

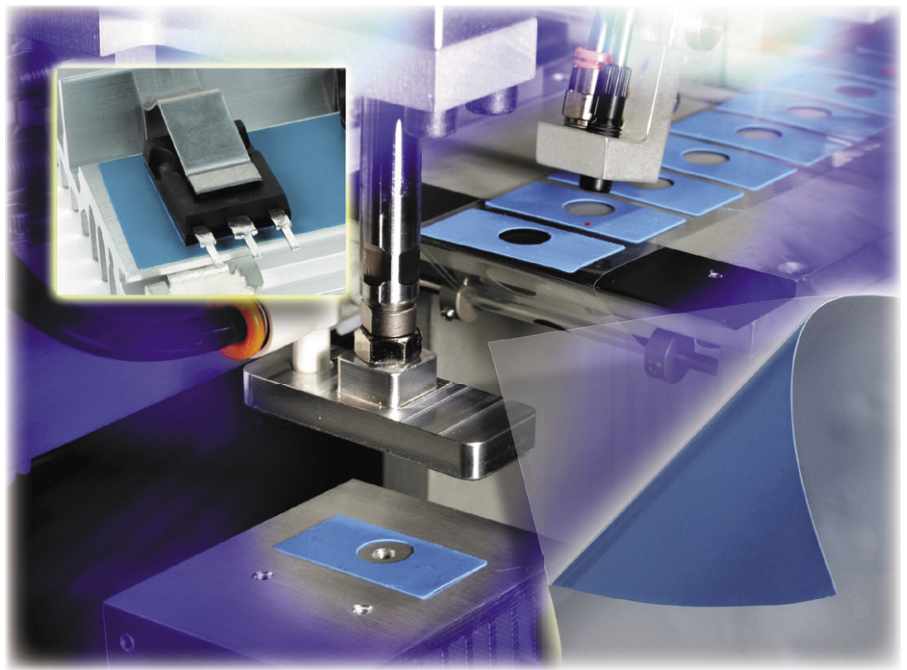
Nowoczesne sposoby poprawy chłodzenia podzespołów

Współczesna elektronika rozwija się w niebywale szybkim tempie. Jest to szczególnie widoczne w takich branżach jak telekomunikacja czy informatyka.

Postęp jest stymulowany m.in. przez samych użytkowników, którzy są wiecznie „nienasyceń” możliwościami urządzeń.

Producenci odpowiadają na te oczekiwania stale zwiększającą się skalą integracji stosowanych podzespołów, ale prawa fizyki są bezlitosne – tam gdzie płynie prąd, muszą być straty ujawniające się w postaci ciepła.

Przy nieustającej miniaturyzacji urządzeń, problemem staje się jego odprowadzanie.



Nowoczesne architektury zasilania

Podzespoły stosowane we współczesnych urządzeniach elektronicznych, w szczególności układy cyfrowe, muszą odpowiadać coraz ostrzejszym wymogom związanym z ich rozmiarami, wydajnością, łatwością produkcji, możliwością rozbudowy. Wraz ze zwiększającą się skalą integracji układów cyfrowych obserwujemy na przestrzeni lat zmiany w sposobach ich zasilania. Wyraźnie widoczny jest przede wszystkim trend obniżania napięć zasilających.

Bezawaryjność urządzeń elektronicznych zależy w dużym stopniu od jakości zasilania. Systemowym podejściem do zagadnienia mogą być np. rozwiązania typu IBA – *Intermediate Bus Architecture*. Zasilacze tego typu gwarantują bezpieczną redukcję głównego napięcia zasilającego (o wartości np. 48 VDC) do napięć wykorzystywanych przez układy elektroniki niskonapięciowej 2,5 VDC, 1,8 VDC itp., wytwarzanych przez lokalne stabilizatory. Tworzeniem związanych z tym standardów zajmują się m.in. kompanie *Distributed-power Open Standards Alliance* (DOSA) i *Point of Load Alliance* (POLA).

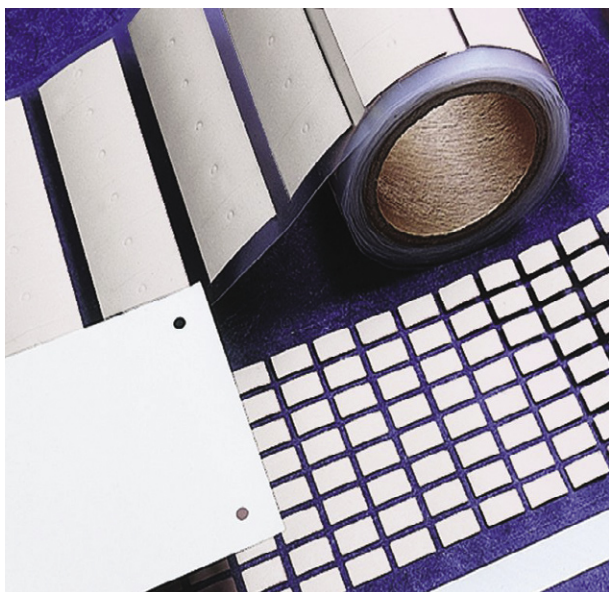
Miniaturyzacja

W układach zasilania spotykanych we współczesnych urządzeniach coraz częściej stosowane są miniaturowe niez izolowane przetwornice DC/DC, tzw. POL (*Point-of-Load*). Mimo, że ich sprawność jest dość wysoka, wynosząca zazwyczaj ok. 95% lub więcej, to przy dużej różnicy między napięciem wejściowym a wyjściowym (charakterystycznym dla POL) nadal rozpraszana jest przez nie stosunkowo duża ilość ciepła.

Postęp w dziedzinie podzespołów magnetycznych i elementów półprzewodnikowych przyczynia się do uzyskiwania coraz większych mocy układów zasilających. Na przykład, standardowa kiedyś w układach automatyki przemysłowej przetwornica typu *full-brick* wymagała stosowania izolowanych przetwornic pośrednich typu *half-brick*. Aktualnie za pomocą przetwornic *quarter-brick*, *eighth-brick* czy nawet *sixteenth-brick* można zapewnić zasilanie urządzeń pobierających prąd o natężeniu nawet do 40 A, przy napięciu końcowym zaledwie 1,0 V. Takie przetwornice osiągają sprawność przekraczającą 90%.

Miniaturyzacja modułów wchodzących w skład elementów zasilania rozproszonego ułatwia projektantom konstruowanie urządzeń spełniających wymagania temperaturowe dla systemów zasilania. Mimo, że wraz z miniaturyzacją zmniejsza się powierzchnia chłodzenia, to skraca się też droga odprowadzania ciepła z urządzenia do obudowy, czego wynikiem jest także zmniejszenie oporu cieplnego między urządzeniem a otoczeniem.

Elementami wytwarzającymi najwięcej ciepła, niezależnie od tego czy są zamontowane w zamkniętych modułach, w przetwornicach *open-frame* (bez obudów), czy bezpośrednio na płytce są półprzewodniki i komponenty magnetyczne. Przegrzanie takich elementów może skutkować uszkodzeniem izolacji (a więc możliwymi zwarciami), zwiększeniem strat np. w transformatorach wynikającym z wcześniejszego nasycenia się ich rdzeni. Konsekwencją tego mogą być poważne uszkodzenia przetwornic DC/DC. Podwyższenie temperatury elementów półprzewodnikowych może również powodować przekroczenie parametrów urządzenia poza gwarantowany przez producenta zakres,



a w najgorszym przypadku może powodować także groźne uszkodzenia urządzeń.

Zwiększanie skuteczności odprowadzania ciepła

Ciepło wytwarzane w półprzewodnikach lub komponentach magnetycznych jest efektywnie odprowadzane do powierzchni ich obudów. Ciepło to można odprowadzać dalej drogą konwekcji lub radiacji, w razie konieczności wykorzystując wymuszone chłodzenie powietrzne. Stosowanie radiatorów pozwala na pracę takich elementów z większą mocą w określonych warunkach (temperatura otoczenia, przepływ powietrza).

W sprzedaży znajdują się moduły niewymagające do pracy radiatorów, jeśli tylko moc tracona nie przekroczy 30 W (przy zachowaniu odpowiednich warunków – minimalny przepływ powietrza i temperatura otoczenia niższa od dopuszczalnej). Dla większych modułów oferowane są też specjalnie zaprojektowane radiatory, które można łatwo przymocować do obudowy modułu. Mogą być one sprzedawane jako element zestawu wraz ze śrubami mocującymi i innymi materiałami poprawiającymi przewodność cieplną (podkładki, pasty silikonowe itp.). Wymienione dodatki pełnią bardzo ważną rolę i dlatego należy korzystać z nich zawsze. Jeśli wchodzi w skład zestawów, to najczęściej są odpowiednio wyprofilowane i przycięte dla łatwego użycia. Mogą być wykonywane z wytrzymałego mechanicznie włókna szklanego, a także w postaci specjalnej folii poliamidowej (kapton). Materiały tego rodzaju można łatwo pakować, przechowywać i transportować. Przykładem jest seria podkładek Sil-Pad firmy Bergquist. Są one powszechnie stosowane zarówno przez dużych producentów modułów zasilających, jak również konstruktorów tworzących własne projekty. Mogą być dostarczane zgodnie z indywidualnymi zamówieniami. Przewodnictwo cieplne tych materiałów osiąga wartość w przedziale od 0,9 W/(m*K) do 3,0 W/(m*K).

Nie tylko pasty przewodzące

Inną łatwą w użyciu techniką jest łączenie modułu zasilającego z radiatorem za pośrednictwem materiałów podlegających przemianie fazowej. Jest to łatwiejsza w użyciu alternatywa dla pasty termoprzewodzącej. Trudność w stosowaniu pasty polega na uzyskaniu warstwy o jednolitej grubości. Materiał podlegający przemianie fazowej nie klei się w normalnej temperaturze, nakłada się go zazwyczaj na obie strony materiału usztywniającego, którym może być na przykład arkusz poliamidowy. Dzięki

powyższym własnościom takie elementy można z łatwością kształtować dostosowując do wymogów montażu ręcznego i automatycznego.

Po nagrzaniu się podczas pracy urządzenia materiał termoprzewodzący ulega przemianie fazowej – staje się płynny, powodując że połączenie pomiędzy radiatorem a obudową jest wilgotne i charakteryzuje się małą opornością termiczną. Temperatura zmiany fazy jest równa zazwyczaj ok. 55°C. W razie konieczności skuteczność odprowadzania ciepła można regulować siłą docisku elementu termoprzewodzącego oraz użyciem innych materiałów izolacyjnych.

Zgodnie z zaleceniami firmy Bergquist dotyczącymi używania materiałów podlegających przemianie fazowej, na przykład z serii Hi-Flow, radiator należy fizycznie mocować do urządzenia za pomocą specjalnych zacisków lub spinaczy, aby zapewnić trwałe, niezmiennie w czasie połączenie. Można także wykorzystać śruby lub termiczne taśmy klejące, na przykład Bond-Ply. Taśma ta umożliwi rozłączenie materiałów o złe dobranych współczynnikach rozszerzalności temperaturowej.

Wykorzystujmy wszystkie drogi odprowadzania ciepła

Chłodzenie modułów zasilających można realizować poprzez odprowadzanie z nich ciepła do głównego obwodu drukowanego.

Dystrybutorzy modułów zasilających przeznaczonych do montażu na płytkach drukowanych zwracają uwagę na wyprowadzenia o małej oporności temperaturowej. Dzięki nim płyta główna urządzenia staje się ważną drogą odprowadzania ciepła. Zalety są szczególnie istotne dla projektantów systemów zasilania.

Przy projektowaniu modułów zasilających powinny być uwzględniane ich parametry temperaturowe. Odpowiednio wykonany projekt pozwala uniknąć punktowego nagrzewania się modułów, a tym samym zapewnia utrzymanie jednolitej temperatury na całej powierzchni. Rozprowadzanie ciepła można polepszyć przez

stosowanie obwodów drukowanych z grubą warstwą miedzi, można również wykorzystać technologię IMS (*Insulated Metal Substrate*), w której obwód drukowany jest umieszczony na izolowanym podłożu metalowym. Zarówno gruba warstwa miedzi, jak i izolowane podłoże metalowe mogą wydajnie poprawić odprowadzenie do radiatora lub otoczenia ciepła, które jest wytwarzane przez elementy półprzewodnikowe lub komponenty magnetyczne.

Element IMS, taki jak T-Clad firmy Bergquist, składa się z aluminiowego podłoża odizolowanego od warstwy obwodów materiałami izolacyjnymi o poprawionych właściwościach termicznych. Podłoże stanowi radiator charakteryzujący się wysoką absorpcją ciepła wytwarzanego przez komponenty zamontowane na płycie. Dzięki stosowaniu elementów wykonanych w technologii IMS można uniknąć kosztów związanych z montażem dodatkowych radiatorów, przy czym sam element nadaje się do montażu powierzchniowego.

Najlepsze rozwiązania

Nowoczesne architektury zasilania, wykorzystując lokalne stabilizatory rozmieszczone w wielu punktach urządzenia, zapewniają poprawę odprowadzania ciepła. Nie ma w tym przypadku jednego grzejącego się punktu, emisja ciepła jest rozłożona na wiele miejsc. Zmniejszenie ilości wytwarzanego ciepła osiąga się również dzięki udoskonaleniu elementów półprzewodnikowych i komponentów magnetycznych. Nie bez znaczenia są usprawnienia projektów zasilaczy, na przykład zwiększenie częstotliwości przełączania w przetwornicach powoduje redukcję strat przewodzenia i przełączania.

Mimo wprowadzania nowych technologii projektanci muszą bezustannie pokonywać problem stale zwiększającego się zapotrzebowania na moc. Sięganie po wysokowydajne komponenty lub moduły, czy też złożone projekty wysokoczęstotliwościowe może zwiększać koszt i czas wymagany na realizację projektu. Nawet z pozoru błahy problem, jakim jest poprawienie charakterystyki wentylatora w zasilaczu także zwiększa koszt ostatecznej wersji urządzenia.

Nico Brujinis

Artykuł powstał we współpracy z firmą Bergquist.

