

Rozpraszanie ciepła

Odprowadzanie ciepła z komponentów elektronicznych nierzadko spędza sen z powiek projektantom urządzeń elektronicznych. Często okazuje się, że nasz laptop, smartfon lub inne urządzenie z mikroprocesorem mogłoby być mniejsze, lżejsze, gdyby nie radiator i wentylator, w który muszą być wyposażone. Konieczność odprowadzenia ciepła jest jednym z ważniejszych problemów tworzonych przez układy półprzewodnikowe i czynników ograniczających ich rozwój. Co ciekawe, mimo iż wymyślono wiele różnych systemów chłodzenia np. za pomocą cieczy, to nadal w większości zastosowań niezastąpione są radiatory i wentylatory.

W artykule zaprezentowano przegląd aktualnie stosowanych i popularnych metod chłodzenia podzespołów elektronicznych w skali mikro. Dzięki jego lekturze można szybko zorientować się, co „w trawie piszczy” i wybrać najlepszą metodę dla konstruowanego urządzenia.

Nie można powiedzieć, że problem utrzymania stabilnych warunków temperaturowych narodził się wraz z komponentami półprzewodnikowymi: diodą, tranzystorem czy układem scalonym, ponieważ ze wzrostem temperatury szybko maleje np. niezawodność kondensatorów, które są wynalazkiem wcześniejszym. Jednak jest faktem, że te nowoczesne podzespoły postawiły przed konstruktorami szczególne wymagania i zmusiły do stosowania różnych metod, jak najlepiej dopasowanych do danej aplikacji.

Radiatory

Zastosowanie radiatora jest jednym z najprostszych sposobów rozpraszania ciepła, dlatego też radiatory są powszechnie i często stosowane w wielu urządzeniach elektronicznych. Są one wykonywane z róż-

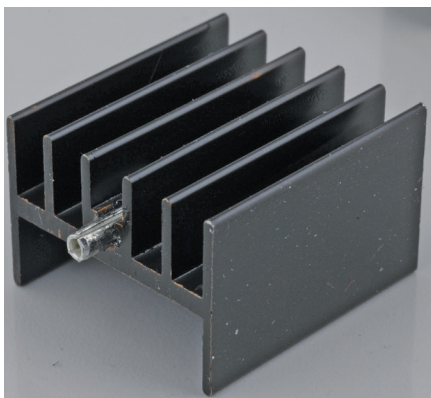
nych materiałów, aczkolwiek najczęściej z mającego niewielką rezystancję termiczną i względnie niedrogiego aluminium, rzadziej z mosiądzu lub miedzi. Radiatory mają różne kształty, chociaż prawie zawsze dąży się do tego, aby powierzchnia czynna radiatora, za pomocą której może on oddawać ciepło do otoczenia, była jak największa.

Przez elektronika radiator jest modelowany w postaci obwodu RC, w którym pojemności odpowiada ciężar radiatora, a rezystancji elektrycznej – rezystancja termiczna. Zdając się jedynie na intuicję można powiedzieć, że radiatory mające duży ciężar będą miały większą pojemność termiczną. Najważniejszym parametrem radiatora jest jego rezystancja termiczna. Jest to wielkość fizyczna reprezentująca opór, jaki stawia dana materia transportowaniu energii cieplnej pomiędzy

dwoma punktami. Jeśli kilka elementów przewodzących ciepło styka się ze sobą, to zachowują się analogicznie, jak zwykle rezystory, a więc ich rezystancje termiczne mogą sumować się, jak przyłączeniu szeregowym lub odwrotności ich rezystancji termicznych, jak przyłączeniu równoległym. Rezystancję termiczną ciała wyraża się za pomocą jednostki [K/W], w postaci ilorazu różnicy temperatur pomiędzy dwoma punktami i mocy, która tę różnicę temperatur wywołała.

Stosując przekładki i pasty wykonane z różnych materiałów termoprzewodzących dąży się do tego, aby uzyskać jak najlepszy kontakt obudowy elementu chłodzonego do radiatora i aby rezystancja termiczna pomiędzy radiatorem, a elementem chłodzonym była jak najmniejsza. Zwykle po takich czynnościach mieści się ona w przedziale $0,1...1^{\circ}\text{K/W}$. Rezystancja termiczna pomiędzy radiatorem a powietrzem jest zwykle wielokrotnie niższa, niż rezystancja termiczna pomiędzy obudową elementu a powietrzem (typowe wartości to $2...20\text{ K/W}$). Na wartość rezystancji termicznej wpływa wiele czynników, z których najbardziej istotne to kolor i powierzchnia radiatora, ruch czynnika chłodzącego wokół niego (najczęściej powietrza) oraz temperatura samego radiatora, ponieważ paradoksalnie radiator mający wyższą temperaturę ma mniejszą rezystancję termiczną.

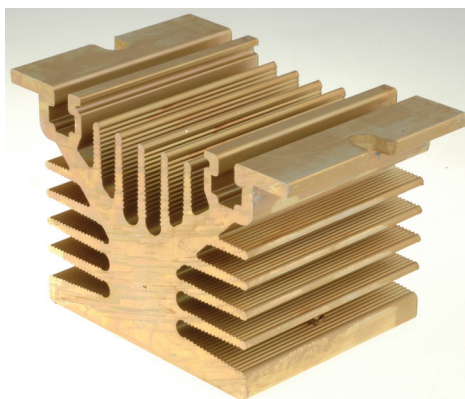
Ogromne znaczenie dla skuteczności odprowadzania ciepła przez radiator ma ruch czynnika chłodzącego wokół niego. W niektórych zastosowaniach tym czynnikiem chłodzącym może być ciecz, jednak zwykle jest nim powietrze. Ruch powietrza



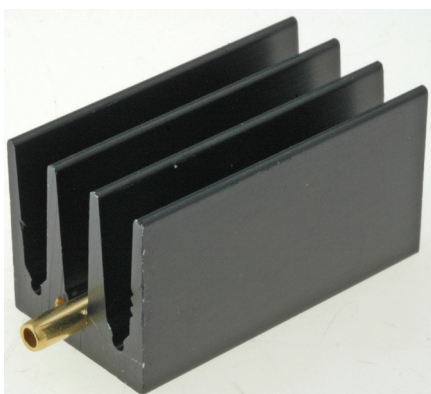
Fotografia 1. Radiator typu H firmy Stonecold (model HS-123-25)



Fotografia 2. Radiator typu U firmy Stonecold (model D02PA)



Fotografia 3. Radiator typu Y firmy Anly Electronics (model HS-060-50)



Fotografia 4. Radiator żeberkowy firmy Fischer Elektronik (model SK 437 30 STS)

najczęściej jest zapewniany przez odpowiednie usytuowanie radiatora wewnątrz lub na zewnątrz obudowy urządzenia. W tym drugim wypadku obudowa musi mieć otwory umożliwiające swobodny ruch powietrza, konwekcyjny lub wymuszony przez wentylator albo dmuchawę.

Najprostsze radiatory są w postaci odpowiednio ukształtowanego kawałka blachy aluminiowej lub – rzadziej – mosiężnej, lub miedzianej. Zwykle są one stosowane dla komponentów o niewielkiej skali integracji, które wydzielają małą moc lub mogą pracować w podwyższonej temperaturze. Wraz ze wzrostem ilości mocy traconej stosuje się radiatory o bardziej skomplikowanych kształtach, mające wiele żeberk, tłoczone lub odlewane z aluminium lub jego stopów. Aby poprawić właściwości radiatora, często stosuje się aluminium oksydowane (czernione) lub eloksalowane (anodowane), którego powierzchnia ma lepsze zdolności emisyjne w zakresie promieniowania podczerwonego.

Największą popularnością cieszą się radiatory żeberkowe oraz o kształtach oznaczanych literami Y, U, H. Przykładowe radiatory o tych kształtach pokazano na **fotografiach 1...4**. Wiele z gotowych, dostępnych w handlu radiatorów, jest przystosowanych do konkretnego typu obudowy, np. TO-220, albo przeznaczonych do podzespołów konkretnego typu, takich jak tyrystory, diody prostownicze, triaki, tranzystory mocy i inne.

Współcześnie radiatory nie są wykonywane jedynie w formie kształtek z bloków metalowych. Na przykład ciekawą grupę rozwiązań stanowią radiatory elastyczne firmy Chomerics, która ma w ofercie dwie rodziny takich produktów: wykonane w postaci cienkiej folii miedzianej plastyczne radiatory T-Wing oraz grubsze, wykonane z tlenku glinu radiatory C-Wing, wyposażone w skrzydełka, które użytkownik może wyginać stosownie do swoich potrzeb. Takie radiatory są wygodne w montażu, ponieważ mają postać naklejek z warstwą kleju silikonowego przykrytą łatwą do zerwania folią zabezpieczającą i pozwalają na obniżenie temperatury układu, do którego są przyklejone, typowo o 10...20 K. Innym, ciekawym rozwiązaniem są zaprojektowane przez firmę OKI przy współpracy z firmą Ceramission radiatory Stick-it Flexible. Są one wykonane z płynnego materiału ceramicznego Cerac, który charakteryzuje się dużą sprawnością przy emisji ciepła w postaci promieniowania podczerwonego. Mają postać elastycznych naklejek utwardzonych za pomocą podłoża aluminiowego.

Ze względu na rosnące ceny surowców dąży się do zastępowania droższych metali (np. miedzi) przez tańsze (np. aluminium) lub materiałów ceramicznych. Z drugiej strony, nowoczesne podzespoły elektroniczne są coraz mniejsze i coraz bardziej ener-

gooszczędne, a pobierana przez nie moc jest ograniczana do niezbędnego minimum. Ten trend powoduje, że obecnie producenci radiatorów sprzedają coraz więcej niewielkich radiatorów, które są stosowane przede wszystkim w urządzeniach powszechnego użytku oraz bardzo dużych, dla urządzeń energetycznych dużej mocy. Jednak w tym drugim wypadku, pomimo trudności technicznych, coraz częściej jest stosowana metoda chłodzenia z wymuszonym obiegiem cieczy chłodzącej.

Mimo, iż w pewnym sensie wspomniane trendy związane z miniaturyzacją zaciągają hamulec dla rozwoju tej branży, to jednak oferta radiatorów jest ogromna, a ich producenci stale zaskakują nas nowinkami. Nietrudno jednak zauważyć, że są to rozwiązania raczej niszowe, przeznaczone do zastosowań np. w sprzęcie komputerowych, a ich przydatność w elektronice profesjonalnej jest raczej niewielka ze względu na wysoki koszt. Nadal więc w zastosowaniach profesjonalnych dominują tradycyjne elementy profilowane, ponieważ korzyści płynące z użycia wymienionych nowinek są nieadekwatne do ich ceny. Każdy producent radiatorów oferuje specyficzne dla własnej oferty kształty i trudno znaleźć merytoryczne argumenty, które by wykazywały przewagę danego kształtu żeberk nad innymi. Niedługo za nowość uznawano radiatory z żeberkami szpilkowymi, jednak teraz trudno wykazać, że ich pojawienie się cokolwiek zmieniło na rynku radiatorów. Czasami odnoszę wrażenie, że wiele kształtek radiatorów – zwłaszcza w sprzęcie komputerowym – jest wykonywane „dla oka” i bardziej mają one za zadanie dobrze wyglądać i zachęcać do zakupu miłośników gadżetów, niż jakoś niezwykle skutecznie odprowadzać ciepło. Za tą tezę przemawia fakt, że cały czas na rynku dostępne są profile aluminiowe produkowane przez polskiego producenta – Grupę Kęty, takie same, jakie były wykorzystywane trzy-cztery dekady temu w krajowym sprzęcie audio. Profile radiatorowe z Kęt z pewnością mają szansę zdobyć tytuł ponadczasowego produktu do zastosowań w elektronice. Niemniej jednak, przeglądając stronę internetową producenta, nie sposób odnieść wrażenia, iż jest to wyrób, do którego nie przywiązuje się większego znaczenia. Małeńki ułamek oferty firmy, która rozwija się zupełnie w innym kierunku.

Ze względu na liczne kształty oraz oferowane przez dystrybutorów lub producentów usługi obróbki mechanicznej, bardzo trudno jest „rozsądnie” zestawiać radiatory w tabeli ułatwiającej ich wybór. Dlatego w **tabeli 1** zamieszczono ogólny wykaz firm współpracujących z redakcją EP, oferujących radiatory. Po szczegóły oferty należy skontaktować się z wybranym dystrybutorem czy producentem.

Tabela 1. Wykaz firm – dystrybutorów lub producentów radiatorów

Firma producent lub dystrybutor	Przeznaczenie					Rodzaj chłodzenia			Materiał radiatora				Sposób mocowania			
	Układy scalone	Tranzystory małej mocy	Tranzystory dużej mocy	Diody prostownicze	Tyrystory	Konwekcyjne (bez miejsca dla wentylatora)	Powietrzne (z miejscem dla wentylatora)	Ciecżą	Miedź	Aluminium	Aluminium oksydowane	Tworzywa sztuczne, materiały ceramiczne	Lutowane do PCB	Przykręcane do PCB	Przykręcane do obudowy	Przyklejane do elementu
Piekarz Warszawa	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Nie	Tak				Nie	Nie	Tak	Tak
Micros Kraków	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Nie	Nie	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
Lafot Puszczyczkowo	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
Eltron Wrocław	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
TME Łódź	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Nie	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
Microdis Wrocław	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
Dacpol Piaseczno	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Nie
OEM Warszawa	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
Arrow Warszawa	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Nie	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
Astat Poznań	Tak	Tak	Nie	Nie	Nie	Tak	Nie	Nie	Tak	Nie	Nie	Tak	Nie	Nie	Nie	Tak
Farnell (dystrybutor internetowy)	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
RS Components (dystrybutor internetowy)	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Nie	Nie	Nie	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak



Fotografia 5. Przykładowy wentylator



Fotografia 6. Przykładowa dmuchawa

Wentylatory

Wentylator (fotografia 5) i dmuchawa (fotografia 6) są pompami powietrza i dlatego do opisu ich pracy będą miały zastosowanie te same parametry, które charakteryzują pracę każdej pompy. W wentylatorze lub dmuchawie ruch obrotowy silnika za pomocą śmigła jest zamieniany na ruch postępowy powietrza. Podstawowa różnica pomiędzy wentylatorem a dmuchawą polega na sposobie przepływu powietrza i charakterystyce wywieranego ciśnienia. Wentylator przemieszcza powietrze w kierunku, który jest prostopadły do płaszczyzny wirowania śmigła. Może przy tym powodować znaczny jego przepływ, ale słabo radzi sobie przy dużej różnicy ciśnień, wydymując powietrze „przeciwno” wyso-

kiemu ciśnieniu. Dmuchawa przemieszcza powietrze w kierunku, który jest równoległy do płaszczyzny wirowania, przy czym w porównaniu z wentylatorem wywołuje ona mniejszy przepływ. Jej zaleta jest taka, że różnica ciśnień może być duża, tzn. dmuchawa, inaczej niż wentylator, może pracować „przeciwno” dużemu ciśnieniu zewnętrznemu. W większości zastosowań wentylator lub dmuchawa pełnią rolę pomocniczą i są stosowane razem z radiatorem ułatwiając oddawanie ciepła do otoczenia. Dzięki ich zastosowaniu radiator może mieć mniejszą powierzchnię, a sprzęt może mieć otwory wentylacyjne wykonane np. z tyłu lub boku obudowy, bez potrzeby uwzględniania naturalnej cyrkulacji powietrza.

Najczęściej użytkownik ma do czynienia z wentylatorem w postaci śmigła przymocowanego do rotora silnika wprawiającego je w ruch wirowy. To śmigło jest otoczone niewielką osłoną, która jednocześnie ma na brzegach od dwóch do kilku otworów na śruby mocujące. Można spotkać również specjalne typy wentylatorów, osłonięte rodzajem tuby lub umieszczone wewnątrz kanału nawiewnego. Osłony te, oprócz mechanicznego zabezpieczenia wentylatora, redukują również wiry powstające na krawędziach łopatek śmigła tym samym zmniejszając hałas. Do napędzania wentylatorów i dmuchaw stosowane są silniki indukcyjne zasilane prądem przemiennym lub silniki bezszczotkowe zasilane prądem stałym.

Wentylatory i dmuchawy są produkowane jako lewoskrętne i prawoskrętne. Przeważnie wentylatory oferowane przez producentów mają minimalne napięcie zasilania ok. 5 V DC, a maksymalne 230 V AC. Te wartości napięcia zasilającego wynikają z wielkości napięcia występujących w urządzeniach elektronicznych.

Dla trwałości wentylatora kluczowe znaczenie ma sposób łożyskowania wirnika, ponieważ to jego jakość i trwałość w największym stopniu decydują o czasie funkcjonowania wentylatora w aplikacji. Do aplikacji

Tabela 2. Wykaz firm dystrybutorów wentylatorów i dmuchaw												
Firma dystrybutor	Wentylatory						Dmuchawy					
	Zasilanie		Wybrane parametry			Zastosowanie	Zasilanie		Wybrane parametry			Zastosowanie
	DC [V]	AC [V]	Typowa żywotność [godz.]	Najmniejsze wymiary [mm]	Największe wymiary [mm]		DC [V]	AC [V]	Typowa żywotność [godz.]	Najmniejsze wymiary [mm]	Największe wymiary [mm]	
Micros Kraków	5, 9, 12, 24, 48	115, 230	45 tys.	25×25×10	176×176×89	Elektronika, komputery, automatyka przemysłowa	12	Bd	60 tys.	52×52×15	120×120×30	Komputery, automatyka przemysłowa
Lafot Puszczykowo	24	230	Bd	60×60×25	120×120×38	Automatyka przemysłowa		230	Bd	162×162×160	225×241×276	Automatyka przemysłowa
Semicon Warszawa	5, 9, 12, 24, 48	24, 115, 230	40 tys.	Bd	200×200×70	Elektronika, komputery, automatyka przemysłowa	5, 9, 12, 24, 48	24, 115, 230	40 tys.	Bd	160×160×40	Komputery, automatyka przemysłowa
Eltron Wrocław	5, 12, 24, 48	115, 230	60 tys.	25×25×6	105×176×38	Elektronika, automatyka przemysłowa	12, 24	Bd	65 tys.	94×94×33	220×220×56	Komputery, automatyka przemysłowa
TME Łódź	5, 12, 24, 48	115, 230	Bd	17×17×3	254×254×89	Elektronika, komputery, automatyka przemysłowa	12	Bd	Bd	35×35×7	50×50×15	Komputery, automatyka przemysłowa
Dacpol Piaseczno	5, 12, 24, 48	24, 115, 230	40 tys.	25×25×8	Ø1250×100	Komputery, automatyka przemysłowa	12, 24, 48	115, 230	40 tys.	121×121×17	400×400×350	Komputery, automatyka przemysłowa
CSI Kraków	12, 24	115, 230	40 tys.	105×105×25	Bd	Komputery, automatyka przemysłowa	Bd	115, 230	40 tys.	Bd	Bd	Komputery, automatyka przemysłowa
OEM Warszawa	12, 24, 48	115, 230	40 tys.	60×60×25	254×254×89	Elektronika, komputery, automatyka przemysłowa	Bd	Bd	Bd	Bd	Bd	Bd
Arrow Warszawa	5, 9, 12, 24, 48	115, 230	50 tys.	Bd	Bd	Elektronika, komputery, automatyka przemysłowa	Bd	Bd	Bd	Bd	Bd	Bd
Astat Poznań	-	115, 230	Bd	80×80×25	172×150×51	Automatyka przemysłowa	Bd	Bd	Bd	Bd	Bd	Bd
Farnell (dystrybutor internetowy)	5, 12, 24, 48	115, 230	Bd	Bd	Bd	Elektronika, komputery, automatyka przemysłowa	12, 24, 48	115, 230	Bd	Bd	Bd	Komputery, automatyka przemysłowa
RS Components (dystrybutor internetowy)	5, 12, 24, 48	115, 230	Bd	Bd	Bd	Elektronika, komputery, automatyka przemysłowa	12, 24, 48	115, 230	Bd	Bd	Bd	Komputery, automatyka przemysłowa

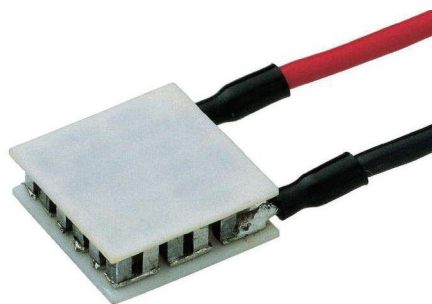
warto wybierać te wentylatory, które mają łożyskowanie magnetyczne. Różnica pomiędzy rozwiązaniem tradycyjnym, a wspomnianym, polega na obniżeniu środka ciężkości rotora oraz stabilizację orbity wirnika przez zastosowanie odpowiednio ukształtowanego statora i płytki „lewitującej” w polu magnetycznym magnesu stałego. W ten sposób uzyskuje się redukcję drgań rotora, co przekłada się wprost na znaczną redukcję hałasu i obniżenie poboru energii.

Wentylatory są dostępne w ofercie wielu firm dystrybutorów. „Każda pliszka swój ogonek chwali” i naprawdę bardzo trudno jest dokonać wyboru. Osobiście, gdy stosowałem wentylatory w aplikacjach, to wybierałem takie od sprawdzonych producentów, czasami jako kryterium stosując poziom generowanego hałasu, a czasami po prostu cenę. Trzeba jednak mieć na uwadze, że awaria wentylatora może mieć bardzo nieprzyjemne następstwa i dlatego nie warto kierować się tylko ceną. W tabeli 2 zamieszczono zestawienie nazw firm współpracujących z redakcją EP i mających w swojej ofercie wentylatory i dmuchawy przeznaczone do chłodzenia podzespołów elektronicznych.

Ogniwa Peltiera

Ogniwo Peltiera (fotografia 7) jest elementem półprzewodnikowym, wykonanym z dwóch płytek ceramicznych, pomiędzy którymi umieszczono warstwę półprzewodnika. Najciekawszą jego właściwością jest zdolność do transportu ciepła ze strony „cieplej” na „zimną”. Dzięki temu doskonale nadaje się ono do odbierania ciepła z chłodzonych obiektów. Stosując ogniwa Peltiera trzeba zdawać sobie sprawę z tego, że ciepło odebrane z komponentu nie ulegnie „magicznemu” rozproszeniu, nie zostanie zamienione w inny rodzaj energii, ale znowuż – podobnie, jak wentylator lub dmuchawa – ogniwo Peltiera musi współpracować z radiatorem, systemem chłodzenia za pomocą cieczy, więc pełni ono jedynie rolę pomocniczą transportując ciepło ze strony zimnej na ciepłą.

Jako element chłodzący ogniwa Peltiera najczęściej są stosowane w urządzeniach, w których jest konieczne odbieranie dużej mocy cieplnej i zapewnienie odporności na czynniki występujące w środowisku pracy.



Fotografia 7. Miniaturowy moduł Peltiera o mocy kilku W

Ich istotną cechą jest możliwość precyzyjnej regulacji ilości transportowanej energii cieplnej – jest ona zależna od natężenia prądu płynącego przez termoelement, co pozwala na dokładne określenie temperatury chłodzonego obiektu.

Ogniwo Peltiera ułatwia chłodzenie komponentów elektronicznych umieszczonych w zamkniętej szczelnie obudowie, przy wysokiej temperaturze otoczenia i w niekorzystnych warunkach pracy. Ze względu na wysoką cenę, trafiają one przede wszystkim do sprzętu specjalistycznego, systemów telekomunikacyjnych, aparatury badawczo-naukowej oraz sprzętu wojskowego. W zastosowaniach popularnych, bliższych przeciętnemu użytkownikowi, ogniwa Peltiera można znaleźć w: komorach klimatycznych, komputerach PC i na kartach graficznych, w lodówkach przenośnych, urządzeniach do schładzania napojów i drinków, komorach do przechowywania win itp.

Wydajność chłodzenia za pomocą ogniw Peltiera może być łatwo zwiększona poprzez przyłożenie do siebie dwóch lub więcej ogniw stronami: gorącą jednego modułu do zimnej kolejnego. W zależności od liczby połączonych w ten sposób elementów, można uzyskiwać coraz niższe temperatury. Ze względu na wydzielanie ciepła Joule'a przez każde z ogniw, kolejny poziom musi odprowadzić ciepło przekazywane i wytworzone przez poprzednie poziomy, co wymusza konieczność łączenia ogniw w struktury piramidalne i zastosowanie dodatkowego, wymuszonego chłodzenia.

Niestety, wygoda stosowania ogniw Peltiera jest okupiona wysokimi kosztami zakupu i eksploatacji. Spowodowanie transportu

ciepła wymaga dostarczenia sporej mocy zasilania, co przy niskim napięciu (zwykle rzędu 12...24 V) wymusza zasilanie dużym prądem i jest sporym problemem, nie tylko ze względu na sposób zasilania, ale również z powodu ciepła Joule'a rosnącego z kwadratem natężenia prądu. Dlatego często ogniwa Peltiera wykonuje się w postaci wielu pojedynczych ogniw połączonych kaskadowo, co umożliwi uzyskanie pożądanej sprawności odprowadzania ciepła bez konieczności podnoszenia natężenia prądu zasilającego. Pojedyncze ogniwa są montowane pomiędzy płytkami z materiału ceramicznego i łączone za pomocą miedzianych ścieżek. Z racji dużej gęstości oddawanej energii termicznej, moduły Peltiera zwykle stosuje się wraz z radiatorami, pastą termoprzewodzącą oraz dodatkowym systemem wymuszonego chłodzenia w postaci wentylatora lub instalacji z cieczą chłodzącą.

Teoretyczne podstawy funkcjonowania ogniwa Peltiera zostały świetnie opisane przez Piotra Góreckiego w trzech kolejnych numerach Elektroniki Praktycznej, od 1/1996 do 3/1996. Te artykuły są do pobrania lub przeczytania za darmo, w archiwum EP dostępnym pod adresem <http://www.ep.com.pl>. Ich lektura jest niezbędna przed zakupem ogniwa, ponieważ podano w nich zasady niezbędne dla odpowiedniego „zwympiarowania” ogniwa do systemu.

Zakup ogniwa Peltiera i niezbędnych akcesoriów to niemały wydatek, dlatego należy zwrócić szczególną uwagę na poprawne dobranie wszystkich komponentów. Opisany przez nas regulator prądu ogniwa Peltiera umożliwi osiągnięcie i utrzymanie pożądanej temperatury z zakresu -20...+50°C,

Tabela 3. Parametry modułów Peltiera z oferty TME

Model	Wymiary [mm]	U maks. [V]	I maks. [A]	Rezystancja [Ω]	Różnica temperatur [K]	Moc ciepła odprowadzanego [W]
RC3-8-01LS	20×20×3,53	4,1	7,4	0,4	73	19
RC6-8-01LS	30×30×3,53	4,1	7,4	0,9	73	43
PM-15X15-9.5	15×15×3,7	2,0	8,5	0,24	68	9,5
PM-30X30-36	30×30×3,3	14,6	4,3	3,1	68	36
PM-40X40-53	40×40×3,8	14,9	6,4	1,98	68	53
PM-40X40-89	40×40×3,3	15,8	10,5	1,08	67	89
PM-62X62-267	62×62×4,8	16,2	30,7	0,27	68	267

Tabela 4. Parametry wybranych modułów Peltiera z oferty firmy Micros (w pełnej ofercie firmy jest 126 elementów, stan na styczeń 2012)

Model	Wymiary [mm]	U maks. [V]	I maks. [A]	Rezystancja [Ω]	Różnica temperatur [K]	Moc ciepła odprowadzanego [W]
TEC1-00703	15×15	2,0	3	0,51	68	3,6
TEC1-00704	15×15	2,0	4	0,39	68	4,8
TEC1-00705	15×15	2,0	5	0,31	68	6,0
TEC1-00706	15×15	2,0	6	0,26	68	7,1
TEC1-00707	15×15	2,0	7	0,25	68	8,3
TEC1-00710	15×15	2,0	10	0,16	68	11,9
TES1-24110	40×40	29,2	10	2,46	68	168,7

jednak jest to możliwe pod warunkiem zapewnienia odpowiedniej wydajności całego systemu chłodzenia. Jeśli ogniwo Peltiera nie jest właściwie dobrane, albo system chłodzenia ogniwa Peltiera nie umożliwi osiągnięcia odpowiedniej różnicy temperatur po stronach zimnej i gorącej, to nie uda się

osiągnąć wymaganej wydajności chłodzenia. Poprawne chłodzenie za pomocą ogniwa Peltiera może się udać tylko wtedy, gdy ogniwo jest połączone z odpowiednio wydajnym elementem chłodzącym. Zjawiska zachodzące w module Peltiera mają silny związek z temperaturą, więc parametry użytkowe zależą

Tabela 5. Parametry wybranych modułów Peltiera z oferty firmy Farnell (w pełnej ofercie firmy jest 40 elementów, stan na maj 2014)

Model	Wymiary [mm]	U maks. [V]	I maks. [A]	Rezystancja [Ω]	Różnica temperatur [K]	Moc ciepła odprowadzanego [W]
MCHPE-071-10-08-E	Bd	8,9	6	1,21	69	30
MCHPE-127-10-08-E	Bd	15,7	6	2,3	69	55
MCHPE-127-14-06-E	Bd	15,7	15,4	0,85	68	150
MCHPE-128-10-05-E	Bd	15,8	9	1,4	68	88
MCHPE-071-10-08-E	Bd	24,8	15,4	Bd	68	222
MCHPE-200-14-06-E	Bd	24,6	8,5	2,4	71	121
MCTE1-19913L-S	Bd	24,1	13	1,4	68	200

Tabela 6. Parametry wybranych modułów Peltiera z oferty firmy RS Components (w pełnej ofercie firmy jest 79 elementów, stan na styczeń 2012)

Model	Wymiary [mm]	U maks. [V]	I maks. [A]	Rezystancja [Ω]	Różnica temperatur [K]	Moc ciepła odprowadzanego [W]
ET-007-08-15-RS	6×6×3,8	0,9	2,2	0,4	Bd	1,2
ET-007-10-15-RS	8×8×3,8	0,9	3,2	0,4	Bd	1,6
ET-011-05-15-RS	6×4×3	1,4	0,8	1,5	Bd	0,6
ET-127-20-15-RS	55×55×4,6	15,7	13,1	1,1	Bd	128,7
ET-017-08-15-RS	9×9×3,8	2,1	2,2	0,86	Bd	2,8
ET-127-20-25-RS	55×55×5,6	15,7	8	1,75	Bd	78,7
ET-031-20-25-RS	30×30×5,6	3,8	8	0,43	Bd	18,8

Tabela 7. Parametry wybranych modułów Peltiera z oferty firmy Conrad

Model	Wymiary [mm]	U maks. [V]	I maks. [A]	Rezystancja [Ω]	Różnica temperatur [K]	Moc ciepła odprowadzanego [W]
QC-63-1.0-3.9M	30×15×3,6	7,6	3,9	1,95	71	17,1
QC-35-1.4-3.7M	30×15×4,7	4,2	3,7	1,1	71	9,5
QC-32-0.6-1.2	8×8×2,6	3,9	1,2	3,25	71	1,6
QC-127-2.0-15	50×54×3,6	15,5	15	0,97	71	110
QC-127-1.4-8.5SMD	40×40×3,4	15,5	8,5	1,82	71	72
QC-71-1.4-8.8M	30×30×3,4	8,6	8,5	1,01	71	40
QC-127-1.0-3.9M	30×30×3,6	15,5	3,9	3,97	71	34,5
QC-31-1.4-8.5M	20×20×3,4	3,8	8,5	0,45	71	17,3
QC-17-1.4-8.5MS	15×15×3,4	2,1	8,5	0,25	71	9,5
2QC-127-63-6.5MS	40×40×7,5	15,5	5	3,1	95	17
QC-241-1.6-15.0M	50×50×3,6	29,5	15	1,97	68	270
QC-161-1.6-15.0M	40×40×3,3	19,5	15	1,3	69	180
QC-127-1.4-6.0MS	40×40×3,8	15,5	6	2,58	72	53
QC-71-1.4-6.0M	30×30×3,8	8,6	6	1,43	72	29,6
QC-63-1.4-6.0M	20×40×3,8	7,6	6	1,27	72	26
QC-35-1.4-6.0M	15×30×3,8	4,2	6	0,7	72	14,6
QC-71-1.4-3.7M	30×30×4,7	8,6	3,7	2,32	73	19,3
QC-31-1.4-3.7M	20×20×4,7	3,8	3,7	1,03	73	8,5
QC-241-1.0-3.9M	40×40×3,6	29,5	3,9	7,6	71	64
QC-17-1.0-3.9M	12×12×3,6	2	3,9	0,51	72	4,9
QC-450-0.8-3.0M	54,4×57×3,4	54,8	3	18,3	70	95
QC-18-0.6-1.2	6×8,1×2,6	2,1	1,2	1,75	72	1,5
QC-63-1.4-8.5M	20×40×3,4	7,6	8,5	0,9	71	35,3
QC-241-1.4-8.5M	54,4×57×3,4	29,5	8,5	3,5	71	140
QC-127-1.4-3.7MS	40×40×4,7	15,5	3,7	4,2	73	34,5

m.ElektronikaB2B.pl
teraz zawsze pod ręką w Twoim smartfonie



REKLAMA

Wejdz
 Bądź dobrze poinformowany

WYBÓR KONSTRUKTORA

od warunków pracy. Ten sam moduł, zależnie od zastosowania, może mieć różną efektywność. Aby określić możliwe do uzyskania efekty, należy przeprowadzić niezbędne obliczenia uwzględniając przy tym konkretne warunki pracy.

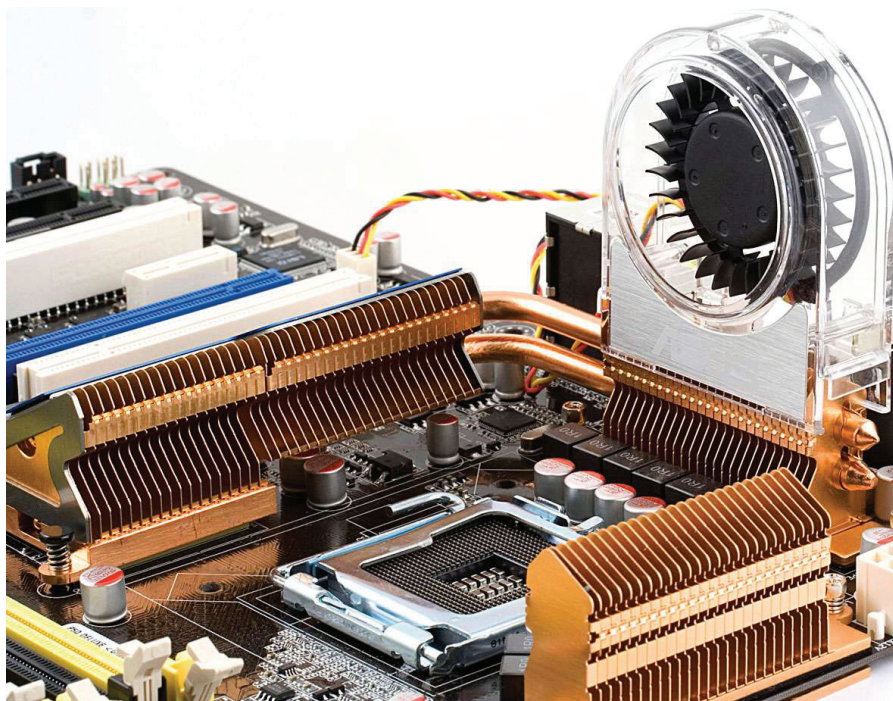
Wśród firm współpracujących z EP moduły Peltiera przeznaczone do chłodzenia układów elektronicznych małej mocy mają w swojej ofercie Micros, TME, Farnell, RS Components i Conrad. Zestawienie wybranych produktów dostępnych w ofercie firm zamieszczono w tabelach 3...8.

Chłodzenie za pomocą cieczy

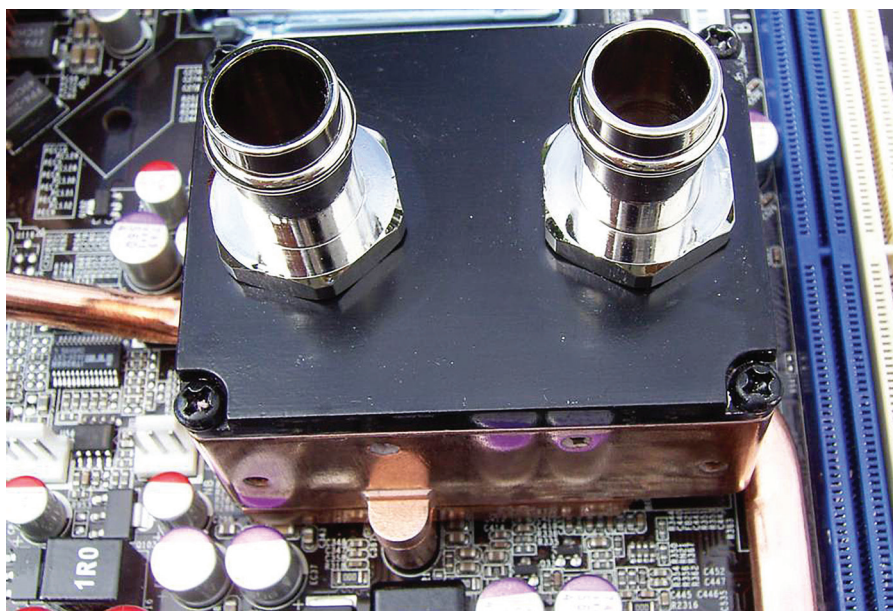
Wraz ze wzrostem szybkości pracy mikroprocesorów, przede wszystkim producenci płyt głównych do komputerów PC prześcigają się w różnych opracowaniach tego typu (fotografia 8, fotografia 9). Podstawową wadą takiego systemu chłodzenia jest konieczność zachowania jego szczelności przy jednoczesnym dopasowaniu do wymiarów obudowy czy urządzenia. Taki komfort mają przede wszystkim konstruktorzy urządzeń wytwarzanych w wielu tysiącach sztuk, gdzie koszty opracowania niejako „rozkłada się” na poszczególne, wyprodukowane egzemplarze, albo konstruktorzy bardzo drogich urządzeń na przykład znajdujących zastosowanie w energetyce. Za pomocą chłodzenia tego typu można oddzielić odbieranie ciepła od jego rozpraszania. Pozwala to na znaczne odsunięcie od siebie obu tych miejsc i uniknięcie niedogodności związanych z hałasem wytwarzanym przez wentylatory wymuszające przepływ powietrza lub pompę powodującą przepływ cieczy w instalacji. Ale nic za darmo. Owszem, systemy chłodzenia cieczą charakteryzują się największą wydajnością, zwłaszcza przy zastosowaniu nowoczesnych płynów chłodzących na bazie glikoli, ale jednocześnie są rozwiązaniem kłopotliwym i rozbudowanym technicznie, wymagającym okresowej wymiany lub obsługi, a tym samym drogim nie tylko w budowie, ale i w eksploatacji.

Podsumowanie

Producenci i dystrybutorzy wentylatorów, radiatorów oraz innych produktów przeznaczonych do chłodzenia komponentów elektronicznych stale zmieniają swoją ofertę i dopasowują ją do zmieniającego się rynku. Najwięcej innowacji dotyczy wentylatorów. Mimo, że na od kilku lat można zaobserwować wyraźny trend, aby usuwać z urządzeń wentylatory i zastępować je systemami chłodzenia pasywnego, to w wielu aplikacjach nie da się ich jeszcze zastąpić niczym za rozsądną cenę. Dlatego wszystkie działania, które poprawiają trwałość komponentów chłodzących są przez rynek bardzo pożądane. Przykładem mogą być wentylatory z łożyskowaniem na poduszce magnetycz-



Fotografia 8. Przykładowy system chłodzenia z termoprzewodami wspomagany wentylatorem



Fotografia 9. Przykładowy system chłodzenia za pomocą cieczy z wymiennikiem ciepła poza obudową komputera PC (tu sam element chłodzący)

nej lub wersji o zwiększonej szczelności, co ogranicza negatywny wpływ kurzu i zanieczyszczeń na elementy ruchome. Takie ulepszone wykonania są dostępne u wielu renomowanych dostawców. Producenci walczą również z hałasem powodowanym przez elementy chłodzące, ponieważ narzekają na niego użytkownicy. Dotyczy to zwłaszcza urządzeń automatyki pracujących w bezpośredniej bliskości obsługi oraz w mniejszej skali – chociażby komputerów osobistych.

Jeśli chodzi o radiatory to podążają one za rozwojem w zakresie podzespołów, co oznacza np. pojawienie się wersji przeznaczonych dla elementów SMD, radiatorów przyklejanych lub przeznaczonych do chło-

dzenia diod LED dużej mocy. W wielu urządzeniach elektronicznych do rozpraszania wydzielanego ciepła jest używana płytka drukowana. Konstruktorzy wykorzystują ją jako bazowy element nośny dla całego układu elektronicznego i dlatego coraz częściej pojawia się zapotrzebowanie na produkty pozwalające usprawnić proces rozpraszania ciepła w takich projektach. Rośnie również zapotrzebowanie na materiały termoprzewodzące: kleje, laminaty metalowo-epoksydowe oraz specjalne radiatory do chłodzenia diod LED. Nowe podzespoły i postępująca miniaturyzacja urządzeń, stawiają przed konstruktorami coraz to nowsze wymagania.

Jacek Bogusz, EP