

Emulator DS5000 i innych mikrokontrolerów rodziny '51, część 1

AVT-5029



Firma Dallas Semiconductor (USA) jest znana z opracowania wielu mikrokontrolerów opartych na architekturze 8051, ale znacznie udoskonalonych i wyposażonych w różne dodatkowe funkcje użytkowe. W artykule zajmiemy się układami nieco starszymi. Są one określane przez producenta wspólną nazwą „Soft microcontrollers“ i obejmują kilka typów układów, z których najprostszym jest DS5000.

Układ DS 5000 był już dosyć dawno opisywany skrótowo na łamach Elektronika Elektora oraz Elektroniki Praktycznej, ale bez przykładów praktycznego zastosowania. Obecnie proponujemy ze-

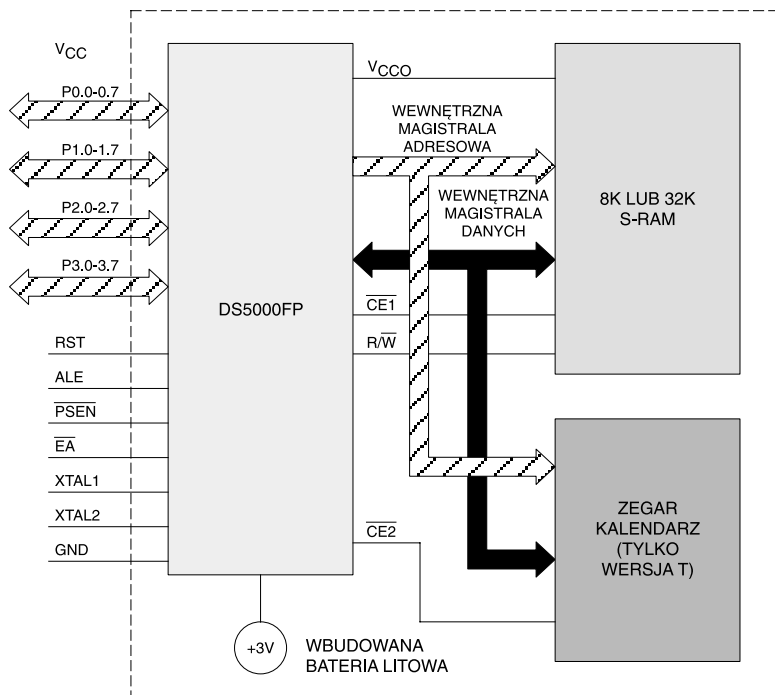
staw sprzętowo-programowy oparty właśnie na układzie DS5000. Rozpocniemy od przypomnienia niektórych (bo pełne opisy zajmują kilkadziesiąt stron podręcznika), najważniejszych właściwości tego mikrokontrolera.

Skrócona charakterystyka DS5000

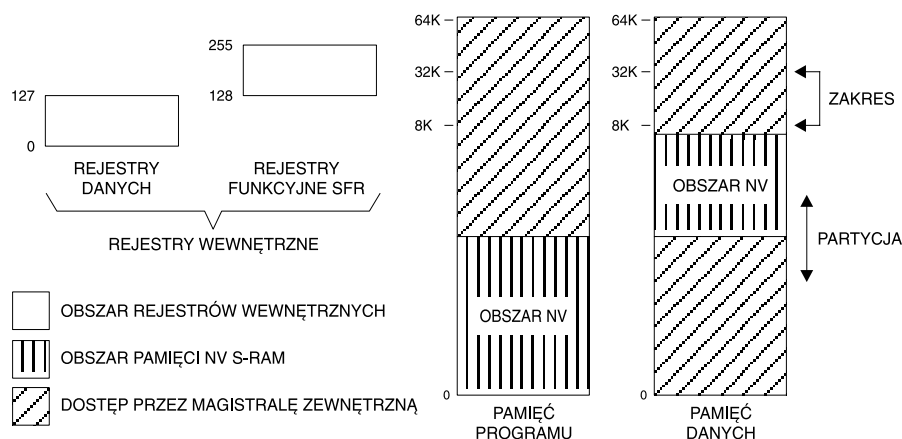
DS5000 jest wbudowanym w obudowę DIL40 (tylko wyższą niż typową) kompletnym, 8-bitowym systemem mikroprocesorowym zawierającym (schemat blokowy układu przedstawiono na rys. 1):

- jednostkę centralną DS5000FP,
- pamięć SRAM 8kB lub 32kB (w zależności od wersji),
- litową baterię podtrzymującą o trwałości 10 lat,
- dodatkową wewnętrzną magistralę dostępu do pamięci,
- w wersji „T“ układu - zegar/kalendarz DS1215 z dostępem szeregowym.

Mikrokontroler DS5000FP jest całkowicie zgodny z mikrokontrolerami serii '51. Nie wymaga dodatkowych rozkazów, posiada wszystkie funkcje i rejestry '51, takie same są również parametry elektryczne linii wejść i wyjść. Ponieważ w tym mikrokontrolerze zapewniono identyczny rozkład wyprowadzeń jak w układach serii



Rys. 1. Ogólny schemat blokowy układu DS5000 (T).



Rys. 2. Mapa pamięci DS5000.

'51, możemy we wszystkich projektach płytek stosować dotychczasowe rozwiązania używane przy '51 czy wręcz zamienić w układzie dotychczasowy mikrokontroler na nowy.

Jedynie różnice dotyczą pinu EA, na który należy podać poziom wysoki, aby korzystać z pamięci wewnętrznej oraz pinu RST, który można pozostawić nie podłączony. Zauważmy, że zastosowanie dodatkowych, wewnętrznych magistral dostępu do pamięci nie zajmuje portów P0 i P2 przy realizacji rozkazów MOVX i MOVC - porty te można swobodnie wykorzystywać do innych celów. Pozostawiono także możliwość pracy tradycyjnej (EA = LOW) z pamięciami zewnętrznymi i multipleksowaną magistralą opartą na P0 i P2, ale praktycznie jest to mało użyteczne, bo tracimy większość korzyści związanych ze scaleniem układu.

Wbudowany SRAM jest podzielony na dwie partycje: programu i danych (ich rozmiary można swobodnie zmieniać). Podczas normalnej pracy partycja programu umożliwia tylko odczyt, pełny dostęp mamy jedynie do partycji danych (tak jak w rozwiązaniach tradycyjnych). Kod programu jest wpisywany podczas procesu programowania. Zwróćmy uwagę, że podtrzymanie bateryjne obejmuje oczywiście obie partycje, zatem cały obszar danych jest nieulotny i nie ma potrzeby stosowania pamięci EEPROM dla stałego lub okresowego przechowania danych.

Jak widać na rys. 2, przestrzeń adresowa obejmuje całe 64kB obsługiwane przez '51. Jednak w we-

wnętrznej pamięci nieulotnej mamy do dyspozycji obszary ograniczone:

- dla kodu programu - od adresu 0 do granicy podziału partycji,
- dla danych - od granicy podziału partycji do ustawionego zakresu (dla kostki 32kB można wybrać zakres 8kB albo 32kB).

Adresowanie kodu programu lub danych poza powyższymi granicami powoduje samoczynne odwołanie do pamięci zewnętrznej przez porty P0 i P2. DS5000FP posiada w porównaniu z podstawowym mikrokontrolerem '51 wiele dodatkowych udogodnień i zabezpieczeń. Należą do nich:

1. Wbudowany układ zerowania przy włączaniu zasilania - nie zachodzi konieczność używania elementów zewnętrznych.
2. Dodatkowa flaga w rejestrze PCON określająca przyczynę zerowania (włączenie zasilania, zerowanie programowe albo wygenerowane przez watchdoga) - znacznie ułatwia napisanie bardziej rozbudowanych procedur inicjalizacji procesora.
3. Wbudowany układ watchdoga.
4. Szereg zabezpieczeń przed spadkiem lub zanikiem napięcia zasilającego:

- dodatkowe przerwanie wywołane spadkiem napięcia poniżej określonej wartości,

- blokada zapisu do pamięci przy spadku napięcia zasilającego,
- rozbudowany mechanizm przełączania podtrzymania baterijnego gwarantujący eliminację błędnych operacji i stabilność danych w pamięci i rejestrach.

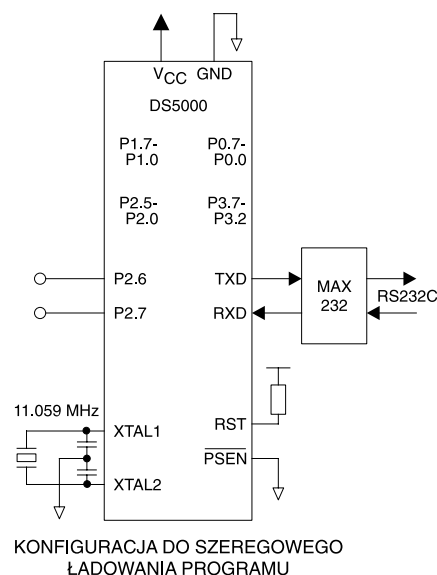
5. Zabezpieczenia przed nieautoryzowanym odczytem kodu:

- bit blokady odczytu,
- szyfrowanie danych i adresów oparte na 40-bitowym kluczu kodowym,
- dodatkowe puste cykle dostępu do pamięci wstawiane losowo pomiędzy cykle użytkowe,
- dodatkowy ukryty obszar 48 bajtów pamięci RAM (Vector RAM) służący do przechowania wektorów przerwań w trybie pracy szyfrowanej (uniemożliwia to zlokalizowanie zaszyfrowanego adresu obsługi przerwan).

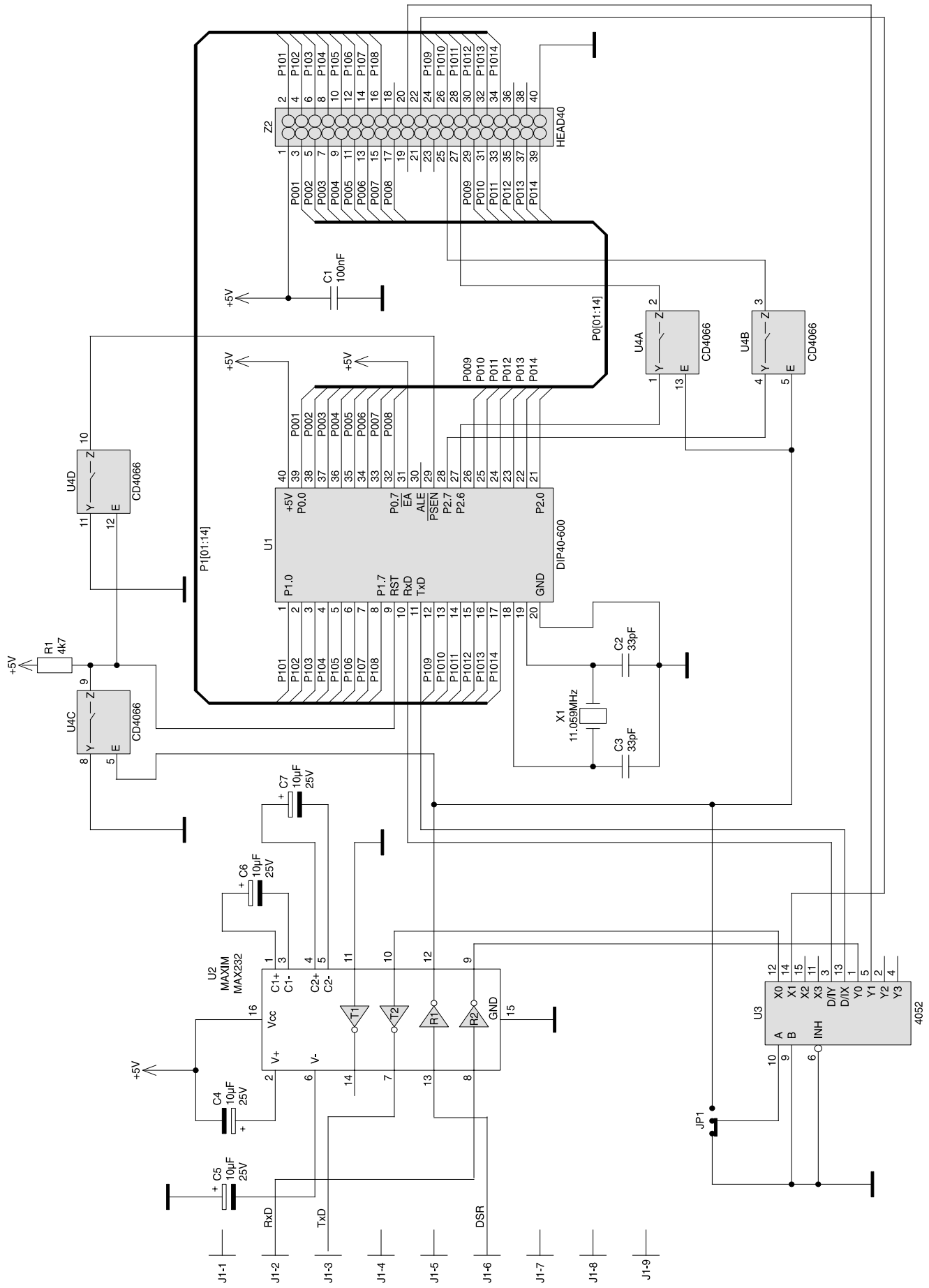
6. Mechanizm ograniczonego czasowo dostępu do najważniejszych flag i rejestrów (np. decydujących o partycjonowaniu pamięci czy obsłudze watchdoga). Znacznie ogranicza to możliwość przypadkowego przełączenia opcji istotnych dla pewności działania programu.

7. Wbudowany mechanizm ładowania kodu do NV-RAM (boot-loader) wykorzystujący port szeregowy i całkowicie niewidoczny dla programu użytkowego (nie zajmuje żadnego obszaru pamięci kodu ani danych). Aktywacja boot-loadera następuje po odpowiednim ustawieniu stanu wejść (rys. 3) i wysłaniu portem szeregowym znaku #13 (CR). Podczas odbioru CR jest też samoczynnie rozpoznawana szybkość transmisji (zakres dozwolonych szybkości zależy od zastosowanego kwarcu).

Jak widać, podłączenia są bardzo proste - łatwo je zrealizować



KONFIGURACJA DO SZEREGOWEGO ŁADOWANIA PROGRAMU
Rys. 3. Konfiguracja uruchomienia boot-loadera.



Rys. 4. Schemat elektryczny emulatora.

w układzie docelowym, co zresztą producent zaleca. Należy jedynie pamiętać o utrzymaniu poziomu wysokiego na P2.6 i P2.7 (poziom niski na tych pinach może być odebrany jako żądanie trybu programowania równoległego, który w układzie jest także dostępny).

Prawidłowo uruchomiony boot-loader zgłasza się komunikatem tekstowym i oczekuje na dalsze komendy (wysyłane także tekstowo). Obejmują one pełny zakres operacji obsługiwanych przez moduł (konfiguracja pamięci, ustawianie zabezpieczeń, ładowanie pliku Intel Hex, odczyty kontrolne itd.). Wszelkie szczegóły dotyczące używania modułu - tutaj z konieczności pominięte - są dostępne w dokumentacjach na stronie producenta (www.dalsemi.com). Powyższe skrótkowe omówienie pokazuje, że nawet dzisiaj - przy ekspansji nowych układów z pamięciami flash - DS5000 pozostaje silnym mikrokontrolerem ułatwiającym projektowanie urządzeń (zwłaszcza przeznaczonych do niezawodnej autonomicznej pracy).

Przykład zastosowania

Podobnie jak dla większości bardziej złożonych układów, dla DS5000 istnieje jego dodatkowy osprzęt wspomagający także poznawanie i programowanie. W witrynie www firmy Dallas można znaleźć bezpłatny program obsługi wspomnianego powyżej boot-loadera, można też zakupić kit uruchomieniowy (DS5000K). Jednak jego cena jest dosyć wysoka.

Dlatego proponujemy wykonanie takiego zestawu uruchomieniowego w uproszczonej wersji, o nieco ograniczonych możliwościach. Może on służyć jako symulator zarówno układu DS5000(T), jak i całej serii '51 z wewnętrzną pamięcią programu (8751, 89c51, częściowo 89c52, zaś po zastosowaniu dodatkowego adaptera 89c1051, 2051 i 4051). Wspomnianym ograniczeniem jest możliwość zastosowania pojedynczego kwarcu o częstotliwości tylko 11,059MHz (optymalnej z punktu widzenia transmisji, ale nie zawsze zgodnej z potrzebami uruchamianego urządzenia).

Schemat układu przedstawiono na **rys. 4**. W zaprojektowanym układzie realizowane jest aktywacja boot-loadera za pomocą możliwie prostych środków. Układ U1 to DS5000 lub 5000T w podstawce DIL40. Układ U2 (MAX 232) zapewnia konwersję poziomów napięć TTL<>RS232C.

Klucze analogowe 4066 (U4) ustawiają wymagane poziomy (w zależności od stanu linii DTR nadrzędnego komputera sterującego) i zapewniają odłączenie linii P2.6 oraz P2.7. Multiplexer 4052 (U3) służy do przełączania linii komunikacyjnych RxD i TxD pomiędzy komputerem i obsługiwanym urządzeniem. Każdorazowe włączenie boot-loadera powoduje dołączenie portu szeregowego do U2. Przy pracy programu port może być podłączony do uruchamianego urządzenia albo do U2 (w zależności od położenia JP1). Druga możliwość jest użyteczna, jeśli nasz program ma się również komunikować z własnym programem narzędziowym na PC.

Od strony komputera podłączamy się przez typowe gniazdo DB9M. Od strony urządzenia zastosowano pionowe gniazdo 40 pin z łapkami. Można tam podłączyć taśmę z wtykiem testowym DIL40 albo adapter do 89cxx51. Całość jest zasilana z uruchamianego urządzenia - należy zawsze dokładnie sprawdzić położenie wtyku testowego, aby przy odwrotnej polaryzacji napięcia zasilającego nie uszkodzić modułu.

Oprogramowanie sterujące

Jak wspomniano wcześniej, Dallas Semiconductor udostępnia bezpłatnie program *kit.exe* do obsługi modułu. Obecnie jest to nowsza wersja, działająca także pod Windows 9x i wyposażona w plik pomocy. Nadal jednak jest to aplikacja konsolowa (czyli uruchamiana z linii komend w okienku DOS). Jako alternatywny, napisano sterownik w wersji typowo windowsowej. Jego zadaniem jest uproszczenie pracy podczas uruchamiania urządzenia. Główną, często powtarzaną czynnością jest wtedy wysyłanie pliku *hex* do modułu. Aby uniezależnić się od środowiska, w którym piszemy



Rys. 5. Widok okna konfiguracji.

i kompilujemy program '51 - polecenie wysłania hex zostało przypisane do ikony (podwójne kliknięcie) w obszarze paska zadań Windows.

Program *loader.exe* nie wymaga specjalnej instalacji - wystarczy go skopiować wraz z towarzyszącym *ds5000.hlp* do wybranego folderu. Ewentualne skróty w menu start lub na pulpicie tworzymy samodzielnie. Po jego uruchomieniu w pasku zadań pojawia się ikona. Prawy przycisk myszy rozwija niewielkie menu (*Konfiguracja, Pomoc, Koniec*). Pozycja „Konfiguracja“ otwiera dodatkowe okno, które pokazano na **rys. 5**.

Wybieramy w nim port, szybkość transmisji oraz nazwę pliku, który będziemy przysyłać (szczegóły w pomocy). Wpisy konfigurujące należy wykonać każdorazowo. Zrezygnowałem z zapisywania tych ustawień, gdyż ich wpisywanie nie stanowi wielkiej niedogodności. Zazwyczaj bowiem uruchamiamy program jednorazowo na dłuższy okres poświęcany pracy z mikrokontrolerem - dwa dodatkowe kliknięcia myszą nie stanowią żadnego problemu.

Jak widać, zestaw komend jest maksymalnie uproszczony. Jeśli po zakończeniu pisania chcemy wykorzystać dodatkowe możliwości (np. szyfrowanie), należy skorzystać z oryginalnego *kit.exe*.

Jerzy Szczesiul, AVT
jerzy.szczesiul@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/wrzesien01.htm> oraz na płycie CD-EP09/2001B w katalogu PCB.