

Uniwersalny moduł z mikrokontrolerem '652, część 1

Płytki sterownika

kit AVT-494



Moduły z mikrokontrolerami cieszą się wśród naszych Czytelników dużym powodzeniem. Dzięki nim można szybko i stosunkowo tanio wykonać samodzielnie dowolny układ sterowania.

Od tego numeru rozpoczynamy prezentację serii prostych, typowo zbudowanych modułów, których możliwości zwiększa wbudowany sprzętowy interfejs szeregowy I²C.

Rozpoczynamy od „mózgu“ systemu - płytki bazowej mikrokontrolera.

System Mini652 nie jest pojedynczym urządzeniem, ale zestawem oddzielnych modułów. Opracowano go przy następujących założeniach:

1. Ma służyć jako zestaw startowy i rozwojowy do nauki praktycznego stosowania sprzętowego interfejsu I²C, używanego w niektórych mikrokontrolerach jednokładowych serii MCS-51.

2. Ma stanowić bazę sprzętową do szybkiego konstruowania niewielkich aplikacji mikroprocesorowych, zwłaszcza ze wspomnianym wyżej interfejsem.

Tu kilka słów komentarza do przyjętych założeń.

Ad 1. O magistrali I²C napisano ostatnio w EP mnóstwo, więc ogólnych zasad nie ma co powtarzać. Można jedynie zauważyć, że standard - chociaż już leciwy - ma się znakomicie. Powstają wciąż nowe układy z tą magistralą i nawet producenci dysponujący własnym, chętnie stosowanym interfejsem wprowadzają odmiany układów z I²C (na przykład układ DS1621 jest opartą na I²C wersją znanego termometru/termostatu DS1620). Można prawie tylko na bazie układów I²C zbudować wielofunkcyjny, zaawansowany system mikroprocesorowy. Jednocześnie, znaczne rozpowszechnienie układów owocuje - co jest dla nas amatorów bardzo istotne - łatwą ich dostępnością oraz niską ceną.

Natomiast zniechęcające może być oprogramowanie I²C, zwłaszcza w bardziej rozbudowanych systemach. Sprawę radykalnie ułatwia opracowany specjalnie w tym celu sprzętowy, zorientowany bajtowo, interfejs szeregowy Philipsa, stosowany w niektórych odmianach serii '51 (np. 80C652, 80C552, 80CE580).

Określenie "sprzętowy" oznacza samodzielną realizację wszystkich szczegółów protokołu, współpracę z rejestrami SFR oraz układem przerwań. Zorientowanie bajtowe umożliwi natomiast - jak sama nazwa wskazuje - operowanie w realizacji transmisji pełnymi bajtami danych (to ułatwienie doceni każdy, kto implementował I²C wyłącznie programowo albo stosował interfejs bitowy z 80C751/752). Do dokładniejszego opisu wrócę później.

Ad 2. Modułowa budowa i połączenie na ogół czterema przewodami (VCC, GND, SDA, SCL) stwarzają idealną bazę wyjściową do szybkiego zaprojektowania i montowania własnego urządzenia. Bardzo ułatwiony jest dobór obudowy, wygląd zewnętrzny, dopasowanie folii czołowej, montaż mechaniczny itp. (czyli elementy sprawiające w warunkach amatorskich sporo kłopotów).

Struktura systemu jest otwarta: jeśli nie odpowiada nam jakiś moduł albo jakiegoś brakuje, to szybko możemy opracować własny. Spójne i uniwersalne oprogra-

owanie interfejsu pozwoli bez problemu dołączyć nowy moduł do systemu. Jednocześnie, jeśli jakieś funkcje są zbędne, po prostu nie wstawiamy modułu oszczędzając elementy i miejsce.

Nie jest to oczywiście nowy pomysł: płytek uniwersalnych i rozwiązań modułowych powstało wiele, jednak konstruktor - praktyk doceni chyba prostotę aplikacyjną prezentowanego obecnie rozwiązania (przykład zastosowania opisuję dalej).

Opis komponentów

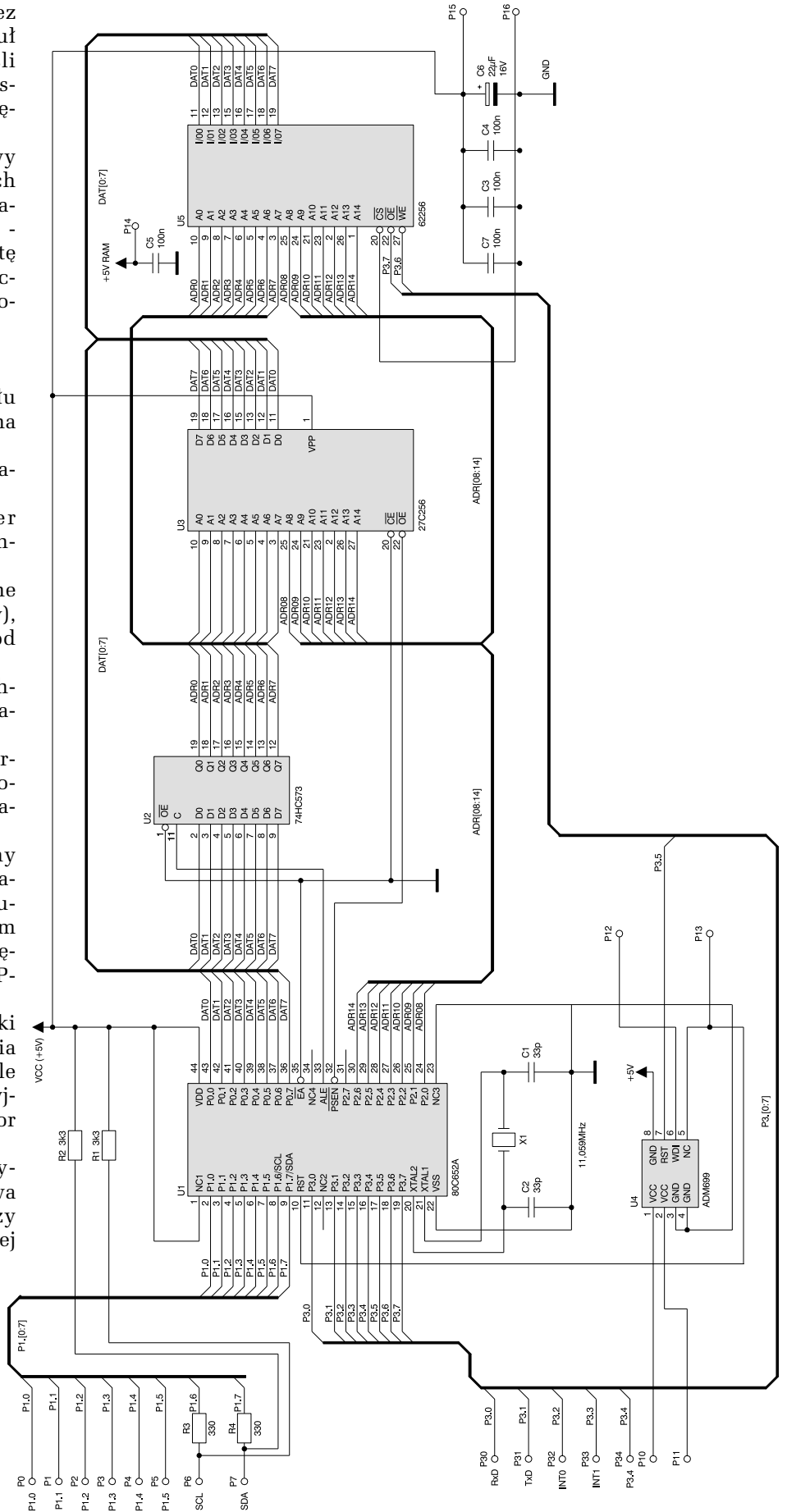
Schemat elektryczny modułu mikrokontrolera przedstawiono na rys. 1.

Założenia projektowe płytki bazowej były następujące:

- zastosować mikrokontroler z wbudowanym sprzętowym interfejsem I²C;
- zasilanie płytki - zewnętrzne (bez własnych stabilizatorów), przyjmowane w zależności od wymagań aplikacji;
- konieczny układ resetu/watch-doga dla zapewnienia niezawodnej autonomicznej pracy;
- wyposażić płytkę w duże rezerwy pamięci, co zapewni swobodę przygotowywania oprogramowania;
- zastosować układ tradycyjny z zewnętrzną pamięcią programu w EPROM, co umożliwi uruchamianie z wykorzystaniem najbardziej popularnych narzędzi (symulator i programator EPROM);
- zminimalizować wymiary płytki w celu umożliwienia stosowania w niewielkich obudowach, ale raczej przy zachowaniu tradycyjnego montażu (np. procesor w podstawce).

Pierwotnie, według powyższych założeń, powstały dwa warianty sterownika: pierwszy oparty na płytce jednowarstwowej oraz małej dwuwarstwowej bez metalizacji - możliwych do wykonania samodzielnie (choć wymagany jest wysoki poziom precyzji obróbki). Drugi natomiast z użyciem gotowej, profesjonalnie wykonanej płytki dwuwarstwowej z metalizacją otworów. Tej właśnie wersji poświęcimy dalszy opis.

Nie dało się jednak całkowicie uniknąć elementów



Rys. 1. Schemat elektryczny układu.

SMD, ale montaż jest możliwy przy odpowiedniej staranności. Warianty z różnymi zastosowanymi elementami różnią się także układem watchdoga oraz użytym rezonatorem kwarcowym - wynikało to ze stanu moich zapasów podczas opracowania prototypu, a także z oceny dostępności elementów w przyszłości. Natomiast podstawowa aplikacja mikroprocesora jest taka sama. Jako wersję podstawową opiszę wariant z drukiem dwustronnym.

Zastosowanym procesorem U1 jest 80C652 w obudowie PLCC44. Jest on prawie identyczny z podstawowym '51, z tym że posiada interfejs I²C, a także rozszerzoną do 256B pamięć wewnętrzną. Zatrząsk U2 typu 74HC573 zapewnia wyodrębnienie z wyjścia portu P0 młodszego bajtu adresu, wpisywanego sygnałem strobojącym ALE. Jako pamięć programu służy U3 - EPROM 27C256 o pojemności 32kB, umieszczony w podstawce precyzyjnej. Pod podstawką (po wycięciu środkowej poprzeczki) jest ulokowana pamięć danych U5 - układ 62256 w wersji SMD (także 32kB).

Zewnętrzna pamięć RAM oraz pamięć EPROM o dużej pojemności, w połączeniu z rozszerzoną pamięcią wewnętrzną procesora, dają naszej „jednostce centralnej“ duże możliwości obliczeniowe (nie do osiągnięcia dla „małych braci“ typu np. 2051), a nam swobodę programową. Widać to zwłaszcza podczas stosowania C. Nie trzeba kłopotać się o przepełnienie stosu i rozmiar kodu, przy dłuższych buforach danych itd., itp.

Rzecz jasna zamierzamy stosować sterownik, w którym, jeśli RAM zewnętrzny na pewno nie będzie potrzebny - po prostu go nie wlotowujemy. Przy czym - przy obecnych cenach elementów - takie nadmiarowe rozwiązanie nie podnosi zbyt mocno kosztu płytki.

Oscylator pracuje z kwarcem X1 o częstotliwości 11,059MHz, dobranej pod kątem optymalizacji wszelkiego rodzaju transmisji RS232C. Oczywiście, można stosować także inne, ale należy pamiętać o ewentualnych zmianach konfiguracyjnych określających szybkości transmisji (UART i I²C) i okresy timerów. W celu uzyskania małej wysokości płytki należy wlotować kwarc niskoprofilowy, jeśli oczywiście jest to montażowo potrzebne.

W obwodzie zasilania zastosowano kilka kondensatorów filtrujących (C3..C7). Rezygnacja z lokalnego stabilizatora na płycie jest celowa, umożliwia zmniejszenie rozmiarów, a także dostosowanie źródła zasilania do potrzeb aplikacji (zwykle stabilizatory przy zasilaniu sieciowym, *Low Drop* przy bateryjnym, a impulsowe przy ograniczeniach termicznych lub zasilaniu z pojedynczych ogniw itd.).

Zasilanie RAM jest wydzielone (P14, C5), co umożliwia w razie potrzeby łatwe dołączenie obwodu podtrzymania zawartości pamięci. Jeśli jest to niepotrzebne, to P14 i P15 łączymy ze sobą.

Linie SDA i SCL są wyposażone w rezystory podciągające R1 i R2. Typowa wartość to 3,3k Ω , ale może być nieco inna (wypadkowy prąd podciągania nie powinien przekraczać przy zwarcu do masy 3mA). W tych liniach zastosowano także rezystory R3, R4 (rzędu 220..330 Ω) ograniczające przenikanie zakłóceń w.c.z. do sterownika. Przy krótkich połączeniach, w niewielkiej obudowie, R3 i R4 można z powodzeniem pominąć (zastąpić zworkami).

Jako układ resetu/watchdoga U4 przewidziałem DS1232 (Dallas Semiconductor), dobrze nadający się do naszej aplikacji. Ma on dwa komplementarne wyjścia resetu, możliwość podłączenia przycisku (przycisk włączamy pomiędzy pin 1 - BT i masę - pin jest wewnętrznie podciągnięty do zasilania rezystancją ok. 10k Ω i układ ma wbudowaną sprężynę filtrację drgań zestyków przycisku).

Ciekawą cechą DS1232 jest programowanie tolerancji oraz czasu opóźnienia resetu poprzez odpowiednie podłączenia pinów 2 -

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R2: 3,3k Ω SMD-1206

R3, R4: 330 Ω SMD-1206

Kondensatory

C1, C2: 33pF ceramiczne

C7: 100nF ceramiczny SMD-1206

C3, C4: 100nF ceramiczne

C5: 100nF ceramiczny SMD-0805

C6: 22 μ F/16V tantal

Półprzewodniki

U1: 80C652 PLCC44

U2: 74HC573

U3: 27C256

U4: DS1232

U5: 62256 SMD (SO-28)

Różne

X1 - rezonator kwarcowy 11.059

MHz zwykły lub niskoprofilowy

podstawka PLCC44 pod procesor,

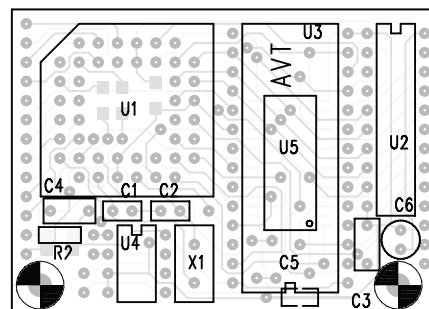
podstawka precyzyjna DIL28 pod

EPROM

TD (opóźnienie) i 3 - TOL (tolerancja napięcia) - patrz **tab. 1**.

Czas impulsu resetu wynosi ok. 250 ms. Kasowanie wewnętrznego timera watchdoga następuje przez podanie zbocza opadającego na wejście ST. Wyjścia resetu przy zaniku napięcia są aktywne do poziomu zasilania 2,0V.

W tym zastosowaniu przyjąłem czas opóźnienia 0,6s (można zmienić przez podanie masy lub zasilania do P11) i resetowanie przy napięciu mniejszym od 4,75V. Ewentualny zewnętrzny przycisk resetu włączamy pomiędzy P10 i masę (do P10 można też w trakcie uruchamiania dołączyć reset poziomem *Low* z symulatora - niektóre, jak np. Picco 512, mają takie wyjście - co dość znacznie usprawnia proces przeładowania programu). Kasowanie watchdoga jest dołączone do linii P3.5 procesora - należy pamiętać, aby



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

Tab. 1.

TIME-OUT [ms]			
TD	MIN	TYP	MAX
GND	62,5	150	250
Float	250	600	1000
Vcc	500	1200	2000
TOL Reset przy spadku zasilania poniżej[V]:			
GND	4,75		
Vcc	4,50		

każdy nowy program zaczynać od sekwencji obsługi watchdoga!

Oba wyjścia RST są dodatkowo wyprowadzone na P12 i P13 do ewentualnego wykorzystania urządzenia zewnętrznego (należy pamiętać, że wyjście niskie jest typu „otwarty dren“). Można np. w trakcie uruchamiania podłączyć do P12 LED, zasilany przez rezystor z VCC, aby obserwować jak często resetuje się pisany program.

Podłączenie płytki jest dla oszczędzenia miejsca realizowane poprzez punkty lutownicze do wlutowania przewodów (choćby mogły być też goldpiny). Celowo zrezygnowałem z wyprowadzenia magistral i sygnałów sterujących: nie zakładam ich stosowania, jeśli okażą się potrzebne to znaczy, że należy wybrać inną płytkę bazową.

Układ 62256 SMD jest zmontowany na niewielkiej, dwuwarstwowej płytce, którą trzeba wpasować pomiędzy grubsze odcinki nóżek podstawki precyzyjnej DIL28 (z wyciętą środkową poprzeczką) i delikatnie, z małą ilością lutu, przylutować do tych nóżek.

Minipłytką jest zaprojektowana tak, że można ją wykonać bez metalizacji otworów i przelotki

wykonać srebrzanką (później należy nadmiar lutownia i srebrzanki zeszlifować). Rozmieszczenie elementów przedstawiono na **rys. 2**, a widok mozaiki ścieżek znajduje się na wkładce wewnątrz numeru.

Wyprowadzenia WR, RD i VCC RAM są zakończone punktami lutowniczymi do połączenia srebrzanką z płytką procesora, na której odpowiednie linie są podciągnięte w dogodnym miejscu. Każdy etap (przelotki, lutowanie SMD) pośredni należy dokładnie zwerifikować pod kątem jakości połączeń i zwarć, gdyż późniejsze poprawki są albo niemożliwe, albo bardzo utrudnione. Należy zauważyć, że taka podstawka może radykalnie zwiększyć możliwości posiadanych modułów uniwersalnych bez pamięci RAM (WR i RD możemy połączyć przewodami nawet dłuższymi - przy stosowanych częstotliwościach powinno to działać bez kłopotów). Widać też, że w systemie przewidziano tylko pojedyncze układy EPROM i RAM - wejścia wyboru układów CE są połączone i przewidziane do dołączenia na stałe do masy.

Jerzy Szczesiul, AVT
