

Termometr analogowy z lampą Nixie

**AVT
5452**

Pierwsze lampy Nixie pojawiły się już w połowie dwudziestego wieku. Przez wiele lat stosowano je w różnej aparaturze, ale zostały wyparte przez nowsze wyświetlacze VFD oraz LED. Przez kilkadziesiąt lat zapomniane powtórnie wróciły do łask w projektach retro elektroników hobbystów, jak również szerszego grona odbiorców, dzięki pojawiającym się coraz częściej projektom komercyjnym.

Rekomendacje: termometr o niesamowitym wyglądzie uatrakcyjni niejedno wnętrze.

Niniejszy projekt pełni rolę analogowego, elektronicznego termometru retro. Dzięki zastosowaniu czujnika DS18B20 mającego maksymalną rozdzielczość pomiaru 12 bitów można mierzyć temperaturę z dużą dokładnością w szerokim zakresie, zależnie od zastosowanej skali. Prezentowany termometr jest szczególnie polecany miłośnikom elektroniki retro, którym znudziły się termometry cyfrowe.

Barografy Nixie

Barografy Nixie są lampami wskaźnikowymi, w których długość poświaty przy katodzie zależy od prądu anodowego przepływającego przez lampę. Od lamp Nixie różnią się budową, chociaż zasada ich działania opiera się na tych samych zjawiska fizycznych. Zawierają anodę i katodę lub anodę i dwie katody (katodę główną i katodę sterującą) zamknięte w cienkiej szklanej rurce wypełnionej gazem szlachetnym pod ciśnieniem. Barografy Nixie mają niższe napięcie zapłonu, gaśnięcia oraz pracy w porównaniu z wyświetlaczami (lampami) cyfrowymi Nixie. Napięcie zapłonu dla lamp IN13 wynosi około 140 V, a napięcie pracy 94...99 V. Długość poświaty przy katodzie jest liniowo zależna od prądu anodowego. Po zwiększeniu prądu lampy wchodzi w nasycenie (zwiększa się prąd anodowy, a długość zostaje na stałym poziomie maksymalnym). Po wejściu w nasycenie zwiększa się jedynie intensywność poświaty przy katodzie, a zmniejsza żywotność lampy. Z tego powodu nigdy nie powinno się wprowadzać lampy w nasycenie.

Opis układu

Schemat ideowy termometry pokazano na rysunku 1. Sercem układu jest mikrokontroler ATtiny2313 pracujący z użyciem wewnętrznego oscylatora RC o częstotliwości 1 MHz. Jako czujnik temperatury zastosowano popularny układ scalony DS18B20 umożliwiający

liwiający pomiar w zakresie od -55 do 125°C z rozdzielczością maksymalną 12 bitów. Układ U1, wraz z zestawem elementów zewnętrznymi, stabilizuje napięcie 5 V służące do zasilania części cyfrowej termometru.

Ze względu na wysokie napięcie zapłonu lampy zastosowano przetwornice zaporową podwyższającą napięcie na kontrolerze MC34063. Tranzystor MOSFET T1 wraz z rezystorem R3 rozładowującym bramkę pełni rolę klucza. Podczas przewodzenia tranzystora dławik L1 magazynuje energię w postaci pola magnetycznego, a dioda D1 jest spolaryzowana zaporowo zabezpieczając kondensator C7 przed rozładowaniem. Po otwarciu tranzystora w cewce indukuje się napięcie dodające się do napięcia zasilania na skutek, czego dioda zaczyna przewodzić doładowując kondensator do napięcia wyższego niż wyjściowe. Rezystorowy dzielnik napięcia R4, R5 jest elementem pętli sprzężenia zwrotnego, dzięki której przetwornica utrzymuje stabilne napięcie wyjściowe.

Do wyświetlania temperatury zastosowano – pokazany na fotografii 2 – radziecki barograf Nixie IN13 (ИН13) o napięciu zapłonu 140 V. Do sterowania lampą służy regulowane źródło prądowe składające się

W ofercie AVT* AVT-5452 A

Podstawowe informacje:

- Zasilanie +12 V DC/maks. 250 mA.
- Zakres mierzonej temperatury +10...+44°C (pomiar temperatury pokojowej).
- Wskaźnik Nixie – lampka IN13.
- Czujnik temperatury DS18B20.
- Układ scalony mikrokontrolera ATtiny2313.
- Jednostronna płytka drukowana.

Dodatkowe materiały na FTP:

<ftp://ep.com.pl>, user: 31063, pass: 8iyw2174

• wzory płytek PCB

Projekty pokrewne na FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

Projekt 210 Termometr pokojowy z lampami Nixie (EP 10/2013)

AVT-5390 Zegar w stylu retro z lampami Nixie typu Z570M/Z573M (EP 4/2013)

Projekt 208 Zegar Nixie z jedną lampą (EP 3/2013)

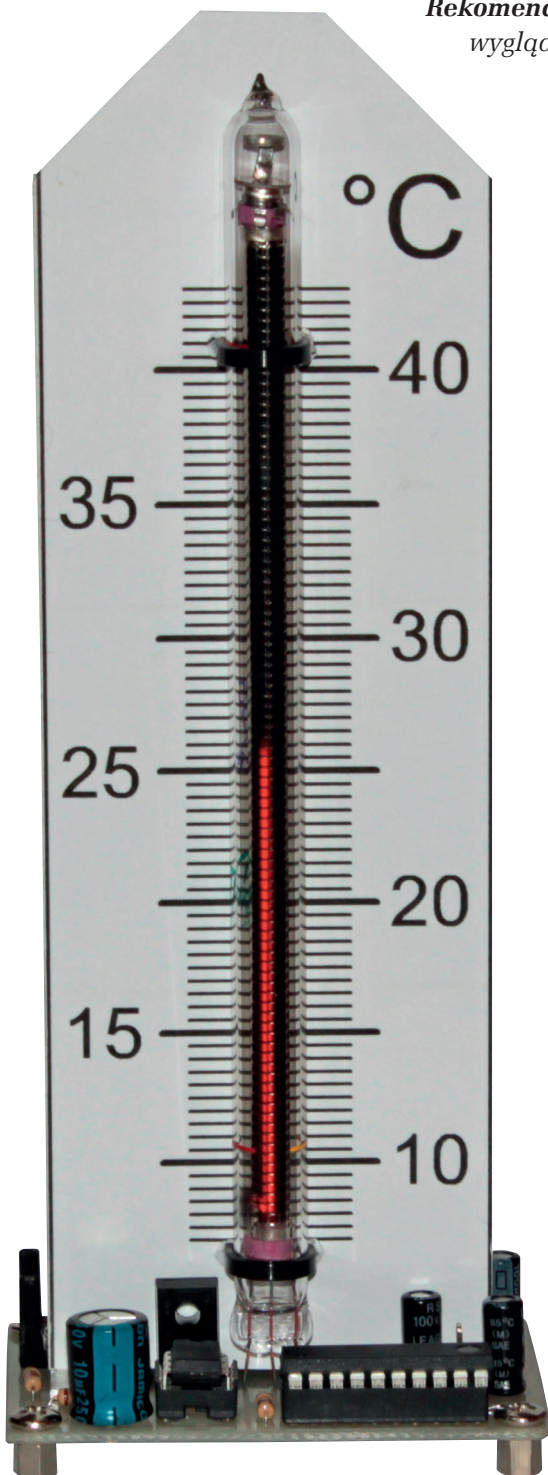
AVT-5145 Zegar retro na lampach Nixie (EP 9/2008)

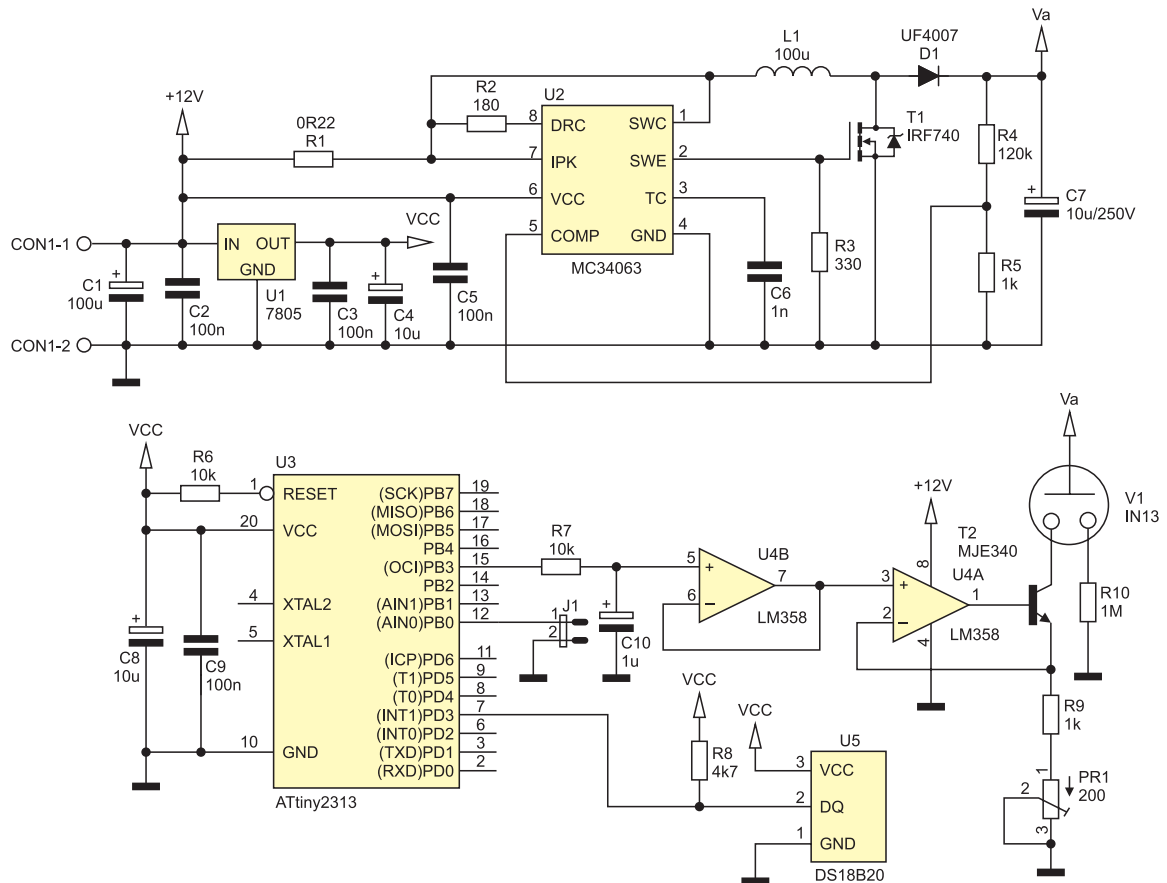
AVT-521 Zegar Nixie dla oszczędnych (EP 8/2003)

* Uwaga:

Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:
AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymienionych w załączniku pdf
AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wmontowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf
AVT xxxx CD oprogramowanie (nieco spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu)

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C). <http://sklep.avt.pl>





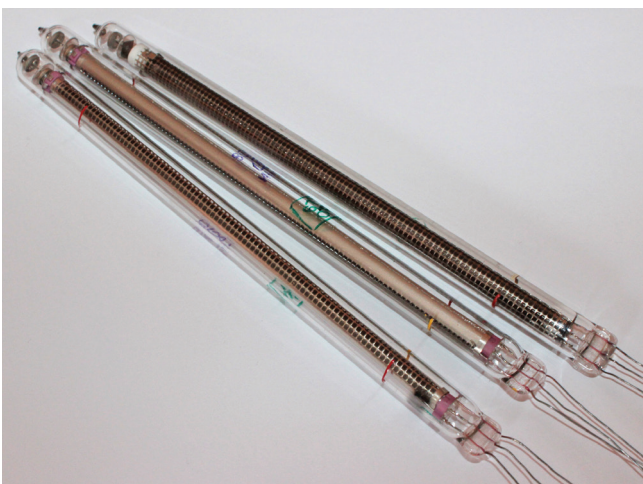
Rysunek 1. Schemat ideowy termometru z lampą Nixie

z wzmacniacza operacyjnego U4A, tranzystora wysokonapięciowego T2 oraz rezystora R9 i potencjometru kalibracyjnego. Wzmacniacz operacyjny steruje prądem bazy tranzystora T2 tak, aby spadek napięcia na rezystorze i potencjometrze był taki sam, jak napięcie na wejściu nieodwracającym. Wzmacniacz operacyjny U4B pełni rolę wtórnika napięciowego, a rezystor R7 i kondensator C10 tworzą filtr dolnoprzepustowy o bardzo dużej stałej czasowej. Po doprowadzeniu na jego wejście sygnału PWM o dużej częstotliwości kondensator jest bardzo szybko ładowany i rozładowywany, dzięki czemu harmoniczne sygnału są tłumione, a składowa stała przepuszczana. Sumę rezystancji R9

i PR1 dobrana w taki sposób, aby dla przebiegu PWM o wypełnieniu 100% (co odpowiada napięciu +5 V na wejściu U4A) uzyskać maksymalną długość poświaty. Skala termometru zaprojektowano w taki sposób, aby dla temperatury +25°C długość powiaty przy katodzie lampy wynosiła 55 mm, z czego wynika zależność liniowa: $l = 3,4 \times T - 30$. Przyjmując rozdzielczość 8-bitową generatora PWM oraz długość poświaty 65 mm dla wypełnienia 50% (PWM=127), otrzymujemy ostatecznie liniową zależność wypełnienia od temperatury: $PWM = 6,64 \times T - 58,6$. Implementacja takiej zależności niesłaby za sobą konieczność stosowania mnożenia liczb zmiennoprzecinkowych, co powoduje zwiększenie objętości jego wykonywania, dlatego stworzono stałą tablicę wartości funkcji dla argumentów od 10 do 44°C (dokładny zakres możliwych do wyświetlenia temperatur) zapisaną w pamięci Flash mikrokontrolera. Potencjometr PR1 przewidziano do korygowania rozbieżności parametrów barografów Nixie oraz do kalibracji skali.

Cyfrowy czujnik dokonuje pomiaru temperatury z rozdzielczością 12 bitów i częstotliwością 0,5 Hz (co 2 sekundy). Aby wyeliminować ewentualne błędy czujnika wprowadzono zakres akceptowanych temperatur od +10°C do +44°C. Wszystkie wartości spoza zakresu są uznawane za błędne i nie są brane pod uwagę. W związku z tym termometr nadaje się do pomiaru temperatur pokojowych. W przypadku zniszczenia lub braku czujnika, program co pewien czas zeruje interfejs 1-Wire i sprawdza czy termometr został dołączony. Wszystkie operacje konwersji temperatury oparto na przesunięciach bitowych. Część ułamkowa jest pozyskiwana w operacji reszty z dzielenia i zaokrąglana zgodnie z zasadami obowiązującymi w matematyce.

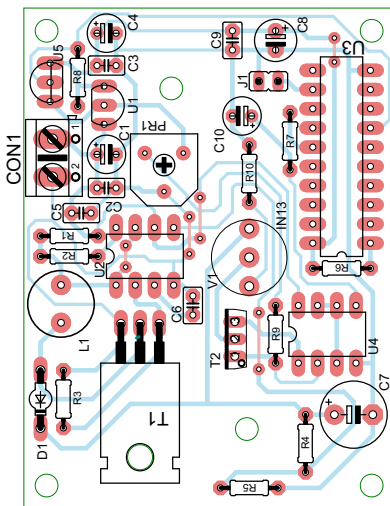
REKLAMA



Fotografia 2. Wygląd lampy IN13

Montaż i uruchomienie

Na **rysunku 3** pokazano schemat montażowy układu. Kolejność wlotowywania elementów nie jest konieczna, 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* do pamięci Flash mikrokontrolera za pomocą dowolnego programatora dla mikrokontrolerów AVR, na przykład STK200/300 lub STK500. Fusebitów nie trzeba ustawiać. Jako opornik zabezpieczający przed przekroczeniem prądu szczytowego I_{pk} przetwornicy (R12) należy użyć rezystora metalizowanego.



Rysunek 3. Schemat montażowy termometru z lampką Nixie

Wykaz elementów

Rezystory: (THT 0,5 W)

- R1: 0,22 Ω
- R2: 180 Ω
- R3: 330 Ω
- R4: 120 kΩ
- R5, R9: 1 kΩ
- R6, R7: 10 kΩ
- R8: 4,7 kΩ
- R10: 1 MΩ
- PR1: 200 Ω

Kondensatory:

- C1: 100 μF/16 V (elektrolit.)
- C2, C3, C5, C9: 100 nF
- C4, C8: 10 μF/16 V
- C6: 1 nF
- C7: 10 μF/250 V
- C10: 1 μF/16 V

Półprzewodniki:

- D1: UF4007
- T1: IRF740
- T2: MJE340
- U1: LM78L05
- U2: MC34063
- U3: ATtiny2313
- U4: LM358
- U5: DS18B20

Inne:

- L1: dławik 100 μH/0,8 A
- V1: lampka IN13
- J1: listwa goldpin 2-pin
- CON1: złącze śrubowe ARK500/2

zwanego. Na tranzystor T1 należy koniecznie zastosować radiator TO-220.

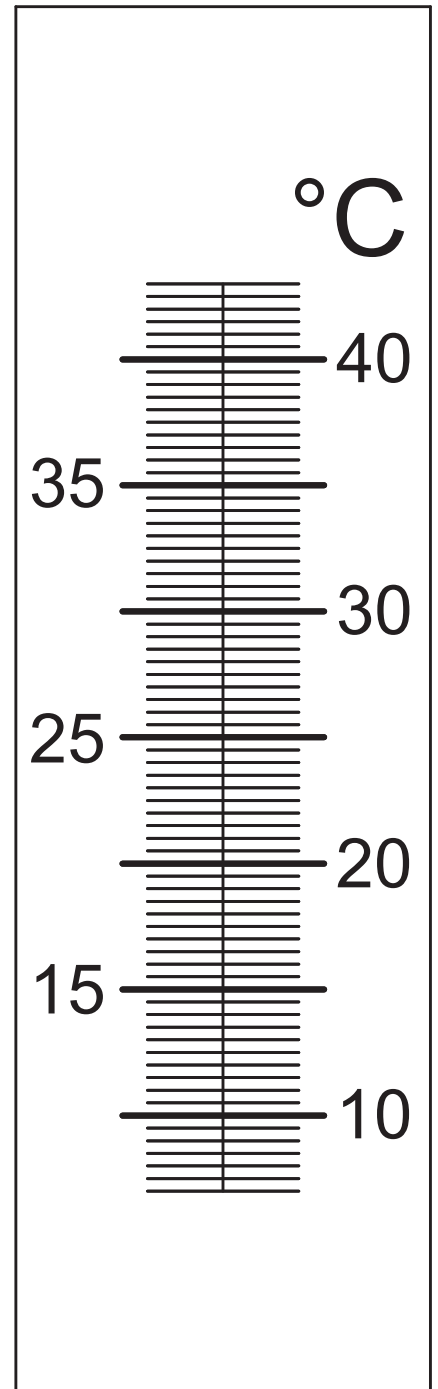
Czujnik temperatury DS18B20 charakteryzuje się bardzo dużą czułością, dlatego jego pomiar może zostać zafalszowany poprzez grzejące się elementy. Aby uniknąć tego efektu, najlepiej dołączyć go za pomocą przewodu wlotującego specjalne gniazdo z tyłu układu. Na **rysunku 4** pokazano propozycję wykonania skali do termometru. Odpowiednią podstawkę pod lampę najlepiej wykonać z blachy aluminiowej. Skalę można przykleić za pomocą taśmy dwustronnej. Na **fotografii 5** pokazano zamontowany układ z podstawką i skalą.

Po wlotowaniu wszystkich elementów należy skalibrować termometr. W tym celu należy włożyć zworkę w złącze J1, co spowoduje wyświetlanie temperatury 25°C. Jeśli jest wskazywana inna temperatura, to należy wyregulować wskazanie za pomocą potencjometru PR1. Po skalibrowaniu urządzenia wystarczy wyciągnąć zworkę i termometr jest gotowy do pracy. Należy pamiętać, że wszystkie zmiany pozycji potencjometru w trakcie pracy mogą rozkalibrować układ.

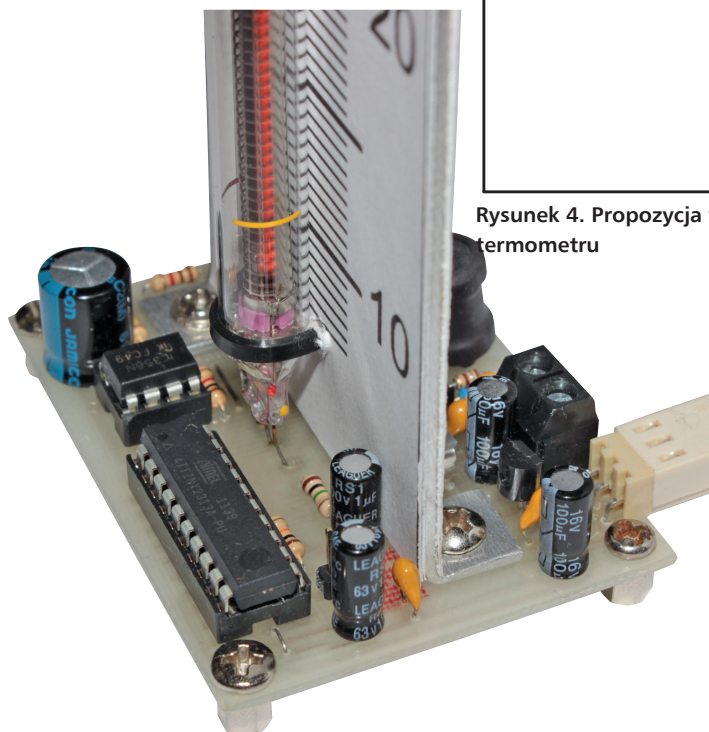
Termometr powinien być zasilany napięciem stałym +12 V, choć małe różnice napięcia zasilania nie wpłyną negatywnie na jego działanie. Może zastosować np. zasilacz wtyczkowy 12 V DC o wydajności prądowej minimum 250 mA. Ze względów bezpieczeństwa a także walorów estetycznych termometr najlepiej umieścić w drewnianej obudowie.

Termometr jest przeznaczony do pomiaru temperatury pokojowej. Aby wykorzystać go do pomiaru większego zakresu temperatury – należy zaprojektować skalę oraz zmienić program.

Krzysztof Gońka
krzysztof.gonka@interia.pl



Rysunek 4. Propozycja wykonania skali do termometru



Fotografia 5. Szczegóły montażu wskaźnika Nixie i skali