

Zegar szkolny sterowany pilotem

kit AVT-894

Przystępując do projektowania nowego, nieco nietypowego zegara nie stawiałem sobie żadnych szczytnych celów. Nie miałem zamiaru zaprojektować układu o „wysokich walorach edukacyjnych” ani czegoś, czego jeszcze nikt nigdy nie wykonał. Nie miałem też najmniejszego zamiaru stosować najnowocześniejszych układów i technologii, procesorów najnowszych generacji ani innych „cudeniek”. Moje założenia projektowe były bardzo proste i sprowadzały się do jednej idei: zbudować zegar jak najbardziej efektowny, a także wygodny w obsłudze, ale niekoniecznie wyposażony w skomplikowane funkcje.



Pierwszą cechą jaka miała odróżniać mój zegar od innych tego typu układów elektronicznych miały być jego wymiary. Postanowiłem zbudować zegar o maksymalnie dużym polu odczytowym, oczywiście w granicach zdrowego rozsądku i poczucia estetyki. Zdecydowałem się więc zastosować wyświetlacze siedmiosegmentowe o wysokości 57mm, których cena mieści się w granicach zdrowego rozsądku. Z pozoru 57mm to nie tak dużo, ale nawet te wyświetlacze widoczne są doskonale z odległości 50m!

Wielki zegar najczęściej nie zostanie postawiony na biurku, ani na nocnym stolyczku. Najprawdopodobniej będzie ozdobą dużego pokoju mieszkalnego, a może nawet sali szkolnej czy pokoju konferencyjnego w jakiejś firmie. A zatem zostanie

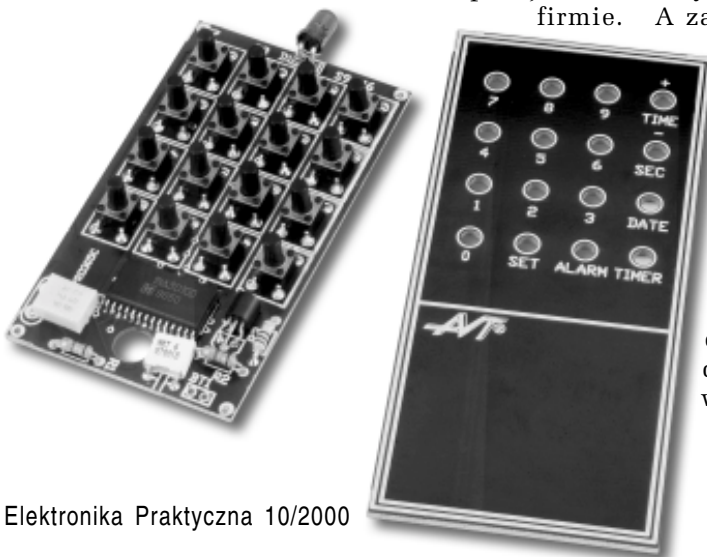
umieszczony raczej wysoko, być może nawet poza zasięgiem ręki stojącego poniżej człowieka. A przecież nawet najlepszy zegar wymaga czasami regulacji, że nie wspomnę o ko-

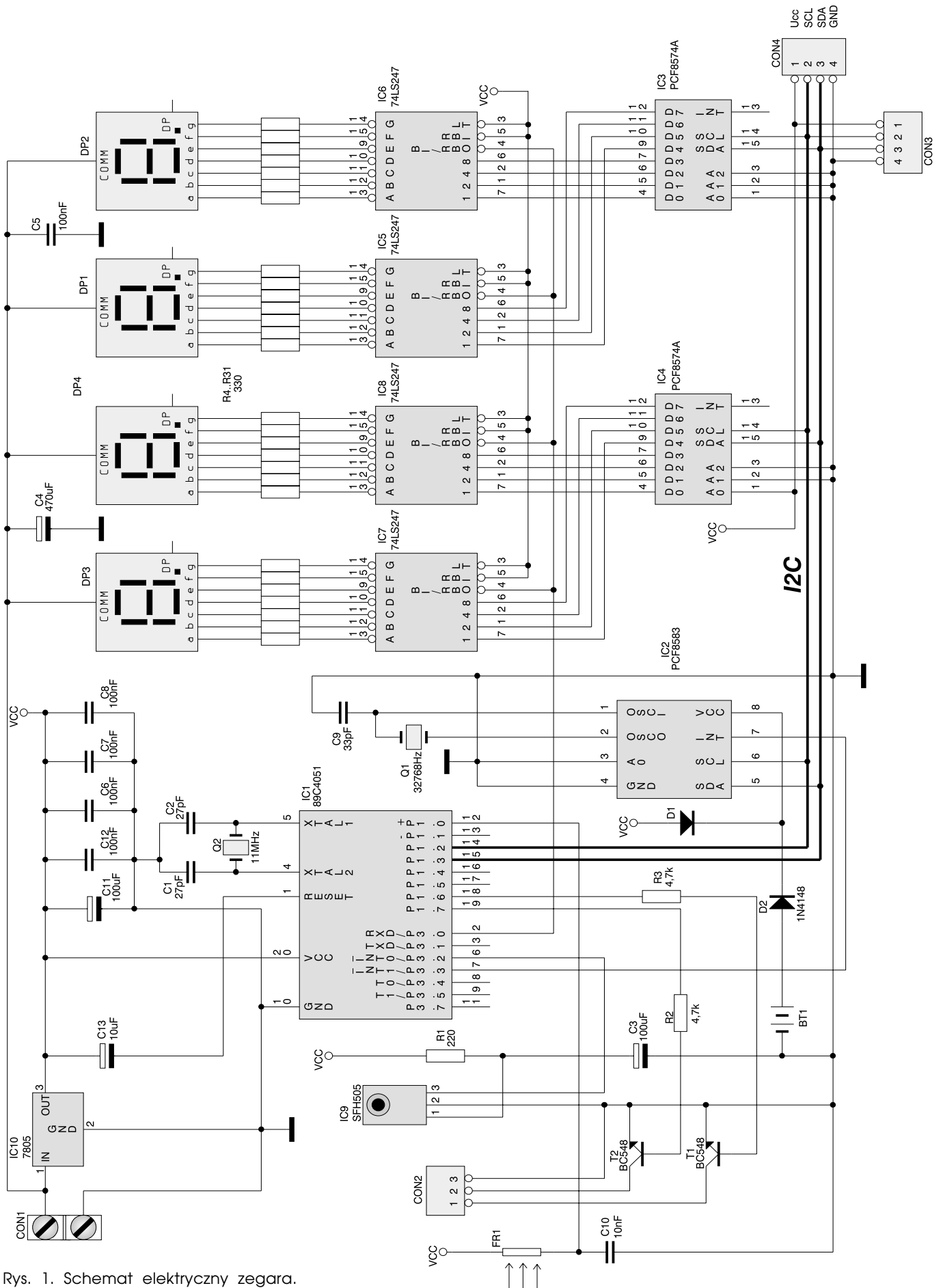
nieczności ustawiania budzika czy timerów. Wizja użytkowników mojego zegara przystawiających sobie drabinkę do ściany w celu ustawienia jakiejś funkcji zegara była na tyle przerażająca, że postanowiłem wymyślić jakiś sposób zdalnej obsługi projektowanego układu. Sądzę, że dokonałem trafnego wyboru decydując się na zastosowanie sterowania kodem RC5 i konstruuując specjalnego pilota, przeznaczonego do obsługi naszego zegara. Od razu jednak wyjaśnijmy sobie pewną sprawę: nikt nie będzie zmuszony do budowy tego pilota, ponieważ do obsługi zegara można w ostateczności zastosować także dowolnego pilota od sprzętu RTV, posiadającego klawiaturę numeryczną, a także uniwersalnego pilota AVT-849.

Opis działania

Schemat elektryczny zegara pokazano na **rys. 1**, a na **rys. 2** przedstawiono schemat układu pilota RC5, współpracującego z zegarem. O prawie wszystkich elementach wchodzących w skład konstrukcji zegara już wspominaliśmy, ale na schemacie doszły jeszcze dwa dodatkowe: ekspandy I²C typu PCF8574.

Cztery wielkie wyświetlacze siedmiosegmentowe LED sterowa-





Rys. 1. Schemat elektryczny zegara.

Zegar realizuje następujące funkcje:

- ✓ Wyświetlanie aktualnej godziny i minut
- ✓ Wyświetlanie minut i sekund
- ✓ Wyświetlanie ustawionego czasu alarmu
- ✓ Ustawianie aktualnego czasu
- ✓ Ustawianie aktualnej daty
- ✓ Programowanie alarmu
- ✓ Programowanie timera o zakresie do 99 minut 59 sekund
- ✓ Wyświetlanie upływu czasu timera
- ✓ Sygnalizacja alarmu i zakończenia zliczania przez timer
- ✓ Automatyczna regulacja natężenia świecenia wyświetlaczy
- ✓ Programowanie do 30 różnych czasów, w których układ wykonawczy będzie włączany na 10 sekund. Jest to uproszczona funkcja "zegara szkolnego", obsługującego dzwonki lekcyjne w szkole.

ne są z wyjść dekodów BCD na kod wyświetlacza siedmiosegmentowego typu 74LS247. Są to dekodery z wyjściem typu *otwarty kolektor* o wytrzymałości napięciowej do 30V, a więc doskonale nadające się do współpracy z wyświetlaczami zasilanymi napięciem rzędu 12V. Jednak aby wyświetlić jakkolwiek czteropozycyjną liczbę, należy podać jej wartość w kodzie BCD na w sumie szesnaście wejść dekodów, co jest liczbą przekraczającą całkowitą liczbę aktywnych wyprowadzeń procesora, jakie mamy do dyspozycji. Stąd powstała konieczność zastosowania ekspanderów I²C, pracujących na i tak już zainstalowanej w systemie magistrali I²C, przeznaczonej początkowo tylko do obsługi zegara RTC. Za chwilę zresztą okaże się, jak bardzo zastosowanie układów PCF8574 ułatwiło pracę programiście. Zasadę działania układu zegara omówimy posługując się wybranymi fragmentami obsługującego go programu, napisanego w języku MCS BASIC.

Po włączeniu zasilania program ustala swoje parametry konfiguracyjne i rozpoczyna pracę w niekończącej się pętli. Przez cały czas z układu PCF8574 odczytywana jest informacja o aktualnym czasie i dacie, a w zależności od wartości zmiennych pomocniczych *FLAG1* i *COMMAND* program wykonuje różne, odmienne czynności:

```
Sub Mainloop
Do
Call Gettime 'odczytaj dane
'z układu PCF8574
If Flag1 = 0 Then
'jeżeli zmienna
```

```
'pomocnicza FLAG1
'równa 0, to:
Call Displaytime
'wyświetl aktualną
'godzinę i minutę
End If 'koniec warunku
If Flag1 = 1 Then
'jeżeli zmienna
'pomocnicza FLAG1
'równa jest 1, to:
Call Displayseconds
'wyświetl upływające
'minuty i sekundy
End If 'koniec warunku
If Flag1 = 3 Then
'jeżeli zmienna
'FLAG1 równa
'jest 3, to:
Call Displaydate
'wyświetl aktualny dzień
'miesiąca i miesiąc
End If 'koniec warunku
If Flag1 = 2 Then
'jeżeli zmienna
'FLAG1 równa
'jest 2, to:
Call Displayalarm
'wyświetl ustawiony
'czas alarmu
End If 'koniec warunku

If Command = 41 Then
'jeżeli odebrana
'została komenda
'41 kodu RC5, to:
If Flag1 = 0 Then
'jeżeli zmienna
'pomocnicza FLAG1
'równa 0, to:
Call Changetime
'wezwiń podprogram
'zmiany czasu
End If 'koniec warunku
If Flag1 = 3 Then
'jeżeli zmienna
'pomocnicza FLAG1
'równa 3, to:
Call Changedate
'wezwiń podprogram
'zmiany daty
End If 'koniec warunku
If Flag1 = 2 Then
'jeżeli zmienna
'pomocnicza FLAG1
'równa 2, to:
Call Changealarm
'wezwiń podprogram
'ustawiania alarmu
End If : End If
'koniec warunków
Loop
End Sub
Łatwo zauważyć, że działanie
tego fragmentu programu uzależ-
```

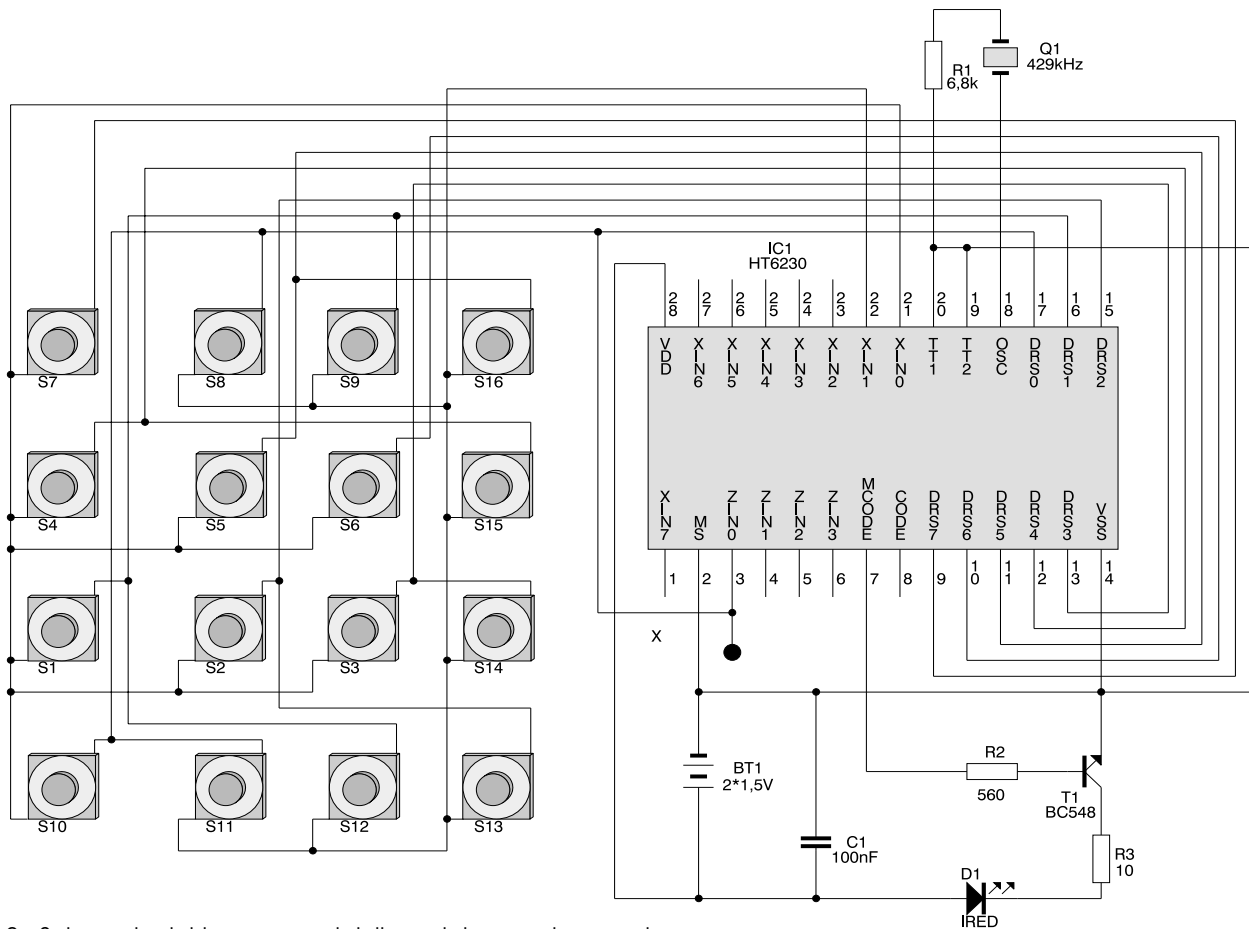
nione jest od wartości zmiennej pomocniczej *FLAG1*, a także od ewentualnego nadania zmiennej *COMMAND* wartości 41. Skąd biorą się te wartości i w jaki sposób się zmieniają?

Otóż uzależnione one są od komendy wysłanej z pilota RC5. Popatrzmy jeszcze raz na schemat zegara. Wyjście odbiornika podczerwieni TFMS5360 jest dołączone do wejścia przerwania zewnętrznego INT0 procesora. Jeżeli do odbiornika dotrze wiązka podczerwieni o częstotliwości zbliżonej do 36kHz, to jego wejście przyjmuje stan niski, inicjując w ten sposób obsługę przerwania INT0. Następuje wtedy skok do podprogramu:

```
On Int0 Receiverc5
.....
Receiverc5:
Getrc5(subaddress, Command)
Select Case Command
Case 13 : Flag1 = 0
Case 12 : Flag1 = 1
Case 11 : Flag1 = 3
Case 14 : Flag1 = 4
Case 10 : Flag1 = 2
End Select
Return
```

Tak więc, zmienna *FLAG1* przybiera wartości od 0 do 4 w zależności od numeru odebranej komendy. Informacje o aktualnym czasie i dacie pobierane są z układu RTC za pomocą następującego, krótkiego podprogramu:

```
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
```



Rys. 2. Schemat elektryczny nadajnika zdalnego sterowania.

```
'odczyt miesiaca (bez
'potwierdzenia - Nack)
I2cstop      'zatrzymanie
              'transmisji
End Sub
```

Należy tu zwrócić uwagę na fakt, że wszystkie informacje przechowywane w układzie PCF8574, zapisywane są w rozszerzonym kodzie BCD. Jest to fakt bardzo wygodny, ponieważ przed wysłaniem pobranych z RTC danych do wyświetlaczy, nie musimy poddawać ich konwersji na postać dziesiętną. Dla przykładu, następujący podprogram realizuje funkcję wyświetlania aktualnego czasu:

```
Sub Displaytime
  I2csend 112,M
  I2csend 114,H
End Sub
```

W przypadku odebrania komendy o wartości 41 program przechodzi do podprogramu ustawiania aktualnie wyświetlanych danych. Nowe wartości podawane są z klawiatury numerycznej pilota, a program posiada zabezpieczenia przed

zarejestrowaniem nielegalnych danych (np. godzina 26).

Nasz zegar wyposażony jest w dwa wyjścia sterujące - tranzystory NPN z otwartym kolektorem T1 i T2. Do tych wyjść można dołączyć dowolne odbiorniki prądu stałego o niewielkim poborze mocy. Mogą to być przekaźniki, generatory piezo lub inne elementy sygnalizacyjne. Tranzystor T1 steruje układami wykonawczymi timera, a tranzystor T2 może zasilać układ, którego zadaniem jest sygnalizacja alarmu.

Podczas testowania pierwszego prototypu zegara okazało się, że siła światła wyświetlaczy jest tak duża, że w ciemnym pomieszczeniu była dokuczliwa i przykra dla oczu. Dlatego też zegar został wyposażony w układ automatycznego dostosowywania jasności wyświetlaczy do warunków panujących w pomieszczeniu. Jako czujnik siły światła w otoczeniu zastosowany został fotorezystor FR1.

Interesujące jest, w jaki sposób procesor dokonuje pomiaru rezystancji czujnika. Umożliwia to specjalne polecenie języka MCS BA-

SIC: *GETRC [pin]*, służące do pomiaru rezystancji przy znanej pojemności lub pojemności przy znanej rezystancji w obwodzie szeregowym RC. Wydanie polecenia: `Light = Getrc p1.0` zwraca nam wartość zmiennej *LIGHT*, proporcjonalną do rezystancji fotoopornika FR1. Wartość ta służy do zaprogramowania timerów procesora i odpowiedniego sterowania współczynnikiem wypełnienia impulsów na wyjściu P3.0 procesora.

Program sterujący pracą zegara został napisany w dwóch wersjach: standardowej i specjalnej, przeznaczonej do obsługi dzwonek lekcyjnych w szkołach. Programy i sposób ich obsługi różnią się minimalnie od siebie. Zasadnicza różnica polega na tym, że w wersji specjalnej można zaprogramować do 40 alarmów, każdy o czasie trwania 10 sekund. Do kitów będą dołączane do wyboru dwie wersje zaprogramowanych procesorów, a kody źródłowe i pliki binarne zostaną umieszczone na stronie www.ep.com.pl w dziale *Download*.

Minipilot został zbudowany z wykorzystaniem popularnej (stosowanej także w uniwersalnym pilocie AVT-849) i, co bardzo ważne, relatywnie taniej kostki typu HT6230 produkcji firmy Holtek. Kostki Holteka mają liczne zalety, ale i jedną wadę: są niekiedy trudno dostępne. Na szczęście HT6230 posiada liczne zamienniki, o niewiele większej cenie zakupu.

Montaż i uruchomienie (moduł zegara)

Na rys. 3 pokazano rozmieszczenie elementów na płytce obwodu drukowanego zegara, wykonanej na laminacie dwustronnym z metalizacją. Nie mogę tym razem lakonicznie stwierdzić, że montaż układu wykonujemy typowo, ponieważ montaż zegara będzie przeprowadzany w sposób znacznie odbiegający od przyjętych reguł. **Pamiętajmy, że wyświetlacz LED, odbiornik podczerwieni i fotorezystor lutujemy w ostatniej fazie montażu, od strony (umownie) ścieżek!**

Najpierw wlotujemy w płytkę elementy o najmniejszych gabarytach, a następnie podstawki pod układy scalone, tranzystory, kwarce i inne drobne elementy. Po zakończeniu tego etapu montażu kilkakrotnie sprawdzamy jego poprawność, pamiętając, że **po wlotowaniu wyświetlaczy jakakolwiek korekta montażu poprzednio wlotowanych elementów będzie praktycznie niemożliwa**. Następnie lutujemy wyświetlacze i pozostałe elementy mocowane od umownej strony ścieżek.

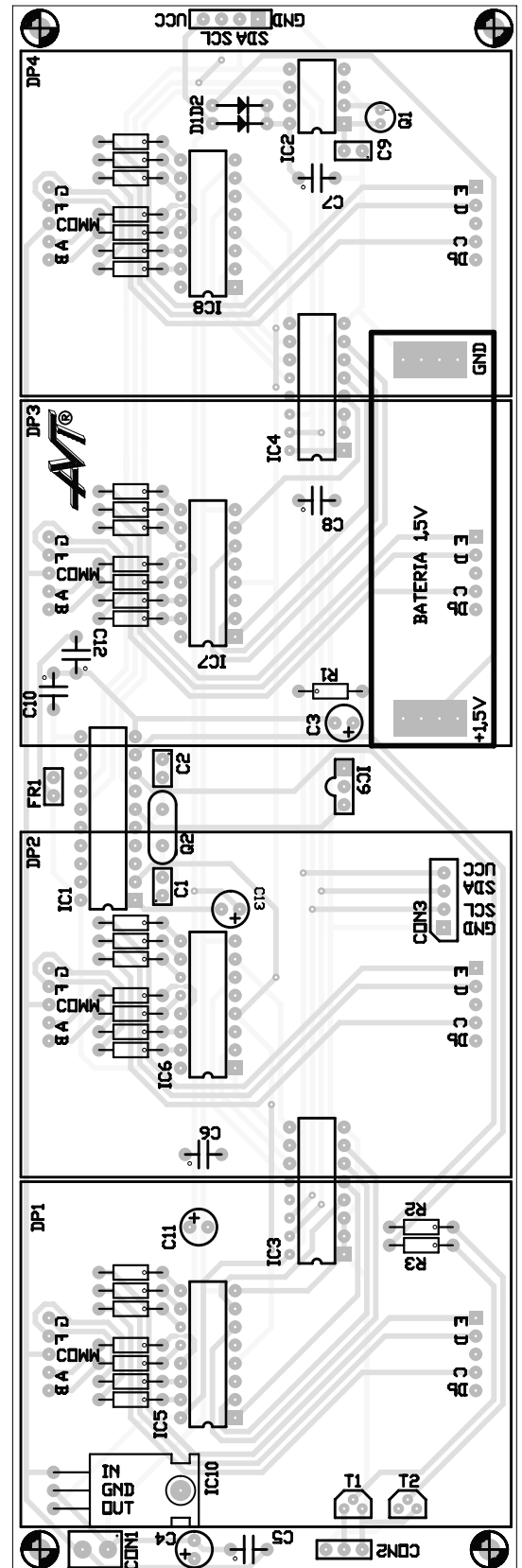
Bateria awaryjnego zasilania RTC powinna zostać zamocowana na płytce za pomocą sprężystych styków, będących jednocześnie uchwytami mocującymi. Jednak jeżeli zastosujemy baterię alkaliczną dobrej jakości, która powinna wystarczyć na kilka lat eksploatacji zegara, to możemy ją po prostu przylutować do płytki za pomocą dwóch krótkich odcinków srebrzanki.

Zegar powinien być zasilany napięciem stałym o wartości ok. 12VDC. Ze względu na znaczny pobór prądu przez wyświetlacze, wydajność prądowa zasilacza nie powinna być mniejsza niż 500mA.

Montaż pilota

Na rys. 4 zostało pokazane rozmieszczenie elementów pilota na płytce obwodu drukowanego wykonanego na laminacie dwustronnym z metalizacją. Na tym samym rysunku widoczne są jeszcze dwie płytki, które mogą posłużyć jako części składowe prostej, ale w miarę estetycznej obudowy.

Montaż rozpoczniemy od najtrudniejszej jego części: wlotowania układu SMD i jest to jedyna czynność, która może sprawić pewne trudności początkującym konstruktorom. Absolutnie nieodzownym warunkiem jej prawidłowego wykonania jest posiadanie lutownicy wysokiej klasy, najlepiej specjalnie przeznaczonej do lutowania elementów SMD. Układ scalony należy najpierw przykleić do powierzchni płytki, układając go tak, aby wszystkie wyprowadzenia znalazły się dokładnie pośrodku przeznaczonych dla nich pól lutowniczych. Do klejenia nie należy używać kleju szybkoschnącego w rodzaju SUPER GLUE, ale wyłącznie kleje wolno wiążące, nawet zwyczajny klej biurowy lub małą kropelkę kleju DISTAL lub POXIPOL. Po zaschnięciu kleju dobrze oczyszczoną lutownicą lutujemy wyprowadzenia układu, stosując minimalne, śladowe ilości cyny. Z doświadczenia wiem jednak, że nie wszystkim z Was uda się wlotować układ SMD za „pierwszym podejściem”. Co zrobić, jeżeli w pewnym momencie zbyt wielka kropelka cyny połączy ze sobą dwa wyprowadzenia układu scalonego? Po pierwsze, nie należy wpadać w panikę i nie starć się usunąć nadmiaru cyny „grzebiąc” w płytce lutownicą. Takie postępowanie jedynie może pogorszyć sytuację, a nawet doprowadzić do powsta-



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej zegara.

nia kolejnych zwarć. Polecam własną, wypróbowaną metodę usuwania zwarć z elementów SMD, którą na szczęście muszę stosować dość

WYKAZ ELEMENTÓW

Zegar

Rezystory

FR1: fotorezystor
R1, R4..R31: 330Ω
R2, R3: 4,7kΩ

Kondensatory

C1, C2: 27pF
C3, C11: 100μF
C4: 470μF
C5..C8, C12: 100nF
C9: 33pF
C10: 10μF

Półprzewodniki

DP1..DP4: wyświetlacz siedmiosegmentowy LED SEA-23 KINGBRIGHT
D1, D2: 1N4148
IC1: zaprogramowany procesor AT89C4051
IC2: PCF8583
IC3, IC4: PCF8574A
IC5..IC8: 74LS247
IC9: TFMS5360
IC10: 7805
T1, T2: BC548

Różne

BT1: baterijka 1,5V
CON1: ARK2
Q1: rezonator kwarcowy 32768Hz
Q2: rezonator kwarcowy 11,0592MHz

Pilot

Rezystory

R1: 6,8kΩ
R2: 560Ω
R3: 10Ω

Kondensatory

C1: 100nF

Półprzewodniki

D1: dioda IRED
IC1: HT6230 lub odpowiednik
T1: BC548

Różne

S1..S16: przycisk microswitch
Q1: rezonator ceramiczny 429kHz

rzadko. Potrzebne nam będą małe (ale naprawdę małe!) kawałeczki kalafonii. Taki okruszek kładziemy w miejscu, w którym powstało zwarcie i całość podgrzewamy lutownicą. W momencie kiedy cyna stopi się i nabierze połysku, strząsamy ją energicznym ruchem z płytki. Szybkie wykonanie tych czynności zawsze pozwalało mi na pozbycie się nadmiaru lutowia i usunięcie zwarcia.

Po wlutowaniu w płytkę pilota układu SMD i nielicznych elemen-

tów dyskretnych, musimy przystąpić do montażu klawiatury. Równe wlutowanie w płytkę szesnastu klawiszy nie zawsze będzie sprawą prostą i dlatego warto najpierw powkładać końcówki wszystkich przycisków w przewidziane na nie otwory w punktach lutowniczych i prowizorycznie złożyć ze sobą płytkę z elementami elektronicznymi i płytę czołową obudowy. Całość zabezpieczamy przed przesunięciem za pomocą kawałka taśmy izolacyjnej i lutujemy przyciski, mając całkowitą pewność, że zostaną one zamocowane idealnie równo.

Obsługa zegara

Bezpośrednio po pierwszym włączeniu zasilania układ RTC rozpoczyna zliczanie czasu od zera tak, że na wyświetlaczach ukażą się prawdopodobnie: godzina 00, minuta 00. Zatem pierwszą czynnością, jaką będziemy musieli wykonać będzie ustawienie czasu i daty. Naciskamy zatem przycisk SET, co spowoduje wygaszenie wyświetlaczy i przejście układu do oczekiwania na podanie godziny i minuty aktualnego czasu. Dane wprowadzamy z klawiatury numerycznej pilota, najpierw podając godzinę, a następnie minutę aktualnego czasu. Wprowadzenie błędnych danych (np. godzina 25) sygnalizowane jest pięcioma błyskami wszystkich segmentów wyświetlaczy, po czym dane musimy wprowadzić powtórnie. Po wprowadzeniu poprawnej wartości minut licznik sekund jest zerowany, a zegar powraca do normalnej pracy. W związku z tym wartość minut najlepiej podać „z wyprzedzeniem“ wprowadzając wartość pojedynczych minut dokładnie w momencie osiągnięcia przez zegar wzorcowy ustawionej na naszym zegarze godziny i minuty.

W identyczny sposób jak czas ustawiamy na zegarze datę, z tym że tym razem sekundnik nie jest zerowany. Niestety, prosty i tani RTC zastosowany w naszym zegarze „nie radzi“ sobie z datami powyżej roku 2000, traktując rok 2000 jako 1900. W związku z tym konieczne będzie dokonywanie korekty dnia miesiąca w latach przejściowych.

Ustawianie alarmu, czyli budzika także nie różni się od ustawiania godziny i daty. Jednak budzik ma dodatkową opcję: aktywację i dezaktywację alarmu. Włączana jest ona naprzemiennie za pomocą kolejnych naciśnień przycisku ALARM. Aktywacja budzika sygnalizowana jest dwoma błyskami wszystkich segmentów wyświetlaczy, a dezaktywacja jednym błyskiem.

W podobny sposób uaktywniany jest timer. Po ustawieniu zadanego czasu z zakresu do 99 minut 59 sekund, timer włączany jest ponownym naciśnięciem przycisku TIMER w pilocie. Podczas pracy timera możemy obserwować upływ zadanego czasu na wyświetlaczach lub powrócić do wyświetlania czasu lub daty.

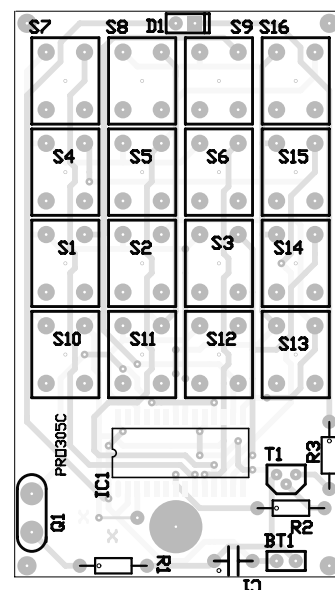
Nie wspominałem jeszcze o roli przycisku SEC w pilocie. Jego naciśnięcie powoduje przejście zegara w tryb wyświetlania minut i sekund.

Zbigniew Raabe, AVT

zbigniew.raabe@ep.com.pl

Kod źródłowy do projektu szkolnego zegara jest dostępny w Internecie pod adresem www.ep.com.pl oraz na płycie CD-EP10/2000.

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/pcb.html> oraz na płycie CD-EP10/2000 w katalogu PCB.



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej pilota.