

Szeroki zakres temperatury pracy a konstrukcja urządzeń elektronicznych

Urządzenia elektroniczne przeznaczone do pracy w warunkach przemysłowych, w porównaniu do „cywilnych” odpowiedników pełniących podobne lub identyczne funkcje, różnią się znacznie pod względem konstrukcyjnym. Producenci specjalizujący się w rozwiązaniach przemysłowych dokładają wielu starań, aby ich produkty sprostały trudnym warunkom pracy. Często spotykanymi rozwiązaniami w tego typu urządzeniach są redundantne połączenie z jednostką nadrzędną, redundantne zasilanie czy przekaźniki alarmowe pozwalające informować o nietypowych sytuacjach. Spotyka się również urządzenia, które automatycznie informują o sytuacjach alarmowych za pomocą wiadomości e-mail lub SMS.

Istotnym czynnikiem jest również odpowiednia konstrukcja mechaniczna. Powinna ona zapewnić odporność mechaniczną, wygodny i pewny montaż, odporność na drgania i wibracje. W wielu przypadkach konstrukcja urządzenia powinna zapewniać możliwość pracy w szerokim zakresie temperatur – i właśnie ten aspekt konstrukcji urządzeń elektronicznych zostanie omówiony w niniejszym artykule.

Urządzenia elektroniczne przeznaczone do aplikacji przemysłowych mogą pracować w bardzo różnym otoczeniu – w fabrykach, elektrowniach, w różnego rodzaju skrzynkach kontrolnych, na statkach itp. Często wiąże się to z pracą w ekstremalnych temperaturach. Urządzenia, które pracują w fabrykach bardzo często narażone są na ciągłe działanie ciepła. Natomiast np. modem, znajdujący się w skrzynce kontrolnej w pobliżu drogi, narażony jest na działanie niskich temperatur zimą oraz wysokich temperatur latem. Urządzenia o standardowej konstrukcji, narażone na pracę w tak skrajnych warunkach temperaturowych, bardzo szybko ulegają uszkodzeniu.

Wymogi dla urządzeń pracujących w szerokim zakresie temperatur

Aby urządzenie mogło bezawaryjnie pracować zarówno w wysokich jak i niskich, ujemnych temperaturach, musi spełnić szereg wymagań. W wysokich temperaturach potrzebne jest odprowadzanie ciepła, natomiast w niskich – ogrzewanie wnętrza obudowy.

Najpowszechniejszą metodą chłodzenia elementów elektronicznych, emitujących duże ilości ciepła jest stosowanie wentylatorów chłodzących. Niestety nie jest to dobre rozwiązanie w urządzeniach przeznaczonych do pracy w warunkach przemysłowych. Ruchome elementy mogą bardzo łatwo uszkodzić się w warunkach drgań czy wibracji, które są dość powszechne w aplikacjach przemysłowych. Natomiast awaria wentylatora

chłodzącego mogłaby pociągnąć za sobą awarię całego systemu. Stąd też w urządzeniach przeznaczonych do aplikacji przemysłowych powszechną praktyką jest konstrukcja bez wentylatorów chłodzących. Z tego względu producenci muszą wybierać elementy, które mogą pracować w szerokim zakresie temperatur oraz zapewnić odprowadzanie ciepła bez użycia wentylatorów. Pewnym wyjściem jest wybór elementów emitujących mniejsze ilości ciepła. Niestety układy emitujące niewielkie ilości ciepła pozostają najczęściej sprzeczne z wymogami pod względem wydajności.

Elementy elektroniczne podczas pracy zawsze generują ciepło więc projektanci zazwyczaj koncentrują się na opracowaniu wydajnego systemu odprowadzania ciepła. Jednakże niektóre aplikacje wymagają od urządzeń, aby mogły pracować również w niskich, ujemnych temperaturach. Stanowi to nie lada wyzwanie dla projektantów ponieważ im efektywniejsze odprowadzenie ciepła z urządzenia, tym więcej wysiłku muszą ponieść, aby zapewnić prawidłową pracę również w niskich temperaturach.

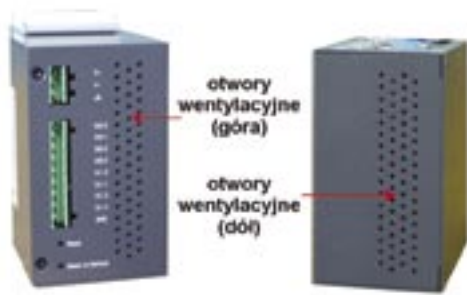
Kolejnym ważnym czynnikiem, jaki musi być wzięty pod uwagę w procesie projektowania nowego produktu, są koszty jego produkcji. Szeroki zakres temperatur wymusza wybór droższych elementów cechujących się lepszą jakością oraz poniesienie większego wysiłku w fazie projektowania i integracji systemu. W rezultacie projekt urządzenia przeznaczonego do pracy w szerokim zakresie temperatur jest kosztowny i powoduje, że produkt może być mniej konkurencyjny pod względem ceny.

Rozwiązania – na przykładzie produktów MOXA

Rozwiązania, stosowane podczas projektowania urządzeń pracujących w szerokim zakresie temperatur przedstawię na przykładzie produktów firmy MOXA. Producent specjalizuje się w produkcji rozwiązań dla komunikacji przemysłowej. W ofercie znajdują się takie urządzenia jak: przemysłowe switch-e Ethernetowe, serwery portów szeregowych, moduły kontrolno-pomiarowe, komputery przemysłowe, karty wieloportowe, media konwertery itp. Priorytetem firmy jest dostarczanie produktów, które sprostały trudnym, przemysłowym warunkom pracy. Wiele produktów może pracować w rozszerzonym zakresie temperatur. W przypadku produktów Moxa oznacza to najczęściej możliwość stabilnej pracy w temperaturach od -40°C do +75°C.

Bardzo istotnym czynnikiem podczas projektowania jest odpowiednie rozmieszczenie elementów elektronicznych. W pierwszej kolejności projektant powinien zlokalizować główne źródła ciepła i rozmieścić je odpowiednio na płycie głównej. Elementy znajdujące się najbliżej źródeł ciepła powinny być najbardziej wytrzymałe na podwyższoną temperaturę. Projektant powinien wybierać elementy emitujące możliwie najmniej ciepła oraz ograniczać pobór energii przez cały system stosując, w miarę możliwości, energooszczędne elementy.

Ważnym czynnikiem determinującym prawidłowe zaprojektowanie urządzeń do pracy w szerokim zakresie temperatur jest właściwe testowanie. Większość producentów stosuje komory termiczne z wymuszoną konwekcją. Jednakże wyniki testów mogą być nierzetelne ponieważ rzeczywi-



Rys. 1. Otwory wentylacyjne w komputerze wbudowanym IA-240-LX-T

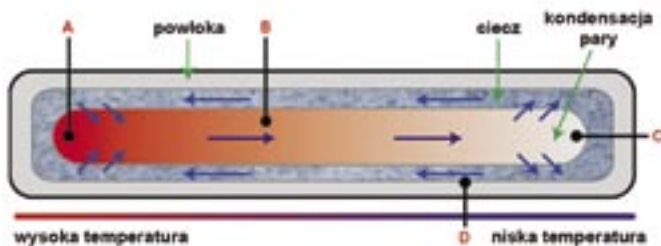
ste warunki mogą być odmienne. MOXA rozwiązała ten problem stosując komory cieplne z naturalną konwekcją. W ten sposób w czasie testów można zasymulować warunki bardziej zbliżone do naturalnych dzięki czemu testy są bardziej rzetelne.

Do budowy urządzeń, które pracują w szerokim zakresie temperatur, niezbędne są odpowiednie komponenty. Firma Moxa ma własną bazę elementów elektronicznych i innych materiałów, które mogą być użyte do produkcji urządzeń. Wszystkie elementy znajdujące się w bazie są najpierw testowane w komorze termicznej z naturalną konwekcją. W ten sposób projektanci mają do dyspozycji bazę sprawdzonych komponentów, które są odpowiednie do urządzeń przeznaczonych do pracy w szerokim zakresie temperatur.

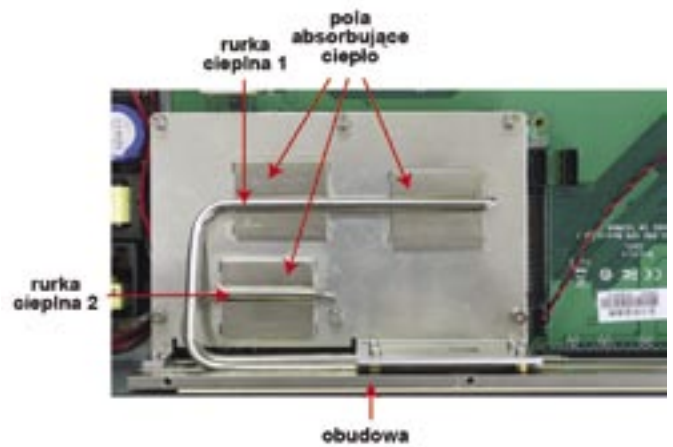
W konstrukcji urządzeń stosuje się różne metody odprowadzania ciepła. Najprostszą metodą są otwory wentylacyjne. Stosuje się je zazwyczaj w parach, na przeciwległych ścianach obudowy (najczęściej na górze i dole urządzenia) dzięki czemu powietrze może swobodnie przepływać przez wnętrze urządzenia zapewniając odprowadzenie ciepła. Jednakże ta metoda jest odpowiednia do urządzeń, które nie generują zbyt dużo ciepła oraz są montowane w miejscach, gdzie jest dobry przepływ powietrza. Niestety ta metoda odprowadzania ciepła nie zapobiega dostawaniu się kurzu czy wody do wnętrza obudowy (rys. 1).

Inną metodą stosowaną do odprowadzania ciepła jest stosowanie rurek cieplnych (*heat pipes*). Jest to rurka, która zawiera parującą i skraplającą się ciecz do transportu ciepła (rys. 2). Elementy elektroniczne mogą być pokryte przewodnikami ciepła do których przylegają pola absorbujące ciepło. Do tych pól przymocowana jest rurka cieplna i doprowadzona jest do miejsca, gdzie łatwo jest rozproszyć ciepło (rys. 3).

Kolejną metodą odprowadzania ciepła jest użycie radiatorów. Są to elementy, które odprowadzają ciepło elementu, z którym się stykają, do otoczenia. Najczęściej wykonane są z metali dobrze przewodzących ciepło – np. aluminium. Aby ułatwić oddawanie ciepła do otoczenia, radiatorzy mają dużą powierzchnię od strony zewnętrznej, emitującej ciepło do otoczenia. Użytkuje się to za pomocą specjalnego kształtowania w postaci żeber, prętów itp. Ponieważ tradycyjne radiatorzy są mocowane bezpośrednio na elemencie elektronicznym, możliwości odprowadzania ciepła są ograniczone. Po pierwsze ciepło odprowadzane jest tylko z elementu na którym zamontowany jest radiator. Po drugie, ciepło, które oddaje radiator, emitowane jest do wnętrza



Rys. 2. Rurka cieplna – zasada działania; A. Ciecz zamienia się w parę absorbując energię cieplną; B. Para przemieszcza się wzdłuż rurki w kierunku końca o niższej temperaturze; C. Para skrapla się; D. Skroplona ciecz powraca do cieplejszego końca rurki



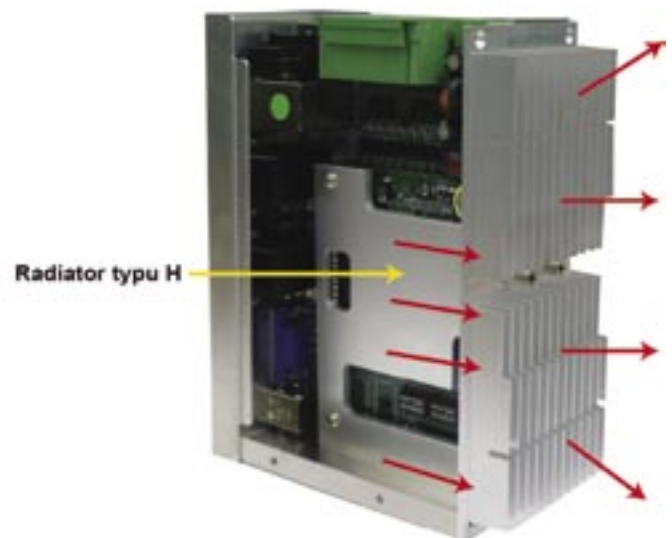
Rys. 3. Rurki cieplne w komputerze wbudowanym MOXA DA-661-16-LX

obudowy. Moxa rozwiązała ten problem stosując radiatorzy typu H. Rozwiązanie to polega na tym, że nad płytą z elementami elektronicznymi umieszczona jest metalowa płytka połączona z radiatorzem, który powierzchnią emitującą ciepło ma na zewnątrz urządzenia – radiator stanowi po prostu część obudowy. Dzięki temu ciepło może być odprowadzane z kilku elementów elektronicznych i emitowane bezpośrednio na zewnątrz. Zasadę działania radiatora typu H przedstawiono na rys. 4.

W urządzeniach, które pracują w szerokim zakresie temperatur trzeba również zadbać o stabilną pracę w niskich temperaturach. Oprócz doboru odpowiednich elementów, Moxa stosuje elementy podgrzewające temperaturę. Elementy podgrzewające zaczynają działać automatycznie w sytuacji gdy temperatura spada poniżej określonego progu. Dzięki temu produkty Moxa mogą stabilnie pracować w temperaturze dochodzącej do -40°C . Istotne jest odpowiednie sterownictwo, które powinno uruchamiać elementy podgrzewające tylko wtedy, gdy jest to niezbędne.

Możliwość pracy urządzenia w szerokim zakresie temperatur jest wielokrotnie istotnym warunkiem przy wyborze urządzeń do aplikacji przemysłowych. Aby urządzenie elektroniczne przez długi czas mogło stabilnie i bezawaryjnie pracować w szerokim zakresie temperatur, jego konstrukcja musi sprostać wielu, często trudnym do pogodzenia, wymaganiom. Na przykładzie produktów firmy Moxa, która ma duże doświadczenie w projektowaniu niezawodnych urządzeń przeznaczonych do pracy w warunkach przemysłowych pokazałem główne rozwiązania konstrukcyjne, jakie stosują producenci sprzętu elektronicznego przeznaczonego do pracy w szerokim zakresie temperatur.

Cezary Ziółkowski
Elmark Automatyka Sp. z o.o.



Rys. 4. Radiator typu H