



Nietypowy „stupkowy” zegar

Do czego to służy?

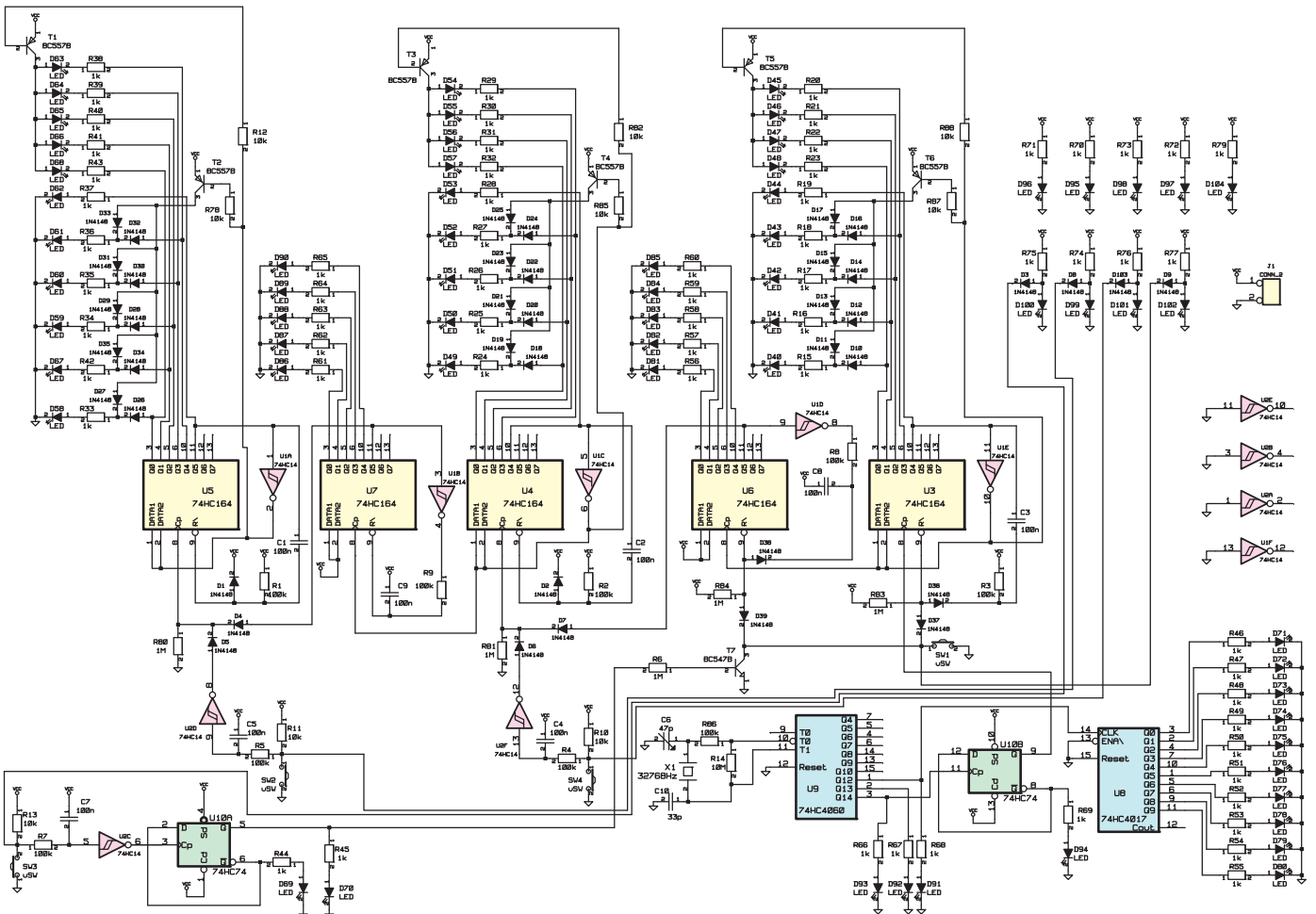
Jest to elektroniczny zegar, który pokazuje aktualny czas na pionowych liniijkach diod LED. Nie jest to jednak jedyné zadanie, które spełnia opisane urządzenie. Poza pokazywaniem godziny służy także do migania, świecenia i... ładnego wyglądu. Cel ten osiągnąłem,

stosując diody LED wszędzie, gdzie się tylko dało, bez względu na to, czy są potrzebne, czy nie. Elegancki wygląd uzyskałem poprzez gęste upakowanie elementów SMD. Inspiracją do zbudowania tego zegara był dla mnie „Equaliser” firmy Tokyoflash opisany w newsach EdW 11/2005.

Jak to działa?

Przedstawiony na rysunku 1 schemat ideowy zegara narysowałem w programie Ki-CAD a następnie został on „podrasowany” w Corelu. Elementy C6, C10, X1, R86, R14

Rys. 1 Schemat ideowy



oraz wewnętrzny inwerter układu 74HC4060 tworzą typowy generator przebiegu prostokątnego o częstotliwości 32768Hz (częstotliwość kwarcu X1). Częstotliwość ta jest później dzielona przez 14-bitowy licznik 74HC4060. Na wyjściu Q jest dostępna częstotliwość $f = 32768/2^{12} = 8\text{Hz}$. Ta częstotliwość jest podawana na wejście zegarowe układu 74HC4017, który steruje pracą diod LED (takie świcidelko). Częstotliwość 2Hz z wyjścia Q14 układu U9 jest dzielona przez 2 dzięki przerzutnikowi typu T, zbudowanemu na układzie 74HC74 (jednej połówce). Do wyjść Q12, Q13, Q14 układu U9 oraz do wyjścia Q' układu U10B podłączone są diody LED, które mają za zadanie jedynie upiększyć układ. Sygnał o częstotliwości 1Hz jest podawany na wejście zegarowe pierwszego licznika. Jest to właściwie rejestr przesuwający z wejściem szeregowym i wyjściami równoległymi (SIPO). Niestety nie udało mi się kupić takiego rejestru 10-bitowego, więc pierwszy, trzeci i piąty licznik musiały być trochę bardziej rozbudowane. Ta komplikacja układu polega na zrobieniu z tych rejestrów liczników Johnsona i dodaniu prostego dekodera. Analizę tego układu rozpoczniemy od stanu wyzerowania wszystkich rejestrów. Na wszystkich wyjściach układów 74HC164

panuje stan niski. Stan niski występuje także na wejściu inwertera U1E, więc na jego wyjściu połączonym z wejściem szeregowym U3 jest stan wysoki (wyprowadzenia 1 i 2 układu 74HC164 to wejścia wewnętrznej bramki AND i dlatego po ich połączeniu otrzymujemy jedno wejście szeregowe). Kolejne impulsy na wejściu zegarowym powodują przepisywanie stanu wysokiego z wejścia szeregowego na kolejne wyjścia i włączanie pięciu pierwszych od dołu diod. Kiedy jednak na wyjściu Q4 pojawi się stan wysoki, na wejściu szeregowym układu powstanie stan niski i otworzą się (dotąd zatłakane) tranzystory T5, T6. Tranzystor T5 doprowadza zasilanie do ostatnich czterech diod. Anody tych diod nie mogą być podłączone na stałe do plusa, ponieważ wtedy górna część słupka świeciłaby, zanim zapaliliby się pierwsze pięć diod. Teraz impulsy

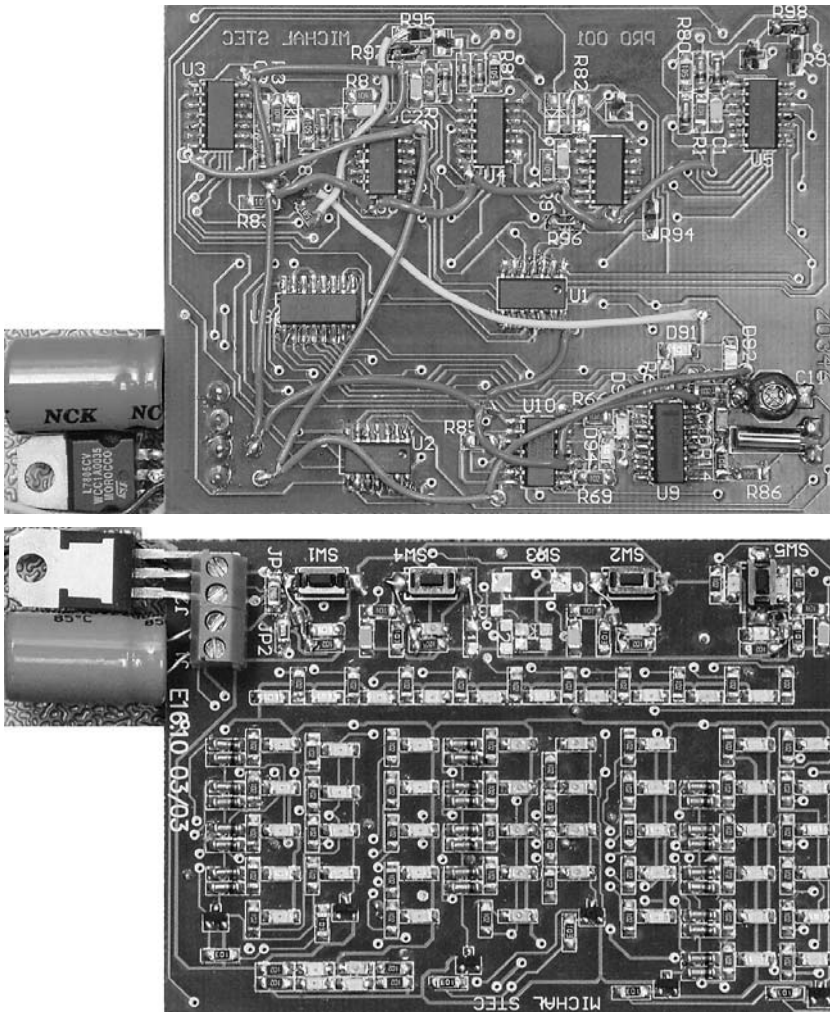
zegarowe będą powodować przepisywanie stanu niskiego do kolejnych wyjść. Będą więc kolejno włączane ostatnie cztery diody. Ponieważ pojawianie się stanu niskiego na wyjściach układu spowodowałoby gaśnięcie diod z dołu słupka, dodałem tranzystor T6. Kiedy jest on otwarty, pierwsze cztery diody są zasilane niezależnie od stanu licznika poprzez diodowe bramki OR (D10–D11, D12–D13, D14–D15, D16–D17). Dzięki tym zabiegom udało mi się w końcu otrzymać efekt „rosnącego” słupka diod LED. Elementy C3, R3 tworzą układ różniczkujący, który ma za zadanie wytworzyć krótki impuls ujemny na wejściu Reset, gdy na wyjściu Q4 pojawi się zboczne opadające i w ten sposób zresetować licznik. To samo zboczne opadające wywołuje zboczne rosnące na wyjściu inwertera połączonego z wejściem zegarowym następnego licznika (rejestru przesuwającego), co powoduje przepisanie stanu wysokiego z wejścia szeregowego U6 na jego pierwsze wyjście. Liczenie pierwszego licznika rozpoczyna się od nowa. Kiedy rejestr U6 doliczy do sześciu, zboczne rosnące na wyjściu Q5 zostanie podane na wejście zegarowe kolejnego licznika a po przejściu przez układ opóźniający R8, C8 zresetuje U6. Liczniki U4 i U5 działają podobnie jak pierwszy licznik (U5 liczy

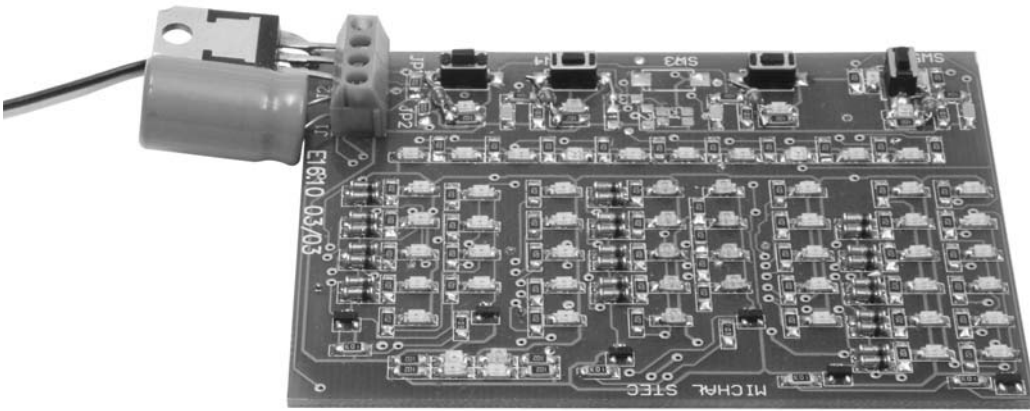
nie do dziesięciu, ale do dwunastu). Licznik U7 działa tak samo jak U6. Diody D1, D2 chronią wejścia liczników przed napięciami większymi niż napięcie zasilania. Takie napięcia mogą powstawać w obwodach RC układu opóźniającego. Przy pierwszym liczniku nie ma takiej diody, ponieważ wejście zegarowe układu U3 chroni już dioda D36 – element diodowej bramki OR. Do omówienia pozostały jeszcze obwody ustawiania zegara. SW1 służy do resetowania sekund. Zwiera on wejścia Reset układów U3 i U6 do masy (stan aktywny tych wejść to stan niski) poprzez diodowe bramki OR (D36–D37, D38–D39). T7 też zwiera wejścia Reset do masy, ale jest on sterowany przerzutnikiem typu T. Układ ten jest przydatny przy ustawianiu zegara, ponieważ umożliwia zablokowanie zliczania na dłuższy czas bez konieczności ciągłego przytrzymywania microswitcha. Do przełączania przerzutnika (U10A) służy SW3. Elementy R7, R13, C7 i inwerter Schmitta tworzą typowy układ redukujący drgania styków. Diody D69, D70 informują o stanie przerzutnika. SW4 służy do ustawiania minut. Jest on podłączony do wejścia zegarowego przez układ redukujący drgania styków i diodową bramkę OR. SW2 służy do ustawiania godzin i jest połączony z licznikiem

w podobny sposób. Diody LED D99, D100, D101, D102 są połączone z microswitchami w ten sposób, że gdy zostanie naciśnięty jakiś przycisk, to odpowiadająca mu dioda zgaśnie (zostanie zwarta do masy). Diody D3, D8, D9, D103 oddzielają diody LED od wejść inwerterów. Gdyby ich nie było, napięcia przewodzenia diod LED przedostałyby się na wejścia układów scalonych, co mogłoby uniemożliwić prawidłową pracę przycisków i doprowadzić do grzania się układów.

Montaż i uruchomienie

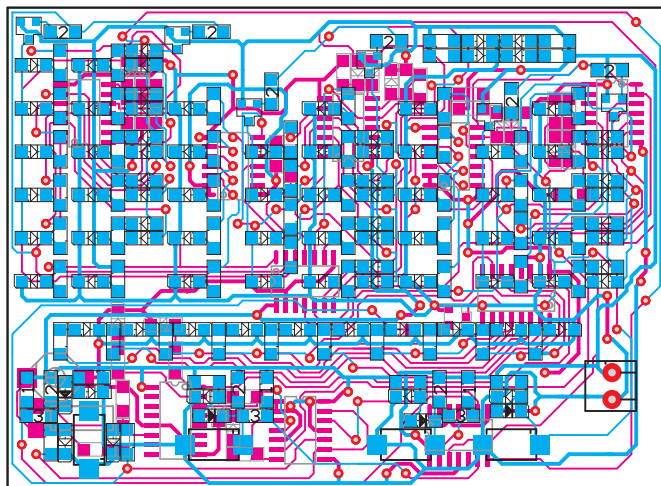
Na rysunku 2 przedstawiona jest płytka drukowana. Model nieco różni się od ostatecznej wersji projektu. Płytkę drukowaną została trochę zmieniona ze względu na drobne błędy, które wykryłem dopiero po złożeniu układu. W ostatecznej wersji nie ma tego całego okablowania, które widać na fotografiach. Prawie wszyst-





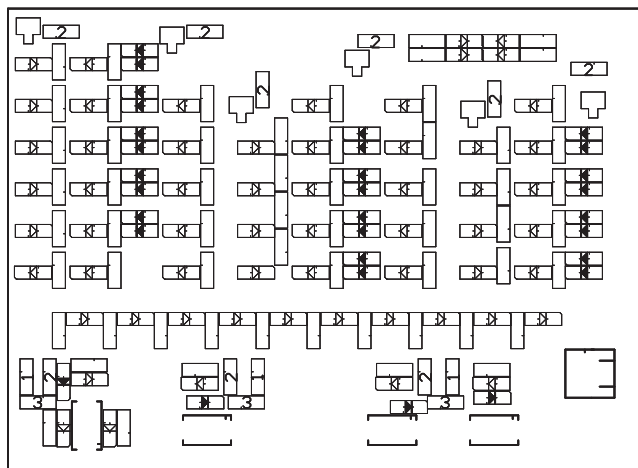
kie elementy to elementy SMD. Jedynym elementem przewlekany jest złącze śrubowe – doprowadzenie zasilania układu. Kwarc, trymer oraz microswitche należy przerobić na elementy do montażu powierzchniowego, odpowiednio skracając i wyginając końcówki (trzeba te elementy przylutować do odpowiednich pól lutowniczych na powierzchni płytki). Niestety ze względu na brak miejsca na płytce nie wszystkie elementy są ponumerowane, co

może utrudnić montaż. Przód płytki można zmontować, posługując się **rysunkiem 3**. Jest to trochę przerobiona warstwa opisu Top Overlay. Obok niej zamieściłem legendę. Elementy w warstwie Bottom Layer (spód płytki) są w większości ponumerowane, a wszystkie nieponumerowane elementy w tej warstwie to diody BAS81-GS08 (lub podobne). W razie wątpliwości można otworzyć projekt PCB w Autotracie i sprawdzić niepewny element poleceniem Edit-Component.



Rys. 2 Schemat montażowy

Rys. 3 Legenda montażowa



- MICROSWITCH
- REZYSTOR 1k
- KONDENSATOR 100n
- REZYSTOR 10k
- REZYSTOR 100k
- DIODA LED
- DIODA BAS81-GS08
- TRANZYSTOR BC857B

NIE DOTYCZY ELEMENTÓW
W WARSTWIE BOTTOM LAYER

scalone z serii 74HC... muszą być zasilane napięciem od 2 do 6V. Według mnie najlepiej zrobić prosty stabilizator z układu LM7805. Stabilizacja napięcia jest dosyć ważna. Trymerem C6 można regulować częstotliwość generatora. Ze względu na stabilność, pola lutownicze elementów generatora można po zmontowaniu układu pokryć lakierem izolującym. Na schemacie diody, które nie są diodami LED, oznaczyłem jako 1N4148. Nie są to jednak diody tego typu, ale ich

zamienniki SMD (jakiegokolwiek zwykłe diody SMD). Zamienniki te powinny mieć obudowę minimelf. W modelu zastosowano diody BAS81-GS08. Podobnie jest z tranzystorami. Można wykorzystać tranzystory typu BC847B i BC857B, czyli zamienniki BC547B i BC557B w obudowie SOT23. Kolory diod LED można dobrać, kierując się własną inwencją twórczą. Trzeba tylko pamiętać, że pierwszy i drugi (od prawej) pionowy rząd diod powinny być tego samego koloru (jest to jeden słupek podzielony na dwie części) i czwarty oraz piąty rząd też powinien być jednego koloru. Wszystkie elementy można kupić przez Internet w hurtowni TME (www.tme.pl). Obudowę można wykonać z pudełka od kasy magnetofonowej.

Michał Stec
michalstec@onet.eu

Wykaz elementów

R1-R5, R7-R9, R86	100kΩ SMD1206
R10-R13, R78, R82, R85, R87, R88	10kΩ SMD1206
R14	10MΩ SMD1206
R15-R77, R79	1kΩ SMD1206
R6, R80, R81, R83, R84	1MΩ SMD1206
C1-C5, C7-C9	100nF SMD1206
C6	trymer 47pF dwukońcówkowy
C10	33pF SMD1206
D1-D39, D103	BAS81-GS08
D40-D102, D104	LED SMD1206
T1-T6	BC857B
T7	BC847B
SW1-SW4	microswitch dwukońcówkowy
X1	32768Hz zegarkowy mały
U1, U2	74HC14 SMD S014
U3-U7	74HC164 SMD S014
U8	74HC4017 SMD S016
U9	74HC4060 SMD S016
U10	74HC74 SMD S014
J1	ARK2 mały

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2879.