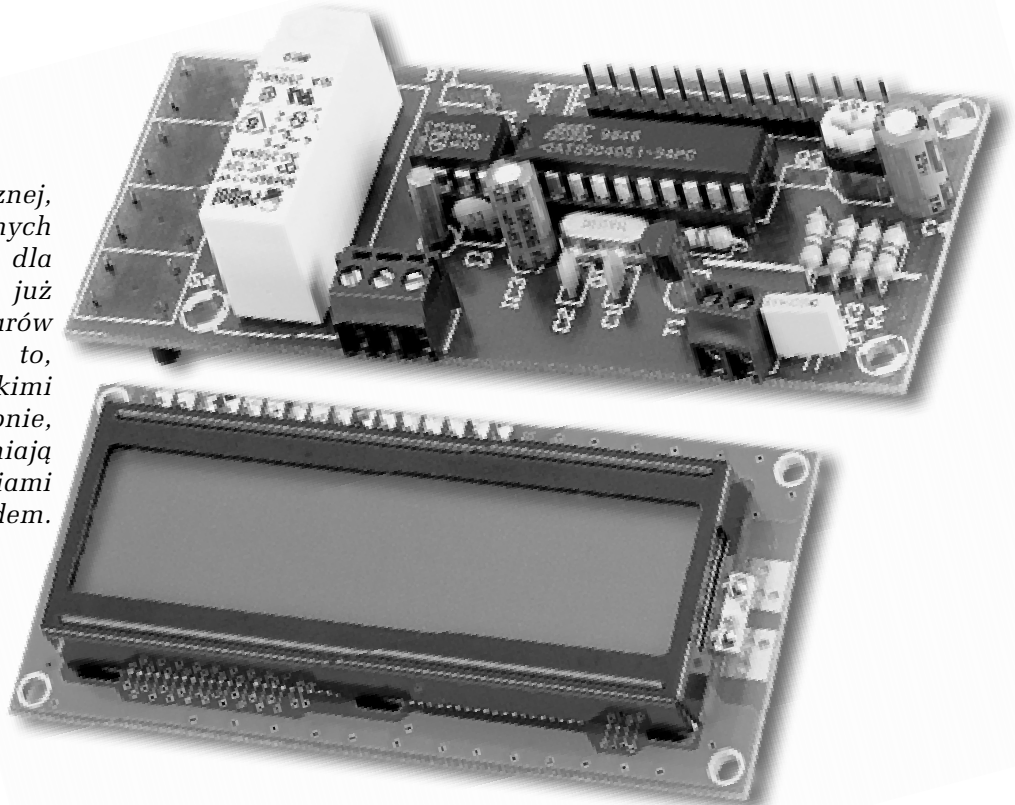


# Programowany zegar z wyświetlaczem LCD

## AVT-868

*W Elektronice Praktycznej, podobnie jak w innych pismach przeznaczonych dla elektroników, opisano już wiele układów zegarów elektronicznych. Pomimo to, zainteresowanie takimi urządzeniami nie słabnie, szczególnie kiedy wyróżniają się nietypowymi rozwiązaniami i eleganckim wyglądem.*



W większości, jeżeli nie we wszystkich, z opisanych w EP zegarów używano do zobrazowania upływu czasu wyświetlaczy siedmiosegmentowych LED. Wyświetlacze takie mają dokładnie tyle samo zalet co i wad i nie zawsze wytrzymują konkurencję z wyświetlaczami alfanumerycznymi LCD.

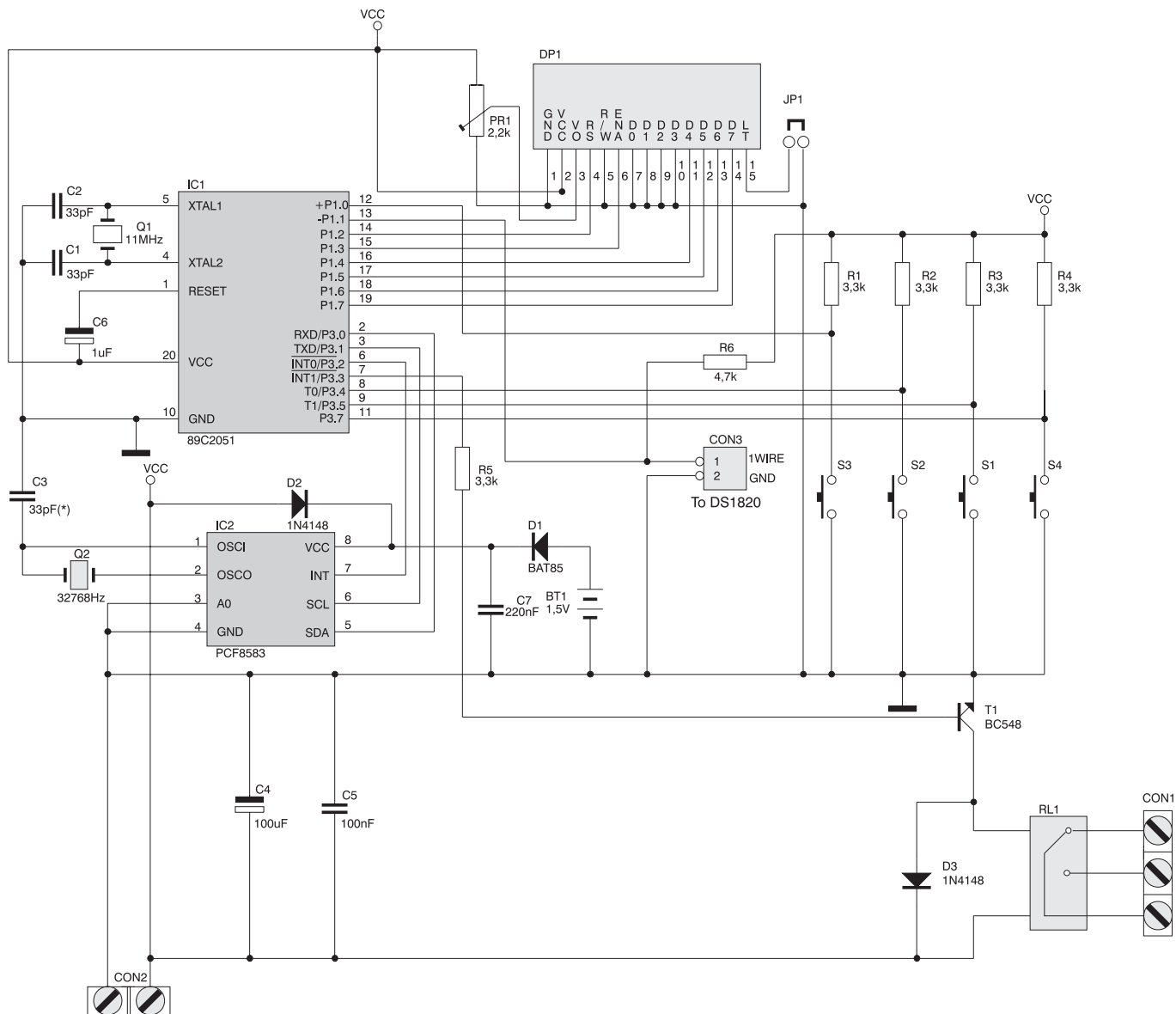
Proponowany zegar został pomysłany jako miniaturowy moduł - panel, który można równie dobrze wbudować w istniejące już urządzenie jak i, po odpowiednim obudowaniu, stosować autonomicznie. Szczególnie polecam zastosowanie go jako domowego zegarka umieszczonego np. w sypialni. Łagodne, oliwkowe światło emitowane przez podświetlany wyświetlacz LCD nie tylko nie denerwuje i nie utrudnia zaśnięcia, ale w ciemności wytwarza miły nastrój.

Do skonstruowania tego zegara skłoniła mnie jeszcze inna okoliczność. Miałem zamiar kolejny raz wypróbować w praktyce możliwości, jakie daje opisywany w Elektronice Praktycznej rewelacyjny pakiet BASCOM i zaprezen-

tować rezultaty moich doświadczeń Czytelnikom.

Napisanie programu obsługującego zegar okazało się wyjątkowo łatwą czynnością, szczególnie podczas realizowania procedur obsługujących wyświetlacz alfanumeryczny LCD, odczytujących i zapisujących dane do i z układu zegara czasu rzeczywistego i odczytywania temperatury z popularnego termometru cyfrowego DS1820. Program został napisany w ciągu kilku godzin, i to niezbyt wyczerpanej pracy.

Samo, łatwe i przyjemne, pisanie programu to jeszcze nie wszystkie udogodnienia oferowane przez pakiet BASCOM. Każdy napisany program wymaga wielokrotnego przetestowania w celu wykrycia i poprawienia błędów. Czynności te zajmują programiście zwykle najwięcej czasu, głównie ze względu na konieczność wielokrotnego programowania procesora, umieszczania go w uruchamianym układzie i po stwierdzeniu występowania ewentualnego błędu, ponownego programowania układu.



Rys. 1. Schemat elektryczny zegara.

Zupełnie inaczej miała się sprawa podczas pisania i testowania programu w środowisku BASCOM-a. Cały program (z wyjątkiem fragmentu odczytu danych z termometru DS1820) został przetestowany bez konieczności programowania procesora, wyłącznie z wykorzystaniem wbudowanego w BASCOM emulatora sprzętowego i programowego. Dało mi to niespotykany dotąd komfort pracy i pewność, że po usunięciu z programu dyrektywy symulacji, skompilowaniu go i zaprogramowaniu procesora, wszystko powinno działać od razu poprawnie. Tak też się stało, a program wymagał jedynie drobnych przeróbek polegających na dostosowaniu opóźnień czasowych do znacznie szybszej w porównaniu z symulacją, pracy programu.

Jedynie procedura odczytu danych z termometru DS1820 wymagała testowania programu bezpośrednio w zaprogramowanym procesorze. Stosowany przeze mnie emulator sprzętowy MCS Electronics nie pozwala (jak dotąd) na emulację transmisji 1WIRE. Sądzę jednak, że po konsultacji z firmą MCS Electronics uda mi się w najbliższym czasie usunąć tę niedogodność.

Prezentowany układ realizuje następujące funkcje:

1. Wyświetlanie bieżącego czasu z rozdzielczością 1s.
2. Wyświetlanie aktualnej daty.
3. Funkcja budzika ustawianego z rozdzielczością 1 minuty.
4. Alternatywne wyświetlanie temperatury panującej w pomieszczeniu.

### Opis działania układu

Schemat elektryczny zegara pokazano na rys. 1. Sercem układu jest dobrze nam znany procesor typu AT89C2051 firmy ATMEL.

W naszym układzie do mikrokontrolera zostały dołączone następujące urządzenia peryferyjne:

1. Zegar czasu rzeczywistego zrealizowany na popularnym układzie PCF8583. Układ ten (został szczegółowo omówiony w EP9/94) zawiera w swojej strukturze zegar - kalendarz 4-letni, układ transmisji I<sup>2</sup>C, wyjście generacji przewidywania INT oraz generator stabilizowany zewnętrznym rezonatorem kwarcowym 32768Hz. PCF8583 dysponuje 240 bajtami wolnej pamięci EEPROM, którą konstruktor może wykorzystać zgodnie z aktualnymi potrzebami.

W naszym układzie PCF8583 posiada dwa źródła zasilania: wspólne z resztą układu i awaryjne, z baterii BT1 o napięciu 1,5V. Obydwa źródła zasilania separowane są za pomocą diod D1 i D2.

2. Wyświetlacz alfanumeryczny LCD jest sterowany przez procesor w trybie czterobitowym. W układzie zastosowano wyświetlacz 2x16 znaków z podświetlaniem, ale możliwe jest także użycie tańszych wyświetlaczy bez podświetlania. Kontrast wyświetlacza regulowany jest za pomocą potencjometru montażowego PR1.

3. Klawiaturę czteroprzyciskową (S1..S4), służącą do obsługi funkcji zegara.

4. Alternatywnie można dołączyć do układu termometr typu DS1820 (złącze CON3). Procesor automatycznie rozpoznaje obecność dołączonego termometru i odpowiednio organizuje ekran wyświetlacza, zapewniając miejsce dla dodatkowej informacji.

Procesor jest taktowany sygnałem z wewnętrznego oscylatora, którego częstotliwość stabilizowana jest kwarem Q1 o częstotliwości rezonansowej 11,059MHZ. Ponieważ zegar czasu rzeczywistego jest taktowany odrębnym oscylatorem (z rezonatorem kwarcowym Q2), częstotliwość rezonansowa kwarcu Q1 może być dość dowolna (od 8 do 24MHz)

Analizę pracy układu rozpoczniemy od momentu pierwszego włączenia zasilania, a posługiwać się będziemy przy tym fragmentami listingu programu obsługującego zegar.

Natychmiast po włączeniu zasilania procesor rozpoczyna cykliczne odczytywanie zawartości pamięci RAM układu PCF8583, a konkretnie rejestrów przechowujących informację o aktualnym czasie i dacie. Podprogram odczytu tych danych, napisany w dialekcie MCS BASIC stosowanym w pakiecie BASCOM, jest wyjątkowo prosty:

```
Sub Gettime
I2cstart 'inicjalizacja
          'magistrali I2C
I2cwbyte &HA0 'podanie adresu
          'podstawowego PCF8583
I2cwbyte 2 'wybranie drugiego
          'rejestru
I2cstart 'start transmisji
I2cwbyte &HA1 'zgłoszenie
          'zamiaru odczytu informacji
```

```
I2crbyte S,Ack
          'odczyt rejestru sekund
          '(z potwierdzeniem - Ack)
I2crbyte M,Ack
          'odczyt rejestru minut
          '(z potwierdzeniem - Ack)
I2crbyte H,Ack
          'odczyt rejestru godzin
          '(tryb 24h)
          '(z potwierdzeniem - Ack)
I2crbyte Yd,Ack
          'odczyt dnia miesiąca
          '(z potwierdzeniem - Ack)
I2crbyte Wm,Nack
          'odczyt miesiąca
          '(bez potwierdzenia - Nack)
I2cstop
          'zatrzymanie transmisji
End Sub
```

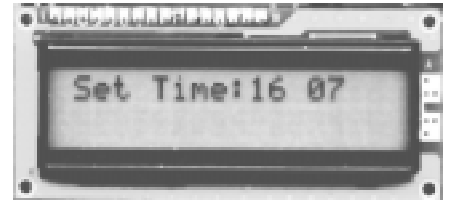
Ponieważ zegar został uruchomiony po raz pierwszy, to rejestry układu PCF8583 są wyzerowane i na wyświetlaczach ukaże się najprawdopodobniej informacja, niezbyt odpowiadająca aktualnemu czasowi (rys. 2). A zatem, pierwszą czynnością, jaką będziemy musieli wykonać, będzie ustawienie właściwego czasu i daty. Naciskamy klawisz S1 (ustawianie czasu) i za pomocą klawiszy S1 i S2 ustawiamy godziny i minuty aktualnego czasu (rys. 3). Czynność tę potwierdzamy klawiszem S3, powracając do trybu wyświetlania aktualnego czasu i daty. Z kolei, po naciśnięciu klawisza S2 uzyskamy dostęp do trybu ustawiania daty. Podobnie jak to było w przypadku minut i godzin, za pomocą klawiszy S1 i S2 ustawiamy aktualny dzień miesiąca i miesiąc (rys. 4). Należy zwrócić uwagę, że po każdorazowym ustawieniu czasu licznik sekund jest zerowany.

Ustawiony czas i data zapisywane są natychmiast we właściwych rejestrach układu PCF8583. Podprogram wykonujący tę operację jest równie prosty, jak odczytywanie danych:

```
Sub Settime
I2cstart 'inicjalizacja
          'magistrali I2C
I2cwbyte &HA0 'podanie adresu
          'podstawowego PCF8583
I2cwbyte 0 'wybranie zapisu
          'do rejestru kontrolnego
I2cwbyte 8 'ustawienie
          'parametrów zapisu
I2cstop 'zatrzymanie
          'transmisji
```



Rys. 2. Wygląd wyświetlacza po pierwszym włączeniu zegara.



Rys. 3. Ustawianie czasu.



Rys. 4. Ustawianie daty.



Rys. 5. Ustawianie alarmu.



Rys. 6. Wygląd wyświetlacza po dołączeniu czujnika temperatury

```
I2cstart 'ponowne
          'rozpoczęcie transmisji
I2cwbyte &HA0 'ustawienie trybu
          'zapisu
I2cwbyte 2 'wybranie drugiego
          'rejestru (sekund)
I2cwbyte S 'zapis sekund
I2cwbyte M 'zapis minut
I2cwbyte H 'zapis godzin
I2cwbyte Yd 'zapis dnia
          'miesiąca
I2cwbyte Wm 'zapis miesiąca
I2cstop 'koniec transmisji
End sub
```

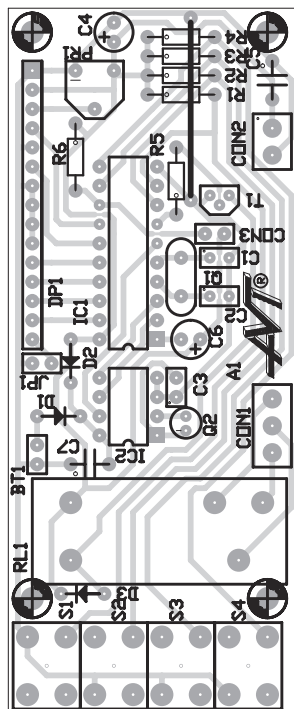
Nasz zegar, jak na tego typu układ przystało, wyposażony jest w budzik, który możemy ustawiać po naciśnięciu w trybie wyświetlania czasu przycisku S4. Czas

budzenia ustawiamy identycznie jak aktualny czas i datę, z tym, że budzik może być uaktywniony lub wyłączony za pomocą przycisku S4 (rys. 5), w trybie ustawiania czasu budzenia.

Elementem wykonawczym układu budzika jest przekaźnik RL1 o dużej obciążalności styków.

Jak do tej pory, nic nie wspominaliśmy o termometrze wbudowanym w nasz zegarek. Pozostaje on w „ukryciu“, aż do momentu dołączenia do złącza CON3 termometru cyfrowego typu DS1820. Program automatycznie rozpoznaje fakt dołączenia tego układu i natychmiast, po przeorganizowaniu ekranu wyświetlacza, rozpoczyna wyświetlanie temperatury w pomieszczeniu (rys. 6). Temperatura wyświetlana jest z rozdzielczością 0,1°C, a procedura odczytu zawartości rejestrów układu DS1820 jest również prosta, jak procedury obsługi zegara czasu rzeczywistego.

```
Sub Read1820
  lwwrite &HCC : lwwrite &H44
    'inicjalizacja konwersji
    'A/D
  Waitms 250 'oczekiwanie na
    'koniec konwersji*)
  Waitms 100 'oczekiwanie na
    'koniec konwersji*)
```



Rys. 7. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

```
lwreset 'reset magistrali
  'I2C
lwwrite &HCC 'odczyt zawartości
  'RAM (scretpad)
lwwrite &HBE 'odczyt zawartości
  'RAM (scretpad)
Bd(1) = lwwrite(9)
  'odczyt zawartości RAM
  '(scretpad)
lwreset 'reset magistrali
  'I2C
Tmp = Bd(1) And 1
  'kalkulacja danych
If Tmp = 1 Then Decr Bd(1)
  'do osiągnięcia
T = Makeint(bd(1),Bd(2))
  'precyzji 0,1°C
T = T * 50 : T = T - 25 :
T1 = Bd(8) - Bd(7) :
T1 = T1 * 100
T1 = T1 / Bd(8) : T = T + T1 :
T = T / 10
X = T / 10
End Sub
```

\*) Czas oczekiwania nie może być krótszy od 300ms, dla „pewności“ zadane czas 350ms i stąd konieczność dwukrotnego wydania polecenia „waitms“ (maksymalnie „waitms 255“).

Efektem „odnalezienia“ przez układ termometru i poprawnego odczytania temperatury jest wyświetlenie w dolnej części wyświetlacza alfanumerycznego jej aktualnej wartości (rys. 6).

No i tak, omawiając fragmenty programu sterującego naszym zegarem, opisaliśmy także jego działanie. Należy jeszcze tylko dodać, że układ powinien być zasilany napięciem stałym, stabilizowanym o wartości +5VDC. Jako baterię BT można zastosować praktycznie dowolne ogniwo 1,5V, nawet typu „zegarkowego“. Zapewni ona podtrzymanie pracy zegara czasu rzeczywistego w momentach przerw w zasilaniu zegara. Rozwiązanie to pozwala na niestosowanie jakiegokolwiek zasilania awaryjnego zegara.

### Montaż i uruchomienie

Na rys. 7 pokazano rozmieszczenie elementów na dwóch płytках obwodów drukowanych wykonanych na laminacie jednostronnym. Montaż wykonujemy typowo, rozpoczynając od wlotowania w płytki diod i rezystorów, a kończąc na podstawkach pod układy scalone i kondensatorach

### WYKAZ ELEMENTÓW

**Rezystory**  
 PR1: potencjometr montażowy miniaturowy 2,2kΩ  
 R1..R5: 3,3kΩ  
 R6: 4,7kΩ

**Kondensatory**  
 C1, C2: 33pF  
 C3: 33pF lub trymer 56pF  
 C4: 100µF/10V  
 C5: 100nF  
 C6: 1µF/10V  
 C7: 220nF

**Półprzewodniki**  
 D1: BAT85  
 D2, D3: 1N4148  
 IC1: zaprogramowany procesor 89C2051  
 IC2: PCF8583  
 IC3: DS1820  
 T1: BC548

**Różne**  
 CON1: ARK3  
 CON2: ARK2  
 DP1: wyświetlacz alfanumeryczny 16\*2  
 Q1: rezonator kwarcowy 11,059MHz  
 Q2: rezonator kwarcowy 32768Hz  
 RL1: przekaźnik RM96-5V  
 S1..S4 przycisk microswitch 10 mm goldpin 1x14, 1x2 jumper złącze szufladowe 1x14

elektrolitycznych.  
**Uwaga: Przyciski S1..S4 oraz rząd goldpinów łączący płytke bazową z wyświetlaczem należy wlotować od strony druku!**

Po sprawdzeniu jakości montażu lutujemy wyświetlacz do szeregu goldpinów wystających z płytki od strony druku i następnie wkładamy układy scalone w podstawki. Podczas montażu nie należy wzorować się na fotografiach zamieszczonych w artykule. W układzie prototypowym zastosowano bowiem rozłączalne połączenie pomiędzy płytka a wyświetlaczem, co w wykonaniu układu docelowego wymagałoby kłopotliwego przedłużania przycisków S1..S4.

**Zbigniew Raabe, AVT**  
**zbigniew.raabe@ep.com.pl**

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/pcb.html> oraz na płycie CD-EP07/2000B w katalogu PCB.