



tomek siara

## Aż się szron pojawi

**Zwiększanie częstotliwości, z jaką pracuje procesor, jest praktykowane przez wielu użytkowników komputerów. Przy zastosowaniu specjalnych układów chłodzących możliwości tzw. overclockingu znacznie rosną.**

Z roku na rok na rynku komputerowym pojawiają się coraz szybsze procesory. Dzięki zastosowaniu nowych technologii w produkcji CPU możliwości układów stale rosną, a wraz z nimi cena. Każdy marzy o silnej jednostce centralnej, jednak nie każdy może sobie pozwolić na zakup takiego „cacka”. Często cena wymarzonego procesora wielokrotnie przekracza budżet przeciętnego użytkownika. Wielu znalazło na to sposób. Skoro nie ma funduszy na nową, szybszą jednostkę centralną, przetaktowanie starej jest jedyną szansą zaspokojenia naszych ambicji. Jeśli tylko zapewnimy procesorowi odpowiednie warunki – chłodzenie i napięcie zasilania – nic nie stoi na przeszkodzie, aby pracował równie dobrze, tyle że szybciej.

### Ciepło – wróg numer jeden!

Podczas pracy komputera w każdym cyklu zegara miliony tranzystorów znajdujących się w procesorze wydzielają energię powodującą wzrost temperatury CPU. Do odprowadzania ciepła gromadzącego się wewnątrz procesora używa się radiatorów z wentylatorem, które przy nominalnych częstotliwościach taktowania jednostki centralnej doskonale spełniają swoje zadanie. Jeśli przetaktujemy procesor, liczba cykli, w których wydzielana jest porcja ciepła, zwiększa się. Jest ona tym większa, im wyższego napięcia użyjemy do zasilania jądra. W tym wypadku wydajność zwykłego radiatora staje się

niewystarczająca i temperatura jednostki centralnej osiąga wartość, przy której układ zaczyna pracować niestabilnie. Procesory często są wyposażone w zabezpieczenie termiczne odcinające sygnał taktujący i tym samym wyłączające CPU. Wraz ze wzrostem temperatury zmieniają się parametry elementów elektronicznych jednostki centralnej i bramki logiczne znajdujące się w procesorze „nie nadążają” za sygnałem taktującym. Można jednak temu przeciwdziałać. Jeżeli zapewnimy jednostce centralnej odpowiedni system odprowadzania ciepła, można będzie ją tak przetaktować, że jej wydajność wzrośnie nawet dwukrotnie.

Do budowy układu chłodzącego można wykorzystać ogniwo Peltiera. Jest to urządzenie termoelektryczne, składające się z dwóch cienkich płytek termoprzewodzących (patrz: rysunek na stronie 101). Jean C.A. Peltier odkrył, że taki układ przy przepływie prądu w odpowiednim kierunku transportuje ciepło z jednej strony na drugą, osiągając sprawność ponad 50%. Ogniwo, jak każde urządzenie elektryczne, podczas wykonywania pracy wytwarza ciepło. Warunkiem koniecznym jego efektywnego działania jest zapewnienie odpowiedniego chłodzenia po gorącej stronie płytki. Układ chłodzący musi mieć taką wydajność, aby odprowadzić sumaryczne ciepło wydzielane na procesorze i wytwarzane przez moduł Peltiera. Zaprojektowanie takiego układu nie należy do najłatwiejszych.

### Chłodzimy procesor

Najprościej jest chłodzić ogniwo za pomocą dużego radiatora i wentylatorów. Do odprowadzania ciepła od procesora z podstawką PPGA i zamontowanym ogniwem Peltiera nie wystarczy radiator będący często w zestawie z CPU. Konieczne będzie co najmniej urządzenie stosowane w jednostkach centralnych typu SLOT-1, o wymiarach 125×60×35 mm. Jego powierzchnia powinna być jak największa, aby radiator najszybciej odprowadzał ciepło wydzielone przez procesor i moduł Peltiera. Dodatkowo potrzebne są wentylatory. Z badań przeprowadzonych przez różne firmy produkujące radiatory wynika, że większość z nich ma największą skuteczność wtedy, gdy przepływające przez nie powietrze ma prędkość 3,5–5,5 m/s. Zestawiając układ chłodzący, trzeba obliczyć wydajność wentylacji radiatora. Typowe „wiatraczki” o wymiarach 50×50 mm przepompowują w ciągu godziny 13–16 m<sup>3</sup> powietrza, co w przypadku kanału o wymiarach 30×45 mm oznacza prędkość przepływu ok. 2,7 m/s. Aby zapewnić odpowiednią szybkość, stosowane są układy wielowentylatorowe.

Naszym zadaniem było przygotowanie jak najbardziej wydajnego układu chłodniczego, przy małych kosztach. Wbrew oczekiwaniom, możliwości zakupu wysokiego i mocno uźebrowanego radiatora chłodzącego procesory typu SLOT-1 okazały się znikome. Oczywiście rynek oferuje szeroką gamę przeróżnych zestawów, które zapewnią właściwą temperaturę naszego CPU, ale przyjdzie nam za nie słono zapłacić. Kupiliśmy zatem radiator kształtami i możliwościami spełniający nasze wymagania i przykręciliśmy do niego dwa zwyczajne wiatraczki o prędkości obrotowej 4500 rpm, wymontowane z innych zestawów chłodzących. Jeśli ktoś dysponuje środkami finansowymi, może sobie pozwolić na wentylatory charakteryzujące się dużo większą wydajnością. Niestety, cena jednego egzemplarza takiego „cacka” to około 40 zł.

Przy zestawianiu radiatora z „wiatraczkami” pamiętajmy o wysokości całego układu chłodzącego. W przypadku płyt głównych ze złączem Socket 370 miejsca w obudowie będzie wystarczająco dużo, ale za to zamontowanie naszej konstrukcji stanie się mocno utrudnione. Dużo więcej zalet ma konstrukcja z wykorzystaniem przejściówki PPGA. Dzięki niej montaż samej „lodówki” przebiega znacznie sprawniej, a jego ewentualne poprawki są łatwe do przeprowadzenia – aby wypiąć cały układ, wystarczy zwolnić tylko dwa zatrzaski i wysunąć przejściówkę ze slotu.

### Nie upiec komputera

Wszystkie podzespoły naszego komputera są chłodzone powietrzem, które powinno przepływać przez obudowę. Niestety – w praktyce często tak się nie dzieje i tylko jego część jest wytlaczana na zewnątrz. Dlatego konieczne okazuje się zastosowanie dodatkowego

wentylatora – najlepiej na dole panelu czolowego obudowy – który wciągałby powietrze z zewnątrz i tłoczył je w kierunku procesora i kart rozszerzeń zamontowanych na płycie głównej. Tam powietrze się nagrzej, a następnie zostanie odprowadzone przez wentylator zasilacza. Upewnijmy się, czy ten rzeczywiście wydmuchuje je na zewnątrz. Zdarzają się bowiem obudowy w standardzie ATX, w których zasilacz wciąga powietrze do środka. W takim przypadku dodatkowy wentylator musiałby je wydmuchiwać na zewnątrz. Należy też zadbać o powiązanie wszelkich przewodów i ustawienie pionowo taśm, tak aby umożliwić wędrowkę ogrzanego powietrza we wnętrzu obudowy.

Przy wykorzystaniu ogniwa Peltiera do chłodzenia procesora istnieje bardzo duże zagrożenie przegrzania jakiegoś elementu komputera, dlatego wydajne wentylowanie wnętrza obudowy jest szczególnie ważne. Temperatura wewnątrz komputera wzrasta wtedy prawie dwukrotnie, ponieważ oprócz procesora nagrzewa się również ogniwo. Jest to niewątpliwie duży kłopot, ponieważ ani karta graficzna, ani chipset płyty głównej nie wytrzymają zbyt długo w takim „upale”. Również dyski twarde mają ograniczoną odporność na ciepło. Jeśli nie uda nam się wymusić odpowiedniej cyrkulacji powietrza wewnątrz obudowy, jedynym wyjściem będzie praca bez jej pokrywy lub zmiana systemu chłodzenia ogniwa Peltiera na wodny.

### Zrób to sam!

Zanim przystąpimy do praktycznej części eksperymentu, należy wykonać jeszcze kilka dodatkowych czynności. Oprócz obliczeń koniecznych do wyboru właściwego ogniwa Peltiera musimy się jeszcze zatroszczyć o odpowiednie źródło mocy dla naszego modułu. Ogniwo termoelektryczne może być zasilane napięciem nie większym niż 15,5 V, przy czym natężenie prądu nie może przekroczyć 4-6 A (w zależności od wymiarów płytki). Najwygodniej byłoby użyć wewnętrznego zasilacza komputerowego o napięciu 12 V, lecz nie zawsze będzie to możliwe. Opór wewnętrzny naszego urządzenia jest rzędu trzech omów. To bardzo mało w porównaniu z rezystancją pozostałych komponentów komputera, więc



podłączenie ogniwa może spowodować duży wydajności prądowej zasilacza. Jeśli ma on moc 300 W, nie będzie żadnego problemu. W przypadku zasilaczy 200 W i 230 W to, czy podołają pracy z ogniwem, będzie zależało od liczby dodatkowych urządzeń zamontowanych w komputerze – nagrywarki, napędu DVD czy drugiego dysku twardego. Jeśli okaże się, że nasz zasilacz jest za słaby, nie pozostaje nam nic innego, jak zapewnić modułowi zasilanie z zewnątrz. W tym przypadku, aby komputer pozostał zamknięty, należy usunąć jeden ze śledzi bądź też wywiercić w jednym z nich mały otwór i w ten sposób wprowadzić dodatkowe zasilanie.

### Na swoim miejscu

Aby zamontować ogniwo Peltiera na naszym procesorze, oprócz zasilacza i wydajnego „coolera” potrzeba będzie jeszcze trochę pasty termoprzewodzącej, którą można kupić w dowolnym sklepie elektronicznym. Nawet najlepszy radiator wyposażony w najwydajniejszy wentylator nie będzie spełniał swojej funkcji, jeśli pomiędzy nim a jednostką centralną pozostanie szczelina powietrzna. Do jej likwidacji przy łączeniu dwóch układów chłodzących stosuje się preparaty redukujące oporność cieplną. Pamiętajmy, aby na procesor nałożyć jak najmniejszą warstwę pasty i rozprowadzić ją równomiernie po całej powierzchni CPU płaskim narzędziem. Następ-

nie na tak przygotowaną jednostkę centralną nakładamy moduł. Uwaga: zanim to zrobimy, koniecznie sprawdzimy, która strona płytki jest „zimna”. Łatwo sobie wyobrazić, co by się stało, gdybyśmy przez przypadek obrócili moduł do góry nogami. Kolejny krok to nałożenie ostatniego elementu układu chłodniczego. Cienką warstwą pasty termoprzewodzącej smarujemy górną powierzchnię ogniwa i mocujemy radiator tak, aby jak najdokładniej przylegał do „gorącej” strony płytki.

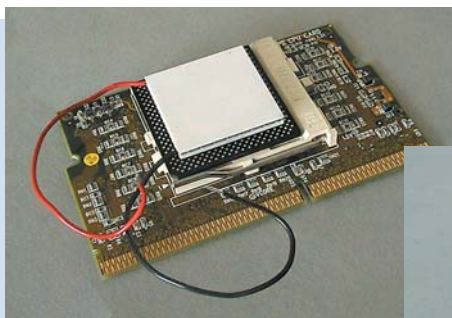
Rzeczą, której nie można pominąć przy naszych eksperymentach, jest zabezpieczenie procesora i płyty głównej przed wodą. Podczas pracy „zimna” strona ogniwa Peltiera na pewno osiągnie temperaturę niższą od temperatury otaczającego ją powietrza. W rezultacie zacznie się tam skraplać para wodna. Jeśli dopasujemy wymiarami moduł do CPU (układ 30x50 ma wymiary procesorów typu PPGA), to nie mamy się czym martwić. Powietrze nie będzie miało dostępu do chłodzonego obszaru. W przypadku gdy będziemy mieli do czynienia z modułem 40x40 lub większym, pozostanie kilka centymetrów kwadratowych nie wykorzystanej powierzchni chłodzącej – to właśnie tam będzie gromadziła się rosa. Gdyby jej część dostała się na płytę główną, mogłoby nastąpić zwarcie oraz uszkodzenie płyty głównej i czekałby nas wydatek rzędu 600 złotych. Aby zabezpieczyć się przed taką sytuacją, dobrze jest spryskać okolice podstawki procesora preparatem hydrofobowym (np. FLUID 101, o który należy pytać w sklepach z odczynnikami chemicznymi), a do niewykorzystanej powierzchni płytki przykleić kawałeczki gąbki, uszczelniając ją tak, aby maksymalnie ograniczyć dostęp powietrza.

Zanim wypróbujemy całość, upewnijmy się jeszcze raz, czy wszystko jest należycie zamontowane. Zwróćmy szczególną uwagę na czynności opisane powyżej, ponieważ od nich zależy wydajność chłodzenia ogniwem Peltiera i bezpieczeństwo naszego procesora.

### Kręcimy na maksa

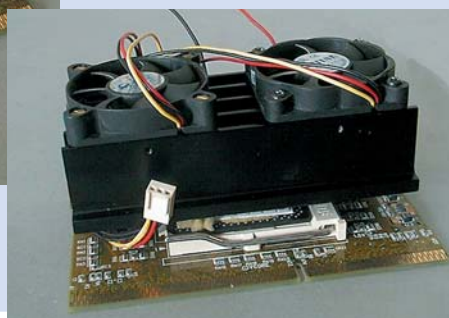
Za platformę do „podkręcania” posłużył nam komputer wyposażony w płytę główną Abit BE6 z procesorem Celeron 366 i pamięcią

▶ 102



Ogniwo Peltiera ma postać białej płytki o grubości kilku milimetrów.

Ważne elementy zestawu to radiator, wentylatory oraz gąbka zapobiegająca gromadzeniu się wody.



## Jaki moduł Peltiera wybrać?

Przy zakupie płytki do układu chłodniczego naszej jednostki centralnej powinniśmy zwrócić uwagę na dwa najważniejsze parametry: rozmiary i moc odprowadzaną. Wymiary ogniwa muszą być takie, aby możliwie jak najdokładniej pasowało ono do powierzchni procesora, przeznaczonej do wymiany ciepła z otoczeniem. Moc odprowadzana przez ogniwo musi być większa od mocy wydzielanej przez przetaktowany CPU. Procesor Intel Celeron 500 PPGA przy nominalnej wartości napięcia zasilającego jądro CPU (2,0 V) emituje moc rzędu 27 W. Moc, jaką wydziela ogniwo, jest równa mocy pobieranej od procesora. Po „gorącej” stronie ogniwa Peltiera są więc wydzielane 54 W mocy. Do chłodzenia typowego procesora wystarczy nam moduł o mocy przenoszonej większej od 27 W. Musimy jednak wziąć pod uwagę to, że podczas „podkręcania” jednostki centralnej moc wydzielana na procesorze wzrosła. Przy dwukrotnym zwiększeniu częstotliwości magistrali FSB (przy napięciu CPU 2,0 V) moc wydzielana przez procesor wzrasta do 40,5 W i wtedy wydajność ogniwa okaże się zbyt

mała. Za słaby będzie także układ chłodzący ogniwo, musimy bowiem odprowadzić aż 81 W mocy. Uff, jak gorąco!

## Oto, jak wyliczyć moc wydzielaną przez podkręcony procesor:

$$\text{Moc wydzielana} = M_p * (f_p/f_n) * (U_p/U_n)^2$$

**M<sub>p</sub>** – moc wydzielana przez procesor (znajduje się w specyfikacji)

**f<sub>n</sub>** – nominalna częstotliwość pracy CPU

**f<sub>p</sub>** – częstotliwość po podkręceniu

**U<sub>n</sub>** – nominalne napięcie zasilające jądro jednostki centralnej

**U<sub>p</sub>** – nowe napięcie zasilające

Przykład: Celerona 366 PPGA (moc wydzielana 21,7 W, zasilanie 2,0 V) chcemy przetaktować na 550 MHz. Podkręcony procesor nie pracuje stabilnie przy 2 V, więc zwiększamy napięcie zasilające jądro CPU do 2,3 V.

$$\text{Moc wydzielana} = 21,7 * (550/366) * (2,3/2,0)^2 = 43,125 \text{ W}$$

WYMIARY (mm)	Pobór prądu (A)	Napięcie (V)	Moc odprowadzana (W)	Różnica temperatur (K)
15x15x3.8	6,0	2,1	7,1	71
20x20x3.8	6,0	3,8	12,9	71
20x40x3.6	8,5	7,5	35,0	71
22.4x22.4x3.6	3,9	8,6	19,3	71
30x30x3.4	8,5	8,6	40	71
30x30x3.6	3,9	15,5	34	71
40x40x3.8	6,0	15,5	53	71
40x40x3.4	8,5	15,5	72	71

Dostępne ogniwa Peltiera (źródło: <http://www.semicon.com.pl/>)

100 MHz o czasie dostępu 8 ns. Przy wykorzystaniu zwykłego radiatora i wentylatora udało nam się osiągnąć stabilną pracę komputera przy częstotliwości FSB 83 MHz. Przy FSB 100 MHz kontynuowanie naszych eksperymentów okazało się niemożliwe – po ok. 5 minutach komputer się zawieszał. Próbowaliśmy stopniowo zwiększać napięcie zasilającego jądro CPU, lecz i to nie przyniosło pożądanego efektów. Ostatnią możliwością było wyłączenie cache L2 w procesorze. Komputer działał, ale straty w wydajności spowodowane brakiem pamięci podręcznej były większe od zysków uzyskanych dzięki wyższej częstotliwości. Gdyby nie ogniwo Peltiera, dalsze podkręcanie jednostki centralnej byłoby niemożliwe.

Do chłodzenia testowanego Celerona użyliśmy modułu Peltiera o wymiarach 40x40. Było to konieczne, mimo iż wymiary płytki znacznie różniły się od wielkości powierzchni CPU. Głównym powodem była moc odprowadzana przez ogniwo – 53 W. Moc, jaką teoretycznie mógł wydzielić przetaktowany procesor przy magistrali FSB 110 MHz i napięciu zasilającym jądro 2,3 V, wynosiła 47,8 W. W tym wypadku ogniwo 30x30 najbardziej wymiarami zbliżone do powierzchni jednostki centralnej nie spełniałoby swojej funkcji.

Do „gorącej” strony płytki Peltiera przymocowaliśmy przygotowany wcześniej radiator.

Nie wykorzystaną powierzchnię chłodzącą modułu starannie okleiliśmy gąbką, tak aby powietrze nie miało do niej dostępu. Tak przygotowaną „lodówkę” podłączyliśmy do zasilacza 230-watowego. Dzięki nowemu chłodzeniu nasz Celeron zawieszający się przy częstotliwości FSB 100 MHz zaczął pracować stabilnie przy napięciu mniejszym niż nominalne – 1,9 V. Komputer działał poprawnie nawet podczas pięciogodzinnej gry w Quake’a.

Umieszczenie dodatkowego termometru dostarczonego wraz z płytą główną w pobliżu chłodzonej powierzchni procesora umożliwiło kontrolę temperatury. Robiliśmy to za pomocą programu Motherboard Monitor (patrz: ramka Info). W czasie dużego obciążenia testowana jednostka centralna osiągała temperaturę 25–27°C, w stanie spoczynku zaś 20°C. Zastosowanie programu chłodzącego (WaterfallPro lub Rain) spowodowało dalszy spadek temperatury, tym razem do -2°C.

Skoro procesor o nominalnej częstotliwości 366 udało nam się podkręcić do 550 MHz, postanowiliśmy spróbować z wyższymi wartościami. Zwiększyliśmy częstotliwość magistrali do 103 MHz. Tym razem komputer także pracował stabilnie, choć konieczne było ustawienie napięcia zasilającego CPU na nominalną wartość 2,0 V. Przy częstotliwości magistrali wynoszącej 105 MHz system

przestał zachowywać się poprawnie. Komputer udało się uruchomić, ale od czasu do czasu podczas gry w Quake’a 3 następowało zawieszenie. Podczas pracy biurowej z programami Word, Excel czy surfowania po Internecie nie zaobserwowaliśmy żadnych problemów.

Częstotliwością graniczną okazało się 110 MHz. Ani wyłączenie UDMA w BIOS-ie, ani stopniowe zwiększanie napięcia zasilającego jądro CPU od 2,0 do 2,3 V nie przyniosły efektów. Podczas startu komputera system Windows notorycznie się zawieszał, uniemożliwiając dalsze podkręcanie.

## Czy gra jest warta świeczki?

Osiągnięte wyniki mówią same za siebie. Dzięki zastosowaniu nowego, bardziej wydajnego systemu chłodzenia udało się podkręcić procesor aż o 1,5 raza (z 366 MHz do 568 MHz), nie zwiększając napięcia zasilającego jądro CPU. Temperatura przetaktowanej jednostki centralnej nie obciążonej obliczeniami i przy wykorzystaniu programów chłodzących wynosiła -2°C, a podczas wymagających operacji matematycznych sięgała 20°C.

Niestety, za ogniwo przyjdzie nam słono zapłacić. Ceny wahają się od 106 zł za model 30x30 do 120 zł za płytkę o wymiarach 40x40. Do kosztów „lodówki” trzeba jeszcze doliczyć cenę radiatora i wentylatorów. Łączny wydatek może sięgnąć nawet 200 zł, a to – w przypadku niedrogich procesorów – może być granicą opłacalności.

Zanim zdecydujemy się na nasze eksperymenty z mrożeniem procesora, rozważmy nie tylko koszty związane z zakupem modułu, ale i możliwości podkręcenia CPU. To, czy uda nam się osiągnąć stabilną pracę systemu po przetaktowaniu procesora, zależy od trzech komponentów komputera: jednostki centralnej, płyty głównej i pamięci RAM. Przed podejmowaniem prób „overclockingu” sprawdźmy dokładnie, czy posiadany przez nas sprzęt podlega wymaganiom wyższej częstotliwości. Jeśli zaniedbamy tych czynności, może się okazać, że dodatkowo będziemy musieli wymienić naszą pamięć na szybszą lub zmienić płytę główną. A to może spowodować, że z powodu kosztów operacja podkręcania straci sens.

Piotr Krawczyk

## INFO

## Grupy dyskusyjne

Uwagi i komentarze do artykułu:

<news://news.vogel.pl/chip.artykuly>

Pytania techniczne:

<news://news.vogel.pl/chip.hardware>

## Internet

Dystrybutor ogniw Peltiera

<http://www.semicon.com.pl/>

Podkręcanie procesorów

<http://www.overclockers.com/>



Na CHIP-CD w dziale *Hardware* |  
Chłodzenie procesorów znajdują się  
programy Rain 1.0, Waterfall Pro 2.1 oraz  
Motherboard Monitor 4.05