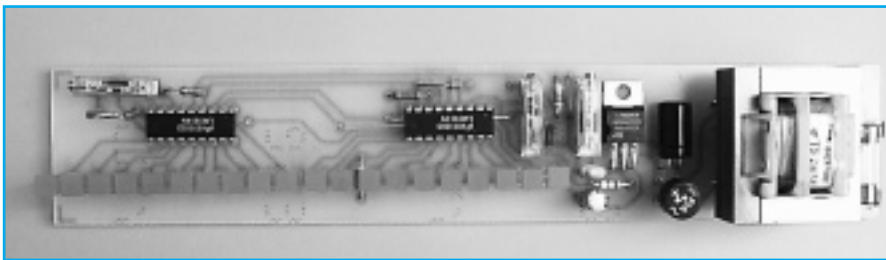


# Termometr diodowy od $-8^{\circ}\text{C}$ do $+30^{\circ}\text{C}$

Zima za pasem. O tej porze roku szczególnie przydatna staje się informacja o panującej na zewnątrz temperaturze. Do tego celu posłużyć może prezentowany w artykule termometr z linijką diodową. Dwadzieścia diod pokrywa zakres temperatur od  $-8^{\circ}\text{C}$  do  $+30^{\circ}\text{C}$  z rozdzielczością wskazań równą  $2^{\circ}\text{C}$ . Zakres ten w razie potrzeby może zostać zmieniony na inny, zawierający się w obszarze pracy zastosowanego czujnika temperatury tzn.  $-55^{\circ}\text{C}$  do  $+150^{\circ}\text{C}$ . Przykładowo po zmianie zakresu na  $+55^{\circ}\text{C}$  ÷  $+150^{\circ}\text{C}$  (z rozdzielczością  $5^{\circ}\text{C}$ ), będzie można wykorzystać termometr do wskazywania temperatury silnika w samochodzie.



## ■ Budowa i działanie

Schemat ideowy termometru przedstawiono na rysunku 1. W konstrukcji urządzenia wyodrębnić można trzy bloki: czujnika temperatury (układy US2 i US5), wskaźnika diodowego (układu US3, US4) oraz zasilania (układ US1). Do pomiaru temperatury wykorzystano układ przetwornika temperatura-napięcie typu LM 35. Czujnik ten został wyskalowany w stopniach Celsjusza, a fabryczna kalibracja zapewnia dokładność na poziomie  $1^{\circ}\text{C}$ . Nachylenie charakterystyki przetwarzania jest równe  $10,0\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ , lecz może zostać w prosty sposób zwiększone. Jest to możliwe za sprawą ciekawej architektury układu, która sprawia, że pomiędzy wyprowadzeniami  $\perp$  i WY utrzymywane jest napięcie równe  $T_{\text{OTOCZENIA}} \cdot 10,0\text{ [mV}/^{\circ}\text{C}]$ . Schemat blokowy wewnętrznej architektury układu LM 35 przedstawia rysunek 2.

W układzie termometru wykorzystano opisaną powyżej właściwość do zwiększenia napięcia wyjściowego czujnika. Dodanie dzielnika napięciowego R2, R3 + P1 zwiększyło współczynnik skali do wartości  $100\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$  zgodnie z zależnością:

$$U_{\text{WY}} = \left(1 + \frac{R3 + P1}{P2}\right) \cdot T_{\text{OTOCZENIA}} \cdot 10,0\text{ [mV}/^{\circ}\text{C}]$$

Potencjometr P1 odpowiedzialny jest za regulację czułości tzn. nachylenie cha-

rakterystyki przetwarzania. Układ US5 jest odpowiedzialny za przesunięcie napięcia wyjściowego o  $1,2\text{ V}$ . Bez niego nie byłoby możliwe poprawne przetwarzanie temperatur poniżej  $0^{\circ}\text{C}$ . Bez udziału rezystora R1 również nie byłoby to możliwe, gdyż przy temperaturach poniżej zera wyjście układu LM 35 musi być połączone z ujemnym napięciem, które w naszym przypadku stanowi masa zasilania (względem katody układu US5).

Do wskazywania temperatury wykorzystane zostały dwa połączone kaskadowo sterowniki linijki świetlnej typu LM 3914. Każdy z tych układów steruje dziesięcioma diodami świecącymi. Obydwa układy pracują w trybie „punktu świetlnego” co oznacza że w tym samym czasie świeci się tylko jedna z 20 diod.

Układ LM 3914 jest, mówiąc w uproszczeniu, dziesięciopoziomowym, liniowym woltomierzem, wskazującym napięcia pomiędzy dolnym (nóżka 4) a górnym (nóżka 6) napięciem odniesienia. Układ posiada możliwość płynnej regulacji prądu płynącego przez diody świecące oraz ma wbudowane źródło napięcia referencyjnego. Układ LM 3914 posiada jeszcze wiele ciekawych właściwości, które jednakże pominiemy ze względu na brak miejsca.

W układzie termometru za ustawianie górnego napięcia referencyjnego odpowiedzialne są elementy R6 i R4 + P3.

Wartość tego napięcia można w przybliżeniu określić z zależności:

$$U_{\text{REF HI}} \approx 1,4\text{ [V]} \cdot \left(1 + \frac{R4 + P3}{R6}\right)$$

Natomiast za ustawianie dolnej wartości napięcia referencyjnego odpowiedzialne są elementy R7, R5 i P2. Wartość tego napięcia można w przybliżeniu określić z zależności:

$$U_{\text{REF LO}} \approx U_{\text{REF HI}} \cdot \frac{P2}{R7 + R5 + P2}$$

Jak więc widać regulacja potencjometrem P2 jest zależna od ustawienia potencjometru P3.

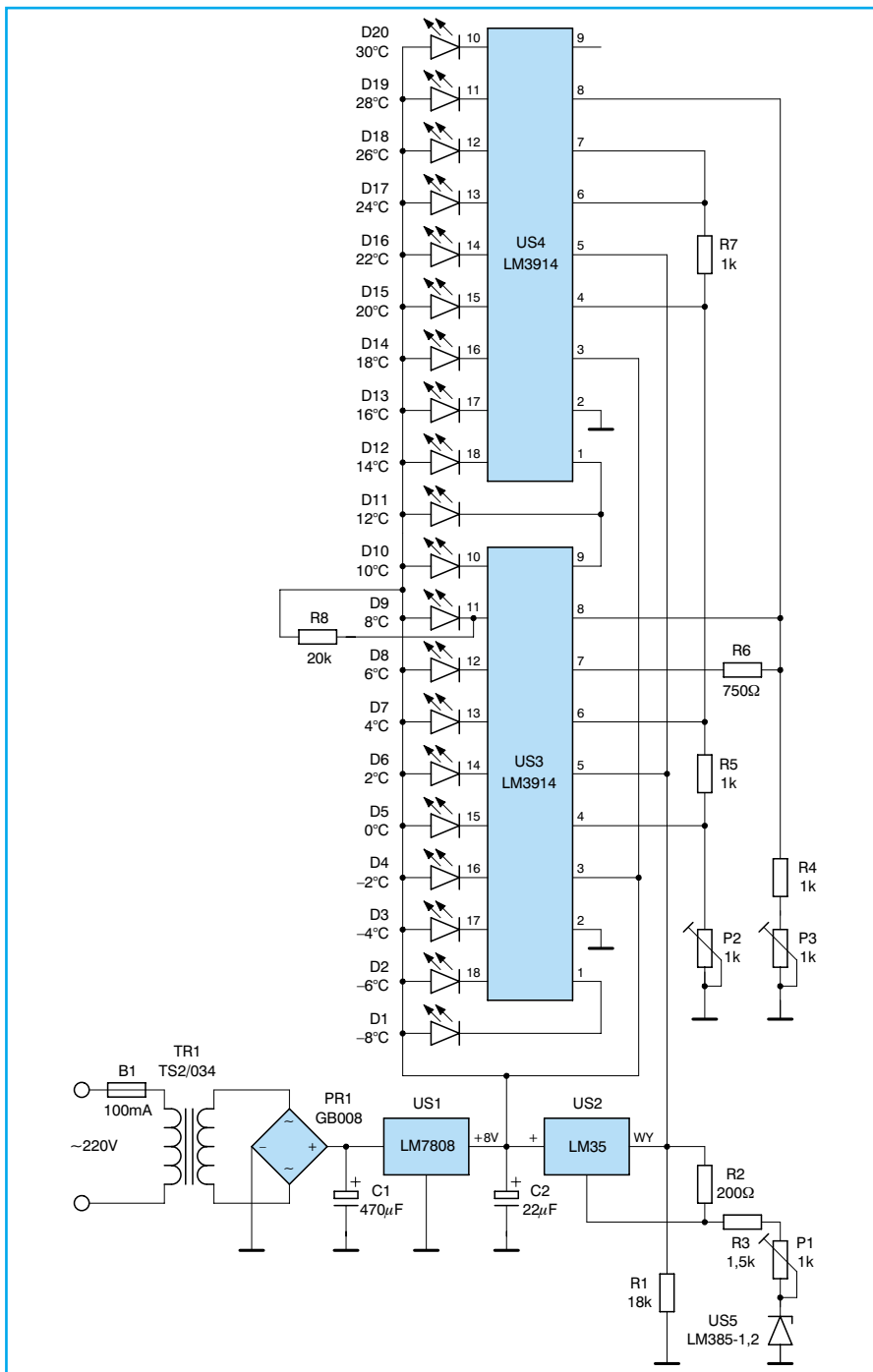
Napięcia  $U_{\text{REF HI}}$  i  $U_{\text{REF LO}}$  wyznaczają odpowiednio górny i dolny zakres wskazywanych napięć. Wartości tych napięć podaję przy opisie uruchomienia.

Termometr został wyposażony we własny zasilacz. Dostarczane przez transformator napięcie przemiennie o amplitudzie około  $10\text{ V}$  jest prostowane w mostku PR1 a następnie stabilizowane w układzie US1. Stabilizowane napięcie  $8\text{ V}$  jest wykorzystywane zarówno do zasilania linijki diodowej jak i czujnika temperatury.

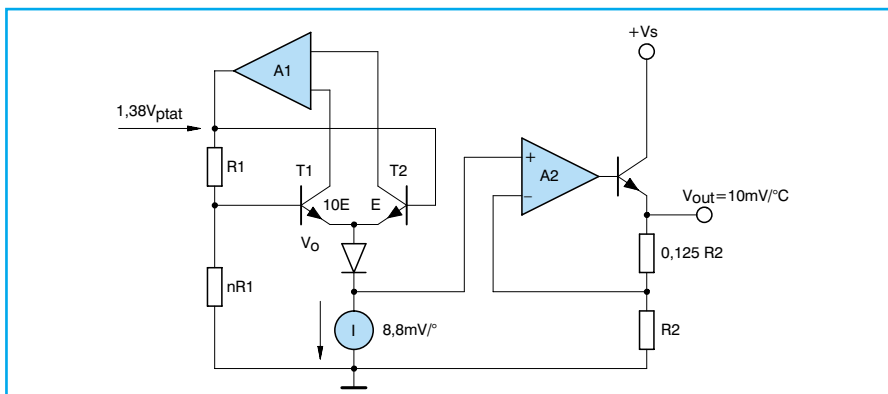
## ■ Montaż i uruchomienie

Po zamontowaniu wszystkich elementów można przystąpić do procesu strojenia i uruchamiania. Strojenie przebiega kilkuetapowo. Do zestrojenia termometru wystarczy w miarę dokładny woltomierz. Temperatura czujnika US2 podczas strojenia powinna pozostawać niezmienna. W pierwszej kolejności miernikiem ustawionym na zakres  $200\text{ mV}$  mierzymy napięcie pomiędzy wyprowadzeniami  $\perp$  i WY układu US2. Odczytana wartość pomnożona przez 100 da nam temperaturę otoczenia w stopniach Celsjusza. Następnie dołączamy woltomierz pomiędzy katodę układu US5 a wyprowadzenie WY układu US2 i potencjometrem P1 ustawiamy dziesięciokrotnie większe napięcie niż odczytane poprzednio.

Kolejnym etapem będzie ustawienie napięć odniesienia układów US4 i US5. Za regulację górnego zakresu odpowiedzialny jest potencjometr P3, a dolnego – potencjometr P2. W pierwszej kolejności ustawiamy górne napięcie odniesienia. Jeżeli zdecydowaliśmy, że maksymalna wskazywana przez termometr temperatura ma



Rys. 1 Schemat ideowy termometru



Rys. 2 Schemat blokowy układu LM 35

być równa  $+30^{\circ}\text{C}$ , to napięcie na nóżce numer 6 układu US4 powinno być równe:  $3\text{ [V]} + U_{US5} \approx 4,23\text{ [V]}$ . Regulacja dokonujemy potencjometrem P3. Dolny zakres pomiaru temperatury równy  $-8^{\circ}\text{C}$  regulujemy potencjometrem P2, ustawiając na nóżce numer 4 układu US3 napięcie:  $U_{US5} - 0,8\text{ [V]} \approx 0,43\text{ [V]}$ .

Po dokonaniu powyższych regulacji możemy sprawdzić, czy świeci się dioda świecąca odpowiadająca wyznaczonej wcześniej temperaturze. W razie potrzeby można skorygować ustawienia potencjometrów P1 ÷ P3.

Po wykonaniu tych czynności termometr jest gotowy do użycia. Czujnik temperatury można połączyć z płytką drukowaną odcinkiem trójżyłowego przewodu. Przewód ten nie powinien być jednak zbyt długi ( $< 1\text{ m}$ ), gdyż może spowodować niestabilność wskazań. W przypadku wzbudzenia się układu czujnika temperatury (będzie się to objawiało niestabilnością wskazań) można pomiędzy masę a wyprowadzenie  $\perp$  układu US5 wstawić kondensator typu MKSE o pojemności  $1\text{ }\mu\text{F}$ .

W przypadku, gdy dolny zakres mierzonych temperatur ustalimy powyżej  $+2^{\circ}\text{C}$ , można nie montować rezystora R1, a układ US5 zastąpić zworą. Wymagać to będzie jednakże przeliczenia wartości rezystancji R4 ÷ R7.

W tym miejscu warto wspomnieć o jednej właściwości układu LM 3914. Prąd obciążenia napięcia referencyjnego (nóżka nr 7) ustala wartość prądu płynącego przez diody LED, który jest w przybliżeniu dziesięciokrotnie większy. Z tego względu obciążenie wyprowadzeń nr 7 powinno być jednakowe dla układów US3 i US4.

Jeżeli zamierzamy wykorzystać termometr do pomiaru temperatury w samochodzie ( $+55^{\circ}\text{C}$  do  $+150^{\circ}\text{C}$ ), to układ US5 i rezystory R3, R4 zastępujemy zworami. Nie montujemy rezystora R1, a współczynnik skali ustawiamy potencjometrem P1 na  $25\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ . Zmieniamy wartości rezystorów R5 ÷ R7 na  $750\text{ }\Omega$ . Napięcie na nóżce 4 US3 powinno wynosić około  $1,37\text{ V}$ , a na nóżce 6 US4 około  $3,75\text{ V}$ . W przypadku konieczności ustalenia innych zakresów pomiarowych pomocne mogą się okazać podane powyżej wzory.

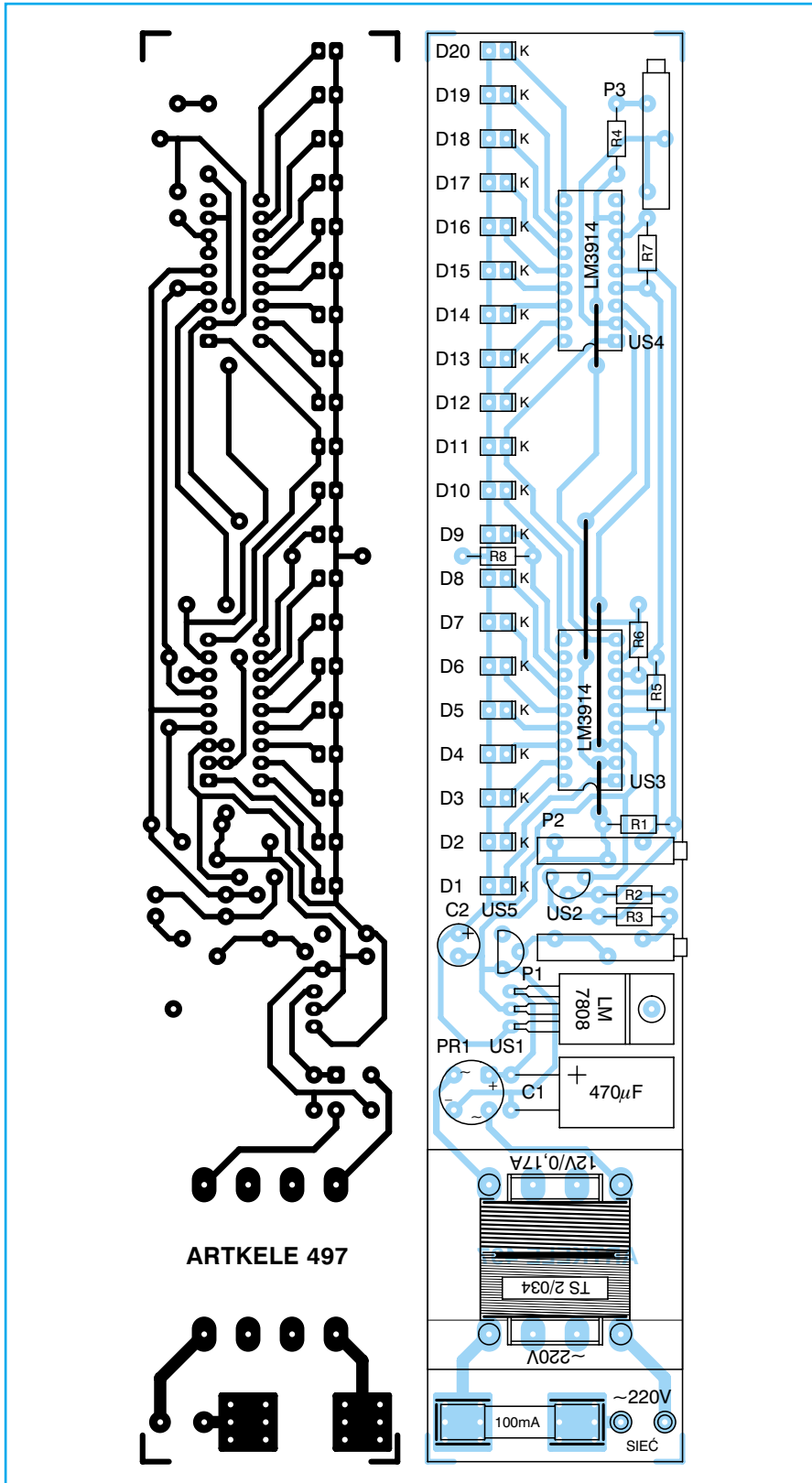
Zastosowane w termometrze diody świecące nie muszą być tego samego koloru. Diody odpowiedzialne za wskazywanie temperatury mniejszej od  $0^{\circ}\text{C}$  mogą mieć np. kolor zielony, a dioda „ $0^{\circ}\text{C}$ ” kolor żółty.

Na koniec jeszcze jedna uwaga dotycząca funkcjonowania termometru. W przypadku gdy temperatura otoczenia (czujnika) będzie wyższa od maksymalnej wskazywanej przez termometr, świeciła będzie się dioda D20. Jeżeli natomiast tempera-

tura otoczenia spadnie poniżej minimalnej wskazywanej temperatury, wszystkie diody zostaną wygaszone. O ile przekroczenie dolnego zakresu objawia się brakiem wskazania, to moment przekroczenia zakresu górnego jest praktycznie nie-

zauważalny i może wprowadzić nas w błąd. O właściwości tej warto pamiętać.

Życzę satysfakcji z używania termometru w każdym z opisanych jak i nie opisanych zastosowań.



Rys. 3 Płytką drukowaną i rozmieszczenie elementów

**Wykaz elementów**

**Półprzewodniki**

- US1 – LM 7808
- US2 – LM 35
- US3, US4 – LM 3914
- US5 – LM385-1,2
- D1 ÷ D20 – diody LED
- PR1 – mostek prostowniczy GB008

**Rezystory**

- R2 – 200 Ω/0,125 W
- R6 – 750 Ω/0,125 W 2%
- R4 – 1 kΩ/0,125 W
- R5, R7 – 1 kΩ/0,125 W 1%
- R3 – 1,5 kΩ/0,125 W
- R1 – 18 kΩ/0,125 W
- R8 – 20 kΩ/0,125 W
- P1 ÷ P3 – 1 kΩ 10-cio obrotowy

**Kondensatory**

- C1 – 470 μF/16 V
- C2 – 22 μF/16 V

**Inne**

- B1 – bezpiecznik WTAT 100 mA
- TR1 – transformator TS 2/043

płytką drukowaną numer 497

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytką numer 497 – 5,60 zł + koszty wysyłki.

◇ Tadeusz Kopeć

# ELDRUK

**Produkcja obwodów drukowanych**

ul. Kożuchowska 63  
65-364 Zielona Góra  
tel. (0-68) 320-43-55

Nie wykonujemy pojedynczych egzemplarzy płytek drukowanych.