

Dział "Projekty Czytelników" zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji.

Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 200,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

## Cyfrowy zegar sterujący DCC-51

Przedstawiony w artykule zegar sterujący jest uniwersalną aplikacją mikrokomputera jednoukładowego Intel 8051 i może znaleźć wiele zastosowań. Program sterujący w podstawowej wersji obejmuje: 24-godzinny zegar, 9-godzinny timer, kalendarz oraz 3 niezależne budziki. Układ sterujący zegara pozostawia do wykorzystania dodatkowo 6 wolnych linii wejścia-wyjścia, 2 klawisze sterujące, dwie diody sygnalizacyjne oraz ok. 6kB wolnej pamięci programu.



Projekt  
052

8051 z zewnętrzną pamięcią programu, rozbudowana o układ generatora akustycznego (U4, C3, R1, P1) oraz zmodyfikowany układ oscylatora (Xtal, C4, Cx). Generator akustyczny pracuje w układzie multiwibratora zbudowanego z bramek B2, B3, B4 i elementów C3, R1, P1, kluczowanego sygnałem z wyjścia P3.1 układu U1. Bramka B1 pełni funkcję bufora i odwraca sygnał wyjściowy sterujący wzmacniaczem sygnału akustycznego zbudowanym z elementów R3, T1, Bz. Odwrócenie sygnału powoduje, że przy nieaktywnym generatorze (brak alarmu), a więc przez większość czasu pracy zegara, tranzystor T1 pozostaje wyłączony, co ogranicza pobór prądu przez całe urządzenie oraz chroni go przed przegrzaniem, gdyż aby uzyskać duże natężenie dźwięku, przy stosunkowo niewielkim napięciu (+5V) i małych wymiarach buzzera (Bz), ten ostatni został włączony bezpośrednio pomiędzy szynę zasilania (Vcc), a masę (GND), za pośrednictwem kolektora T1.

Ponieważ pomimo bardzo dużej dokładności, każdy oscylator jest obciążony pewnym błędem, który zależy od wielu czynników (m.in. środowiska pracy, temperatury, technologii produkcji itp.) należało rozbudować układ oscylatora tak, aby istniała możliwość kalibracji tego błędu. Takie rozwiązanie przedstawia schemat elektryczny (Xtal, C4, Cx). Trymer Cx służy do kalibracji, którą należy przeprowadzać w regularnych odstępach czasu aż do

### Opis urządzenia

Urządzenie ma budowę modułową (rys. 1) i składa się z trzech połączonych ze sobą bloków. Głównym i podstawowym składnikiem urządzenia jest Moduł sterujący (MS), którego zadaniem jest sterowanie wszystkimi elementami systemu. Interfejsem od strony użytkownika jest Panel informacyjny (PI), za pomocą którego użytkownik wprowadza informacje i otrzymuje je od systemu. Obydwa moduły połączono taśmą wieloprzewodową. Trzecim modułem jest zasilacz (Z), nie opisany tutaj.

Ponieważ zegar DCC-51 skonstruowano jako niewielki system sterujący, to takie rozproszone rozwiązanie autor uznał za najbardziej praktyczne. Przedstawiona konfiguracja z programem w podstawowej wersji obejmuje:

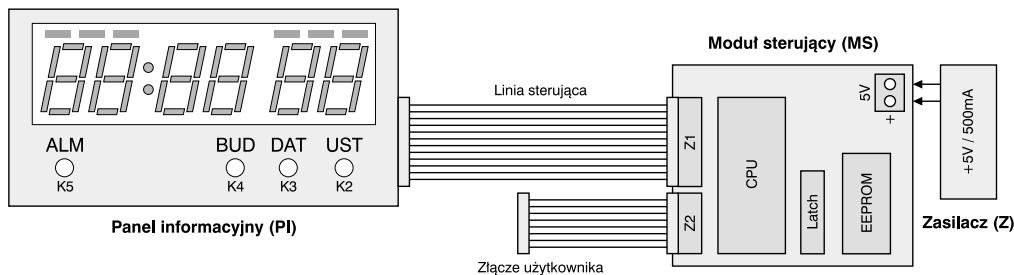
- 24-godzinny zegar;
- 9-godzinny timer;
- kalendarz;

- 3 niezależne budziki;
  - 4 wyjścia sterujące.
- Do budowy podstawowej wersji wykorzystano:
- 2kB pamięci EPROM z dostępnych 8kB;
  - 10 linii we/wy z 16 dostępnych;
  - 4 klawisze sterujące z 6 dostępnych;
  - 4 diody LED z 6 dostępnych.

Jak widać z powyższego zestawienia, zegar został przygotowany do rozbudowy, której można dokonać bez ingerencji sprzętowej w urządzenie (wyjątek stanowi jedynie program, który należy uzupełnić lub zmodyfikować zgodnie z własnymi potrzebami, o czym będzie mowa w dalszej części artykułu).

### Moduł sterujący

Schemat elektryczny Modułu sterującego przedstawiono na rys. 2. Już na pierwszy rzut oka widać, iż jest to typowa aplikacja mikrokomputera jednoukładowego



Rys. 1.

uzyskania odpowiedniej dokładności.

Układ sterujący (C5, R2) wymusza aktywny poziom na wejściu RESET procesora w czasie włączenia zasilania. Przycisk Kres służy do restartowania systemu.

Wszystkie sygnały niezbędne do sterowania panelem informacyjnym wraz z zasilaniem są wyprowadzone na złącze Z1 i obejmują cały port P1 oraz dwie linie portu P3 procesora U1. Do złącza Z2 dołączono 6 wolnych linii portu P3 użytkownika oraz zasilanie (4 z tych linii wykorzystuje podstawowy program, ustawiając jedną z nich w stan wysoki w czasie alarmu jednego z budzików lub timera. Właściwość tę można wykorzystać lub zmienić przy rozbudowie układu).

**Panel informacyjny**

Jak wynika ze schematu (rys. 3), panel wykorzystuje do wyświetlania oraz odczytu klawiatury metodę sterowania multiplexowego, co pozwoliło zmniejszyć liczbę elementów oraz linii sterujących panelem. Każdy z sześciu wyświetlaczy (podwójne W1..W3) został skojarzony z jedną diodą świecąca (L3..L8) oraz jednym z klawiszy (K0..K5). Podanie na wejścia adresowe dekodera U5 adresu (numera) wyświetlacza (linie Z3.8..Z3.10) powoduje uaktywnienie jednego z 6 zespołów: wyświetlacz-dioda-klawisz. Teraz moduł sterujący podaje na wejścia dekodera kodu 7-segmentowego U6 (linie Z3.3..Z3.6) kod znaku, który zostanie wyświetlony, a na linię Z3.7 poziom logiczny, który decyduje o zapaleniu lub zgaśnięciu aktywnej diody oraz testuje linię Z3.11, aby określić, czy aktywny klawisz został wciśnięty. Procedura ta jest powtarzana dla kolejnych wyświetlaczy

z częstotliwością 500Hz, co zapobiega migotaniu wyświetlanej informacji.

Osobnego omówienia wymaga układ dekodera kodu wyświetlanego znaku. Nie zastosowano tu popularnego i przestarzałego zresztą 7447, choć układ połączeń panelu pozwala na to. Zrezygnowano z tego układu ponieważ nie wyświetla on pełnych cyfr „6” i „9”, a po drugie układ jest tak starą konstrukcją, iż jego projektanci nie dbali o znaki o kodach powyżej 9 (czyli szesnastkowo A, B, C, D, E, F). Pomijając to, że znaki takie mogą być przydatne użytkownikowi przy rozbudowie systemu, program w podstawowej wersji wymaga znaku „-” dla wskaźnika aktywności (budzik) oraz czasu ujemnego (timer). Tak więc, aby wyświetlana informacja była czytelna i estetyczna zastosowano zmodyfikowany układ dekodera 74347, który wyświetla pełne cyfry „6” i „9”, a także dekoduje zestaw znaków, które można wykorzystać (min. „-”, „E”, „A”). Jednakże dekodery ten nie wyświetla tzw. „pustego znaku”, który jest potrzebny do wygaszania wyświetlacza (np. przy wyświetlaniu godziny: „0,00” zamiast „00,00”).

Zaistniała więc potrzeba uzupełnienia dekodera prostym układem, który dla określonego kodu wygaszałby wyświetlacz. Tym układem jest detektor wykrywający wysoki poziom logiczny na liniach C i D

dekodera 74347 (D1, D2, R6, R7, T3). W przypadku gdy C=1, D=1 układ podaje niski poziom na wejście wygaszania U6 (B1), co powoduje wyłączenie wyświetlacza. W ten sposób znaki o kodach od CH wzwyż będą traktowane jako „pusty znak”. Znaki o kodach A i BH („-”, „E”) są wykorzystywane przez system.

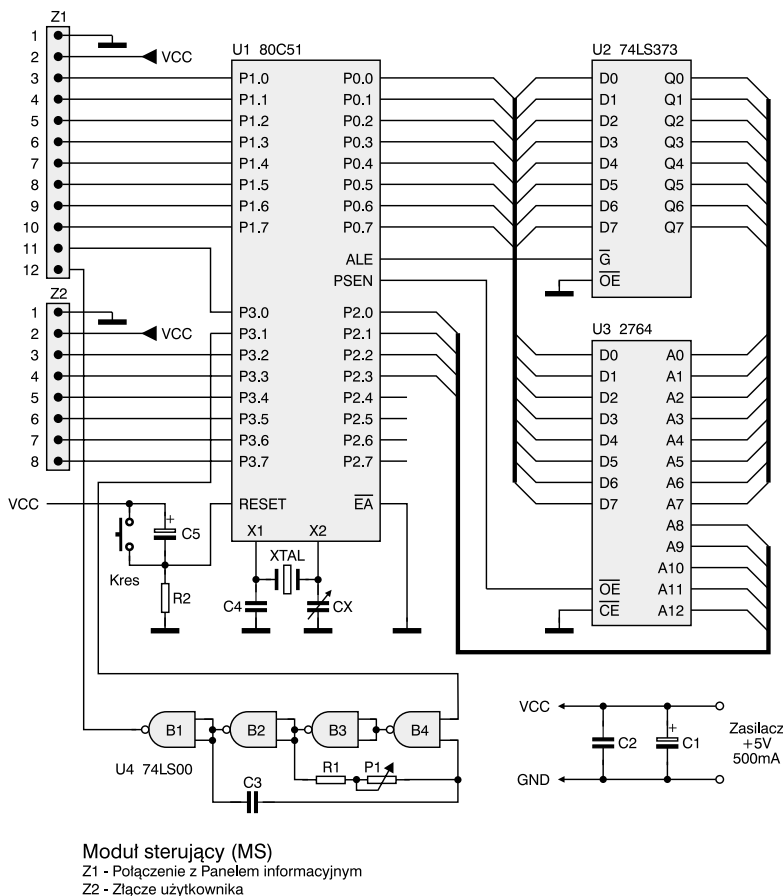
Pozostałe bloki to wzmacniacz sygnału akustycznego (R3, T1, Bz) omówiony wcześniej, obwód sterujący diodami świecącymi (R4, R5, T2) oraz układ „dwukropka” (R8, L1, L2), który nie wymaga komentarza. Rezystory R16 do R23 ograniczają prąd wyświetlaczy i zmiana ich wartości ma wpływ na jasność świecenia.

**Oprogramowanie**

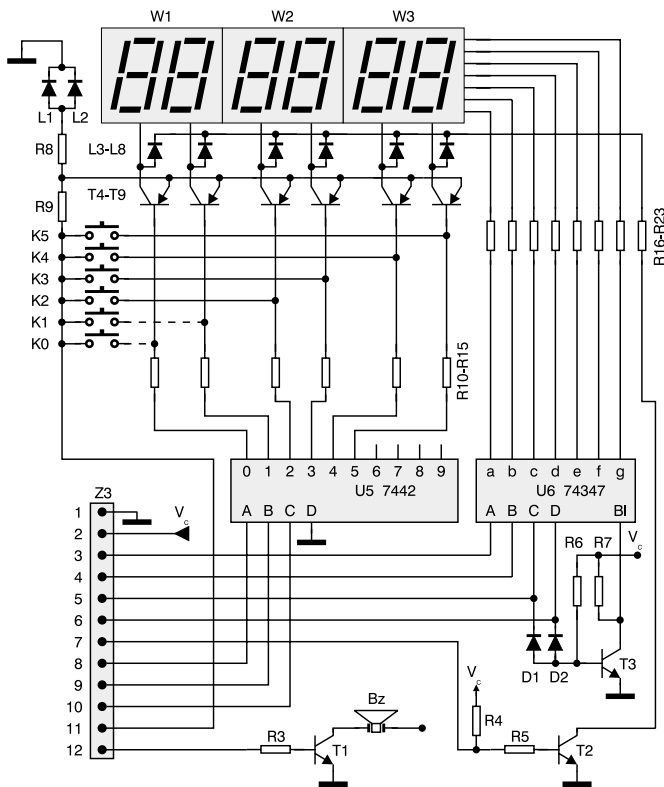
Oprogramowanie zegara zapisane w pamięci EPROM (U3) zajmuje niecałe 2kB pojemności kostki, co pozostawia użytkownikowi nieco ponad 6kB dla ewentualnej rozbudowy urządzenia. Program w podstawowej wersji zawiera procedury obsługi zegara, kalendarza, timera oraz budzików, a także procedurę przerwania TF0, która zajmuje się obsługą wyświetlaczy LED, diod LED, klawiatury oraz sygnału dźwiękowego. Rozbudowy systemu można dokonać poprzez modyfikację programu podstawowego lub też pisząc własny program. Wersję podstawową wraz z listingiem oraz opisem można uzyskać u autora niniejszej publikacji. Warto zaznaczyć, iż poprzez niewielkie modyfikacje podstawowych procedur można uzyskać wiele nowych funkcji zegara.

**Montaż**

Obydwa moduły zegara zostały wykonane w oparciu o dwustronne płytki drukowane z przelotkami lub metalizacją (mozaiki



Rys. 2.



Panel informacyjny (PI)  
Z1 - Połączenie z Modułem sterującym

Rys. 3.

ścieżek przedstawiono na wkładce wewnątrz numeru). Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej przedstawiają rys. 4 i 5.

Montaż należy rozpocząć od przelotek (jeśli są) montując następnie podstawki pod układy scalone i wyświetlacze oraz elementy bierne. Następnie przygotowujemy przewód sterujący. Do tego celu należy użyć przewodu taśmowego lub okrągłego (x12) oraz dwóch złącz zaciskowych IDC14, które należy zamocować na końcach przewodu. Najlepszym będzie przewód taśmowy kolorowy (nie należy stosować przewodu przeznaczony do złącz zaciskowych, ponieważ jest on drogi i posiada mały przekrój, co może powodować spadek napięcia na linii zasilania). Przy odrobinie umiejętności, w złączu IDC można zacisnąć dowolną taśmę, jak i pojedyncze przewody kabla okrągłego. Urządzenie skonstruowane przez autora (pracujące bezawaryjnie od ponad roku) wykorzystuje jako linię sterującą taśmę 12-żyłową o przekroju 0,14 mm<sup>2</sup> i długości 5m. Przy większych odległościach,

jeśli wystąpią zakłócenia lub spadki napięcia, należy zastosować kondensatory filtrujące i/lub zwiększyć przekrój przewodów linii.

Po takim przygotowaniu należy połączyć ze sobą obydwie płytki (MS oraz PI) za pomocą wykonanej wcześniej linii sterującej, a do płytki MS dołączyć zasilanie +5V ze stabilizowanego źródła o wydajności ok. 500mA. Teraz, korzystając z woltomierza, należy sprawdzić polaryzację i wartość napięcia zasilania na wszystkich podstawkach. Jeśli wszystkie napięcia są poprawne, należy odłączyć zasilanie i zamontować układy scalone oraz wyświetlacze w podstawkach. Jeśli montaż został wykonany poprawnie, system startuje od razu i nie wymaga żadnych zabiegów regulacyjnych (za wyjątkiem kalibracji zegara trymerem Cx).

Płytkę panelu informacyjnego została wprawdzie przygotowana do obudowy uniwersalnej typu Z-19, lecz nie jest to krytyczna sprawa, raczej należy to traktować jako propozycję. Podobnie rzecz ma się z klawiaturą. W modelu za-

stosowano klawiaturowe przyciski membranowe do druku oraz dodatkową płytkę drukowaną, która jest mocowana za pomocą dwóch tulejek dystansowych nad płytką panela. Zewnętrzną część klawisza stanowi „główka” odlana z silikonu, mocowana do górnej części obudowy.

**Obsługa**

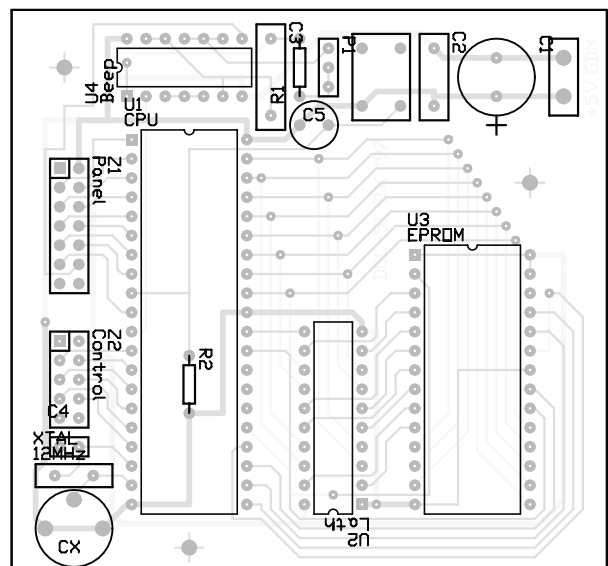
Zegar w przedstawionej wersji jest obsługiwany za pomocą 4 wielofunkcyjnych klawiszy. Wykorzystano klawisze K5, K4, K3, K2. Znaczenie poszczególnych klawiszy jest następujące:

- ✓ K5:
  - kasowanie alarmu;
- ✓ K4:
  - odczyt budzików (wyświetlany przez ok. 3 s);
  - ustawianie godzin;
- ✓ K3:
  - odczyt daty;
  - włączanie/wyłączanie budzika;
  - ustawianie minut;
- ✓ K2:
  - włączenie trybu ustawiania (przytrzymać przez ok. 3 s);
  - wybór ustawiania;
  - zakończenie ustawiania;
  - przełączanie zegar/timer.

Tryb ustawiania uzyskuje się poprzez naciśnięcie i przytrzymanie klawisza K2 przez ok. 3s. Kolejne naciśnięcia klawisza K2 powodują wybranie kolejnych elementów do ustawiania w następującej ko-

**WYKAZ ELEMENTÓW**

- Rezystory**  
 R1: 8.2kΩ  
 R2: 300Ω  
 R3, R5, R7..R9: 1kΩ  
 R4, R6: 10kΩ  
 R10-R15: 150Ω  
 R16-R23: 100Ω
- P1: potencjometr montażowy stojący 500Ω
- Kondensatory**  
 C1: 220..470μF/16V  
 C2: 100nF  
 C3: 330nF  
 C4: 22pF  
 C5: 10μF/10V  
 Cx: trymer 10..25pF
- Półprzewodniki**  
 L1..L2: diody świecące  
 L3..L8: prostokątne diody świecące  
 T1..T3: BC 237 lub podobne  
 T4..T9: BC 337 lub podobne  
 U1: 80C51 (80C31)  
 U2: 74LS373  
 U3: 27C64 (EPROM z programem)  
 U4: 74LS00  
 U5: 7442  
 U6: 74347  
 W1..W3: wyświetlacz LED podwójny HA 1182g lub podobne (wspólna anoda)
- Różne**  
 Z1, Z3: listwa goldpin 7x2  
 Z2: listwa goldpin 4x2  
 Bz: buzzer (bez generatora)  
 Kres: przycisk membranowy do druku  
 K0..K5: przycisk wg opisu w tekście  
 2 wtyki IDC 14 zaciskane + przewód wg opisu w tekście



Rys. 4.

lejności: timer, budzik 1, budzik 2, budzik 3, data, czas. Rozpoczęcie ustawiania określonego elementu rozpoczyna zmiana godziny (K4) lub minuty (K3). Od tego momentu klawisz K2 przestaje wybierać ustawiany element i jego naciśnięcie kończy tryb ustawiania.

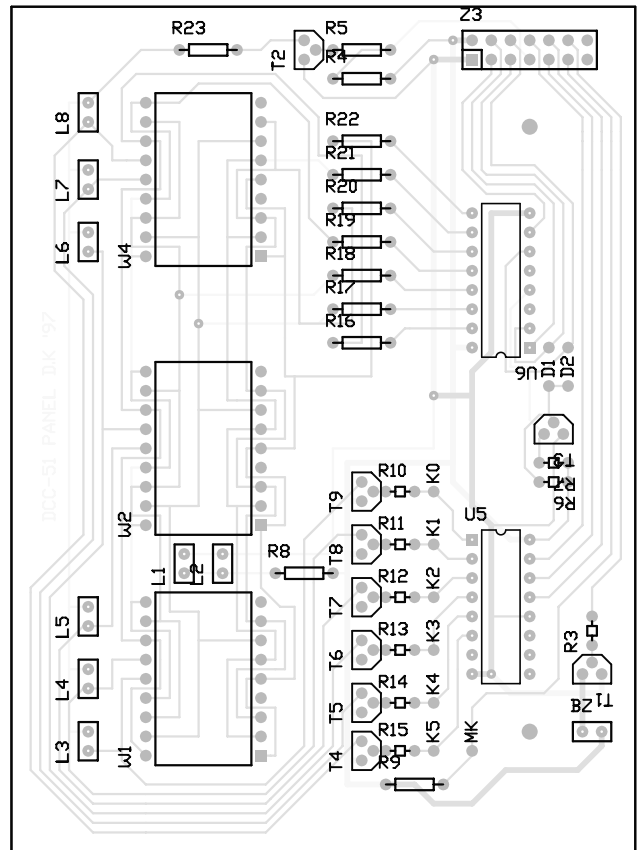
Włączenie i wyłączenie jednego z budzików (bez zmiany czasu budzenia) uzyskuje się poprzez odczytanie wybranego budzika (K4) a następnie naciśnięcie klawisza (K3), co powoduje zapalenie i gaszenie znaku „-“ na pozycji sekund. Wyświetlony znak „-“ oznacza wyłączenie budzika, brak znaku jego włączenie. Klawisz K3 musi być naciśnięty w czasie wyświetlania czasu budzika (ok.3s). W czasie aktywności timera klawiszem K2 można przełączać wyświetlanie czasu ujemnego timera i czasu aktualnego zegara.

Jeżeli alarm jednego z budzików nie zostanie wyłączony klawiszem K5, to zakończy się automatycznie po 255 s (4,25 min). To samo dotyczy timera, z tą jednak różnicą, że alarm trwa 30 s. Każdemu z trzech budzików oraz timerowi jest przyporządkowana jedna dioda świecąca (L3..L6), wskazująca

aktywność (świecenie ciągłe), alarm (pulsowanie) lub tryb ustawiania (pulsowanie szybkie). Tryb ustawiania daty i czasu oznacza pulsowanie, odpowiednio dwóch (L3, L5) lub trzech (L3, L4, L5) diod świecących.

**Możliwości rozbudowy**

Jak wspomniano na początku, urządzenie projektowane było z myślą o rozbudowie. W tym też celu autor zastosował układ pamięci programu o pojemności 8kB, chociaż program podstawowy zajmuje ok. 2kB. Właśnie wolny obszar tej pamięci jest przeznaczony do rozbudowy lub modyfikacji programu. Podobnie wolne linie portu P3 są przeznaczone do wykorzystania we własnych aplikacjach (sterowanie lub rozbudowa systemu). Korzystając z metody modulacji szerokości impulsu można podłączyć do systemu proste przetworniki A/C, np. do pomiaru temperatury, lub C/A np. do regulacji natężenia oświetlenia. Również Panel informacyjny można rozszerzyć (np. dodać dodatkowy podwójny wyświetlacz, dwie diody oraz dwa klawisze, bez zwiększania liczby linii sterujących - wolne wyjścia 6, 7 dekodera U5).



Rys. 5.

Przedstawione rozwiązanie zegara sterującego DCC-51 umożliwi na pewno realizację własnych projektów przez każdego projektanta systemów cyfrowych.  
**Dariusz Kozak**

*Czytelników zainteresowanych kontaktem z autorem publikacji prosimy o przesyłanie listów na adres redakcji EP.*