

Wspólną cechą układów opisywanych w dziale "Miniprojekty" jest łatwość ich praktycznej realizacji. Zmontowanie układu nie zabiera zwykle więcej niż dwa, trzy kwadransy, a z jego uruchomieniem można poradzić sobie w ciągu kilkunastu minut. "Miniprojekty" mogą być układami stosunkowo skomplikowanymi funkcjonalnie, lecz prostymi w montażu i uruchamianiu, gdyż ich złożoność i inteligencja jest zawarta w układach scalonych. Wszystkie projekty opisywane w tej rubryce są wykonywane i badane w laboratorium AVT. Większość z nich wchodzi do oferty kitów AVT jako wyodrębniona seria "Miniprojekty" o numeracji zaczynającej się od 1000.

Termometr z linijką świetlną na diodach LED

Termometry elektroniczne należą do żelaznego repertuaru pism przeznaczonych dla elektroników. Trudno jest więc zaprojektować kolejny i różny od swoich poprzedników układ do pomiaru temperatury.

Zakres pomiarowy proponowanego układu wynosi 60°C: od -20 do +40°C. Zakres ten, w połączeniu z dużymi rozmiarami termometru wyraźnie określa obszar jego stosowania. Jest to typowy termometr przeznaczony do pomiaru temperatury na otwartej przestrzeni, dostosowany do polskiej strefy klimatycznej.

Opis działania

Schemat elektryczny układu pokazano na rys. 1. Ze względu na oszczędność miejsca jest to tylko fragment schematu, zawierający najważniejsze jego elementy i 7 spośród 60 komparatorów napięciowych.

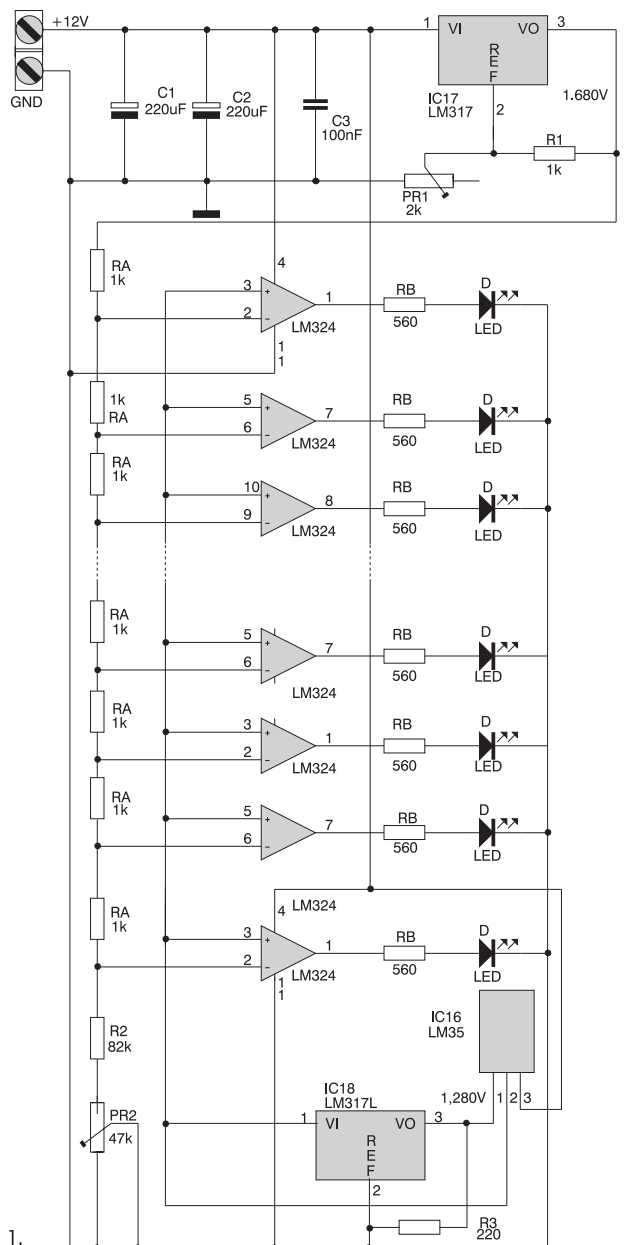
Wszystkie wejścia nieodwracające 60 wzmacniaczy operacyjnych zostały połączone ze sobą, i do nich zostaje doprowadzone napięcie, pobierane z wyjścia czujnika temperatury LM35 - IC16. Wartość tego napięcia jest proporcjonalna do temperatury. Wejścia odwracające dołączone są do kolejnych segmentów dzielnika napięciowego, utworzonego z 60 rezystorów RA, o identycznej wartości. Zrezygnowałem tu częściowo z typowej numeracji elementów, co także gmatwałoby rysunek, a przede wszystkim czytelność opisów na płytce obwodu drukowanego. Wszystkie rezystory o identycznej wartości, wchodzące w skład dzielnika napięciowego, oznaczone są zatem jako RA, 60 rezystorów ograniczających prąd płynący przez diody LED jako RB, a same diody LED po prostu jako D.

Aby zrozumieć sposób działania termometru, musimy przypomnieć sobie podstawowe dane scalonego czujnika temperatury typu LM35. Układ ten jest precyzyjnym, analogowym czujnikiem temperatury, mogącym pracować w zakresie temperatur od -50 do +125°C, z dużą liniowością. Napięcie na jego wyjściu

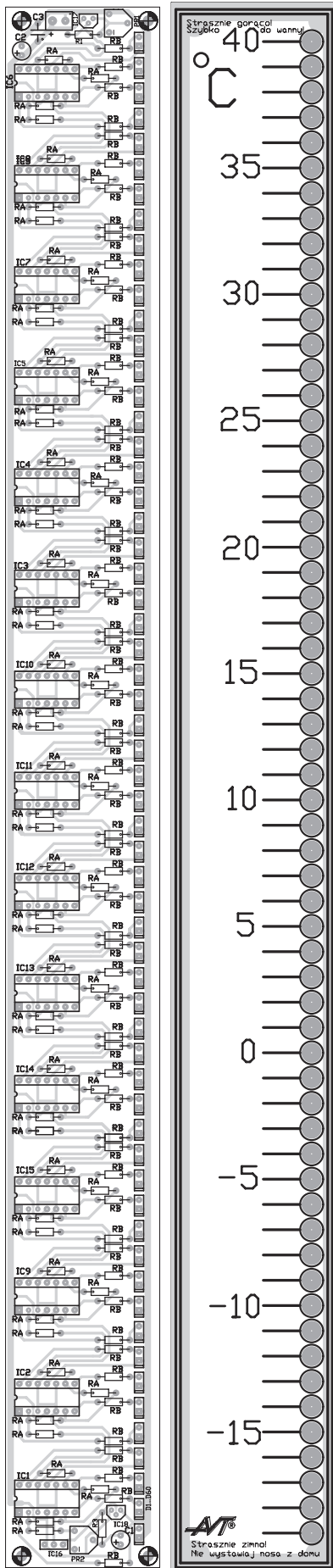
jest wprost proporcjonalne do temperatury otoczenia i zmienia się o 10mV na stopień Celsjusza. Tak więc, przy temperaturze +20°C będzie ono wynosiło 200mV, przy +45°C 450mV, a przy -10°C... no właśnie, a co z temperaturami ujemnymi?

W tym momencie należy wprowadzić małą poprawkę do podanego wyżej opisu

układu LM35. Powinniśmy dodać, że „napięcie na jego wyjściu mierzone względem ujemnej końcówki zasilania LM35 jest proporcjonalne do panującej w otoczeniu temperatury”. Jeżeli zatem zasilimy LM35 od strony minusa zasilania napięciem dodatnim względem masy całego układu, to mierząc napięcie pomiędzy wyjściem



Rys. 1.



Rys. 2. (widok zmniejszony do 90%).

układu LM35 a masą uzyskamy możliwość pomiaru temperatur ujemnych względem zera skali Celsjusza. Wytwarzaniu ujemnego napięcia zasilania czujnika LM35 służy dość nietypowo włączony regulowany stabilizator napięcia typu LM317 - IC18. Napięcie na jego wyjściu jest stałe i wynosi 1,280V. Bardzo ważne jest wytworzenie właściwych napięć odniesienia dla szeregu 60 komparatorów. Napięcia te ustawiane są za pomocą drugiego regulatora napięcia typu LM317L - IC17, szeregu rezystorów RA i rezystancji R2+PR2. Termometr powinien być zasilany napięciem stałym o wartości około 12VDC, niekoniecznie dokładnie stabilizowanym. Wydajność prądowa zasilacza nie powinna być mniejsza niż 500mA.

Montaż i uruchomienie

Na rys. 2 pokazano rozmieszczenie elementów na płytce obwodu drukowanego, wykonanego na laminacie jedностronnym. Ze względu na znaczne wymiary płytek, rysunek przedstawia ich widok w pomniejszeniu. Montaż rozpoczynamy od wlutowania w płytkę rezystorów.

Zanim przystąpimy do montażu diod, musimy zmontować płytkę czołową termometru. W tym celu musimy zaopatrzyć się w cztery śrubki o średnicy 3mm i długości ok. 20mm oraz osiem nakrętek M3. Śrubki przykręcamy do płytki głównej termometru tak, aby ich łebki wystawały ponad powierzchnię płytki dokładnie tyle samo, co podstawki pod układy scalone. Do zamocowania każdej śrubki wykorzystujemy po dwie nakrętki. Następnie wkładamy wyprowadzenia wszystkich 60 diod LED w otwory

w przeznaczonych dla nich punktach lutowniczych i składamy razem płytkę z płytą czołową.

Kolejnym krokiem będzie ułożenie złożonych płyt „twarzą w dół“ na brzegu stołu i wepchnięcie wszystkich diod „do oporu“ w otwory w płycie czołowej. Następnie lutujemy wszystkie diody, które jak na razie nieco za bardzo wystają ponad powierzchnię płyty czołowej. Jednak po włożeniu układów scalonych w podstawki, płyta czołowa zostanie nieco odsunięta od płytki układu elektronicznego i diody będą wystawać ponad jej powierzchnię o 3..4mm.

Na obrzeżu spodniej strony płyty czołowej umieszczone zostały podłużne punkty lutownicze, do których możemy przylutować podłużne paski laminatu lub cienkiej blaszki, które mogą stanowić boki obudowy termometru. Ponieważ jednak cały układ dość silnie się nagrzewa, w bokach obudowy należy wykonać szereg otworów, umożliwiających swobodny przepływ powietrza chłodzącego nagrzewające się elementy, przede wszystkim rezystory RB.

Po wykonaniu prac montażowych ostatnią czynnością będzie regulacja termometru. Ponieważ przyjęliśmy zakres pomiarowy naszego woltomierza wynoszący 60°C, więc napięcie na wyjściu 2 układu LM35 będzie zmieniać się w zakresie 600mV w stosunku do masy całego układu (od -200 do +400mV w stosunku do masy IC16). A zatem napięcie na wejściu odwracającym „najwyższego“ komparatora powinno wynosić dokładnie 1280mV+400mV=1680mV. Taką właśnie wartość powinniśmy teraz ustawić za pomocą potencjometru montażowego PR1 na wyjściu stabilizatora napięcia LM317 - IC17. Określmy teraz napięcie, które powinno występować na „najniższym“ komparatorze. Najmniejsza wartość temperatury, jaką będziemy mierzyć wynosi -20°C. A zatem napięcie w punkcie Z powinno wynosić 1280mV-200mV=1080mV. Taką wartość musimy ustawić za pomocą potencjometru montażowego PR2. Jeszcze tylko

drobna uwaga dotycząca sposobu zamontowania czujnika temperatury LM35. Umieszczenie go na płytce układu termometru jest absolutnie niedopuszczalne! Elementy na tej płytce bardzo silnie się nagrzewają i wynik pomiaru temperatury byłby zniekształcony. Najlepiej zamocować czujnik na dość długim przewodzie i umieścić z dala od termometru. Jeżeli np. nasz termometr będziemy wykorzystywać do pomiaru temperatury na zewnątrz pomieszczenia, to układ najlepiej umieścić gdzieś w pobliżu okna, w którego futrynie będzie można wykonać otwór na przeprowadzenie przewodu do czujnika umieszczonego za oknem. Oczywiście, czujnik temperatury musi zostać obudowany w sposób zabezpieczający go przed wpływami atmosferycznymi. Najlepiej umieścić go wewnątrz metalowej rurki i zalać jakimś klejem chemoutwardzalnym, np. DISTAL lub POXI-POL.

ZR

WYKAZ ELEMENTÓW

- Rezystory**
- PR1: potencjometr montażowy miniaturowy 2kΩ
- PR2: potencjometr montażowy miniaturowy 47kΩ
- RA: 1kΩ (60 sztuk)
- RB: 560Ω (60 sztuk)
- R1: 1kΩ
- R2: 82kΩ
- R3: 3,3kΩ
- Kondensatory**
- C1, C2: 220uF/16V
- C3: 100nF
- Półprzewodniki**
- D: LED φ5mm (60 szt.)
- IC1..IC15: LM324
- IC16: LM35
- IC17: LM317L
- IC18: LM385/1,2V
- Różne**
- CON1: ARK2 (3,5mm)

Płytką drukowaną wraz z kompletem elementów jest dostępna w AVT - oznaczenie AVT-1297.

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/?pdf/luty01.htm> oraz na płycie CD-EP02/2001 w katalogu PCB.