



# Zegar BIG

Na łamach EdW gościło już wiele projektów rozmaitych zegarów. Ich mnogość i różnorodność mogą nasunąć wniosek, że w zasadzie temat zegarów należałoby uznać za wyczerpany. Bo czy można wymagać czegoś nadzwyczajnego od czasomierza? Okazuje się, że tak, czego dobrym przykładem może być prezentowany zegar BIG.

Zegar BIG powstał głównie... z lenistwa. Wskazania zegara miały być dobrze widoczne tak, aby uniknąć męczącego wytyczania wzroku podczas odczytu godziny z większej odległości, zwłaszcza w nocy. Dlatego zegar został wyposażony w duże, czytelne wyświetlacze LED o wysokości cyfry równej aż 45mm. Zastosowana została także automatyczna regulacja jasności świecenia wyświetlaczy, dzięki czemu nie oślepiają w nocy, a w dzień są dobrze widoczne. Kolejnym przejawem lenistwa była chęć posiadania zegara, który można by obsługiwać bez konieczności ruszania się z kanapy. W tym celu powstał pilot, pozwalający na zdalną kontrolę wszystkich funkcji zegara, tj. ustawianie aktualnego czasu, ustawianie czasu budzenia, włączanie/wyłączenie budzika itd. Pilot na pewno okaże się bardzo przydatny dla śpiochów, którzy mają w zwyczaju nadużywanie funkcji drzemki.

Zegar BIG polecam wszystkim tym, którzy poszukują zegara praktycznego i wygodnego w obsłudze. Duży, czytelny wyświetlacz LED oraz pilot zdalnego sterowania to cechy, które bez wątplenia wyróżniają tę konstrukcję i sprawiają, że nie można przejść obok niej obojętnie.

## Właściwości zegara BIG:

- pomiar czasu 24h,
- budzik z funkcją drzemki,
- cztery duże wyświetlacze LED, wysokość cyfry 45mm,
- automatyczna regulacja jasności świecenia wyświetlaczy,

- prosta obsługa za pomocą trzech klawiszy,
- pilot zdalnego sterowania na podczerwień,
- podtrzymanie bateryjne w przypadku zaniku napięcia zasilającego,
- zasilanie: 15VDC lub 12VAC.

## Opis układu

Obsługa zegara odbywa się za pomocą trzech klawiszy: S1, S2 i S3. Po dłuższym wciśnięciu klawisza S1 uruchomione zostaje menu zegara, gdzie ustawiamy aktualny czas. Podobnie dłuższe wciśnięcie klawisza S2 uruchamia menu budzika, w którym ustawiamy czas budzenia. W obu przypadkach po wejściu do menu, wszystkie trzy przyciski przyjmują nowe funkcje. Klawisze S1 i S3 służą wówczas odpowiednio do zwiększania i zmniejszania zawartości komórek minut lub godzin, natomiast wyboru komórki dokonujemy klawiszem S2. Występuje tu dodatkowo miganie wybranej komórki, tak aby użytkownik wiedział, którą z nich aktualnie modyfikuje. Po ustawieniu czasu i odczekaniu kilku sekund następuje automatyczne wyjście z menu i powrót do głównego trybu pracy zegara. Nieco prościej wygląda funkcja klawisza S3, który pracuje bistabilnie i umożliwia włączenie/wyłączenie budzika. Stan budzika sygnalizuje dioda znajdująca się w prawym dolnym rogu wyświetlacza. Jeśli budzik jest włączony, to dioda ta świeci.

Zrównanie aktualnego czasu z czasem budzenia równoznaczne jest z włączeniem alarmu. W tym stanie krótkie wciśnięcie dowolnego klawisza wyłącza alarm i budzik przechodzi w tryb 9-minutowej drzemki. Fakt ten sygnalizowany jest zaświeceniem się diody umieszczonej przy cyfrze dziesiątek minut. Jeśli jednak nie wciśniemy żadnego z przycisków w ciągu minuty od uruchomienia alarmu, również nastąpi przejście budzika w tryb drzemki, tym razem automatycznie. Podsumowując, przejście w stan drzemki następuje ręcznie, po krótkim wciśnięciu dowolnego klawisza bądź automatycznie, po upływie jednej minuty. Po upływie 9 minut drzemki alarm przywoływany jest z powrotem i cykl się powtarza. Wyłączenie alarmu i drzemki następuje po dłuższym wciśnięciu klawisza S1 lub S2, natomiast dłuższe wciśnięcie S3 wyłącza budzik.

Cały powyższy opis sposobu obsługi zegara wygląda identycznie także przy korzystaniu z pilota zdalnego sterowania. Pilot również ma trzy klawisze sterujące, a ich funkcje są identyczne, jak w przypadku

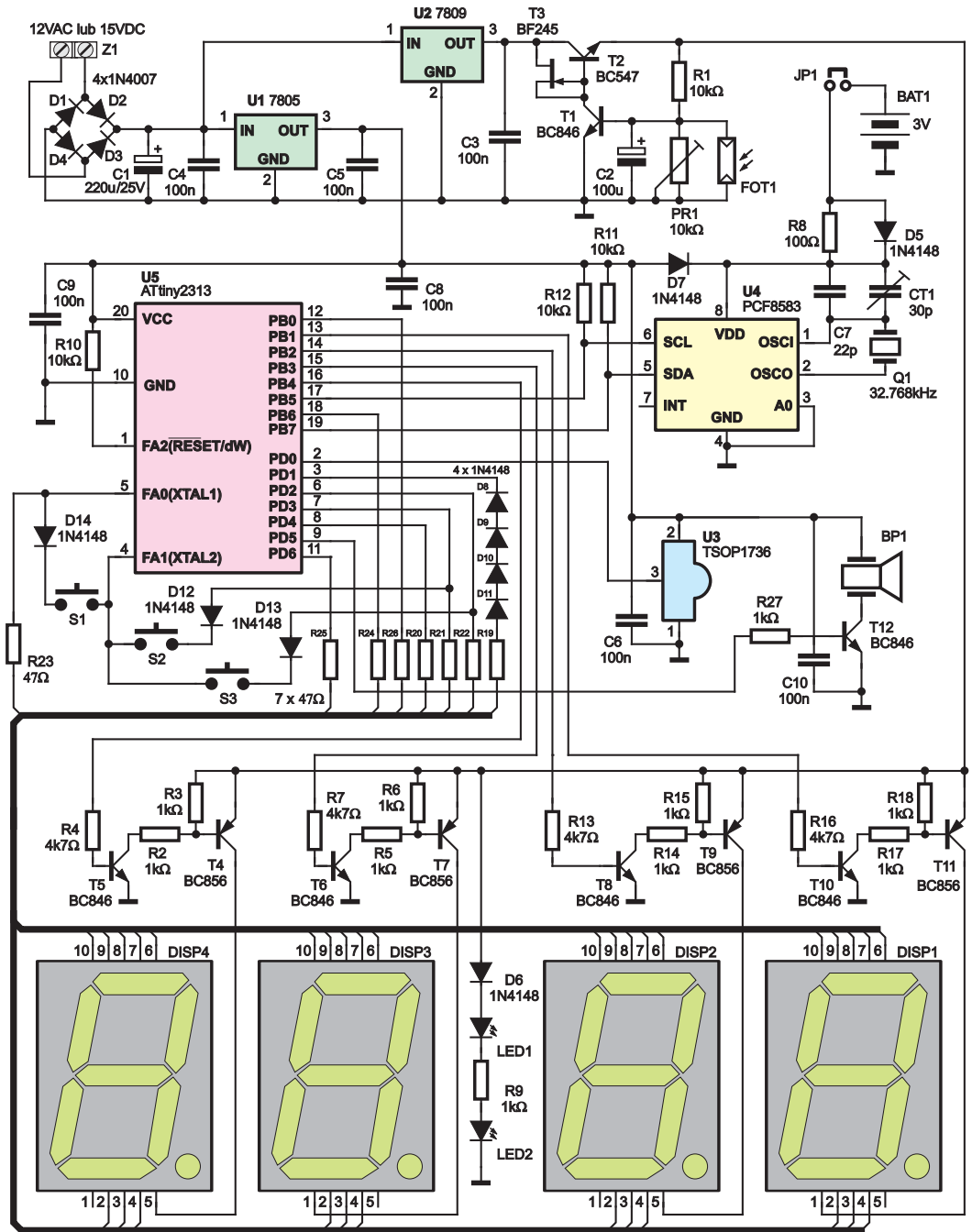
klawiszy zegara. Jedyną różnicą jest oczywiście możliwość zdalnej obsługi zegara.

Schemat ideowy zegara przedstawiony został na **rysunku 1**. Mikrokontroler ATtiny2313 taktowany jest wewnętrznym oscylatorem RC o częstotliwości 8MHz. Wyprowadzenie I(FA2) pracuje jako wejście sygnału zerującego RESET, dzięki czemu możliwe jest programowanie przez interfejs szeregowy SPI. Pliki źródłowe oraz plik HEX dla programatora można pobrać z Elportalu. Program został napisany w języku assembler i zajmuje cały dostępny obszar pamięci FLASH mikrokontrolera, czyli 2kB. Do głównych zadań mikrokontrolera należą:

- obsługa czterech wyświetlaczy LED,
- komunikacja z zegarem czasu rzeczywistego PCF8583,
- odbiór danych od scalonego odbiornika podczerwieni TSOP1736,
- skanowanie trzech klawiszy: S1, S2 i S3,
- sterowanie buzzerem piezo BP1.

Cztery wyświetlacze LED sterowane są multipleksowo. Oznacza to, że cyfry zaświecane są kolejno, ale w każdej chwili świeci tylko jedna z nich. Proces ten odbywa się z na tyle dużą częstotliwością, że oko ludzkie dzięki swej bezwładności, widzi kompletną informację na wyświetlaczu. Takie rozwiązanie pozwala zredukować do minimum liczbę potrzebnych połączeń między wyświetlaczami a mikrokontrolerem. Dodatkową zaletą jest niewielki pobór prądu, który zawsze jest równy prądowi pobieranemu przez jedną cyfrę.

**Rysunek 2** przedstawia rozkład wyprowadzeń użytego wyświetlacza. Jak widać, segmenty składają się z trzech szeregowo połączonych diod LED. Z tego względu, aby zapewnić odpowiednią jasność świecenia, wyświetlacz należy zasilać ze źródła prądu o napięciu wyższym niż standardowe 5V. Zadanie to realizuje dodatkowy stabilizator U2 (7809), który poprzez klucze tranzystorowe PNP (BC856) zasila anody wyświetlaczy prądem o napięciu 9V. W bazach kluczy znajdują się dodatkowe tranzystory NPN (BC846), dzięki którym możliwe jest sterowanie

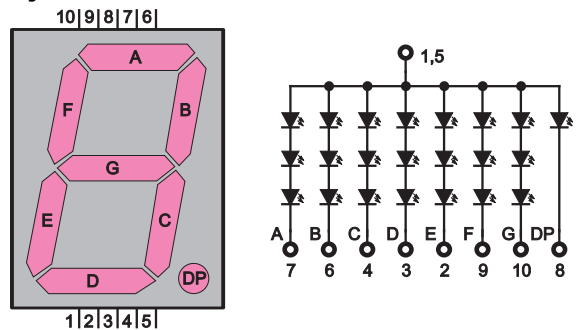


**Rys. 1**

wanie wyświetlaczami poziomem napięciem z wyjść mikrokontrolera.

Jak widać na **rysunku 2**, kropka wyświetlacza w odróżnieniu od segmentów złożona jest z jednej tylko diody LED. Mimo to anoda kropki i anody segmentów stanowią wspólną anodę wyświetlacza. Komplikuje to nieco sposób sterowania kropką, gdyż do pracy potrzebuje ona napięcia niższego od napięcia, jakim zasilane są segmenty. Problem ten został rozwiązany w najprostszym możliwym sposób – dodatkowe diody prostownicze D8...D11,

**Rys. 2**



włączone w szereg z diodą LED kropki, wytwarzają potrzebny spadek napięcia.

Regulacją jasności świecenia wyświetlaczy zajmuje się regulator napięcia zbudowany na

trzech tranzystorach T1, T2 i T3. Napięcie wyjściowe regulatora zależne jest od stopnia oświetlenia fotorezystora FOT1 – im więcej światła pada na FOT1, tym jaśniej świecą wyświetlacze. Potencjometr PR1 pozwala ustalić potrzebną jasność świecenia wyświetlaczy dla danego poziomu oświetlenia zewnętrznego. Kondensator C2 wydłuża czas reakcji regulatora na szybkie zmiany oświetlenia. Tranzystor T3 usprawnia działanie regulatora, zapewniając głębsze otwarcie tranzystora T2.

Dwukropek znajdujący się pomiędzy cyframi godzin i minut tworzą dwie szeregowo połączone diody LED: LED1 i LED2. Diody te korzystają z linii zasilania wyświetlaczy, przez co ich jasność świecenia również dostosowuje się do poziomu oświetlenia z zewnątrz. Prąd diod ogranicza rezystor R9, natomiast dioda prostownicza D6 wytwarza dodatkowy spadek napięcia. W ten sposób jasność świecenia dwukropka jest bardzo zbliżona do jasności świecenia segmentów, i to w całym zakresie zmian oświetlenia zewnętrznego.

Katody wyświetlaczy połączone są z mikrokontrolerem poprzez rezystory 47Ω. Rezystory te ograniczają prądy segmentów, ustalając w ten sposób jasność ich świecenia. Trzy z wyprowadzeń mikrokontrolera, które sterują segmentami, zostały równocześnie wykorzystane jako wejścia dla klawiszy S1, S2 i S3. Takie rozwiązanie było konieczne ze względu na brak wolnych wyprowadzeń mikrokontrolera. Wyjście 4 (FA1) w odpowiedni sposób steruje wspólną szyną klawiszy, dzięki czemu wyświetlacze i klawisze nie „gryzą się”. Diody D12, D13, D14 wykluczają możliwość pojawienia się stanu wysokiego na katodach segmentów w momencie pracy wyświetlaczy. Takie zabezpieczenie jest właściwie zbędne ze względu na dostępny stan wysokiej impedancji, w jakim znajduje się wspólna szyna klawiszy na czas pracy wyświetlaczy. Lepiej jednak dmuchać na zimne, zwłaszcza że stan wysokiej impedancji nie jest tak do końca określony.

Za pomiar czasu odpowiedzialny jest scalony zegar czasu rzeczywistego PCF8583, na schemacie oznaczony jako U4. Zewnętrzny zegar RTC (Real Time Clock) zwalnia mikrokontroler z obowiązku pomiaru czasu, dzięki czemu może się on zająć innymi, równie ważnymi zadaniami. Mimo, że PCF8583 ma już swoje lata, a na rynku można znaleźć nowsze jego odpowiedniki, to układ ten jest nadal powszechnie wykorzystywany do budowy przeróżnych zegarów. Swoją popularność zawdzięcza między innymi bogatemu wyposażeniu oraz łatwości obsługi.

PCF8583 do komunikacji ze światem zewnętrznym wykorzystuje szeregową magistralę I<sup>2</sup>C. Linia danych SDA oraz linia zegara SCL wymagają zewnętrznego podciągania do dodatknej szyny zasilania, co realizują rezystory R11 i R12. W zasadzie można tu było użyć wewnętrznych rezystorów podciągających mikrokontrolera, jednak

ze względu na ich znaczny rozrzut produkcyjny (20...50kΩ) nie zdecydowałem się na takie rozwiązanie. Dodatkowo, zastosowane zewnętrzne rezystory mają mniejszą rezystancję, przez co magistrala jest w większym stopniu odporna na zakłócenia elektromagnetyczne (*strong pullup*).

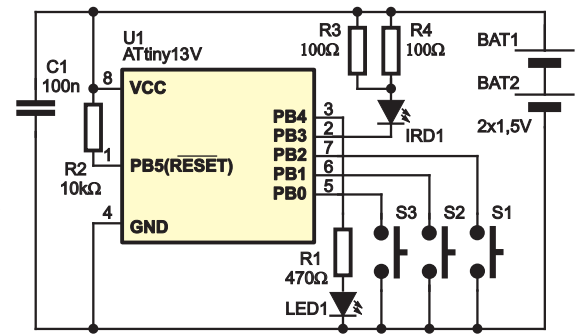
Bateria BAT1 służy do podtrzymania pracy układu PCF8583 w chwilach braku napięcia zasilającego zegara. W miejsce BAT1 można zastosować baterię guzikową 3V lub akumulatorki 3,7V. Do podładowywania akumulatora służy rezystor R8 i nie należy go stosować w połączeniu ze zwykłą baterią. W przeciwnym razie może dojść do uszkodzenia baterii lub nawet jej wybuchu. Zworka JP1 pozwala na odłączenie BAT1, co pozwoli uchronić przed całkowitym rozładowaniem baterii (akumulatorka), jeśli zegar będzie wyłączony przez dłuższy czas.

Układ U3 to dobrze znany, scalony odbiornik podczerwieni TSOP1736. Jego zadaniem jest odbiór i demodulacja paczek impulsów emitowanych przez diodę nadawczą pilota. Protokół transmisji zbliżony jest do kodu RC5, jednak wydłużony tu został czas trwania pojedynczego impulsu. Zabieg ten pozwolił „zmieścić” procedurę odświeżania wyświetlaczy między kolejnymi odbieranymi impulsami. W ten sposób zminimalizowany został efekt przygasania wyświetlaczy w momencie odbioru danych od pilota.

Buzzer piezo z generatorem – BP1 wytwarza sygnał dla alarmu budzika. Przetwornik sterowany jest poprzez tranzystor T12. Generowany sygnał naśladuje dźwięk klasycznego, elektronicznego budzika. Dodatkowe kondensatory: C6, C8, C9 i C10, umieszczone w różnych częściach schematu, służą do odprężania zakłóceń z szyny zasilania.

### Pilot

W zamierzeniu istotne było, aby pilot zegara BIG miał miniaturowe

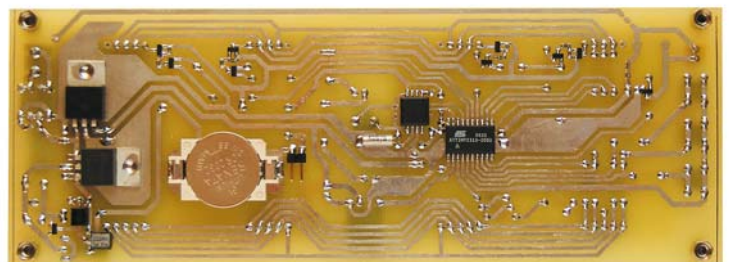
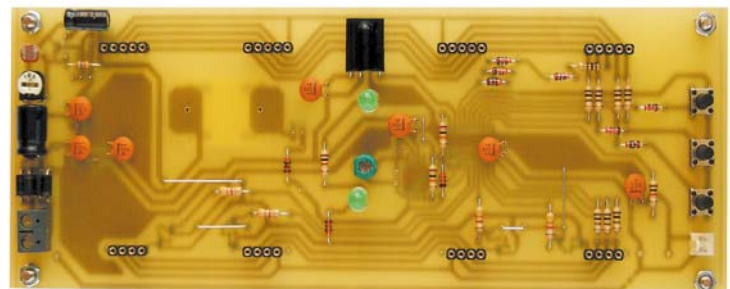
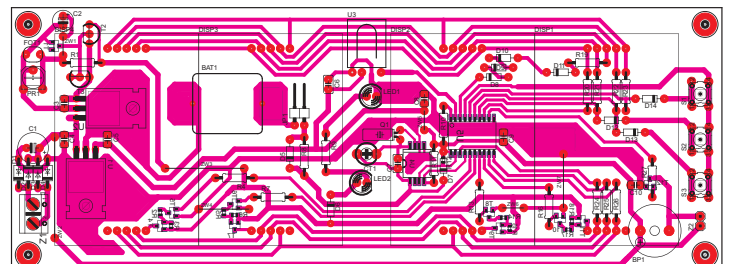


Rys. 3

rozmiary oraz by charakteryzował się niskim kosztem wykonania. Pilot miał być także tani w eksploatacji tak, aby nie trzeba było za często wymieniać w nim baterii. Jeśli chodzi o maksymalny zasięg, to kilka metrów miało być wynikiem w zupełności wystarczającym.

Powyższe założenia zostały zrealizowane w oparciu o podczerwień, którą bez wątpienia można uznać za najtańszy w użyciu nośnik bezprzewodowego przesyłania danych na niewielkie odległości. Rysunek 3 przedstawia schemat ideowy pilota. Mikrokontroler ATtiny13V taktowany jest wewnętrznym oscylatorem RC o częstotliwości 9,6MHz. Zasilanie mikrokontrolera stanowią dwie baterie guzikowe 1,5V połączone szeregowo. Wejście sygnału RESET 1(PB5) podciągane jest do plusa zasilania za pomocą rezystora

Rys. 4. Skala 50%



R2. Klawisze S1, S2 i S3 stanowią odpowiedniki klawiszy z płytki zegara i pełnią identyczne z nimi funkcje. Prąd diody nadawczej w podczerwieni IRD1 ograniczony jest za pomocą dwóch równolegle połączonych rezystorów R3 i R4. Dioda LED1 służy do wzrokowej kontroli pracy pilota, jej prąd ustala rezystor R1.

Wewnętrzny oscylator ATtiny13V można skonfigurować do pracy z częstotliwością 4,8MHz lub 9,6MHz. Oczywiście jest, że dla wyższej częstotliwości taktowania prąd pobierany przez mikrokontroler jest większy. Dlaczego w takim razie zdecydowałem się na wyższą, mniej ekonomiczną częstotliwość oscylatora? Otóż, na etapie testowania pilota okazało się, że oscylator w trybie 4,8MHz jest w zbyt dużym stopniu podatny na zmiany temperatury i na zmiany napięcia zasilającego. Negatywnie wpływało to na pracę pilota, ponieważ zmianom ulegał wówczas czas trwania paczek impulsów wysyłanych przez diodę nadawczą. W konsekwencji zegar dość często nie był w stanie poprawnie zinterpretować odbieranych danych. Problem zniknął w momencie przestawienia oscylatora ATtiny13V w tryb 9,6MHz, przy którym – zgodnie z wykresami zamieszczonymi w nocie katalogowej mikrokontrolera – praca oscylatora jest stabilniejsza.

W przypadku kiedy żaden z klawiszy pilota nie jest wciśnięty, mikrokontroler znajduje się w trybie uśpienia (Power Down). Prąd pobierany z baterii jest wówczas minimalny i wynosi ułamek mikroampera. Wybudzenie z trybu uśpienia następuje w momencie wciśnięcia dowolnego klawisza. Mikrokontroler generuje wówczas kod wciśniętego klawisza, który następnie emitowany jest przez diodę w podczerwieni IRD1. Po zwolnieniu klawisza, mikrokontroler z powrotem przechodzi do oszczędnego trybu uśpienia.

## Montaż i uruchomienie

### Płytką główną

Wzór płytki drukowanej zegara BIG przedstawia **rysunek 4**. Dość złożony układ elektroniczny z powodzeniem udało się przenieść na jednostronną płytkę drukowaną. Było to możliwe głównie dzięki wykorzystaniu montażu mieszanego – występują tu elementy w obudowach do montażu przewlekane i elementy do montażu powierzchniowego. Z tego względu montaż jest nieco utrudniony, ale wprawdzie elektronikowi nie sprawi żadnych problemów. Mniej doświadczeni również powinni sobie poradzić, choć warto wcześniej nabrać podstawowej wiedzy na temat elementów SMD, tj. sposoby oznaczeń oraz metody lutowania. Zainteresowanych odsyłam oczywiście do Internetu, gdzie z łatwością odnajdą potrzebne informacje.

Cały montaż można podzielić na dwa etapy. W pierwszym lutujemy elementy SMD, a w drugim – elementy przewlekane. W obydwu

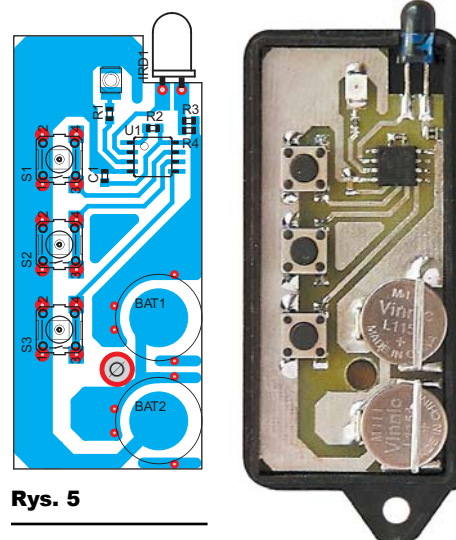
przypadkach pracę rozpoczynamy od wlotowania elementów o najmniejszych rozmiarach, a kończymy na elementach największych. Przed przystąpieniem do montażu elementów SMD warto zaopatrzyć się w pęsetę precyzyjną, najlepiej z wygiętą końcówką. Bardzo pomocna jest również pasta lutownicza.

Wszystkie rezystory SMD występują w obudowach o rozmiarze 0603. W niektórych miejscach płytki, wygodniejsze może okazać się wcześniejsze wlotowanie tranzystorów (obudowa SOT23), a dopiero potem rezystorów. Mam tu na myśli miejsca największego zagęszczenia elementów. Rysunek 4 przedstawia widok płytki od strony elementów. Widziane w tej perspektywie elementy SMD znajdują się pod płytką (BOTTOM). Należy to uwzględnić przed przylutowaniem mikrokontrolera ATtiny2313 oraz układu PCF8583, tak aby uniknąć błędnego obsadzenia tych elementów.

Kwarc Q1 lutujemy od strony druku. Metalową obudowę kwarcu warto przylutować do płytki, co zapewni jego solidne zamocowanie. Podobnie postępujemy ze stabilizatorem U1 i U2. Również od strony druku, ale w dość nietypowy sposób montowane są tranzystory T2 i T3. Po stronie druku lutujemy także zworeczkę JP1 oraz gniazdo baterii 3V.

Następnie zabieramy się za drugą stronę płytki. W pierwszej kolejności lutujemy sześć zworeczek, rezystory i diody prostownicze. Jeśli zegar będzie zasilany z zasilacza prądu stałego, to można nie montować diod D1, D3, D4, a w miejsce D4 wstawić zworeczkę. Diodę D2 warto pozostawić dla zabezpieczenia zegara na wypadek niewłaściwego podłączenia przewodów zasilania (błędna polaryzacja). Rezystor R8 montujemy tylko w przypadku, jeśli w roli BAT1 zamierzamy zastosować akumulatorki 3,7V. Wszystkie kondensatory lutujemy w pozycji leżącej. Jeśli nie zamierzamy w przyszłości kalibrować wskazań zegara, to można zrezygnować z trymera CT1, a w zamian wlutować C7. Przetwornik piezo PB1 lutujemy bezpośrednio na płycie po stronie druku bądź za pośrednictwem odcinka przewodu dwużyłowego, tak jak jest to zrobione w prototypie widocznym na fotografiach. Na sam koniec zostawiamy klawisze S1–S3 oraz wyświetlacze LED. Wyświetlacze lutujemy bezpośrednio do płytki lub za pośrednictwem podstawek. Podstawki takie można w prosty sposób otrzymać z listwy precyzyjnej, dzieląc ją na mniejsze odcinki o potrzebnej długości. Zastosowanie podstawek pozwoli na łatwą wymianę wyświetlaczy np. w momencie, jeśli zechcemy wymienić je na typ o innym kolorze świecenia.

Do zasilania zegara BIG można użyć zasilacza prądu stałego 15V lub zasilacza prądu przemiennego 12V. Oczywiście w drugim przypadku diody D1...D4, tworzące mostek prostowniczy, muszą znajdować się na płycie zegara. Wydajność prądowa użytego zasilacza nie powinna być mniejsza od 300mA.



Rys. 5

Po podłączeniu zasilania zegar BIG działa od razu pod warunkiem, że montaż przebiegł prawidłowo. Konieczne może okazać się wyregulowanie jasności świecenia wyświetlaczy za pomocą PR1. Oczywiście zegar nie będzie pracował, jeśli mikrokontroler nie został zaprogramowany. W takim przypadku należy we własnym zakresie zaprogramować mikrokontroler. Na szczęście można to wykonać w dość prosty i tani sposób, za pomocą kilku przewodów i prostego programatora szeregowego. Przewody lutujemy do odpowiednich wyprowadzeń mikrokontrolera i w ten sposób otrzymujemy prowizoryczne złącze ISP, które później łączymy z programatorem. Nie będę tu podawał dokładnego opisu, gdyż wszystkie potrzebne informacje można z łatwością znaleźć w Internecie.

### Pilot

Pilot również został zaprojektowany na jednostronnej płytce drukowanej – **rysunek 5**. Należy zwrócić uwagę, że rysunek ten przedstawia płytkę od strony druku, a nie od strony elementów, tak jak miało to miejsce wcześniej. Stronę druku stanowi w tym przypadku warstwa TOP – przyjęcie takiej perspektywy było ułatwieniem podczas projektowania płytki.

Montaż pilota rozpoczynamy od wlutowania elementów SMD. W pierwszej kolejności lutujemy rezystory oraz kondensator C1. Następnie zabieramy się za mikrokontroler oraz diodę LED1. W dość nietypowy sposób, bo po stronie druku, lutujemy także klawisze S1, S2 i S3. Diodę nadawczą IRD1 lutujemy poziomo. Obszar płytki pod IRD1 należy wcześniej odpowiednio przyciąć bądź spiliować.

Płytką pilota została zaprojektowana pod obudowę typu Kmp 11-3. Jest to miniaturowa obudowa złożona z dwóch wieczek skręcanych wkrętem. Producent dostarcza ją wraz z naklejaną, wytłoczoną klawiaturą, którą nakleja się na górne wieczko. W obudowie należy wykonać jedynie otwór dla diody nadawczej IRD1.

Ostatnią czynnością jest wykonanie uchwyty pod baterie BAT1 i BAT2. Idealnie do tego celu nadają się odcinki drutu pozyskanego z odciętych wyprowadzeń diod LED.

<b>Wykaz elementów</b>			
<b>Płytką główną</b>		U2	7809
<b>Rezystory</b>		U3	TSOP1736
R1,R10,R11,R12	10kΩ	U4	PCF8583 (SMD S08)
R4,R7,R13,R16	4,7kΩ	U5	ATtiny2313 (SMD SOIC20)
R2,R3,R5,R6,R9,R14,R15,R17,R18,R27	1kΩ	T2	BC547
R8	100Ω*	T3	BF245
R19-R26	47Ω	T1,T5,T6,T8,T10,T12	BC846 (SMD SOT23)
FOT1	fotorezystor	T4,T7,T9,T11	BC856 (SMD SOT23)
PR1	potencjometr montażowy 10kΩ	D1-D4	1N4007
<b>Kondensatory</b>		D5-D14	1N4148
C1	220μF/35V	LED1,LED2	LED zielona 5mm
C2	100μF	<b>Pozostałe</b>	
C3-C6,C8-C10	100nF	DISP1-DISP4	wyświetlacz LED 45mm zielony WA (LED1-AS-18011BMG-B)
C7	22pF*	S1-S3	uswitech pionowy wysoki
CT1	trymer 30pF*	BP1	buzzer piezo z generatorem na 5V
<b>Półprzewodniki</b>		Z1	ARK2
U1	7805	JP1	goldpin podwójny + zworka
		BAT1	bateria 3V CR2032 + podstawka SMD
		ZW1-ZW7	zworka z drutu
		(*) – nie montować, patrz tekst	
		<b>Pilot</b>	
		<b>Rezystory</b>	
		R2	10kΩ (SMD 0603)
		R1	470Ω (SMD 0603)
		R3,R4	100Ω (SMD 0603)
		<b>Kondensatory</b>	
		C1	100nF (SMD 0603)
		<b>Półprzewodniki</b>	
		U1	ATtiny13V (SMD S08)
		IRD1	dioda nadawcza podczerwieni 5mm
		LED1	LED czerwona (SMD PLCC2)
		<b>Pozostałe</b>	
		S1-S3	uswitech pionowy niski
		BAT1,BAT2	bateria 1,5V LR44
		Obudowa typ KMP-11B/3	

**Komplet podzespołów z płytką jest dostępny  
w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2936.**

Ze względu na swój prostokątny przekrój, drut ten jest dość sztywny. Uchwyty powinny zostać tak wyprofilowane i przylutowane, aby umieszczane w nich baterie spoczywały luźno, bez zbędnych naprężeń. Jest to ważne, ponieważ baterie w trakcie zużycia mają tendencję do zwiększania rozmiarów, a dokładniej – do wybrzuszenia się. Warto

zauważyć, że po umieszczeniu płytki w obudowie, baterie są dodatkowo przytrzymywane przez jej ścianki, co stanowi dodatkowe zamocowanie mechaniczne.

Pilot podobnie jak zegar nie wymaga uruchomienia i działa od razu po dostarczeniu zasilania. Również i w tym przypadku mikrokontroler musi zostać zaprogramowany.

Problem doboru ewentualnej obudowy dla zegara BIG pozostawiam już szanownym Czytelnikom. Płaski kształt zegara oraz otwory pod śruby mocujące pozwalają na prosty montaż w dowolnym miejscu, np. na ścianie.

**Patryk Ziewicz**  
patele@wp.pl