

Підходи до рішень для одноплатних комп'ютерів з високими вимогами

Ральф Бісмайєр (Ralf Bißmeier), Phoenix Contact GmbH & Co. KG
E-mail: ua-office@phoenixcontact.com

Одноплатні комп'ютери (англ. Single Board Computer, SBC), такі як комп'ютери Raspberry Pi, є дуже популярним вибором для приватних застосувань та у сфері освіти. Але вони довгий час не могли задовольнити високі вимоги промисловості. Ситуація швидко змінюється, так само як і вимоги, що висувуються до SBC не лише в промисловому, але й у приватному застосуванні, наприклад, у сфері освіти. Все починається з вибору корпусу і завершується стратегіями розсіювання тепла для SBC, до яких пред'являються високі вимоги (рис. 1).

У споживчому секторі часто пропонуються прості радіатори, які просто наклеюються на процесори, що охолоджуються. Таким чином, зниження температури процесора не є особливо високим. Концепції відведення тепла, спеціально розроблені для конкретного застосування, рідко зустрічаються на ринку. Корпус UCS (Universal Case System) від Phoenix Contact, розроблений спеціально для установки вбудованих систем і SBC, був розширений для розміщення

концепцій тепловідведення. Інтегровані комбінації радіаторів і теплорозподільників ефективно охолоджують високонавантажені компоненти і процесори пасивним способом. З теплової точки зору, оптимально спроектовані радіатори в поєднанні з адаптованими до застосування теплорозподільниками забезпечують найкраще можливе пасивне відведення тепла від локальних джерел тепла.

SBC, а також електроніка власної розробки з процесорами з високою

тактовою частотою і відповідним тепловиділенням вимагають адаптивних рішень для відведення тепла. Це може включати в себе просте включення отворів у корпусі або цілеспрямовану концепцію відведення тепла, засновану на конкретному застосуванні. В ідеалі, щоб не знижувати надійність, конструкція повинна бути пасивною. Завдяки новим рішенням радіаторів/розподільників тепла для корпусів серії UCS можна створювати пристрої з тривалим термічним терміном служби.

Очевидні переваги пластикових корпусів, такі як легка вага, електроізоляційні властивості та простота обробки, оптимально доповнюються інтеграцією рішень для радіаторів/розподільників тепла. Ці рішення є такими ж гнучкими, як і вся система корпусу.

КОНЦЕПЦІЯ РОЗСІЮВАННЯ ТЕПЛА В ДЕТАЛЯХ

Радіатори спеціально розроблені для системи корпусів UCS та електроніки, що зазвичай встановлюється в них. Перед нами стояли такі завдання: оптимальний тепловий тракт при малій вазі, інтегративне рішення та використання модульної системи UCS практично без обмежень у комбінуванні окремих компонентів системи (рис. 2)

Повна система відведення тепла для серії корпусів UCS складається з наступних компонентів:

- радіатор для використання у напівболонці корпусу;
- розподільники тепла для створення оптимального теплового шляху;
- радіатор виконаний у вигляді бічної панелі.

Основний принцип полягає в тому, що радіатори можуть бути інтегровані в кілька розмірів корпусів UCS. І розташовуватися саме там, де виникають

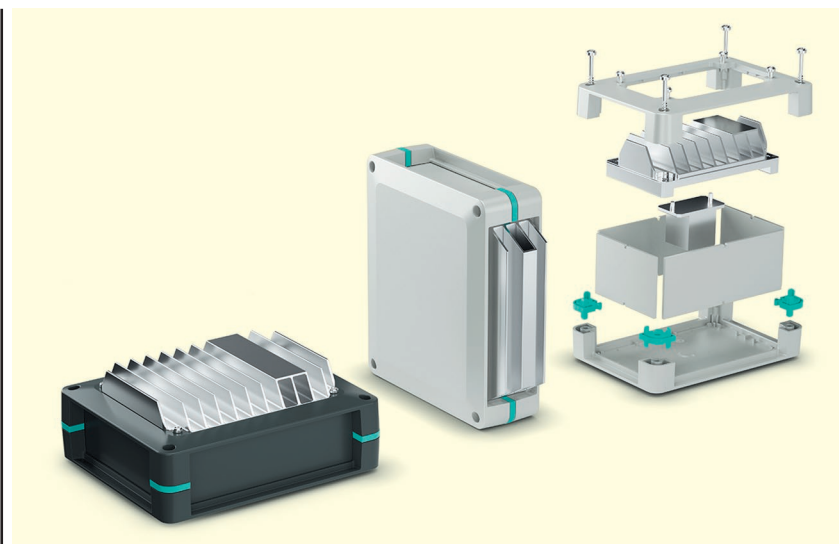


Рис. 0. Одноплатні комп'ютери з високим навантаженням потребують корпусу з ефективною концепцією відведення тепла

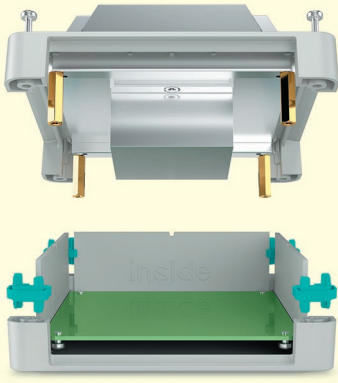


Рис. 2. Корпус UCS з радіатором і теплорозподільником

локальні гарячі точки. Це означає, що менший радіатор UCS HS 145-125 для корпусів типорозміру 125-87 може використовуватися у всіх більших версіях аж до корпусів типорозміру 237-195. Це також стосується і більшої версії UCS HS 145-125. Спільним для обох варіантів є те, що ці корпуси можна підключити до одного з двох теплорозподільників. Якщо є кілька гарячих точок, ці розсіювачі тепла, звичайно, можна об'єднати. Розподільники тепла відкалібровані відповідно до застосування та індивідуально розміщені на радіаторі. Це дозволяє в будь-який момент оптимізувати теплові властивості пристрою. Для оптимізації теплового шляху (рис. 3) особливу увагу слід приділяти низькому тепловому опору. Це забезпечує оптимальну взаємодію між радіатором, розсіювачем тепла і матеріалом теплового інтерфейсу (англ. *Thermal Interface Material, TIM*). Низький тепловий опір

R_{th} означає, що пристрій можна експлуатувати навіть у складних теплових умовах. Чим нижчий термічний опір, тим ширший температурний діапазон для роботи пристрою. І тим довший термін служби (рис. 3).

Термічно важливі зони на сучасних платах зазвичай мають різну встановлену висоту. Тут також вигідно використовувати теплорозподільник UCS HSP, який можна індивідуально відрегулювати по висоті. Він розміщується індивідуально і прикручується до підготовленої контактної поверхні радіатора UCS HS-HH. Теплорозподільники доступні в двох розмірах. Площа контакту з гарячою точкою становить 22 мм × 22 мм або 50 мм × 50 мм. Висота адаптується до відповідних компонентів.

Комбінація радіатора і теплорозподільника з'єднана з друкованою платою за допомогою розпірних болтів (рис. 4). Це забезпечує необхідний контактний тиск і, відповідно, тепловий контакт. Правильна висота визначається положенням розпірних болтів. Доступний асортимент підтримує оптимальне позионування і кріплення різних друкованих плат.

Провідні компоненти, що піддаються термічному навантаженню, такі як транзистори, можна оптимально охолодити за допомогою бічного радіатора UCS HS-SW. Він був спеціально розроблений для цієї мети. Інтегрована опорна поверхня для друкованої плати забезпечує механічну стійкість всієї конструкції. Друкована плата прикручується безпосередньо до радіатора за допомогою опорної поверхні.

Добре відома максимальна гнучкість модульної системи UCS відображаєть-

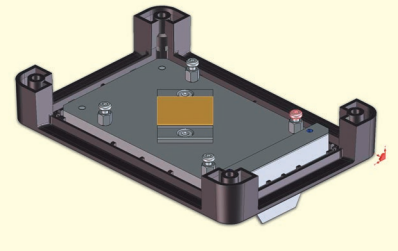


Рис. 4. Комбінація радіатор/розподільник тепла, індивідуально розроблена для стандартного SBC з TIM для розміщення друкованої плати

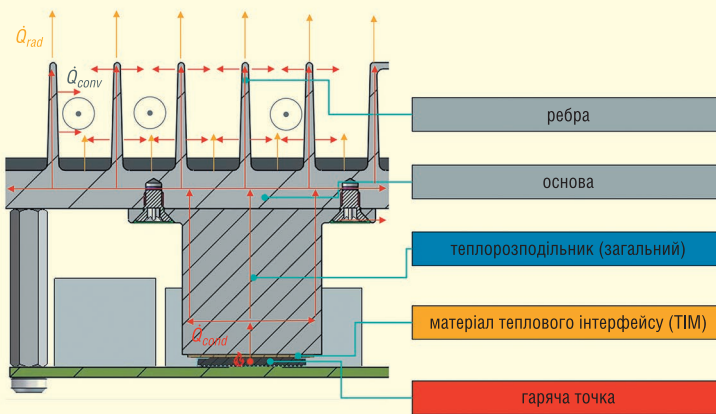
ся і в рішеннях для відведення тепла. Ця модульна система пропонує незліченну кількість рішень для користувача. Це означає, що численні застосування і налаштування можуть бути реалізовані безпосередньо з модульної системи. Індивідуальний друк на корпусних деталях у поєднанні з друком на радіаторах на наданій поверхні завершує систему.

Таким чином, існують різні масштабовані варіанти відведення тепла. Починаючи з перфорованих або щільних елементів корпусу, додаткового використання алюмінієвих бічних панелей і закінчуючи інтегрованим рішенням радіатора/розподільника тепла. Система корпусів пропонує рішення майже для всіх складних теплових аспектів.

ПРАКТИЧНИЙ ПРИКЛАД

Як система поводить себе на практиці? Комбінація радіатор/розподільник тепла була інтегрована в симуляцію на

**Система охолодження UCS
Тепловий шлях**



$$\Delta T = R_{th} \times Q$$

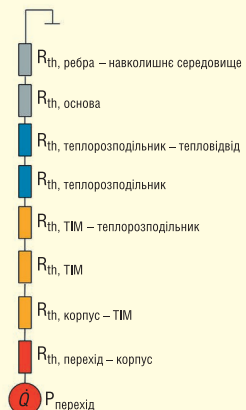


Рис. 3. Ефективний тепловий шлях системи розсіювання тепла

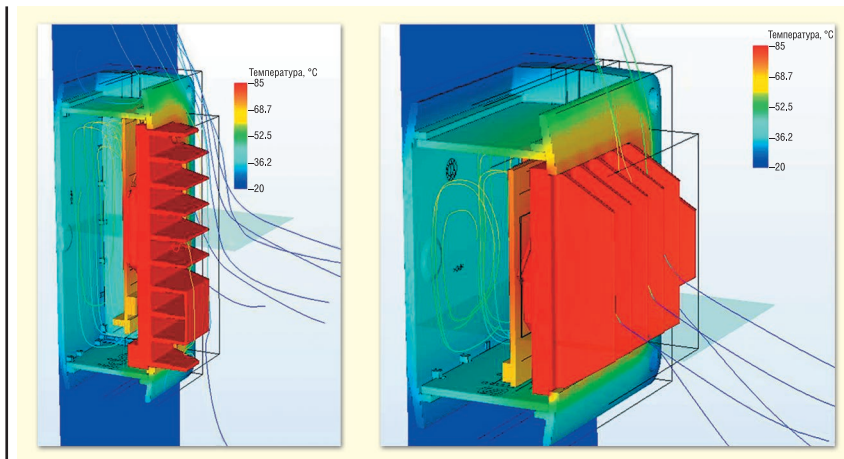


Рис. 5. Збільшення ефективної потужності розсіювання з 10.14 Вт до 16.49 Вт при $\Delta T = 30$ К за рахунок вирівнювання радіатора

основі даних комерційного SBC. У порівнянні зі стандартними рішеннями plug-and-play, ця комбінація виявилася набагато ефективнішою. Розсіювання тепловтрат можна було збільшити на 100%. Не менш очевидним, однак, став вплив орієнтації охолоджувальних ребер. Використовуючи природну конвекцію, потужність охолодження можна збільшити на 60%. Користувачі повинні врахувати цю поведінку при виборі корпусу і відповідної системи відведення тепла (рис. 5).

КОМПЛЕКСНІ ПОСЛУГИ

Користувачі можуть отримати доступ до комплексних послуг для оптимального використання систем корпусів серії UCS. Починаючи з вичерпної документації, різні варіанти корпусів можна вибрати онлайн.

На сайті Phoenix Contact для розробників доступний конфігуратор, який дозволяє швидко вибрати правильний корпус (див. посилання нижче). Спочатку вибирається корпус — на основі наступних параметрів: застосування, розмір, основний колір, попередній вибір друкованої плати та інтегрований радіатор. Попередній вибір базується на форм-факторі або розмірах. Потім корпус переміщується з області попереднього вибору у вікно дисплея за допомогою перетягування. Після позиціонування друкованої плати можна вибрати додаткові аксесуари. Потім вибираються кольори компонентів.

Після вибору базової конфігурації з модульної системи обирається індивідуальна технологія з'єднання. Потім конфігуратор обробки використовується для вибору стандартних вирізів, таких як

DSUB-9 або будь-який інший тип вирізу. На цьому етапі також можна вказати індивідуальний друк. Отриману конфігурацію можна відкрити в 3D-виді і завантажити в різних форматах файлів. Потім розробник може використовувати ідентифікатор рішення, створений для конфігурації, при запиті рішення, яке виходить за рамки базової конфігурації, в Сервісному центрі.

Під час консультації рішення адаптується до теплових умов і таким чином розробляється оптимальний варіант.

На додаток до вищезазначених послуг, користувачі також мають доступ до послуги моделювання для теплового аналізу та оптимізації порожнього корпусу електроніки Phoenix Contact, включаючи технологію з'єднання та друковану плату, що відповідає вимогам замовника. Якщо онлайн-моделювання вже використовувалося і були визначені приблизні теплові параметри, рекомендується провести повне і дуже детальне моделювання. Це може надати розробнику корисну підтримку при остаточному оформленні макета друкованої плати.

Після надання відповідних параметрів і детальних даних друкованої плати, в ідеалі у форматі ODB++, в симуляції можна зробити висновки щодо теплової поведінки. Це означає, що можна заздалегідь врахувати різні випадки навантаження при різних умовах навколишнього середовища.

При моделюванні враховуються всі дані макета друкованої плати у вигляді даних ODB++ або в інших форматах, щоб отримати якомога точніший висновок про подальшу теплову поведінку всієї системи в цілому. Потім результати можуть бути перевірені при різних навантаженнях і умовах навколишнього середовища.

КОРПУСИ ПРОМИСЛОВОГО КЛАСУ ДЛЯ ВСІХ ТИПІВ SBC

Система UCS може бути адаптована до інших одноплатних комп'ютерів на додаток до звичних версій Raspberry Pi.

Модульна конструкція підтримує просту адаптацію до відповідного застосування. І це саме те, де багато корпусів на ринку досягають своєї межі. Окрім модульної конструкції, вибір матеріалів для UCS також сприяє використанню в промислових умовах. Використовувані пластмаси забезпечують механічну стабільність, а також високу стійкість до впливу навколишнього середовища.

Таким чином, корпус має відповідати наступним вимогам:

- матеріали, придатні для промислового використання;
- надійність;
- легко адаптувати інтерфейси до програми;
- корпус повинен підходити для різних ситуацій монтажу;
- гнучкі стратегії відведення тепла.

Система UCS постійно розширюється, особливо щодо аксесуарів, а також окремих компонентів. До двох основних кольорів тепер додалися ще вісім кольорів для кутових вставок. У поєднанні з адаптерами для використання в різних сферах застосування тепер існують сотні можливих варіантів.

За допомогою аксесуарів пристрій можна використовувати в різних сферах. Горизонтально або вертикально на столі, в штабелі або на стіні. Також ніщо не заважає використовувати пристрій у шафі керування: просто замініть бічну панель відповідним адаптером для DIN-рейки.

ПІДСУМОК

Серію корпусів UCS також можна використовувати в критичних до температурних режимів додатках. Користувач може використовувати свій пристрій ще більш різноманітними способами, ніж раніше. Корпуси сімейства UCS є основою для створення вишуканих та естетичних пристроїв — з максимально можливою гнучкістю та персоналізацією.

Більш детальна інформація за посиланням:

<https://www.phoenixcontact.com/uk-ua/konfihuruvaty/korpusy-elektronnoho-obladnannya> **CN**