

Programator mikrokontrolerów Atmel AT89C2051/1051

Układy AT89 stanowią dobrą alternatywę dla mikrokontrolerów PIC, jeśli niezbędne są bardziej rozbudowane polecenia i możliwość sterowania. W artykule prezentujemy układ prostego programatora procesorów AT89, dzięki któremu będzie można bez trudu rozpocząć tworzenie przy ich pomocy własnych projektów.

Dane układu AT89C2051:

- ✓ zgodność z MCS-51;
- ✓ 2kB reprogramowalnej pamięci flash, do 1000 cykli kasowania/zapis;
- ✓ zakres napięć zasilania 2,7V..6V;
- ✓ zakres częstotliwości zegara 0..24MHz;
- ✓ podwójna blokada pamięci programu;
- ✓ wewnętrzna pamięć RAM 128*8 bitów;
- ✓ 15 programowanych linii we/wy;
- ✓ dwa 16-bitowe liczniki/timery;
- ✓ sześć źródeł przerwań;
- ✓ programowalne złącze szeregowe UART;
- ✓ możliwość bezpośredniego sterowania diod LED;
- ✓ wbudowany komparator analogowy;
- ✓ 2 tryby pracy z niskim poborem mocy (ang. Idle oraz Power Down).

Bardzo użyteczne i nadające się do wykorzystania w różnych zastosowaniach procesory Atmel AT89C2051/1051 należą do rodziny 8051. Wyposażone są w wewnętrzną pamięć PEROM flash (ang. Programmable and Erasable Read Only Memory), która może być ponad tysiącrotnie przeprogramowana. Przeprogramowanie takiej pamięci trwa kilka sekund i nie wymaga długotrwałego etapu kasowania jej zawartości przy pomocy ultrafioletu. Procesory te są montowane w obudowach 20-nóżkowych.

Opisany w artykule programator współpracuje z komputerem PC przez port równoległy. Oprogramowanie działa w środowisku DOS, co pozwala na jego użycie w niemal wszystkich współczesnych komputerach PC.

Aby programator mógł działać we wszystkich przewidzianych trybach pracy, port równoległy komputera powinien zostać skonfigurowany do pracy w trybie 8-bitowego portu dwukierunkowego (nazywanego także trybem PS/2). Zmiany konfiguracji dokonać można modyfikując ustawienia BIOS-u podczas procedury startowej komputera. Przydatny przy tym będzie podręcznik użytkownika komputera.

Hardware i oprogramowanie zostały zaprojektowane w oparciu o informacje podane w nocie aplikacyjnej firmy Atmel (informacje w odpowiednim podręczniku, CD lub na stronie internetowej www.atmel.com).

Mimo że implementacje są różne (zwłaszcza dotyczy to strony układowej), zarówno układ jak i oprogramowanie powinny być funkcjonalnie zgodne z opisanymi w nocie aplikacyjnej. Uwaga: opisywany programator nie współpracuje z układami o 40 wyprowadzeniach (AT89C51/52).

Tryby programowania

Układy 2051/1051 mogą być programowane w różny sposób. Tryby programowania są ustalane poprzez podanie sygnałów sterujących na wyprowadzenia P3.3 - P3.7 (rys. 1 i tab. 1).

Read Signature Data - Odczyt bajtów sygnatury

Trzy bajty są zaprogramowane przez producenta i umożliwiają identyfikację procesora:

Bajt 1 - określa producenta (1EH - Atmel)

Bajt 2 - określa typ układu (21H - 2051, 11H - 1051)

Bajt 3 - określa napięcie programujące (FFH - 12V)

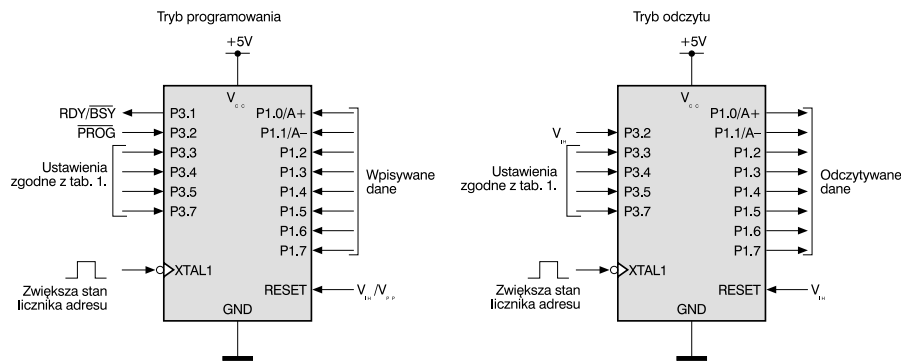
Write Code Data - Zapis programu

W procesie tym jest dokonywany zapis kodu do pamięci PEROM. Przed rozpoczęciem zapisu należy usunąć zawartość pamięci (po skasowaniu stany wszystkich komórek wynoszą FFH), co jest realizowane w sposób elektryczny, bez potrzeby używania kasownika ultrafioletowego.

Podczas programowania w wewnętrznym liczniku znajduje się

Tab. 1.

Tryb programowania	P3.2	P3.3	P3.3	P3.4	P3.5	P3.7
Zapis kodu	12V	!CLK	L	H	H	H
Odczyt kodu	H	H	L	L	H	H
Zapis Lock 1	12V	!CLK	H	H	H	H
Zapis Lock 2	12V	!CLK	H	H	L	L
Kasowanie	12V	!CLK	H	L	L	L
Sygnatura	H	H	L	L	L	L



Rys. 1. Konfiguracja wyprowadzeń i przepływ informacji podczas odczytu i programowania układów AT89C2051/1051.

bieżący adres, inkrementowany po zaprogramowaniu każdej komórki, aż do wypełnienia pamięci mikrokontrolera.

Chip Erase - Kasowanie Pamięci

W tym trybie cała zawartość pamięci PEROM oraz oba bity blokujące zostają skasowane. Jest to operacja niezbędna przed przystąpieniem do programowania. Po skasowaniu stany komórek powinny wynosić FFh.

Read Code - Odczyt Programu

Zawartość pamięci PEROM może zostać odczytana, pod warunkiem, że drugi bit blokady nie jest ustawiony. Możliwość odczytania zawartości pamięci może być przydatna podczas weryfikacji oprogramowania, a także do skopiowania programu do innego mikrokontrolera, gdy nie dysponujemy zbiorem zawierającym ten program.

Write Lock Bits - Zapis Bitów Blokady

Zawartość pamięci PEROM jest niedostępna po zaprogramowaniu bitów blokady. Ustawienie pierwszego bitu blokady uniemożliwia dalsze programowanie układu, natomiast ustawienie drugiego bitu blokady - uniemożliwia odczyt zawartości pamięci, zapobiegając kopiowaniu zawartości lub próbie odtworzenia programu assemblerowego.

Opis układu

Hardware zawiera interfejs między portem równoległym komputera PC a programowanym układem oraz zapewnia doprowadzenie właściwego dla danego układu

napięcia programującego. Zależności czasowe cykli programowania są kontrolowane przez program komputerowy.

Układ przedstawiony jest na rys. 2. Całość operacji kodowania i dekodowania realizuje preprogramowany układ PLD (IC3).

Nadajnik szyny LS245 (IC1) stanowi bufor linii danych, ponieważ niektóre z kart I/O PC posiadają w porcie równoległym rezystory podciągające i programator musi zapewnić prąd o dostatecznie wysokim natężeniu.

Bufer HC240 (IC5) odcina sygnały sterujące od programowanego układu podczas sekwencji startowej.

Napięcie programujące może przyjmować wartości 0V, 5V i 12V. Napięć tych dostarcza stabilizator LM317T (IC4), a tranzystory TR1 i TR2 pozwalają na ich przełączanie.

Opis oprogramowania

Zależności czasowe cykli programowania są kontrolowane przez oprogramowanie. Aby uniezależnić oprogramowanie od systemu, wszystkie opóźnienia są generowane przez timer komputera.

Oprogramowanie jest oparte na algorytmie przedstawionym w notcie aplikacyjnej firmy Atmel. Wprowadzono w nim jednak pewne zmiany i ulepszenia. Najistotniejsza zmiana polega na umożliwieniu odczytu przez program zbiorów w postaci binarnej i w kodzie Intel'a (mogą to być zbiory z niesekwencyjnym adresowaniem - na których odczyt nie pozwalają niektóre programy konwersji).

Oprogramowanie zapewnia wykonanie następujących operacji:
- *ERASE DEVICE* - skasowanie

zawartości pamięci, w tym także bajtów blokady.

- *READ SIGNATURE* - wyprowadzenie na ekran zawartości bajtów identyfikujących.
- *PROGRAM* - zaprogramowanie układu zawartością podanego zbioru.
- *PROGRAM LOCK* - blokada programowania i odczytu.
- *VERIFY* - odczyt zawartości pamięci i porównanie z zawartością podanego zbioru.
- *SAVE* - Odczyt zawartości pamięci i zapis w postaci zbioru binarnego.

Wykonanie

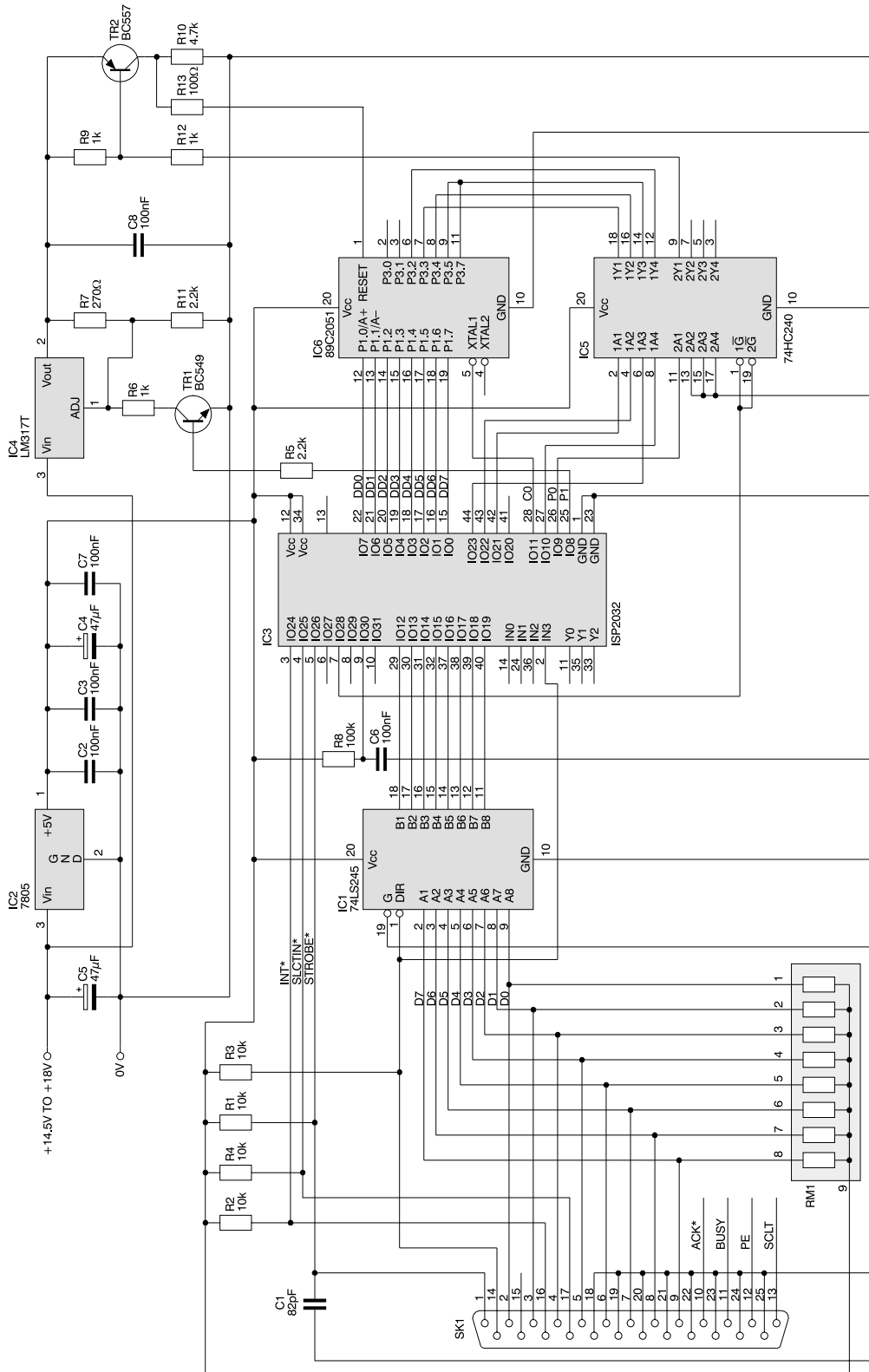
Schemat rozmieszczenia elementów oraz mozaikę ścieżek druku płytki programatora przedstawia rys. 3.

Na płycie znajduje się kilka wąskich ścieżek i małych punktów, a więc należy zachować ostrożność przy samodzielnym wykonywaniu otworów. Do wykonywania otworów należy używać odpowiednio dobranych wiertł (0,8mm w przypadku otworów pod układy IC1, IC3, IC4, tranzystory, rezystory i kondensatory, a 1,2mm w przypadku IC2 i IC4 oraz 1mm w przypadku złącz). Jeśli zaistnieje potrzeba wylutowania któregośkolwiek z podzespołów, to należy doprowadzać jak najmniej ciepła, ponieważ ścieżki mogą ulec oderwaniu od płytki.

Przed montażem elementów należy wlotować zworki, zwłaszcza tę, która znajduje się pod układem IC3.

Na schemacie przewidziano użycie dwóch różnych rodzajów rezystorów - standardowych i miniaturowych 0,125W. Jeśli wystąpi trudności ze zdobyciem takich rezystorów, można wlotować pionowo rezystory standardowe. Montując moduł oporowy (R14..R21) należy pamiętać o jego prawidłowym ustawieniu (kropka na obudowie przy wyprowadzeniu 1).

Podstawka IC6 powinna być typu ZIF, ponieważ wkładany w nią będzie programowany układ. Podstawki ZIF posiadają na ogół więcej niż 20 wyprowadzeń i może okazać się konieczne wstawienie jej w zwykłą podstawkę. Pod układy IC1, IC3 i IC5 stosujemy podstawki standardo-



Rys. 2. Schemat ideowy programatora układów AT89C2051/1051.

we. Podczas lutowania podstawki układu IC3 należy zachować szczególną ostrożność, ponieważ ścieżki są w tym przypadku bardzo wąskie. Podstawkę tę należy wlutować zgodnie z rysunkiem (ścięty róg).

Stabilizatory napięcia IC2 i IC4

powinny zostać wlutowane pionowo, a powierzchnie metalowe ich obudów winny być zwrócone w stronę płytki. W przypadku stabilizatora IC2 może być potrzebny niewielki radiator, aczkolwiek w przypadku prototypu nie został on zastosowany.

Obudowa 25-kontakowego złącza typu D (SK1) powinna zostać uziemiona przy jednym z punktów zamocowania. Płytkę jest łączona z komputerem PC standardowym, 25-żyłowym przewodem drukarki, zakończonym z obu stron męskimi wtykami D.

Programator wymaga zasilania ze źródła o napięciu od 14,5V do 18V i obciążalności 200mA. Zalecane jest użycie małego adaptera sieciowego.

Programator można umieścić w obudowie, choć nie jest to konieczne. Wybór pozostawiono wykonującemu projekt. Uwaga: jeśli jednak zdecydujemy się na obudowę, należy użyć podstawki ZIF o długich wyprowadzeniach, tak aby wystawała z obudowy.

Sprawdzenie

Przed podjęciem próby programowania mikrokontrolerów należy sprawdzić, czy:

- w układzie wlotowane zostały wszystkie zworki;
- na płytce nie ma kropeł cyny;
- wszystkie elementy o określonej polaryzacji zostały prawidłowo wlotowane.

Jeśli wszystko wygląda poprawnie, należy włączyć zasilanie płytki nie wstawiając w nią układu przeznaczanego do zaprogramowania i nie łącząc jej z komputerem. Należy zmierzyć pobór prądu, który powinien wynieść około 100mA. Jeśli tak nie jest, wyłączamy zasilanie i ponownie sprawdzamy układ.

Eksploatacja programatora

Opierając się na instrukcji użytkownika komputera należy upewnić się, czy port równoległy jest skonfigurowany do pracy w trybie dwukierunkowym 8-bitowym.

Jeśli port znajduje się na karcie I/O, może okazać się konieczne przestawienie zworki. Jeśli

karty nie można skonfigurować do pracy dwukierunkowej, programowanie mikrokontrolerów będzie nadal możliwe, ale polecenia VERIFY i READ SIGNATURE nie będą funkcjonować. Karty I/O są jednak na tyle tanie, że można ewentualnie nabyć nową. Po skonfigurowaniu portu można podjąć próbę zaprogramowania mikrokontrolera.

Należy włączyć kabel w wolny port drukarki (LPT1 lub LPT2). Po zgłoszeniu się DOS-u uruchomić program PROG51. W linii rozkazowej należy podać informację o numerze użytego portu drukarki, np. w przypadku LPT1 należy podać polecenie <prog51 1>. Program powinien zostać uruchomiony przed podłączeniem programatora, a port zostaje wyzerowany.

Następnie należy włączyć przewód drukarki w gniazdo programatora, wstawić przeznaczony do zaprogramowania mikrokontroler w podstawkę ZIF i włączyć zasilanie programatora. UWAGA: zasilanie programatora musi bezwzględnie zostać wyłączone przed wstawieniem lub wyjęciem z płytki programowanego układu!

Jako opcję domyślną program wybiera układ 2051. Typ układu można zmienić naciskając klawisz 1 (1051) lub 2 (2051), co spowoduje zmianę pierwszej linii menu. Jeśli w podstawce ZIF znajduje się układ, można w sposób automatyczny odczytać jego typ, przez naciśnięcie klawisza R wywołując polecenie READ SIGNATURE. Bajty sygnatury zostaną wyprowadzone na ekran, a właściwy typ ukła-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

(0,25W - o ile nie podano inaczej)

- R1..R4: 10kΩ
- R5, R11: 2,2kΩ
- R6, R9: 1kΩ
- R7: 270Ω
- R8: 100kΩ
- R10: 4,7kΩ
- R12: 1kΩ
- R13: 100Ω
- RM1: 9 x 10kΩ - R-pack

Kondensatory

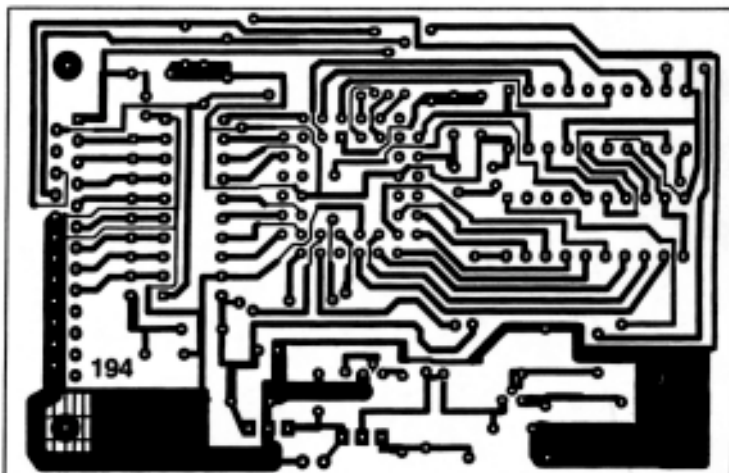
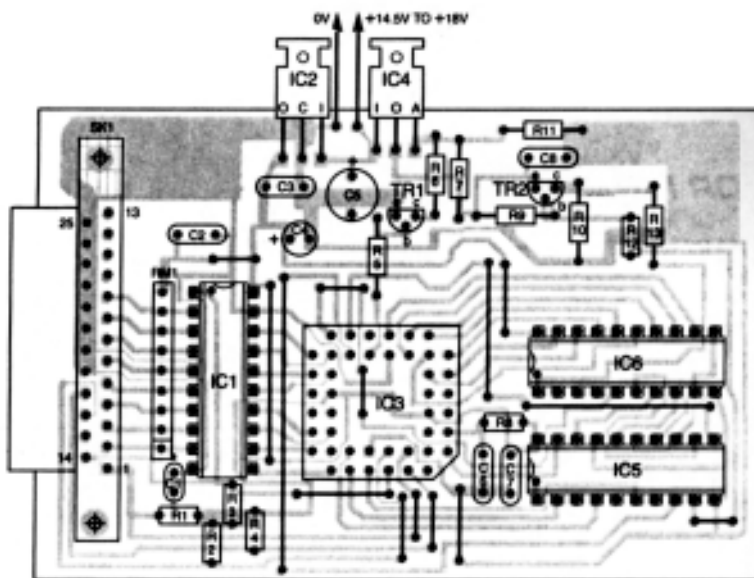
- C1: 82pF, ceramiczny
- C2, C3, C6, C7, C8: 100pF
- C4: 47μF/10V
- C5: 47μF/25V

Półprzewodniki

- TR1: BF549
- TR2: BC557
- IC1: 74LS245
- IC2: 7805
- IC3: ISP2032 (preprogramowany kontroler)
- IC4: LM317T
- IC5: 74HC240
- IC6: 89C2051 (patrz tekst)

Różne

SK1: 25-kontaktowe żeńskie złącze D, do montażu na płytce dwie 20-nóżkowe podstawki DIL, podstawka 20-nóżkowa ZIF o szerokości 0,3" (patrz tekst), 44-nóżkowa podstawka PLCC, zasilacz sieciowy 14,5V - 18V/200mA, kabel drukarki zakończony 25-kontaktowymi męskimi wtykami D, mały radiator do układu IC2.



Rys. 3. Schemat rozmieszczenia elementów i mozaika ścieżek druku płytki programatora układów AT89C2051/1051.

du zostanie ustawiony automatycznie.

Aby zaprogramować układ, należy nacisnąć klawisz P. Program zapyta o nazwę i rodzaj zbioru. Może to być zbiór binarny lub zbiór w kodzie Intel'a (zbiory takie są zapisane w kodzie ASCII i posiadają rozszerzenie HEX). Zalecane jest wykorzystywanie zbiorów drugiego rodzaju, ponieważ program dokładniej sprawdza takie zbiory.

Przed zaprogramowaniem układ zostanie całkowicie skasowany - nie istnieje możliwość zaprogramowania na nowo tylko części pamięci.

Aby sprawdzić zawartość pamięci układu, należy nacisnąć klawisz R. Program zapyta o nazwę zbioru, z którym należy porównać zawartość pamięci. Jeśli

w wyniku porównania stwierdzone zostaną różnice, będą one wyprowadzone na ekran.

Komunikaty o błędach

Podczas pierwszego testu programatora należy odczytać bajty sygnatury. Jeśli wynik brzmi FFH, FFH, FFH, przyczyn może być kilka. Należy wtedy:

- sprawdzić kable i obecność napięcia zasilania na płytce programatora;
- upewnić się, czy wykorzystywany jest właściwy port drukarki;
- sprawdzić poprawność wykonania płytki;
- sprawdzić konfigurację BIOS-u (port powinien być dwukierunkowy).

Jeśli wszystko wydaje się być w porządku, można podjąć próbę

zaprogramowania układu. Jeśli próba powiedzie się, ale w wyniku odczytu sygnatury nie uzyskujemy bajtu FFH, port nie działa dwukierunkowo (jest inaczej skonfigurowany lub nie może być skonfigurowany dwukierunkowo).

Przy pracy ze zbiorami w formacie Intela można spotkać się z następującymi komunikatami :

- *Address out of range* - adres spoza dozwolonego zakresu; zbiór programujący jest zbyt duży - przekracza 1k lub 2k (niestety większość assemblerów/kompilatorów nie daje ostrzeżeń w takiej sytuacji).
- *Check Sum Error* - błąd sumy kontrolnej - zbiór jest uszkodzony. Można powyższe komunikaty zignorować, ale wówczas układ z dużym prawdopodobieństwem

nie będzie działać zgodnie z oczekiwaniami.

W odróżnieniu od zbiorów HEX zbiory binarne nie są kontrolowane przez program.

Jeśli podczas sprawdzania zawartości pamięci układu pojawiają się błędy, należy sprawdzić napięcie zasilania programatora.

Jeśli pojawiają się problemy z zakłóceniami (przewody dłuższe niż 2m), bardziej prawdopodobne jest wystąpienie zakłócenia podczas odczytu zawartości pamięci, a układ najprawdopodobniej będzie prawidłowo zaprogramowany.

Colin Meikle, EPE

Artykuł publikujemy na podstawie umowy z redakcją miesięcznika "Everyday Practical Electronics".