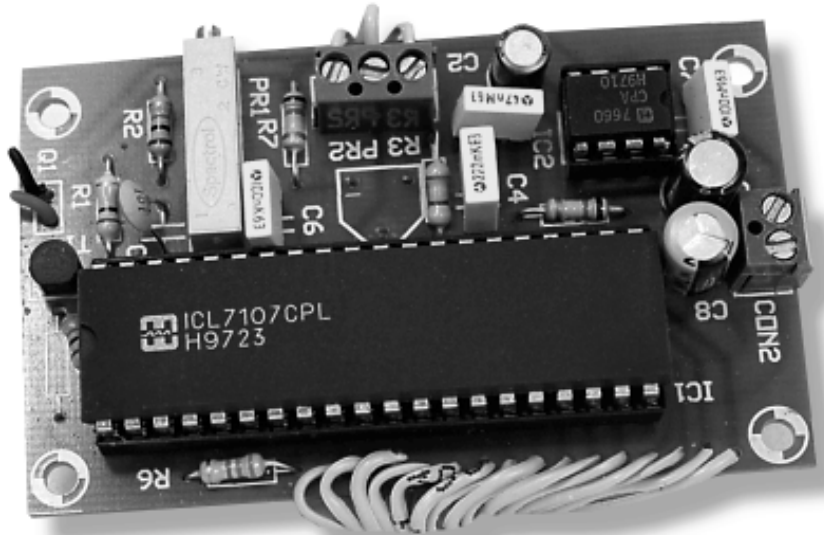


# Termometr do pomiaru temperatury procesora w komputerze PC

## kit AVT-380

*Do opracowania tego urządzenia zostałem zainspirowany żalonym widokiem obudowy komputera stojącego na moim biurku. Z pozoru nic szczególnego: obudowa jak obudowa, stacja dysków, CD-ROM, włącznik zasilania i RESET, wyświetlacze pokazujące... No tak, wyświetlacze niczego już nie pokazują!*



Historia dwóch lub trzech wyświetlaczy siedmiosegmentowych, umieszczonych w bardziej lub mniej eleganckim okienku na przedniej ścianie obudowy peceta jest tak długa, jak dzieje komputerów kompatybilnych z IBM.

Z początku, w epoce komputerów klasy XT i AT, wyświetlacze oraz przełącznik TURBO miały pewien sens. Oszałamiające prędkości pracy procesorów produkowanych w tamtych czasach mogły powodować konieczność zmniejszenia tej szybkości za pomocą sprzętowego przełącznika. Ale nawet wtedy, o ile sobie przypominam, zmniejszanie częstotliwości pracy procesora miało zastosowanie wyłącznie w grach, jako dodatkowy element zwiększający szansę gracza na przejście kolejnych etapów. W epoce procesorów 386 i 486 wyświetlacze pokazujące częstotliwość ich taktowania zostały nawet nieco rozbudowane. Zamiast wyświetlania napisów HI i LO zaczęto wyświetlać dokładne wartości aktualnej częstotliwości zegara CPU. W obudowach montowano teraz wyświetlacze 2,5-cyfrowe, na których za pomocą ustawiania ogromnej liczby jumperów można było wy-

świetlić dwie dowolne liczby z zakresu 0..199. Tylko, że już wtedy zmiana częstotliwości taktowania procesora nie była do niczego nikomu potrzebna i mało kto ustawił na wyświetlaczach jakieś sensowne liczby, tym bardziej, że była to czynność bardzo kłopotliwa.

Obecnie, w epoce procesorów PENTIUM, wyświetlacze oraz przełącznik turbo stały się już zupełnym anachronizmem i wątpliwą ozdobą płyty czołowej obudowy komputera. Wielu producentów w ogóle ich już nie montuje, ale na rynku pozostała jeszcze ogromna liczba obudów starszego typu. Warto więc zastanowić się, czy nie dałoby się w jakiś sensowny sposób „zagospodarować” wmontowanych w nie wyświetlaczy.

W komputerach klasy do 386 włącznie do chłodzenia systemu wystarczał całkowicie wentylator umieszczony w zasilaczu maszyny. Jednak począwszy od procesora 486 takie chłodzenie coraz bardziej rozgrzewającego się CPU przestało być wystarczające i na procesorach zaczęto montować radiatora wyposażone w wentylator chłodzenia wymuszonego. Dla pro-



drodze programowej albo zbudować kompletny termometr związany z komputerem tylko poprzez układ zasilania. Wybrałem drugie rozwiązanie, ponieważ część potrzebnych do jego wykonania podzespołów już mamy. Są to właśnie te nieszczęsne wyświetlacze, dla których znaleźliśmy wreszcie sensowne zastosowanie. Dodatkowym atutem przemawiającym za wykonaniem proponowanego układu jest jego niezwykła prostota oraz łatwa dostępność i taniość zastosowanych elementów. Ponadto, schemat i płytką drukowaną układu zostały zaprojektowane tak, aby uzyskać dużą uniwersalność wykonanego urządzenia. Bez większych przeróbek możemy go użyć do budowy typowego termometru wykorzystującego wyświetlacz z obudowy komputera lub inne.

### Opis działania układu

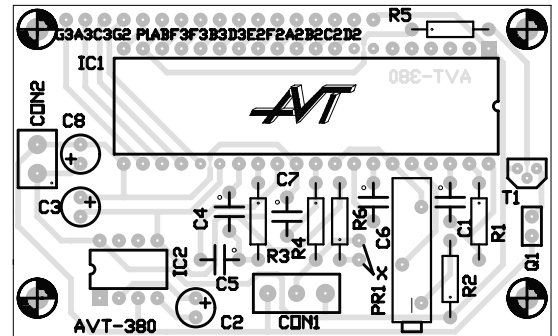
Na rys. 1 został pokazany schemat elektryczny termometru. Jak widać, sercem urządzenia jest dobrze znany każdemu elektronikowi układ scalony typu ICL7107. Nie będziemy tu omawiać zasady jego działania, ponieważ ta wyprodukowana już chyba w milionach egzemplarzy kostka jest swojego rodzaju standardem, znany każdemu, kto kiedykolwiek trzymał lutownicę w ręku. Wystarczy wspomnieć, że ICL7107 pracuje tu w najbardziej typowej dla siebie aplikacji: jako woltomierz o zakresie pomiarowym 0..1,999V. Jedyнным nietypowym rozwiązaniem zastosowanym w naszym układzie jest rezygnacja z jednej, najmłodszej cyfry. Pamiętamy przecież, że mamy do dyspozycji co najwyżej trzy wyświetlacze, a ponadto wyświetlanie dziesiątych części stopnia byłoby w naszym układzie co najmniej przesadą. Tak więc będziemy mieli do dyspozycji termometr o teoretycznym zakresie pomiarowym od -199 do +199°C. Teoretycznym, ponieważ zastosowany czujnik pomiarowy znacznie ograniczy ten zakres. Jaki zresztą byłby sens konstruowania układu do pomiaru temperatury procesora, który mierzyłby temperaturę ujemne?

Odstępstwem od powszechnie znanych aplikacji ICL7107 jest nieco nietypowe rozwiązanie problemu zasilania układu napięciem

ujemnym. Jak wiadomo, ICL7107 potrzebuje „do życia” dwóch napięć +5VDC i -3,3..-5VDC. Najczęściej napięcie ujemne uzyskuje się z wyjścia przetwornicy zbudowanej na kilku inwerterach TTL i sterowanej z jednego z wyjść układu ICL7107.

My zastosowaliśmy rozwiązanie bardziej nowoczesne i oszczędne: dodatkowy układ scalonej przetwornicy +5VDC/-5VDC, ICL7660. Jest to bardzo interesująca kostka, redukująca do minimum kłopoty związane z koniecznością uzyskiwania napięć ujemnych w układzie zasilanym pojedynczym napięciem 5V. Do działania potrzebuje ona zaledwie jednego elementu zewnętrznego - kondensatora elektrolitycznego o pojemności 10µF; w naszym układzie C2. Na wyjściu OUT ICL7660 otrzymujemy napięcie -5VDC, dość dobrze stabilizowane, które następnie doprowadzone zostaje do wejścia V- IC1. Jak za chwilę zobaczymy, ujemne napięcie zasilania może się nam w przyszłości przydać także do ewentualnej rozbudowy układu.

W układach elektronicznych termometrów jako element pomiarowy wykorzystuje się najczęściej diody krzemowe włączone w kierunku przewodzenia. Spadek napięcia na takiej diodzie zależy od temperatury jej złącza i jego zmiany są liniowe w szerokim zakresie temperatur. Jednak bezpośrednie dołączenie takiego czujnika pomiarowego do wejścia naszego układu jest niemożliwe i konieczne byłoby zastosowanie dodatkowego wzmacniacza. Ponadto kalibracja takiego termometru byłaby nieco kłopotliwa ze względu na konieczność uzyskania dwóch temperatur: 0 i 100°C. Poszliśmy zatem po linii najmniejszego oporu stosując gotowy, scalony przetwornik temperatura - napięcie. Każdy chyba przyzna, że radykalnie uprościło to konstrukcję



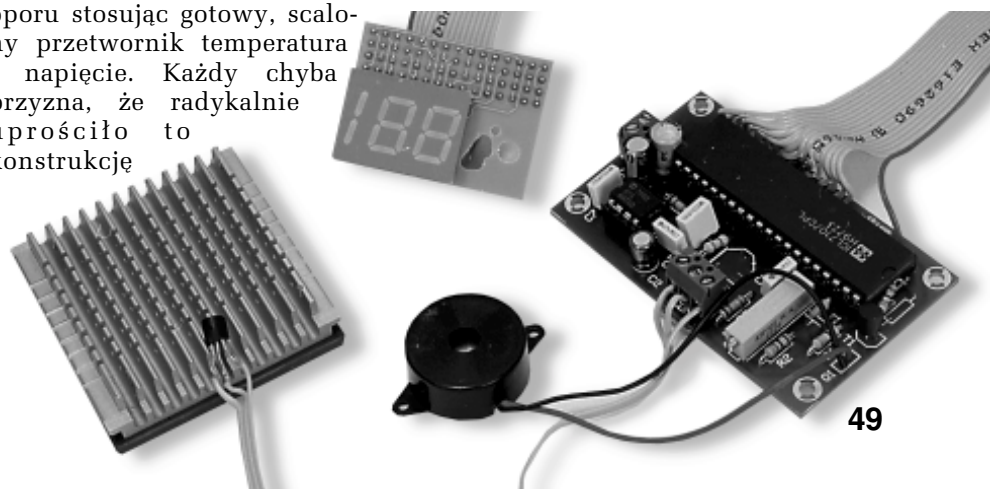
Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

termometru, zapewniając mu jednocześnie zadawalające parametry.

Zastosowany w naszym termometrze układ scalony typu LM35 jest scalonym przetwornikiem temperatura - napięcie o doskonałych parametrach użytkowych. Układ ten był już stosowany w projektach publikowanych w EP, a ponadto jego szczegółowy opis możemy znaleźć w biuletynie USKA-UA 6/1996. Nie będziemy go więc szczegółowo opisywać, wystarczy podać kilka podstawowych informacji o tej interesującej kostce.

Układ LM35 jest przeznaczony do pomiaru temperatury w zakresie od -55 do +150°C. Sygnał wyjściowy jest proporcjonalny do temperatury wyrażonej w stopniach Celsjusza, co sprawia, że dobrze działający termometr możemy zbudować dołączając do układu dowolny woltomierz o zakresie do 2V. Zmianie temperatury o 1°C odpowiada zmiana napięcia wyjściowego o 10mV. Zatem napięcie wyjściowe układu wynoszące 1500mV będzie oznaczać temperaturę 150°C, 200mV - 20°C, -300mV - -30°C, itd.

W naszym układzie LM35 pracuje w najbardziej typowej dla siebie i najprostszej aplikacji, umożliwiając pomiar temperatury w zakresie od ok. 2 do 150°C. Jest to zakres wystarczający dla na-



szych potrzeb. Nie sędzę, aby procesor, którego obudowa nagrzała się do temperatury 150°C, nadawał się jeszcze do jakiegokolwiek użytku!

Istotną rolę w układzie pełni tranzystor T1, którego baza jestysterowywana z wyjścia AB4 układu IC1. Doświadczalnie ustalono, że najwyższą dopuszczalną temperaturą pracy procesora (mierzoną na jego obudowie) jest ok. 100°C. Powyżej tej temperatury procesor „przestaje odpowiadać za swoje czyny“, co nieuchronnie prowadzi do padnięcia systemu. Przewodzący tranzystor T1 włącza miniaturowy przetwornik piezo z generatorem, który swoim piskiem ostrzega użytkownika komputera przed możliwością awarii. Środkiem zaradczym w takiej sytuacji może być natychmiastowe wyłączenie komputera i po otwarciu obudowy ustalenie przyczyny awarii. Może nią być uszkodzenie wentylatorka chłodzącego procesor lub przegrzanie pod wpływem np. podwyższonej temperatury otoczenia. W tym drugim przypadku pomoc może pozostawienie otwartej obudowy lub zainstalowanie dodatkowego wentylatora chłodzącego cały system.

### Montaż i uruchomienie

Na rys. 2 pokazano rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej, której widok znajduje się na wkładce wewnątrz numeru.

Płytką została wykonana na laminacie jednostronnym i szczęśliwie uniknięto konieczności stosowania jakichkolwiek zwór. Montaż wykonujemy w całkowicie typowy sposób, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach, a kończąc na wlutowaniu kondensatorów elektrolitycznych. Pod obydwie układy scalone warto zastosować podstawki. Jedyłą kłopotliwą czynnością będzie połączenie płytki z wyświetlaczami siedmiosegmentowymi. Należy je wykonać za pomocą wiązki przewodów o długości zależnej od

miejsca zamontowania płytki w obudowie komputera. Najlepiej wykorzystać do tego celu odcinek przewodu taśmowego.

Wyjścia sterujące segmentami wyświetlaczy zostały opisane na płytce, natomiast rozmieszczenie końcówek wyświetlaczy na płytce umieszczonej w obudowie komputera trzeba ustalić doświadczalnie.

Po zmontowaniu całości należy wykonać wyjątkowo prostą regulację naszego termometru. W tym celu należy za pomocą potencjometru regulacyjnego PR1 ustawić napięcie równe dokładnie 1V pomiędzy wyprowadzeniami REF HI i REF LO układu IC1. Do ustawienia tego napięcia najlepiej wykorzystać woltomierz cyfrowy dobrej klasy.

Teraz dopiero można w pełni docenić, jakie korzyści dało zastosowanie scalonego czujnika temperatury LM35: nasz układ jest już gotowy do pracy!

Omówienia wymaga jeszcze sprawa zamontowania układu wewnątrz obudowy komputera i ewentualnych modyfikacji. Płytkę drukowaną układu należy przykręcić gdzieś wewnątrz obudowy, miejsce z pewnością się znajdzie. W układzie modelowym płytka została przykręcona do spodniej ścianki obudowy za pomocą czterech śrubek i tulejek dystansowych. Takie zamocowanie wymaga jednak wywiercenia czterech otworów o średnicy 3mm w obudowie i tę czynność należy wykonać z wielką uwagą. Szczególnie ważne jest dokładne oczyszczenie wnętrza komputera z metalowych wiórków, najlepiej za pomocą strumienia sprężonego powietrza! Układ LM35 najlepiej wkleić za pomocą kleju silikonowego pomiędzy żebra radiatora procesora.

Nasz termometr wymaga zasilania +5VDC i napięcie takie z łatwością możemy uzyskać z zasilacza komputera. Najlepiej będzie dołączyć przewody doprowadzające zasilanie do układu do jakiegokolwiek wolnego złącza, służą-

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Rezystory

PR1: 1kΩ  
R1: 100kΩ  
R2: 10kΩ  
R3: 470kΩ  
R4: 1MΩ  
R5: 3,3kΩ  
R6: 10kΩ - nie stosowany w wersji podstawowej

#### Kondensatory

C1: 100pF  
C2: 10μF/16V  
C3, C8: 100μF/16V  
C4: 220nF  
C5: 47nF  
C6, C9: 100nF  
C7: 10nF

#### Półprzewodniki

IC1: ICL7107  
IC2: ICL7660  
IC3: LM35  
T1: BC557

#### Różne

CON2: mini ARK2 (3,5 mm)  
CON1: mini ARK3 (3,5 mm)  
Q1: piezo z generatorem

cego doprowadzaniu zasilania do stacji dysków i innych elementów systemu. Dla ułatwienia podaję, że masa to dwa przewody w kolorze czarnym, a +5V to przewód czerwony. **Operację dołączania zasilania należy wykonać z największą uwagą, aby nie spowodować zwarcia, które w najlepszym wypadku skończyłoby się przepaleniem bezpiecznika umieszczonego w zasilaczu!**

Najwyższa pora, aby wyjaśnić do czego służy nie wykorzystywany w układzie modelowym rezystor R6. Są to elementy umożliwiające rozbudowę układu w przypadku użycia go do innego celu niż pomiar temperatury CPU. Dołączenie rezystora R6 pomiędzy ujemne napięcie zasilania wytwarzane przez układ IC2 a wyjście czujnika temperatury LM35 umożliwi pomiar temperatury ujemnej (w skali Celsjusza).

**Zbigniew Raabe, AVT**