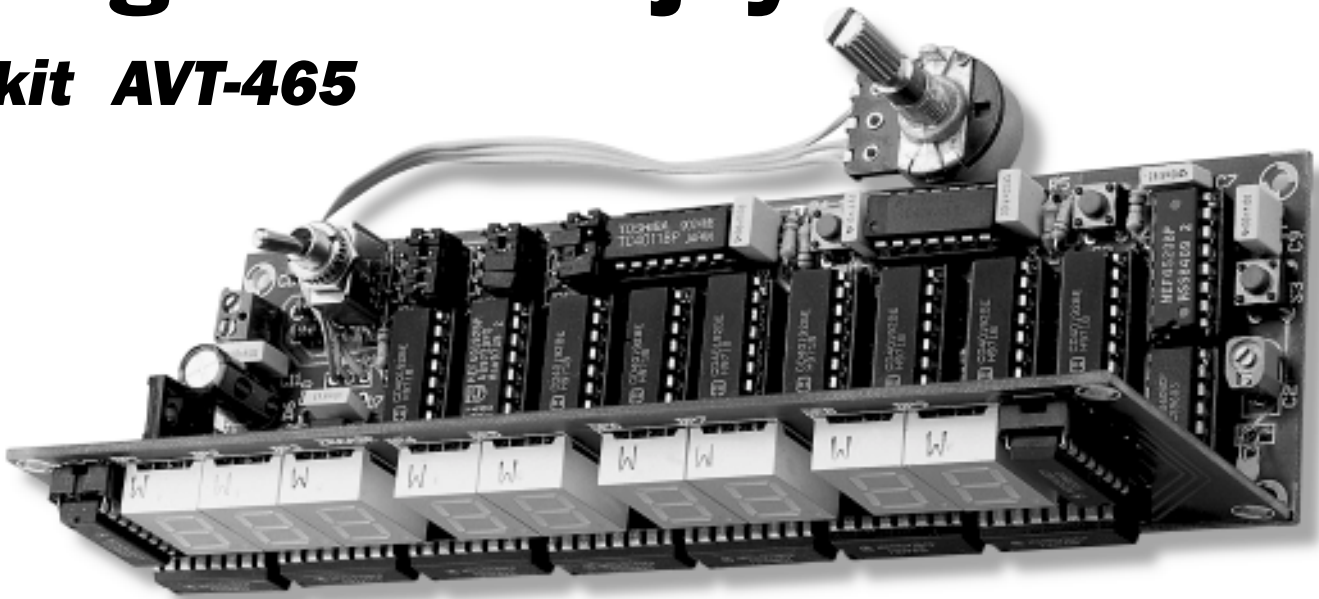


# Zegar millenijny

## kit AVT-465



*Chciałbym zaprezentować kolejny układ zegara cyfrowego. To prawda, że na łamach naszego pisma opublikowaliśmy już wiele opisów mniej lub bardziej skomplikowanych zegarów, ale ten jest czymś zupełnie wyjątkowym.*

Z pozoru nic szczególnego: elektroniczny zegar z wyświetlaczami siedmiosegmentowymi LED, stabilizowany kwarcem. Wprawdzie różni się od większości zegarów tym, że pokazuje także kolejne dni roku, ale to jeszcze żadna rewelacja.

Co zatem upoważniło mnie do nazwania tego zegara wyjątkowym? To, że odlicza on czas do tyłu! Nie, nie obawiajcie się drodzy Czytelnicy, proponowane urządzenie nie jest kontynuacją osławionego „Układu do ultraprecyzyjnej regulacji zegarów“, którego opis ku uciesze Czytelników zamieściliśmy w primaaprilisowym numerze EP.

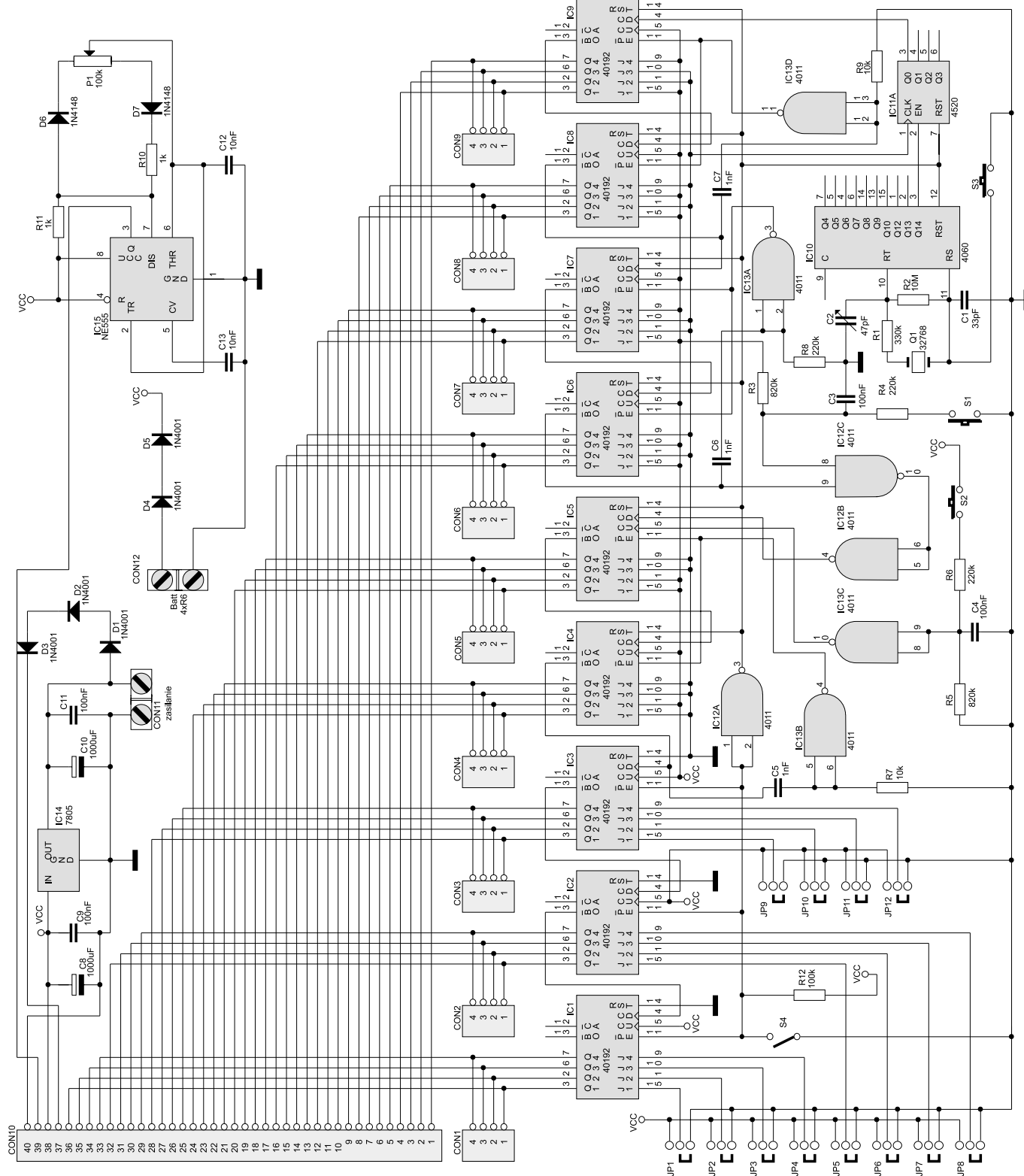
Projekt jest jak najbardziej poważny i proponowałbym już teraz zbudować taki zegar, ale uruchomić dopiero w najbliższą noc sylwestrową. Kolejną wskazówką, dzięki której możecie się łatwo domyślić celu budowy nowego typu zegara jest to, że po upływie ok. 2,5 roku będzie go można jedynie wyrzucić na śmietnik, lub przechowywać w szufladzie wyłączając ze względów sentymentalnych. Domyśliliście się już chyba, że zegar będzie odmierzał czas, jaki pozostał do końca XX wieku.

Przełomy wieków zawsze budziły u ludzi emocje, na szczęście zupełnie nieuzasadnione. Prorokowano koniec świata, kataklizmy i najróżniejsze nieszczęścia, które z nastaniem nowego stulecia miały

spaść na ludzkość. Po raz pierwszy w historii, przepowiednie takie mają obecnie pewne uzasadnienie. Bałagan w systemach komputerowych już się zaczął. Słyszy się o przypadkach odmowy przez komputery bankowe wypłaty pieniędzy z kart płatniczych ważnych np. do 2004 roku, bowiem uznają, że ich ważność zakończyła się w 1904 roku! No cóż, ktoś kiedyś nie przewidział...

Zanim przejdziemy do konkretnów i zapoznamy się z proponowaną konstrukcją, wyjaśnijmy sobie jeszcze jedną sprawę. Słyszy się, że ludzie oczekują na nadejście 2000 roku, jako na początek nowego stulecia. Nic bardziej błędnego, nie było przecież nigdy roku zerowego naszej ery! Według tradycji chrześcijańskiej Jezus Chrystus narodził się w pierwszym roku ery nowożytnej, a zatem kolejne wieki rozpoczynają się w roku 1 nowego stulecia. Oczekiwany wiek XXI rozpocznie się zatem o północy w noc sylwestrową przełomu 2000 i 2001 roku i do tej daty i godziny będziemy musieli dostosować nasz zegar! Kiedy piszę te słowa do początku XXI wieku pozostało jeszcze 913 dni.

W wersji podstawowej układ zegara będzie pokazywał upływający czas na dziesięciu wyświetlaczach siedmiosegmentowych LED o standardowych wymiarach. Można jednak pomyśleć o wykorzystaniu zbudowanego urządze-



Rys. 1. Schemat elektryczny zegara.

nia do celów reklamowych w rodzaju: „Kroczymy w XXI wiek z firmą Krzak i Synowie!“ Aby umożliwić takie wykorzystanie zbudowanego układu, na płycie drukowanej zegara zostały umieszczone złącza umożliwiające dołączenie do układu dziewięciu wyświetlaczy o dużych wymiarach

(opisane w lipcowych Miniprojektach - AVT1186).

Zegar został zaprojektowany z wykorzystaniem wyłącznie tanich i powszechnie dostępnych elementów. Pomimo pewnej złożoności układu, jego wykonanie nie powinno przysporzyć kłopotu nawet mało doświadczonym konstruktorom.

### Opis działania układu

Na rys. 1 i 2 przedstawiono schemat elektryczny zegara. Na rys. 1 pokazano główny blok zegara, a na rys. 2 widzimy jedynie wyświetlacze siedmiosegmentowe wraz z dekoderni, połączone z blokiem głównym złączem kątowym typu goldpin.

Ponieważ druga część schematu nie jest warta komentarza, skupimy się na części pierwszej. Z pozoru układ wydaje się dość skomplikowany, ale po chwili zauważymy z pewnością, że składa się on głównie z kaskadowo połączonych liczników BCD, generatora kwarcowego i kilku elementów pomocniczych. Blok liczników jest najprostszym z możliwych: dziewięć liczników rewersyjnych BCD połączonych kaskadowo. Liczniki IC1, IC2 i IC3 zliczają dni do końca wieku, liczniki IC4 i IC5 podają liczbę godzin, przez które będziemy musieli dodatkowo czekać na noworocznego szampana w XXI wieku, liczniki IC6 i IC7 odmierzą minuty, a IC8 i IC9 - sekundy.

Generator częstotliwości wzorcowej został zbudowany także bardzo typowo, z wykorzystaniem taniej i popularnej kostki typu 4060. Układ ten zawiera w swojej strukturze wszystkie elementy potrzebne do zbudowania generatora stabilizowanego oscylatorem kwarcowym oraz dzielnik częstotliwości o stopniu podziału  $2^{14}$ . Do stabilizowania częstotliwości zastosowałem popularny i tani kwarc zegarkowy o częstotliwości rezonansowej 32768Hz. Rozwiązanie takie zostało podyktowane koniecznością znalezienia kompromisu pomiędzy dokładnością zegara i ceną podzespołów, która w wypadku układu mającego charakter „jednorazówki“ nie powinna być zbyt wysoka. Z kwarcami tego typu bywa zresztą różnie: trafiają się lepsze i gorsze egzemplarze. Te lepsze mogą zapewnić dokładność wskazań zegara dochodzącą do kilkudziesięciu sekund na rok. Ponieważ nasz zegar posiada wbudowany układ korekcji wskazywanego czasu, kwarc zegarkowy można uznać za zupełnie wystarczający.

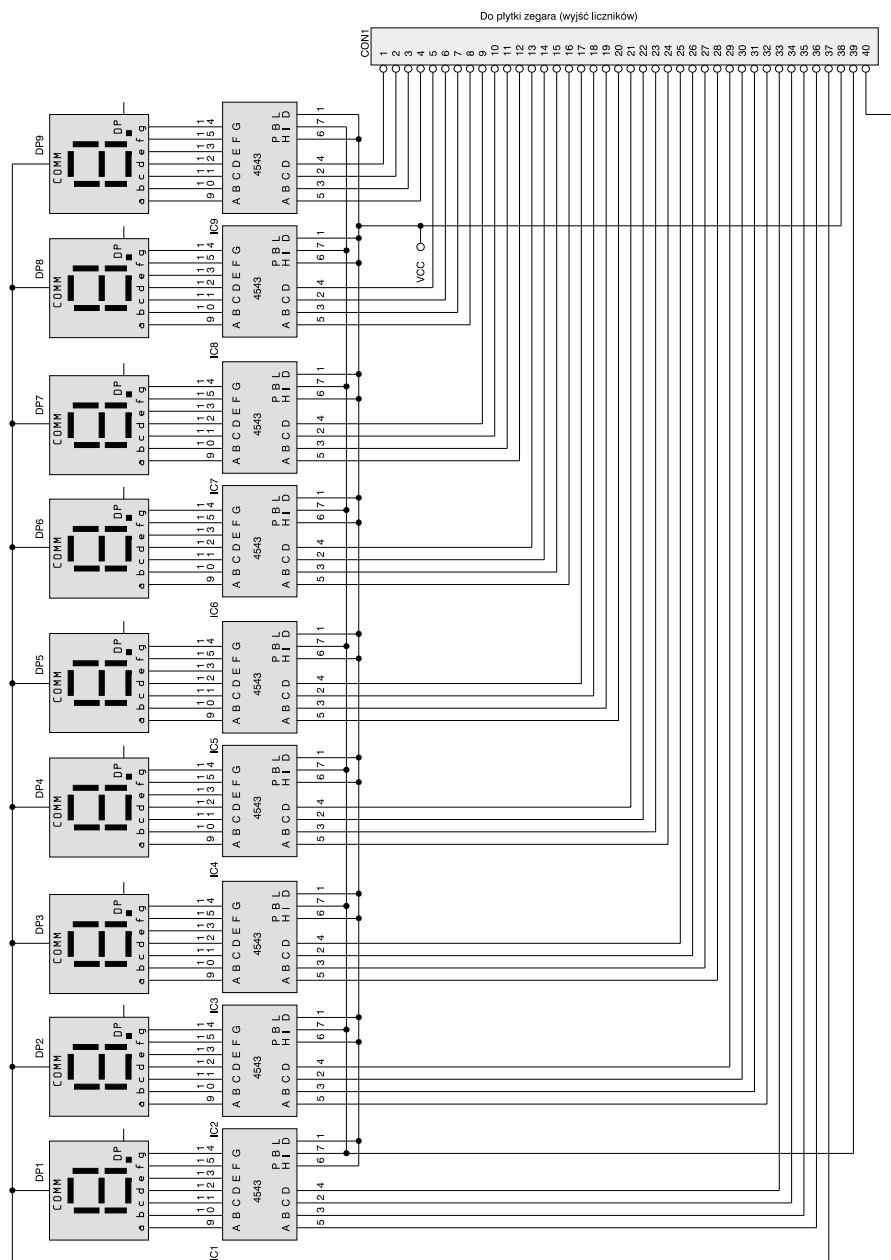
Na wyjściu Q14 układu IC10 otrzymujemy przebieg prostokątny o częstotliwości 2Hz. Jest to częstotliwość trochę za duża do sterowania licznika sekund i dlatego zastosowałem dodatkowy dzielnik częstotliwości przez 2 zrealizowany na „kawałku“ licznika binarnego IC11A - 4520.

Mogłoby wydawać się, że kaskadowe połączenie liczników rewersyjnych zliczających w dół

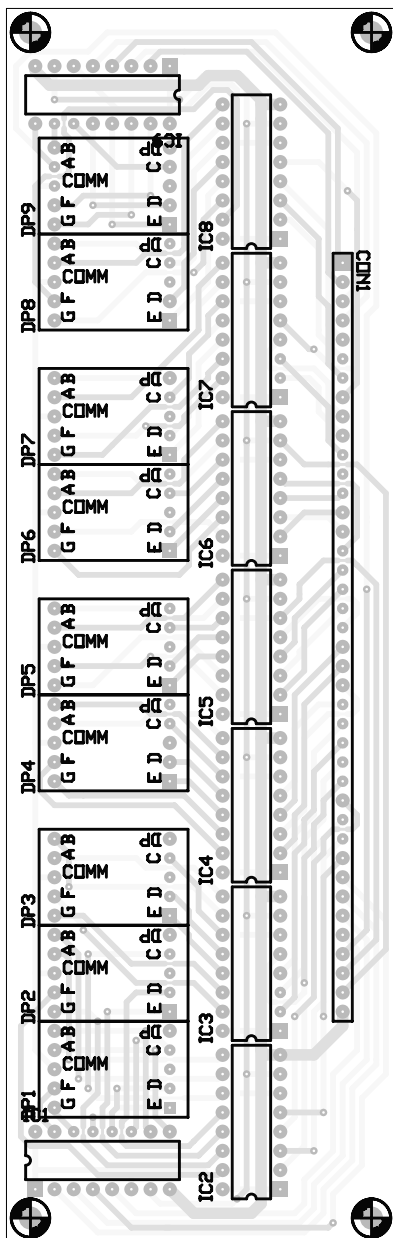
rozwiąże wszystkie sprawy związane z odliczaniem czasu do XXI wieku. Niestety, powstały problemy z liczeniem dziesiątek minut i sekund oraz godzin. Po osiągnięciu przez licznik BCD stanu 0, następny impuls spowoduje ustawienie na wyjściach licznika stanu 9. Jest to nie do przyjęcia w przypadku wyświetlania dziesiątek minut i sekund, ponieważ kolejną cyfrą po „0“ powinno być podczas zliczania w dół - „5“. Problem został rozwiązany w bardzo prosty sposób, który omówimy na przykładzie licznika sekund. Podczas zliczania w dół, gdy licznik IC8 zmienia stan z 0 na 9, to na jego

wyjściu pożyczki (/BO) pojawia się niski poziom napięcia - impuls ujemny.

Zbocze tego impulsu, po zróżniczkowaniu go przez kondensator C7, powoduje wygenerowanie krótkiego impulsu ujemnego na wyjściu bramki IC13A, a w konsekwencji przepisanie do rejestru liczników IC8 i IC9 danych z ich wejść programujących. Na wejściach licznika IC8 ustawiony jest stan  $0101_{(BIN)}$  czyli liczba „5“, a na wejściach licznika IC9 „9“. Tak więc, po stanie zerowym kolejną liczbą, jaka zostanie wyświetlona na połączonych z tymi licznikami wyświetlaczach będzie „59“.



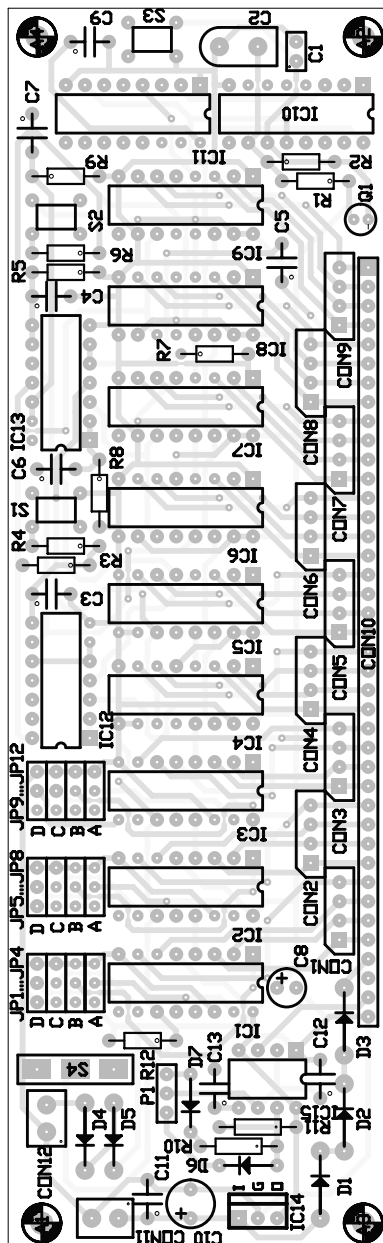
Rys. 2. Schemat elektryczny części wyświetlaczy i dekodery.



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce wyświetlaczy.

Identycznie został zaprojektowany układ licznika minut, a kolejny problem powstał z licznikiem godzin. Tym razem po stanie zerowym tych liczników kolejną liczbą jaką powinna ukazać się na połączonych z nimi wyświetlaczach jest „23”. Problem został rozwiązany identycznie jak w przypadku liczników sekund i minut, z tym że na wejściach programujących liczników IC4 i IC5 ustawiona jest liczba „23”.

Należy teraz wspomnieć o roli jaką pełnią w układzie cztery przełączniki oznaczone jako S1..S4. Przełącznik S4 powoduje ustawienie zegara w dwa tryby pracy: programowania i zliczania czasu.



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce zegara.

Jeżeli przełącznik ten znajduje się w pozycji takiej, jak na schemacie, to zegar pracuje normalnie odmierzając upływający czas. Zwarcie S4 spowoduje wymuszenie stanu niskiego na wejściach PE\ liczników dni i wyzerowanie wszystkich pozostałych liczników włącznie z generatorem zegarowym. W tej właśnie pozycji przełącznika S4 możemy dokonać zaprogramowania liczby dni pozostałych do zakończenia wieku i punktualnie o godzinie 12 w nocy uruchomić nasz zegar. Programowanie liczby dni wykonujemy za pomocą jumperów JP1..JP12, ustawiając odpowiednie kombinacje '0' i '1' na wejściach progra-

mujących liczników dni. Największą liczbą jaką możemy zaprogramować jest 999, a najmniejszą 1. Osobiście proponuję dokonać „odpalenia” zbudowanego zegara w noc sylwestrową bieżącego roku. Do końca wieku pozostaną wtedy dokładnie dwa lata, czyli 731 dni i tę właśnie liczbę będziemy musieli ustawić za pomocą jumperów.

Po ustawieniu liczby dni rozwarcie przełącznika S4 spowoduje natychmiastowy start zegara, stąd też konieczność jego uruchomienia dokładnie o północy. Można było wprawdzie pomyśleć o wstępnym programowaniu liczby godzin a nawet minut, ale niepotrzebnie komplikowałoby to konstrukcję. Konieczność „odpalenia” wykonanego zegara w godzinie duchów ma ponadto swój urok!

Nie miejmy złudzeń, nasz zegar, nawet po dokładnej regulacji za pomocą trymera C2, może po dłuższym czasie, a na pewno po dwóch latach nieco się rozregulować. Do wprowadzania niezbędnej korekty służą dwa przełączniki: S1 i S2. Przełącznikiem S1 można odjąć od stanu liczników jedną godzinę, a przy pomocy S2 - dodać. Ponieważ przy pomocy przełącznika S3 możemy zatrzymać pracę generatora kwarcowego, taka metoda dodatkowej regulacji wydaje się być wystarczająco skuteczna, aczkolwiek niezbyt wygodna.

Należy jeszcze wspomnieć o roli, jaką odgrywa w naszym układzie generator impulsów o zmiennym wypełnieniu zbudowany na układzie IC15 - NE555. Ciąg impulsów, o wypełnieniu zmiennym potencjometrem P1 od 1% do ok. 99%, jest doprowadzany do wejść wygaszania wszystkich dekoderek BCD na kod wyświetlacza siedmiosegmentowego. Umożliwia to regulację w szerokim przedziale intensywności ich świecenia.

Układ wymaga zasilania +7..8VDC o wydajności prądowej ok. 500mA. Ponieważ trudno przypuścić, aby przez dwa lata elektrownia nie wyłączyła prądu choćby na chwilę, przewidziano możliwość zastosowania zasilania awaryjnego. Do złącza CON12 możemy dołączyć cztery szeregowo połączone baterijki 1,5V, najlepiej alkaliczne typu R6. W przypadku

**WYKAZ ELEMENTÓW***Płytki bazowa***Rezystory**

P1: 100k $\Omega$ /A potencjometr obrotowy  
 R1: 330k $\Omega$   
 R2: 10M $\Omega$   
 R3, R5: 820k $\Omega$   
 R4, R6, R8: 220k $\Omega$   
 R7, R9: 10k $\Omega$   
 R10, R11: 1k $\Omega$   
 R12: 100k $\Omega$

**Kondensatory**

C1: 33pF  
 C2: trymer 47pF  
 C3, C4, C9, C11: 100nF  
 C5, C6, C7: 1nF  
 C8, C10: 1000 $\mu$ F/16V  
 C12, C13: 10nF

**Półprzewodniki**

D1, D2, D3, D4, D5: 1N4001 lub podobne  
 D6, D7: 1N4148 lub podobne  
 IC1, IC2, IC3, IC4, IC5, IC6, IC7, IC8, IC9: 40192  
 IC10: 4060  
 IC11: 4520  
 IC12, IC13: 4011  
 IC14: 7805  
 IC15: NE555

**Różne**

Q1: kwarc 32768Hz  
 CON10: goldpin kątowy 40 pinów  
 CON11, CON12: ARK2  
 JP1..JP12: 3 x goldpin + jumper  
 S1, S2, S3: przyciski typu RESET  
 S4: przełącznik dzwigenkowy

*Płytki wyświetlaczy***Półprzewodniki**

DP1..DP9: wyświetlacze 7 segmentowe LED wsp. anoda  
 IC1..IC9: 4543  
 CON1: goldpin kątowy 40 pinów

awarii zasilania z baterii popłynie prąd zasilający jedynie część cyfrową układu, natomiast pobierające dużo prądu wyświetlacze pozostaną wyłączone. Należy sądzić, że baterie alkaliczne dobrej jakości wystarczą na cały czas „życia” naszego zegara, tym bardziej, że wykorzystywane będą jedynie sporadycznie.

**Montaż i uruchomienie**

Na rys. 3 i 4 pokazano rozmieszczenie elementów na płytkach drukowanych obydwu części

zegara. Mozaikę ścieżek przedstawiono na wkładce wewnątrz numeru.

Ze względu na znaczną komplikację połączeń zmuszony byłem zastosować laminat dwustronny z metalizacją. Montaż przeprowadzamy w typowy sposób, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach i podstawek pod układy scalone, a kończąc na połączeniu ze sobą obydwóch płytek za pomocą kątownego złącza goldpin. Taki sposób połączenia zapewnia mechaniczną sztywność konstrukcji i zachowanie idealnie prostego kąta pomiędzy płytkami.

Jedyną czynnością regulacyjną jaką będziemy musieli wykonać po zmontowaniu obydwóch płytek będzie dokładne dostrojenie generatora kwarcowego do częstotliwości 32768Hz. Pomiaru częstotliwości dokonujemy na nóżce 9 układu 4060.

Po wykonaniu i wyregulowaniu układu zegara przyjdzie pora na jego zaprogramowanie i uroczyste uruchomienie. Programowania dokonujemy za pomocą jumperów JP1..JP12, ustawiając na wyświetlaczach liczbę dni pozostałych do końca bieżącego stulecia. Programowanie przeprowadzamy przy przełączniku S4 ustawionym w położeniu przeciwnym do pokazanego na schemacie. Po tej czynności pozostaje nam już tylko oczekiwanie na uroczyste włączenie naszego zegara.

Jak już wspomniałem, zbudowany układ możemy wykorzystać do sterowania wyświetlaczami o dużych rozmiarach (AVT-1186). Układ może współpracować z tymi wyświetlaczami na dwa sposoby: wyświetlając czas jednocześnie na swoich wyświetlaczach i dodatkowych, dołączonych za pomocą przewodów oraz tylko na dużych wyświetlaczach. W tym drugim przypadku nie musimy w ogóle montować płytki wyświetlaczy, ani stosować dekodów 4543, które znajdują się już na płytkach wielkich wyświetlaczy.

Dodatkowe wyświetlacze dołączamy do złącz CON1..CON9, osobno doprowadzając do nich napięcia zasilające.

**Zbigniew Raabe, AVT**