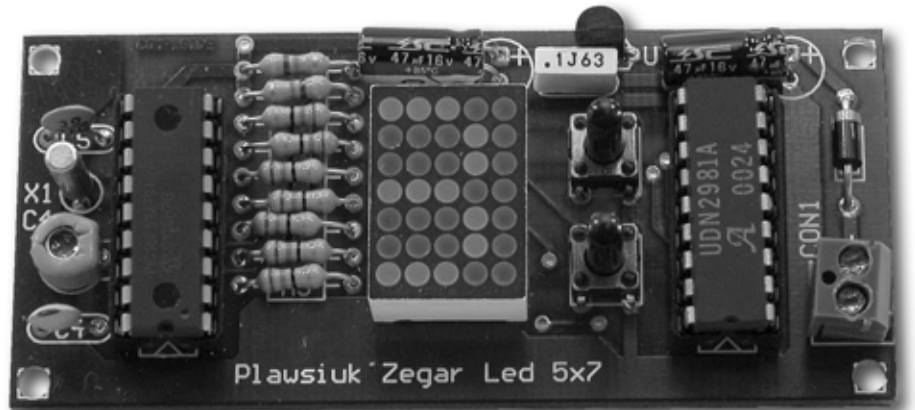


Zegar minimalisty

AVT-511



Zegar dla minimalisty jeśli chodzi o budowę, ale nie walory użytkowe. Budowa zegara przedstawionego w artykule zapewne zaskoczy wielu Czytelników, gdyż na pierwszy rzut oka nie powinien on działać.

Rekomendacje: zegar szczególnie polecamy wszystkim fanom nietypowych układów użytkowych, którym zależy na efektownym wyposażeniu mieszkania lub przygotowaniu niekonwencjonalnych, a przydatnych prezentów.

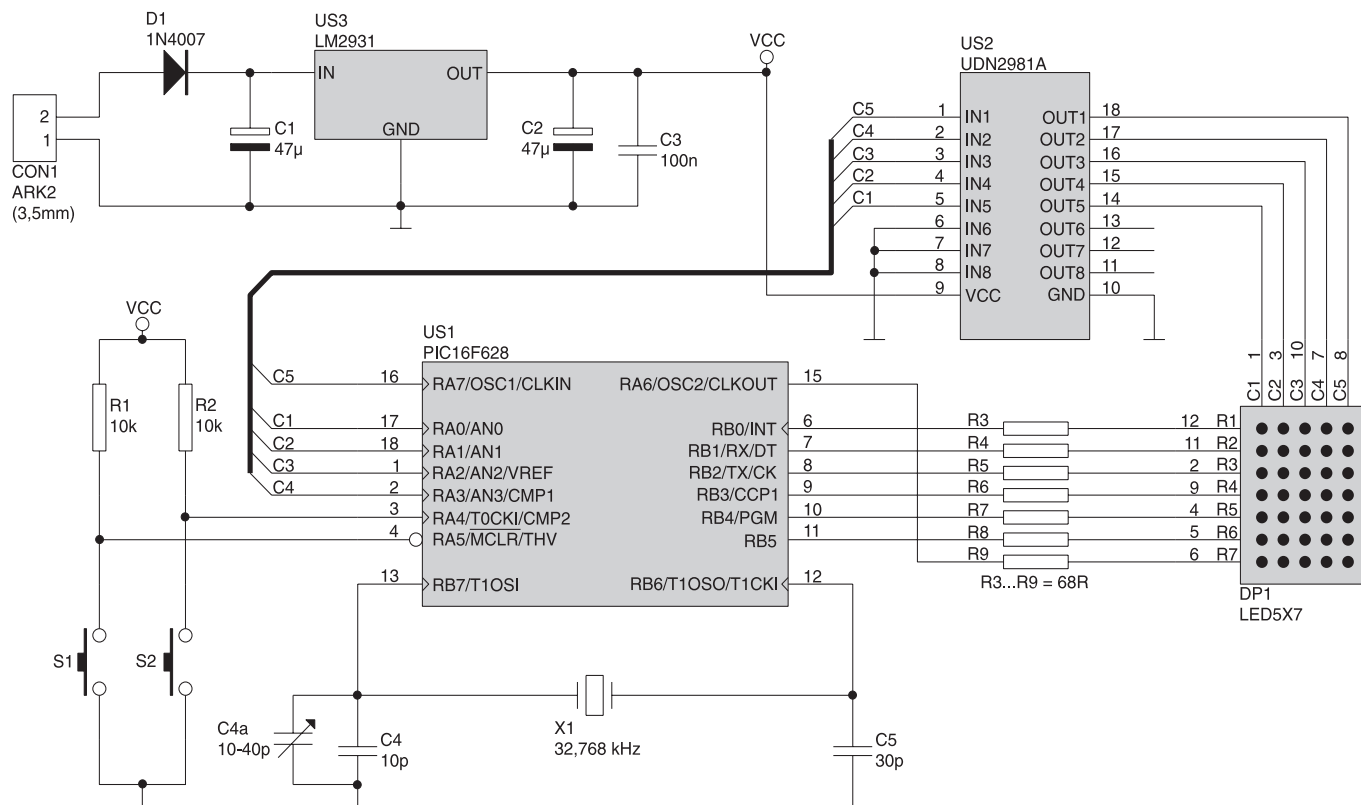
Podstawowym powodem wątpliwości Czytelników co do użyteczności prezentowanego zegara może być brak odpowiedniej liczby wyświetlaczy. Do zbudowania klasycznego zegara są konieczne przynajmniej cztery wyświetlacze lub wyświetlacz alfanumeryczny i - ewentualnie - diody świecące. W tym zegarze zastosowano tylko jeden wyświetlacz, ale jak się okazuje to zupełnie wystarcza do efektownego przedstawienia bieżącej godziny. Jako wyświetlacz zastosowałem matrycę diod o organizacji 5x7. Takie rozmieszczenie punktów świetlnych, podobnie jak to ma miejsce w wyświetlaczach alfanumerycznych LCD, jest wystarczające do wyświetlenia dowolnego znaku - zarówno cyfry, jak i litery. Ponadto, wyświetlane cyfry mają znacznie „przyjemniejsze” kształty niż w przypadku wyświetlaczy siedmiosegmentowych. Oczywiście, można zastosować cztery takie wyświetlacze, ale jak wyświetlić pełną informację o godzinie na jednym? W sposób najprostsz z możliwych: wyświetlanie godziny odbywa się przez płynne przewijanie wyświetlanych znaków. W ten właśnie sposób wyświetlane są cztery cyfry określające bieżący czas oraz dwukropek rozdzielający godziny i minuty.

Rozpoczęcie wyświetlania czasu rozpoczyna się od wygaszenia całego wyświetlacza, następnie następuje „wysuwanie” cyfr godziny od prawej strony wyświetlacza. Uzyskany efekt jest taki jak w przypadku reklam świetlnych,

z tą różnicą, że wyświetlany tekst jest przewijany tylko przez jeden wyświetlacz. Czas jest wyświetlany w godzinach i minutach. Godzina może składać się z jednej lub dwóch cyfr. Jeśli godzina jest jednocyfrowa, to dziesiątki godziny są wygaszane. Po wyświetleniu godziny zostaje wyświetlony dwukropek rozdzielający godziny i minuty, dzięki czemu wiadomo, jaka część danych jest wyświetlana. Następnie zostają wyświetlone minuty. Prędkość przewijania cyfr czasu może być regulowana w zakresie 50 ms...1 s (20 Hz...1 Hz), co pozwala na ustawienie optymalnej dla użytkownika prędkości.

Budowa i zasada działania

Schemat elektryczny zegara przedstawiono na rys. 1. Jego głównym elementem jest mikrokontroler typu PIC16F628, który zajmuje się zarówno odmierzaniem czasu, jak również obsługą wyświetlacza. Procesor ten udostępnia dwa pełne porty ośmio-bitowe i to pomimo obudowy 18-nóżkowej. W mikrokontrolerze znajduje się wewnętrzny układ zerowania po włączeniu zasilania, co pozwala wykorzystać wejście sygnału zerującego !MCLR na dodatkowe wejście cyfrowe. Także wyprowadzenia służące do dołączenia zewnętrznego rezonatora kwarcowego (OSC1, OSC2) zostały wykorzystane jako wyjścia. Takie wykorzystanie tych wyprowadzeń jest możliwe, gdyż wewnątrz procesora znajduje się ge-



Rys. 1. Schemat elektryczny zegara

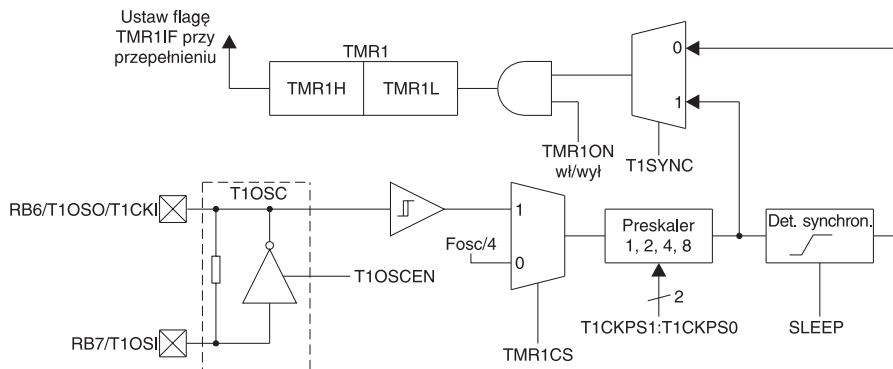
nerator RC o częstotliwości 4 MHz, która może być zmniejszona do 37 kHz. Wewnętrzny generator nie jest zbyt stabilny i nie nadaje się do pracy jako wzorzec dla zegara, dlatego do odmierzenia czasu został zastosowany generator z rezonatorem kwarcowym. Rezonator ten nie służy do „napędzania” procesora, a jedynie do generowania stabilnego częstotliwościowo sygnału służącego do odmierzenia czasu. Rezonator ten jest dołączony do wyprowadzeń RB6 i RB7, gdyż wyprowadzenia te są również wyprowadzeniami wewnętrznego oscylatora dołączonego do licznika Tmr1. Jego budowę przedstawiono na rys. 2. Jest to licznik 16-bitowy z dodatkowym preskalerem wejściowym, który może dzielić częstotliwość wejściową w kilku stopniach: 1:1, 1:2, 1:4, 1:8, zwiększając tym samym liczbę możliwych do zliczenia impulsów przez ten licznik. Do wykonania zegara za pomocą tego licznika najdogodniej jest dołączyć zewnętrzny rezonator o częstotliwości 32,768 kHz, gdyż po podzieleniu jej przez 32768 przepełnienie licznika będzie następowało dokładnie co jedną sekundę. Licznik Tmr1

umożliwia zliczenie maksymalnie 65535 impulsów, dlatego po każdym przepełnieniu należy wpisywać do niego wartość początkową równą 65535-32768. W zegarze zrezygnowano z ładowania licznika po każdym przepełnieniu i pracuje on ze swoją pełną pojemnością, w efekcie czego przepełnienie nie następuje co jedną sekundę, lecz co dwie. Jednak dla pracy zegara nie ma to znaczenia, ponieważ wyświetlane są tylko minuty i godziny, a do odliczenia jednej minuty licznik sekund nie zlicza do wartości równej 60, lecz zliczy tylko do 30. Dzięki takiemu rozwiązaniu uruchomiony licznik Tmr1 pracuje samodzielnie, bez konieczności ustawiania jego wartości początkowej, co z kolei upraszcza procedury obsługi przerwania od tego licznika. Dołączony do kondensatora C4 trymer C4a umożliwia precyzyjne dostrojenie częstotliwości generatora, aby czas był odliczany z jak największą dokładnością.

Do wyświetlania czasu zastosowano matrycę diodową o organizacji 5x7. Obsługa takiego wyświetlacza jest znacznie trudniejsza w porównaniu ze standardowym wyświetlaczem siedmioseg-

mentowym. Dla jednego wyświetlacza siedmiosegmentowego wystarczyłoby tylko siedem wyprowadzeń procesora sterujących katodami diod, a wspólna anoda byłaby podłączona do plusa zasilania. Do sterowania wyświetlacza matrycowego potrzebna jest większa liczba wyprowadzeń, gdyż jedna matryca jest traktowana jak pięć wyświetlaczy siedmiosegmentowych.

Na rys. 3 przedstawiono połączenie diod w wyświetlaczu matrycowym. Aby zaświecić jeden punkt, należy na wybranej kolumnie (C1...C5) podać wysoki poziom napięcia, a na odpowiedni wiersz (R1...R7) niski poziom napięcia. Aby został wyświetlony znak, trzeba po kolei podawać plus zasilania na kolumny, a dla aktywnej kolumny podać odpowiednie poziomy na wierszach. Jeśli przemiatanie wyświetlacza będzie wykonywane odpowiednio szybko, to oko będzie „widziało” wybrane punkty matrycy jako świecące się jednocześnie. Do każdej kolumny zostało dołączonych siedem diod, dlatego do ich sterowania jest niezbędny układ sterujący o wydajności prądowej minimum 70 mA (7 diod x 10 mA). W danej



Rys. 2. Budowa wewnętrzna licznika Tmr1 zawartego w układzie PIC16F628

kolumnie może być zapalona tylko jedna dioda, ale również mogą zostać zapalone wszystkie, w zależności od wyświetlanego znaku. Dlatego do sterowania kolumn konieczne było zastosowanie dodatkowych wzmacniaczy prądowych, gdyż wyprowadzenia procesora mogą być obciążane prądem równym maksymalnie 25 mA. W roli wzmacniaczy pracuje układ typu UDN2981A, zawierający osiem wzmacniaczy, które umożliwiają podawanie plusa zasilania przy maksymalnym prądzie przewodzenia równym 500 mA, co jest w zupełności wystarczające. Wiersze matrycy są sterowane z wyjść portu procesora poprzez rezystory R3...R9 ograniczające prąd. Bezpośrednie sterowanie wierszy przez procesor jest możliwe, gdyż w tym samym czasie do każdego wyjścia procesora może być dołączona tylko jedna dioda - dioda, której anoda jest połączona z plusem zasilania. W związku z tym, że anody diod są sterowane sekwencyjnie, maksymalny prąd obciążenia portu sterującego katodami diod wyniesie około 10 mA na każde wyjście. Przemiatanie wyświetlacza odbywa się z częstotliwością 1 kHz, co daje dobrą jakość wyświetlanych znaków, bez efektu migotania.

Do ustawiania parametrów zegara zastosowano klawisze S1 i S2. Ponieważ wejścia portu RA4 i RA5 nie posiadają wewnętrznych rezystorów podciągających, konieczne było zastosowanie zewnętrznych rezystorów podciągających te wejścia do plusa zasilania (R1 i R2). Do stabilizacji napięcia zasilania zastosowano stabilizator typu LM2931 o wydaj-

ności prądowej równej 100 mA. Dzięki dużej sprawności stabilizator ten może pracować przy maksymalnym obciążeniu bez wydzielania dużej ilości ciepła. Przedstawiony układ pobiera prąd o maksymalnej wartości około 70 mA (gdy wszystkie diody jednej kolumny zostaną zapalone) i może być zasilany napięciem o wartości 12V bez obawy o przegrzanie się stabilizatora. Kondensatory C1...C3 dodatkowo wygładzają napięcie zasilania, a dioda D1 zabezpiecza układ w przypadku podłączenia napięcia zasilania o odwrotnej polaryzacji.

Montaż i uruchomienie

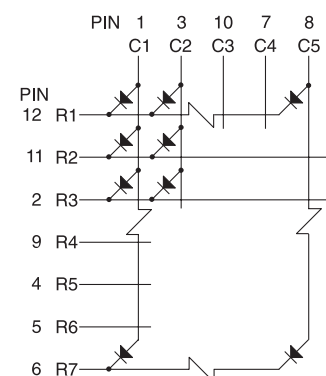
Układ zegara został zmontowany na płytce dwustronnej, której schemat montażowy przedstawiono na rys. 4. Montaż należy wykonać w typowy sposób, począwszy od rezystorów i diody D1. Następnie należy wlotować podstawki pod układy scalone, kondensatory i układ US3. Kondensatory C1 i C2 należy zamontować w pozycji leżącej. Na samym końcu należy zamontować przyciski (S1 i S2), złącze CON1 i wyświetlacz. W zależności od obudowy, pod wyświetlacz można zastosować podstawkę, która sprawi, że wyświetlacz będzie wystawał ponad układy scalone, co umożliwi bezpośrednie przyleganie wyświetlacza do przedniej ścianki obudowy. Po prawidłowym zamontowaniu wszystkich elementów, do złącza CON1 należy podłączyć napięcie zasilania o wartości około 9V i wydajności prądowej minimum 100 mA. Podłączenie zasilania spowoduje przejście zegara do wyświetlania czasu, który po włączeniu będzie

równy 0:00. Po uruchomieniu układu można przejść do obsługi zegara.

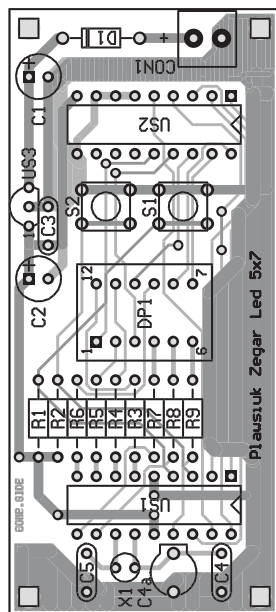
Obsługa

Zegar został wyposażony w dwa przyciski, którymi możliwa jest zmiana jego parametrów. W czasie wyświetlania czasu tekst jest przewijany zadaną prędkością - prędkość ta może być zmieniana w zakresie 50 ms...1 s. Podany czas odnosi się do czasu wyświetlania jednej sekwencji świetlnej. Tak szeroki zakres zmian prędkości pozwala na indywidualne dobranie optymalnej wartości. Prędkość przewijania tekstu może być zwiększana poprzez naciśnięcie klawisza S2, a zmniejszana za pomocą klawisza S1. Naciśnięcie i przytrzymanie klawisza powoduje ciągłą zmianę wybranego parametru tak, jak gdyby przycisk był przez cały czas naciskany i zwalniany.

W celu przejścia do trybu zmiany czasu należy klawisze S1 i S2 nacisnąć jednocześnie na czas około dwóch sekund. Po tym czasie wyświetlany tekst zostanie przewinięty do końca, aż do wygaszenia wyświetlacza. Następnie zostanie wyświetlona cyfra dziesiątek godzin, która będzie przewijana od prawej strony wyświetlacza, aż do całkowitego jej wyświetlenia. Zmiany wartości dokonuje się klawiszem S2 w zakresie 0...2. Aby zatwierdzić liczbę dziesiątek godzin i przejść do ustawienia jednostek godzin, należy nacisnąć klawisz S1. Po tej czynności wyświetlany tekst zostanie przewinięty w lewo aż do ukazania się całej cyfry jednostek godzin. Zmiany wartości jednos-



Rys. 3. Wewnętrzne połączenie diod w matrycy 5x7



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce zegara

tek godzin dokonuje się klawiszem S2. Jednostki godzin mogą być zmieniane w zakresie 0...9 - jeśli dziesiątki godzin są mniejsze od 2 - oraz w zakresie 0...3 - jeśli dziesiątki godzin są równe 2. Ograniczanie maksymalnej zmiany wartości jednostek godzin przyjęto, aby nie było możliwości wprowadzenia nieprawidłowej godziny, na przykład godziny 26. Po ustawieniu godzin można przejść do ustawiania minut. W tym celu należy nacisnąć klawisz S1, a wyświetlany tekst zostanie przewinięty i zatrzymany na dziesiątkach minut. Ustawienie dziesiątek minut wykonuje się klawiszem S2. Zakres regulacji jest stały i wynosi 0...5. Jeśli dziesiątki minut zostały prawidłowo ustawio-

ne, to należy nacisnąć S1, a tekst zostanie przewinięty do ustawiania jednostek minut. Jednostki minut ustawia się klawiszem S2 w stałym zakresie 0...9. Jeżeli wszystkie cyfry czasu zostały wprowadzone, to należy nacisnąć klawisz S1. Po tej czynności wyzerowane zostaną sekundy czasu i licznik odliczający czas (Tmr1), a następnie nastąpi uruchomienie tego licznika i czas będzie odliczany z nowymi wartościami.

Podczas programowania czasu jest jeszcze jedno zabezpieczenie przed wprowadzeniem błędnej godziny. Możliwość powstania tego błędu wynika z niezależnego ustawiania dziesiątek i jednostek godzin. Przykład błędnie wpisanej godziny: wyświetlany czas ma wartość **19:01**, następnie zegar zostanie wprowadzony w tryb programowania i zmieniona zostanie tylko wartość dziesiątek godzin na wartość równą 2. W takiej sytuacji wyświetlana godzina byłaby następująca: **29:01**. Aby zapobiec takiej sytuacji, procesor automatycznie kontroluje jednostki godzin i po zmianie wartości dziesiątek godzin z 1 na 2, automatycznie też zostanie zmniejszona wartość jednostek godzin do wartości maksymalnej równej 3 i zmiana tej wartości będzie możliwa tylko w zakresie 0...3. Przy ustawianiu minut problem ten nie występuje, gdyż przez cały czas ich wartość może być zmieniana w takim samym zakresie: dla dziesiątek minut w przedziale 0...5, a dla jednostek minut w przedziale 0...9.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R2: 47k Ω

R3...R9: 68 Ω

Kondensatory

C1, C2: 47 μ F/16V

C3: 100nF

C4: 10pF

C4a: trymer 10...40pF

C5: 30pF

Półprzewodniki

D1: 1N4007

DPI1: matryca LED 5x7 (LM-035 VRB lub TA07-11EWA)

US1: PIC16F628 zaprogramowany

US2: UDN2981A

US3: LM2931

Różne

CON1: ARK2(3,5mm)

S1, S2: mikroprzełącznik z przyciskiem h=10mm

Podstawka DIP18 - 2szt.

Po ustawieniu prędkości przewijania oraz aktualnego czasu zegar jest gotowy do pracy. Jeżeli podczas użytkowania odmierzany czas będzie znacznie odbiegał od rzeczywistego, to poprzez regulację trymerem C4a można doświadczać dostroić częstotliwość pracy generatora będącego wzorcem odliczanego czasu.

Krzysztof Pławsiuk, AVT

krzysztof.plawsiuk@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/maj03.htm> oraz na płycie CD-EP5/2003B w katalogu PCB.