

ZEGAR ELEKTRONICZNY

Ludzie od najdawniejszych epok mierzyli czas w różny sposób. Początkowo były to oliwne kaganki, które wypalały się w określonym czasie, nieco później wymyślono piaskowe i wodne klepsydry używane do pewnych celów nawet w obecnej dobie. Następnym etapem było skonstruowanie zegara wahadłowego i potem – z napędem sprężynowym.

Zegary wahadłowe pracują w niektórych wieżach kościelnych i ratuszowych po kilka stuleci. W ciągu ostatnich lat występują burzliwe zmiany w konstrukcji, budowie i produkcji zegarków i zegarów.

Przez kilkaset lat niepodzielnie panowały zegary mechaniczne. Nie zapewniały one dużej dokładności pomiaru czasu, ale miały ceną zaletę: były stosunkowo tanie w produkcji.

Opanowanie wielkoseryjnej produkcji układów scalonych wielkiej skali integracji, wykonanych w technologii MOS, C-MOS i innych, zrewolucjonizowało tradycyjną technikę budowania zegarków i zegarów. Zegary elektroniczne dzięki stabilizowanej kwarcem częstotliwości wzorcowej zapewniają dokładność pomiaru czasu kilka razy lepszą niż zegary mechaniczne, są też znacznie mniej kłopotliwe w eksploatacji – nie trzeba ich nakręcać i regulować. Wyświetlacze cyfrowe stosowane w tych zegarkach dają wygodny odczyt czasu nawet w ciemności.

W latach sześćdziesiątych pojawiły się zegary elektroniczno-mechaniczne. Zawierały one elektroniczny generator częstotliwości wzorcowej i dzielnik częstotliwości, którym sterowany był silnik elektryczny tzw. krokowy, napędzający przekładnię zębatę klasycznego zegara. Bateria R14 stosowana jako źródło zasilania zapewniła roczną eksploatację zegara, po tym okresie należało baterię wymienić. Zegarki wykonywane tą techniką produkowane były w wersji stołowej i naręcznej. W wersji naręcznej zegarki te były wyposażone w miniaturowy akumulator umożliwiający półroczną eksploatację.

Następnym etapem było opracowanie zegarka w technologii monolitycznej. Produ-

kowany seryjnie układ scalony zegarka (MC1201) wykonany w technologii C-MOS, przeznaczony jest do sterowania wskaźnikiem półprzewodnikowym typu LED. Układ scalony zawiera elementy generatora, dzielniki częstotliwości, liczniki sekund, minut, godzin, multiplexer oraz translatory kodów. Układ ma wewnętrzny roczny kalendarz, liczniki dni i miesięcy.

Prądy wyjściowe z układu scalonego MC1201 są zbyt małe do bezpośredniegoysterowania wskaźników, dlatego konieczne jest zastosowanie układów wzmacniających w postaci tranzystorów lub układów scalonych (CK1121) do sterowania cyfr i układów (UL1122) do sterowania segmentów.

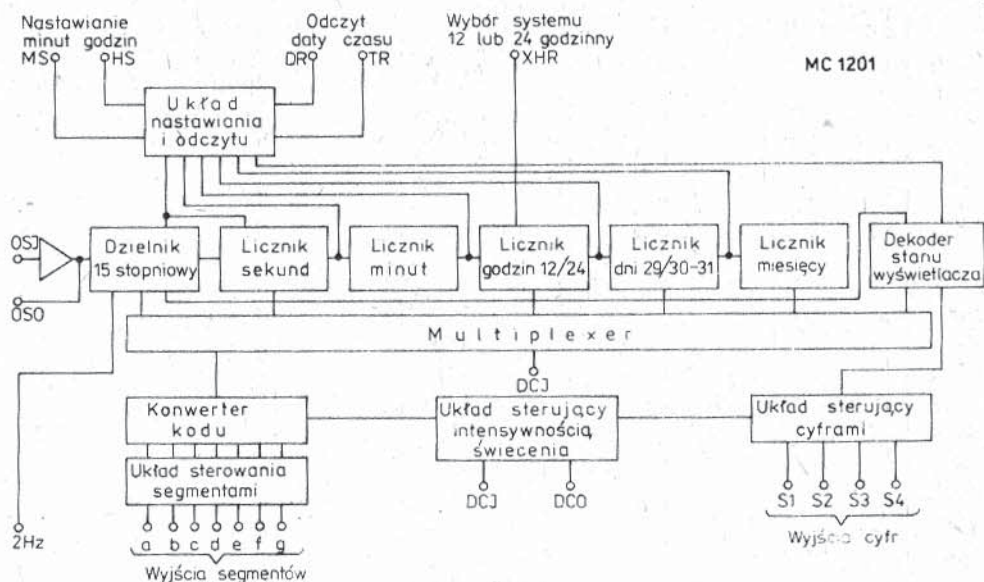
Układ scalony MC1201 spełnia wszystkie funkcje logiczne cyfrowego zegarka elektronicznego. Ciągły pomiar czasu, wskazywanie godzin, minut, sekund, dni, miesięcy, zerowanie sekund. Układ MC1201 wymaga sterowania częstotliwością 32768 Hz (2^{15}) z generatora. Sygnał 32768 Hz podawany z generatora powoduje, że odpowiednie liczniki miesięcy, dni, godzin, minut i sekund działają w dwóch cyklach: w trakcie normalnego funkcjonowania zegarka zgodnie z czasem bieżącym lub w trakcie nastawiania z częstotliwością 2 Hz.

Rezonatory kwarcowe 32768 Hz (2^{15} Hz) produkuje „Omig” warszawski, cena jednostkowa 360 zł. Jest to miniaturowy kwarc przystosowany do zabudowania w zegarku ręcznym. Jeżeli Czytelnik dysponuje kwarcem wymontowanym z zegarka zagranicznego, to też można go zastosować, bo zegarki te przeważnie mają generatory pracujące również z częstotliwością 2^{15} Hz.

Krajowy układ zegara MC1201 produkowany przez „TEWE” wmontowany jest w obudowę 28-nóżkową. Trafiają się jeszcze egzemplarze z serii modelowej w obudowie 40-nóżkowej, dlatego w dalszej części opisanie będą układy w obydwu obudowach tak, aby Czytelnicy dysponujący jednym lub drugim układem mogli zastosować je do budowy zegara.

Opis działania układu MC1201

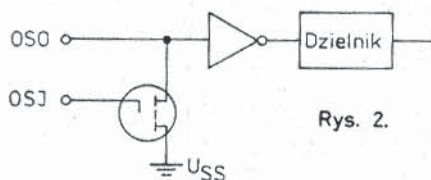
Układ, którego schemat blokowy przedstawiony jest na rys. 1, realizuje funkcje zegarka elektronicznego. Sygnał 32768 Hz



Rys. 1.

wytwarzany w generatorze stabilizowanym kwarcem (rys. 2), którego element czynny, tranzystor MOS, znajduje się wewnątrz układu monolitycznego, jest podawany na wejście 15-stopniowego dzielnika częstotliwości. W dzielniku tym wytwarzane są wszystkie sygnały o różnych częstotliwościach, wykorzystywane w poszczególnych blokach funkcjonalnych układu. Sygnał o częstotliwości 1 Hz, wytwarzany w ostatnim stopniu dzielnika, jest zliczany w liczniku sekund, jego sygnał wyjściowy w liczniku minut i dalej odpowiednio przez licznik godzin, dni i miesięcy.

W zależności od polaryzacji wyprowadzenia XHR uzyskuje się przez podanie do niego napięcia U_{DD} system 12-godzinny lub przez podanie napięcia U_{SS} system 24-godzinny zliczania godzin.



Rys. 2.

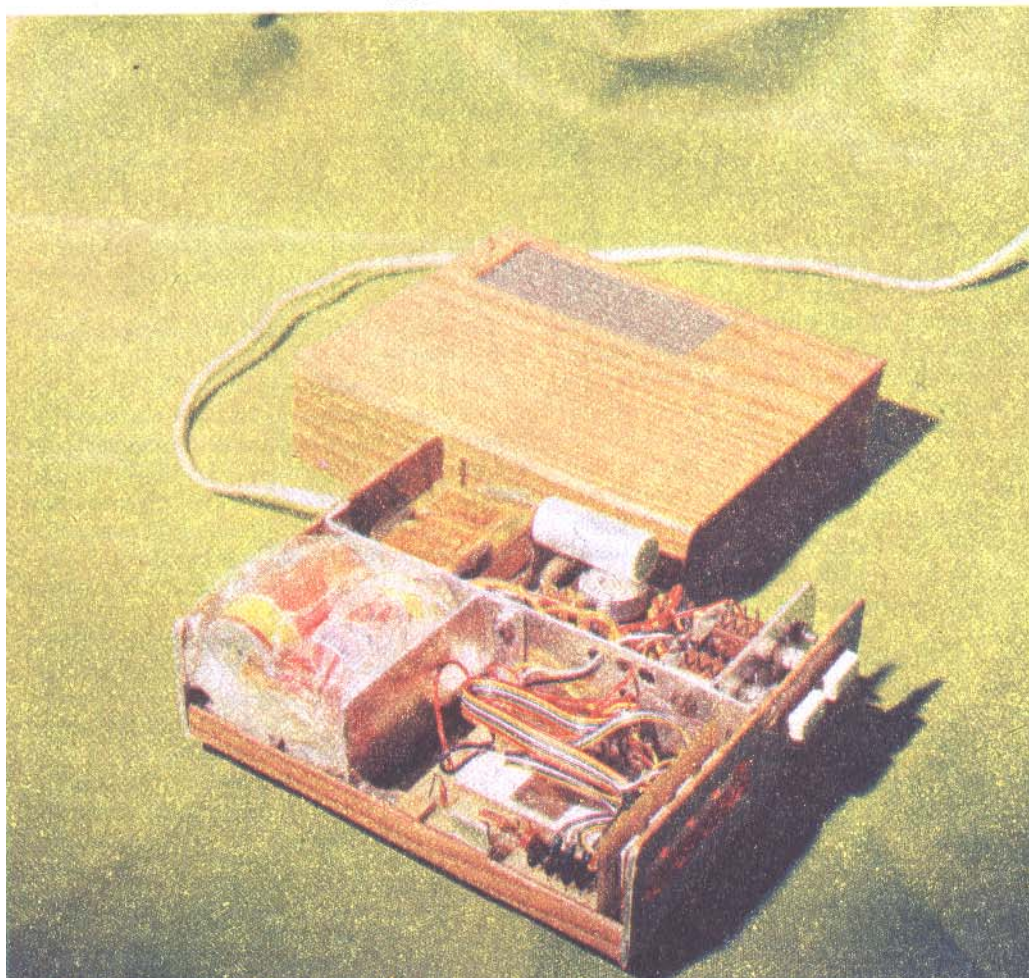
Stan licznika miesięcy modyfikuje odpowiednio stany na wyjściu poszczególnych stopni licznika dni, co realizuje liczenie dni w systemie 30 i 31 oraz 29, w zależności od miesiąca. Sygnały wyjściowe poszczególnych stopni liczników, zaszyfrowane w kodzie BCD, są przesyłane do multiplexera, a stąd do dekodera. Na wyjściu dekodera otrzymuje się sygnał na 7 liniach sterujących segmentami. Wewnętrzny układ taktujący wytwarza sygnał strobuujący dla multiplexera i jednocześnie daje sygnał zezwalający podawany na wyjście cyfr. Do układu taktującego jest doprowadzony sygnał układu - nastawianie (odczyt, w którym jest ustawiony i wybierany rodzaj pracy: odczyt czasu, odczyt daty, nastawianie daty, nastawianie czasu). Odczyt czasu odbywa się około 1,25 s, a następnie wyświetlane są sekundy, dla których czas wyświetlania jest określony przez sygnał o częstotliwości 1 Hz pochodzący z 15-stopniowego dzielnika.

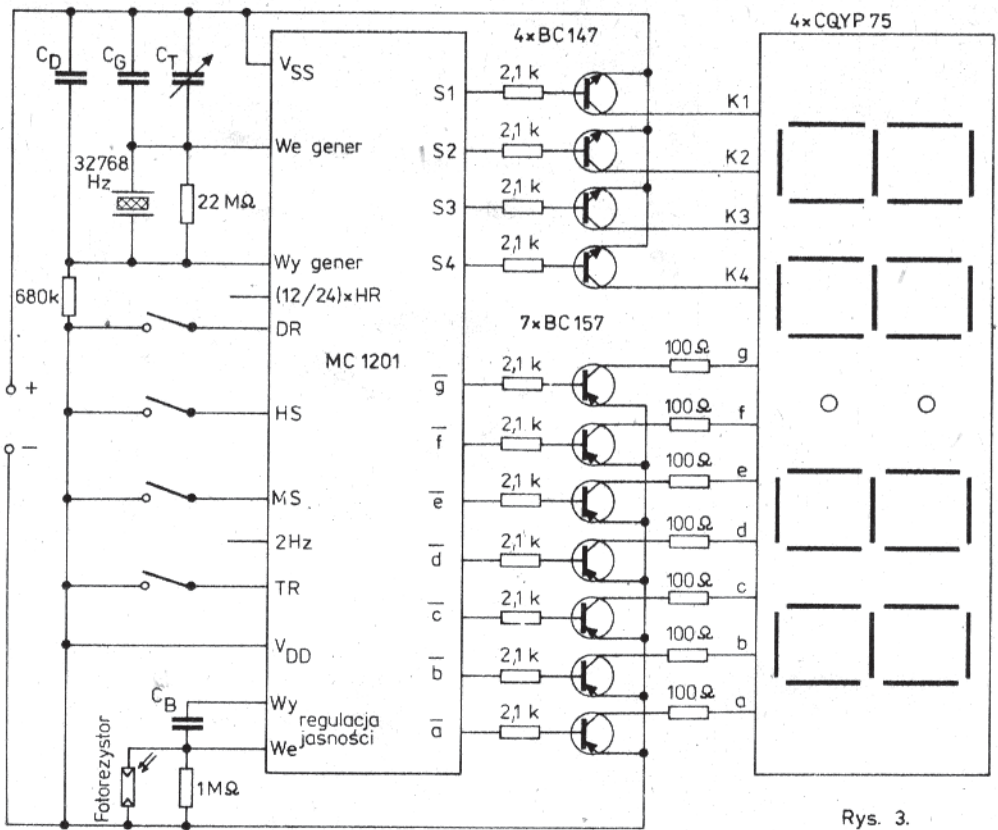
Podanie „1” logicznej na wejście „nastawianie” powoduje zatrzymanie normalnego sygnału nośnego poszczególnych liczników i zmianę częstotliwości sygnału wyjściowego nastawianego licznika na 2 Hz. Podczas nastawiania minut, wyjścia poszczególnych stopni licznika są zerowane, tak więc po



Elektroniczny zegar w metalowej obudowie oklejonej drewnopodobną tapetą

Wnętrze elektronicznego zegara





Rys. 3.

zakończeniu operacji nastawiania licznik sekund startuje z pozycji zerowej.

Oprócz normalnych funkcji zegarka, pomiar – odczyt czasu, układ MC1201 zawiera układ sterujący intensywnością wyświetlania. Umieszczony na zewnątrz fotorezystor powoduje przez podanie na bramkę NAND sygnału wydłużania lub skracania czasu podawania sygnału sterującego segmentami i cyframi. W ten sposób współczynnik wypełnienia sygnału sterującego zmienia się od 3% do 100% w zależności od oświetlenia.

Budowa zegara

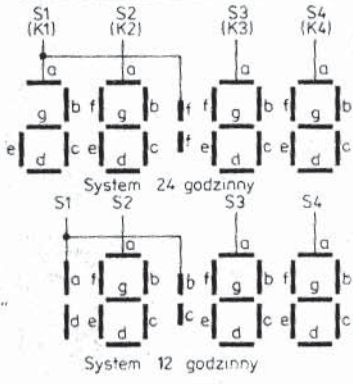
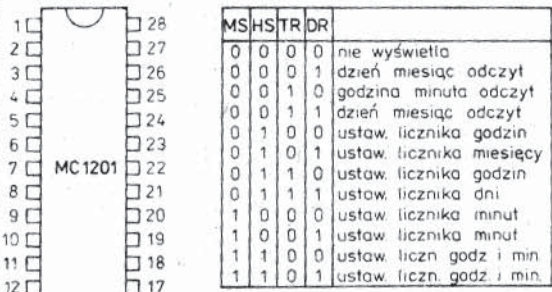
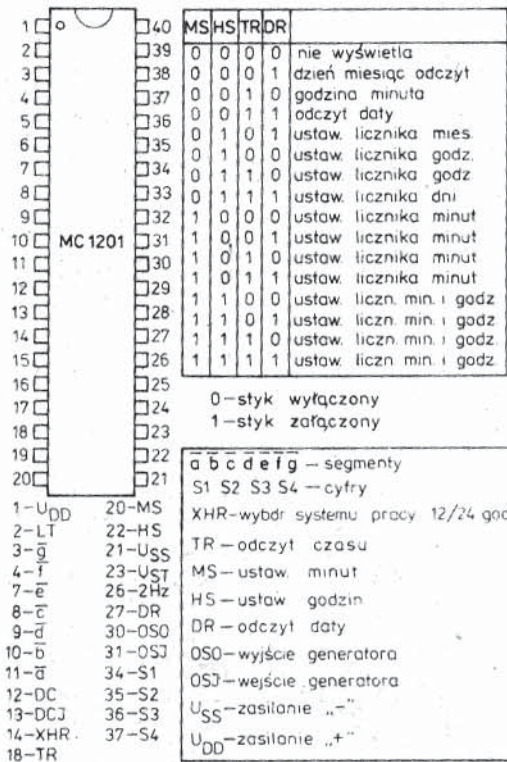
Na rys. 3 pokazany jest układ połączeń zegara. Ustawianie zegara: godziny, minuty, dzień, miesiąc oraz odczyt czasu lub daty, możliwe jest dzięki łącznikom stabilnym, DR, HS, MS, TR. Odczyt daty możliwy jest przez 1,25 s od chwili naciśnięcia łącznika przycisku DR i TR. W tym czasie wyświetlany na wskaźnikach obraz zanika. Jeżeli stan

zwarcia łącznika trwa nadal, to na wskaźnikach minutowych wyświetlone będą sekundy.

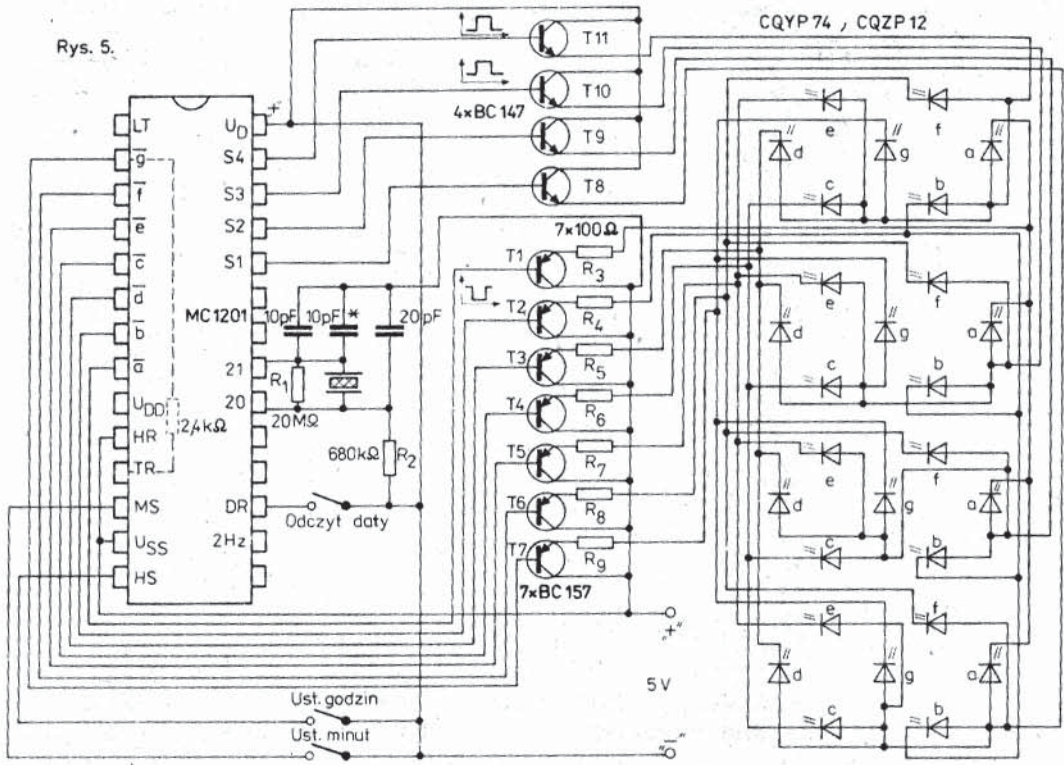
Kondensator C_r umożliwia korekcję częstotliwości generatora tak, aby zegar nie spieścił się i nie późnił. Rezystor 22 megaohm polaryzuje tranzystor rezonatora kwarcowego i zapobiega wzbudzeniom generatora na innych częstotliwościach niż 32768 Hz. Kondensator zapobiega szybkim zmianom jasności wskaźnika przez wprowadzenie opóźnienia. Rezystory w bazach tranzystorów ograniczają prąd pobierany z układu monolitycznego.

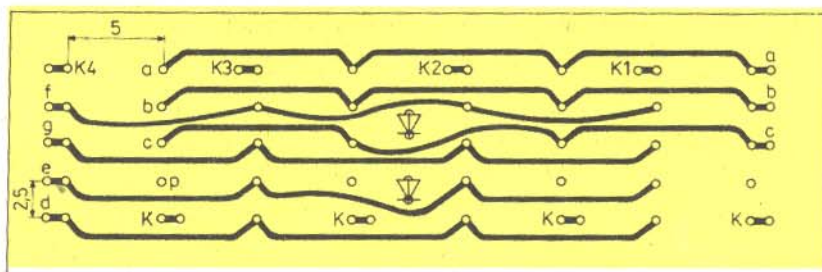
Na rys. 4 pokazana jest topografia układu MC1201 w obudowie 40-nóżkowej, a w tabeli widać, od jakich sygnałów na wejściach wymusza się odczyt, względnie ustawianie wewnętrznych stanów zegara.

Na rys. 5 przedstawiony jest układ połączeń zegara z elementami MC1201 w obudowie 28-nóżkowej i z wyświetlaczami CQYP74.



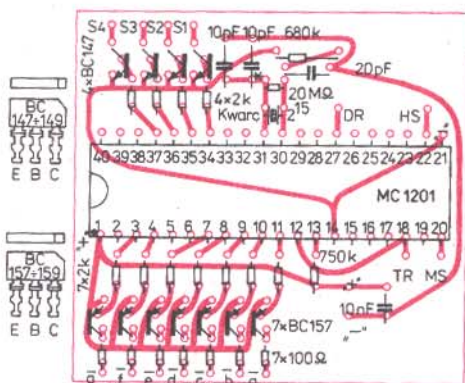
Rys. 4.



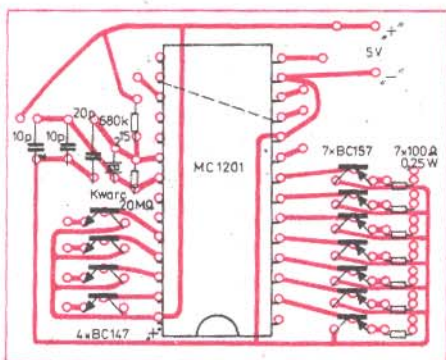


Rys. 6.

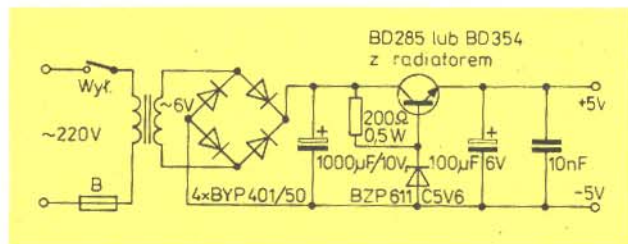
K1 K2 K3 K4 = S1 S2 S3 S4



Rys. 7



Rys. 8

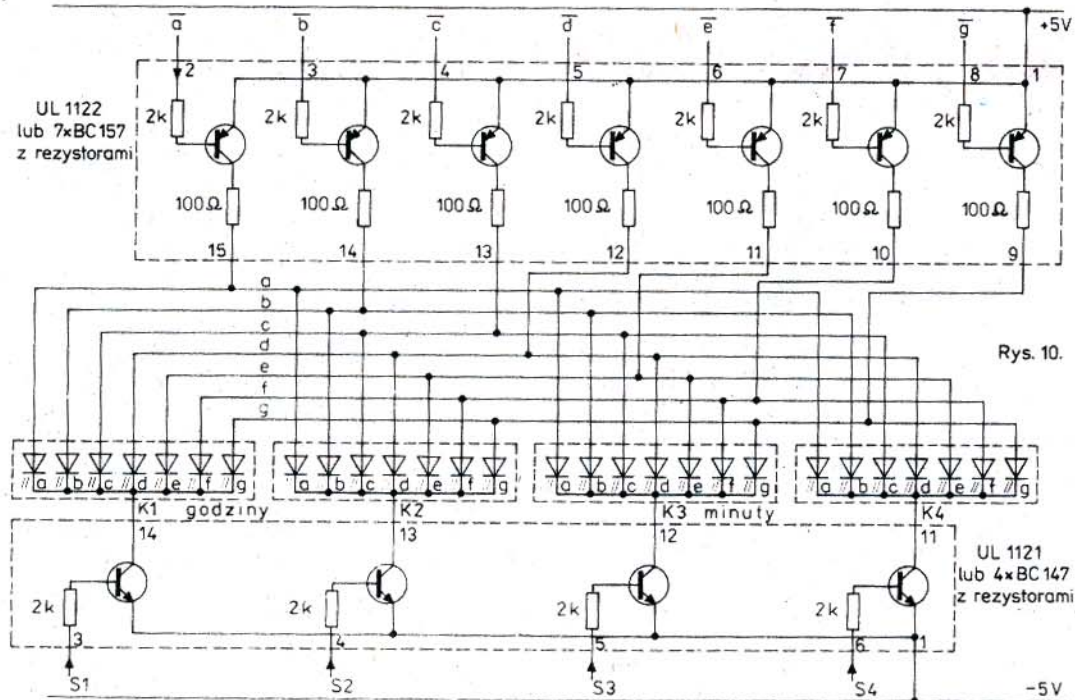


Rys. 9.

Na rys. 6 pokazana jest płytka drukowana do wskaźników CQYP75 lub CQYP74.

Rys. 7 to schemat montażowy zegara z elementem MC1201 w obudowie czterdziesto-nóżkowej. Zasilanie układu „+” „-” nie po-

winno przekroczyć granicy 7 V, bo może ulec zniszczeniu struktura układu MC1201, lepiej obniżyć to napięcie do 5 V. W układzie prototypowym zastosowano tranzystory BC147 i BC157, ale nic nie stoi na przeszkodzie zastosować inne typy tranzystorów.



Rys. 10.

oczywiście z odpowiednim zachowaniem polaryzacji, np. zamiast BC147 – BC107 czy BF519.

Rys. 8 przedstawia schemat montażowy zegara z elementem MC1201 w obudowie 28-nóżkowej. W tym wypadku należy przeciąć połączenie „f” w pierwszym wskaźniku (dziesiątki godzin). Na przyciski HR, MS, TR, HS, DR można użyć przełączników Isostat bez podtrzymywania (należy wyjąć z nich kołki blokujące).

Schemat zasilacza zegara pokazany jest na rys. 9. Do jego obudowy użyto transformatora dzwonekowego.

Podzespoły zegara – płytki drukowane, zasilacz i wyświetlacz – można umieścić w obudowie sklezionej z płytek polistyrenowych, drewnianych lub można wykonać obudowę z blachy, a następnie okleić ją tapetą lub specjalną folią ozdobną – imitującą wykładzinę drzewną.

Jeżeli wystąpią trudności z nabyciem wyświetlaczy CQYP75, to można zastosować wyświetlacz CQYP95 (kalkulatorowy) lub CQYP74. Jednakże w tym przypadku trzeba

zmienić polaryzację tranzystorów na przeciwną, tak jak to pokazuje rysunek. Z całego wyświetlacza CaYP95 (kalkulatorowego) wykorzystuje się cztery cyfry. Dwa pierwszych katod nie podłącza się, dwie następne katody to K1 i K2, następnie znowu powinna być jedna wolna katoda i do dwóch kolejnych podłącza się K3 i K4. Dwie ostatnie pozostają nie podłączone.

Schemat połączenia wyświetlaczy pokazany jest na rys. 10. Segменты pozostałych wzmacniaczy są połączone razem: cztery „a” cztery „b” itd. widać to na rysunku płytki (rys. 6). Do katod podłącza się kolektory czterech tranzystorów (dolna część rys. 10) lub katody podłącza się do wyjść układu UL1121. Na rys. 10 ponumerowane są wprowadzenia tego układu. Aby uzyskać ciągłe wyświetlanie zliczanego czasu, należy wyjście częstotliwości 2 Hz połączyć z odczytem czasu – 16 nóżka układu MC1201 zwarta z 11 nóżką (odczyt czasu) lub 11 nóżkę połączyć przez rezystor o wartości około 2 kiloomów z 3 nóżką (f).

Antoni Białożewski