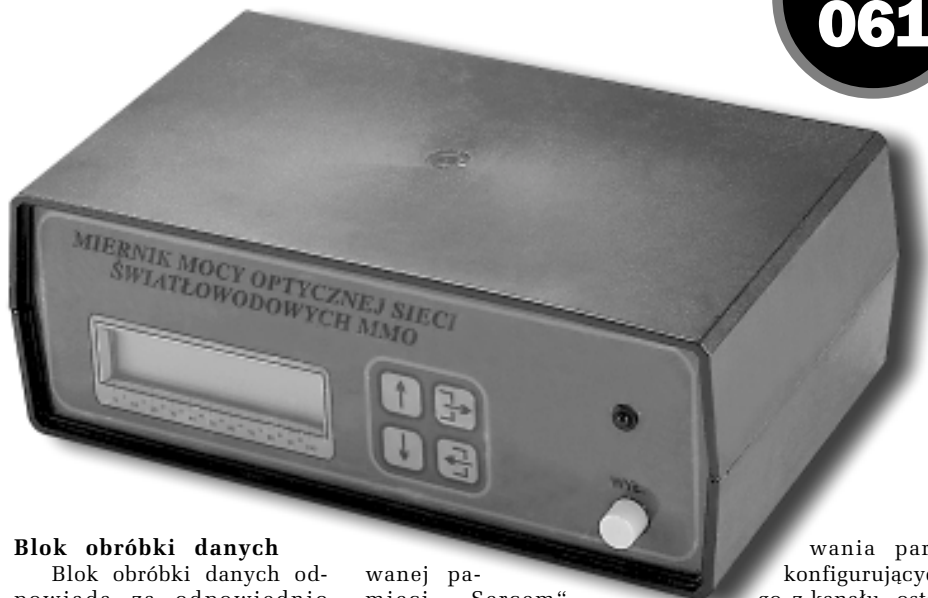


Miernik mocy optycznej w światłowodzie, część 2

Projekt
061

W drugiej części artykułu przedstawiono rozwiązanie sprzętowe miernika oraz skrótowo omówiono programowe metody realizacji pomiarów.



Blok obróbki danych

Blok obróbki danych odpowiada za odpowiednio częste dokonywanie pomiarów w każdym z ośmiu kanałów. Schemat elektryczny czterech kanałów wejściowych przedstawiono na rys. 10. Schemat blokowy kompletnego toru wejściowego przedstawiono na rys. 11.

Za komunikację z użytkownikiem, a w szczególności za wyświetlanie aktualnej wartości mocy w wybranym przez użytkownika kanale oraz odczyt poleceń z klawiatury odpowiada blok, którego schemat elektryczny przedstawiono na rys. 12. W bloku tym dokonywane jest także odmierzanie czasu systemowego. Wszystkie parametry konfiguracyjne zapamiętywane są w bateryjnie podtrzymy-

wanej pamięci. „Sercem” cyfrowej części miernika jest, po niewielkiej przeróbce, jednopłytkowy komputer 80C535, opisany w Elektorze 4/94 (rys. 13).

W projektowanym urządzeniu wykorzystano zarówno pamięć programu (EPROM) jak i zewnętrzną pamięć danych (RAM). Pamięć danych umożliwi łatwą programową rozbudowę miernika o funkcje rejestracji stanów krytycznych.

Moduł zegara czasu rzeczywistego

Jako układ czasu rzeczywistego wykorzystano układ scalony firmy Philips oznaczony symbolem PCF8583. Pamięć RAM o pojemności 256B wykorzystano do zapamięty-

wania parametrów konfiguracyjnych każdego z kanału, ostatnio wyświetlany kanał itp. Zastosowano typową aplikację tego układu z podtrzymaniem bateryjnym (rys. 14).

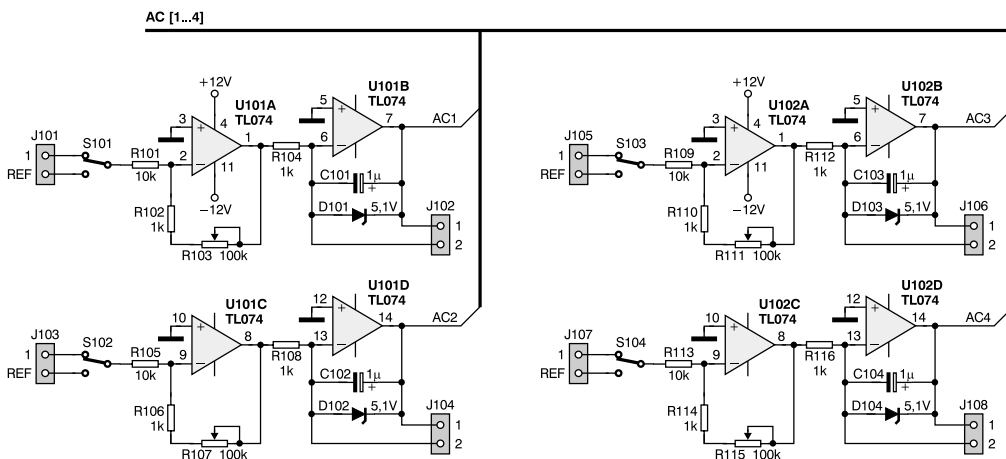
Rezystory R401..R404 zostały dobrane zgodnie z wymaganiami magistrali I²C. Do podłączenia magistrali I²C wykorzystano końcówki mikroprocesora P3.3..P3.5. Linia INT jest przewidziana do przyszłej rozbudowy i nie spełnia żadnego zadania. Końcówkę P3.3 wybrano tu jednak celowo. Jest ona bowiem wejściem zewnętrznego przerwanienia INT1.

Od strony mikrokontrolera interfejs I²C rozwiązany został całkowicie programowo. Pozwoliło to zmniejszyć koszty (brak przetwornika systemu równoległego na I²C) oraz uprościć samo rozwiązanie sprzętowe magistrali (tylko trzy linie).

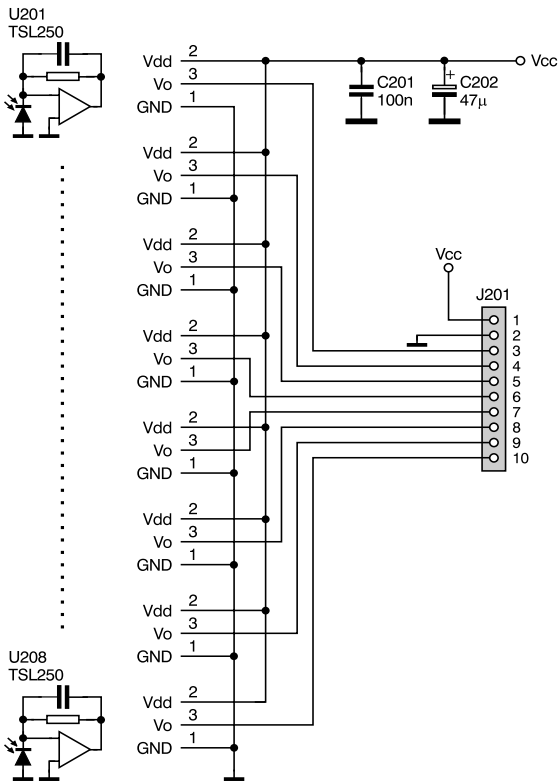
Blok zasilania

Odpowiada on za wytworzenie stabilnych napięć zasilających poszczególne elementy systemu (rys. 15). Część cyfrowa jest zasilana napięciem +5V. Z kolei wzmacniacze w torze pomiarowym wymagają symetrycznego napięcia ±12V. Czujniki promieniowania mogą być zasilane napięciem z przedziału 4..10V. Aby jednak zminimalizować wpływ zakłóceń, pochodzących z części cyfrowej, na działanie przetwornika

Projekt nagrodzony
w konkursie



Rys. 10.



Rys. 11.

A/C rozdzielono obwody cyfrowe i analogowe. Czujniki promieniowania zostały więc zasilone napięciem +5V wytworzonym z napięcia +12V.

W celu zapewnienia odpowiedniego poziomu stabilizacji wszystkich napięć wykorzystano popularne układy serii 78XX/79XX.

Przetwornik A/C wymaga do poprawnej pracy napięcia odniesienia. Jeżeli ma on pracować z rozdzielczością dziesięciobitową, to poziom stabilizacji, jaki zapewniają układy 78XX, jest niewystarczający. Dlatego też zastosowano układ napięcia odniesienia LM136-5.0 produkcji National Semiconductor. Został on włączony w układzie z kompensacją temperaturą jak na rys. 15.

Dodatkowo wykorzystano napięcie VAREF w celu wytworzenia zapięcia kalibracji oznaczonego na rys. 15 jako REF. Napięcie te może być podane poprzez odpowiednie przełączniki na wejście każdego z ośmiu torów pomiarowych w celu ustawienia wzmocnienia stopni wejściowych. Zarówno napięcie odniesienia VAREF jak i kalibracji REF można ustawić wieloobrotowymi potencjometrami montażowymi P302 i P305. Aby umożliwić to użytkownikowi miernika, oba napięcia

są wyprowadzone na zewnątrz przyrządu.

Peryferia komunikacyjne

Poprawną komunikację z użytkownikiem zapewnia wyświetlacz alfanumeryczny 2x20 znaków (standard HD44780) typu NCOG003. Ze względu na sporą liczbę linii wejść/wyjść mikrokontrolera, linie danych wyświetlacza podłączono bezpośrednio do portu P1. Z kolei trzy linie sterujące E, RW, RS podłączono kolejno do linii P5.4..P5.6.

Linie P5.0..P5.3 wykorzystano do podłączenia klawiatury. Składają się na nią cztery klawisze: „Góra“, „Dół“, „Zatwierdzenie“ i „Cofnięcie“, które zapewniają wygodny i zarazem prosty sposób konfiguracji miernika.

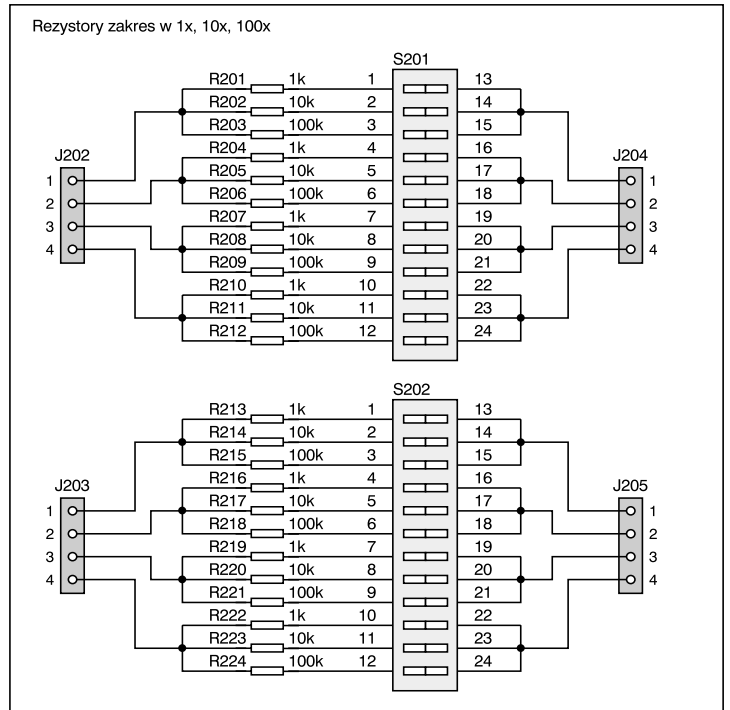
Ostatnia wolna linia P5.7 została wykorzystana do podłączenia brzęczyka potwierdzającego akustycznie naciśnięcie klawisza.

Blok obróbki danych - część programowa

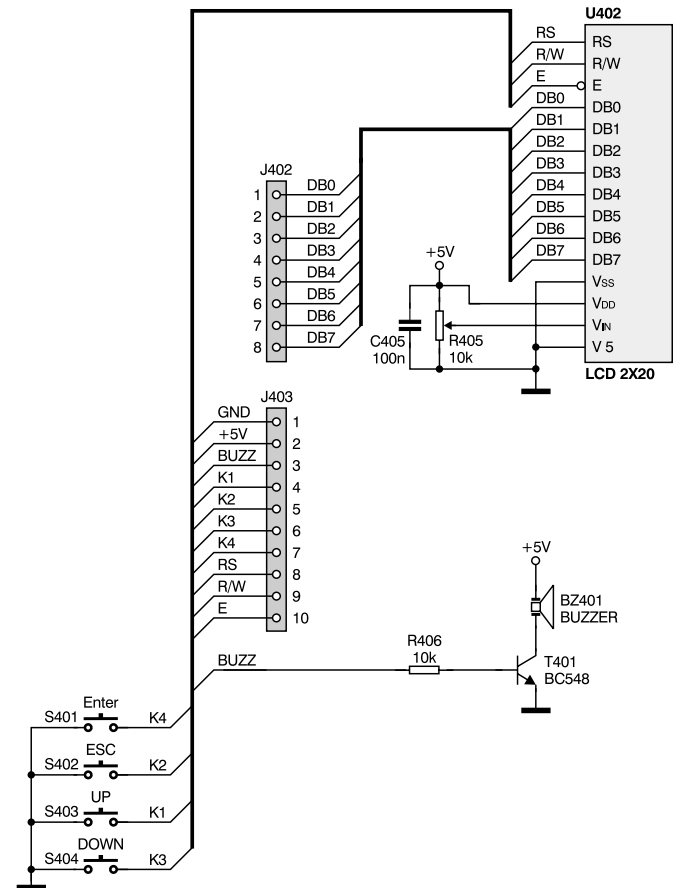
Oprogramowanie przyrządu zostało tak napisane, że cała praca mikrokontrolera, tj. pomiary, wyświetlanie wyników, czytanie klawiatury, odmierzenie czasu, odbywa się w przerwaniach. W programie głównym zawarta została wyłącznie obsługa interaktywnego menu. Rozwiązanie takie

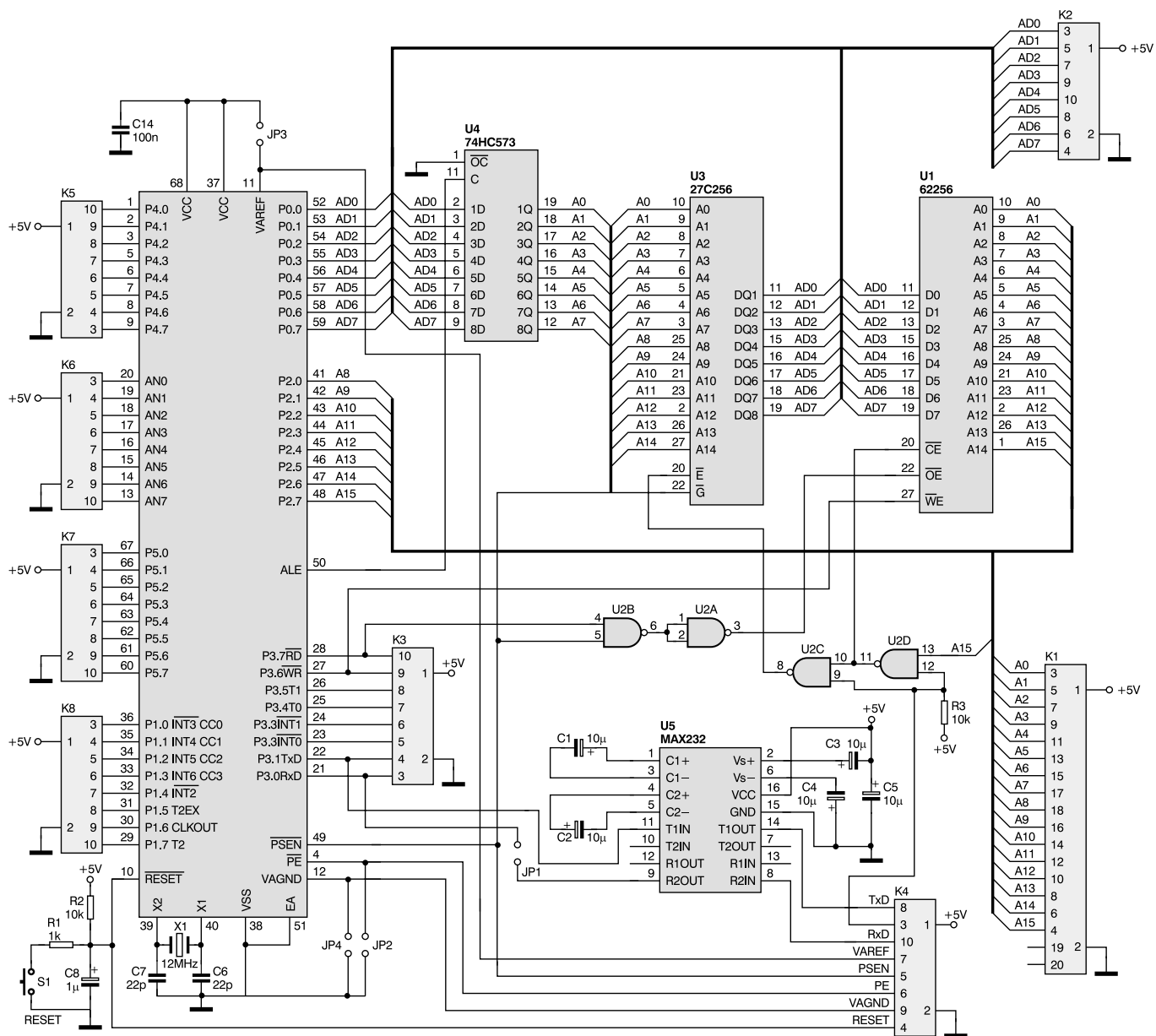
pozwoлиło na przełączenie procesora w tryb uśpienia (Idle). Po każdej obsłudze dowolnego z przerwań, program

główny sprawdza czy nie został odczytany klawisz, a następnie zapada w stan uśpienia.



Rys. 12.

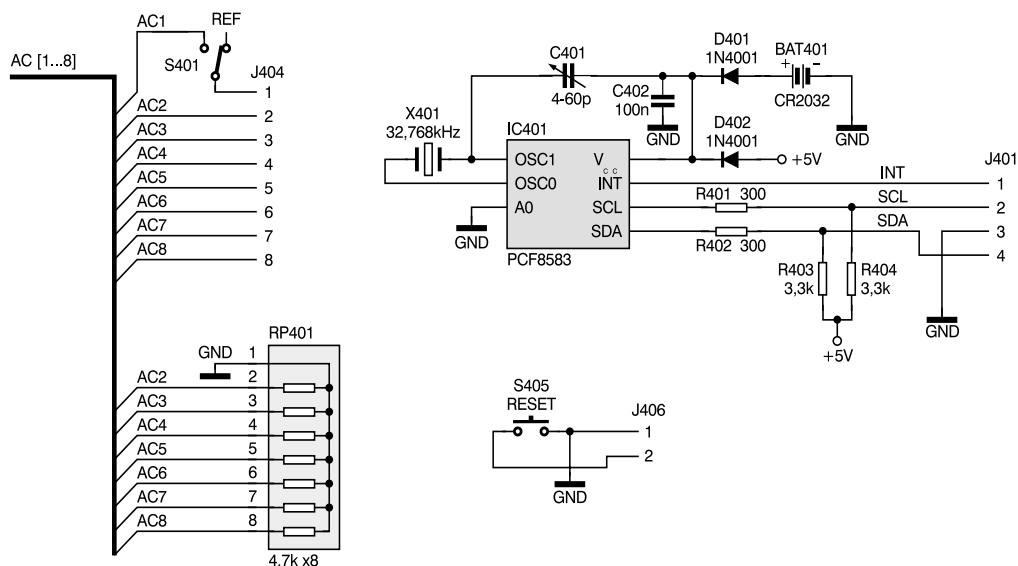




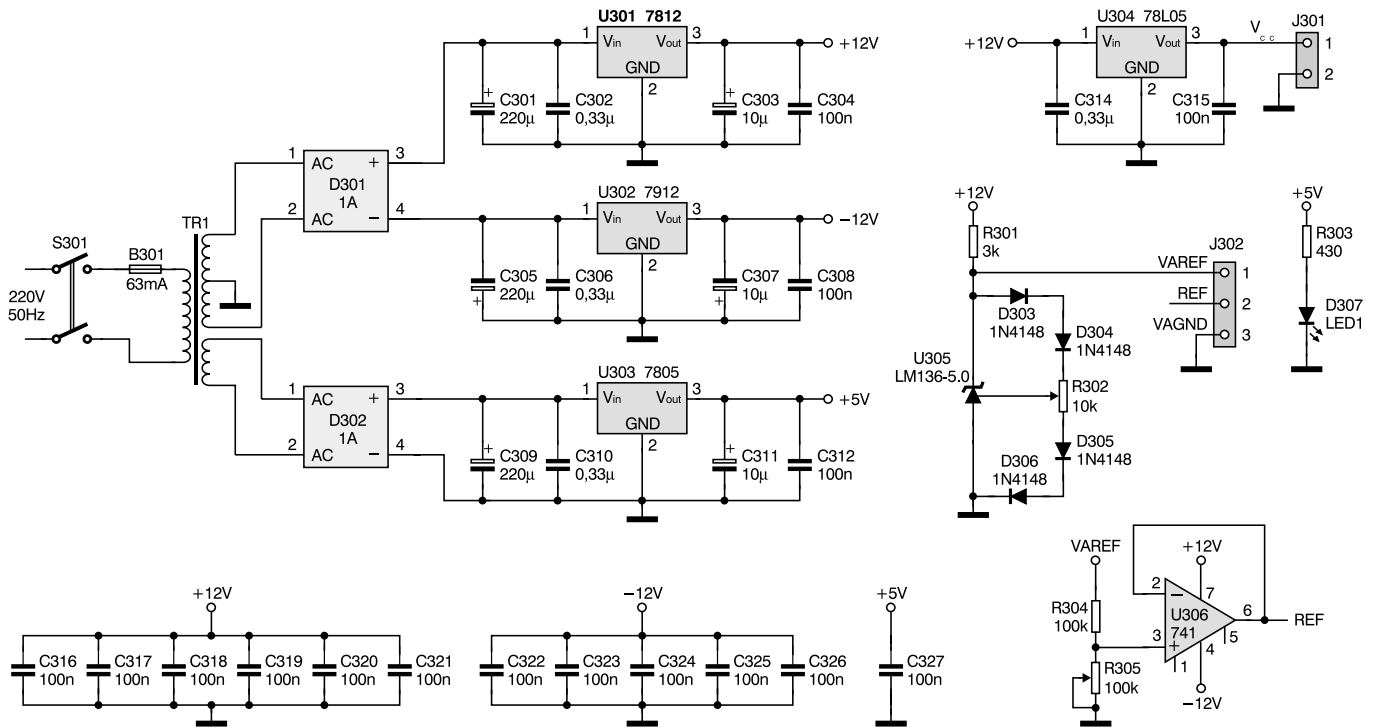
Rys. 13.

Inicjacja zmiennych oraz urządzeń peryferyjnych

Po rozpoczęciu pracy najpierw inicjowane są wszystkie wymagające tego zmienne i zostaje skonfigurowany system przerwań. Następnie konfigurowane są poszczególne urządzenia obsługiwane w przerwanach, czyli T0 i A/C. W następnej kolejności inicjowany zostaje wyświetlacz LCD oraz odczytany aktualny czas (wraz z datą) z zegara czasu rzeczywistego. Przywrócony zostaje stan z poprzedniego uruchomienia, ostatnio wyświetlany kanał oraz odczytywane są dane konfigurujące ten kanał. Sprawdzana jest wartość wszystkich odczytywanych



Rys. 14.



Rys. 15.

danych. Jeżeli program stwierdzi, że wartość jakiegokolwiek zmiennej jest spoza dostępnego jej zakresu (np. 78 godzina), nastąpi powtórne odczytywanie wszystkich zmiennych. Błędne wartości mogłyby bowiem prowadzić do nieprzewidywalnego działania programu.

Jeżeli trzykrotna próba odczytania nie zakończy się sukcesem, przyjmowane są standardowe wartości, np. w przypadku czasu będzie to 00:00:00; 1.01.1998.

Po tych zabiegach mikrokontroler jest już gotowy do pracy, a ponieważ wszystkie przerwania zostały już uruchomione, może przejść do stanu uśpienia.

Przerwanie od licznika T0

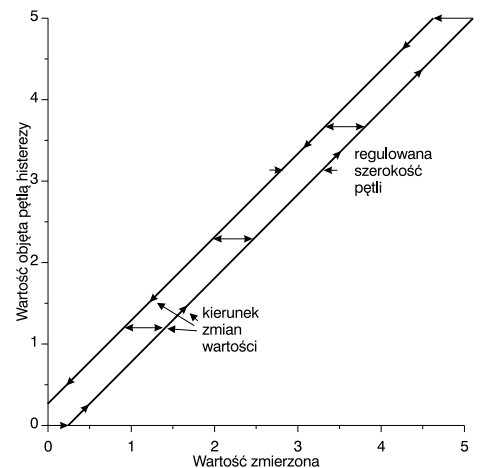
W projektowanym urządzeniu jest to najważniejsze przerwanie i jemu też został przypisany najwyższy priorytet (trzeci). Zarządza ono wszystkimi zadaniami, odpowiednio rozdzielając je w czasie. Licznik T0 został skonfigurowany do pracy w trybie drugim w ten sposób, że przerwanie to wywoływane jest co 250µs. Jest to podstawowe odmierzenie czasu w systemie. Co 50 przerwanie, czyli co 12500µs, inicjowany jest pomiar przez przetwornik A/C. Dalsza obsługa przetwornika odbywa się już w jego własnym przerwaniu. Co czterdzieste wywołanie, czyli co 10ms, inicjowany jest start ob-

sługi wyświetlacza. Jest on obsługiwany w przerwaniu od licznika T1. Również co 10ms następuje dalsza obsługa przerwania T0. Liczniki odliczające przerwania zostają tak ustawione podczas startu, że przerwania od A/C i wyświetlacza wzajemnie sobie nie „przeszkadzają“.

W dalszej części przerwania od T0 następuje obsługa opóźnień, używanego w programie głównym, oraz obsługa brzęczyka. Polega to na dekrementowaniu odpowiednich, przypisanych im liczników. Podczas obsługi przerwania, przy którym liczniki się zerują, kasowany jest bit opóźnienia programowego lub wyłączany zostaje brzęczyk.

Następnie, co 50 ms odczytywana jest klawiatura. Taka częstość odczytywania pozwala z jednej strony zabezpieczyć się przed drganiami zestyków, a z drugiej zapewnić odpowiednią szybką reakcję na naciśnięcie. Program odczytywania klawiatury umożliwia pracę zarówno z repetycją jak i bez niej. Zabezpieczony jest także przed naciśnięciem dowolnej kombinacji kilku klawiszy w tym samym czasie.

Niezależnie od tego czy klawiatura była obsługiwana, co 10ms zliczany jest czas systemowy. Przerwanie od T0 trwać może jednak maksymalnie 2*250-1µs. Ponieważ odliczanie czasu, szczególnie podczas pełnych godzin,



Rys. 16.

a w najgorszym przypadku podczas zmiany roku, może trwać bardzo długo nie mogło ono być obsługiwane wewnątrz przerwania od T0. Został tu więc zastosowany pewien trick programowy. Otóż po odpowiednim przygotowaniu stosu zakończona zostaje obsługa przerwania T0 (RET1). Modyfikacja stosu powoduje jednak, że w następnej kolejności obsługiwany jest zegar systemowy, tak jakby był to program główny (nie w przerwaniu). Dopiero po zakończeniu obsługi zegara mikrokontroler wraca do właściwego programu głównego (RET).

Podczas pisania i testowania oprogramowania okazało się, że mimo zastosowania drugiego trybu pracy licznika T0, odmierzenie czasu było mało dokładne. Ponieważ zegar czasu rzeczywistego oferuje dużo większą dokładność, a także możliwość korygowania częstotliwości rezonatora kwarcowego (trymer C1 z rys. 14), to co dziesięć sekund następuje synchronizacja czasu systemowego z czasem z RTC.

Przerwanie od przetwornika A/C

Zastosowany w mikrokontrolerze przetwornik jest ośmiobitowy. Rozdzielczość dziesięciobitową można w nim uzyskać poprzez zawę-

żenie zakresu pomiarowego.

W obsłudze przerwania od T0 inicjowany jest pierwszy pomiar w jednym, zmienianym za każdym razem kanale. Po zakończeniu przetwarzania przez A/C system zgłasza odpowiednie przerwanie. Podczas pierwszego pomiaru przetwornik skonfigurowany jest na pełny zakres od 0 do 5V. Na podstawie tego pomiaru, już w programie obsługi przerwania od A/C, ustalony jest zawężony zakres pomiarowy i dokonywane jest kolejno szesnaście pomiarów, które są na bieżąco sumowane.

Tak przygotowana suma uzupełniana jest o brakujące bity (wynik zawężenia zakresu). Następnie obliczany jest drugi wynik z nałożoną, prostą pętlą histerezy (rys. 16). Tego typu pętla może być przydatna w sieciach z czujnikami binarnymi. Jej użyteczność można jednak będzie ocenić dopiero podczas praktycznych badań związanych z tego typu sieciami. Wydaje się jednak, że w przypadku, kiedy wartość ustali się blisko granicznego poziomu mocy, niewielkie zakłócenia mogłyby spowodować, że granica ta będzie co jakiś czas przekraczana. Zastosowana pętla ma za zadanie chronić przed wpływem tego typu zakłóceń.

Marek Fiołka

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R102, R104, R106, R108, R110, R112, R114, 116, R121, R123, R125, R127, R129, R131, 133, R135, R201, R204, R207, R210, R213, 216, R219, R222: 1kΩ
R2, R101, R105, R109, R113, R120, R124, R128, 132, R202, R205, R208, R211, R214, R217, 220, R223, R302, R405, R406: 10kΩ
R103, R107, R111, R115, R122, R126, R130, 134, R203, R206, R209, R212, R215, R218, 221, R224, R304, R305: 100kΩ

R301: 3kΩ

R303: 430Ω

R401, R402: 300Ω

R403, R404: 3,3kΩ

RP401: 4,7kΩx8

Kondensatory

C1..C5, C303, C307, C311: 10μF

C6: 2pF

C7: 22pF

C8, C101..108: 1μF

C14, C201, C304, C308, C312, C315, C316, C317, 318, C319, C320, C321, C322, C323, C324, 325, C326, C327, C402, C405: 100n

C202: 47μF

C301, C305, C309: 220uF

C302, C306, C314, C310: 0,33μF

C401: 4-60pF

Półprzewodniki:

D101..108: 5,1V

D301, D302: 1A

D303..D306: 1N4148

D307: LED1

D401, D402: 1N4001

IC401: PCF8583

T401: BC548

U1: 62256

U3: 27C256

U4: 74HC573

U5: MAX232

U6: 80C535N

U101..U104: TL074

U201..208: TSL250

U301: LM7812

U302: LM7912

U303: LM7805

U304: 78L05

U305: LM136-5.0

U306: LM741

U402: LCD2X20

Różne

B301: 63mA

BT401: CR2032

BZ401: BUZZER

S1: RESET

X1: 12MHz

X401: 32,768kHz