

# Mówiący zegar z DCF77,

## część 1

### kit AVT-322

*Jak wynika z listów wielu naszych Czytelników, elektroniczne zegary cyfrowe nadal cieszą się nieślabnącym zainteresowaniem. Na łamach naszego pisma kilkakrotnie poruszaliśmy ten temat, co nie oznacza, że go wyczerpaliśmy.*

*Ponieważ minęło sporo czasu od ostatniej prezentacji konstrukcji zegara, postanowiliśmy opracować urządzenie, które oprócz standardowych funkcji posiada kilka dodatkowych zalet, jakich nie posiadają spotykane dotąd na naszym rynku zegary - można go bowiem zsynchronizować z niemieckim wzorcem czasu DCF, a co więcej, potrafi powiedzieć Ci, która jest godzina...*



Już sam tytuł artykułu wskazuje, iż zegar potrafi powiedzieć, jaki jest aktualnie czas. Oprócz tego, w razie potrzeby, informuje nas „ustnie“ o dacie lub czasie alarmu. Jak wynika z praktyki autora, najwięcej uciechy ma rodzina podczas porannego budzenia, kiedy to zamiast standardowego dzwonka można usłyszeć: „Godzina 7.00, pora wstać, uśmiechnij się (??), idziesz do pracy...“. To oczywiście żart, lecz aby oswoić się z przykrą rzeczywistością, szczególnie w poniedziałkowy poranek, taki komunikat jest często potrzebny. Autor gwarantuje wszystkim Czytelnikom, którzy zdecydują się na zmontowanie prezentowanego urządzenia, że pierwszych kilka tygodni skrycie będą oczekiwać takiego komunikatu, budząc się samemu na kilka minut przed alarmem. Wynika to po prostu z ludzkiej ciekawości: „dochodzi 6.30, no powie coś ten zegar czy nie?“. Zabawy jest przy tym sporo, a dla poprawy porannego samopoczucia wystarczy okresowa zmiana (np. przez najmłodszych członków rodziny) komunikatu budzenia na taki np. „Hej, czy nie zapomniałeś wczoraj zamknąć samochodu?“. Pobudka gwarantowana.

Jak wspomniano na początku artykułu, zegar można synchroni-

zować cyfrowym sygnałem wzorca czasu DCF77. Sygnał ten nadawany jest z terenu Niemiec. Zawiera on komplet informacji na temat bieżącego czasu, daty, oraz dodatkowo kilka innych danych, które omówimy w dalszej części artykułu.

Transmisja sygnału jest ściśle zsynchronizowana z atomowym wzorcem czasu, którego dokładność wskazań teoretycznie obliczono na 1 sekundę na każde 5 milionów lat. Nasz zegar potrafi te informacje zdekodować i automatycznie ustawić wskazania zgodnie z wzorcem.

Dzięki takiemu rozwiązaniu, każdy posiadacz naszego chronometru nie będzie martwił się o to, czy aby „ma jeszcze czas...“, no w każdym razie będzie mógł z dumą podać dokładną godzinę znajomym lub krytycznie ocenić niedokładność publicznych zegarów np. z wieży ratusza.

Urządzenie można zmontować w kilku wariantach. W wersji podstawowej układ pełni wszystkie funkcje wyszczególnione w danych technicznych, oprócz „mówienia“ oraz dekodowania sygnałów DCF77. Ustawienie zegara odbywa się ręcznie, a dzięki zastosowaniu podtrzymywania baterijnego, urządzenie może pracować długo bez skasowania informacji o czasie i wszystkich nastawach, nawet

**Charakterystyka zegara****Funkcje podstawowe:**

- ✓ zegar pracuje w trybie 24-godzinny;
- ✓ funkcja daty: dzień i miesiąc, uwzględnia lata przestępne;
- ✓ funkcja alarmu, po ustawieniu godzin i minut
- ✓ funkcja timera; 10 nastaw, 2 tryby pracy: całoroczny i codzienny;
- ✓ funkcja przyciemniania wyświetlaczy - "dimmer", o określonej porze (można ustawić godzinę aktywacji i wyłączenia np. w porze nocnej);
- ✓ możliwość włączania/wyłączania sygnalizacji akustycznej;
- ✓ funkcja "kukułki" - sygnalizacji minięcia pełnej godziny;
- ✓ sterowanie jedynie za pomocą 4 klawiszy;
- ✓ przyjazne menu z funkcjami ustawień użytkownika;
- ✓ inteligentny "dwukropek";
- ✓ optyczna sygnalizacja załączenia przełącznika timera;
- ✓ optyczna sygnalizacja uaktywnienia funkcji alarmu;
- ✓ dźwiękowa sygnalizacja faktu przerwy zasilania głównego;

**Funkcje dostępne po zamontowaniu układu mówiącego i odbiornika DCF77:**

- ✓ słowna informacja o aktualnym czasie, dacie (miesiąc słownie) oraz nastawie alarmu;
- ✓ możliwość nagrania dowolnego komunikatu budzenia (alarmu);
- ✓ "słowna kukułka";
- ✓ sygnalizacja konieczności ustawienia zegara po awarii zasilania głównego i zapasowego (bateria 6F22);
- ✓ moc wyjściowa wzmacniacza mowy: 0,5W/8Ω
- ✓ ręczna regulacja głośności komunikatów;
- ✓ synchronizacja z atomowym wzorcem czasu DCF77;
- ✓ sygnalizacja braku ważnej transmisji DCF77 ponad godzinę;
- ✓ możliwość niezależnego ustawienia zegara ręcznie;
- ✓ funkcja interaktywnego pozycjonowania odbiornika DCF77 z wizualizacją odbieranej informacji i ewentualnych błędów;
- ✓ zasilanie główne: 12VDC lub 9VAC, 250mA max.
- ✓ zasilanie zapasowe: 9VDC, 9mA (bateria 6F22);
- ✓ obciążalność przełącznika timera: 10A (max.16A) 250V
- ✓ waga: 350g;
- ✓ wymiary: 150 x 55 x 110 mm (szer. x wys. x głęb.), typowa obudowa KM-50.

podczas długotrwałych (kilkugodzinnych) przerw w dostawie energii elektrycznej.

W miarę potrzeby lub przy większych wymaganiach użytkownika, układ podstawowy można rozszerzyć o funkcje mówienia, wystarczy bowiem włożyć do podstawki odpowiedni układ scalony oraz kilka dodatkowych elementów, a następnie „nauczyć” nasze urządzenie wypowiadania informacji dotyczących czasu. Dzięki takiemu rozwiązaniu każdy użytkownik będzie posiadał unikalny zegar z niepowtarzalnym głosem - jak wynika z praktyki najczęściej swoim (autorowi nie udało się namówić żadnej niewiasty z „anielskim głosem” do nagrania kilkudziesięciu niezbędnych słów).

Zwolennicy punktualności w każdej chwili będą mogli dołączyć oferowany oddzielnie radiowy odbiornik sygnału DCF77, co z pewnością zsynchronizuje ich działania z „atomowym wzorcem” czasu. Ze względu na częste zakłócenia nadawanego na falach

długich sygnału DCF, zegar wyposażono w funkcję interaktywnego, optymalnego wyboru miejsca położenia odbiornika w mieszkaniu, co pozwoli na jak najczęstszy odbiór poprawnej informacji i synchronizację przynajmniej raz na dobę. Oczywiście zegar w wersji najbardziej rozbudowanej łączy w sobie dwie, opisane wcześniej, zalety.

Poza typowymi funkcjami wskazywania daty i czasu, układ posiada możliwość nastawienia czasu budzenia oraz, co często niezbędne, posiada funkcję timera. Elementem wykonawczym jest przełącznik o dużej obciążalności, dzięki czemu możliwe jest dołączenie urządzeń zasilanych z sieci i pobierających prąd do 10A.

Timer pozwala na zaprogramowanie maksymalnie dziesięciu czasów na włączenie lub wyłączenie sterowanego odbiornika. Dzięki pracy timera w trybie całorocznym, można zaprogramować uruchamianie urządzenia podając nie tylko godzinę i minutę, lecz także miesiąc i dzień. Można także ustawić dowolną nastawę timera w trybie pracy codziennej, co w wielu przypadkach okazuje się bardzo przydatne.

Ten ostatni tryb często stosowany jest w sytuacjach takich jak: symulacja obecności domowników w mieszkaniu, codzienne włączanie oświetlenia w akwarium, automatyczne sterowanie wyciągiem kuchennym w godzinach wieczornych i wiele innych.

Sterowanie wszystkimi funkcjami odbywa się za pomocą prostej w obsłudze 4-przyciskowej klawiatury. Klawisz umieszczony centralnie pozwala na wyłączenie alarmu - budzenia bądź wypowiedzenia przez zegar aktualnego czasu lub daty. Autor kierując się ergonomią w sterowaniu prezento-

wanego urządzenia postarał się o to, aby nie trzeba było pamiętać typowych w takich konstrukcjach programów np.: „P1, P2, P3..”. Zamiast tego każda funkcja wyświetlana jest w postaci wyrazu lub skrótu, ze względu na zastosowanie czterech 7-segmentowych wyświetlaczy LED. Jak się okazało w praktyce, takie wyświetlacze w zupełności wystarczają i ułatwiają obsługę urządzenia.

Na koniec wstępnej prezentacji zegarka dodajmy tylko, że układ posiada funkcje typowej „kukułki” (z ludzkim głosem), przyciemniania wyświetlaczy oraz sygnalizacji budzenia także za pomocą wbudowanego przetwornika piezoelektrycznego z generatorkiem.

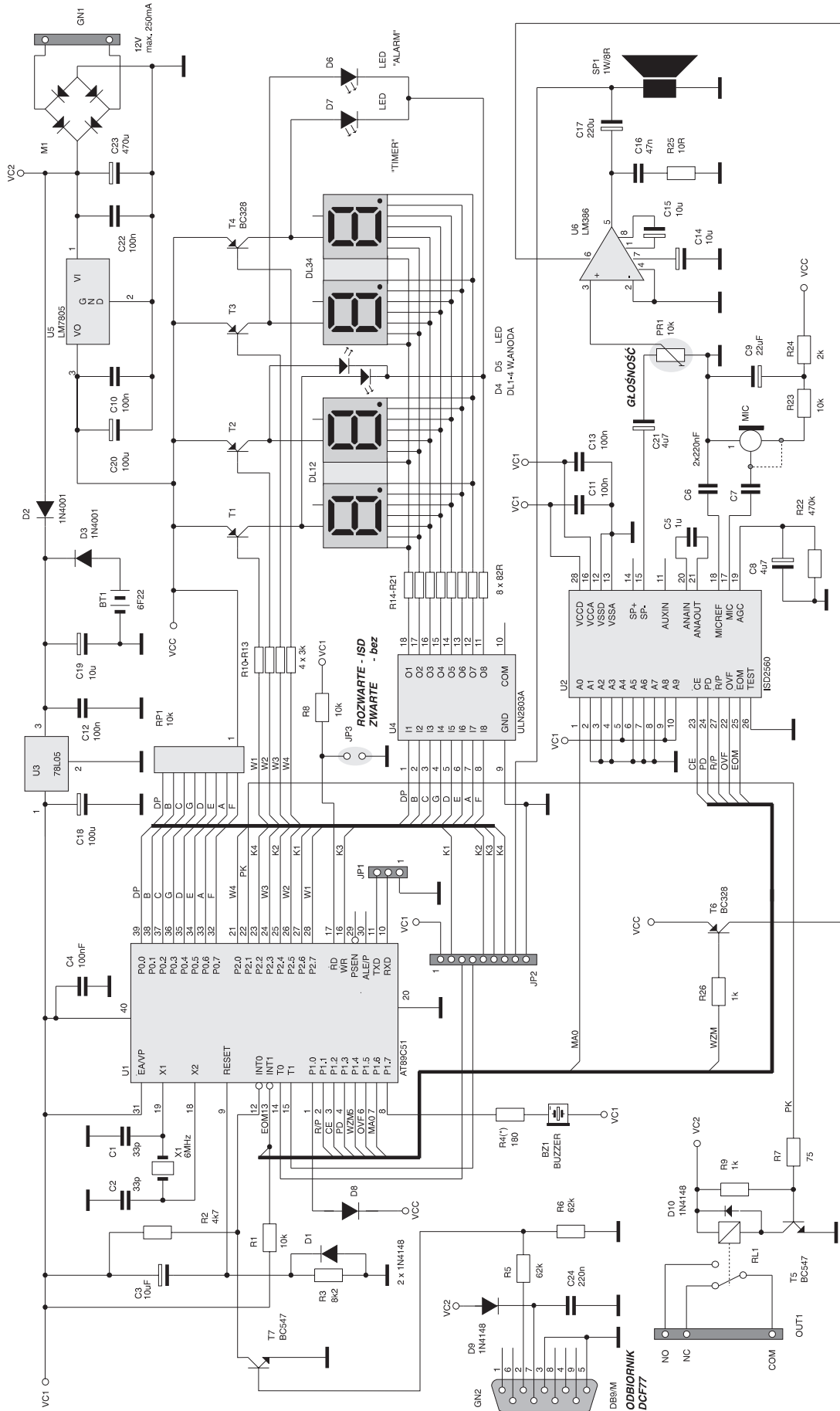
**Opis układu**

Aby spełnić wszystkie założenia projektowe i jednocześnie uprościć konstrukcję układu elektrycznego zegara do minimum, do sterowania zaprzęgnięto mikroprocesor 89C51. Jest to wersja popularnego procesora '51 z 4kB reprogramowalnej elektrycznie pamięci EEPROM typu „Flash”. Na łamach EP w zeszłym roku przybliżaliśmy Czytelnikom te układy, a w numerach 9..11/96 opisaliśmy programator tych mikrokontrolerów.

Schemat elektryczny zegara przedstawiony jest na **rys.1**.

Mikroprocesor U1 posiada wystarczającą liczbę wyprowadzeń, dzięki którym bez dodatkowych układów logicznych można byłoysterować wszystkie niezbędne układy wykonawcze. Opis układu zaczniemy od bloku elementów peryferyjnych mikroprocesora.

Układ taktujący procesor zrealizowano standardowo przy użyciu rezonatora kwarcowego X1. Kondensatory C1 i C2 umożliwiają wzbudzenie wewnętrznego generatora po włączeniu napięcia zasilającego. Układowi U1 do poprawnej pracy jest niezbędny także układ zerowania, którego rolę pełnią elementy C3 oraz R3. Dioda D1 umożliwia prawidłowy restart układu U1 w wypadku chwilowego zaniku napięcia zasilającego, tak głównego jak i awaryjnego. Ponieważ kontroler pracuje w konfiguracji z wewnętrzną pamięcią programu, końcówka 31 (EA) jest dołączona do plusa zasilania.

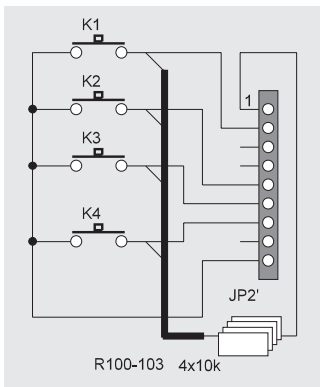


Rys. 1. Schemat elektryczny zegara.

W pamięć wpisany jest prawie 4 kilobajtowy program obsługi całego urządzenia. Zastosowanie takiej konfiguracji (bez stosowania zewnętrznej pamięci EPROM oraz układu zatrząskiwania adresu), przy niskiej cenie samego układu U1, jest rozwiązaniem optymalnym, bowiem minimalizuje rozmiar samej płytki drukowanej, zabezpieczając jednocześnie program zegara przed nieautoryzowanym kopiowaniem.

Układ wyświetlania informacji zrealizowano wykorzystując 2 standardowe podwójne wyświetlacze o wspólnej anodzie DL12 i DL34. Funkcję dwukropka pełnią diody D4 i D5. Dodatkowe diody D6 i D7 informują o aktywnej funkcji alarmu i timera. Sterowanie wyświetlaniem informacji odbywa się na zasadzie multipleksowania, czyli w każdej chwili aktywna (zapalona) jest tylko jedna cyfra wyświetlacza. Czytelnicy śledzący moje rozwiązania z pewnością domyślają się w jaki sposób procesor wyświetla informację. Pozostałym należy się kilka zdań wyjaśnienia. Układ U1 chcąc wyświetlić np. godzinę 12:34 w pierwszej kolejności podaje kombinację sygnałów sterujących katody (segmenty) wyświetlacza, ustawiając odpowiednie sygnały na końcówkach portu P0 (piny 32...39 U1) dla cyfry „1”.

PLYTKA  
KLAWIATURY



Rys. 2. Schemat klawiatury.

W przypadku tej cyfry stany logiczne „1” pojawią się na pinach B i C (38,37 U1), a na pozostałych ustalony zostanie stan „0”.

Te dwa sygnały utworzą tranzystory znajdujące się w strukturze układu drivera mocy - U4 (ULN2803A), polaryzując w ten sposób katody B i C wyświetlaczy DL12 i DL34. Następnie procesor U1ysterowuje tranzystor T1, podając logiczne „0” na pin W1 (28-U1), co załącza anodę pierwszej cyfry wyświetlacza DL12. Wyświetlona zostaje cyfra „1”. Uważnemu Czytelnikowi z pewnością nie umknął fakt dołączenia jednej z diod dwukropka do pierwszej pozycji wyświetlacza. Otóż dodatkowo w trakcie wyświetlania pierwszej cyfry, jeżeli zachodzi taka potrzeba, mikroprocesor U1 podając sygnał segmentu DP zapala także tę diodę. Takie sterowanie możliwe było dzięki zrezygnowaniu z kropek dziesiętnych wyświetlaczy, których sygnał (DP-pin39 U1) wykorzystano właśnie do sterowania D4..D7.

Po zapaleniu pierwszej pozycji i odczekaniu ok. 4 milisekund T1 zostaje ponownie zatkany, cyfra gaśnie, a na liniach portu P0 pojawia się kombinacja odpowiadająca cyfrze „2”, tym razemysterowany zostaje tranzystor T2. Sytuacja taka powtarza się dla dwóch pozostałych pozycji wyświetlacza DL34. Częstotliwość przemiatania cyfr wynosi 250 Hz, co jest wartością optymalną ze względu na eliminację ich migotania, oraz ze względu na czas wykonania pozostałych funkcji w trakcie wspomnianych 4ms.

Czytelnicy obeznani z techniką mikroprocesorową znajdą w ostatniej części artykułu kilka ciekawych informacji na temat przydziału poszczególnych zadań wszystkim wewnętrznym blokom układu U1. Wracajmy jednak do schematu.

Rezystory R14..R21 ograniczają prąd płynący przez segmenty wyświetlaczy do wartości bezpiecznej. Ponieważ port P0 układu U1 ma wyjścia typu otwarty dren, niezbędne stało się zastosowanie rezystorów podciągających końcówki portu do plusa zasilania w stanie logicznej „1”. Dzięki temu możliwe jest prawidłowe sterowanie wejściami układu drivera U4. Rolę wspomnianych 8 rezystorów pełni drabinka RP1.

Kolejnym istotnym blokiem komunikacji z użytkownikiem jest klawiatura. Ponieważ konstrukcyjnie jest ona umieszczona na oddzielnej płytce drukowanej, jej schemat elektryczny przedstawiono na rys.2. Ze względu na wystarczającą liczbę końcówek portów układu U1, odczyt klawiszy jest bezpośredni. Eliminację drgań zestyków zrealizowano na drodze programowej. Procesor różni też sposób naciśnięcia każdego klawisza: chwilowy lub dłuższy (>1,2 sek.), dzięki czemu każdy klawisz ma kilka funkcji w zależności od trybu komunikacji i poziomu zagłębienia się w menu. Znaczenie poszczególnych klawiszy zostanie przedsta-

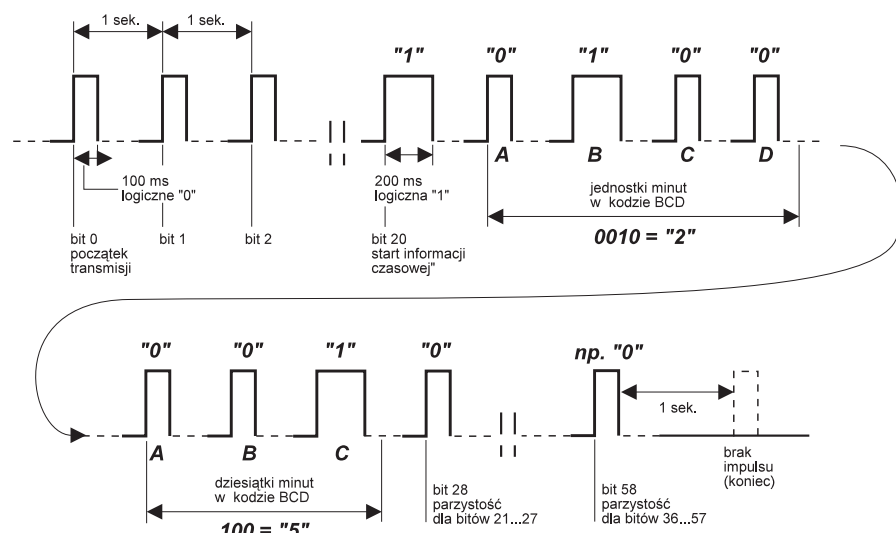
wione w dalszej części artykułu. Płytkaklawiatury połączona jest z bazową za pomocą złącza JP2 (JP2).

Kolejnym blokiem podstawowej wersji zegara jest układ wykonawczy timera. Rolę tę pełni przełącznik RL1 sterowany sygnałem PK (pin 22-U1) za pośrednictwem tranzystora T5 oraz elementów R7 i R9. Dioda D10 zabezpiecza tranzystor przed uszkodzeniem przy wyłączeniu cewki PK1. Na płycce drukowanej dołączono do złącza OUT1 oba styki przełącznika: typu NO i NC (normalnie otwarte i zamknięte). W typowych zastosowaniach wykorzystane będą styki NO, lecz niewykluczone że komuś przyda się para NC.

Pin 8 układu U1 steruje załączaniem buzzera BZ1. Wykorzystano przetwornik piezoceramiczny z wbudowanym generatorkiem, dzięki czemu dźwięk uzyskuje się tylko poprzez podanie logicznego „0” na końcówkę portu P1.7 układu U1. Rezystor R4 należy zamontować w zależności od wymaganego poziomu dźwięku. Jak wynika z praktyki, element ten może się okazać zbędny w przypadku niewykorzystywania funkcji mówienia (układ U2). Zastąpienie go zworą zwiększy siłę dźwięku, co ma szczególne znaczenie w przypadku wystarczająco głośnego sygnału budzenia. Jeżeli zaś ktoś wykorzysta w zegarze „ustne” budzenie, R4 warto zamontować.

Tabela 1. Znaczenie bitów w transmisji DCF77.

Impuls - numer sekundy	Opis	Wartość / kolejność / znaczenie
0	start transmisji	zawsze 0
1...14	nie używane	zawsze 0
15	typ anteny	nie wykorzystane w projekcie
16	zmiana czasu	zwykle 0, na godzinę przed zmianą czasu - 1
17, 18	typ czasu	01 - czas zimowy, 10 - czas letni
19	korekcja	zwykle 0, 1 gdy zapowiedź dodatkowej sekundy
20	bit startowy	początek informacji o czasie, zawsze 1
21...24	jednostki minut	w kodzie BCD (24,23,22,21)
25...27	dziesiątki minut	w kodzie BCD (27,26,25,24)
28	parzystość	0 gdy liczba „1” w bitach 21...27 jest parzysta, 1-nie
29...32	jednostki godzin	w kodzie BCD (32,31,30,29)
33, 34	dziesiątki godzin	w kodzie BCD (34,33)
35	parzystość	0 gdy liczba „1” w bitach 29...34 jest parzysta, 1-nie
36...39	jednostki dni	w kodzie BCD (39,38,37,36)
40, 41	dziesiątki dni	w kodzie BCD (41,40)
42...44	dzień tygodnia	w kodzie BCD (44,43,42); 1-Pon. 2-Wt. .... 7-Niedz.
45...48	jednostki miesiąca	w kodzie BCD (48,47,46,45)
49	dziesiątki miesiąca	w kodzie BCD (49)
50...53	jednostki roku	w kodzie BCD (53,52,51,50)
54...57	dziesiątki roku	w kodzie BCD (57,56,55,54)
58	parzystość	0 gdy liczba „1” w bitach 36...57 jest parzysta, 1-nie
59	brak impulsu	znacznik końca transmisji



Rys. 3. Sposób przesyłania danych w DCF77.

Ważną rolę pełni, włączona dość nietypowo, dioda D8. Jej zadaniem jest detekcja odłączenia zasilania głównego. Jak widać z rys.1 jej katoda dołączona jest do szyny zasilającej anody wyświetlaczy DL12 i DL34. Szyna ta zaś bierze swój początek u wyjścia stabilizatora napięcia głównego U5. Kondensatory C20 i C10 dodatkowo filtrują napięcie po stronie wtórnej, natomiast C22 i C23 po stronie pierwotnej. Wejście stabilizatora jest połączone z wyjściem mostka Graetza M1, dzięki czemu w przypadku zasilania napięciem zmiennym (9VAC) zostaje ono wyprostowane, zaś w przypadku napięcia stałego mostek zabezpiecza układ zegara przed omyłkowym odwróceniem polaryzacji napięcia zasilającego.

W układzie zasilania rezerwowego pracuje stabilizator małej mocy U3 w postaci układu 78L05. Na wejściu, poprzez diodę D3, jest włączona bateria 9V typu 6F22. Dzięki temu w momencie odcięcia napięcia głównego (VC2=0) zasilanie niezbędnych elementów przejmuje BT1. Dodatkowa dioda D2 zapobiega niepotrzebnemu, w sytuacji awaryjnej, zasilaniu układu U5, co byłoby jednoznaczne z natychmiastowym wyczerpaniem źródła BT1. Zastosowanie diody D3 okazało się konieczne ze względu na wymagane spadki napięć przy zasilaniu napięciem stałym 12VDC. Dzięki takiemu doborowi bateria podczas normalnej pracy znajduje się na potencjale nieco wyższym od swe-

go napięcia znamionowego, co zapobiega jej rozładowaniu podczas pracy z napięciem głównym. Dodatkowo jest ona ładowana minimalnym prądem wstecznym diody D3 wynikającym z różnicy potencjałów.

Warto w tym miejscu zwrócić uwagę na oznaczenie trzech szyn zasilających poszczególne bloki urządzenia. Pierwsza, oznaczona VCC (+5V), zasila elementy niezbędne podczas normalnej pracy zegara przy załączonym napięciu głównym. Druga, oznaczona VC1 (+5V), obsługuje układ procesora U1 wraz z elementami peryferyjnymi, układ sygnalizacji z BZ1 oraz kostkę U2. Wreszcie trzecia szyna VC2 (+11,5V) zasila cewkę przekaźnika RL1 (ze względu na jego znamionowe napięcie pracy 12V), a także układ wejściowy odbiornika sygnału DCF77.

Omówione w dalszej części artykułu pozostałe 2 bloki dotyczą wersji rozbudowanej naszego zegara.

Zacznijmy od układu wejściowego odbiornika DCF77, który dołączany jest do gniazda GN2. Układ odbiornika wymaga zasilania napięciem +10..15V. Dostarczane jest ono na końcówkę gniazda poprzez diodę D9. Dołączony

do linii zasilającej kondensator C24 może się okazać niezbędny przy dużej odległości samego odbiornika od zegara. Jak wiadomo, sam zegar może zakłócać prawidłowy odbiór sygnału DCF, nie mówiąc o innych urządzeniach elektrycznych, jak telewizor czy komputer. Dlatego odbiornik powinien być umieszczony w odległości przynajmniej 2 metrów od tych urządzeń. Zdekodowany sygnał pojawia się na pinie 2 gniazda GN2 i steruje tranzystorem T7 dołączonym do wejścia przerwania INT0 mikroprocesora U1.

Procesor na podstawie analizy czasowej tego sygnału określa ważność transmisji i dekoduje dane o aktualnym czasie i dacie. Dzięki odpowiedniej procedurze programowej odczytu informacji DCF, do synchronizacji zegara wystarcza jeden prawidłowy pełny cykl (1 minuta) sygnału.

Na rys.3 przedstawiono zależności czasowe w protokole transmisji DCF77. W tabeli 1 omówiono znaczenie poszczególnych bitów informacji. Jak widać, sposób kodowania sygnału jest dość prosty, logiczne „0” reprezentowane jest przez impuls o czasie trwania ok. 100ms, natomiast logiczna jedynka to impuls dwa razy dłuższy. Każdy bit informacji wysyłany jest co sekundę, więc przy 59 bitach czas transmisji wynosi 59 sekund + 1 sekunda, w której nie jest generowany żaden impuls. Dzięki temu mikroprocesor wie kiedy nastąpi początek przesyłania informacji. Protokół oparty o bity danych zawiera także bity kontrolne (parzystości), dzięki czemu można w prosty sposób wyeliminować błędne dane, które mogłyby spowodować ustawienie np. minut na wartość „67“, lub godzin na „25“.

Ze względu na często trudne warunki odbioru sygnału DCF, przyjęto tolerancję detekcji szero-

Tabela 2. tryby pracy układu ISD2560.

Tryb	Funkcja	Zastosowanie
M0 (A0=1)	Odtwarzanie informacji	Szybkie przeglądanie komunikatów
M1 (A1=1)	Kasowanie znaczników /EOM	Łączenie komunikatów
M2 (A2=1)	Nie wykorzystany	-
M3 (A3=1)	Zapętlenie	Ciągłe odtwarzanie informacji od adresu 0
M4 (A4=1)	Kolejne adresowanie	Zapis/odtwarzanie wielu kolejnych komunikatów
M5 (A5=1)	Wyzwalanie poziomem	Realizacja funkcji pauzy
M6 (A6=1)	Sterowanie klawiszami	Uproszczenie sterowania układem

kości impulsów 0 i 1 w zakresach: dla „0”: 80..120 ms, zaś dla logicznej „1”: 170..230 ms. Przy wykorzystaniu możliwości sprawdzania parzystości bitów informacyjnych nie powoduje to przypadkowego fałszowania informacji, a jedynie przyczynia się do zwiększenia odporności układu na zakłócenia.

Ostatnim blokiem funkcjonalnym naszego zegara jest układ nagrywania i generacji komunikatów. Rolę procesora mowy pełni układ U2 - ISD2560. Dzięki unikatowej technologii w jakiej został on wykonany, przy pomocy pojedynczego układu scalonego możliwe stało się nagranie i odtwarzanie słownych komunikatów bez stosowania dodatkowych układów przetwarzających informacje analogową na cyfrową i odwrotnie. Maksymalny czas zapisu w przypadku tego układu wynosi 60 sekund, przy częstotliwości próbkowania 8kHz. Dzięki temu uzyskuje się zadowalającą jakość dźwięku o górnej częstotliwości pasma 3,4kHz. Jakość komunikatów jest więc nieco lepsza od rozmowy telefonicznej. Nie będziemy tu szczegółowo omawiać zastosowanego układu U2 ze względu na wcześniejsze publikacje na ten temat. Wszystkich zainteresowanych autor odsyła do biuletynu USKA „Katalog Aktualności” nr 11/1993.

Warto jednak omówić sposób, w jaki procesor mowy współpracuje z mikroprocesorem głównym, umożliwiając łatwą obsługę i inteligentne sterowanie odczytem aktualnego czasu.

Jak widać na rys.1, układ U2 komunikuje się z procesorem U1 za pomocą kilku sygnałów. Sygnał PD, wystawiany przez U1 na pin 4, powoduje przełączenie układu U2 w tryb uśpienia (stan „1” - co powoduje spadek poboru prądu do wartości około 10µA) lub uaktywnienie procesora mowy (logiczne „0”). Sygnał /CE pojawiający się na wyprowadzeniu 3 układu U1 jest sygnałem wyboru układu ISD. Podanie logicznego „0” na /CE następuje zawsze po uprzednim uaktywnieniu U2 (PD=0) i odczekaniu wymaganego przez ISD2560 czasu. Kolejny sygnał R/P przełącza układ ISD w tryb nagrywania bądź odtwarza-

nia informacji. Jeżeli w trakcie odtwarzania nastąpi koniec komunikatu, na wyprowadzeniu 25 (U2) - sygnał EOM - pojawia się „0”, co informuje procesor U1, poprzez wejście przerywające INT1, o fakcie zakończenia wypowiedzi. W przypadku zapisu, jeżeli nastąpi przepełnienie wewnętrznej pamięci układu U2, sygnał OVF przyjmuje wartość „0”. Oczywiście, sygnał ten może wystąpić także przy odczycie, lecz dzięki odpowiedniej procedurze programowej nie jest możliwe w trakcie uczenia zegara mowy prawidłowe jej zakończenie w przypadku przepełnienia pamięci.

Ostatnim sygnałem, nie mniej ważnym dla poprawnej pracy układu jest MA0. Dzięki niemu możliwe jest wykorzystanie odpowiedniego w naszej aplikacji trybu pracy układu odtwarzającego U2.

Wybór jednego lub kilku z nich następuje przez odpowiednie wystawienie pinów adresowych A0..A7 układu U2, przy podaniu „1” na wejścia A8 i A9. W tabeli 2 podano znaczenie poszczególnych trybów pracy, z których 2 są wykorzystywane w naszym zegarze.

Jak widać na schemacie elektrycznym z rys.1, tryb A4 (dołączenie pinu 5 do plusa zasilania) jest wybrany na stałe, natomiast końcówka odpowiadająca za sposób odtwarzania informacji jest dołączona do portu procesora U1. Podanie logicznej „1” powoduje przyspieszenie (ok. 800-krotnie) odtwarzania nagranych komunikatów do napotkania znacznika jego końca (EOM), natomiast logiczne „0” pozwoli na normalne odtworzenie informacji. Aby dokładnie wyjaśnić przyczynę takiego stanu rzeczy, należy zastanowić się nad samym sposobem wypowiedzania informacji o czasie lub dacie.

Otóż w układzie U2 nagrano kilkadziesiąt oddzielnych wyrazów, dzięki którym jest możliwe złożenie, z potrzebnych w danym momencie wyrazów, pełnej informacji.

Każda taka wiadomość zawiera kilka wyrazów. Np. do powiedzenia, że jest godzina 12:34, użyjemy słów: „godzina”, „dwunasta”, „trzydzieści” oraz „cztery” czyli w sumie 4 wyrazy. Do wypowie-

Tabela 3. Tabela słów zegara.

<i>l.p.</i> wyraz	<i>l.p.</i> wyraz
1 „zero”	30 „dziewięć”
2 „pierwsza”	31 „jedenaście”
3 „druga”	32 „dwanaście”
4 „trzecia”	33 „trzydzieści”
5 „czwarta”	34 „czternaście”
6 „piąta”	35 „piętnaście”
7 „szósta”	36 „szesnaście”
8 „siódma”	37 „siedemnaście”
9 „ósma”	38 „osiemnaście”
10 „dziewiąta”	39 „dziewiętnaście”
11 „dziesiąta”	40 „dziesięć”
12 „jedenasta”	41 „dwadzieścia”
13 „dwunasta”	42 „trzydzieści”
14 „trzynasta”	43 „czterdzieści”
15 „czternasta”	44 „pięćdziesiąt”
16 „piętnasta”	45 „styczeń”
17 „szesnasta”	46 „luty”
18 „siedemnasta”	47 „marzec”
19 „osiemnasta”	48 „kwiecień”
20 „dziewiętnasta”	49 „maj”
21 „dwudziesta”	50 „czerwiec”
22 „jeden”	51 „lipiec”
23 „dwa” („dwie” *)	52 „sierpień”
24 „trzy”	53 „wrzesień”
25 „cztery”	54 „październik”
26 „pięć”	55 „listopad”
27 „sześć”	56 „grudzień”
28 „siedem”	57 „godzina”
29 „osiem”	58 „ustaw zegar”
	59 komunikat budzenia **)

\*) ze względu na wypowiadanie daty nie użyto poprawnej formy np. „dwudziesta trzydzieści dwie”, lecz „dwa”.

\*\*) komunikat budzenia może być dowolnej treści np. „alarm”, „pobudka”

dzenia dowolnej informacji o czasie lub dacie wystarczy 56 wyrazów, jeżeli założymy, że nie wykorzystamy faktu zmiany ich końcówek (np. „siedem” lub „siedemnasta”). Można oczywiście do wypowiedzenia podanych słów użyć komunikatów „siedem” i „nasta” (ten drugi może być przydatny w innych przypadkach), lecz ze względu na płynność mówienia oraz wystarczającą ilość pamięci w układzie U2, zrezygnowano z łączenia końcówek, co zresztą korzystnie wpłynęło na jakość całego komunikatu i uprościło jednocześnie program sterujący zegara. W tabeli 3 podano wszystkie niezbędne wyrazy, dodatkowo je numerując, co okaże się potrzebne przy uruchamianiu naszego zegara.

Mikroprocesor U1, mając nagrane przez użytkownika w trakcie uruchamiania układu wyrazy zgodnie z tabelą, na podstawie aktualnego czasu wybiera odpowiednie wyrazy z tabeli, po czym odtwarza je. Ze względu na brak

**WYKAZ ELEMENTÓW**

**Rezystory**

R1, R8, R23, R100..R103: 10kΩ  
 R2: 4,7kΩ  
 R3: 8,2kΩ  
 R4: 180Ω (\*)  
 R5, R6: 62kΩ  
 R7: 75Ω  
 R9, R26: 1kΩ  
 R10...R13: 3kΩ  
 R14...R21: 82Ω  
 R22: 470kΩ  
 R24: 2kΩ  
 R25: 10Ω  
 RP1: drabinka SIL-9 10kΩ  
 PR1: pot. montażowy 10kΩ

**Kondensatory**

C1, C2: 30...33pF  
 C3, C14, C15, C19: 10μF/16V  
 C4, C10...C13, C22: 100nF  
 C5: 1μF stały  
 C6, C7, C24: 220nF  
 C8, C21: 4,7μF/16V  
 C9: 22μF/16V  
 C18, C20: 100μF/10V  
 C16: 47nF  
 C17: 220μF/16V  
 C23: 470μF/16V

**Półprzewodniki**

U1: 89C51 zaprogramowany AVT-322  
 U2: ISD2560  
 U3: 78L05

U4: ULN2308A  
 U5: 7805  
 U6: LM386  
 T1..T4, T6: BC327/8  
 T5, T7: BC547..9  
 D1, D8...D10: 1N4148  
 D2, D3: 1N4001..7  
 D4, D5: LED φ=3mm czerwone  
 D6, D7: LED φ=3mm żółte  
 DL12, DL34: DA56-11EWA lub podobne podwójne, wspólna anoda  
 M1: mostek prostowniczy 1A/50V

**Różne**

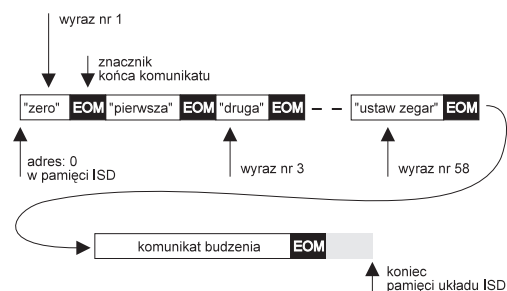
X1: 6MHz rezonator kwarcowy  
 BZ1: piezo z generatorkiem  
 RL1: przekaźnik 12V np. RM83P  
 MIC: mikrofon elektretowy 3-końcówkowy  
 SP1: głośnik 0,2..0,5W/8Ω  
 K1..K4: włączniki monostabilne  
 GN1: ARK2  
 OUT1: ARK3  
 JP3: goldpin 2 + jumper  
 GN2: gniazdo DB9-męskie  
 BT1: bateria 9V 6F22 (nie wchodzi w skład kitu)  
 złączka do baterii 6F22 -1szt.  
 obudowa KM50 z filtrem czerwonym  
 podstawki pod układy scalone

możliwości bezpośredniego adresowania pamięci układu ISD (co w naszym przypadku jest niepotrzebne) procesor „dociera“ niejako do odpowiedniego wyrazu poprzez włączenie trybu szybkiego odtwarzania komunikatów (MA0-1), po czym podaje na wejście /CE układu U2 liczbę impulsów „0“ równą numerowi wyrazu zgodnie z tabelą 3.

W efekcie powoduje to szybkie „przeskoczenie“ wskaźnika adresu (zawartego w układzie ISD) do

potrzebnego wyrazu. Teraz sygnał MA0 przyjmuje stan niski, dzięki czemu możliwe jest wypowiedzenie ustawionego w ten sposób słowa. Użytkownik na etapie uruchamiania musi nauczyć układ mówienia, wczytując zawarte w tabeli 3 wyrazy. Sposób, w jaki należy to zrobić, opiszemy w dalszej części artykułu.

**Rys. 4** dodatkowo obrazuje sposób rozmieszczenia informacji w układzie U2. Data jest wypowiedziana w sposób trochę nietypowy, a to ze względu na inne końcówki wyrazów w trakcie mówienia. Ze względu na niewystarczającą ilość pamięci układu U2 ISD, zdecydowano, że data podawana będzie w formacie: miesiąc + dzień w formie podstawowej; czyli np. „styczeń, dwadzieścia“, co oznacza 20 stycznia. W praktyce nie jest to wada, a i tak każdy dobrze wie, o jaki dzień chodzi.



Rys. 4. Sposób zapisu danych zapisanych w układzie ISD.

Ze względu na trudności z zakupem odpowiedniego głośnika, w układzie zastosowano dodatkowo mini-wzmacniacz mocy na układzie U6. Sygnał akustyczny z wyjścia SP układu U2 dociera poprzez C21 i PR1 do wejścia wzmacniacza U6. Potencjometr montażowy PR1 służy do ustalenia optymalnej głośności komunikatów. Obwód nagrywający wyrazu składa się z elementów R23, R24, C9, C6 i C7. Jako przetwornik akustyczny wykorzystano zwykły mikrofon elektretowy. Oczywiście lepsze rezultaty można uzyskać stosując odpowiedni mikrofon studyjny z przetwornikiem, lecz w praktyce taki element wystarcza, a jakość dźwięku jest bardzo dobra.

Mikroprocesor U1 dzięki sygnałowi WZM (pin 5) ma możliwość poprzez tranzystor T6 odłączenia zasilania wzmacniacza mocy, co jest równoznaczne z jego wyłączeniem. Dzięki temu kostka U6 jest uaktywniona tylko w momentach wypowiedzania wyrazów, a nie np. w trakcie szybkiego przeszukiwania pamięci. Ten ostatni fakt mógłby bowiem spowodować niepotrzebne przykre dla ucha zakłócenia w trakcie informowania użytkownika o aktualnym czasie.

W następnej części artykułu przedstawimy sposób montażu urządzenia oraz procedurę uruchomieniową.

**Sławomir Surowiński, AVT**

*Opracowanie oprogramowania sterującego było wspomagane „Emulatorem procesora 87C51“, który jest dostępny jako kit AVT-288.*

*Układy U1 w wersji handlowej programowano „Programatorem procesorów MCS-51“ - kit AVT-320.*

*W ofercie handlowej znajdują się 2 wersje kitu AVT-322:*

**AVT-322/1** - wersja podstawowa (bez ISD i DCF), nie zawiera elementów: U2, U6, T6, SP1, PR1, R22..R26, C5..C9, C14..C17, MIC.

**AVT-322/2** - wersja rozbudowana z funkcją mówienia, zawiera komplet elementów, oprócz odbiornika DCF77, który można zamówić oddzielnie.