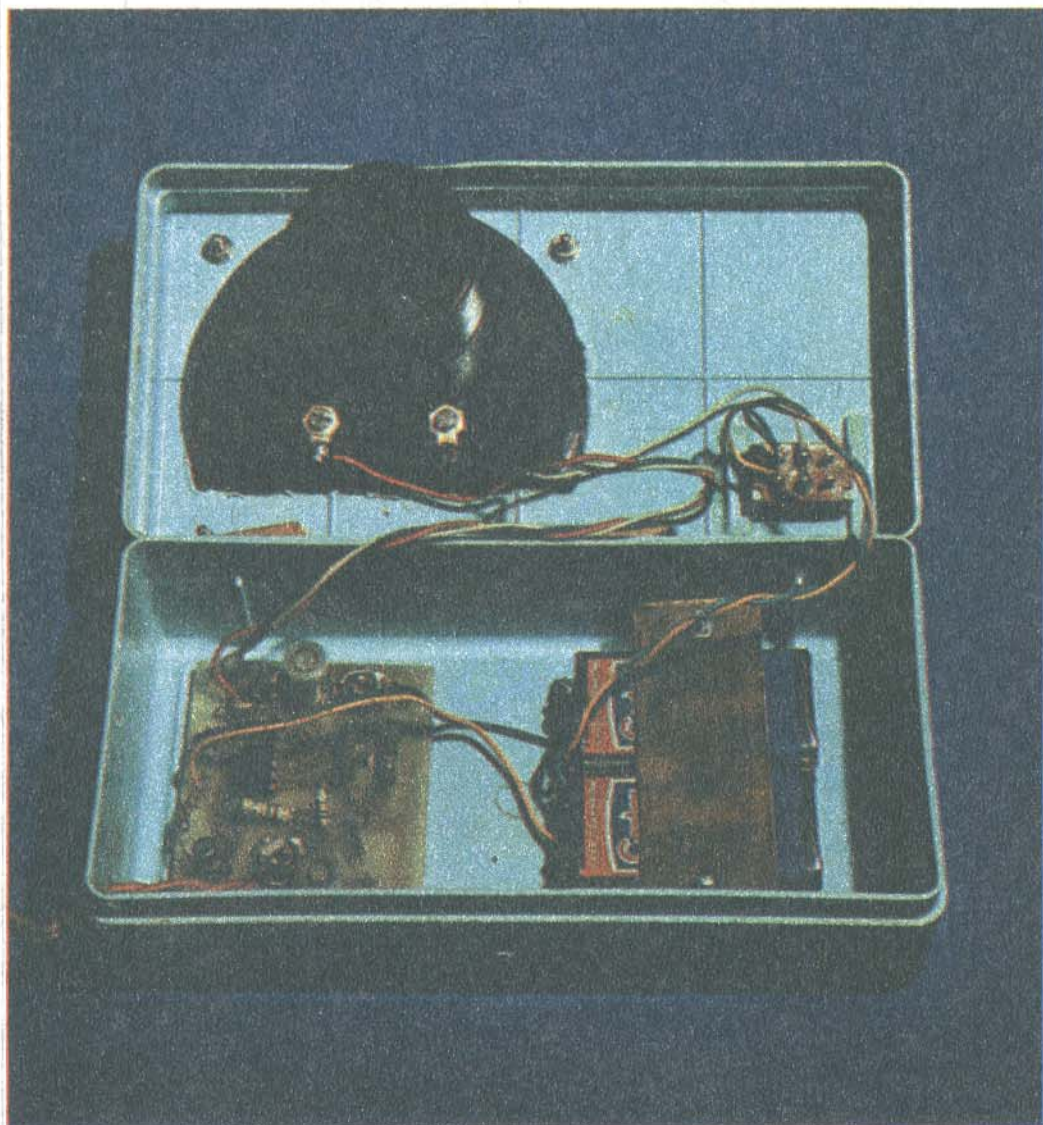


## ELEKTRONICZNY TERMOMETR LEKARSKI

Powszechnie stosowane w służbie zdrowia, a także w naszych domach, termometry rtęciowe do pomiaru temperatury ciała mają dużą bezwładność cieplną. Stosując takie termometry trzeba kilka „dobrych” minut odczekać, aby słupek rtęci ustalił swoje położenie. Wady tej nie ma termometr elektroniczny, w którym jako czujnik można zastosować mały tranzystor w obudowie metalowej. Takiej właśnie konstrukcji będzie doty-

czył poniższy opis. Ze względu na prostotę konstrukcji miernik temperatury został zaprojektowany przy użyciu scalonego wzmacniacza operacyjnego ULY 7741. Wzmacniacz ten charakteryzuje się bardzo dużą rezystancją wejściową i wzmocnieniem rzędu kilku tysięcy.

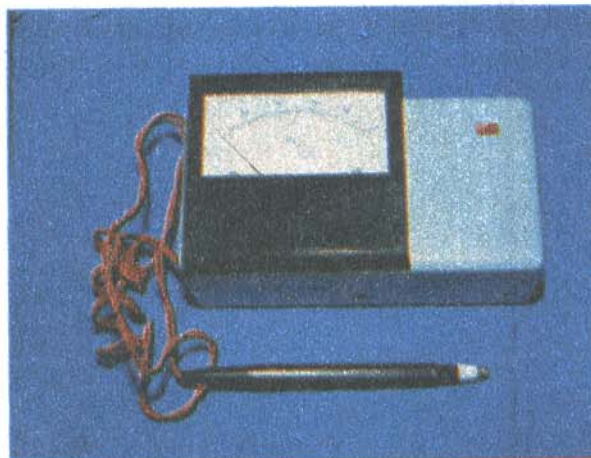
Zasada pomiaru temperatury z zastosowaniem tranzystora jako czujnika polega na wykorzystaniu zjawiska ujemnego tempera-



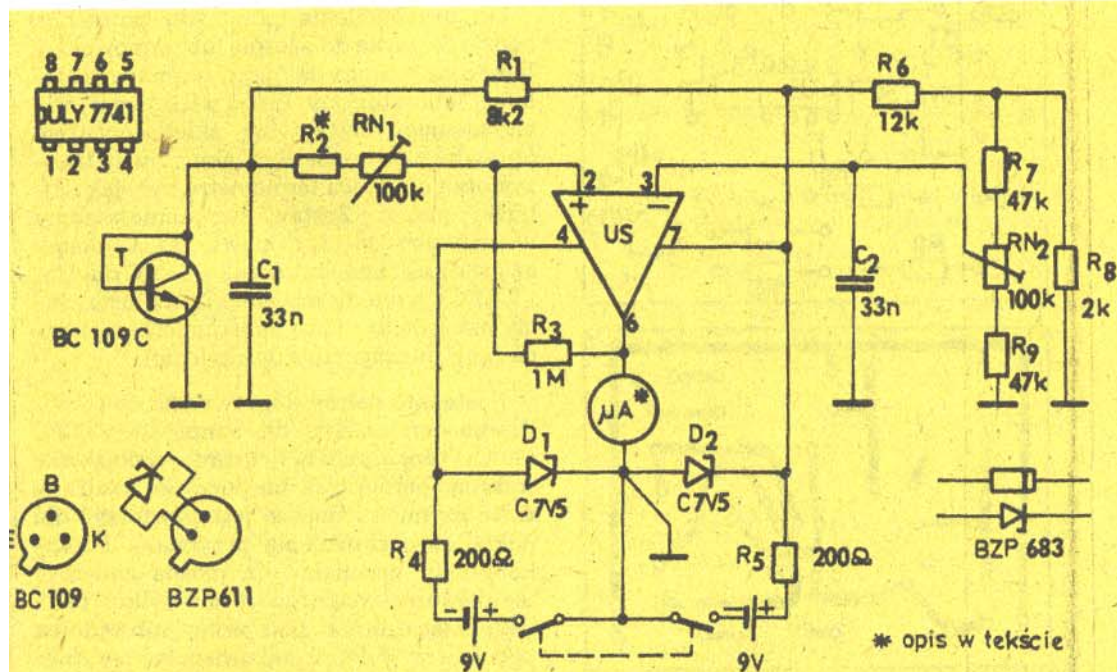
turowego współczynnika rezystancji. Dla tranzystora krzemowego jest on równy w przybliżeniu  $2,5 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ . Inaczej mówiąc – przy wzroście temperatury o  $1^\circ\text{C}$  napięcie na spolaryzowanym złączu B i E tranzystora maleje o  $2,5 \text{ mV}$ . Aby tak małe zmiany napięcia można było zmierzyć mikroamperomierzem lub miernikiem uniwersalnym trzeba zastosować odpowiedni wzmacniacz. Rolę takiego wzmacniacza spełni właśnie ULY 7741 pracujący w układzie mostkowym.

Schemat ideowy przyrządu przedstawia rysunek 1. Jedną gałąź mostka stanowią: tranzystor-czujnik;  $R_1$ ,  $R_2$ , rezystor  $R_{N1}$  do nastawiania czułości przyrządu, a drugą dzielnik rezystorowy  $R_6 + R_9$  z rezystorem nastawnym  $R_{N2}$  do ustawiania wartości napięcia odniesienia. Wzmacniacz operacyjny porównuje napięcie występujące na kolektorze tranzystora z napięciem na ślizgaczu rezystora  $R_{N2}$ , a wynik tego porównania przekazuje do ustroju pomiarowego mikroamperomierza.

Dla zapewnienia stałości napięcia cały układ jest zasilany z dwu baterii 6F22 po-



przez stabilizator równoległy z diodami Zenera D1 i D2 oraz rezystorami  $R_4$  i  $R_5$ . Umieszczone na schemacie ideowym kondensatory  $C_1$  i  $C_2$  przeciwdziałają powstawaniu stanów nie ustalonych podczas pracy urządzenia (eliminują zakłócenia). Należy dodać, że przyrząd powinien pracować w takiej temperaturze otoczenia, w jakiej został zestrojony. Duże zmiany temperatury spowodują błędne wskazania miernika.



Rys. 1

#### Wykaz elementów

T - BC 108C; BC 109C,

D1; D2 - BZP 611 C 7V5 lub BZP 663 C 7V5,

US - ULY 7741,

C<sub>1</sub> i C<sub>2</sub> - 33 nF,

RN<sub>1</sub>; RN<sub>2</sub> - 100  $\Omega$ ,

R<sub>1</sub> - 8k2,

R<sub>2</sub> - 100 k (180 k),

R<sub>3</sub> - 1 M,

R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> - 200  $\Omega$ ,

R<sub>6</sub> - 12 k,

R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> - 47 k,

R<sub>9</sub> - 2 k.

#### Konstrukcja

Do budowy przyrządu można użyć miernika uniwersalnego o czułości ustroju 50 lub 60  $\mu$ A (np. LAVO, UM) albo mikroamperomierza (tak jak w prototypie) o czułości 100

$\mu$ A. W przypadku zastosowania ustroju 50 lub 60  $\mu$ A rezystor R<sub>2</sub> ma wartość 180 k $\Omega$  i wtedy stroi się przyrząd do pomiaru temperatury w granicach 30 + 42°C.

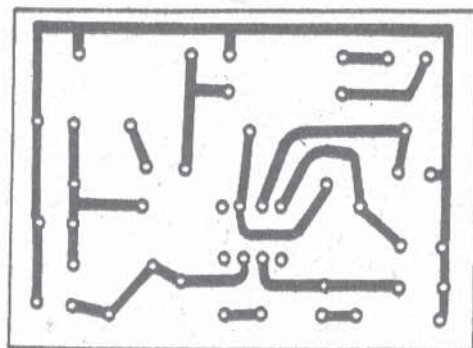
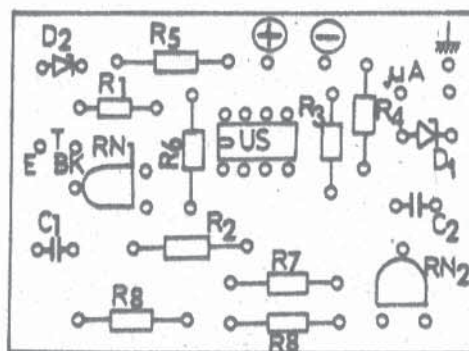
Elementy układu miernika wlotowane są do płytki drukowanej, jednostronnej o wymiarach 60 x 45 mm. Układ ścieżek i rozmieszczenie elementów przedstawia rysunek 2. Montaż należy rozpocząć od wlotowania elementów biernych, tzn. rezystorów i kondensatorów, a zakończyć umieszczeniem w płytce układu scalonego. Zapobiegnie to możliwości przegrzania wzmacniacza operacyjnego. Tranzystor - czujnik jest przyłutowany do płytki za pośrednictwem dwużyłowego przewodu (linki) o długości 1 metra, przy czym jego długość może być dowolna. Sam tranzystor umieszczony jest w oprawce flamastra po wyjęciu z niej „wnętrznosci”. Po odpowiednim zlutowaniu, jego końcówki należy zaizolować i zalać klejem wodoodpornym lub parafiną w celu uniknięcia błędów pomiaru spowodowanych zawilgoceniem wyprowadzeń (poł przewodzi prąd).

#### Uruchomienie

Do uruchomienia przyrządu potrzebna będzie suszarka do włosów lub termowentylator oraz w miarę dokładny termometr, najlepiej laboratoryjny. Przed właściwym uruchomieniem należy tak skleić plastrzem oprawkę z termometrem, aby główka tranzystora i obudowa termometru były jak najbliżej siebie. Zestaw ten umieszczamy w podmuchu ciepłego powietrza. Czekamy aż ustali się temperatura 42°C (45°C dla UM i LAVO), a wtedy rezystorem RN<sub>2</sub> ustawiamy wskazówkę mikroamperomierza na końcu skali (maksymalne wychylenie).

Następnie należy doprowadzić do ochłodzenia termometru do temperatury 32°C (30°C) i rezystorem RN<sub>1</sub>, ustawić wskazówkę mikroamperomierza na początku skali. Te dwie czynności dobrze jest powtórzyć dla dokładnego zestrojenia przyrządu. Po zakończeniu uruchamiania można zmierzyć temperaturę własnego (i nie tylko) ciała wkładając czujnik „pod pachę” lub w dołek pod uchem. W dołku pod uchem temperatura jest o około 0,5°C niższa. Czas pomiaru od 30 s do około 2 minut.

Dariusz Poliński



**Rys.2** Rozmieszczenie elementów i rysunek ścieżek