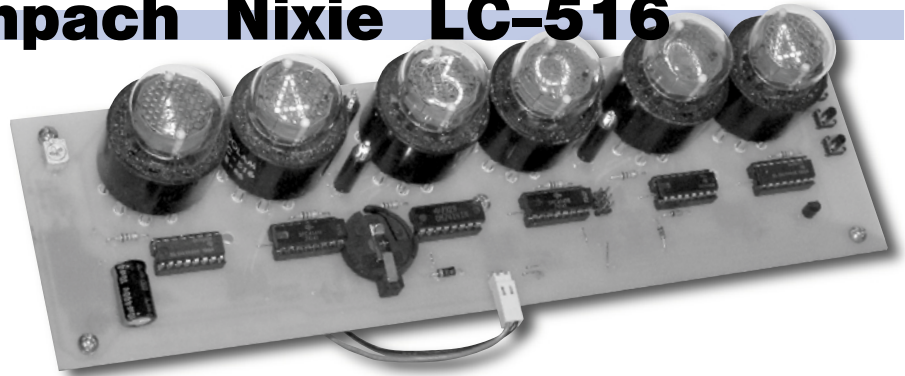


Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji.

Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane **oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany**. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

Zegar na lampach Nixie LC-516



W ostatnim czasie do redakcji napływa wiele „lampowych” projektów. Większość z nich to oczywiście wzmacniacze audio, wiadomo – cieszą się one bardzo pozytywną opinią audiofili. Konstruktorzy nie zapomnieli też o takich hitach, jakimi niegdyś były lampki Nixie. Kiedyś pozyskiwane przez amatorów nie zawsze legalnymi metodami, dzisiaj dostępne za pół darmo na różnych aukcjach internetowych.

Rekomendacje:

projekt dedykowany tym wszystkim, którym znudziły się standardowe zegary mechaniczne i „zimne” wyświetlacze LED.

Era lampowych urządzeń dawno już minęła. Wydawać by się mogło, że układy zbudowane na lampach elektronowych, zastąpione przez wszędobylski krzem udały się do lamusa elektronicznej historii. Lampowe konstrukcje audio podbijają jednak serca coraz to większej rzeszy użytkowników. Podobnie jest z konstrukcjami zegarów bazujących na „wiekowych” wskaźnikach Nixie. Zasoby Internetu dostarczają przeróżnych rozwiązań układowych z wykorzystaniem pełnego wachlarza produkowanych lamp. Konstrukcje te łączy urok wiekowych lamp i ciepłe światło neonówek z nowoczesnością modułu sterującego.

staje rynek wtórny i aukcje internetowe. W **tab. 3.** przedstawiono stany sterowników Nixie dostępnych w różnych wariantach. Układ 74141 posiada ponadto odpowiednik rosyjski – K(M)155ID1 (pisownia polska) – K(M)155ИД1 (pisownia oryginalna) i wiele różnych oznaczeń: DM74141, DM-8640-N, SN74141, FLL101, FJL101.

Konstrukcja zegara opiera się na podzespołach komunikujących się z wykorzystaniem magistrali I²C. Poszczególne bloki funkcyjne podłączone do magistrali to:

Tab. 1. Opis wyprowadzeń lampy LC-516/IN-1

Oznaczenie wyprowadzenia	Numer nóżki
A	11
K0	10
K1	1
K2	2
K3	3
K4	4
K5	5
K6	6
K7	7
K8	8
K9	9

Opis budowy

Schemat ideowy zegara został przedstawiony na **rys. 1.** W projekcie zastosowano łatwo dostępne lampy LC-516, których cokolwiek pokazano na **fol. 2,** a w **tab. 1** zamieszczono opis wyprowadzeń. Możliwe jest również zastosowanie lamp IN-1, należy tylko pamiętać o odpowiednim dobraniu rezystorów ograniczających prąd katody. Dane lamp LC-516 i IN-1 oraz odpowiadająca im wartość rezystorów R2...R7 zawarto w **tab. 2.** Elementem niezbędnym do poprawnej pracy lamp jest układ dekodera BCD na kod „1 z 10” wyposażony ponadto w stopień wyjściowy przystosowany do pracy z wysokim napięciem wskaźników Nixie. Przedstawione założenia spełnia układ 74141 (7441) i jego zamienniki. Ponieważ układ ten nie jest już produkowany i rzadko występuje w sklepach, praktycznie jedynym źródłem zdobycia go pozo-

Tab. 2. Najważniejsze parametry zastosowanych wskaźników Nixie

Typ	IN-1	LC-516
Wysokość cyfr [mm]	18	15,5
Średnica [mm]	35	35
Wysokość [mm]	65	65
Średnica pinu [mm]	2,36	2,36
Min. Vcc (zapotn) [V]	170	170
Napięcie pracy [V]	133	124
Prąd katody [mA]	2.5	2
R2...R7 [kΩ]	10	15



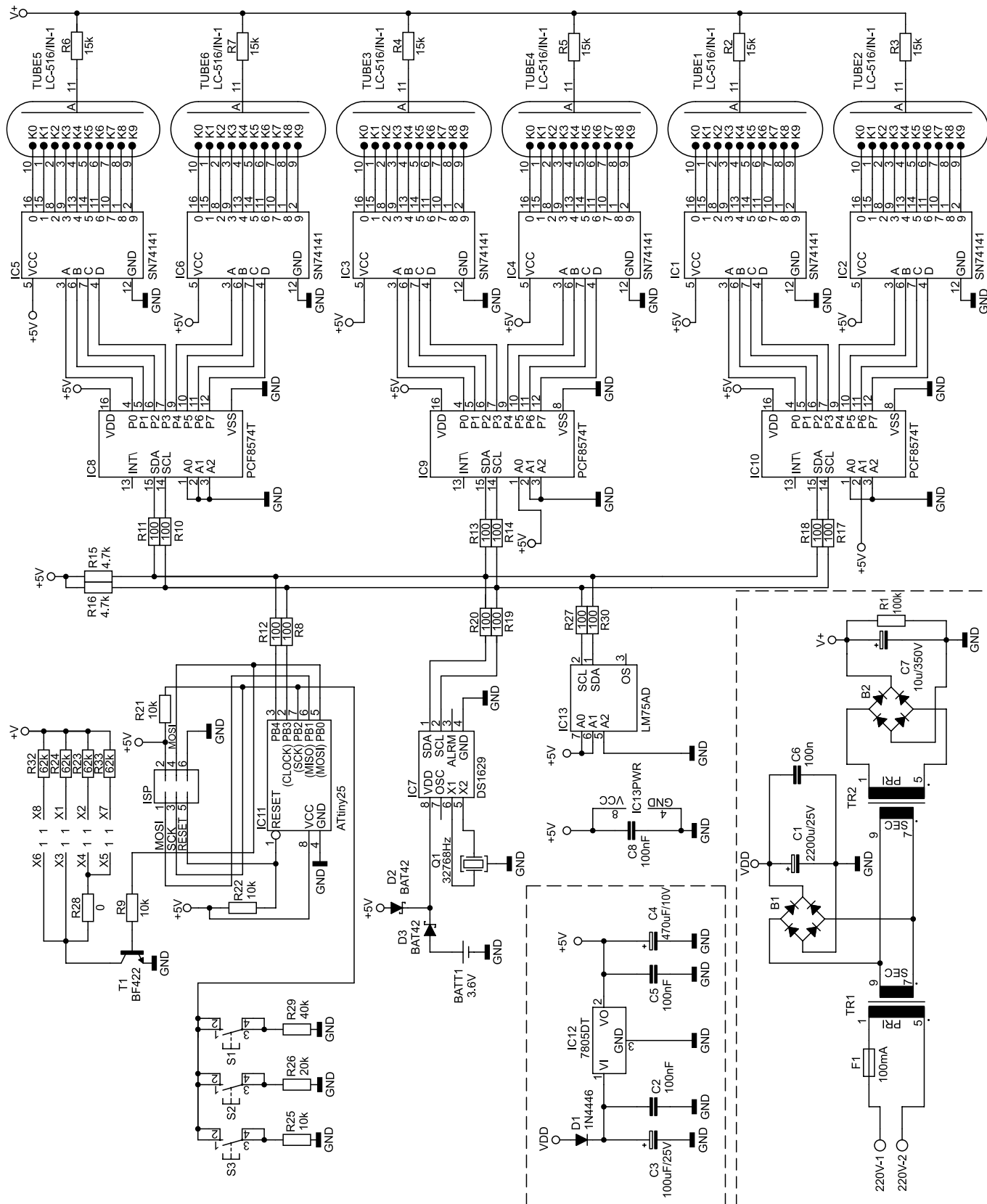
PODSTAWOWE PARAMETRY

- Zasilanie: 230 VAC
- Pobór prądu: 40 mA
- Podtrzymanie baterijne: ogniwo 3,6 V
- Pole odczytowe: 6 cyfr – lampy Nixie LC-516/IN-1
- Wskazania: czasu, daty i temperatury
- Odczyt temperatury: dwu punktowy
- Rozdzielczość czujników temperatury: 8 bitów
- Zakres pomiaru temperatury: 0°C...99°C
- Dokładność pomiaru temperatury: ±2°C w zakresie (-10°C...85°C)

- mikrokontroler ATtiny25,
- zegar czasu rzeczywistego (RTC) DS1629,
- czujnik temperatury LM75,
- bufor wyjściowy PCF8574.

Funkcję RTC pełni układ DS1629 wyposażony dodatkowo w czujnik temperatury o rozdzielczości 9 bitów i dokładności $\pm 2^{\circ}\text{C}$ w przedziale od -55°C do $+125^{\circ}\text{C}$

($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ dla przedziału od -35°C do $+110^{\circ}\text{C}$). Odpowiednie wpisy w rejestrze konfiguracyjnym włączają alarm w momencie przekroczenia wyznaczonej temperatury (możliwa



Rys. 1. Schemat ideowy zegara

WYKAZ ELEMENTÓW**Rezystory**

R1: 100 kΩ
 R2...R7: 15 kΩ *
 R8, R10...R14, R17...R20, R27, R30:
 100 Ω
 R9, R21, R22, R25: 10 kΩ
 R15, R16: 4,7 kΩ
 R23, R24, R32, R33: 62 kΩ
 R26: 20 kΩ
 R28: 0 Ω (zworka)
 R29: 40 kΩ

Kondensatory

C1: 2200 μF/25 V
 C2, C5, C8: 100 nF
 C3: 100 μF/25 V
 C4: 470 μF/10 V
 C6: 100 nF
 C7: 10 μF/350 V

Półprzewodniki

IC1...IC6: SN74141
 IC7: DS1629

IC8, IC9, IC10: PCF8574T

IC11: ATTiny25

IC12: 7805DT

IC13: LM75AD

D1: 1N4446

D2, D3: BAT42

T1: BF422

Inne

Q1: kwarc 32768 Hz

TUBE1...TUBE6: lamki NIXIE LC-516/
 IN-1

F1: 100 mA

TR1, TR2: TEZ 10,0/D (9 V/1 A do
 druku)

S1, S2, S3: mikrołącznik 6x6

B1, B2: B125

BATT1: 3,6 V

ISP: 2x3 goldpin

Złącze AK505/2

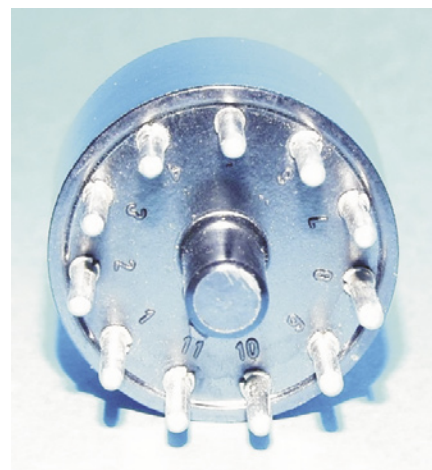
Neonówki (4 sztuki)

Oprawka baterii

Oprawka bezpiecznika

jest praca jako termostat w wyznaczonym przedziale temperatur) lub standardowo w chwili zrównania się aktualnego czasu z wartościami zapisanymi w pamięci. W projekcie funkcja termostatu i alarmu nie jest wykorzystywana, ale profilaktycznie umieściłem na płycie drukowanej odpowiednie pola lutownicze przy wyprowadzeniach ALRM i OSC

(wyjścia typu „open-drain”). Na wyprowadzeniu OSC (przy ustalonych wartościach bitów OS1 i OS2) można uzyskać przebieg o częstotliwości f_0 , $f_0/4$, $f_0/8$. Do poprawnej pracy zegara wymagany jest tylko kwarc zegarkowy i oczywiście napięcie zasilające. W układzie przewidziałem możliwość zastosowania baterii/akumulatora jako dodatko-



Fot. 2. Wygląd cokołu lampy Nixie LC-516/IN-1

wego źródła zasilania w wypadku odłączenia napięcia sieciowego. Należy w tym miejscu wspomnieć, iż w trybie ciągłej pracy czujnika temperatury (domyślne ustawienia układu) pobierany prąd jest znacznie większy od wartości typowej dla samego modułu odmierzającego czas. Dlatego też w warunkach częstych braków napięcia zasilającego wskazane jest zastosowanie źródła podtrzymywania o znacznej pojemności lub (co oczywiście jest lepszym rozwiązaniem) przełączenie DS1629 w tryb konwersji na żądanie. Linia zasilająca została rozdzielona za pomocą diod D2 i D3, co pozwoliło zastosować dodatkowe źródła zasilania. Producent gwarantuje poprawną pracę układu w zakresie napięć od +2,2 V do +5 V.

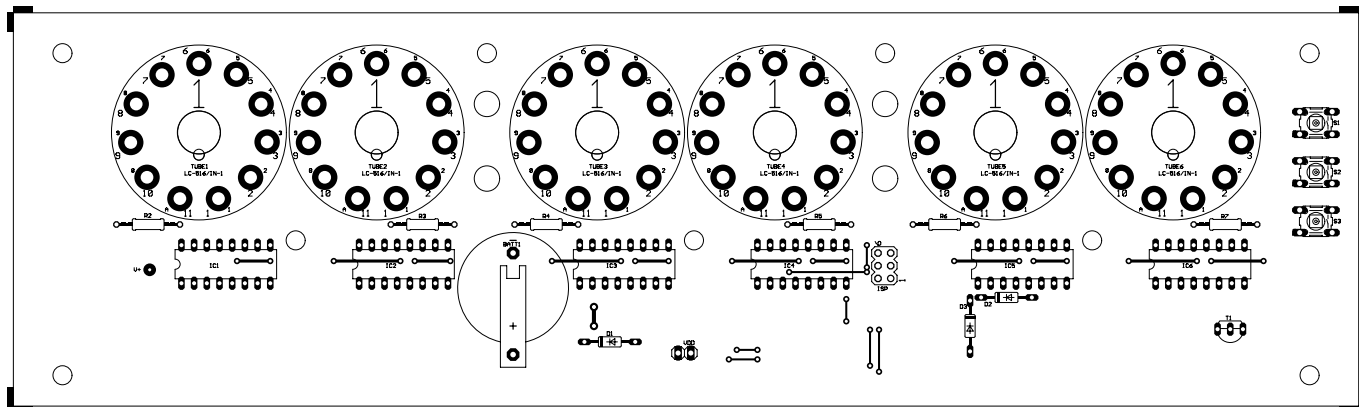
Nad poprawną pracą całego urządzenia czuwa procesor ATTiny25. Dysponując zaledwie 5 wyprowadzeniami wejścia/wyjścia (PB5 pełni rolę zerowania, aby możliwe było korzystanie z trybu ISP) udało się zapanować nad komunikacją z układami ekspanderów, RTC, czujnikiem temperatury, obsługą klawiatury i sterowaniem neonówek.

Do połączenia z DS1629, ekspanderami PCF8574 i zewnętrznym czujnikiem temperatury LM75 posłużyła magistrala I²C. Linie SDA i SCL zostały podłączone odpowiednio do PB4 i PB3. Są one podciągnięte do zasilania rezystorami R15 i R16. Dodatkowe rezystory na liniach magistrali tworzą z pojemnością ścieżek filtr dolnoprzepustowy i dodatkowo pozwoliły na bardziej eleganckie poprowadzenie połączeń na płycie obwodu drukowanego.

Tab. 3. Zestawienie stanów sterowników Nixie

Wejście				(54/74)141	(54/74)41	(54/74)41A	(54/74)41B
D	C	B	A	Wyjście	Wyjście	Wyjście	Wyjście
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	1	0	2	2	2	2
0	0	1	1	3	3	3	3
0	1	0	0	4	4	4	4
0	1	0	1	5	5	5	5
0	1	1	0	6	6	6	6
0	1	1	1	7	7	7	7
1	0	0	0	8	8	8	8
1	0	0	1	9	9	9	9
1	0	1	0	–	*	0	8
1	0	1	1	–	*	1	9
1	1	0	0	–	*	2	8
1	1	0	1	–	*	3	9
1	1	1	0	–	*	4	8
1	1	1	1	–	*	5	9

* Stan na wyjściu zmienny w zakresie 8–2 i 9–3



Rys. 3. Widok płytki z obwodem drukowanym zegara

Sterowanie neonówek odbywa się poprzez linię PB0 i tranzystor T1, każda z kontrolerek (punkty X1...X8) jest podłączona poprzez rezystor 63 k Ω do źródła wysokiego napięcia zasilającego anody lamp.

Przyciski menu zostały podłączone do portu PB2 pracującego jako wejście przetwornika ADC. Każdy z przycisków tworzy w momencie załączenia inny dzielnik napięcia (razem z rezystorem R21) na wejściu przetwornika, co jednoznacznie określa, który, lub które przyciski zostały naciśnięte. Funkcje poszczególnych przycisków są następujące:

- S1 - menu/kolejna nastawa/zapis do pamięci
- S2 - zwiększenie aktualnej wartości
- S3 - zmniejszenie aktualnej wartości

Mikrokontroler jest taktowany z wewnętrznego oscylatora RC i pracuje na ustawieniach fabrycznych (CKSEL=0010 i CKDIV8 zaprogramowany), co daje w konsekwencji sygnał zegarowy o częstotliwości 1 MHz.

Łącznikiem pomiędzy mikrokontrolerem i sterownikami lamp został układ PCF8574T. Wersja zakończona literami AT posiada inaczej kodowany adres bazowy i w wypadku zastosowania takich układów wymagana jest korekta w listingu programu parametru `Ic_1w`. Każdy z układów PCF8574 obsługuje dwie lampy, co wiąże się z koniecznością przesłania do niego w jednym bajcie zakodowanych wartości dla dwóch dekodów 74141. Czynność tę wykonuje podprogram `Replace`. Ponieważ w zegarze pracują trzy układy ekspanderów, koniecznym było przydzielenie im odpowiednich adresów - podpięcie wypro-

wadzeń adresowych A0, A1 i A2 do masy, albo plusa zasilania.

Zasilacz został zrealizowany na dwóch identycznych transformatorach. Rozwiązanie tego typu zapewnia odseparowanie zegara od sieci elektrycznej wraz z użyciem wysokiego napięcia dla wskaźników. Napięcie zasilające do cyfrowej części zegara dostarcza układ ze stabilizatorem IC12.

Dodatkowy czujnik temperatury LM75, połączony z płytą zegara za pomocą przewodów, pozwala mierzyć temperaturę otoczenia. Odczyt temperatury z układu RTC, jak również z mikrokontrolera (ATtiny25 posiada wbudowany czujnik temperatury) dostarcza informacji o warunkach panujących na płytce zegara.

Zegar zmontowano na płytce drukowanej przedstawionej na rys. 3.

Opis działania programu

Jak w każdym programie, na początku deklarujemy typ mikrokontrolera, dla którego będzie kompilowany program. Następnie określamy częstotliwość sygnału zegarowego. Kolejne kroki to deklaracja portów wejścia i wyjścia. W tym wypadku określamy, do których pinów jest dołączona magistrala I²C oraz jakim sygnałem będą sterowane neonówki („Dot”). Kolejne wpisy do rejestrów konfigurują sposób pracy przetwornika ADC (napięcie zasilania jako źródło napięcia referencyjnego, sygnał badany pobierany z kanału ADC1 - PB2), przełączając wejście z trybu cyfrowego w tryb analogowy (rejestr `Didr0`) oraz uruchamiają tryb konwersji i sposób komunikowania się z programem. Podobnie sytuacja wygląda dla układu `Timer0` skonfigurowa-

nego do pracy jako zwykły timer z preskalerem 1/1024. W obsłudze przerwania sprawdzana jest wartość odczytana z przetwornika ADC (obsługa klawiatury) i zwiększany jest licznik pracy, w takt którego są wyświetlane określone informacje. Następnie deklarowane są zmienne wykorzystywane w podprogramach, a po nich występują same podprogramy. Przed skokiem do pętli głównej zostaje uruchomione przerwanie od `Timer0` i następuje jego inicjalizacja poprzez wpisanie do rejestru `Tcnt0` określonej wartości. Zapisywane są również dane konfiguracyjne do układu DS1629. W pętli głównej program sprawdza wartość zmiennej `Glob`, która opisuje sposób pracy całego zegara. Mamy tu następujące przypadki:

`Glob=0` - normalna praca zegara charakteryzowana przez parametr `Licz` określający zależność czasową pomiędzy prezentacją czasu, daty i temperatury,

`Glob>0` - tryb ustawiania zegara/datownika i wpisywania danych do pamięci RTC.

Każde naciśnięcie przycisku `S1` zwiększa zmienną `Glob`, powodując tym samym przeskakiwanie po kolejnych ustawianych parametrach. W trybie programowania wyłączone są neonówki. Z ustawień zegara zostały wyłączone sekundy, które po zapisaniu do pamięci układu ustawiane są na „00”. Program zawarty w `list. 1` po skompilowaniu zajmuje 97% pamięci programu. Można oczywiście zastosować mikrokontroler z większym rozmiarem pamięci (ATtiny45/ATtiny85) i dodać kolejne funkcje (np. budzik, termostat, obsługę pilota itd.)

Jarosław Sieracki
jarek_sieracki@o2.pl