

Ultraprecyzyjny moduł do regulacji zegarów

kit AVT

Opisany w artykule przyrząd dowodzi, jak dużą precyzję regulacji zegarów można osiągnąć dzięki stosowaniu techniki cyfrowej. Zwłaszcza na początku kwietnia...

Chyba od samego początku istnienia ludzkości pomiar upływu czasu był dla człowieka czymś niezwykle istotnym. Należy sądzić, że już Homo erectus, ale jeszcze nie sapiens, za pomocą topora odnotowywał upływające dni na pniach drzew lub na łbach swoich przeciwników politycznych.

Nieustannie doskonalono metody pomiaru czasu. Pierwszymi „prawdziwymi” czasomierzami były z pewnością zegary słoneczne, znane już w starożytności oraz wszelkiego rodzaju klepsydry i zegary wodne. Przełomem okazało się wynalezienie zegara mechanicznego. Początkowo były to zegary ciężarkowe, a następnie skonstruowano zegary sprężynowe, które dość łatwo można było zminiaturyzować. Zegary mechaniczne były doskonalone przez całe stulecia i na początku ery elektroniki zostały doprowadzone prawie do doskonałości. Wielkim przełomem w konstruowaniu zegarów mechanicznych było wynalezienie na zlecenie Royal Navy chronometru, najdoskonalszego z zegarów mechanicznych.

Dzisiaj klasyczne zegary i zegarki mechaniczne są co najwyżej ozdobą muzeów. Nawet zegarki wyposażone we wskazówki analogowe posiadają na ogół elektroniczne wnętrza, sterowane wysokostabilnym generatorem kwarcowym. Nawet tani zegarek naręczny pozwala mierzyć czas z dokładnością jeszcze niedawno nieosiągalną dla tego typu czasomierzy. Zegarki takie charakteryzują się dokładnością rzędu kilku sekund na dobę, co w większości przypadków jest całkowicie wystarczające.

Nic jednak nie powstrzyma rozwoju techniki i dalszego doskonalenia urządzeń elektronicznych, nawet jeżeli w codziennym stosowaniu nie są one absolutnie konieczne. Ostatnio wiele się mówi o zegarach ste-

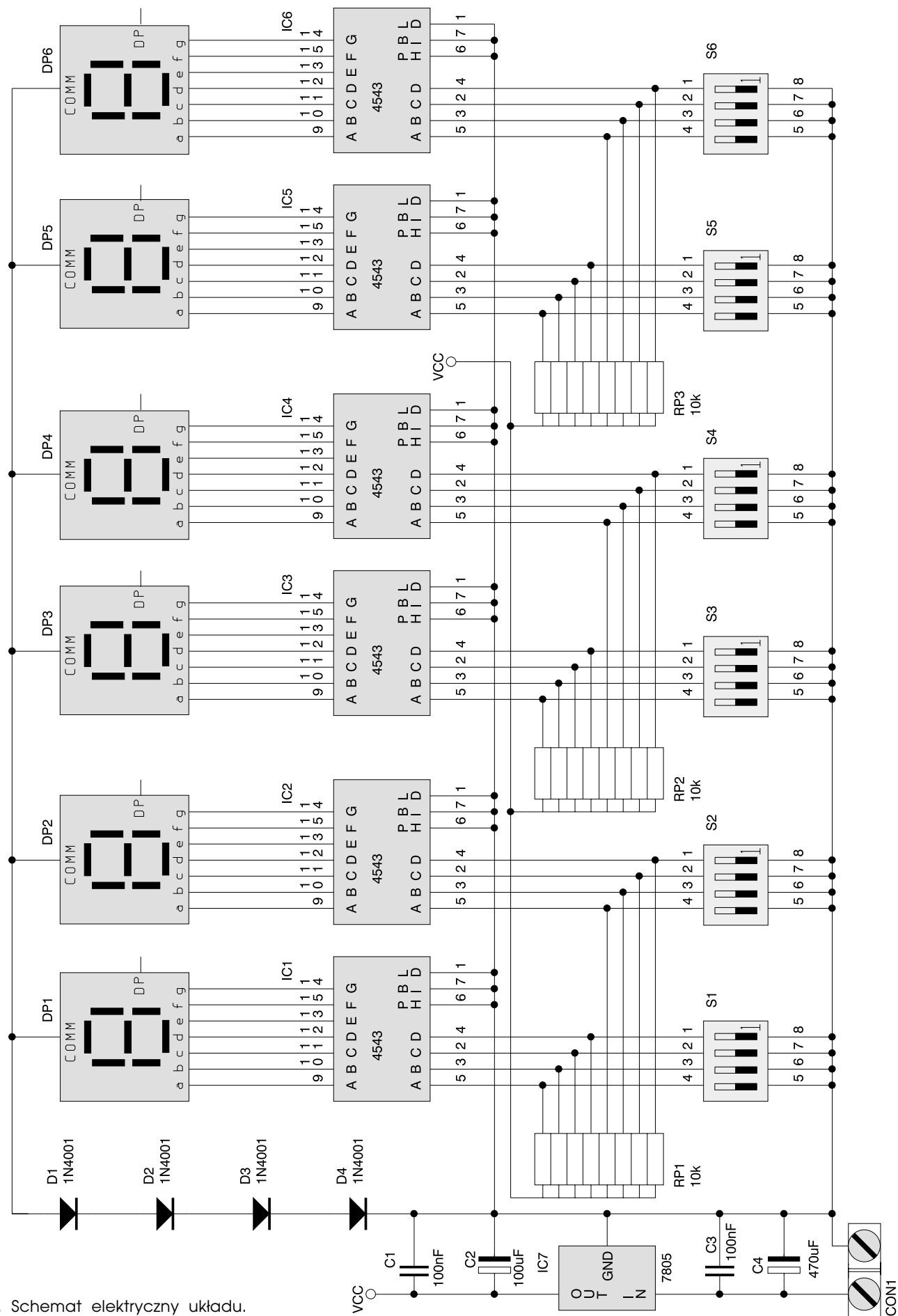


rowanych sygnałem DCF. Jest to zupełnie nowe podejście do konstruowania zegarów: stosunkowo prosty układ zegara zawdzięcza swoją niesłychaną dokładność nie skomplikowanej budowie czy stosowaniu termostatowanych, wysokostabilnych generatorów kwarcowych. Istnieje tylko jeden zegar o niesłychanie wysokich parametrach, przekazujący drogą radiową dane o aktualnym czasie i dacie do stosunkowo prostych odbiorników. W zegarach sterowanych DCF aktualny czas jest nieustannie porównywany z czasem wzorcowym przekazywanym drogą radiową i odpowiednio korygowany. Dokładność takich zegarów zależy wyłącznie od dokładności wzorca i wynosi sekundę na wiele milionów lat!

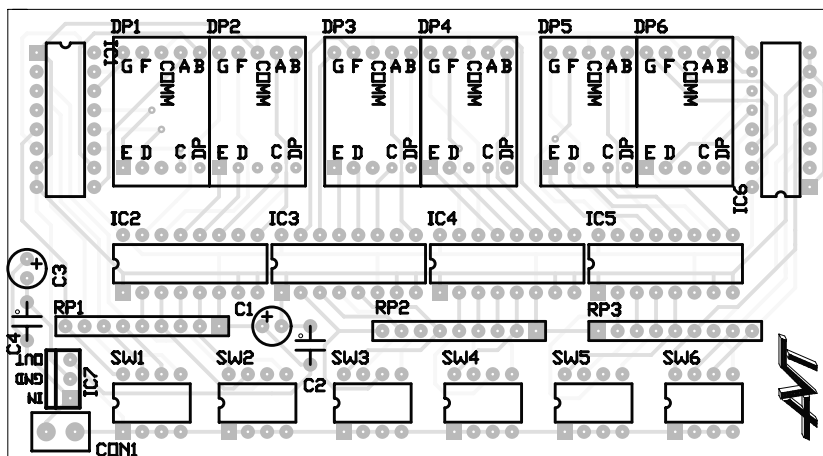
Poważną wadą zegarów sterowanych sygnałem DCF jest uzależnienie ich pracy od aktualnych warunków odbioru radiowego. Niestety, zdarzają się dość długie przerwy w odbiorze sygnału, spowodowane np. obfitymi opadami deszczu. Utrudnia to wykorzystywanie odbiorników DCF do jednorazowej regulacji zegarków.

Proponowany obecnie układ reprezentuje zupełnie nową jakość w kategorii urządzeń elektronicznych służących regulacji i kalibracji zegarów elektronicznych, a tym samym udoskoleniu pomiaru czasu. Wszystkie do tej pory stosowane do tego celu układy charakteryzowały się zawsze jakąś, lepszą lub gorszą, klasą dokładności.

Nawet pozornie doskonały wzorzec czasu DCF pozwala na pomiar czasu z dokładnością 1 s na miliony lat, nie jest doskonały, nie zapewnia absolutnie idealnej synchronizacji zegara z czasem rzeczywistym.



Rys. 1. Schemat elektryczny układu.



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej.

W dążeniu do doskonałości poszliśmy dalej: zbudowaliśmy urządzenie o doskonałości i precyzji absolutnej, nie mieszczącej się w jakichkolwiek do tej pory przyjętych kategoriach klasy dokładności. Ogromną zaletą układu, który niżej dokładnie opiszemy, jest jego wyjątkowa prostota i taniocść. Trudno wręcz uwierzyć, że urządzenie będące przełomem w kategorii układów służących pomiarowi czasu można wykonać z zaledwie kilku, powszechnie dostępnych i tanich podzespołów! Jest to jednak prawda, co postaram się udowodnić.

Opis działania układu

Schemat elektryczny układu do kalibracji zegarów został pokazany na rys. 1. Z pozoru schemat wygląda na nieco skomplikowany, ale jeżeli zauważymy, że w rzeczywistości układ składa się z sześciu powtarzających się i w zasadzie nie połączonych ze sobą bloków funkcjonalnych, to dojdziemy do wniosku, że stwierdzenie o prostocie układu nie było najmniejszą przesadą. Ze względu na powtarzalność bloków funkcjonalnych, poddamy analizie tylko jeden z sześciu występujących i następnie wyjaśnimy zasadę funkcjonowania całego urządzenia.

Każdy z bloków układu składa się z trzech elementów: wyświetlacza siedmiosegmentowego LED, dekodera BCD na kod wyświetlacza siedmiosegmentowego i kodera umożliwiającego ustawienie na każdym z sześciu wyświetlaczy dowolnej cyfry. Jako dekodery zastosowano popularne i tanie układy typu 4543. Wszystkie wejścia BCD dekoderek zostały „podciągnięte” do

plusa zasilania, a za pomocą przełączników S1..S3 możemy na nich wymusić stan niski. Tak więc liczba BCD podawana na wejścia dekoderek musi być zanegowana (tj. zwarty segment przełącznika oznacza podanie na wejście logicznego zera).

Pozostała część układu to typowy zasilacz wykorzystujący popularny monolityczny stabilizator napięcia typu 7805.

Montaż, uruchomienie i eksploatacja układu

Na rys. 2 przedstawiono rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej. Ze względu na dużą komplikację połączeń, płytka została zaprojektowana z wykorzystaniem laminatu dwustronnego z metalizacją otworów. Montaż wykonujemy w typowy sposób, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach, a kończąc na przełącznikach i wyświetlaczach siedmiosegmentowych. Pod sześć układów scalonych warto zastosować podstawki.

Płytkę drukowaną nie została zwymiarowana pod żadną konkretną obudowę, ale w ofercie handlowej AVT znajdzie się wiele obudów nadających się do wykorzystania przy konstruowaniu naszego urządzenia. Ze względu na wielką użyteczność wykonanego układu zaleca się zastosowanie obudowy metalowej, która najlepiej będzie chronić przyrząd przed ewentualnym uszkodzeniem.

Zmontowany ze sprawdzonych elementów układ nie wymaga ani uruchamiania ani regulacji. Może być zasilany napięciem z przedziału 8..15VDC, wyglądnym lecz niekoniecznie stabilizowa-

nym. Po dołączeniu zasilania układ jest gotowy do natychmiastowej pracy.

Nadeszła wreszcie pora, aby wytłumaczyć Czytelnikom sposób posługiwania się wykonanym przyrządem. Jest on również prosty, jak budowa naszego układu. Kolejność postępowania jest następująca:

1. Za pomocą przełączników S1..S6 ustawiamy nasz układ na godzinę, w której mamy zamiar dokonać kalibracji zegara lub zegarka naręcznego. Założymy, że będzie to godzina 12:00:00.

2. Jakiś czas przed nadejściem właściwej godziny ustawiamy zegar, który mamy zamiar skalibrować na taką samą godzinę (tj. na 12:00:00) i zatrzymujemy generator kwarcowy synchronizujący jego pracę. W większości zegarów taki zabieg, ułatwiający ich kalibrację, jest możliwy.

3. Teraz pozostaje nam już tylko jedna czynność do wykonania - uruchomienie regulowanego zegara dokładnie w momencie, kiedy nadejdzie godzina ustawiona na naszym przyrządzie. Dokładnie w tym momencie uruchamiamy generator kwarcowy (lub inny) w regulowanym zegarze.

W taki oto prosty sposób osiągnęliśmy niewyobrażalną dotąd precyzję: ustawienie czasu z dokładnością absolutną!

Ze względu na trudności techniczne nie przewiduje się w ciągu najbliższego miesiąca wdrożenia opisanego w artykule kitu do produkcji. Wyczerpujące informacje na ten temat zostaną opublikowane w majowym numerze EP.

**Zespół konstruktorów AVT,
pod kierunkiem
Zbigniewa Raabego**

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

RP1, RP2, RP3: 10kΩ

Kondensatory

C1, C3: 100nF

C2: 100μF/16V

C4: 470μF/16V

Półprzewodniki

DP1, DP2, DP3, DP4, DP5, DP6: wyświetlacz siedmiosegmentowy LED ze wspólną katodą

D1, D2, D3, D4: 1N4001 lub

odpowiednik

IC1, IC2, IC3, IC4, IC5, IC6: 4543

IC7: 7805

Różne

CON1: ARK2

S1, S2, S3, S4, S5, S6: SW-DIP4