

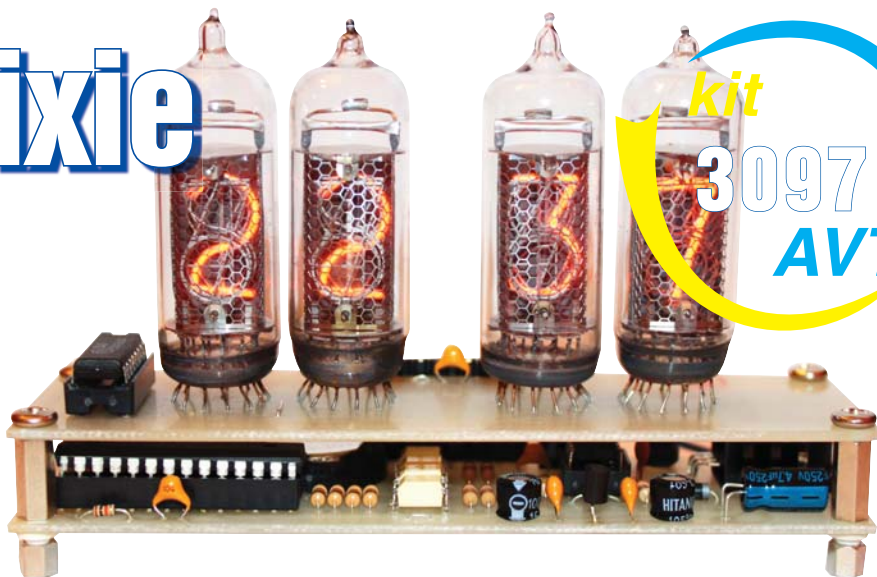


# Zegar nixie



Pierwsze lampy nixie pojawiły się już w połowie dwudziestego wieku. Przez wiele lat stosowane we wszelkiej aparaturze, zostały wyparte przez nowsze wyświetlacze VFD oraz LED. Przez kilkadziesiąt lat zapomniane, powtórnie wróciły do wykorzystania w projektach retro wśród elektroników hobbystów jak również szerszego grona odbiorców, dzięki pojawiającym się coraz częściej projektom komercyjnym.

Niniejszy projekt pełni funkcję zegara retro, który może ozdobić każde wnętrze. Zegar nie wyświetla sekund, co zmniejsza wymiary oraz koszty wykonania projektu. Może być zasilany wtyczkowym zasilaczem 12V o wydajności prądowej minimum 150mA.



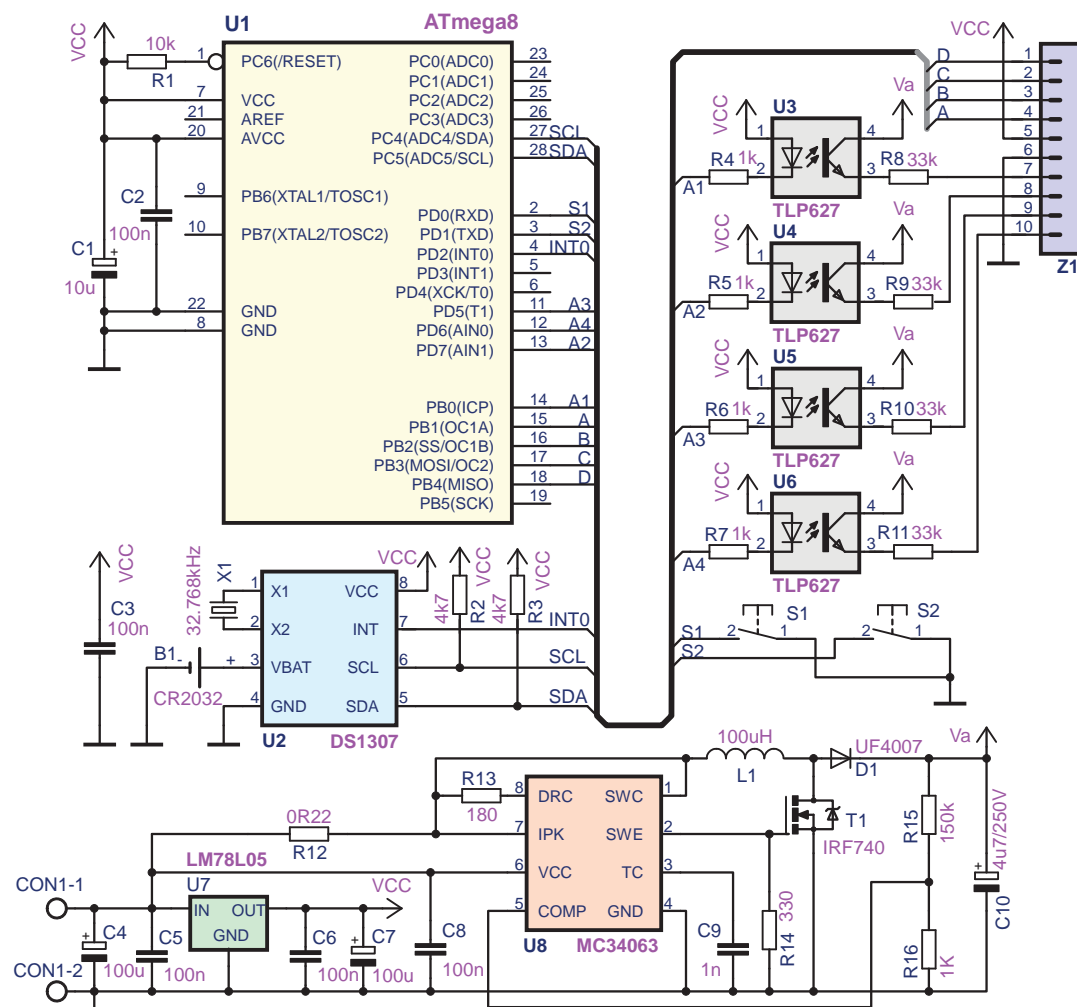
## Lampy nixie

Lampy nixie należą do grupy lamp gazowych wypełnionych gazem szlachetnym, zazwyczaj neonem. Najczęściej w ich skład wchodzi 10 katod w kształcie cyfr od 0 do 9 oraz anoda w postaci kubka i siatki lub samej siatki otaczającej warstwę katod. Podanie odpowiednio dużego

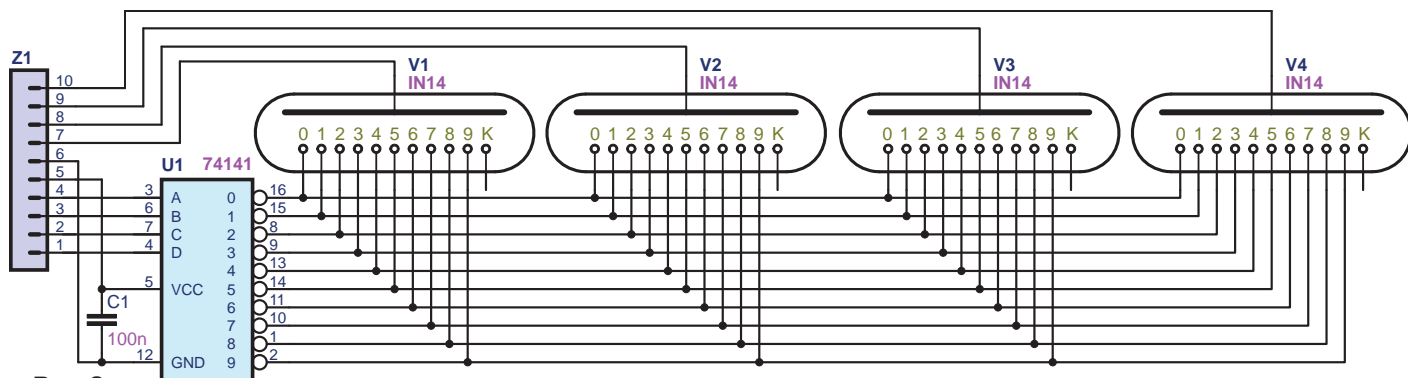
napięcia między anodą i jedną z katod powoduje zapłon wyładowania jarzeniowego i pojawienie się poświaty w pobliżu katody odwzorowującej jej kształt. Po zjonizowaniu gazu napięcie między anodą i katodą spada do nieco niższej wartości zwanej napięciem pracy, dlatego w szereg z anodą włącza się rezystor ograniczający prąd. Zbyt duży prąd anodowy może znacznie zmniejszyć żywotność, a nawet uszkodzić lampę. Po obniżeniu napięcia gaśnięcia gaz zostaje zdejonizowany i znika poświata przy katodzie.

Wyróżnia się lampy z odczytem czołowym, w których katody są ustawione równolegle do cokołu lampy oraz lampy z odczytem bocznym, w których katody są ustawione prostopadłe do cokołu. Oprócz lamp

Rys. 2



Fot. 1



Rys. 3

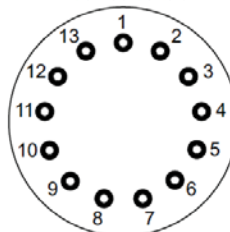
nie zawierających 10 katod w kształcie cyfr, spotyka się lampy zawierające dodatkowo przecinek z lewej lub prawej strony oraz z dwóch stron jednocześnie. Istnieją również tzw. lampy znaku, w których katody są w kształcie liter bądź znaków (+ ~ μA °C). Żywotność lamp nixie mieści się w przedziale 5000–100 000 godzin, zależnie od producenta. Pierwszymi objawami zużycia lampy jest efekt zatracenia katody objawiający się niepełnym świeceniem cyfry (efekt ten przedstawiono na **fotografii 1**). Efekt ten można zniwelować, zwiększając prąd anodowy poprzez zmniejszenie wartości rezystora anodowego.

## Opis układu

Zegar składa się z dwóch modułów: sterującego oraz wyświetlającego. Na **rysunku 2** przedstawiono schemat ideowy modułu sterującego a na **rysunku 3** modułu wyświetlającego. Najważniejszym elementem układu jest mikrokontroler ATmega8, pracujący na wewnętrznym oscylatorze RC o częstotliwości 1MHz. Rezystor R1 o wartości 10kΩ podciąga wyprowadzenie Reset do Vcc, aby mikrokontroler nie został zresetowany przez zakłócenia podczas pracy. Do odmierzenia czasu zastosowano układ RTC DS1307 z interfejsem komunikacyjnym I2C. Do odmierzenia czasu układ

wykorzystuje popularny rezonator kwarcowy 32,768kHz, dlatego dokładność zegara wynika bezpośrednio z jakości zastosowanego rezonatora. Wyjścia układu są typu otwarty kolektor, dlatego linie sygnałowe SCL i SDA zostały podciągnięte do VCC przez rezystory 4,7kΩ. Na wyjściu SQW jest generowany sygnał prostokątny o częstotliwości 1Hz, służący do synchronizacji odczytywania i wyświetlania danych. Do podtrzymywania napięcia układu RTC służy bateria CR2032. Układ U7 wraz z zestawem elementów zewnętrznych stabilizuje napięcie 5V do zasilania części cyfrowej termometru. Ze względu na wysokie napięcie zapłonu lamp nixie zastosowano przetwornice zaporową podwyższającą napięcie z układem MC34063.

widok od cokołu



przód lampy

Rys. 4

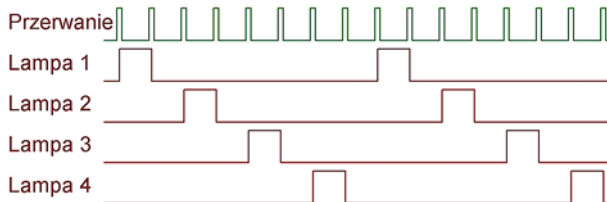
Wyprowadzenie	Funkcja
1	Anoda
2	Katoda (lewy przecinek)
3	Katoda (1)
4	Katoda (2)
5	Katoda (3)
6	Katoda (4)
7	Katoda (5)
8	Katoda (6)
9	Katoda (7)
10	Katoda (8)
11	Katoda (9)
12	Katoda (0)
13	Katoda (prawy przecinek)

Typ	IN14 (IH14)
Wysokość lampy	55mm
Szerokość lampy	19mm
Wysokość cyfry	18mm
Napięcie zapłonu	170V
Typowe napięcie pracy	145V
Typowy prąd anodowy	2,5mA

Rys. 5

tranzystora dławik L1 magazynuje energię w polu magnetycznym. Po zatkanie tranzystora w cewce indukuje się napięcie, dodające się do napięcia zasilania, na skutek czego dioda D1 zaczyna przewodzić, doładowując kondensator do napięcia wyższego niż wyjściowe. Dzielnik napięcia R15, R16 tworzy pętlę sprzężenia zwrotnego, dzięki której układ utrzymuje stabilnie napięcie wyjściowe. Do

Rys. 7

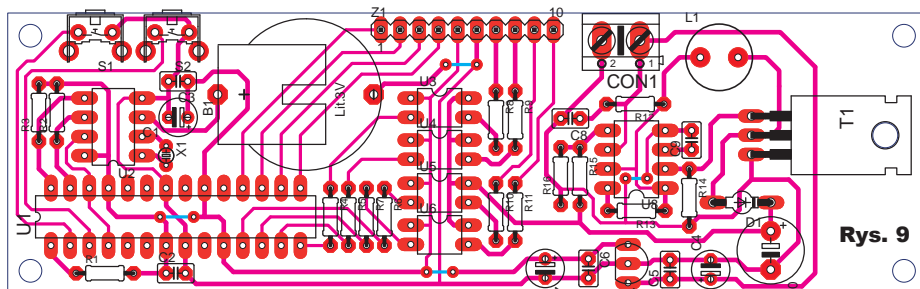


R E K L A M A

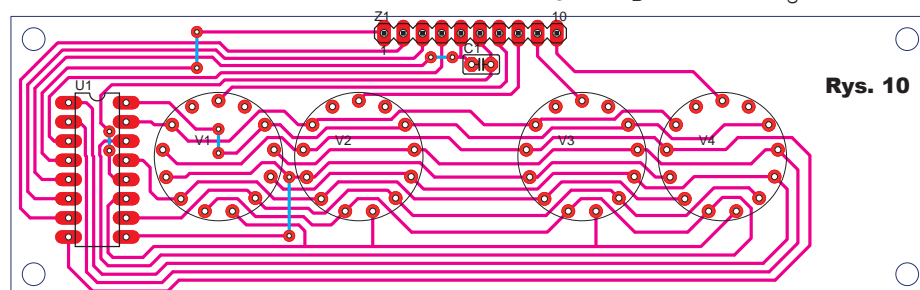
wyświetlania czasu wykorzystano radzieckie lampy z odczytem bocznym IN14 (ros. ИИ14) o napięciu zapłonu 170V. Na **rysunku 4** przedstawiono opis cokołu lampy, a na **rysunku 5** najważniejsze parametry. Sterowanie lamp zostało zrealizowane w sposób dynamiczny, z użyciem dedykowanych sterowników 74141 (zawierających dekodery BCD/1 z 10 oraz tranzystory wysokonapięciowe) oraz transoptorów wysokonapięciowych przełączających lampy. Rezystory R4–R7 ograniczają prąd diod LED transoptorów, a rezystory R8–R11 ograniczają prąd anodowy lamp. Multipleksowanie zostało zrealizowane z częstotliwością 217Hz (1MHz/256/9/2), co daje ponad 50Hz na pojedynczą lampę.

**Oprogramowanie.** Program dla mikrokontrolera został napisany w języku BASCOM AVR. Kod źródłowy wraz z dokumentacją płytek jest dostępny w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru. W przypadku dynamicznego sterowania lampami nixie często można zauważyć widoczny na **fotografii 6** efekt „duchów”, czyli lekko świejących cyfr, które w danej chwili powinny być wyłączone. Choć przyczyną może być uszkodzony układ sterujący, zły dobór parametrów zasilania lampy czy błędne zaprojektowanie płytki PCB, to jednak w większości przypadków wina leży po stronie błędnie napisanego programu. Niezeroy czas dejonizacji lamp nixie oraz opóźnienia włączenia i wyłączenia wyświetlaczy spowodowane zastosowanymi transoptorami TLP627 w przypadku tradycyjnej realizacji multipleksowania (tj. wyłączenie poprzedniej lampy, ustawienie odpowiedniej cyfry i włączenie kolejnej w jednym podprogramie przerwania) spowodowałyby bardzo nieprzyjemny efekt. W celu uniknięcia powyżej opisywanego efektu zwiększono dwukrotnie częstotliwość wywoływania podprogramu przerwania odpowiedzialnego za multipleksowanie, jednocześnie ustawiając i włączając lampę w nieparzystych cyklach a w parzystych wyłączeniu. Na **rysunku 7** przedstawiono wykres czasowy przedstawiający ideę sterowania. Czas pomiędzy wyłączeniem wcześniejszej lampy a włączeniem kolejnej jest na tyle duży, że nawet maksymalne opóźnienie transoptora oraz czas dejonizacji lampy nie wprowadza nieoczekiwanych efektów. Na **rysunku 8** przedstawiono rejestr układu DS1307. Przerwanie INT0 jest wywoływane

Adres	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	Funkcja	Zakres
00h	CH	10 Sekund			Sekundy		Sekundy		00–59	
01h	0	10 Minut			Minuty		Minuty		00–59	
02h	0	12	10 Godzin	10 Godzin	Godziny		Godziny		1–12 +AM/PM	
		24	PM/AM							
03h	0	0	0	0	0	Dzień tygodnia		Dzień tyg	01–07	
04h	0	0	10 Dnia		Dzień		Dzień		01–31	
05h	0	0	0	10 Miesiąca	Miesiąc		Miesiąc		01–12	
06h	10 Roku			Rok		Rok		Rok	00–99	
07h	OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0	Sterowanie	—
08h–3Fh								RAM 56 x 8		00h–FFh



Rys. 9



Rys. 10

na opadającym zboczku sygnału generowanego przez układ RTC. W podprogramie przerwania ustawiana jest jedynie flaga, pozwalająca na odczyt i konwersję danych z układu w programie głównym. Takie rozwiązanie synchronizuje odczyt i wyświetlanie aktualnego czasu, a dodatkowo eliminuje ryzyko nachodzenia na siebie przerwań, co skutkowałoby migotaniem lamp (przerwanie zewnętrzne od INT0 ma wyższy priorytet niż przerwanie od TIMER0 w hierarchii przerwań). W programie głównym zrealizowano również proces ustawiania zegara, który blokuje przerwanie INT0 (a więc również odczyt czasu) i wchodzi do nieskończonej pętli, z której wychodzi po ustawieniu czasu przez kliknięcie przycisku wprowadzającego w opisywany stan. Po wyjściu z ustawień dane są zapisywane do układu RTC z jednoczesnym zerowaniem sekund. Każdorazowo przy

zaniku zasilania układu mikrokontroler konfiguruje zegar RTC, ustawiając układ na generowanie sygnału prostokątnego o częstotliwości 1Hz w rejestrze pod adresem 07h oraz zerując bit CH pod adresem 00h.

## Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy modułu sterującego przedstawiono na **rysunku 9** a wyświetlającego na **rysunku 10**. Kolejność wlotowywania elementów nie jest krytyczna, ale warto zacząć od najmniejszych aż po największe. Podczas montażu należy pamiętać, aby wlotować wszystkie zworki. Pod mikrokontroler i pod pozostałe układy scalone najlepiej zastosować odpowiednie podstawki. Aby zaprogramować mikrokontroler, należy wgrać plik *wsad.hex* (dostępny w Elportalu) do pamięci FLASH mikrokontrolera za pomocą dowolnego programatora dla mikrokontrolerów AVR na przykład STK200/300 lub STK500. Fusebitów nie trzeba ustawiać, ponieważ układ opiera

Fot. 11





się na ustawieniach fabrycznych. Należy pamiętać, aby użyć metalizowanego rezystora jako zabezpieczenia przed przekroczeniem prądu szczytowego  $I_{pk}$  przetwornicy (tj. rezystor R12). Kondensator C10 najlepiej wlutować „na leżąco”, aby zmieścił się między płytką sterującą a płytką zawierającą lampy. Z tego samego powodu należy użyć kondensatorów miniaturowych.

Na tranzystor T1 należy koniecznie zastosować radiator TO-220. Zamiast układu 74141 można zastosować łatwiej dostępny radziecki odpowiednik K155ID1 (ros. K155ИД1). Na samym końcu należy wlutować lampy. Najlepiej umieścić je na specjalnych podstawkach, z którymi były produkowane (fotografia 11). W prezentowanym układzie użyto nowych lamp nixie (tzn. NOS – *New Old Stock*), dlatego prąd, jaki jest potrzeby do zaświecenia lampy, jest mniejszy. Stosując używane lampy można zauważyć efekt zatrucia katody, spowodowany zużyciem lamp. Aby zniwelować ten efekt, wystarczy zwiększyć prąd anodowy, zmniejszając rezystancję rezystorów anodowych. Po wlutowaniu

## Wykaz elementów

### Moduł wyświetlający:

C1	100nF
U1	74141
V1-V4	IN14
Z1	listwa goldpinów 10pin

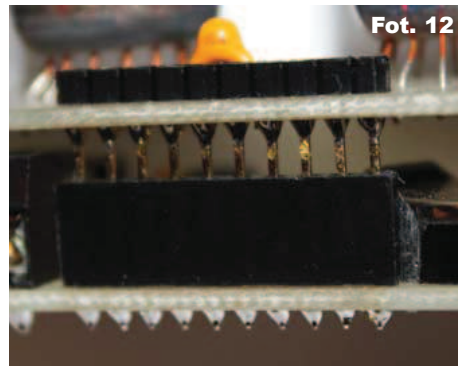
### Moduł sterujący:

R1	10kΩ
R2, R3	4,7kΩ
R4-R7	1kΩ
R8-R11	33kΩ
R12	0,22Ω

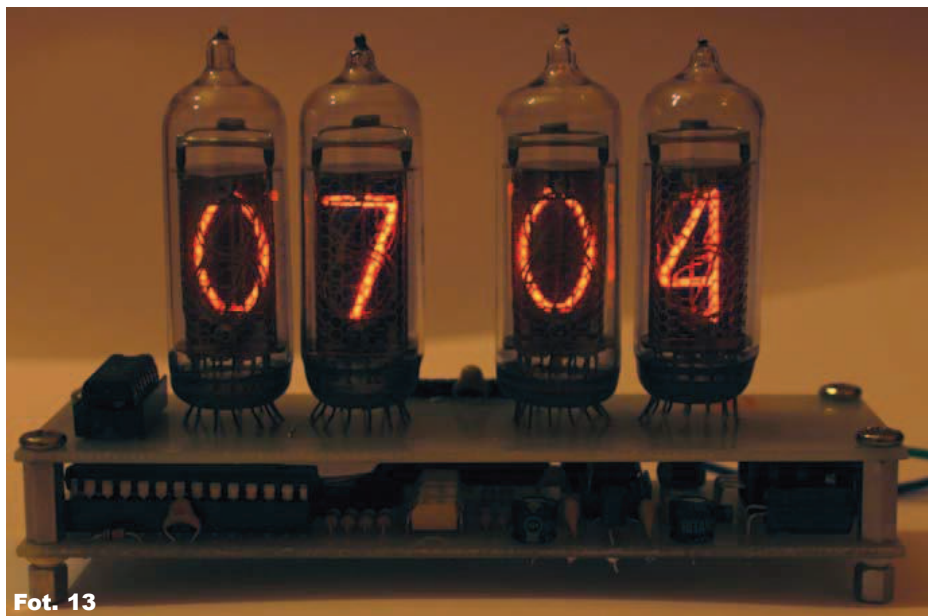
R13	180Ω
R14	330Ω
R15	150kΩ
R16	1kΩ
C1	10μF/16V
C2, C3, C5, C6, C8	100nF
C4, C7	100μF/16V
C9	1nF
C10	4,7μF/250V
L1	100μH/0,8A
D1	UF4007
T1	IRF740

U1	ATmega8
U2	DS1307
U3-U6	TLP627
U7	LM78L05
U8	MC34063
B1	podstawka pod CR2032
CON1	złącze śrubowe ARK500/2
S1, S2	przyciski typu microswitch
X1	32,768kHz
Z1	gniazdo na goldpiny 10pin

**Płytką drukowaną jest dostępna w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3097.**



Fot. 12



Fot. 13

wszystkich elementów należy połączyć obie płytki listwą goldpinów. Najlepiej użyć listwy wtyków oraz listwy gniazd, aby w dowolnym momencie można było rozdzielić płytki. Na fotografii 12 przedstawiono sposób połączenia obu płytek PCB. Zegar powinien być zasilany stałym napięciem 12V, choć małe różnice napięcia nie wpłyną negatywnie na jego dzia-

łanie. Po uruchomieniu urządzenia trzeba na początku ustawić aktualny czas. W tym celu należy wcisnąć pierwszy przycisk S1 i poczekać, aż na pierwszych dwóch lampkach pojawi się aktualna godzina, a na dwóch kolejnych zera. Za pomocą drugiego przycisku można zwiększyć liczbę godzin. Zegar pracuje w trybie 24-godzinny. Po ustawieniu godzin należy powtórnie wcisnąć krótko przycisk S1 i dokonać analogicznie ustawienia minut. Aby wyjść z ustawień, wystarczy krótko wcisnąć pierwszy przycisk. Wyjściu z ustawień towarzyszy zapis danych do układu RTC oraz wyzerowanie sekund, dlatego aby dokładnie ustawić zegar, należy poczekać na wyzerowanie sekund w zegarze wzorcowym. Układ jest wyposażony w baterię CR2032 podtrzymującą zasilanie układu RTC, dlatego nawet po długim wyłączeniu zasilania zegar będzie działał prawidłowo. Zegar bardzo dobrze komponuje się w drewnianej obudowie. Na fotografii 13 przedstawiono zdumiewający wygląd zegara nixie, jaki można zaobserwować przy słabym oświetleniu.

## UWAGA!

**Nóżka 26 procesora (PC3) powinna być niepodłączona! Płytką drukowaną została jednak tak zaprojektowana, że pod tym wyprowadzeniem przechodzi inne połączenie. Dlatego podczas montażu należy albo podgiąć nóżkę 26 procesora, albo osunąć z podstawki wyprowadzenie 26, by końcówka ta pozostała niepodłączona.**

R E K L A M A

Krzysztof Gońka  
krzysztof.gonka@interia.pl