się po niej w zależności od zadanego adresu (rozwiązanie takie jest w pewnych sytuacjach bardziej korzystne niż wpisywanie znaków jeden po drugim). Podobnie jak w trybie Terminal, istnieje w nim możliwość włączenia/wyłączenia echa, czyszczenia obrazu jednym rozkazem, włączenia jednego z dwóch możliwych migających kursorów, a także zapisania wyświetlanego tekstu do nieulotnej pamięci EEPROM. Należy zaznaczyć, że w tym trybie nie działa-

ją klawisze <Enter> i <Backspace> (wprowadzają one tylko pusty znak), a kursor nie podąża za ostatnio wpisanym znakiem, lecz pozostaje tam, gdzie został pierwotnie zapisany.

Aby zapisać znak *X* do komórki o adresie *n* należy wysłać do układu sekwencję:

```
ZAPIS (0xFF), ADRES (n), DANA (X)
```

natomiast odczyt komórki o adresie *n* to:

```
ODCZYT (0xFE), ADRES (n)
```

– do łącza szeregowego zostanie wysłana wartość *X* – kod ASCII znaku znajdującego się pod adresem *n*.

Domyślnie, po włączeniu urządzenia, znajduje się ono w trybie zapisu z komórką adresu ustawioną na początku wyświetlacza ($n=1$). Po każdym zapisie, adres jest inkrementowany tak długo, aż nie zostanie wprowadzony *ZAPIS* lub *ODCZYT*. Aby skorzystać z jednej z kilku innych dostępnych komend (np. czyszczenie obrazu, wyłączenie echa itd.) należy wysłać ją tak, jak zapisywałoby się zwykły znak (pod dowolny adres). Pierwsza komórka (adres $n=1$) znajduje się w lewym górnym rogu, kolejne natomiast adresy ułożone są kolejno do prawej strony i następnie z góry w dół.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R6, R7: 10 k Ω

R3: 470 Ω

R4: 910 Ω

R2, R5: 1,2 k Ω

Kondensatory

C2, C3, C8, C9, C12: 100 nF

C1, C4, C7: 100 nF (1206)

C5, C6: 22 pF

C10, C11: 10 μ F/16 V

Półprzewodniki

U1: PIC16F876A

U2: MAX202

V1: 78L05

D2: 1N4003

LED: dioda LED zielona niskoprądowa

Inne

X1: rezonator kwarcowy 20 MHz

OUT – gniazdo chinch wyjście wideo

PWR: gniazdo zasilające

F1, F2: zworki

RS: złącze DB9 żeńskie

podstawka precyzyjna DIL28 0,3"























































Tryb EEPROM

Stan zworki F1 jest obojętny, zworka F2 powinna być zwarta. W tym trybie można statycznie wyświetlać obraz alfanumeryczny zachowany w nieulotnej pamięci EEPROM (zapamiętanie następuje

po wydaniu komendy <Ctrl-W> w jednym z dwóch powyżej opisanych trybów). Dodatkowo, zaraz po włączeniu konwertera, do łącza szeregowego wysyłany jest cały zachowany napis (126 znaków). Daje to możliwość przechycenia go i zapi-

sania do pliku, który w przyszłości można użyć do ponownego wysłania. W HyperTerminalu do tego celu należy użyć *Transfer->Przechwyć tekst...* i *Transfer->Wyślij plik tekstowy...* W tym trybie nie istnieje możliwość edycji obrazu.

Tab. 1. Definicje znaków zawartych w pamięci konwertera

0					
1	zarezerwowane	136	znak 	175	znak 
2	komenda: włącz kursor <Ctrl-U> (UNDERLINE)	137	znak 	176 178	znak niezdefiniowany
3	komenda: wyłącz kursor <Ctrl-C>	138	znak 	179	znak 
4	znak: kursor UNDERLINE (aktywny)	139	znak 	180 184	znak niezdefiniowany
5	komenda: włącz echo <Ctrl-E>	140	znak 	185	znak 
6	znak: kursor BLOCK (aktywny)	141	znak 	186 197	znak niezdefiniowany
7	znak niezdefiniowany	142	znak 	198	znak 
8	komenda: usuń ostatni znak <BackSpace> (tylko tryb Terminal)	143	znak 	199	znak 
9	znak niezdefiniowany	144	znak 	200 201	znak niezdefiniowany
10	zarezerwowane	145	znak 	202	znak 
11	znak niezdefiniowany	146	znak 	203 208	znak niezdefiniowany
13	komenda: przejdź do nowej linii <Enter> – tylko tryb Terminal	147	znak 	209	znak 
14	komenda: wyłącz echo <Ctrl-N>	148	znak 	210	znak niezdefiniowany
15	znak niezdefiniowany	149	znak 	211	znak 
20	znak niezdefiniowany	149	znak 	211	znak 
21	komenda: włącz kursor <Ctrl-B> (BLOCK)	150	znak 	212 229	znak niezdefiniowany
22	znak niezdefiniowany	151	znak 	230	znak 
23	komenda: zapisz obraz do pamięci EEPROM <Ctrl-W>	152	znak 	231 233	znak niezdefiniowany
24	znak niezdefiniowany	153	znak 	234	znak 
26	znak niezdefiniowany	153	znak 	234	znak 
27	komenda: wyczyść cały ekran <Escape>	154	znak 	235 240	znak niezdefiniowany
28	znak niezdefiniowany	155	znak 	241	znak 
31	znak niezdefiniowany	155	znak 	241	znak 
32	Standardowe znaki ASCII	156	znak 	242	znak niezdefiniowany
127	Standardowe znaki ASCII	156	znak 	242	znak niezdefiniowany
128	znak 	157	znak 	243	znak 
129	znak 	158	znak 	244 248	znak niezdefiniowany
130	znak 	159	znak 	249	kursor BLOCK (wygaszony)
131	znak 	160 162	znak niezdefiniowany	250	znak 
132	znak 	163	znak 	251	kursor UNDERLINE (wygaszony)
133	znak 	164	znak niezdefiniowany	252 253	zarezerwowane
134	znak 	165	znak 	254	komenda: czytaj (tylko tryb COMPUTE)
135	znak 	166 174	znak niezdefiniowany	255	komenda: zapisz (tylko tryb COMPUTE)

					000000b = 0x00	› retlw 0x00;	tabela 1, wiersz 97
					000000b = 0x00	› retlw 0x00;	tabela 2, wiersz 97
					011100b = 0x10	› retlw 0x1C;	tabela 3, wiersz 97
					000010b = 0x02	› retlw 0x02;	tabela 4, wiersz 97
					011110b = 0x1E	› retlw 0x1E;	tabela 5, wiersz 97
					100010b = 0x22	› retlw 0x22;	tabela 6, wiersz 97
					011110b = 0x1E	› retlw 0x1E;	tabela 7, wiersz 97

Rys. 1. Sposób definiowania czcionki

Wyboru trybu pracy konwertera dokonuje się bezpośrednio po włączeniu urządzenia, co oznacza, że zmiana stanu zworek w trakcie pracy nie odnosi żadnego skutku. Wyświetlane znaki są zdefiniowane według standardowej czcionki 5x7 (tak naprawdę 6x7, przy czym ostatnia, szosta kolumna stanowi odstęp dla następnego znaku). Urządzenie było testowane na wielu różnych telewizorach (od dwudziestoletnich „zabytków”, po nowoczesne LCD). Wnioskiem z eksperymentów było to, by zastosować pewne marginesy pionowe po lewej i prawej stronie, gdyż zdarzało się, że obraz bywał „obcięty” (zaczynał się i/lub kończył poza ekranem). Marginesy te to po prostu wyświetlany zestaw czarnych linii, które trwają przez 6 μs przed i 2,6 μs po sygnale wygaszania poziomego. Pomiedzy tymi marginesami następuje wyświetlanie właściwego obrazu. Program został napisany w assemblerze rodziny Midrange PIC w środowisku MPLAB IDE, kody źródłowe są dostępne na stronie www.ep.com.pl/archiwum. Projekt został podzielony na cztery pliki *.asm, które odpowiadają czterem stronom pamięci programu mikrokontrolera PIC16F876A (2 k słowa każda). Użytkownika, który będzie chciał zdefiniować własne znaki zainteresuje na pewno strona trzecia (PAGE_3). Znajdują się na niej definicje wszystkich możliwych do użycia symboli. Są one ułożone w siedmiu tabelach po 252 wiersze każda. Tabela pierwsza to pierwszy (górny) rząd czcionki, tabela druga to drugi rząd czcionki, trzecia – trzeci,

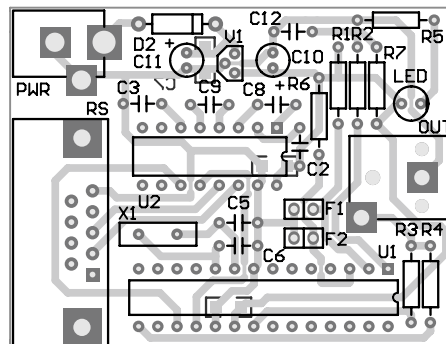
(...), siódma – siódmy. Numer wiersza to kod ASCII danego znaku. Przykładowo, definicja litery ‘a’ znajduje się w każdym dziewięćdziesiątym siódmym wierszu tabeli (97 to kod ASCII litery ‘a’). Zasadę wyjaśniono na rys. 1.

W tab. 1. przedstawiono definicje wszystkich preinstalowanych znaków z uwzględnieniem wolnych miejsc, w których mogą być umieszczane znaki zdefiniowane przez użytkownika. Fragment programu formujący znaki w obraz wideo przedstawiono na list. 1. Rysowanie od lewej strony do prawej zrealizowane jest przez przesuwanie rejestru portu B w prawo; pin numer 0 tego portu jest częścią prostego przetwornika C/A generującego trzy potrzebne napięcia do stworzenia telewizyjnej grafiki monochromatycznej.

Program został napisany tak, by każdy pełny obraz trwał dokładnie 40 ms, dzięki czemu nawet podczas wprowadzania na ekran znaków nie występuje żadne, nawet najmniejsze migotanie. Pamiętać jednak należy o tym, by znaki kierowane do portu szeregowego wprowadzać nie częściej niż co 20 ms, gdyż w przeciwnym razie, pomimo stabilności wyświetlania, zostaną one stracone. Interwał dwudziestu milisekund nie stanowi problemu, gdy znaki wprowadzane są z klawiatury, jeżeli natomiast korzysta się z opcji HyperTerminala *Wyślij plik tekstowy...* w zakładce *Właściwości –> Ustawienia –> Ustawienia ASCII* należy wpisać *Opóź-*

```

List. 1. Fragment programu formujący znaki w obraz wideo
movlw X13Y3
movwf PORTB
nop
rrf PORTB, F
nop
rrf PORTB, F
nop
rrf PORTB, F
nop
rrf PORTB, F
nop
rrf PORTB, F
movlw X14Y3
movwf PORTB
nop
rrf PORTB, F
    
```



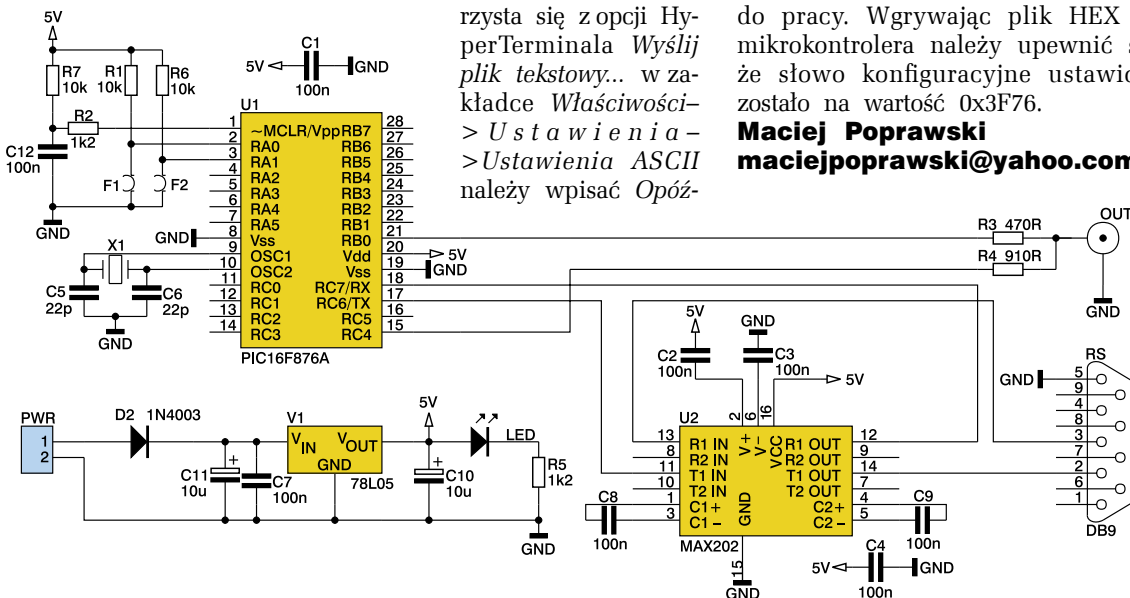
Rys. 3. Schemat montażowy konwertera

nienie znaku 20ms (lub więcej). Jedyna sytuacja, która powoduje chwilowe załamanie się wyświetlania poprawnego obrazu to zapis zrzutu ekranu do pamięci EEPROM, który trwa około 600 ms.

Montaż i uruchomienie

Schemat ideowy konwertera przedstawiono na rys. 2, zaś na rys. 3 schemat montażowy. Montaż i uruchomienie nie powinny sprawić żadnych kłopotów. Po zaprogramowaniu mikrokontrolera układ od razu jest gotowy do pracy. Wgrywając plik HEX do mikrokontrolera należy upewnić się, że słowo konfiguracyjne ustawione zostało na wartość 0x3F76.

Maciej Poprawski
maciejpoprawski@yahoo.com



Rys. 2. Schemat elektryczny konwertera