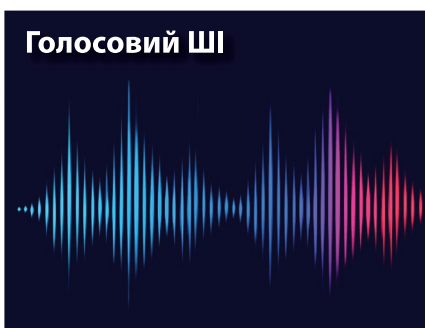
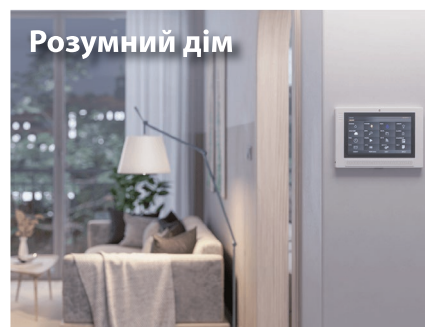


# CHIP NEWS

Ми прагнемо надати користувачам інноваційні та інтуїтивно зрозумілі продукти, які вирішують складні та важливі проблеми



Офіційні поставки  
в Україні від компанії  
«НВП ЄВРОКОМ КОМПОНЕНТС»



[www.eurocom-c.com](http://www.eurocom-c.com)  
[sales@eic.com.ua](mailto:sales@eic.com.ua)  
+38 044 33 44 575

- AC/DC 305RAC MORNSUN ... стор. 10
- Високовольтні системи DC ... стор. 18
- Дискретні ОП Sparkos Labs ... стор. 20

- Коефіцієнт калібрування антени ... стор. 26
- Збірка гнучких друкованих плат ... стор. 30
- Semikron Danfoss: енергія вітру ... стор. 50

# Високоєфективні трифазні джерела живлення потужністю 30 кВт



## SHP-30K-HV



- Трифазний вхід з широким діапазоном живлення 340...530 В AC
- Номінали вихідних напруг: 55, 115, 230, 380 В DC
- Високий ККД до 97%
- Програмування вихідного струму (1-100%) та напруги (50-120%)
- CANBus протокол обміну даними (опціонально - PMBus/MODBus)
- Паралельне підключення до 12 модулів – система потужністю до 285 кВт!
- Захист від перенапруги, перевантаження, короткого замикання
- Розміри 540 × 424 × 83.5 мм
- Вбудований DC-ОК, сигналізація перегріву, несправності вентилятора і втрати живлення на вході
- 5 років гарантії

**Компанія SEA — авторизований дистриб'ютор MEAN WELL на території України**



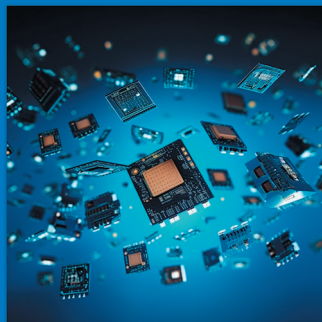
**SEA**

ІННОВАЦІЇ ТА  
ЕФЕКТИВНІСТЬ

Україна, 02094, м. Київ, вул. Краківська, 13-Б  
тел./факс: +38 044 330-00-88  
info@sea.com.ua, www.sea.com.ua



№ 08 (233), 2024 р.

Науково-технічний журнал  
Видається з 2001 р.  
ТОВ «Булавів-Посад л.т.д.»Зареєстрований  
Міністерством юстиції України.  
Свідоцтво про державну реєстрацію  
друкованого засобу масової  
інформації  
Серія КВ № 25055-14995Р  
14.12.2021 р.Головний редактор:  
Сірич О. В.  
E-mail: editor@chipnews.com.uaРедакційна колегія:  
Войналович М. Ю., Кричатов С. Д.,  
Кунчак Н. К., Кураєв П. П.,  
Макаренко В. В., Мовчанюк А. В.,  
Першин М. О., Поліщук С. Й.,  
Рентюк В. К., Стецюк Л. В.,  
Файер О. М., Шевченко В. Л.Адреса редакції:  
03061, Київ,  
просп. Відрадний, 10E-mail: info@chipnews.com.ua  
https://www.chipnews.com.ua© «CHIP NEWS».  
Передрук матеріалів, опублікованих  
в журналі «CHIP NEWS», може бути  
здійснений тільки з письмового дозволу  
редакції. За рекламу інформацію ре-  
дакція відповідальності не несе.

# ЗМІСТ

## НОВИНИ

Новини світу електронних компонентів. . . . . 4

## ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ

Володимир Рентюк

**AC/DC-блоки живлення лінійки 305RAC  
компанії MORNSUN. Надійність**

**у будь-яких умовах . . . . . 10**

Брайан Лу (Brian Lu)

Переклад та редагування:

Юрій Скрипка

**Високовольтні системи постійного струму:**

**«зелена» енергетика та FMPS. . . . . 18**

## ОПЕРАЦІЙНІ ПІДСИЛЮВАЧІ

Ендрю Спаркс (Andrew Sparks, aka Sparko)

Переклад та редагування: Олексій Панфьоров

**Дискретні операційні підсилювачі  
компанії Sparkos Labs для підсилення  
аудіосигналів. Операційні підсилювачі  
на інтегральних мікросхемах мертві.**

**Це ми їх вбили. . . . . 20**

## РИНОК ЕЛЕКТРОНІКИ

Огляд новинок компанії u-blox . . . . . 24

## АНТЕНИ

Переклад: Вадим Потапенко

Редагування: Віктор Бутирін

**Розрахунок коефіцієнта калібрування**

**антени та відхилення. . . . . 26**

## ПРОМИСЛОВІ ПК

**Про промислові ПК та корпуси.**

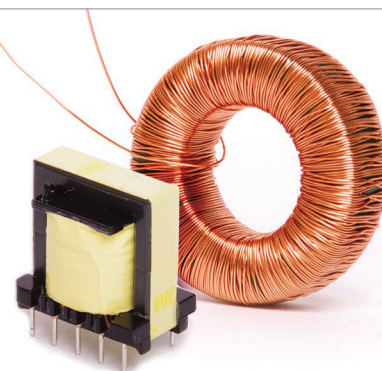
**Відмінності застосування промислових  
корпусів та промислових комп'ютерів . . . . . 28**

www.adcgr.com

**ВЛАСНЕ ВИРОБНИЦТВО  
В УКРАЇНІ МОТОЧНИХ ВИРОБІВ  
ЗГІДНО ДОКУМЕНТАЦІЇ  
АБО ЗА ТЕХНІЧНИМ  
ЗАВДАННЯМ**



ТОВ «АДС ТІМ»  
Україна, м. Київ  
пров. Ю. Матушка, 3, оф. 126



тел. +38 044 206 22 52  
моб. +38 067 249 77 58  
+38 050 464 22 52

## ПРОЄКТУВАННЯ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ

Тара Данн (Tara Dunn)

**Збірка гнучких друкованих плат.**

**Осмислення розміщення компонентів . . . . . 30**

## МІКРОКОНТРОЛЕРИ

Стефані Пінтерік (Stephanie Pinteric)

Уейн Фріман (Wayne Freeman)

Переклад та редагування:

Нікіта Єзерський

**Еволюція аналогової функціональності**

**8-розрядного мікроконтролера**

**та його інноваційна роль в електроніці . . . . . 32**

Сергій Надеждін

**Мікроконтролери RX671 Renesas Electronics . . . . . 36**

## ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ КОМПОНЕНТИ

**З'єднувач PUSH WIRE® Inline Splicing**

**Connector серії 2773 від WAGO . . . . . 42**

**Високовольтні електричні з'єднувачі**

**компанії GES High Voltage . . . . . 44**

## СИЛОВА ЕЛЕКТРОНІКА

Переклад та редагування:

Володимир Павловський

**Semikron Danfoss: силова електроніка**

**вітрових турбін. Енергія вітру. . . . . 50**

**Огляд силових промислових запобіжників**

**компанії Littelfuse . . . . . 56**

## ДАТЧИКИ

Володимир Рентюк

**Датчики XENSIV PAS CO2 компанії Infineon**

**вимірюють найважливіше . . . . . 60**

## ТРАНСПОРТ

**Архітектура з'єднань для електротранспорту**

**наступного покоління . . . . . 66**

## НА ДОПОМОГУ РОЗРОБНИКУ

Міхаель Пітерс (Michael Peters)

**Вимірювання сили струму навантаження**

**за допомогою ІС цифрового керування**

**електроживленням по шині PMBus. Частина 1 . . . . . 72**

**ВІЗИТКИ . . . . . 78**

**ВИСТАВКИ . . . . . 83**

**ІНФОРМАЦІЙНА СТОРІНКА . . . . . 84**



# Мийний засіб для друкованих плат PCB Cleaner Ultrasonic ECS



Cleaning Solutions & Services

Рідина для ультразвукового очищення PCB Cleaner Ultrasonic від ECS ідеально підходить для видалення як дуже стійких залишків флюсу, так залишків безвідмивних флюсів, видалити які може бути надзвичайно важко. Мийний засіб для друкованих плат ECS PCB Cleaner Ultrasonic видалить їх відповідно до військових стандартів чистоти. Він готовий до використання, а також містить інгібітор корозії для використання з чутливими металами. Він також має слабкий запах і його легко змити під час ополіскування. ECS PCB Cleaner Ultrasonic є негорючою сумішшю на водній основі, яка біологічно розкладається та призначена для очищення відповідно до військових стандартів чистоти (ANSIJ-001B/IPC TM-650).

- Видаляє всі види залишків флюсу; ідеально підходить для очищення дуже стійких відкладень
- Має покращену ефективність очищення для більш ефективних процесів очищення
- Має покращену ефективність очищення для більш ефективних процесів очищення
- Негорючий продукт, 100% безпечний для озону, придатний для використання в стандартному обладнанні для відмивання електроніки

## Інструкції з використання

Мийний засіб ECS PCB-Cleaner Ultrasonic був спеціально розроблений для використання в 3- або 4-ступеневих системах групового відмивання з використанням ультразвуку або в струменевих системах типу «струміль в рідині». Він постачається в концентрації, придатній для негайного використання, і подальше розведення не рекомендується. У типових умовах використання та температурах ECS PCB Cleaner Ultrasonic має відмінну сумісність з більшістю матеріалів, що використовуються в електронній промисловості, а також з матеріалами, які використовуються в обладнанні для відмивання. Для чутливих пластмас, таких як полікарбонат і ABS, рекомендована перевірка на сумісність.

Параметр	Значення
Зовнішній вигляд	Синя рідина
Точка кипіння, °C	98
Температура спалаху, °C	Не існує
Точка замерзання, °C	-5
В'язкість за 20 °C, мПа·с	5-10
Рівень pH	11,7
Провідність за 18 °C, мСм	1,4
Відповідність RoHS-2 (2011/65/EU)	Так

## Для замовлення:

Артикул	Назва
43887	Мийний засіб PCB Cleaner Ultrasonic 1L ECS
43888	Мийний засіб PCB Cleaner Ultrasonic 5L ECS

 **Вироблено в Німеччині** 

**ТОВ „ФІЛУР ЕЛЕКТРИК, ЛТД“ —**  
офіційний дистриб'ютор продукції ECS в Україні

## Ультразвукові настільні ванни виробництва SD ULTRA (Корея)

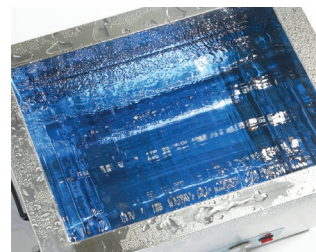


Ультразвукові ванни призначені для відмивання будь-яких предметів складної форми, що не мають протипоказань для УЗ відмивання. Ультразвукові коливання утворюють кавітаційні бульбашки у відмивній рідині, які вибухають біля поверхні предмета, що відмивається, і таким чином руйнують забруднення, що утворились на його поверхні. Використання відповідних відмивних рідин в УЗ ваннах значно підсилює ефективність відмивання, а для видалення найбільш важких для відмивання залишків в УЗ ваннах передбачено підігрів робочої рідини.

Для відмивання великогабаритних предметів УЗ ванни постачаються у роздільному виконанні – контролер з вбудованим генератором та великогабаритна УЗ ванна з підігрівом.

У програмі поставок є УЗ ванни з наступними характеристиками:

- Керування – аналогове, цифрове
- Функція дегазації мийного розчину у цифрових УЗ ваннах
- Частота ультразвуку — 28 кГц, 40 кГц
- Потужність ультразвуку — 80–1500 Вт
- Підігрів – 30 – 80 °C
- Потужність підігріву — 55–320 Вт
- Місткість 1,2 — 74 л



**ТОВ „ФІЛУР ЕЛЕКТРИК, ЛТД“ —**  
офіційний дистриб'ютор УЗ ванн виробництва SD ULTRA в Україні



вул. Гетьмана Павла Полуботка, 22/14  
м. Київ, Україна, 02100  
www.filur.net  
www.payalnik.com.ua

+38 (044) 495 75 75  
+38 (068) 496 75 75  
office@filur.net  
payalnik@filur.net

# Новини світу електронних компонентів

## 20 ПЕРЕДОВИХ ПРОДУКТІВ WI-FI® ДЛЯ ПРОМИСЛОВИХ І КОМЕРЦІЙНИХ ЗАСТОСУВАНЬ

Завдяки Індустрії 4.0, швидкому розвитку штучного інтелекту (ШІ), оцифрованому виробництву та ері Інтернету речей попит на бездротове з'єднання в комерційних і промислових застосуваннях зростає винятково швидкими темпами. Ці програми, як правило, вимагають надійного з'єднання, яке може витримувати екстремальні умови, високі температури, фоновий шум і перешкоди. Щоб задовольнити цю потребу, компанія **Microchip Technology** додала 20 продуктів до свого портфоліо Wi-Fi®. Розширюючи одну з найширших в галузі лінійок продуктів для бездротового зв'язку, Microchip пропонує високопродуктивні мік-

роконтролери (MCU) Wi-Fi, мережеві контролери та модулі plug-and-play, призначені для спрощення розробки та прискорення часу виходу на ринок.

Рішення Wi-Fi компанії розроблені для підтримки різних потреб застосувань і рівнів кваліфікації розробників. Вибір варіюється від модулів, сертифікованих регуляторними органами в декількох країнах, які не потребують досвіду роботи з радіочастотами (РЧ) і невеликого обсягу програмування, до надійних систем на кристалі (SoC) з функціями промислового рівня.

Портфоліо Wi-Fi від компанії Microchip містить:

- Wi-Fi мікроконтролери: рішення «все-в-одному», призначене для поєднання функціональності мікроконтролера з надійним бездротовим з'єднанням;

- контролери зв'язку: інтерфейс SDIO дозволяє додавати Wi-Fi до Linux® MPU;
- мережеві контролери: інтерфейс SPI дозволяє під'єднати мікроконтролер до бездротового з'єднання;
- модулі Plug-and-Play: спрощують бездротове підключення до хмари, надсилаючи прості текстові команди з ПЛК через інтерфейс UART

Новітні мікроконтролери Wi-Fi PIC32MZ-W1 побудовані на базі надійної 32-розрядної лінійки мікроконтролерів Microchip і оснащені вдосконаленою аналоговою периферією, включаючи CAN, Ethernet, ємнісний сенсорний інтерфейс і АЦП, що забезпечує виняткову універсальність. Крім того, нові пристрої мають одні з найвищих на ринку можливостей вводу/виводу загального призначення (GPIO).

До лінійки також увійшли мережеві контролери нового покоління WINCS02 і каналні контролери WILCS02. Оновлення популярних рішень WINC і WILC передбачає покращену продуктивність радіозв'язку та розширені функції безпеки. Нові бездротові модулі сумісні з попередніми поколіннями за принципом «pin-to-pin», що полегшує перехід від попередніх поколінь пристроїв.

Щоб спростити підключення Wi-Fi до хмарних платформ, компанія Microchip також розширила свою лінійку продуктів plug-and-play новими модулями RNF02. Ці модулі підключають мікроконтролери до хмарної платформи за допомогою простих ASCII-команд, що надсилаються через інтерфейс UART.

Безпечні з'єднання, які є критично важливими для Wi-Fi програм, що надсилають або отримують дані з хмари, можуть бути складними для реалізації в залежності від рівня кваліфікації розробника. Щоб полегшити цей процес, компанія Microchip інтегрувала свою платформу Trust Platform в багато своїх Wi-Fi продуктів. Варіанти модулів Trust&GO заздалегідь передбачені для безпечної аутентифікації за допомогою популярних хмарних сервісів, в тому числі AWS® і Azure®, щоб спростити процес мережевої аутентифікації.

[www.microchip.com](http://www.microchip.com)

## СИЛОВІ МОДУЛІ НАЙВИЩОЇ ГУСТИНИ ПОТУЖНОСТІ

Компанія **Vicor** випустила три силові модулі автомобільного класу для систем електромобілів на 48 В, які забезпечують найкращу в галузі густину потужності та підтримують автомобільних OEM-виробників. Модулі BCM6135, DCM3735 і PRM3735 використовують сертифіковані AEC-Q100 мікросхеми, розроблені Vicor, і пройшли процес PPAR з автомобільними замовниками.

BCM6135 — це шинний перетворювач BCM® потужністю 2.5 кВт з коефіцієнтом корисної дії 98%, який перетворює 800 В



електронні компоненти • друковані плати • R&D • управління залишками  
[steck@cogito.com.ua](mailto:steck@cogito.com.ua)

cogito

Я ЗАМОВЛЯЮ  
 ЕЛЕКТРОННІ  
 КОМПОНЕНТИ  
 В КОМПАНІЇ  
 КОГІТО



від тягової акумуляторної батареї в 48 В для забезпечення безпечного наднизьковольтного живлення транспортного засобу. VCM6135 забезпечує внутрішню ізоляцію між високою і низькою напругою, що значно зменшує простір, необхідний для DC-DC-перетворення. Густина потужності VCM6135 у 158 кВт/л дозволяє розробникам систем електромобілів зменшити розмір первинного DC-DC перетворювача і знизити вагу транспортного засобу. Двонаправлена швидка перехідна характеристика струму 8 мегаампер на секунду дозволяє VCM6135 замінити 25-фунтову батарею 48 В, виконуючи роль віртуальної батареї 48 В у транспортному засобі xEV і забезпечуючи додаткову економію коштів та зменшення ваги.

Перетворювач постійного струму DCM3735 потужністю 2.0 кВт перетворює нерегульовану вхідну напругу 48 В у регульовану вихідну напругу 12 В. DCM3735 має широкий вхідний діапазон, сумісний з різноманітними автомобільними системами, оскільки вихідна напруга може регулюватися в діапазоні 8–16 В. DCM3735 має густину

потужності 300 кВт/л, що робить його прийнятним вибором для архітектур, що поєднують розподіл 48 В з 12 В підсистемами в зональних додатках ECU.

PRM3735 — це стабілізатор PRM™ потужністю 2.5 кВт на 48 В з коефіцієнтом корисної дії 99.2%. Його невеликі розміри та густина потужності 260 кВт/л звільняють місце в корпусі та зменшують загальну потужність джерела живлення DC/DC. Він найкраще підходить для підтримки регульованих навантажень 48 В, які використовуються в нових архітектурах транспортних засобів.

Ці модулі Vicor можуть бути об'єднані в більш ніж 300 конфігурацій, пропонуючи надзвичайну гнучкість і масштабованість для підтримки інновацій в різних підсистемах транспортних засобів. Крім того, оскільки ринок переходить від зональної архітектури 12 В до 48 В, ці продукти є високоефективними в перетворенні на 48 В і з 48 В. Всі три модулі можна легко об'єднати в масив для підвищення рівня живлення, і вони мають автоматичний розподіл живлення для оптимальної продуктивності в масиві. Ці моду-

лі вирішують складні завдання з системами 800В, 400В 48В і 12В.

[www.vicorpower.com](http://www.vicorpower.com)

### БЛОКИ ЖИВЛЕННЯ ЗМІННОГО/ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Компанія **TRACO POWER** випустила нову лінійку TXO — це чотири блоки живлення AC/DC з відкритим корпусом потужністю від 45 до 300 Вт з посиленою системою ізоляції 3000 В змінного струму: TXO 45, TXO 60, TXO 120 і TXO 300. Серія TXO спеціально розроблена для забезпечення економічно ефективних промислових джерел живлення в компактному виконанні. Високий ККД до 88% забезпечує компактну конструкцію і діапазон робочих температур від -20 до +50 °C без зниження, а при зниженні навантаження — до +70 °C. Вони розроблені відповідно до директиви ErP (<0.3 Вт без навантаження), оснащені активною корекцією коефіцієнта потужності (тільки TXO 120) і мають характеристики EMC, призначені для застосування в промисловості/

автоматизації та випробувально-вимірювальному обладнанні. Це робить продукцію ідеальним рішенням для різних промислових і чутливих до витрат застосувань.

[www.tracopower.com](http://www.tracopower.com)

### СЕРВІС GNSS-КОРЕКЦІЇ POINTPERFECT

Компанія **u-blox** розширила сферу дії свого сервісу GNSS-корекції PointPerfect, додавши стандарт формату даних Радіотехнічної комісії з морських служб (Radio Technical Commission for Maritime Services, RTCM), відкривши доступ до сервісу для використання з усім обладнанням приймачів GNSS і кінематики в реальному часі (Real Time Kinematics, RTK).

До цього часу PointPerfect надавав дані корекції виключно у форматі даних SPARTN. Розроблений для підвищення гнучкості, додавання RTCM знижує бар'єри для впровадження і розширює адресний ринок масштабованих високоточних рішень для позиціонування. Високоточний сервіс безперешкодно працює з будь-



## Нові компактні джерела живлення потужністю 200 та 300 Вт

### Серії LOP-200/300

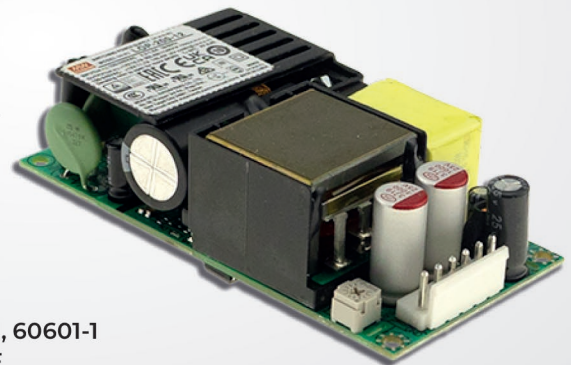
- Діапазон вхідної напруги 80...264 В AC та 113...370 В DC
- Активний PFC, споживання < 0.5 Вт в режимі Stand-By
- Номінальні вихідні напруги від 12 до 54 В DC
- Пікове навантаження до 150% протягом 3 секунд
- Додатковий вихід 12 В / 0.5 А
- Максимальний ККД до 94%
- Діапазон робочих температур від -40 до +80°C
- Розміри 101.6×50.8×25.4 мм
- Глобальні сертифікати безпеки IEC/EN 62368-1, 60335-1, 60601-1
- Відповідність 2×MOPP для медичних приладів Type BF

Компанія SEA — офіційний дистриб'ютор MEAN WELL на території України



**SEA**

ІННОВАЦІЇ ТА  
ЕФЕКТИВНІСТЬ



Україна, 02094, м. Київ, вул. Краківська, 13-Б  
тел./факс: +38 044 330-00-88  
info@sea.com.ua, www.sea.com.ua

**Pcb24** — сервіс з експрес виробництва прототипів і невеликих партій одно- та двошарових друкованих плат

**За 24 години виготовимо Ваше замовлення**

Власне виробництво у м. Львів



ТОВ «Крієйтів Лоджікс»  
[www.pcb24.com.ua](http://www.pcb24.com.ua)

pcbprint24@gmail.com  
068 614 38 28

яким модулем приймача GNSS RTK, u-blox або не u-blox, і навіть зі змішаним парком пристроїв без необхідності в інтеграції.

Це розширення знайомить користувачів RTCM з унікально гнучкими тарифними планами PointPerfect, що базуються на використанні, як доступну альтернативу жорсткій високій річній платі за обслуговування від звичайних постачальників RTK. Плани з оплатою по факту дозволяють користувачам платити лише за години, які вони використовують. Об'єднані тарифні плани спрощують оптимізацію витрат завдяки розподілу годин обслуговування між усім парком пристроїв.

Розширення сервісу GNSS-корекції PointPerfect дозволить охопити ширший спектр пристроїв у сегментах, що використовують стандарт даних RTCM, таких як роботи-газонокосарки, сервісні роботи, безпілотні літальні апарати та точне сільське господарство.

Розширення сервісу PointPerfect RTCM забезпечує сантиметрову точність за лічені секунди,

простий у використанні, економічно ефективний, пропонує безперерйне покриття цілих континентів, країн і регіонів, а також 99.9% безвідмовної роботи для надійної роботи.

[www.u-blox.com](http://www.u-blox.com)

**МАЛОПОТУЖНА SoC З ПІДТРИМКОЮ 802.15.4 + BLUETOOTH 5.4 (LE)**

Компанія **Espressif Systems** представила ESP32-H4, розширивши свій портфель пристроїв з підтримкою стандартів 802.15.4 і Bluetooth LE. Ця SoC наступного покоління задовольняє зростаючі вимоги до бездротових пристроїв з низьким енергоспоживанням і може похвалитися значним покращенням енергоспоживання, функцій підключення та можливостей розширення пам'яті. ESP32-H4 є значним кроком вперед для мікросхем Bluetooth LE від Espressif, переходячи від Bluetooth 5.0 до Bluetooth 5.4.

ESP32-H4 інтегрує основні технології зв'язку, в тому числі IEEE 802.15.4 і Bluetooth 5.4 (LE), що мають вирішальне значення для малопотужних mesh-архітектур, з підтримкою протоколів Thread 1.3, Zigbee 3.0 і Bluetooth Mesh 1.1.

ESP32-H4 — це ключова мікросхема, розроблена для ринку Bluetooth Low Energy. Вона впроваджує розширені функції, такі як LE Audio, ізохронні канали LE (BIS і CIS), субрейтинг з'єднань, періодичну рекламу з відповідями (PAwR), а також визначення напрямку за кутом прибуття (AoA) і кутом відправлення (AoD), що розширює її потенційні можливості застосування. LE Audio — це наступне покоління Bluetooth Audio, що робить можливим передачу аудіопотоку через Bluetooth Low Energy. Bluetooth Direction Finding значно підвищує точність визначення місцезнаходження порівняно з позиціонуванням через Bluetooth RSSI. PAwR робить рекламу двонаправленою між пристроєм керування і тися-

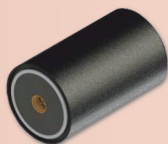
чами вузлів з наднизьким енергоспоживанням, що орієнтоване на роздрібні варіанти застосування, такі як електронні етикетки на полицях, а також застосування на складах і підключення датчиків.

ESP32-H4 має двоядерний 32-розрядний RISC-V мікроконтролер з тактовою частотою до 96 МГц, оснащений 320 КБ оперативної пам'яті SRAM, 128 КБ ПЗП і підтримує зовнішню флеш-пам'ять. Варто відзначити підтримку до 4 МБ PSRAM, що забезпечує підвищену гнучкість керування пам'яттю. ESP32-H4 робить сильний акцент на доступній безпеці, інтегруючи такі функції, як безпечне завантаження, шифрування флеш-пам'яті та криптографічні прискорювачі, що забезпечують захист приватних ключів. ESP32-H4 дозволяє створювати малопотужні пристрої з живленням від батарей завдяки вбудованому джерелу живлення DC/DC, що значно оптимізує енергоспоживання SoC завдяки ефективному регулюванню напруги та зниженню напруги живлення, а також вибіркової активації периферійних пристроїв у режимах низького енергоспоживання, що збільшує час роботи від батареї.

Значні вдосконалення мікроконтролера і бездротових можливостей позиціують його як оптимальне рішення для складних переносних пристроїв, медичних пристроїв, пристроїв LE Audio, малопотужних датчиків та інших складних варіантів застосувань пристроїв IoT. Інтеграція IEEE 802.15.4 і Bluetooth LE разом з низьким енергоспоживанням полегшує створення пристроїв з тривалим терміном служби батареї. Це ідеальне рішення для пристроїв Matter over Thread з живленням від батареї.

**MAXTENA**

**M7HCT-A-SMA**



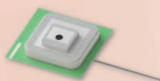
- **Active quadrifilar helix antenna for RTK applications**
- Concurrent GNSS reception on L1: GPS, GLONASS, Galileo, Beidou L2: GPS L2C, GAL E5B, GLO L3OC L5: GPS (M8HCT-A-SMA) L-Band (M9HCT-A-SMA)
- Rugged IP-67 rating with SMA
- Dimensions (mm) Ø 35 x H 57

**M1575HCT-22P-SMA (GG)**



- **I High performance passive GPS or GPS/GLO antenna**
- Very low axial ratio
- IP-67 mounted and unmounted
- Ultra light weight - 10 grams
- Ground plane independent
- Dimensions (mm) Ø 18.5 x H 38
- SMA connector
- **Internal version available: Ø 12.85 x H 24.30, only 2g weight**

**MAXTENA MPA-254-WIFI**



**MAXTENA MEA-2400-UWB-SM**



**MAXTENA MEA-2400-MM**





Мікросхема ESP32-H4 інтегрує до 35 GPIO, в тому числі стандартні периферійні пристрої мікроконтролерів, такі як I<sup>2</sup>C, I<sup>2</sup>S, SPI, UART, LED-PWM, АЦП, таймери, DMA, TWAI, USB-OTG і MCPWM. Спеціалізовані периферійні пристрої містять матрицю завдань подій для завдань, що запускаються за допомогою автоматизації. Наявність 14 сенсорних GPIO робить ESP32-H4 придатним для застосувань з вимогами до людино-машинної взаємодії.

ESP32-H4 підтримується надійною платформою розробки IoT від Espressif (ESP-IDF), що дозволяє клієнтам використовувати наявні знання про платформу. Крім того, ESP-Matter SDK має підтримку ESP32-H4, що полегшує створення продуктів з підтримкою Matter, що працюють на батареях.

[www.espressif.com](http://www.espressif.com)

#### ДОСТУПНЕ ПІДКЛЮЧЕННЯ ЗА СТАНДАРТОМ WI-FI 6

Компанія **Espressif Systems** Коголосила про випуск системи на кристалі (SoC) наступного

покоління з підтримкою Wi-Fi 6 + Bluetooth 5 (LE) — ESP32-C61. Після успіху ESP32-C2 та ESP32-C3, ця SoC знаменує собою відповідь Espressif на значний попит на технологію Wi-Fi 6, пропонуючи оптимізовані периферійні пристрої, покращені можливості підключення та збільшений обсяг пам'яті.

Підтримка Wi-Fi 6 оптимізована для пристроїв IoT, а нова SoC підтримує смугу пропускання 20 МГц для режиму 802.11ax і 20/40 МГц для режиму 802.11b/g/n. Режим 802.11ax підтримує такі функції, як OFDMA, MU-MIMO, які забезпечують надійне з'єднання з низькою затримкою, а також Target-Wake-Time, що є основою для застосувань з наднизьким енергоспоживанням. Крім того, радіо Bluetooth 5 (LE) підтримує роботу на великих відстанях завдяки розширенню реклами та кодованому PHY, а також підтримує високошвидкісний PHY зі швидкістю 2 Мбіт/с. ESP32-C61 також підтримує протокол BLE-Mesh 1.1.

Що стосується процесора, ESP32-C61 має одноядерний 32-бітний RISC-V мікроконтролер з тактовою частотою до 160 МГц.

Він має 320 Кб ОЗП на кристалі, 256 Кб ПЗП і працює з флеш-пам'яттю Quad SPI. Примітно, що SoC впроваджує підтримку PSRAM з частотою Quad SPI до 120 МГц, що дозволяє розробникам зосередитися на розробці програм, не турбуючись про оптимізацію пам'яті. Більший обсяг пам'яті також забезпечує кращу готовність до майбутніх модернізацій.

Відповідно до філософії компанії Espressif, ESP32-C61 робить сильний акцент на доступній безпеці, реалізуючи такі функції, як безпечне завантаження, шифрування флеш-пам'яті та PSRAM, а також криптографічні прискорювачі. Він також оснащений апаратним периферійним пристроєм цифрового підпису на основі ECDSA, що захищає приватні ключі від доступу до них з боку програмного забезпечення. Додавання довіреного середовища виконання (Trusted Execution Environment, TEE), що використовує апаратний блок керування дозволами на доступ (Access Permission Management, APM) та захист фізичної пам'яті (Physical Memory Protection, PMP), забезпечує гнучкість в керуванні безпекою програм.

ESP32-C61 підтримує стандартні периферійні пристрої мікроконтролерів, такі як I<sup>2</sup>C, I<sup>2</sup>S, SPI, UART, LED-PWM, АЦП, таймери і прямий доступ до пам'яті (DMA). Спеціалізовані периферійні пристрої включають матрицю завдань подій для завдань, що запускаються автоматично, і компаратор перетину нуля для легкого виявлення перетину нуля.

ESP32-C61 підтримується за допомогою розвинутої платформи розробки IoT Espressif (ESP-IDF), щоб клієнти могли скористатися перевагами знайомства з перевіреною на практиці платформою, яка вже працює на мільйонах підключених пристроїв. ESP-Matter SDK також передбачає підтримку створення продуктів з підтримкою Matter за допомогою ESP32-C61. Завдяки наявності PSRAM, простота розробки, а також програми, які можна підтримувати на цьому унікальному продукті, не мають собі рівних. Для клієнтів, які хотіли б використовувати ESP32-C61 в якості комунікаційного співпроцесора з зовнішнім хостом, також будуть також доступні прошивки ESP-Hosted і ESP-AT.

[www.espressif.com](http://www.espressif.com)



Китай «АНЬЗА» [www.asanza.com](http://www.asanza.com)

Ваш надійний партнер і друг у Китаї!

## ПІЛЬГОВІ УМОВИ ЩОДО ОПЛАТИ!

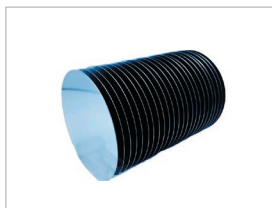
Компанія "Аньза" (Китай) вже понад 20 років спеціалізується на міжнародній торгівлі. Сьогодні з нашою компанією співпрацюють понад 400 партнерів з більш ніж 20 країн світу. Ми пропонуємо завжди вигідні умови щодо оплати завдяки тісній співпраці з державними банками. Як член китайської електротехнічної та енергетичної асоціації, ми маємо широкі зв'язки з виробниками електротехніки та енергетики, тому зможемо постачати Вам товари від різних виробників, різних брендів і в широкому асортименті відповідно до Ваших вимог. Ми можемо запропонувати Вам різноманітні способи щодо доставлення та допомогу в розмитненні.

Ми готові з усіма нашими партнерами разом знайти різні варіанти співпраці!

#### Силова електроніка



Комплектація до приладів



Пластини кремнієві

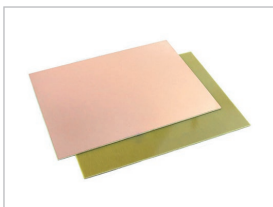


Автомат для пресування



Автомат для полірування пластин

#### Мікроелектроніка та витратні матеріали



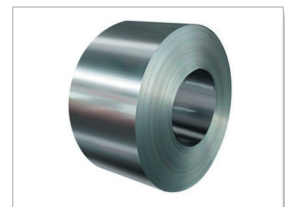
FR4 плати



Контактувальний пристрій



Підружені контакти



Матеріали з металу

Е-mail: [sonia1102@163.com](mailto:sonia1102@163.com) (Соня)

Тел.: +86-412-8518128 / +86-15042320637

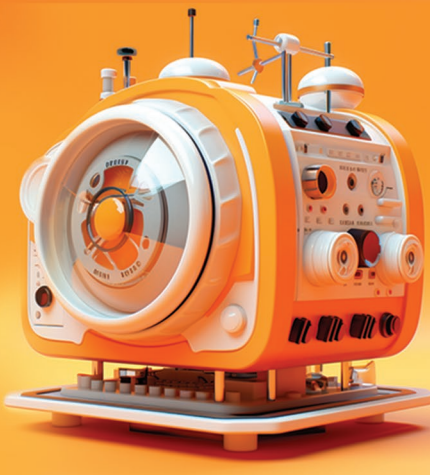
# K206

Електронні компоненти

Все для виробництва та ремонту зі складу та на замовлення

[www.k206.net](http://www.k206.net)

+38 096 77-99-665



## БЕЗКОНТАКТНА ПЕРЕДАЧА ЕНЕРГІЇ ТА ДАНИХ ETHERNET

Нові варіанти пристроїв сполучення NearFi від **Phoenix Contact** дають змогу подолати дальність радіопередачі даних. Вони також пропонують подвійну потужність з автоматичним вирівнюванням струму або перенаправленням двох гальванічно розв'язаних напруг (US/UA) за допомогою паралельного з'єднання.

Досяжний діапазон подвоюється до 100 м завдяки особливо високопродуктивним платам бездротового зв'язку. Паралельне з'єднання двох ланок пристроїв сполучення NearFi дає змогу передавати або подвоює потужність (до 100 Вт), або дві розділені за потенціалом напруги (по 50 Вт US/UA). Пристрої IP65 мають нові стандартизовані з'єднання M12 (з кодом L/D) із подвійним контуром. Це робить можливим гнучкий електромонтаж у польових умовах за допомогою класичних гвинтових з'єднувачів M12 або швидкої системи фіксації Push-Pull.

NearFi — це безконтактна технологія передачі даних у реальному часі. Вона забезпечує можливість безконтактної передачі енергії та даних через повітряний проміжок. Завдяки технології зв'язку Ethernet, що не залежить від протоколу й працює без затримок, вона відкриває можливості гнучкого застосування для всіх протоколів Ethernet до 100 Мбіт/с. Це полегшує заміну схильних до зносу з'єднувачів або контактних кілець у промисловому застосуванні та мінімізує витрати на відмови. Успішний обмін даними можна розпізнати з будь-якої позиції за допомогою світлодіодного кільця, яке видно з усіх боків. Таким чином, пристрої сполучення NearFi так само легко ввести в експлуатацію, як і штекер.

На фабриці майбутнього в рухомих застосуваннях більше не буде жодних фізичних з'єднань. Прості виробництва через погнуті або зношені контакти залишилися в минулому. Роботи змінюють інструменти швидко й ефективно. Безпілотні системи транспортування отримують

завдання на перевезення в безконтактний спосіб.

[www.phoenixcontact.com](http://www.phoenixcontact.com)

## НАДІЙНІ ВБУДОВАНІ КОМП'ЮТЕРИ CINCOZE: ІННОВАЦІЇ В ГАЛУЗІ ГРАНИЧНИХ ДОДАТКІВ ШІ

Бренд надійних вбудованих комп'ютерів **Cincoze** пропонує п'ять серій у двох продуктових лінійках, щоб повністю задовольнити екстремальні вимоги до продуктивності, надійності та адаптації до довкілля, які ставлять до застосування edge AI. Лінійка продуктів Rugged Computing — DIAMOND охоплює три високопродуктивні серії (DV/DX/DS), які підтримують новітні процесори Intel Raptor Lake-S Core і пропонують гнучкі можливості за розміром, функціональністю та розширенням для задоволення вимог застосунків і навколишнього середовища. Лінійка продуктів GPU Computing — GOLD складається з двох серій (GM/GP) з

високопродуктивними процесорами та підтримкою карт MXM і PEG GPU для оброблення великомасштабних зображень у промислових умовах, забезпечуючи найкращі обчислювальні рішення для розпізнавання зображень, ухвалення рішень на основі даних і машинного навчання.

Контроль якості та виявлення дефектів за допомогою автоматизованої оптичної інспекції (AOI) і технології глибокого навчання — типові сфери застосування Edge AI у виробництві.

Ця технологія автоматично сортує PCBA (Printed Circuit Board + Assembly — друкована плата + збірка), виявляючи дефекти PCBA, як-от нерівності поверхні, проблеми з пайкою, компоненти, яких бракує, або неправильно розташовані компоненти, і маркує плати для ручної перевірки, значно підвищуючи ефективність і вихід продукції.

**GP-3000** — ідеальний вибір для таких завдань. Оснащений процесором Intel Xeon/Core i3/i5/i7 і пам'яттю до 64 ГБ, він підтримує дві висококаласні повнорозмірні карти GPU потужністю 250 Вт і має багатий набір високошвидкісних входів/виходів для під'єднання датчиків і камер, що відповідають вимогам систем AOI. Чудова адаптація до навколишнього середовища підтверджується широким температурним діапазоном (-40–70 °C), широким діапазоном напруги (9–48 В постійного струму) і відповідністю американському військовому стандарту ударостійкої вібрації (MIL-STD-810G), що забезпечує стабільну роботу в суворих умовах.

У **GP-3000** використовуються три патентовані технології: Пилозахисний механізм охолодження використовує незалежні канали тепловідведення для керування теплом і запобігання потрапляння пилу в систему, масштабованість за допомогою модулів розширення використовує блок розширення GEB для встановлення повнорозмірних high-end карт GPU або інших додаткових карт PCIe, а кронштейн для кріплення карт GPU надійно фіксує карти GPU в умовах підвищеної вібрації.

Сучасні інтелектуальні бурові системи поєднують у собі граничні обчислення і штучний інтелект для збору геологічних даних, даних про тиск, температуру та інші показники в режимі реального часу, аналізу цих даних і прийняття рішень за допомогою алгоритмів штучного інтелекту.

# WINTEX

(044) 5036112

(067) 2983455

Професійний ремонт (050) 266517

- Електронні компоненти
- Модулі та датчики для розробників електроніки
- Модулі для ремонту ТВ, комп'ютерів, планшетів, комп'ютерів
- Роз'єми та конектори
- Розробка елементів альтернативної енергетики
- Ремонт усіх видів електроніки та побутової техніки



[www.wintex.com.ua](http://www.wintex.com.ua)

03150, Київ, вул. Велика Васильківська, 80

Це скорочує час буріння та оптимізує роботу, запобігаючи потенційним ризикам і забезпечуючи стабільність і безпеку. Для цієї програми потрібен комп'ютер Edge AI з можливостями обчислень на GPU. Високопродуктивний промисловий комп'ютер DS-1402 з можливістю розширення PCIe — ідеальний вибір.

*DS-1402* оснащений процесором Intel Core i9 13-го/12-го покоління і підтримує до 64 ГБ пам'яті DDR5. Він оснащений двома слотами розширення PCIe, причому один слот підтримує додаткову плату розміром до 111×235 мм і потужністю 110 Вт. Він підключається до датчиків та інших пристроїв через численні порти вводу/виводу (LAN, USB, COM, DIO та інші). Для зберігання даних великої ємності та високої швидкості підтримуються 2.5" HDD/SSD, mSATA і слоти M.2 Key M. Також є три слоти Mini PCIe для бездротових карт. Втілюючи принципи надійної конструкції Cincoze, *DS-1402* має широкий діапазон робочих температур (-40–70 °C), підтримує широку вхідну напругу (9–48 В постійного струму), має захист від перенапруги, перевантаження

за струмом і ESD. Пристрій відповідає стандарту MIL-STD-810G і сертифікований за стандартом UL 62368-1, що гарантує стабільну роботу навіть під час впливу сильної вібрації та перепадів температури в умовах буріння.

[www.cincoze.com](http://www.cincoze.com)

### НАЙТОНША В СВІТІ КРЕМНІЄВА СИЛОВА ПЛАСТИНА

Після анонсу першої у світі 300-міліметрової силової пластини з нітриду галію (GaN) та відкриття найбільшої у світі 200-міліметрової фабрики з виробництва карбіду кремнію (SiC) в Кулімі, Малайзія, компанія **Infineon Technologies AG** представила наступну віху в технології виробництва напівпровідників. Компанія Infineon досягла прориву в обробці найтонших кремнієвих силових пластин товщиною всього 20 мікрметрів і діаметром 300 міліметрів на великомасштабному напівпровідниковому заводі. Надтонкі кремнієві пластини лише на чверть тонші за людську волосину і вдвічі

тонші за сучасні пластини товщиною 40–60 мікрметрів.

Ця інновація суттєво доповнює підвищення енергоефективності, густину потужності та надійності рішень для перетворення енергії в центрах обробки даних зі штучним інтелектом, а також у побутовій техніці, системах керування двигунами та обчислювальній техніці. Зменшення товщини пластини вдвічі зменшує опір підкладки на 50 відсотків, знижуючи втрати потужності в енергосистемах більш ніж на 15 відсотків порівняно з рішеннями на основі звичайних кремнієвих пластин. Для високопродуктивних серверів штучного інтелекту, де зростаючий попит на енергію зумовлений вищими рівнями струму, це особливо важливо при перетворенні енергії. Тут напруга повинна бути знижена з 230 В до напруги процесора нижче 1.8 В. Технологія ультратонких пластин покращує конструкцію вертикальної подачі живлення, яка базується на технології вертикальних траншейних МОН-транзисторів і забезпечує дуже тісне з'єднання з процесором мікросхеми ШІ, зменшуючи таким чином втрати

потужності та підвищуючи загальну ефективність.

Щоб подолати технічні перешкоди на шляху зменшення товщини пластин до порядку 20 мікрметрів, інженерам Infineon довелося розробити інноваційний та унікальний підхід до шліфування пластин, оскільки металевий стек, який утримує мікросхему на пластині, має товщину більше ніж 20 мікрметрів. Це суттєво впливає на переміщення та обробку зворотного боку тонкої пластини. Крім того, технічні та виробничі проблеми, такі як згинання та розділення пластин, мають значний вплив на процеси складання задньої панелі, забезпечуючи стабільність та першокласну міцність пластин. Процес виробництва 20-міліметрових тонких пластин базується на існуючому виробничому досвіді Infineon і гарантує, що нова технологія може бути легко інтегрована в наявні високопродуктивні лінії з виробництва кремнію без додаткових виробничих складнощів, що гарантує найвищу продуктивність і надійність постачання.

[www.infineon.com](http://www.infineon.com)



RADIODETAILI

## ВЕЛИКИЙ ВИБІР РАДІОДЕТАЛЕЙ!

Інтернет-магазин вул. Івана Світличного, 4  
(044) 392 22 71 (067) 462 22 71

«Радіоринок», Караваєві Дачі, вул. Ушинського, 4

Павільйон 9В  
(044) 242 20 79  
(067) 445 77 72

Павільйон 9В+  
(068) 599 56 99

Павільйон 17Б  
(063) 105 90 01  
(096) 303 90 01

RADIODETAILI.COM.UA



# AC/DC-блоки живлення лінійки 305RAC компанії MORNSUN

## Надійність у будь-яких умовах

Володимир Рентюк

**Як правильно вибрати імпульсний AC/DC-блок живлення для складних умов експлуатації? Як не переплачувати за «надійний» виріб і при цьому не піддатися бажанню купити «дешевше», адже добре відомо, що скупий завжди платить двічі. У цій статті ми постараємося дати відповідь, як придбати блок живлення з оптимальним поєднанням надійності та вартості, представивши лінійку продуктів 305RAC одного з провідних виробників блоків живлення — компанії MORNSUN. Перевага цього виробника в тому, що він пропонує не тільки широкий спектр сучасних блоків живлення індустріального класу, а й гарантує відмінне співвідношення ціни та якості.**

### ВСТУП

Компанія з поетичною назвою MORNSUN (Morning Sun — «вранішнє сонце») заснована в 1998 році. Її повна назва — MORNSUN Guangzhou Science & Technology Co., Ltd. («Науково-технологічна компанія MORNSUN») [1], яка повністю себе виправдовує. Компанія є одним із небагатьох виробників блоків живлення, який завдяки наявності власної дослідницької бази має права інтелектуальної власності на інтегральні схеми, інноваційну конструкцію трансформаторів, систему збірки та схемно-конструктивні рішення своїх виробів. Більшість продуктів компанії MORNSUN отримали сертифікати категорій UL, CE, CSA, CB і DoE рівня V1.

### ІМПУЛЬСНІ БЛОКИ ЖИВЛЕННЯ СЕРІЇ 305RAC

#### Загальні відомості

Задоволення мінливих потреб різних ринків у різних галузях промисловості — складне завдання для багатьох виробників AC/DC-джерел живлення. Звичайні AC/DC-блоки живлення із вхід-

ною напругою 85–264 В змінного струму не завжди придатні для різних умов експлуатації з погляду вищої вхідної напруги, температури, вологості, висоти над рівнем моря та електромагнітних завод. Як досвідчений виробник блоків живлення, для вирішення цих проблем

компанія MORNSUN розширила свою лінійку блоків живлення 305RAC з діапазоном вхідної напруги від 85 В змінного струму до 305 В. Спеціально розроблена лінійка продуктів 305RAC дає змогу легко справлятися з коливаннями вхідної напруги та перехідними процесами [2].

А тому не випадково лінійка цих продуктів має назву RAC - це абревіатура від «Reliable under all conditions» («надійний за будь-яких умов»), що гарантує максимальну продуктивність за різних обставин. AC/DC-перетворювачі MORNSUN з діапазоном вхідної напруги 85–305 В забезпечують стабільне та надійне функціонування практично в будь-яких несприятливих умовах. Електричні характеристики блоків живлення серії найкращі у своєму класі та легко впораються з коливаннями напруги, а здатність працювати з високою вхідною напругою, надійність за високих тем-

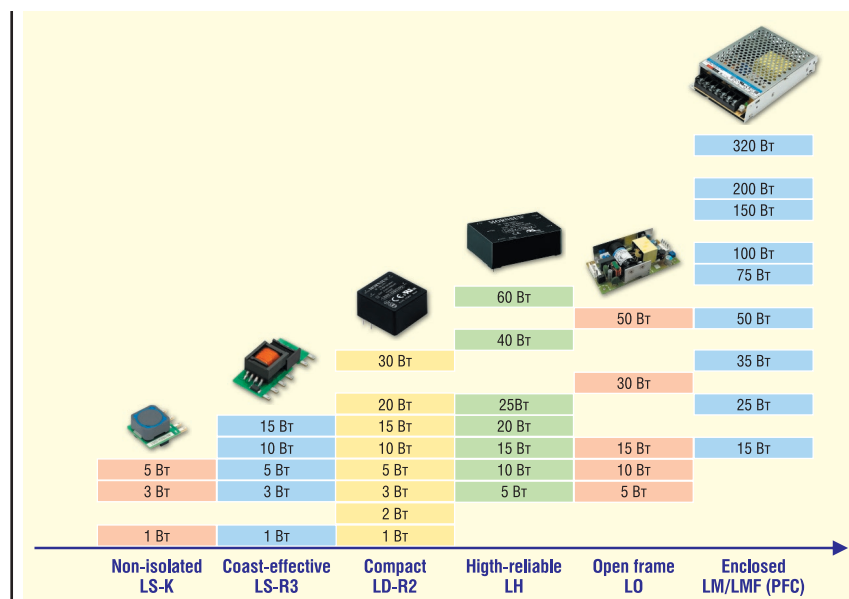
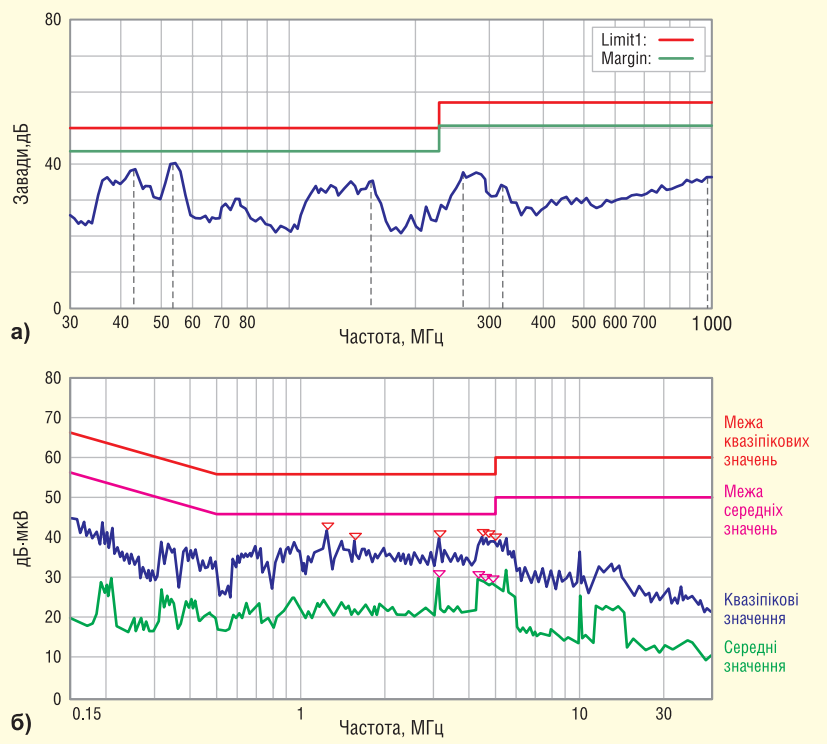


Рис. 1. Імпульсні AC/DC-блоки живлення серії 305RAC компанії MORNSUN

ператур і вологості, гарантована працездатність на великій висоті та хороші характеристики щодо вимог з електромагнітної сумісності (ЕМС) практично за будь-яких суворих умов забезпечують добротність цих джерел живлення. Блоки мають різне конструктивне виконання в стандартних форм-факторах із різним розподілом за потужністю (рис. 1).

Під час вибору AC/DC-перетворювачів лінійки продуктів 305RAC компанія MORNSUN рекомендує звернути увагу на такі основні моменти:

- *Висока стійкість до коливань напруги в електромережі живлення.* Коливання вхідної напруги можуть призвести до пошкодження електролітичного конденсатора всередині блока живлення, особливо коли живлення надходить від генератора. Діапазон вхідної напруги MORNSUN блоків живлення лінійки продуктів 305RAC (85–305 В AC) гарантує, що модуль не буде пошкоджено за будь-яких коливань напруги.
- *Максимальна продуктивність навіть у жорстких умовах високогір'я.* Джерела живлення змінного/постійного струму часто використовують у віддалених і суворих умовах, де висота над рівнем моря перевищує 2000 або навіть 5000 м. Лінійка продуктів 305RAC пройшла серію випробувань для підтвердження їхньої надійної роботи навіть у високогірних умовах. Деякі з випробувань передбачають тестування на висоті за високих і низьких температур, а також тестування на старіння та багато іншого.
- *Надійна робота навіть за екстремальних температур і рівня вологості.* Надійність джерел живлення змінного/постійного струму має важливе значення за значних перепадів температури. Типове робоче середовище для промислового обладнання становить  $-25...+70$  °C. Однак за деяких умов можливі різкі перепади температури, і блоки живлення змінного/постійного струму мають відповідати ситуації, що змінюється. Тому блоки живлення лінійки продуктів 305RAC забезпечують надійне функціонування за робочих температур  $-40...+80$  °C. Вони також пройшли серію випробувань на вологість, зокрема на термоцикли та вологість, випробування на високу температуру та вологість, випробування на постійну температуру та вологість і багато іншого.
- *Сприйнятливості до кондуктивних і випромінюваних електромагнітних*



**Рис. 2. AC/DC-блок живлення лінійки продуктів 305RAC (протестовано на відповідність рівнів ЕМЗ стандартам CISPR32/EN55032 класу А/В): випромінювані ЕМЗ (а); кондуктивні ЕМЗ (б)**

завад. Електромагнітні завади (ЕМЗ) завжди є потенційною проблемою імпульсних джерел живлення як AC/DC-, так і DC/DC-перетворювачів. Будь-який інженер знає про переваги імпульсних перетворювачів, включно з високою ефективністю за невеликого розміру і ваги. Однак під час експлуатації багато інженерів стикаються з електромагнітними завадами, що генеруються перетворювачами через закладений у них принцип перетворення напруги. Також проблемою залишається і виконання вимог щодо електромагнітної сумісності. Кожен із перетворювачів у лінійці продуктів 305RAC може витримувати короточасні імпульсні перенапруги, які створюють електромагнітні завади, включно з блискавкою, а також перенапруги та розряди статичної електрики. Тому AC/DC-блоки живлення лінійки продуктів 305RAC було протестовано та сертифіковано на відповідність стандартам CISPR32/EN55032 класу А/В із достатнім технологічним запасом (рис. 2).

- *Проектування та перевірка AC/DC-блоків живлення MORNSUN.* Надійність і технічні характеристики рішень лінійки продуктів 305RAC вважаються одними з найкращих

пропозицій на ринку. З огляду на те, що оптимізація конструкції в поєднанні з сертифікованими компонентами сприяє надійній роботі, технічні фахівці компанії MORNSUN застосовують оптимальні топології кіл, щоб знизити напругу, струм і теплове навантаження на вбудовані компоненти. Це стосується всіх ключових елементів, таких як фільтри, конденсатори, МОП-транзистори, діоди, які мають достатній запас за напругою. Оптимізацію конструкції та перевірку на відповідність умовам експлуатації проводять не тільки під час проектування та ДКР, а й під час виробництва продуктів лінійки 305RAC. Як приклад на рисунку 3 показано результати випробувань AC/DC-блока живлення серії LM150-23Vxx на вплив перенапруги.

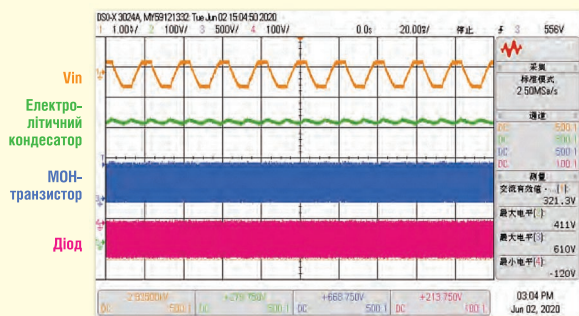
### Серія LM/LMF

У лінійці продуктів 305RAC серію LM/LMF імпульсних AC/DC-блоків представлено пристроями, виготовленими в кожусі, розрахованими на потужність 15–320 Вт (рис. 4). Відмінною особливістю серій з індексом F є наявність вбудованого активного коректора коефіцієнта потужності (ККП). Загалом пропонується 67 позицій, зазначених у таблицях 1 і 2 відповідно. Для всіх блоків серії LM/LMF

**Тест 1: Vin = 321 В (AC)**

**МОН-транзистор:**  
номінальна = 650 В  
фактична напруга (макс.) = 610 В

**Діод:**  
номінальна = 150 В  
фактична напруга (макс.) = 120 В

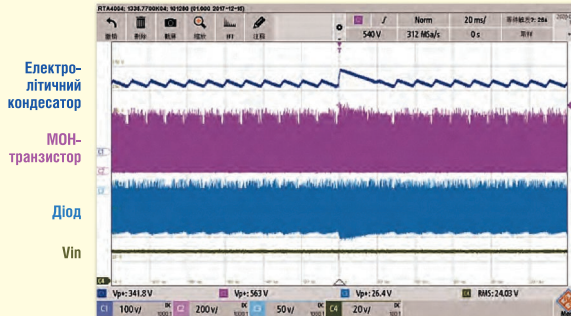


**Тест 2: Імунітет до удару блискавки/перенапруг**

**Електролітичний конденсатор**  
фактична напруга (макс.) = 341.8 В

**МОН-транзистор:**  
фактична напруга (макс.) = 563 В

**Діод:**  
фактична напруга (макс.) = 124 В



**Рис. 3. Випробування AC/DC-блока живлення серії LM150-23Вхх на стійкість до удару блискавки та перенапруг**

цього типу електрична міцність ізоляції між входом і виходом блоків живлення гарантується на рівні не нижче 4000 В змінного струму. З повною лінійкою продуктів LM/LMF та її особливостями можна ознайомитися в [3].

Блоки живлення серій LM/LMF компанії MORNSUN мають визнані міжнародні сертифікати з безпеки та EMC і відповідають вимогам стандартів, зокрема:

- 3 безпеки:
  - IEC/EN/UL 62368 (обладнання аудіо-, відео-, інформаційних і комунікаційних технологій);
  - IEC/EN 60335 (побутові та аналогічні електричні прилади);
  - IEC/EN 61558 (безпека силових трансформаторів, блоків живлення, реакторів та аналогічних виробів).
- GB4943 (безпека електронного обладнання в галузі аудіо-, відеоапаратури, обладнання інформаційних і комунікаційних технологій, Китай);
- За рівнем випромінюваних електромагнітних завод: CISPR32/EN 55032 (переважно клас B).
- За несприйнятливостю до електростатичних розрядів (ESD): IEC/EN

**Таблиця 1. Серія імпульсних AC/DC-блоків живлення типу LM (V<sub>INmax</sub> = 305 В) компанії MORNSUN**

Параметри	Серія							
	LM15-23B	LM25-23B	LM35-23B	LM50-23B	LM75-23B	LM100-23B	LM150-23B	
Потужність, Вт	15	25	35	50	75	100	150	
Вхідна напруга	85–305 В (AC)/100 (120)–430 В (DC)							
Номінальна вихідна напруга/струм (діапазон підлаштування)	3.3 В/3 А (2.85–3.6)	3.3 В/6 А (2.85–3.6)	5 В/7 А (4.5–5.5)	5 В/10 А (4.5–5.5)	5 В/14 А (4.5–5.5)	5 В/18 А (4.5–5.5)	12 В/12.5 А (10.2–13.8)	
	5 В/3 А (4.5–5.5)	5 В/5 А (4.5–5.5)	12 В/3 А (10.2–13.8)	12 В/4.2 А (10.2–13.8)	12 В/6 А (10.2–13.8)	12 В/8.5 А (10.2–13.8)	15 В/10 А (13.5–18)	
	12 В/1.3 А (10.2–13.8)	12 В/2.1 А (10.8–13.2)	15 В/2.4 А (13.5–18)	15 В/3.4 А (13.5–18)	15 В/6 А (13.5–18)	15 В/7 А (13.5–18)	24 В/6.5 А (21.6–28.8)	
	15 В/1 А (13.5–18)	15 В/1.7 А (13.5–16.5)	24 В/1.5 А (21.6–28.8)	24 В/2.2 А (21.6–28.8)	24 В/3.2 А (21.6–28.8)	24 В/4.5 А (21.6–28.8)	36 В/4.3 А (32.4–39.6)	
	24 В/0.625 А (21.6–28.8)	24 В/1.1 А (22–27.6)		36 В/1.45 А (32.4–39.6)	36 В/2.1 А (32.4–39.6)	36 В/2.8 А (32.4–39.6)	48 В/3.3 А (43.2–52.8)	
	48 В/0.32 А (42–54)	48 В/0.57 А (42–54)		48 В/1.1 А (43.2–52.8)	48 В/1.6 А (43.2–52.8)	48 В/2.3 А (43.2–52.8)		
Нестабільність вихідної напруги по мережі	±1 (3.3/5 В) ±0.5 (12/15/ 24/48 В)	±0.5 (3.3/5 В) ±0.5 (12/15/ 24/48 В)	±0.5					
Нестабільність вихідної напруги за навантаженням, %	±1 (3.3 В/5 В) ±0.5 (12/15/ 24/48 В)	±1 (3.3 В/5 В) ±0.5 (12/15/ 24/48 В)	±1 (5 В) ±0.5 (12/ 15/24 В)	±1 (5 В) ±0.5 (12/15/ 24/36/48 В)	±1 (5 В) ±0.5 (12/15/24/ 36/48/55 В)	±1 (5 В) ±0.5 (12/15/24/ 36/48 В)	±0.5	
ККД (макс.), %	83	87	87	87	90.5	91	89	
Електрична міцність ізоляції	Вхід вихід 4 кВ (AC); вхід/захисне заземлення 2 кВ (AC); вихід/захисне заземлення 1.25 кВ (AC)							
Середній час напрацювання на відмову MIL-HDBK-217F за +25 °С (не менше), год	700 000	450 000	300 000					
Діапазон робочих температур, °С	–30...+70							
Габаритні розміри, мм	65×55×25	80×55×25	99×82×30	99×82×30	99×97×30	129×97×30	159×97×30	
Вага, г	90	115	170	190	220	305/325	410/430	

**Примітка.** Точні значення вказані в специфікації на конкретний виріб.



Таблиця 2. Серія імпульсних AC/DC-блоків живлення типу LMF ( $V_{Inmax} = 305 \text{ В}$ ) компанії MORN SUN

Параметри	Серія					
	LMF75-23B	LMF100-23B	LMF150-23B	LMF200-23B	LMF320-23B	
Потужність, Вт	75	100	150	200	320	
Вхідна напруга	85–305 В (AC)/88–430 В (DC)					
Номінальна вихідна напруга/струм (діапазон підлаштування)	5 В/15 А (4.75–5.5) 12 В/6.3 А (11.4–13.2) 15 В/5 А (14.3–16.5) 24 В/3.2 А (22.8–26.4) 48 В/1.6 А (45.6–52.8)	12 В/8.5 А (11.4–13.8) 15 В/6.7 А (14.3–16.5) 24 В/4.2 А (22.8–27.6) 48 В/2.1 А (45.6–55.2)	12 В/12.5 А (10.2–13.8) 15 В/10 А (13.5–18) 24 В/6.3 А (21.6–28.8) 48 В/3.2 А (45.6–55.2)	5 В/40 А (4.5–5.5)	12 В/26.7 А (10.2–13.2) 15 В/21.4 А (13.5–18) 24 В/13.4 А (20–26.4) 48 В/6.7 А (41–56)	4 В/60 А (3.6–4.4) 5 В/60 А (4.5–5.5) 12 В/26.7 А (10.2–13.2) 15 В/21.4 А (13.5–18) 24 В/13.4 А (20–26.4) 48 В/6.7 А (41–56)
Нестабільність вихідної напруги по мережі	±0.5	±0.5	±0.5	±0.5	±0.5	
Нестабільність вихідної напруги за навантаженням, %	±1 (5 В) ±0.5 (12/15/ 24/48 В)	±0.5	±2 (12/15 В) ±1 (24/48 В)	±1	±0.5	±2 (4/5 В) ±1 (12/15/ 24/48 В)
ККД (макс.), %	88	87	88	85	90	89
ККП	0.93	0.93	0.98	0.95	0.95	0.95
Середній час напрацювання на відмову MIL-HDBK-217F за +25 °С (не менше), год	300 000			250 000		
Діапазон робочих температур, °С	–30...+70					
Габаритні розміри, мм	179×99×30			215×115×30		
Вага, г	460	500	750	475	750	

**Примітка.** Точні значення вказані в специфікації на конкретний виріб.

- 61000-4-2 (контактний розряд ±6 кВ, повітряний розряд ±8 кВ).
- За стійкістю до випромінюваного радіочастотного електромагнітного поля: IEC/EN 61000-4-3 (10 В/м).

- За стійкістю до електричних швидких перехідних процесів (пачок): IEC/EN 61000-4-4 (±2 кВ).
- За стійкістю до викиду напруги: IEC/EN 61000-4-5 (між фазою і нейтраллю ±2 кВ/між фазою/нейтраллю на «землю» ±4 кВ).
- За несприйнятливістю до кондуктивних збурень, індукованих радіочастотними полями: IEC/EN 61000-4-6 (10 В с.к.з.).
- За стійкістю до провалів напруги, короточасних переривань і змін напруги: IEC/EN 61000-4-11 (0; 70 %).

**Примітка.** Уточнити наявність сертифікатів на конкретний виріб можна в специфікації.

Для зручності споживачів при замовленні деяких типів імпульсних блоків живлення серії LM/LMF доступне конформне покриття друкованої плати (індекс Q), що оберігає її від вологи та забруднень, і наявність захисної кришки на терміналах (індекс С) для запобігання випадковим коротким замиканням на виході.

### Серія LI

У лінійці продуктів 305RAC компанії MORN SUN є блоки живлення серії LI, що встановлюються на DIN-рейку і виконані в металевому корпусі (рис. 5). Параметри пристроїв наведено в таблиці 3. З повною лінійкою продуктів

LI/LIF і її особливостями можна ознайомитися в [3].

Імпульсні блоки живлення серії LI компанії MORN SUN мають визнані міжнародні сертифікати з безпеки та EMC і відповідають вимогам стандартів, зокрема:

- 3 безпеки:
  - IEC/EN 60335 (побутові та аналогічні електричні прилади);



**Рис. 4.** Імпульсний блок живлення MORN SUN у лінійці продуктів 305RAC серії LM/LMF потужністю 15–320 Вт



**Рис. 5.** Імпульсний блок живлення MORN SUN серії LI в лінійці продуктів 305RAC

**Таблиця 3. Серія імпульсних AC/DC-блоків живлення типу LI потужністю 75-100 Вт компанії MORNSUN, виконаних у металевому корпусі**

Найменування	Потужність, Вт <sup>1</sup>	Вхідна напруга, В		Вихід	Нестабільність вихідної напруги, %		ККД, %	Електрична міцність ізоляції, В
		V <sub>IN</sub> (AC)	V <sub>IN</sub> (DC)		По мережі	За навантаженням		
LI120-13Bxx	120	85-305	100-430	12 В/10 А 24 В/5 А	±0.5	±1	89 81	3000
LI150-13B29 <sup>2</sup>	150	85-305	100-430	29 В/5.2 А	±1	±2	85	3000

**Примітка.** <sup>1</sup> Точне значення уточнюйте в специфікації на конкретний виріб.

<sup>2</sup> Морське виконання, допускається застосування в електрифікованому газовому обладнанні, перетворювач стійкий до соляного туману.

- IEC/EN/UL 62368-1 (обладнання аудіо-, відео-, інформаційних і комунікаційних технологій);
- UL 508 (прилади промислових систем управління та установок);
- GB4943 (безпека електронного обладнання в галузі аудіо-, відеоапаратури, обладнання інформаційних і комунікаційних технологій, Китай);
- IEC/EN 61558 (безпека силових трансформаторів, блоків живлення, реакторів та аналогічних виробів).
- За рівнем випромінюваних електромагнітних завод: CISPR32/EN 55032 CLASS B.
- За несприйнятливості до електростатичних розрядів (ESD): IEC/EN 61000-4-2 (контактний розряд ±6 кВ, повітряний розряд ±8 кВ).
- За стійкістю до випромінюваного радіочастотного електромагнітного поля: IEC/EN 61000-4-3 (10 В/м).
- За стійкістю до електричних швидких перехідних процесів (пачок): IEC/EN 61000-4-4 (±2 кВ).
- За стійкістю до викиду напруги: IEC/EN 61000-4-5 (між фазою і нейтраллю ±2 кВ/між фазою/нейтраллю на «землю» ±4 кВ).
- За несприйнятливості до кондуктивних збурень, індукованих радіочастотними полями: IEC/EN 61000-4-6 (10 В с.к.з.).
- За стійкістю до провалів напруги, короткочасних переривань і змін напруги: IEC/EN 61000-4-11 (0; 70%).
- Середній час напрацювання на відмову MIL-HDBK-217F за +25 °С, не менше ніж 300 000 год.

**Примітка.** Уточнити наявність сертифікатів на конкретний виріб можна в специфікації.

**Серія LO**

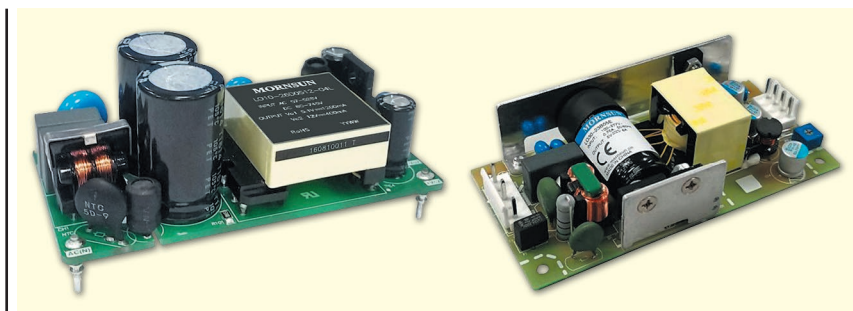
Серія LO потужністю 3-120 Вт — один з AC/DC-перетворювачів компанії MORNSUN без захисного кожуха (виконання open-frame). Перетворювачі цієї серії мають універсальний вхід змінного струму, прийнятий у лінійці продуктів 305RAC, але можуть працювати і від вхідної напруги постійного струму. Серію LO вирізняє висока ефективність і надійність, а також посилена ізоляція. Перетворювачі мають хороші характеристики в частині EMC, що відповідають вимогам стандартів UL/EN/IEC62368, IEC/EN61000-4 і CISPR32/EN55032. Середній час напрацювання блоків живлення серії LO на відмову за MIL-HDBK-217F за +25 °С становить не менше ніж 300 000 год. Перетворювачі можуть успішно використовуватися в промисловості, офісах і побути. Для виконання надзвичайно жорстких вимог щодо EMC рекомендується застосовувати схему ввімкнення, наведену в спе-

цифікації, доступній зі сторінки продукту за посиланням [4].

Зовнішній вигляд AC/DC-перетворювача серії LO показано на рисунку 6, а типові технічні характеристики зведено в таблицю 4.

**Серія LH**

Стандартні AC/DC-перетворювачі MORNSUN потужністю 5-60 Вт серії LH у корпусах DIP мають різноманітні варіанти комбінацій напруги вводу/виводу та кілька варіантів захисту. Вони вирізняються компактними розмірами, низьким енергоспоживанням, високою ефективністю та надійністю, мають сертифікати CE, UL, CB і можуть задовольнити вимоги для таких застосувань, як промисловий контроль, силова електроніка, «Інтернет речей» (IoT) тощо. Специфікації на AC/DC-перетворювачі серії LH доступні на сторінці продукту за посиланням [5]. Середній час напрацювання блоків живлення серії LH на відмову за MIL-HDBK-217F за +25 °С становлять не менше ніж 300 000 год. Зовнішній вигляд AC/DC-перетворювача серії LH показано на рисунку 7,



**Рис. 6.** Імпульсні блоки живлення MORNSUN серії LO в лінійці продуктів 305RAC

**Таблиця 4. Серія імпульсних AC/DC-блоків живлення типу LO компанії MORNSUN, що мають відкрите виконання**

Серія	Потужність, Вт	Номінальна вихідна напруга та струм	Електрична міцність ізоляції, В	Нестабільність вихідної напруги, % <sup>1</sup>		Діапазон робочих температур, °С	Розміри, мм
				По мережі	За навантаженням		
LO05-13D0505-01E	5	5 В/900 мА 5 В/100 мА	3000	±1	±2	-40...+70	56.2×32.1×26
LO10-13Bxx	10	3.3; 5; 9; 12; 15; 24 В	3000	±0.5	±2	-25...+70	60×42×16.3
LO10-23D0524-02E	10	5 В/1000 мА 24 В/200 мА	4000	±0.5	±3	-40...+70	61×45×28
LO15-23D0524-02E	15	5 В/1000 мА 24 В/200 мА	4000	±0.5	±3	-40...+70	76×45×26

**Примітка.** Точні значення уточнюйте в специфікації на конкретний виріб.

<sup>1</sup> Для основного виходу.

Таблиця 5. Серія імпульсних AC/DC-блоків живлення типу LH компанії MORNSUN у стандартному виконанні

Серія	Потужність, Вт	Номинальна вихідна напруга та струм	Електрична міцність ізоляції, В	Нестабільність вихідної напруги, %		Діапазон робочих температур, °С	Розміри, мм
				По мережі	За навантаженням		
LHE10-23Bxx	10	3.3; 5; 9; 12; 15; 24	4 000	±0.5	±1	-40...+85	55×45×21
LHE15-23Bxx	15	3.3; 5; 9; 12; 15; 24; 48					62×45×22.5
LHE25-23Bxx	25	3.3; 5; 9; 12; 15; 24; 48					70×48×23.5
LHE40-23Bxx	40	3.3; 5; 9; 12; 15; 24; 48					89×63.5×25
LHE60-23Bxx	60	5; 9; 12; 15; 24; 48	3 000	±0.5	±1	-40...+70	109×58.5×30
LH05-13Bxx	5	5; 9; 12; 15; 24					55×45×21
LH10-13Bxx	10	5; 9; 12; 15; 24					55×45×21
LH15-13Bxx	15	3.3; 5; 9; 12; 15; 24; 48					62×45×22.5
LH20-13Bxx	20	3.3; 5; 9; 12; 15; 24					70×48×23.5
LH25-13Bxx	25	3.3; 5; 9; 12; 15; 24; 48					70×48×23.5

**Примітка.** Точні значення уточнюйте в специфікації на конкретний виріб.

а типові технічні характеристики наведено в таблиці 5.

### Серія LD

AC/DC-перетворювачі MORNSUN потужністю 3–60 Вт серії LD у корпусах DIP — це один із компактних перетворювачів. Пристрої мають універсальний вхід змінного струму, прийнятий у лінійці продуктів 305RAC, але можуть працювати від вхідної напруги постійного струму. Серію LD вирізняє низьке енергоспоживання, висока ефективність і надійність. Типова нестабільність вихідної напруги: по мережі ±0.5%, за навантаженням ±1%. Перетворювачі цієї серії вирізняються хорошими характеристиками в частині EMC і відповідають міжнародним стандартам UL62368 і EN62368 і мають сертифікати CE, UL, CB. Вони широко поширені в промисловості, енергетиці, контрольно-вимірювальних приладах, зв'язку та цивільних сферах застосування, деякі варіанти (виконання LD-R2) можна використовувати в медичній техніці, наприклад, у 2×MOPP (MOPP — засоби захисту пацієнта).

Приклади застосування AC/DC-перетворювачів MORNSUN серії LD є в специфікації, доступній на сторінці продукту за посиланням [6] та у детальному посібнику [9]. Зовнішній вигляд AC/DC-перетворювача серії LD показано на рисунку 8, а типові технічні характеристики AC/DC-перетворювачів серії LD зведено в таблицю 6.

### Серія LS (LS-R3 і LS-K)

Недорогі AC/DC-перетворювачі MORNSUN потужністю 1–15 Вт серії LS у безкорпусному виконанні мають універсальний вхід змінного струму, прийнятий у лінійці продуктів 305RAC, і можуть працювати від вхідної напруги постійного струму. Серія LS-R3 є першим у своєму роді економічним рішенням і характеризується збалансо-



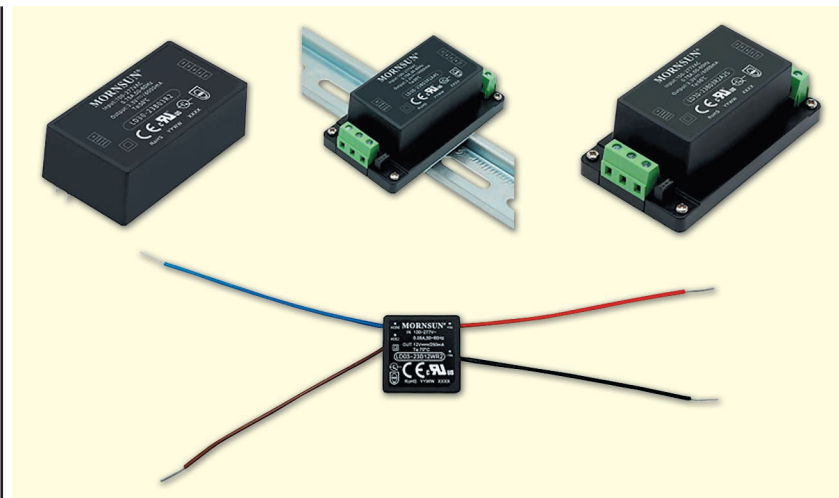
**Рис. 7.** Імпульсний блок живлення MORNSUN LH20-25 серії LH у лінійці продуктів 305RAC

Таблиця 6. Серія імпульсних AC/DC-блоків живлення типу LD компанії MORNSUN

Категорія	Серія	Потужність, Вт	Номинальна вихідна напруга, В	Електрична міцність ізоляції, В	Діапазон робочих температур, °С	Середній час напруження на відмову MIL-HDBK-217F за +25 °С (не менше), год	Розміри, мм
LD-R2	LD03-23BxxR2	3	3.3; 5; 9; 12; 15; 24	4 000	-40...+85	2 799 000	25.4×25.4×17.6
	LD05-23BxxR2	5				2 602 000	25.4×25.4×17.6
	LD10-23BxxR2	10				3 200 000	40×25.4×21
	LD15-23BxxR2	15				3 200 000	47.6×26.8×23.5
	LD20-23BxxR2	20				1 500 000	52.4×27.2×24
	LD30-23BxxR2	30				500 000	69.5×39×24
	LD05-23BxxR2-M	5				1 080 000	45.7×25.4×21.5
	LD10-23BxxR2-M	10				3 200 000	52.4×27.2×24
LDE-23B	LDE02-23Bxx	2	3.3; 5; 9; 12; 15; 24	4 000	-40...+70	300 000	33.7×22.2×18
	LDE05-23Bxx	5				300 000	50.8×25.4×15.36
	LDE10-23Bxx	10				300 000	53.8×28.8×19
LD	LD10-13Bxx	10	3.3; 5; 9; 12; 15; 24	3 000	-25...+70	300 000	53.8×28.8×19
	LD05-23Bxx	5				2 602 000	50.8×25.4×15.16
	LD02-10Bxx	2				300 000	33.7×22.2×18
	LD01-10Bxx	1				300 000	33.7×22.2×18

**Примітка.** Точні значення вказані в специфікації на конкретний виріб.





**Рис. 8.** Імпульсний блок живлення MORN SUN серії LD у лінійці продуктів 305RAC (моделі з префіксом W мають дротові виводи, а з суфіксами A2S і A4S – колодку з клемми і можливість кріплення на DIN-рейку (A4S), решта модулів призначені для вивідного монтажу на друковану плату)

універсальний вхід змінного струму, передбачений у лінійці продуктів 305RAC і може працювати від вхідної напруги постійного струму. Його відрізняє висока ефективність і низьке енергоспоживання. Цей варіант широко використовують у контрольно-вимірювальних приладах промислового призначення, в електроенергетиці та в проектах типу «розумний дім», у зв'язку з необхідністю відповідності сертифікатам безпеки UL/CE, але з нижчими вимогами щодо EMC. Для виконання надзвичайно жорстких вимог щодо EMC рекомендується використовувати схему ввімкнення, наведену в специфікації, що доступна зі сторінки продукту за посиланням [8] і в детальному посібнику [9].

Зовнішній вигляд AC/DC-перетворювача серії LS показано на рисунку 9, типові технічні характеристики наведено в таблиці 7.

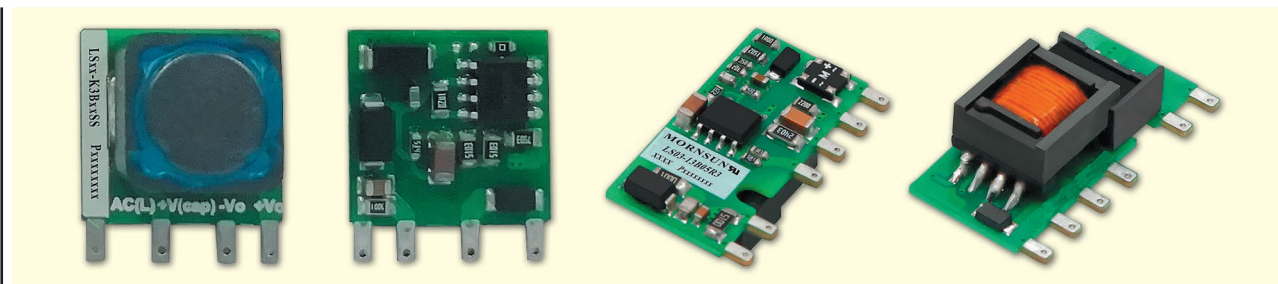
**ВИСНОВОК**

Як випливає з назви, серія MORN SUN 305RAC призначена для забезпечення стабільної та надійної роботи в будь-яких умовах. Вибираючи перетворювач змінного/постійного струму MORN SUN, ви можете розраховувати на надійну роботу за обмежених витрат. Прикла-

ваністю витрат на проектування, прийнятною вартістю, високою надійністю, простотою використання, розмірами, продуктивністю та персоналізацією джерела живлення. Типова нестабільність вихідної напруги: по мережі  $\pm 1.5\%$ , за навантаженням  $\pm 3\%$ , а для деяких позицій навіть менше. Застосовуючи гнучкі периферійні схеми, перетворювачі можна використовувати в самих різних областях застосування. Серію

LS-R3 вирізняє низьке енергоспоживання, що особливо важливо для промислового керування, електропостачання, контрольно-вимірювальних приладів і проектів «розумний дім», які не висувають високих вимог до габаритів. Специфікації на AC/DC-перетворювачі серії LS-R3 доступні на сторінці продукту за посиланням [7].

Неізолюваний варіант LS-K серії LS також має безкорпусне виконання й



**Рис. 9.** Неізолювані та ізолювані імпульсні блоки живлення MORN SUN серії LS у лінійці продуктів 305RAC

Таблиця 7. Серія імпульсних AC/DC-блоків живлення типу LS компанії MORN SUN							
Категорія	Серія	Потужність, Вт	Номинальна вихідна напруга, В	Електрична міцність ізоляції, В	Діапазон робочих температур, °C	Середній час напруцювання на відмову MIL-HDBK-217F за +25 °C (не менше), год	Розміри, мм
Неізолюваний	LSxx-K3BxxSS	1; 3; 5	5; 12; 18	-		300 000	16.13×315.1×39.5
	LS03-13BxxR3	3	3.3; 5; 9; 12; 15; 24			1 000 000	26.4×312.58×312
Ізолюваний	LS05-13BxxR3	5	3.3; 5; 9; 12; 15; 24	3000	-40...+85	1 000 000	26.4×314.73×311
	LS10-13BxxR3	10				1 000 000	32×317.2×315.05
	LS10-13BxxR3P	10				1 000 000	
	LS08-13BxxSS	8				300 000	44.5×324×315
	LS10-13BxxSS	10				300 000	
	LS15-13BxxSS(-F)	15				1 000 000	
	LS03-15BxxSR2S(-F)	1				300 000	
	LS05-15BxxSR2S	5				1 000 000	
	LS03-15BxxSR2S(-F)	3				1 000 000	
	LS01-15BxxSS(-F)	1				200 000	
			5; 9; 12; 15; 24				

Примітка. Точні значення представлені в специфікації на конкретний виріб.

ди практичного застосування наведені в [2], [3] і [9].

У компанії MORNSUN вважають, що її клієнти заслуговують на високу надійність усіх блоків живлення, які вони купують. Тому компанія докладє всіх зусиль для покращення інноваційних і технологічних можливостей та постійно вдосконалює свої продукти, розширюючи номенклатуру, що на сьогодні складається з понад 5 000 високоякісних продуктів.

Компанія MORNSUN має у своєму розпорядженні повний цикл виробництва і постачає на ринок модульних блоків живлення широкий спектр якісних рішень, збалансованих за ціною та якістю: AC/DC- і DC/DC-перетворювачі, IGBT-драйвери, мініатюрні трансформатори, EMC/EMV-фільтри та інше. Продукція компанії має заслужений попит і застосовується багатьма відомими компаніями-виробниками, такими як Siemens, Honeywell, General Electric, ABB та іншими. Компанія MORNSUN націлена на подальший розвиток своєї продукції та її просування як на світових ринках, так і на ринку України.

**Додаткову інформацію щодо продукції компанії MORNSUN можна отримати у її офіційного постачальника в Україні — компанії «Eurocom Components»:**

**тел./факс: (044) 33-44-575,  
e-mail: info@eurocom-c.com,  
www.eurocom-c.com**

*Література:*

1. [www.mornsun-power.com](http://www.mornsun-power.com)
2. [www.mornsun-power.com/html/support-detail/609.html](http://www.mornsun-power.com/html/support-detail/609.html)
3. Рентюк В. Імпульсні блоки живлення універсального застосування серій LM/LMF та LI/LIF компанії MORNSUN // CHIP NEWS. 2022. № 1 та № 2.
4. LO (3-120W). [www.mornsun-power.com/html/products/30/lo-3-120w.html](http://www.mornsun-power.com/html/products/30/lo-3-120w.html)
5. LH (5-60W). [www.mornsun-power.com/html/products/33/lh-5-60w.html](http://www.mornsun-power.com/html/products/33/lh-5-60w.html)
6. LD (1-60W). [www.mornsun-power.com/html/products/34/ld-1-60w.html](http://www.mornsun-power.com/html/products/34/ld-1-60w.html)
7. MORNSUN Application Guide for LS-R3 Series. V.0, 2021.10. [www.mornsun-power.com/public/uploads/enfiles/MORNSUN\\_AC\\_DC\\_LS\\_R3\\_peripheral\\_Design\\_Guide.pdf](http://www.mornsun-power.com/public/uploads/enfiles/MORNSUN_AC_DC_LS_R3_peripheral_Design_Guide.pdf)
8. LS-K (1-5W). [www.mornsun-power.com/html/products/29/ls-k-1-5w.html](http://www.mornsun-power.com/html/products/29/ls-k-1-5w.html)
9. [www.mornsun-power.com/html/support/5/application-notes/types/support/tags/2.html](http://www.mornsun-power.com/html/support/5/application-notes/types/support/tags/2.html)

CN

# MORNSUN®



AC/DC Converter · DC/DC Converter  
Transceiver Module · Isolation Amplifier  
IGBT Driver · LED Driver · EMC Auxiliary Device

MORNSUN®

MORE THAN RELIABILITY

Офіційні поставки в Україні від компанії  
«НВП ЄВРОКОМ КОМПОНЕНТС»

**EUROCOM  
COMPONENTS**

**www.eurocom-c.com  
sales@eic.com.ua  
+38 044 33 44 575**

# Високовольтні системи постійного струму: «зелена» енергетика та FMPS

**Брайан Лу (Brian Lu), MEAN WELL Enterprises Co., Ltd.**  
**Переклад та редагування: Юрій Скрипка, Компанія SEA,**  
керівник відділу модульних блоків живлення  
E-mail: info@sea.com.ua

За останні кілька років компанія **MEAN WELL Enterprises Co., Ltd.** (торгова марка **MEAN WELL**) випустила кілька лінійок продукції високої напруги постійного струму (далі по тексту **HVDC** – скорочення від англ. **High Voltage Direct Current**) для різних застосувань у галузях: зеленої енергетики, енергозаощадження, зберігання енергії та інтелектуальних галузей промисловості, таких як фотоелектрична генерація, вітроенергетика та інших суміжних галузей. У цій статті розповідається про два застосування **HVDC**: сонячний трекер і енергосистему класу 4 – енергосистему з керуванням при несправностях (**Fault Managed Power System, FMPS**).

## СОНЯЧНИЙ ТРЕКЕР

Сонячна електростанція генерує мегават потужності завдяки великій напрузі сонячних батарей (панелей) при 1000...1500 В постійного струму. Щоб підвищити ККД виробництва електроенергії, висока напруга 1000...1500 В постійного струму часто використовується як основне джерело живлення для повороту сонячних батарей для слідування за Сонцем. DC/DC-перетворювачі **MEAN WELL** серій **RSDH-150** та **RSDH-300** — це рішення для сонячного трекера, яке дозволяє знизити високу напругу 1000...1500 В до меншої напруги постійного струму для живлення двигуна,

що змінює кут розташування сонячних батарей, а також для заряджання акумулятора, щоб змінити положення сонячної батареї після заходу сонця. Перетворювачі **RSDH-150/300** конструктивно виконані в напівзакритих корпусах і можуть працювати при температурах зовнішньої середовища від  $-40^{\circ}\text{C}$ . Ці особливості дозволяють встановлювати зазначені рішення на відкритому повітрі.

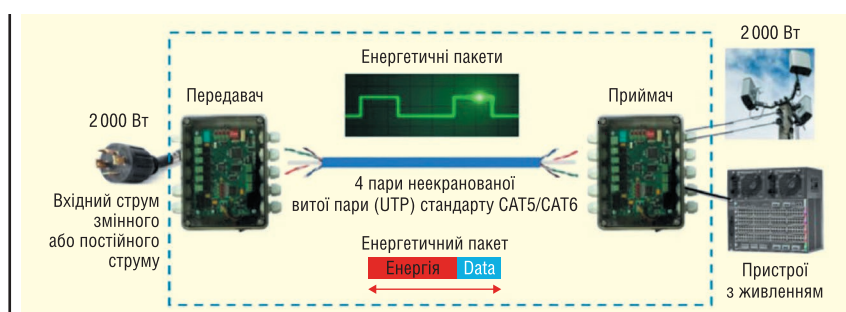
## ЕНЕРГОСИСТЕМА КЛАСУ 4

Енергосистема класу 4 — це енергосистема з керуванням при несправностях, що складається з передавача й

*Компанія MEAN WELL є одним із небагатьох у світі виробників стандартних блоків живлення. На сьогодні вона посідає 3-тє місце серед світових виробників блоків живлення. 99% продажів компанії припадає на стандартні блоки живлення, що продаються під торговою маркою MEAN WELL.*

приймача електроенергії, з'єднаних спеціальною кабельною системою. Ця система характеризується моніторингом мережі на наявність несправностей і контролем потужності, що передається, щоб гарантувати, що енергія і потужність, яка передається в разі будь-якої несправності, була обмежена. На рисунку 1 показано схематичний приклад системи **FMPS** разом з пристроями, що живляться від приймача.

Перевагою системи живлення класу 4 перед живленням від мережі змінного струму є нижча вартість встановлення, оскільки не потрібно прокласти тисячі метрів силового кабелю, дистанційний моніторинг/контроль і можливість розширення. Щоб зменшити втрати напруги та потужності на великих відстанях, система живлення класу 4 використовує постійну напругу 350...360 В постійного струму на вході передавача та виході приймача. Вхідні та вихідні джерела живлення постійного струму відіграють важливу роль для системи електроживлення класу 4. Наприклад, масштабоване модульне рішення **NCP-3200-380** від **MEAN WELL** з вихідною напругою 260~400 В постійного струму використовується для живлення передавачів класу 4. Широкий діапазон вхідної напруги 250...1500 В постійного струму у DC/DC-перетворювачів серій **DDRH-240** та **RSDH-300** дозволяють використовувати їх для зниження вихідну



**Рис. 1. Енергосистема 350...360 В постійного струму класу 4**



Таблиця 1. Рішення MEAN WELL Power Solutions

Серія	Номинальна потужність	Вхідна напруга	Номинальна вихідна напруга	Корпус	Особливості
HEP-2300-HV	2300 Вт	90~305 В AC	115/230/380 В DC	IP67, метал	-40...+70 °C, CANbus/PMBus (опція), вібрація 10G
UHP-1500-HV	1500 Вт	90~264 В AC	115/230/380 В DC	IP20, метал, 1U	-30...+70 °C, CANbus/PMBus (опція)
PHP-3500-HV	3500 Вт	90~264 В AC	115/230/380 В DC	IP20, метал	-30...+70 °C, можливість водяного охолодження, PMBus - стандарт, CANbus — опція
CSP-3000	3000 Вт	180~264 В AC	120/250/400 В DC	IP20, метал	-20...+65 °C, керування PV/PC, паралельна робота (до 9 кВт)
<i>NCP-3200-380</i>	3200 Вт	90~264 В AC	380 В DC	IP20, метал, 1U	-30...+70 °C, паралельна робота (до 40 модулів), CANbus/PMBus
RST-7K5/15K	7.5/15 кВт	3Ø 3пр. 196~305 В AC або 3Ø 4пр. 340~530 В AC	115/230/380 В DC	IP20, метал, 2U	-30...+70 °C, керування PV/PC, можливість водяного охолодження, паралельна робота (до 4-х модулів)
SHP-10K-HV	10 кВт	3Ø 3пр. 340~530 В AC	115/230/380 В DC	IP20, метал, 2U	-30...+70 °C, паралельна робота (до 40 кВт), можливість водяного охолодження, CANbus — стандарт, PMBus/RS-485 — опція
SHP-30K-HV	30 кВт	3Ø 3пр. 340~530 В AC	115/230/380 В DC	IP20, метал, 2U	-30...+70 °C, паралельна робота (до 285 кВт), можливість водяного охолодження, CANbus — стандарт, PMBus/RS-485 — опція
DDRH-15P/30P/45P/60	15/30/45/60 Вт	150~1500 В DC	12/15/24/48 В DC	пластик	-40...+85 °C, на DIN-рейку, плату або шасі
DDRH-120/240	120/240 Вт	250~1500 В DC	12/24/32/48 В DC	метал	-40...+85 °C, на DIN-рейку
RSDH-150/300	150/300 Вт	250~1500 В DC	12/24/32/48 В DC	метал, 1U	-40...+85C, на шасі

напругу приймача класу 4 для живлення низьковольтних навантажень на виході системи FMPS — наприклад PoE тощо.


Таким чином, джерела живлення постійного струму MEAN WELL пропонують надійні та доступні за ціною рішення як для сонячних трекерів, так і для енергосистем класу 4: серії RSDH/DDRH знижують високу напругу для живлення низьковольтних


пристроїв, а серія NCP перетворює змінний струм у постійний струм високої напруги для живлення передавачів.

У таблиці 1 наведено перелік всіх серій блоків живлення MEAN WELL з високої вихідною напругою постійного струму та серій DC/DC-перетворювачів з ультраширокими вхідними діапазонами напруги (аж до 1 500 В DC).

**За додатковою інформацією, а також з питань придбання продукції MEAN WELL звертайтеся до офіційного дистриб'ютора MEAN WELL Enterprises Co., Ltd на території України — Компанії SEA:**  
**тел.: (044) 330-00-88,**  
**e-mail: info@sea.com.ua**  
**www.sea.com.ua**

CN






Нові тонкі лінійні драйвери  
потужністю 150 Вт

SLD-150

- Діапазон вхідної напруги 120-305 В AC
- Вбудований активний коректор коефіцієнту потужності
- Режим «постійна напруга + постійний струм» (моделі 12/24 В)
- Режим «постійної потужності» в діапазоні 24-56 В (модель 56 В)
- Регулювання вихідного струму вбудованим потенціометром (модель 56 В)
- ККД до 93%
- Відповідність стандартам безпеки EN61347 та EN60335-1
- Гарантія 5 років

Компанія SEA — офіційний дистриб'ютор MEAN WELL на території України



SEA

ІННОВАЦІЇ ТА  
ЕФЕКТИВНІСТЬ



НАЙЛІПШОГО  
БІЛЬШЕ  
30  
РОКІВ  
ПАРТНЕРСТВА

Україна, 02094, м. Київ, вул. Краківська, 13-Б  
тел./факс: +38 044 330-00-88  
info@sea.com.ua, www.sea.com.ua

# Дискретні операційні підсилювачі компанії Sparkos Labs для підсилення аудіосигналів

## Операційні підсилювачі на інтегральних мікросхемах мертві. Це ми їх вбили

Ендрю Спаркс (Andrew Sparks, aka Sparko)

Переклад та редагування: Олексій Панфьоров, інженер, «Філурус Електрик, лтд»

E-mail: panfiorov@filur.net

**Назад у майбутнє! Що краще, лампа чи транзистор, інтегральний операційний підсилювач чи дискретний? На ці питання кожен користувач відповідає для себе сам. У статті розповідається про сучасний дискретний операційний підсилювач, який на сьогодні вважається найкращим не тільки серед монолітних, а й серед собі подібних. А почалося все десять років тому з виходу на ринок дискретного операційного підсилювача моделі «990» від Діна Дженсена (Deane Jensen) з компанії Дженсон Трансформерс (Jensen Transformers). З того часу з'явилося багато варіантів дискретних операційних підсилювачів. Багато фірм або випустили свої моделі, або вдосконалили модель «990», або «згадали» моделі з 70-х.**

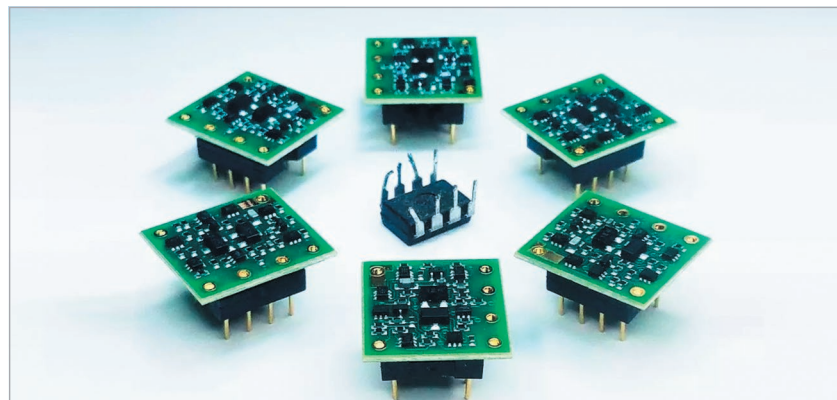
Операційні підсилювачі є ключовим компонентом для обробки та підсилення аудіосигналів. Їх можна знай-

ти практично у всіх аудіопристроях як у стандартних вивідних корпусах DIP (DIP-8), так і у вигляді крихітних інте-

гральних схем (IC) для поверхневого монтажу SO (SSOP). Вони також мають усі недоліки, притаманні інтегральним підсилювачам, наприклад, обмежену потужність розсіювання і погані компенсаційні конденсатори. Дискретні операційні підсилювачі не мають цих обмежень і є набагато кращими підсилювачами звукових сигналів, ніж їхні аналоги на інтегральних мікросхемах (рис. 1). Вони можуть працювати з набагато більшою потужністю, працюють із глибшим зміщенням у класі А, та забезпечують набагато реалістичніший і чіткіший звук. Дискретні операційні підсилювачі також дозволяють використовувати високоякісні компенсаційні конденсатори та двополюсні схеми компенсації, які неможливо реалізувати в інтегральних мікросхемах. Все це призводить до більш чіткого та якісного відтворення звуку з кращою деталізацією та локалізацією, ніж це можуть забезпечити операційні підсилювачі на ІС. Коротко кажучи, дискретні підсилювачі — це найкращі підсилювачі для аудіо.

Встановлення дискретного операційного підсилювача в більшість пристроїв є простим, не вимагає паяння і працює за принципом «plug and play». Просто вийміть мікросхеми операційних підсилювачів із гнізд, встановіть на їхнє місце дискретні та насолоджуйтесь.

Із відео ви можете дізнатися про модернізацію операційного підсилювача. В ньому пан Ендрю Спаркс пояснює всі



**Рис. 1.** Дискретні операційні підсилювачі та інтегральний операційний підсилювач

тонкощі дискретних операційних підсилювачів, що це таке, як їх встановити, і чому вони кращі за інтегральні операційні підсилювачі, які зараз використовуються в аудіо обладнанні.

**ОГЛЯД ДИСКРЕТНИХ ОПЕРАЦІЙНИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ SPARKOS LABS**

Всі дискретні операційні підсилювачі Sparkos Labs засновані на топології Lin 3 Stage, що складається з диференціальної пари вхідного каскаду, каскаду посилення (*Voltage Amplifier Stage, VAS*) і вихідного каскаду, який працює в режимі класу А з двополюсною компенсацією. Всі транзистори — це біполярні транзистори (*Bipolar Junction Transistors, BJT*), що забезпечують найбільшу лінійність і швидкодію, яку може запропонувати будь-який кремнієвий пристрій. Пристрої повністю захищені від перевантажень за струмом за допомогою активних схем обмеження струму у вихідному каскаді та каскаді підсилення, а також від великих диференціальних вхідних напруг за допомогою діодів Шоттки, встановлених на вході.

Дискретні операційні підсилювачі *SS3601* та *SS3602* (рис. 2) перевершують майже всі монолітні операційні підсилювачі аудіо класу за коефіцієнтом підсилення при розімкнутому колі зворотного зв'язку, рівнем шуму, вихідним струмом і величиною струму зсуву класу А. Для них доступний повний технічний паспорт.

*Технічні характеристики.*

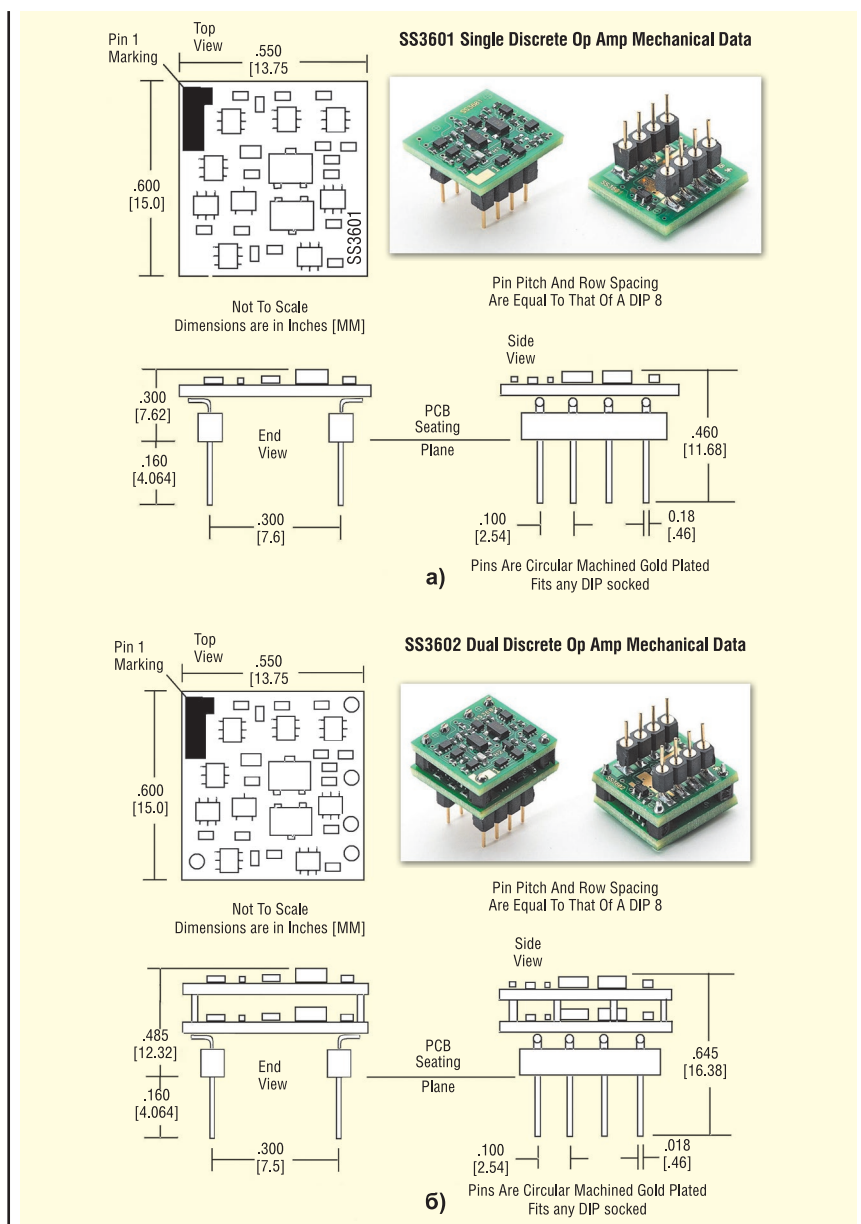
- коефіцієнт підсилення при розімкнутому колі зворотного зв'язку 140 дБ;
- 415 нВ RMS (2.9 нВ/Гц), шум до 20 кГц;
- ±18 В постійної напруги макс.;
- вихідний струм 15 мА класу А;
- максимальний вихідний струм 65 мА;
- струм живлення 14 мА;
- < 300 мкВ типова напруга зміщення нуля.

*Особливості:*

- кращий операційний підсилювач для посилення аудіосигналів;
- випускається в одинарному або подвійному варіанті;
- пакет, сумісний з DIP8;
- круглі механічно оброблені позолочені штифти;
- найменший дискретний операційний підсилювач на ринку;
- 100%-а робота у класі А;
- двополюсна компенсація;
- NPO конденсатори;
- 1%-і металоплівкові резистори.

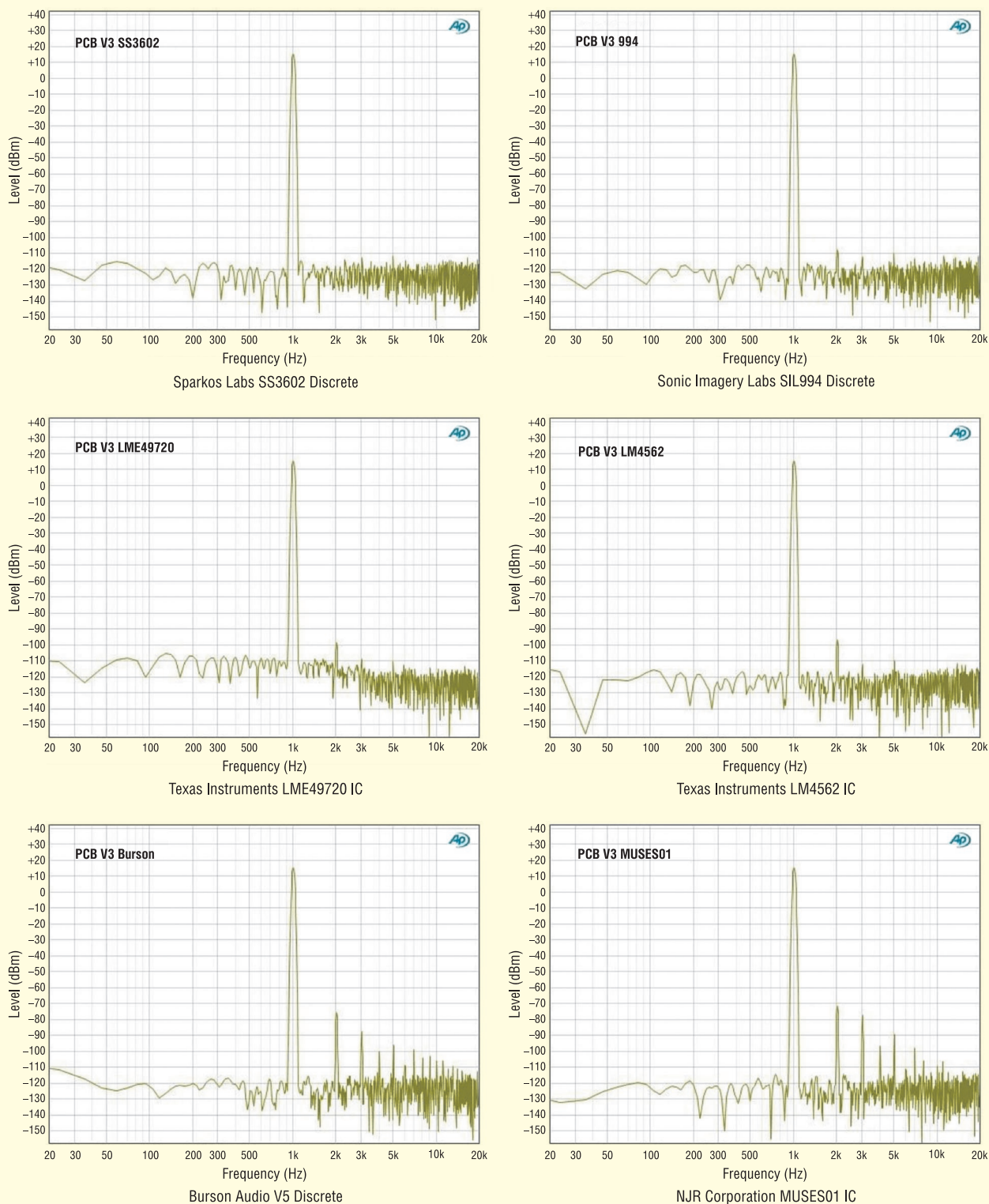


**Відео: Модернізація операційного підсилювача**



**Рис. 2. Дискретні операційні підсилювачі Sparkos Labs: SS3601 Single (а); SS3602 Dual (б)**





**Рис. 3.** Графіки, що ілюструють спотворення, які вносять різні операційні підсилювачі до відтворення звуку

### ВХІДНИЙ КАСКАД

Пара транзисторів утворюють вхідний диференціальний каскад. Ці транзистори працюють у режимі емітерного повторювача, забезпечуючи високий вхідний опір схеми. Колом зміщення

першого каскаду є струмове дзеркало, або дзеркало Вільсона, що утворене чотирма транзисторами. Це узгоджує струм між транзисторами вхідної пари. Диференціальна схема забезпечує високий вхідний опір і великий коефіцієнт ослаблення синфазного сигналу.

### КАСКАД ПІДСИЛЕННЯ (VAS)

Другий каскад забезпечує основну частину коефіцієнта посилення. Він реалізований на транзисторах Дарлінгтона. Напруга зсуву каскаду отримується з прецизійних резисторів (шунтів),

які мають набагато нижчий динамічний опір і нижчий рівень шуму, ніж низьковольтні стабілітрони, які зазвичай використовуються в інтегральних схемах.

## ВИХІДНИЙ КАСКАД

Вихідний каскад — це двотактний емітерний повторювач, який працює в режимі класу А з постійним струмом 8 мА. Завдяки цьому вихідний каскад може віддавати до 16 мА струму, залишаючись при цьому в режимі класу А. Вихідний каскад автоматично повертається в режим класу АВ, якщо навантаження вимагає більшого вихідного струму, проте найкращі показники THD будуть досягнуті, якщо вихідний каскад залишиться в режимі класу А. Для захисту вихідного каскаду від перевантаження за струмом використовується активне обмеження струму. Вихідні транзистори — це окремі прилади з високим коефіцієнтом підсилення ( $\beta$ ) в корпусі SOT23, виготовлені компанією Diodes, Inc., яка розробила спеціальний процес виробництва та інкапсуляції, що дозволяє їхнім приладам розсіювати у дво-три рази більше потужності, ніж типовий прилад в корпусі SOT23. Використання цих вихідних пристроїв дозволяє дискретним операційним підсилювачам Sparkos Labs мати високий струм зсуву класу А і здатність генерувати набагато більший вихідний струм, ніж аналогічні монолітні операційні підсилювачі в корпусі DIP8.

## КОМПЕНСАЦІЯ

Всі дискретні операційні підсилювачі Sparkos Labs використовують унікальну 2-полюсну схему компенсації, яка надзвичайно стійка до емнісного навантаження. Це дозволяє вбудовувати ці дискретні операційні підсилювачі практично в будь-яку схему і працювати без будь-яких проблем зі стабільністю.

Двополюсна компенсація, попри її перевагу над однополюсними схемами, не часто використовується в монолітних операційних підсилювачах через складність виготовлення як мінімум 2-х конденсаторів, необхідних для її реалізації. Конденсатори всередині монолітів займають велику площу матриці, і тому їхня емність і кількість зводяться до мінімуму. Емність, необхідна принаймні для одного з двох конденсаторів у 2-полюсній схемі, як правило, неможливо велика для монолітних конструкцій. Навіть якщо площа матриці була б доступна для

двох конденсаторів. Оскільки дискретні операційні підсилювачі Sparkos Labs використовують 3 конденсатори для компенсації, їх неможливо виготовити як монолітні, а тільки як дискретні операційні підсилювачі. Саме з цих причин дискретні операційні підсилювачі є найкращими для підсилення аудіосигналів.

## ВИМІРЮВАННЯ СПОТВОРЕНЬ

Компанія Sparkos Labs розробила дискретні операційні підсилювачі так, щоб вони були максимально чистими у звуковому відношенні. Це означає, що операційний підсилювач підсилює вхідний сигнал і видає на виході його точну, збільшену копію, не забарвлюючи звук і не створюючи жодних продуктів спотворення (*Total Harmonic Distortion, THD*).

Іншими словами, все було зроблено так, щоб ці пристрої поводитися як прислів'я «шматок дроту з коефіцієнтом підсилення» («piece of wire with gain»).

Графіки, наведені на рисунку 3, самостійно згенеровані іспанською компанією ATM Audio. Інтерпретація цих графіків полягає в тому, що великий пік посередині є вхідним сигналом. Будь-які інші піки праворуч від нього — це те, що операційний підсилювач «додав до звуку» (забарвлення або продукти спотворення). Менші піки праворуч показують те, що вийшло з операційного підсилювача, але не увійшло до нього.

Наміром компанії Sparkos Labs було створення операційного підсилювача, який би не робив нічого подібного. І вона підійшла до цього дуже близько. Слід зазначити, що не всі виробники дотримуються такої філософії дизайну, і що деякі з них цілеспрямовано додають забарвлення і спотворення у свої пристрої, щоб змінити їх звучання. І це теж круто. Компанія Sparkos Labs не задрить чийсь філософії дизайну. Вона просто намагається проілюструвати свою за допомогою об'єктивних вимірів.

**Більш детальну інформацію щодо продукції компанії Sparkos Labs можна отримати, звернувшись до її офіційного дистриб'ютора на території України — компанії «Фігур Електрик, ЛТД»:**

**02100, м. Київ,  
вул. Гетьмана П. Полуботка,  
22/14, 1-й пов.,  
тел.: +38 (044) 495-75-75,  
+38 (068) 496-75-75,  
e-mail: office@filur.net,  
www.filur.net**

CN

## РОЗШИРЕННЯ ВНУТРІШНЬОГО ВИРОБНИЦТВА НАПІВПРОВІДНИКІВ З НІТРИДУ ГАЛІЮ (GAN)

Компанія **Texas Instruments (TI)** оголосила про початок виробництва силових напівпровідників на основі нітриду галію (GaN) на своєму заводі в Айзу, Японія. Разом з наявним виробництвом GaN в Далласі, штат Техас, TI тепер вироблятиме в чотири рази більше силових напівпровідників на основі GaN, оскільки завод в Айзу нарощує обсяги виробництва.

Альтернатива кремнію, GaN — це напівпровідниковий матеріал, який пропонує переваги в енергоефективності, швидкості перемикання, розмірі та вазі силових рішень, загальній вартості системи та продуктивності в умовах високих температур і високої напруги. Мікросхеми GaN забезпечують більшу густину потужності або потужність на меншій площі, що дозволяє використовувати їх у таких пристроях, як адаптери живлення для ноутбуків і мобільних телефонів або менші, більш енергоефективні двигуни для систем опалення та кондиціонування повітря, а також побутової техніки.

Сьогодні TI пропонує найширший асортимент інтегрованих силових напівпровідників на основі GaN, від низьковольтних до високовольтних, що дозволяє створювати найбільш енергоефективну, надійну та енергоємну електроніку.

Крім того, завдяки запатентованому процесу GaN на основі кремнію, більш ніж 80 мільйонам годин тестування на надійність та інтегрованим функціям захисту, мікросхеми TI GaN створені для підтримки безпеки високовольтних систем.

Завдяки використанню найсучаснішого обладнання, доступного на сьогодні для виробництва GaN-чипів, нові потужності TI дозволяють підвищити якість продукції та ефективність виробничого процесу, а також знизити витрати.

Більш досконалі та ефективні інструменти, що використовуються в розширеному виробництві GaN, дозволяють виробляти менші мікросхеми, які мають ще більшу потужність. Ця інноваційна технологія дозволяє виробляти продукцію з меншими витратами води, енергії та сировини, а кінцеві продукти, в яких використовуються GaN-чипи, мають значні екологічні переваги.

www.ti.com

# Огляд новинок компанії u-blox

**В статті йде мова про нові продукти компанії u-blox, що були випущені восени 2024 року.**

## ПЕРШИЙ СУПУТНИКОВИЙ СТІЛЬНИКОВИЙ МОДУЛЬ ІОТ-NTN З ВБУДОВАНОЮ GNSS

Компанія u-blox випустила свій перший комбінований модуль Інтернету речей SARA-S528NM10 (рис. 1), сумісний з наземною мережею (*Terrestrial Network, TN*) і бездротовою мережею (*Non-terrestrial Network, NTN*), що відповідає вимогам стандарту 3GPP. Цей стандартизований модуль змінює правила гри на ринку супутникового Інтернету речей, оскільки він підтримує глобальне покриття з точним, малопотужним і одночасним позиціонуванням — важливий елемент для випадків використання, що вимагають безперервного або циклічного відстеження і моніторингу об'єктів. Інші сфери застосування Інтернету речей охоплюють телематику післяпродажного обслуговування, промисловий моніторинг і контроль, інтелектуальний облік і контроль за комунальними послугами, а також керування автопарком.

Оскільки стільникові мережі покривають лише десять відсотків земної кулі, попит на гарантоване глобальне покриття зростає, особливо для таких застосувань Інтернету речей, як відстеження об'єктів у віддаленому або морському середовищі. Супутниковий IoT заповнює цю прогалину; його впровадження частково обмежується високою вартістю супутникових терміналів, високим енергоспоживанням і високою вартістю супутникового ефірного часу. Попри це, ABI Research, провідна компанія, що займається технологічною аналіти-

кою, прогнозує, що до 2030 року ринок супутникового Інтернету речей перевищить 4 мільярди доларів США.

Сучасні рішення для супутникового зв'язку вимагають використання пропріетарного апаратного та програмного забезпечення, яке прив'язує термінал до певного супутникового оператора — користувачеві потрібно буде замінити свій супутниковий термінал, щоб перейти до іншого супутникового оператора. З іншого боку, рішення u-blox базується на глобальних стандартах 3GPP і може бути сертифіковане як сумісне з декількома супутниковими провайдерами, що підтримують цей стандарт, що максимально розширює вибір клієнтів.

«Новий супутниковий стільниковий модуль u-blox IoT-NTN призначений для підтримки зв'язку в районах без стільникового покриття, — пояснив Штефан Зізала (Stephan Zizala), генеральний директор u-blox. — Інтегроване рішення u-blox GNSS споживає менше ніж 15 мВт енергії в режимі безперервного відстеження та має високу радіочастотну чутливість, що скорочує час, необхідний для встановлення місцезнаходження. Воно забезпечує одночасну передачу даних про місцезнаходження без переривання стільникового або супутникового зв'язку, що додатково допомагає мінімізувати енергоспоживання завдяки скороченню часу активної роботи пристрою».

Модуль працює на базі стільникового/супутникового чипсета u-blox UBX-R52 та платформи GNSS M10 і відповідає специфікації 3GPP Rel 17 NB-NTN. Цей стандартизований підхід гарантує розширений зв'язок через LTE-M і NB-IoT в наземних стільникових мережах і NB-IoT в супутникових угрупованнях (сузір'ях) на геостационарній орбіті (*Geostationary Orbit, GEO*), що відповідають стандарту 3GPP Rel 17, в тому числі готовність до роботи з супутниками на низькій орбіті (*Low-Earth Orbit, LEO*). Стільниковий/супутниковий чипсет UBX-R52 наразі проходить сертифікацію у Skylo, глобального постачальника послуг NTN, для

своєї супутникової мережі. Сертифікація забезпечує безперебійну підтримку як стільникового, так і супутникового зв'язку Skylo, створюючи розширені та надійні можливості для ефективного використання ресурсів.

Модуль SARA-S528NM10 підтримує всі три нові діапазони NTN — n23 (США), n255 (глобальний L-діапазон) і n256 (європейський S-діапазон), що розширює його технологічні можливості та забезпечує майбутнє. Він сумісний з іншими модулями u-blox, призначеними лише для стільникового зв'язку, у форм-факторі SARA, що дозволяє інженерам легко масштабувати свої продукти Інтернету речей, використовуючи застарілу технологію без дорядкового редизайну.

## РЕВОЛЮЦІЙНА ВСЕСМУГОВА ВИСОКОТОЧНА GNSS-ПЛАТФОРМА

Компанія u-blox оголосила про випуск нової всісмугової високоточної GNSS-платформи X20, яка підіймає планку точності, продуктивності та безпеки (рис. 2). Спираючись на успіх популярної високоточної GNSS-платформи F9, це нове покоління відповідає поточним потребам у високоточних GNSS у всьому світі, а її перспективна конструкція дозволяє працювати з новими технологіями та стандартами, що розвиваються. Нова платформа призначена для промислової автоматизації, автомобілебудування та інших застосувань, які вимагають сантиметрової точності позиціонування в складних умовах, а також для синхронізації часу для систем критичної інфраструктури.

X20 — це всісмугова (L1/L2/L5/L6) платформа з вбудованим приймачем L-діапазону. Оскільки вона містить усі доступні супутникові сигнали GNSS, вона забезпечує найвищу точність позиціонування навіть у складних умовах приймання сигналу. Вона підтримує базові частоти L1 і L2, а також доданий згодом діапазон L5. Діапазон L5 працює на нижчих частотах, ніж діапазони L1 і L2, і має покращені властивості сигналу, що робить сигнали L5 більш стійкими. u-blox X20 також додає підтримку діапазону L6. Цей діапазон використовується



**Рис. 1. Комбінований модуль Інтернету речей SARA-S528NM10**





Рис. 1. Передаточна функція

не тільки для навігаційних сервісів, але й для корекції, яка допомагає зробити оцінки позиціонування більш точними.

Нова платформа u-blox X20 забезпечує максимальну гнучкість завдяки вбудованій підтримці всіх типів послуг корекції. Вона не тільки підтримує локальні базові станції та типи корекції, такі як RTK (*Real Time Kinematic* — *кінематична в реальному часі*), Network RTK та PPP-RTK, але й надає можливість використовувати корекцію PPP (*Precise Point Positioning* — *точне позиціонування точки*). Універсальність і масштабованість платформи дозволяють користу-

вачам вибрати оптимальне рішення для своїх завдань, балансує між вартістю і точністю. Потенційні застосування різноманітні: від портових логістичних операцій до керування машинами в будівництві, а також нових промислових застосувань, наприклад, БПЛА і наземної робототехніки, наприклад, газонокосарок.

«X20 поєднує в собі унікальні можливості мікросхем, програмного забезпечення, модулів і послуг корекції GNSS від u-blox, створюючи нову пропозицію, яка перевершує альтернативні рішення за точністю, продуктивністю і

безпекою», — сказав генеральний директор u-blox Штефан Зізала (Stephan Zizala). — Наша платформа X20 зробить технологію GNSS сантиметрового рівня доступною для масових ринків по всьому світу. Разом з майбутнім варіантом PPP PointPerfect наші клієнти зможуть скористатися перевагами однорідних даних корекції на всіх континентах».

Платформа u-blox X20 має можливість оновлення програмного забезпечення. Це служить для захисту системи в майбутньому, оскільки користувачі зможуть адаптувати свою систему в разі будь-яких змін у відповідних технологіях і стандартах.

X20 була розроблена для забезпечення максимальної цілісності та безпеки. Платформа має комплексні функції безпеки, зокрема автентифікацію системи через безпечне завантаження та безпечне оновлення прошивки, автентифікацію повідомлень і шифрування за допомогою вбудованого захищеного «Root of Trust» (RoT). Платформа також підтримує автентифікацію Galileo OSNMA в поєднанні з розширеними можливостями виявлення та усунення завод і спуфінгу (підміни).

**Додаткову інформацію щодо продукції компанії u-blox, що була представлена в цій статті, можна отримати у її офіційного дистриб'ютора в Україні — компанії Мікродіс Електронікс ГмБХ: тел.: (067) 475-81-86, Roman.Prokopets@microdis.net, www.microdis.net** **CN**

**MICRODIS**  
www.microdis.net

Мікродіс Електронікс ГмБХ — офіційний дистриб'ютор u-blox та Fischer Connectors в Україні

**Роман Прокопець**  
Менеджер з продажу

Microdis Electronics GmbH  
Rheinauer Straße 1  
68766 Hockenheim  
Germany

M +380 67 475 81 86  
Roman.Prokopets@microdis.net

**u-blox**  
**fischer**  
CONNECTORS

# Розрахунок коефіцієнта калібрування антени та відхилення

Переклад: Вадим Потапенко

Редагування: Віктор Бутирін, директор, Юнітест

E-mail: Victor\_Butyrin@unitest.com

**Метою цієї статті є встановлення взаємозв'язку між коефіцієнтом калібрування антени та коефіцієнтом підсилення антени.**

## ВСТУП

Останніми роками використання терміна «коефіцієнт калібрування антени» (*Antenna Factor*) у роботах з електромагнітної сумісності (ЕМС) і проблем забруднення спектра набуло великого значення. Виникла гостра потреба в максимально точному і зручному вимірюванні напруженості електромагнітного поля та/або густини потужності.

Традиційно у вимірюваннях радіочастотних завад та електромагнітних завад (RFI/EMI, Radio Frequency Interference/Electromagnetic interference) широко використовуються коефіцієнти калібрування антени. За визначенням, коефіцієнти калібрування антени це перетворення напруг на виході двополісного приймача в напруженість поля. Цей термін дуже зручний, особливо при вираженні в децибелах (дБ), коли приймач вимірює в дБ відносно одного мілівольта. Історично склалися так, що коефіцієнти калібрування антени надавалися виробниками обладнання або, в деяких випадках, вказувалися у військових специфікаціях. Однак часто ці коефіцієнти застосовувалися неправильно, оскільки користувачі не завжди розуміли математичне значення коефіцієнтів калібрування антени. Метою цієї статті є встановлення взаємозв'язку між коефіцієнтом калібрування антени та коефіцієнтом підсилення антени.

Коефіцієнт підсилення антени — це розповсюджений термін, який використовують інженери, що проєктують антени, а також розробники електро-

них систем зв'язку. Коефіцієнт підсилення — це відношення густини потужності, яку створює антена на певній відстані в певному напрямку, до середньої густини потужності на цій же відстані.

З нещодавнім розвитком приймальних систем з комп'ютерним керуванням і функціями аналізу виникла нова необхідність у дослідженні коефіцієнта калібрування антени. Очікувані дані від таких систем, як правило, виражаються у вигляді напруженості поля у вольтах на метр залежно від частоти. З погляду застосування коефіцієнтів калібрування антени може здатися зручним зберігати їх у вигляді «довідкової таблиці» в пам'яті комп'ютера. Однак, як ми побачимо далі, це може виявитися не найекономішним або не найефективнішим способом використання пам'яті.

## РОЗРАХУНОК КОЕФІЦІЄНТА КАЛІБРУВАННЯ АНТЕНИ

Коефіцієнт калібрування антени  $A_r$  використовується під час випробувань на ЕМС/ЕМЗ (ЕМС/ЕМІ) для перетворення прийнятої напруги  $V_r$  у напруженість випромінюваного поля  $E_o$ . Залежно від типу випробування антена може мати:

- втрати, спричинені невідповідністю імпедансів між вихідним роз'ємом антени та лінією передачі;
- втрати через загасання в лінії передачі;
- втрати через коефіцієнт стійкої хвилі за напруженістю (КСХН) (*Voltage Standing Wave Ratio, VSWR*) на антени та/або приймачі;

- підсилення завдяки передпідсилювачу, що встановлений на антени;
- втрати, спричинені невідповідністю імпедансів на вході приймача.

Хоча всі ці фактори є реальними втратами сигналу, що приймається, їх можна розглядати окремо і незалежно один від одного. Їх можна розрахувати, виміряти або отримати з опублікованих даних. Якщо якийсь із цих факторів включено до коефіцієнта калібрування антени, це має бути зазначено, щоб уникнути непорозумінь.

Припустимо, що антена спроектована таким чином, що вищезазначеними факторами можна знехтувати, тобто антена, кабелі і приймач добре узгоджені, кабелі короткі з малими втратами, передпідсилювача немає, КСХН низький.

Згідно з довідником радіоінженера, номінальна густина потужності дорівнює:

$$P_o = \frac{P_r}{A_r}, \quad (1)$$

де  $P_o$  — густина потужності;  $P_r$  — потужність на приймачі;  $A_r$  — ефективна площа антени.

Проте,

$$A_r = \frac{G\pi^2}{4\pi}, \quad (2)$$

де  $G$  — коефіцієнт підсилення антени (безрозмірне значення);  $\pi$  — довжина хвилі.

Комбінуюємо рівняння 1 і 2:

$$P_o = \frac{P_r}{G\lambda^2/4\pi}. \quad (3)$$

Знову ж таки, з довідника радіоінженера:

$$P_o = \frac{E_o^2}{Z_o}, \quad (4)$$

де  $E_o$  — напруженість поля;  $Z_o$  — імпеданс середовища, що випромінює (120  $\pi$  для вільного простору).

Потужність на приймачі дорівнює:

$$P_r = \frac{V_r^2}{Z_r}, \quad (5)$$

де  $V_r$  — напруга на приймачі;  $Z_r$  — вхідний імпеданс приймача.

Підставивши вирази для  $P_o$  і  $P_r$  з рівнянь 4 і 5 у рівняння 3, отримуємо:

$$\frac{E_o^2}{Z_o} = \frac{V_r^2/Z_r}{G\lambda^2/4\pi}. \quad (6)$$

Перегрупуємо члени:

$$\frac{E_o^2}{V_r^2} = \frac{Z_o/Z_r}{G\lambda^2/4\pi}. \quad (7)$$

Перетворимо в децибелі:

$$10 \log \left( \frac{E_o^2}{V_r^2} \right) = 10 \log \left( \frac{Z_o/Z_r}{G\lambda^2/4\pi} \right), \quad (8)$$

$$20 \log E_o - 20 \log V_r = 10 \log \frac{Z_o}{Z_r} - Gdb - 20 \log \lambda + 10 \log 4\pi. \quad (9)$$

За визначенням, відношення (виражене в дБ) напруженості поля до прийнятої напруги — це коефіцієнт калібрування антени  $A_F$ . Таким чином,

$$A_F = 10 \log \frac{Z_o}{Z_r} - Gdb - 20 \log \lambda + 10 \log 4\pi. \quad (10)$$

Рівняння 10 являє собою загальну форму коефіцієнта калібрування антени як функцію імпедансу джерела і навантаження, а також коефіцієнта підсилення антени.

Багато практичних застосувань коефіцієнтів калібрування антени припускають умови «вільного простору». Це загалом вірно для спрямованих антен, що використовуються поза приміщеннями, які не спрямовані під малими кутами до поверхні.

Якщо необхідно враховувати вплив землі, імпеданс джерела  $Z_o$  має бути скоригований.

Для вільного простору (377 Ом) і 50-омної приймальної системи відношення імпедансів, виражене в дБ, має такий вигляд:

$$10 \log \frac{Z_o}{Z_r} = 10 \log \frac{377}{50} = 10 \log 7.54 = 8.8 \text{ dB}. \quad (11)$$

А  $4\pi$ , виражене в децибелах, має такий вигляд:

$$10 \log 2\pi = 10 \log 12.56 = 11 \text{ dB}. \quad (12)$$

Підставляючи в рівняння 10 вирази, отримані в рівняннях 11 і 12, отримуємо:

$$A_F = 8.8 - G_{dB} - 20 \log \lambda + 11 \text{ dB}, \quad 13$$

$$A_F = 19.8 - G_{dB} - 20 \log \lambda. \quad 14$$

Рівняння 14 — це більш зручна форма коефіцієнта калібрування антени, який є функцією коефіцієнта підсилення антени та довжини хвилі.

Багато інженерів з електромагнітної сумісності вважають за краще використовувати частоту, а не довжину хвилі, оскільки вимірювальна апаратура відкалібрована за частотою.

$$\begin{aligned} -20 \log \lambda &= -20 \log \frac{C}{f} \\ &= -20 \log C + 20 \log f \\ &= -20 \log 3 \times 10^8 + 20 \log f \\ &= -9.5 - 160 + 20 \log f \\ &= -169.5 + 20 \log f, \end{aligned} \quad (15)$$

де  $C$  — швидкість поширення,  $f$  — частота хвилі.

Підставляючи результати рівняння 15 у рівняння 14, отримуємо

$$A_F = 19.8 - G_{dB} - 169.5 + 20 \log f, \quad (16)$$

$$A_F = 20 \log f - G_{dB} - 149.7. \quad (17)$$

Рівняння 17 є скороченою формою коефіцієнта калібрування антени для ідеальної антени як функції коефіцієнта підсилення антени і частоти.

## ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ОБРОБКИ

Якщо ви хочете розрахувати і відобразити напруженість поля на основі даних, отриманих у режимі реального часу, важливо, щоб у комп'ютері було доступне значення коефіцієнта калібрування антени для розрахунків напруженості поля. Оскільки приймачі в системі керуються комп'ютером, частота завжди відома. Якщо ми розглянемо рівняння 17, то побачимо, що якби приймальна антена була спроектована з постійним коефіцієнтом підсилення в діапазоні частот, що нас цікавить, то єдиною змінною залишилася б частота. Таким чином, під час використання антени з постійним коефіцієнтом підсилення не потрібна довідкова таблиця, і комп'ютер виконує лише три додаткові операції додавання для обчислення напруженості поля. У результаті практично не використовується процесор комп'ютера, а обчислення стають простими.

**За допомогою в розрахунку коефіцієнта калібрування антени та відхилення та з інших питань звертайтеся до офіційного дистриб'ютора компанії А.Н. Systems в Україні — компанії Юнітест: 04053, м. Київ, вул. Олеса Гончара, 6, тел. +38 (044) 272-60-94, e-mail: web@unitest.com, www.unitest.com**

CN

### ВДОСКОНАЛЕНИЙ 14-РОЗРЯДНИЙ ПРЕЦИЗІЙНИЙ ОСЦИЛОГРАФ ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Компанія **Keysight Technologies, Inc.** представила осцилограф серії *InfiniiVision HD3* з 14-розрядним аналого-цифровим перетворювачем (АЦП), який забезпечує четверто більшу деталізацію сигналу та вдвічі менший рівень власних шумів у порівнянні з іншими осцилографами загального призначення. Нова розробка, створена з нуля з використанням спеціалізованої інтегральної схеми (ASIC) та архітектури глибокої пам'яті, дає змогу інженерам швидко виявляти й усувати проблеми з сигналами в різних варіантах застосування.

Конструкції пристроїв і компонентів стають дедалі складнішими, водночас використовуються сигнали з дедалі меншими рівнями. Щоб гарантувати якість продукції та підвищити її вихід, інженери повинні усувати неполадки, відстежуючи кілька сигналів одночасно, щоб виявити найменші помилки, що вказують на конструктивні недоліки та апаратні дефекти. Інженерам необхідний осцилограф, здатний вимірювати найдрібніші та найбільш рідкісні збої сигналу, які виділяються на тлі шуму, щоб усунути неполадки у виробі.

Новий осцилограф *Keysight* серії *HD3* вирішує це завдання, надаючи інженерам і розробникам цифрових систем найвищу роздільну здатність по вертикалі завдяки 14-розрядному АЦП і низькому рівню власних шумів 50 мкВ СКЗ, що дає змогу виявляти найдрібніші аномалії сигналу. Маючи смугу пропускання до 200 МГц, розширювану до 1 ГГц, осцилографи серії *HD3* прискорюють налагодження цифрових пристроїв і виведення їх на ринок завдяки таким перевагам, як неперевершена точність, глибока пам'ять, повна автоматизація тестування, негайне оновлення програмного забезпечення тощо.

[www.keysight.com](http://www.keysight.com)



# Про промислові ПК та корпуси

## Відмінності застосування промислових корпусів та промислових комп'ютерів

Наш практичний досвід свідчить про те, що у покупців ще інколи зберігається стереотип, що нібито корпус для встановлення в 19" шафу 4U виробництва Advantech чи іншого виробника аналогічного товару автоматично перетворює простий комп'ютер на промисловий. Забуваючи, що всередині материнська плата звичайного офісного комп'ютера, поряд встановлений 12-сантиметровий безшумний вентилятор та радіатор вагою в 0.5 кг.

Некомпетентні або недобросовісні продавці просувають такі корпуси наділяючи їх надзвичайними властивостями, такими як: функціонування в арктичний мороз, пустельну спеку, а також відмінна й безперебійна робота в забрудненому середовищі протягом 15–20 років без проблем та технічного обслуговування. Звісно, промислові комп'ютери й були створені для роботи саме в таких умовах. Проте наявність фільтра від пилу на передній панелі корпусу жодним чином не робить ваш комп'ютер промисловим.

Лише один фільтр не здатен захистити компоненти всередині корпусу від дрібнодисперсного цементного або графітового пилу за 100% вологості. Такий фільтр просто дозволить збільшити інтервали між профілактичним обслуговуванням обладнання. Тому це погана новина для тих, хто планує використовувати звичайний ПК у промисловому корпусі для роботи у непристосованих

для цього умовах. Бо вирішуючи проблему проникнення пилу всередину корпусу ви отримуєте багато інших, які зрештою можуть зробити ваш комп'ютер непридатним до використання.

Як правило у такому корпусі один чи два вентилятори, й ще один у блоці живлення. В цьому випадку, навіть якщо вони «правильні», на кулькопідшипниках, то й вони все одно не «люблять» пилу. Тож якщо ви не будете чистити ваш фільтр хоча б раз на пів року (а краще щомісяця), то невдовзі він перестане пропускати крізь себе повітря, яке так необхідне для охолодження компонентів комп'ютера.

Відмінність компонентів офісного комп'ютера у тому, що вони розраховані переважно на «тепличні» умови використання — робота з 9-ї до 18-ї години, субота/неділя вихідний і навколишнє середовище має комфортну температуру від +18 до +24 °C.

І це можна вирішити наступним чином — достатньо замінити офісні компоненти всередині комп'ютера на промислові: спеціальну материнську плату, радіатор з високоефективною турбіною для процесора, встановити додаткову пам'ять та твердотільний накопичувач з промисловим температурним діапазоном від -40 до +80 °C.

Це рішення спрацює, що особливо важливо для критично важливих задач на промислових об'єктах, де будь-яка відмова обладнання може призвести до

техногенної катастрофи. Проте вартість такого рішення зростає у 3–5 разів.

Насправді ж, якщо відкинути випадки, коли 19" корпус дійсно необхідний згідно з технічними умовами об'єкта (є необхідність встановлення плат розширення, планова модернізація через визначений час, збереження конструктивної сумісності), замовляти саме такий корпус немає потреби, і частіше за все, незапланована потенційна модернізація так і залишається нереалізованою.

Комп'ютери, зібрані за принципом: «промисловий корпус + офісні компоненти» — це потенційно ризикове рішення. Адже переплативши за корпус економлять на інших компонентах й одного разу, в найбільш критичний момент, така система вийде з ладу, залишивши оператора бурової установки, диспетчера чи технолога без даних, від яких залежить якість товару чи життєво важливий процес на виробництві.

Компанія ПРОКСИС™ пропонує рішення, просте, як і все геніальне, — обирайте готові вбудовані промислові комп'ютери (рис. 1)!

Варіативність пропозиції просто вражає — безшумні ПК з пасивним (безвентиляторним) охолодженням, з широким набором інтерфейсів: послідовних портів, відео, аудіо, USB тощо; з робочим діапазоном температур від -40 до +70 °C; з меншим споживанням енергії, вартістю чи експлуатаційними витратами.

Наш досвід показує, що вибір вбудованих промислових комп'ютерів дозволяє створити надійні промислові системи з різноманітними характеристиками, знизити виробничі ризики та витрати, а також підвищити віддачу від впровадження. І все це без збільшення бюджету рішення. Просто й елегантно!

Але якщо вам все-таки потрібні саме 19" корпуси, то ми також маємо що вам запропонувати!

Матеріал надано ПРОКСИС™  
www.proxis.ua

CN



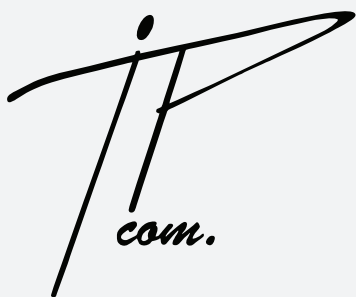
**ARK-1123C A4**

Вбудований комп'ютер на Atom E3825/  
Celeron J1900 без вентилятора із зовнішнім  
блоком живлення

**UNO-2272G**

Компактний промисловий комп'ютер на  
Intel® Atom™ N2800 без вентилятора з 2 ГБ  
ОЗУ і технологією iDoor

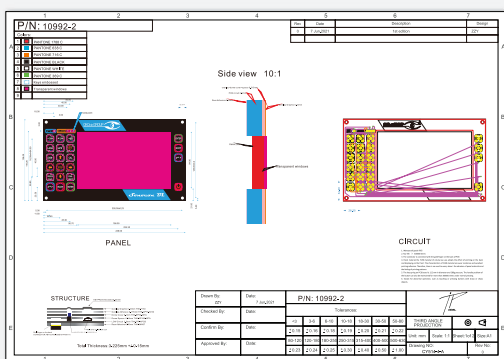
Рис. 1. Приклад вбудованих промислових комп'ютерів виробництва Advantech



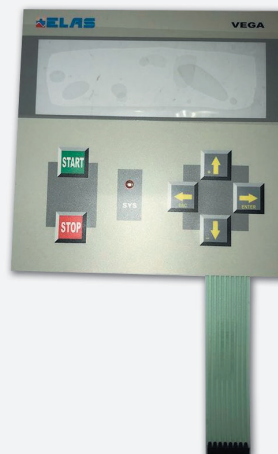
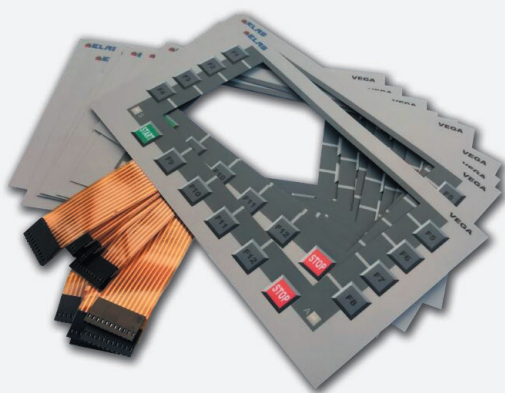
ТОВ «АЙПІ-КОМ. АЙСІ»  
(044) 592-54-05  
(098) 980-48-38  
ill82@ukr.net  
<http://ip-com.net.ua/>

## Виготовлення мембранних, плівкових клавіатур та приладових лицьових панелей

Компанія **ТОВ «АЙПІ-КОМ. АЙСІ»**, пропонує послуги з розробки та виготовлення мембранних (плівкових) клавіатур та приладових панелей будь-якої складності з урахуванням технічних характеристик, які пред'являються замовником.



Використовуємо лише якісну сировину для виготовлення гнучких плат та зовнішньої оболонки клавіатур. Плівкова клавіатура, у тому числі мембранна клавіатура, — це найкраще рішення для більшості приладів та пристроїв.



На вимогу замовника можливе провадження за такими критеріями: будь-яка кількість кольорів та відтінків (вибір за каталогом Pantone); пило- та вологозахист не нижче IP65 або за ТЗ замовника; вбудована індикація (світлодіоди тощо); вікна під індикацію (наскрізні, тоновані та прозорі) по ТЗ замовника; компактність (товщина не більше 1,3 мм) або за ТЗ замовника; швидкий монтаж (забезпечується клейовим шаром); стійкість до агресивних середовищ, таких як: розчинники, олії, мастила, спирто-бензинові суміші, мийні засоби, мильний розчин тощо; мембрани різної форми, розміру, зусилля спрацювання тощо.

Клавіатури можуть мати різний тактильний ефект, варіанти підсвічування клавіш та індикаторів, виконання електричної схеми, комутації, а також різне конструктивне виконання (двошарове (двостороннє) виконання струмопровідного шару або більше).

**Проекти приймаємо у форматі CorelDraw (\*.cdr), креслення в інших форматах — за згодою.**

# Збірка гнучких друкованих плат

## Осмислення розміщення компонентів

Тара Данн (Tara Dunn)

**Гнучкі плати ідеально підходять для тих випадків застосування, які вимагають, щоб друкована плата була тонкою, маленькою і легкою. Через тонку і легку природу матеріалів вони також представляють труднощі для виготовлення і збірки. Ця стаття дасть загальний погляд на деякі з цих труднощів і зробить акцент на виборі та розміщенні компонентів, а також на тому, як це може зробити гнучку плату придатною або непридатною для використання.**

Розробники друкованих плат повинні ретельно підходити до розміщення компонентів під час проектування гнучких плат, оскільки гнучкість підкладки вносить унікальні труднощі в процес виготовлення та збирання. Неправильне розміщення та орієнтація компонентів відносно областей вигину створює проблему надійності як у разі статичного, так і динамічного вигину.

Розглянемо ключові моменти та ризики, які слід мати на увазі.

### Тип і розмір компонента

Вибирайте компоненти, які підходять для гнучких плат, з огляду на їхній розмір, вагу і механічну міцність. Великі або важкі компоненти, як-от великі процесори або компоненти силової електроніки (індуктори, трансформатори тощо), вноситимуть додаткове напруження під час вигину (ми розглянемо це більш детально нижче).

### Розташування паяних з'єднань

Ділянки згину не повинні розташовуватися поруч із паяними з'єднаннями, щоб уникнути надлишкового напруження і тріщин під час вигину. Негнучкі паяні з'єднання можуть тріснути, коли плата гнеться, що призведе до електричних відмов.

### Маршрутизація гнучких доріжок

Прокладайте доріжки в ділянках вигину з м'якими кривими й уникайте гострих вигинів у цих ділянках. Гострі вигини

можуть легше руйнуватися, ніж вигнуті доріжки під час згинання.

### Ущільнювачі та підтримка

Стратегічно інтегруйте ущільнювачі, щоб забезпечити додаткову підтримку в ділянках, схильних до механічного напруження. Це можуть бути ділянки з великими компонентами, мезонінними роз'ємами та роз'ємами плати до плати.

### SMT або наскрізний монтажний отвір

Компоненти SMT найчастіше використовуються в гнучких ДП, але іноді використовуються і наскрізні компоненти. Наскрізні компоненти можуть не мати достатньої площі мідної підкладки для формування міцних зв'язків, тому їх слід розміщувати в областях з ущільнювачами.

### Прототипування та тестування

Прототипуйте гнучкі схеми для перевірки розміщення компонентів, вигину, термічної та механічної надійності. Обов'язково перевірте гнучкий дизайн у програмі MCAD або навіть у динамічному стрес-тесті. Непроведення аналізу динамічних навантажень може призвести до несподіваних відмов під час збірки або після неї.

Враховуючи ці зауваження, розробники друкованих плат можуть знизити ризики, пов'язані з виробництвом гнучких схем, і забезпечити, щоб розроблені компоненти могли витримати

унікальні виклики, зумовлені гнучкістю матеріалів схеми.

### Розмір

*Мініатюризація.* За можливості обирайте компоненти меншого розміру, оскільки вони розподіляють менше маси та знижують ризик виникнення точок напруження під час вигину.

*Розмір корпусу.* Вибирайте компоненти з компактними розмірами корпусу, щоб мінімізувати вплив на загальну гнучкість схеми.

### Вага

*Легкі матеріали.* Віддавайте перевагу легким матеріалам для компонентів, особливо для варіантів застосування, де вага є критичним фактором. Важкі компоненти можуть збільшити загальне навантаження на гнучку схему під час вигину.

*Компоненти з низьким профілем.* Вибирайте компоненти з низьким профілем, щоб мінімізувати масу і висоту, знижуючи потенціал механічного напруження.

### Механічна міцність

*Гнучкі конструкції.* Проєктуйте з урахуванням механічної міцності, щоб гарантувати, що кінцевий продукт може витримувати механічні навантаження, пов'язані з вигином, без руйнування або деформації.

*Посилення.* Розгляньте можливість посилення ділянок навколо компонентів, схильних до механічного напруження, або завдяки додатковим шарам підкладки, або завдяки стратегічно розташованим ущільнювачам.

Великі або важкі компоненти можуть вводити додаткове напруження під час вигину, що призводить до проблем із надійністю.

### Концентрація напруження

Великі або важкі компоненти можуть створювати точки концентрації напруження під час вигину, що потенційно



призводить до тріщин у паяних з'єднаннях, доріжках або гнучкій підкладці. Збільшене механічне напруження може призвести до довгострокових проблем із надійністю, включно з втомним зламом або відшаруванням гнучкої схеми.

### Вплив на гнучкість

Важкі компоненти можуть обмежувати загальну гнучкість схеми, роблячи її складнішою для відповідності бажаній формі або радіусу вигину. Обмежена гнучкість може вплинути на продуктивність гнучкої схеми, особливо в застосуваннях, де потрібен повторюваний вигин.

### Проблеми збірки

Великі або важкі компоненти можуть створювати проблеми в процесі збірки, вимагаючи акуратного поводження

та спеціалізованого обладнання. Вага компонентів може впливати на якість паяних з'єднань, що потенційно призводить до таких проблем, як тріщини в паяних з'єднаннях або їх зміщення.

### Сумісність матеріалів

Важкі компоненти можуть викликати напруження в гнучкому матеріалі підкладки, впливаючи на його механічні властивості з часом. Постійне напруження може сприяти втомі матеріалу, знижуючи загальний термін служби та надійність гнучкої плати.

### Ітерації дизайну

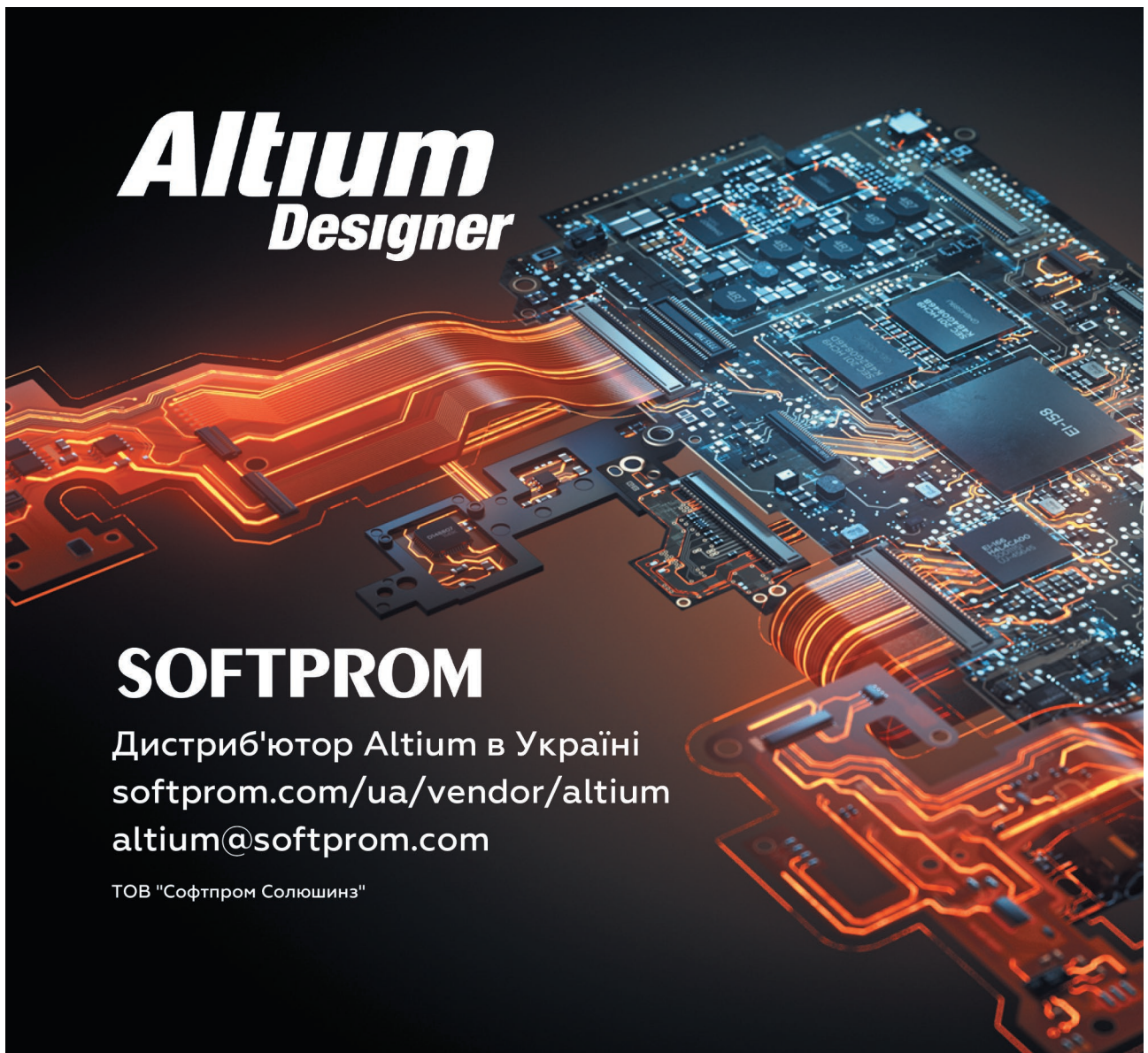
Щоб знизити довгострокові ризики, проводьте прототипування з акцентом на оцінку роботи великих або важких компонентів під час вигину.

Уважно враховуючи тип, розмір і механічні характеристики компонентів, розробники друкованих плат можуть оптимізувати дизайн гнучких схем для забезпечення надійності та продуктивності, особливо в тих варіантах застосування, де гнучкість є критично важливою.

Як показує досвід, співпраця з виробниками на етапі дизайну може допомогти виявити та вирішити потенційні проблеми, пов'язані з розміщенням компонентів на гнучких платах.

**ТОВ «Софтпром Солюшинз» — дистриб'ютор компанії Altium в Україні:**

**e-mail: [altium@softprom.com](mailto:altium@softprom.com),  
https://softprom.com/ua/vendor/altium** **CN**



**Altium  
Designer**

**SOFTPROM**

Дистриб'ютор Altium в Україні  
[softprom.com/ua/vendor/altium](https://softprom.com/ua/vendor/altium)  
[altium@softprom.com](mailto:altium@softprom.com)

ТОВ "Софтпром Солюшинз"

# Еволюція аналогової функціональності 8-розрядного мікроконтролера та його інноваційна роль в електроніці

**Стефані Пінтерік (Stephanie Pinteric),** Microchip Technology

**Уейн Фріман (Wayne Freeman),** Microchip Technology

**Переклад та редагування: Нікіта Єзерський, PhD,** асистент кафедри ПРЕ, РТФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського

**8-розрядні мікроконтролери еволюціонували, щоб йти в ногу з функціональністю, необхідною для сучасних застосувань. У статті розглянуто три найпоширеніші сфери застосування, де новий клас 8-розрядних мікроконтролерів з розширеними можливостями аналогової фільтрації підтримує ці сучасні системи, забезпечуючи їхню підвищену продуктивність та швидку реакцію на системні події.**

Мікроконтролери (MCU) відіграють важливу роль у нашому житті, оскільки майже всі пристрої мають певні напівпровідникові компоненти. Сучасна електроніка потребує мікроконтролерів для підвищення функціональності в кожному застосуванні та сегменті ринку — автомобільній, аерокосмічній, побутовій електроніці, промисловості та охороні здоров'я. Хоча 8-розрядні мікроконтролери існують вже майже п'ять десятиліть, нові інноваційні продукти і застосування, такі як електромобілі, електровелосипеди, домашня і промислова автоматизація та пристрої Інтернету речей (IoT), зростають в геометричній прогресії, підвищуючи попит на ці маленькі та недорогі мікроконтролери.

Як результат, 8-розрядні мікроконтролери еволюціонували, щоб йти в ногу з функціональністю, необхідною для сучасних застосувань. Ми розглянемо три найпоширеніші сфери застосування, де новий клас 8-розрядних мікроконтролерів з розширеними можливостями аналогової фільтрації підтримує ці сучасні системи, забезпечуючи підвищену продуктивність системи та швидку реакцію на системні події.

## КЕРУВАННЯ, МОНІТОРИНГ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ

Багато вбудованих систем, зокрема системи Інтернету речей (IoT), використовуються у віддалених місцях з акумуляторними батареями як основним джерелом живлення. Моніторинг заряду та стану акумулятора є важливою функцією для безпечної та надійної роботи в цих системах.

У типових системах моніторингу акумуляторних батарей мікроконтролер використовується для автоматизації вимірювання залишкового заряду батареї та керування станом батареї для забезпечення її оптимальної продуктивності. Мікроконтролер з вбудованим аналого-цифровим перетворювачем (АЦП) зчитує та перетворює вимірні значення струму і напруги батареї в цифрові дані, які мікроконтролер може використовувати для оцінки стану батареї. Показники роботи акумулятора можуть передаватися на зовнішні пристрої через вбудовані комунікаційні інтерфейси, такі як UART, SPI та I<sup>2</sup>C, для підключення до систем IoT. Якщо також потрібен моніторинг температури батареї, вбудова-

ний операційний підсилювач (*Op Amp*) контролера може бути використаний для обробки сигналу датчика температури. Операційні підсилювачі на кристалі доступні в широкому асортименті сучасних 8-розрядних мікроконтролерів і можуть зменшити вартість системи та простір, необхідний для зовнішніх компонентів, у будь-яких застосуваннях, що потребують етапу підсилення перед аналого-цифровим перетворенням, наприклад, слабких аналогових сигналів.

Для оптимізації роботи акумулятора та збільшення часу роботи системи ідеальний мікроконтролер повинен пропонувати різні режими керування живленням, щоб збалансувати потребу в продуктивності та оптимізувати енергоспоживання. Ключ до тривалого часу роботи від батареї у вбудованій системі — це можливість зменшити активність системи, коли вона не потрібна. Гнучкі рівні конфігурації дозволяють системі споживати мінімум енергії для виконання поточних завдань, часто без нагляду з боку центрального процесора (ЦП). Такі функції, як режими IDLE, DOZE або SLEEP, забезпечують енергозбереження для зменшення активного енергоспоживання. Крім того, в новітніх мікроконтролерах Microchip PIC® і AVR® АЦП, операційні підсилювачі та ЦАП також можна вмикати й вимикати програмно або налаштовувати запуск ядра та цифрової периферії мікроконтролера при досягненні певних порогових значень, що забезпечує додаткову гнучкість і економію енергії в пристроях, що живляться від батареї. Завдяки цим функціям низького енергоспоживання, доступним у сучасних мікроконтролерах, час роботи



Рис. 1. Мікроконтролери з аналоговими периферійними пристроями

від батареї збільшується, а споживання струму, розсіювання потужності та втрати зменшуються.

## КЕРУВАННЯ ВБУДОВАНИМИ СИСТЕМАМИ

Оскільки вбудовані програми з часом ускладнюються, виникає необхідність розподіляти завдання обробки таким чином, щоб забезпечити блискавичну реакцію системи для максимального врахування потреб користувача або дотримання суворих стандартів безпеки. Щоб досягти цього, складні системи часто використовують переваги сучасних 8-бітних мікроконтролерів через інтегровані аналогові периферійні пристрої (рис. 1), які виконують «домашні» завдання, такі як керування силовими шинами, моніторинг якості навколишнього середовища та небезпечних умов або контроль зв'язку між кількома мікросхемами на платі. Ці функції є ключовими для багатьох випадків застосувань, таких як інфраструктура центрів обробки даних, системи керування будівлями, кінцеві точки інтелектуальних мереж та критично

важливі для безпеки пристрої, таких як побутові пральні та сушильні машини.

Одним з таких прикладів є типовий сервер, який можна знайти в центрі обробки даних. Хоча на материнській платі кожного сервера встановлений центральний процесор і широкий спектр прикладних процесорів для виконання різних завдань, багато з цих серверів використовують сучасні 8-розрядні мікроконтролери як пристрої «керування системою». Ці мікроконтролери зазвичай забезпечують зв'язок з різними датчиками навколишнього середовища (температури, вологості тощо) і запрограмовані на передачу даних від них на шину системного керування, одночасно вмикаючи живлення інших пристроїв на материнській платі, якщо цього вимагають умови. У цих випадках 8-розрядні мікроконтролери ідеально підходять для цих завдань завдяки наявності аналогової периферії на кристалі, а також простоті. Деякі мікроконтролери, такі як мікроконтролери PIC і AVR від Microchip, пропонують незалежні від ядра периферійні пристрої (*Core Independent Peripherals, CIP*), які працюють в тандемі з аналоговими периферійними пристро-

ями на кристалі, забезпечуючи моніторинг системи для виявлення критичних подій і гарантуючи належну роботу.

Вбудовані аналогові периферійні пристрої, такі як операційний підсилювач або АЦП, забезпечують посилення, фільтрацію та корекцію сигналу, необхідні для отримання аналогового сигналу. Тоді як CIP призначені для автоматизації системних завдань без коду або контролю з боку ядра процесора, що зменшує розмір коду для запису, налагодження та перевірки, роблячи програми більш чутливими до змін системи. CIP обмінюються даними один з одним, що додатково допомагає підвищити продуктивність і швидкість реагування системи, а кілька завдань можуть виконуватися одночасно.

У мікроконтролерах PIC і AVR ця концепція просунулася ще на один крок уперед, і в них використовуються складні аналогові периферійні пристрої зі спеціальним апаратним забезпеченням, що дозволяє виконувати складні незалежні від ядра обчислення, такі як усереднення, передискретизація і низькочастотна фільтрація. Ці функції допомагають пришвидшити реакцію системи та забезпечують придушення шуму. Ці спеціальні



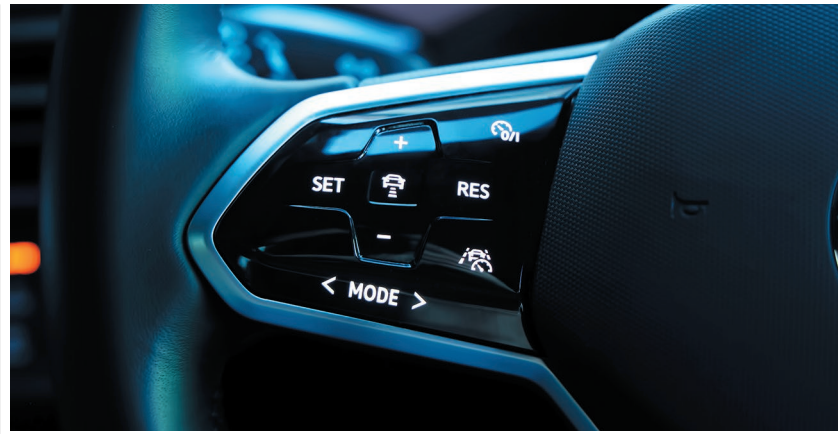


Рис. 2. Приклад сучасної ємнісної сенсорної системи в автомобілі

аналогові периферійні пристрої можуть бути взаємопов'язані з багатьма іншими вузлами на кристалі, такими як таймери або інші джерела синхронізації, цифрові периферійні сигнали, інші аналогові сигнали для автоматичного запуску процесів або створення умов переривання для сповіщення центрального процесора.

стійкості та вологостійкості. У поєднанні з простими у використанні інструментами розробки, орієнтованими на сенсорний інтерфейс, ці мікроконтролери забезпечують комплексне рішення для створення вимогливих сенсорних інтерфейсів, які піддаються впливу суворих умов навколишнього середовища.

## ІНТЕРФЕЙС КОРИСТУВАЧА

Технологія сенсорного датчика використовується в широкому спектрі електронних виробів від смартфонів, побутової техніки до автомобілів. В автомобілях кермо та приладові панелі відмовляються від кнопок і переходять до елегантних, гнучких інтерфейсів користувача (рис. 2). Ці сенсорні кнопки повинні миттєво реагувати на взаємодію з користувачем, бути несприйнятливими до помилкових спрацьовувань і адаптуватися до різних умов навколишнього середовища, в тому числі до швидких перепадів температури від холодного до гарячого, вологих поверхонь і рук в рукавичках.

У сучасних ємнісних сенсорних системах обчислювальна потужність 32-розрядних мікроконтролерів не може замінити спеціально створений аналоговий інтерфейс, який використовується на сучасних 8-розрядних пристроях. Нові 8-розрядні мікроконтролери Microchip, зокрема сімейства PIC18-Q71 і AVR EA, мають диференціальні АЦП з розширеними можливостями фільтрації, які діють як «модулі аналогової обробки», щоб значно зменшити обсяг втручання процесора (і, отже, коду), необхідного для реалізації застосування сенсорного керування. Ці спеціалізовані АЦП на кристалі мають пристойні характеристики придушення шумів та пропонують вбудоване автоматичне налаштування та калібрування для підвищення завадо-

## ВИСНОВОК

Зі збільшенням вимог до мікроконтролерів за останні 50 років, межі між тим, що повинно бути аналоговим, а що цифровим, у вбудованих системах розмиваються. З розвитком вбудованих систем 8-розрядний мікроконтролер перетворився з простого обчислювального пристрою на повноцінну систему на кристалі (System-on-Chip, SOC), створену для вирішення більшості сучасних завдань, що стоять перед вбудованими системами. Від ведення домашнього господарства, керування системою та моніторингу до виконання функцій «головного контролера» в складних конструкціях, мікроконтролери з інтегрованою аналоговою периферією дозволяють розробникам перенести функції, які зазвичай виконуються поза мікросхемою, на основний мікроконтролер, щоб покращити реакцію системи та зменшити витрати на специфікацію (Bill Of Material, BOM). Інтелектуальні аналогові периферійні пристрої, доступні в 8-розрядних мікроконтролерах PIC і AVR, легко інтегруються з цифровими периферійними пристроями, забезпечуючи ще більшу функціональність і гнучкість для майбутніх складних вбудованих систем. Щоб дізнатися більше про те, як передові аналогові периферійні пристрої можна використовувати для вирішення важливих завдань проектування, відвідайте [www.microchip.com/8bit](http://www.microchip.com/8bit). **CI**

## РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ 64-РОЗРЯДНИХ МІКРОПРОЦЕСОРІВ

Очікується, що протягом наступних п'яти років світовий ринок периферійних обчислень зросте більш ніж на 30%, обслуговуючи критично важливі прикладні програми в аерокосмічній, оборонній, військовій, промисловій та медичній галузях. Щоб задовольнити цей зростаючий попит на надійні вбудовані рішення для систем змішаної критичності, компанія **Microchip Technology** анонсувала сімейство мікропроцесорів (MPU) PIC64HX. На відміну від традиційних мікропроцесорів, PIC64HX спеціально розроблені для задоволення унікальних вимог інтелектуальних периферійних пристроїв.

PIC64HX — це високопродуктивний багатоядерний 64-розрядний RISC-V® процесор, здатний обробляти дані штучного інтелекту і машинного навчання (AI/ML), з інтегрованим підключенням до мережі Ethernet за технологією Time-Sensitive Networking (TSN) і підтримкою пост-квантових технологій, а також захистом оборонного рівня. Процесори PIC64HX спеціально розроблені для забезпечення комплексної відмовостійкості, надійності, масштабованості та енергоефективності.

Інтегрований комутатор Ethernet містить набір функцій TSN з підтримкою важливих стандартів, що розвиваються: IEEE P802.1DP TSN для аерокосмічних бортових Ethernet-комунікацій, профіль IEEE P802.1DG TSN для автомобільних бортових Ethernet-комунікацій і профіль IEEE/IEC 60802 TSN для промислової автоматизації.

Вісім 64-бітних ядер RISC-V процесора — SiFive Intelligence™ X280 — з векторними розширеннями забезпечують високопродуктивні обчислення для систем зі змішаною критичністю, віртуалізації та векторної обробки для прискорення робочих навантажень ШІ. MPU PIC64HX дозволяє розробникам систем розгортати ядра різними способами, щоб забезпечити SMP, AMP або двоядерні операції з блокуванням. Підтримка апаратної архітектури WorldGuard забезпечує можливість апаратної ізоляції та розбиття на розділи.

MPU PIC64HX — це потужне й універсальне рішення для інтелектуальних периферійних застосувань, що відповідає ключовим вимогам низької затримки, безпеки, надійності та відповідності галузевим стандартам.

[www.microchip.com](http://www.microchip.com)



# Кардинальна зміна мереж: майбутнє Ethernet

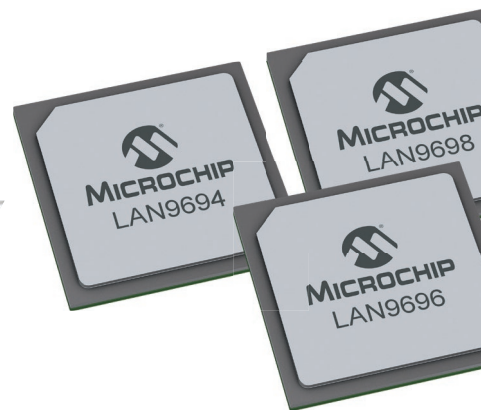
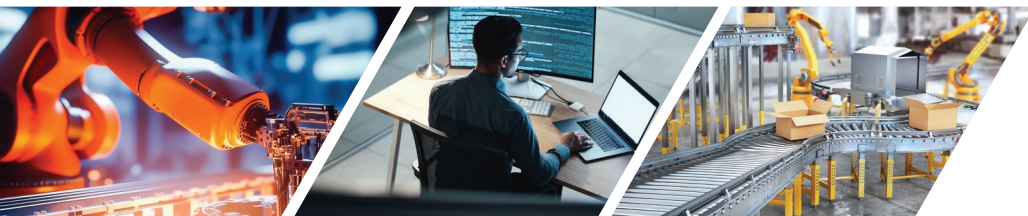
## Надійне, вбудоване резервування в однокристальному рішенні для спрощення проєктування

Розробники, які прагнуть впровадити функції Time-Sensitive Networking (TSN) та High-availability Seamless Redundancy і Parallel Redundancy Protocol (HSR/PRP), стикаються з проблемою необхідності використання кількох мікросхем, що ускладнює конструкцію та збільшує витрати. Ethernet-комутатори LAN969x є однокристальними рішеннями, які мінімізують потребу в додаткових компонентах, знижуючи складність і системні витрати.

Це мережеве рішення, відоме своєю надійністю та стійкістю у детермінованій комунікації, пропонує масштабовану пропускну здатність від 46 Гбіт/с до 102 Гбіт/с, доповнену потужним одноядерним процесором Arm® Cortex®-A53 з тактовою частотою 1 ГГц.

Функція QuadBox забезпечує безперешкодне з'єднання двох мереж HSR. Ідеальне рішення для критично важливих застосувань, воно забезпечує нульовий час простою і високу надійність без складності і вартості альтернативних рішень, спрощуючи ваш дизайн.

Сімейство Ethernet-комутаторів LAN969x - це надійне мережеве рішення, яке поєднує в собі надійність і масштабованість для ваших застосувань в галузі промислової автоматизації.



[microchip.com/LAN969x](https://microchip.com/LAN969x)



Назва і логотип Microchip та логотип Microchip є зареєстрованими товарними знаками компанії Microchip Technology Incorporated в США та інших країнах. Всі інші торгові марки є власністю їх зареєстрованих власників.

© 2024 Microchip Technology Inc.  
Всі права захищені. MEC2574A-RUS-09-24



# Мікроконтролери RX671 Renesas Electronics

Сергій Надєждін

У статті описано деякі основні модулі, характерні для мікроконтролерів сімейства RX671 компанії Renesas Electronics. RX671 базується на процесорному ядрі RXv3 власної розробки. Порівняно з попереднім поколінням, до мікроконтролерів додано модулі керування сенсорною клавіатурою та послідовний інтерфейс, що суттєво розширює їхню сферу застосування.

## ВСТУП

На відміну від багатьох виробників мікроконтролерів (МК), компанія Renesas Electronics зазвичай розширює лінійку МК з власними процесорними ядрами. МК RX671, що входить до сімейства RX, заснований на 3-му поколінні процесорних ядер RXv3, що дає змогу збільшити продуктивність МК RX671 у 2.1 раза порівняно з МК RX631. За тактової частоти 120 МГц продуктивність МК RX671 така сама, як у його «однокласників» за тактової частоти 200 МГц. МК RX671 виготовляється за 40-нм технологією, завдяки чому забезпечується висока ефективність 48 CoreMark/мкА.

Солідний обсяг пам'яті, флеш-пам'ять до 2 Мбайт і ОЗП на 384 Кбайт дають змогу застосовувати МК RX671 в Інтернеті речей (IoT) без зовнішньої пам'яті. Значно розширює можливості цих МК і вбудований модуль керування сенсорною клавіатурою, стійкість і заводо захищеність якого було доведено ще в МК серій RX100 і RX200. Послідовний аудіо-інтерфейс SSIE полегшує розпізнавання голосу в реальному масштабі часу.

## СЛОВНИК

*BSC* — контролер шини  
*CAC* — модуль вимірювання частоти  
*CMT* — таймер порівняння  
*CTSU* — модуль керування сенсорною клавіатурою  
*DAR* — регістр адреси призначення трансферу для даних DTC-контролера  
*DMAC* — контролер DMA  
*DTC* — контролер передавання даних  
*DOC* — схема обробки даних  
*ELC* — контролер подій  
*FACI* — інтерфейс керування флеш-пам'яттю  
*FCU* — модуль керування флеш-пам'яттю  
*MPU* — модуль захисту пам'яті  
*MRA, MRB, MRC* — регістри встановлення режиму контролера DTC  
*MTU* — багатофункціональний таймер  
*ICU* — контролер переривань  
*IWDT* — незалежний сторожовий таймер  
*PPG* — програмований генератор імпульсів  
*REMC* — приймач віддалених сигналів  
*SSIE* — послідовний аудіоінтерфейс  
*TDM* — часовий поділ  
*TPU* — 16-біт таймер  
*TMR* — 8-біт таймер  
*WDT* — сторожовий таймер

МК випускаються в різних корпусах. Їхні основні відмінності наведено в таблиці 1. Крім того, МК розрізняються за обсягом вбудованої флеш-пам'яті — 1, 1.5 і 2 Мбайт, а також за наявністю апаратних криптоприскорювачів. Під

Таблиця 1. Основні відмінності МК сімейства RX671 залежно від типу корпусу

Параметр	Тип корпусу				
	145-вив. TFLGA (крок 0.65 мм)	145-вив. TFLGA (крок 0.5 мм), 144-вивідний LQFPF	100-вив. TFLGA, 100-вивідний LQFPF	64-вив. TFBGA, 64-вивідний LQFPF	48-вив. HWQFN
Ширина зовнішньої шини, біт	16/8	16/8	16/8	—	—
Контролер EXDMA	канали 0 і 1	канали 0 і 1	канали 0 і 1	—	—
Програмований генератор імпульсів	канали 0 і 1	канали 0 і 1	канали 0 і 1	—	—
USB 2.0 FS	канали 0 і 1	канал 0	канал 0	канал 0	—
I2C	канали 0–2	канали 0–2	канали 0–2	канали 0–2	канали 0 і 2
RSPI	канали 0–2	канали 0–2	канали 0–2	канали 0 і 1	канали 0 і 1
CAN	канали 0 і 1	канали 0 і 1	канали 0 і 1	—	—
Сенсорна клавіатура CTSU	17 каналів і 1 канал TSCAP	17 каналів і 1 канал TSCAP	17 каналів і 1 канал TSCAP	8 каналів і 1 канал TSCAP	6 каналів і 1 канал TSCAP
12-біт АЦП	модуль 0–8 каналів; модуль 1–12 каналів	модуль 0–8 каналів; модуль 1–12 каналів	модуль 0–8 каналів; модуль 1–8 каналів	модуль 0–4 канали; модуль 1–6 каналів	модуль 0–4 канали; модуль 1–4 канали



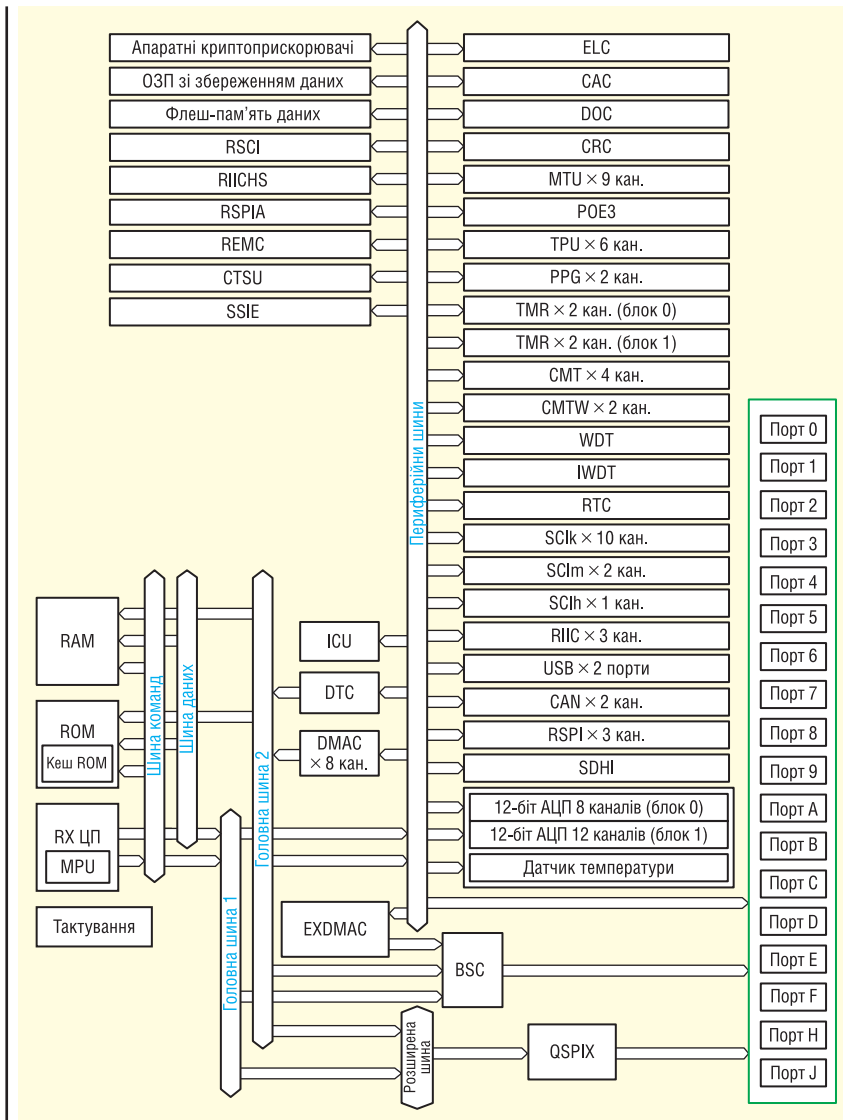


Рис. 1. Структурна схема МК RX671

час замовлення можна вибрати діапазон робочої температури:  $-40...85\text{ }^{\circ}\text{C}$  або  $-40...105\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Структурна схема МК наведена на рисунку 1. Оскільки в МК сімейства RX671 увійшло багато модулів з МК сімейства RX66 [1], ми не будемо повторюватися і лише коротко опишемо їх.

## ПРОЦЕСОРНЕ ЯДРО RXv3 І ПАМ'ЯТЬ

Ядро Rxv3 сумісне за командами з ядрами попереднього покоління Rxv2 і Rxv1. Порівняно з Rxv2 збільшено продуктивність ядра Rxv3, тепер вона становить 5.9 CoreMark/МГц, що більше за аналогічний показник ARM Cortex-M7. У складі ядра передбачено 16 32-біт регістрів загального призначення, 10 32-біт регістрів керування, два 72-біт ре-

гістри акумуляторів, а також модуль операцій з подвійною точністю з числами з рухомою крапкою. Довжина 113 команд варіюється в межах 1–8 байт; до їх числа входять 23 команди DSP.

Процесорне ядро може працювати в режимі супервізора або користувача, а також підтримує режим захисту пам'яті. У своїй сукупності ці режими реалізують ієрархічний механізм захисту всіх ресурсів МК. Після скидання ядро переходить у режим супервізора, у ньому доступні всі команди і ресурси МК. У режимі користувача доступ для запису обмежений до деяких ресурсів.

У МК вбудовано ОЗП ємністю 384 Кбайт і флеш-пам'ять об'ємом 1, 1.5 або 2 Мбайт залежно від модифікації. Додатково до основного ОЗП, дані в якому не зберігаються в режимах зниженого енергоспоживання, є 4-Кбайт ОЗП (*Standby RAM*), дані в

якому зберігаються і в режимах зниженого енергоспоживання.

Модуль захисту пам'яті MPU здатний контролювати доступ до восьми областей пам'яті 4-Гбайт адресного простору. Мінімальний розмір контрольованої області становить 16 байт. Крім флеш-пам'яті програм, користувачеві доступна флеш-пам'ять даних об'ємом 8 Кбайт. У флеш-пам'яті команд передбачено 8-Кбайт кеш. У разі потрапляння в кеш читання пам'яті займає один цикл; у разі пропуску кеша операція читання триває один або два цикли за тактової частоти  $ICLK \leq 60\text{ МГц}$  і два цикли за  $ICLK > 60\text{ МГц}$ . Якщо кеш не використовується, операція читання займає один цикл при  $ICLK \leq 60$  і два цикли при  $ICLK > 60\text{ МГц}$ .

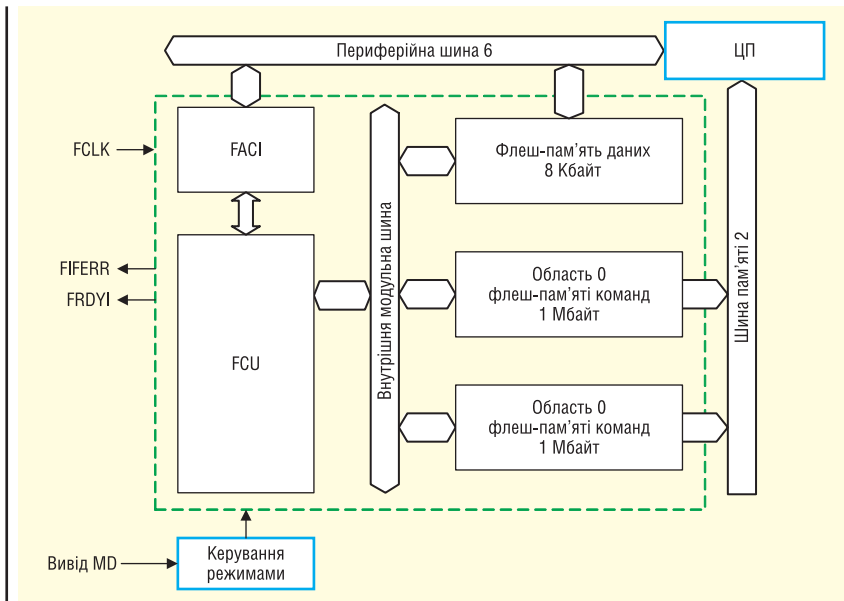
Флеш-пам'ять команд може працювати як одна область пам'яті або бути розділена на два незалежні банки, що спрощує оновлення програмного забезпечення: під час запису програми в один банк інший продовжує працювати з програмою. Для захисту від несанкціонованого доступу використовується функція Trusted memory (TM). Операція читання флеш-пам'яті програм можлива одночасно з програмуванням або стиранням сторінок. Крім того, можна звертатися до флеш-пам'яті даних під час стирання або запису у флеш-пам'ять команд, а операція читання флеш-пам'яті програм може виконуватися одночасно з програмуванням або стиранням флеш-пам'яті даних. Структурна схема організації флеш-пам'яті наведена на рисунку 2.

## ШИНИ

Продуктивність і надійна робота МК багато в чому залежать від конфігурації шин. Вони повинні забезпечити взаємодію всіх модулів МК, що працюють з різними частотами тактування. Таким чином, у завдання шин, крім передачі даних, входить синхронізація даних і арбітраж. Структурна схема організації шин наведена на рисунку 3. У МК організовано такі шини:

- шина команд ЦП;
- шина даних ЦП;
- дві шини пам'яті;
- дві головні шини;
- шість периферійних шин;
- шина апаратного розширення;
- керування зовнішньою шиною.

Передбачено монітор помилки шин, що фіксує два типи помилок: несанкціонований доступ і перевищення часу



**Рис. 2.** Структурна схема організації флеш-пам'яті

очікування (тайм-аут) понад 768 циклів. У разі виявлення помилки формується сигнал переривання, але не гарантується коректне завершення операції.

**ЗНИЖЕНЕ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ**

УМК передбачено кілька варіантів зниження енергоспоживання. Серед них: вимкнення окремих модулів, чотири режими зниженого енергоспоживання,

зменшення частоти тактування і напруги живлення. Коротко розглянемо кожен варіант.

Вимкнення окремих модулів (*module-stop function*) здійснюється за допомогою встановлення відповідного біта в регістрі модуля. Можна вимкнути будь-який периферійний модуль. При зупинці модуля стан його регістрів зберігається. Після скидання більшість модулів зупинено. У стані зупинки запис у конфігураційні регістри модуля заборонено. Проте слід

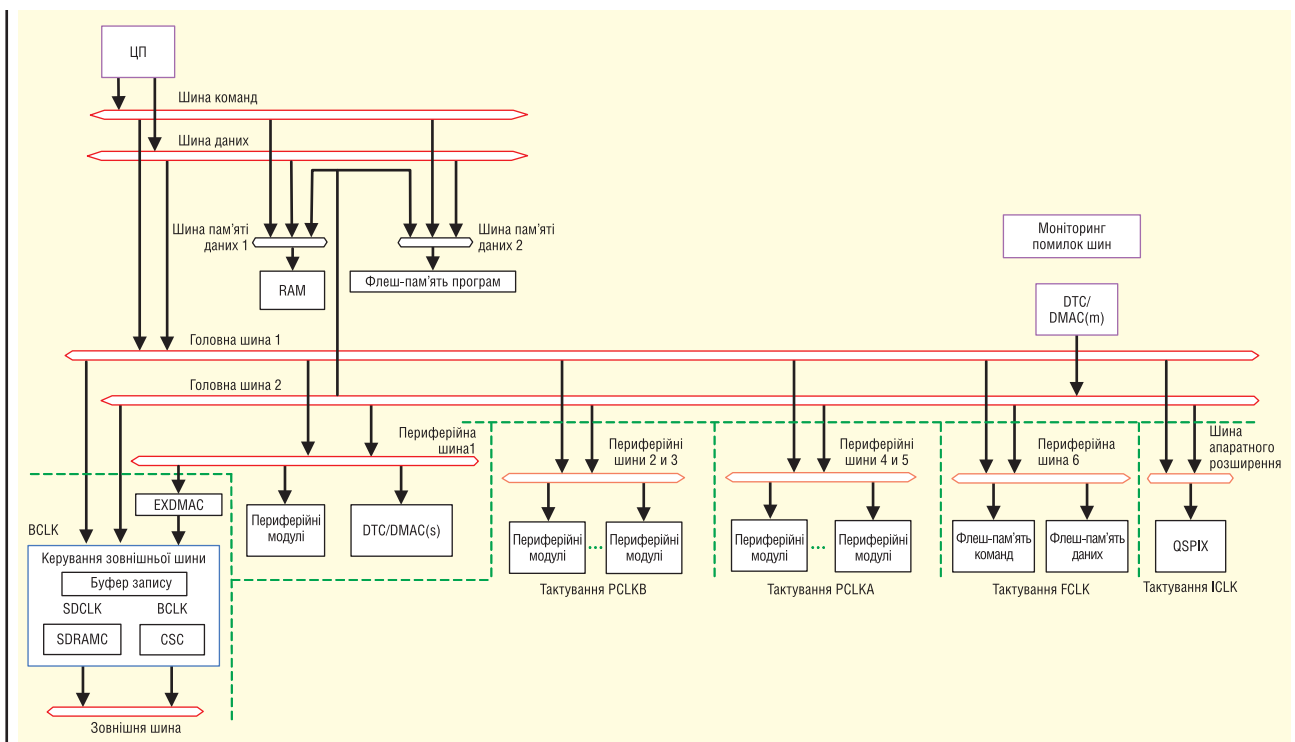
врахувати, що після скидання в деяких регістрах можуть бути встановлені біти.

На вибір пропонується один із чотирьох режимів зниженого енергоспоживання:

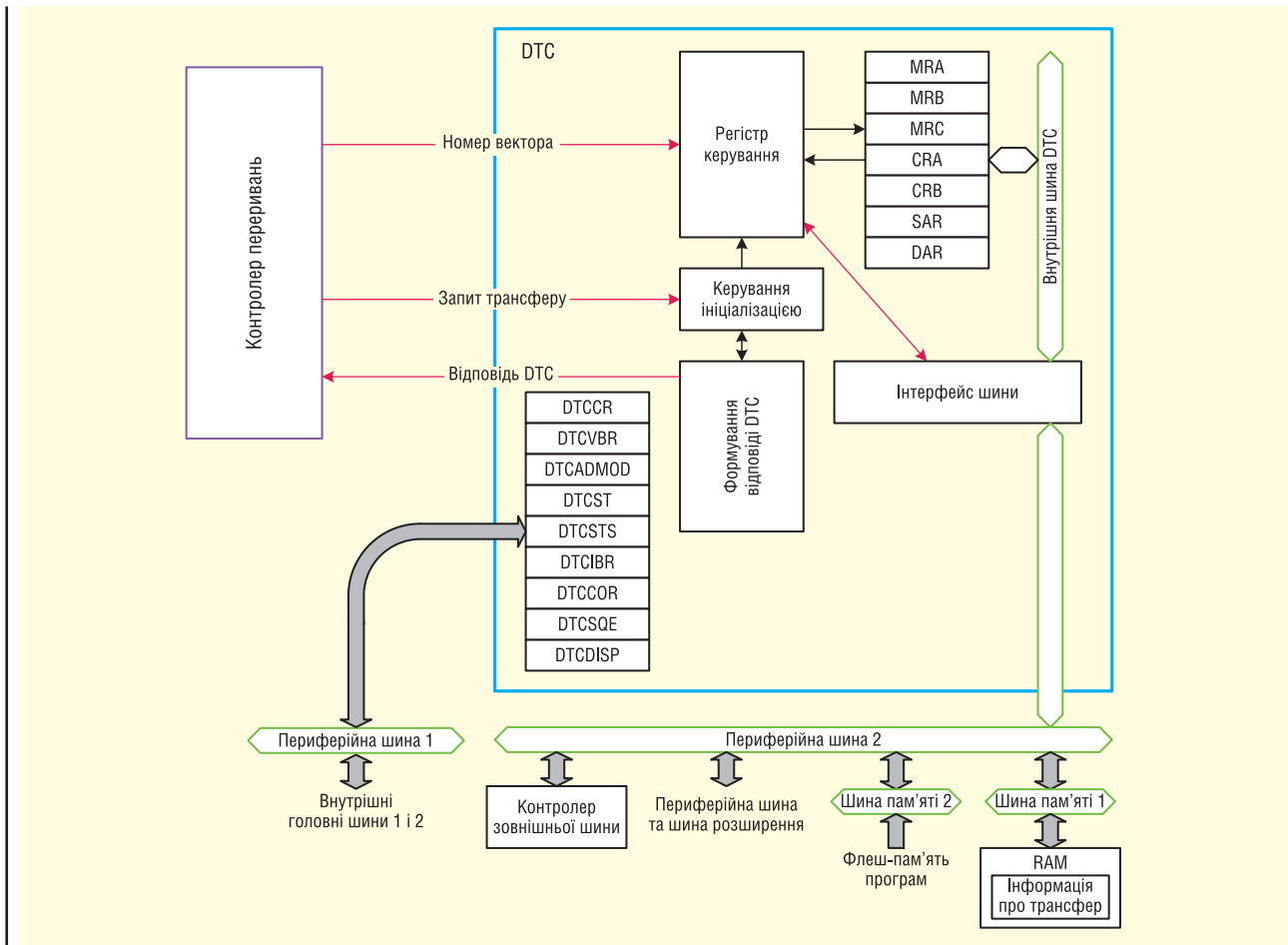
- режим сну (*Sleep mode*);
- зупинка тактування всіх модулів (*All-module clock stop mode*);
- програмний режим очікування (*Software standby mode*);
- глибокий програмний режим очікування (*Deep software standby mode*).

У режимі сну ЦП зупиняється, але вміст його регістрів зберігається, а периферійні модулі залишаються активними. Вихід з режиму сну відбувається при немаскованому перериванні або після скидання. Під час зупинки тактування зупиняються контролери шини, порти вводу/виводу і всі периферійні модулі, крім 8-біт таймерів. Вихід із цього режиму відбувається за зовнішнім перериванням, за сигналом модуля годинника реального часу RTC або в разі спроби несанкціонованого доступу.

У програмному режимі очікування ЦП зупинено осцилятор і периферійні модулі, але зберігається вміст їхніх регістрів і ОЗП. У цьому режимі значно скорочується енергоспоживання завдяки зупинці осциляторів. Вихід із режиму можливий за зовнішнім перериванням, за сигналом модуля годинника реального часу (RTC) або в разі спроби несанкціонованого доступу.



**Рис. 3.** Структурна схема організації шин



**Рис. 4.** Структурна схема контролера передачі даних DTC

Глибокий програмний режим очікування схожий на попередній режим, але в цьому разі вимикається живлення від низки модулів, крім модулів RTC і деяких осциляторів, а тому в цьому режимі енергоспоживання максимально скорочується. Вміст реєстрів не зберігається. Слід мати на увазі, що при виході з цього режиму вміст внутрішніх реєстрів зупинених модулів стає невизначеним.

### ПЕРЕСИЛАННЯ ДАНИХ У МК

Продуктивність МК визначається власне продуктивністю процесорного ядра — швидкість пересилання даних між модулями без використання ресурсів процесора. Для забезпечення максимальної швидкості передачі необхідна гнучка шинна архітектура і спеціальні модулі, що реалізують пересилання даних без втручання ЦП.

У МК RX671, крім модуля прямого доступу до пам'яті DMA, є ще два модулі, що забезпечують пряме пересилання даних без втручання процесора. Мова про контролер передачі даних DTC і

контролер подій ELC. Обидва модулі ми коротко розглянемо далі.

Структурна схема контролера DTC наведена на рисунку 4. Він ініціалізується запитом переривання на пересилання даних і здійснює передачу даних між внутрішніми модулями МК, а також між МК і зовнішніми пристроями. Реалізовані такі режими передачі даних:

- нормальний режим;
- режим, що повторюється;
- режим передачі блоку даних.

Важливою особливістю DTC є можливість пересилати дані послідовно, що складається з комбінації різних режимів. У нормальному режимі відбувається одноразове передавання даних. У режимі, що повторюється, контролер щоразу передає дані з однієї й тієї самої області пам'яті, що дуже зручно, тому що будь-який пристрій може постійно передавати дані в одну й ту саму область пам'яті. У цьому режимі допускається не більше 256 пересилань блоків даних. Максимальний обсяг переданих даних за один цикл передачі становить  $256 \times 32 \text{ біт} = 1024 \text{ байт}$ . Мінімальний обсяг переданих даних може становити

один байт, одне слово (2 байти) або одне довге слово (4 байти).

Контролер використовує два режими адресації. У короткому режимі адресний простір обмежено областю 16 Мбайт, а в довгому використовується весь доступний адресний простір 4 Гбайт. Адреса джерела передачі даних записується в реєстр SAR, а адреса приймача — в реєстр DAR. Вміст реєстра оновлюється після закінчення передачі.

Структурна схема контролера подій ELC показана на рисунку 5. Контролер фіксує запити на переривання, що формуються периферійними модулями, і за необхідності комутує ці модулі між собою. Таким чином, і комутація модулів, і спільна обробка ними даних реалізується на апаратному рівні без втручання процесора.

Зауважимо, що заборона переривання від будь-якого периферійного модуля не означає заборони події, — контролер ELC у будь-якому разі реєструє виставлений периферійним модулем прапорець. Процесор під час заборони переривання не реагує на нього і не витрачає час на обробку пе-



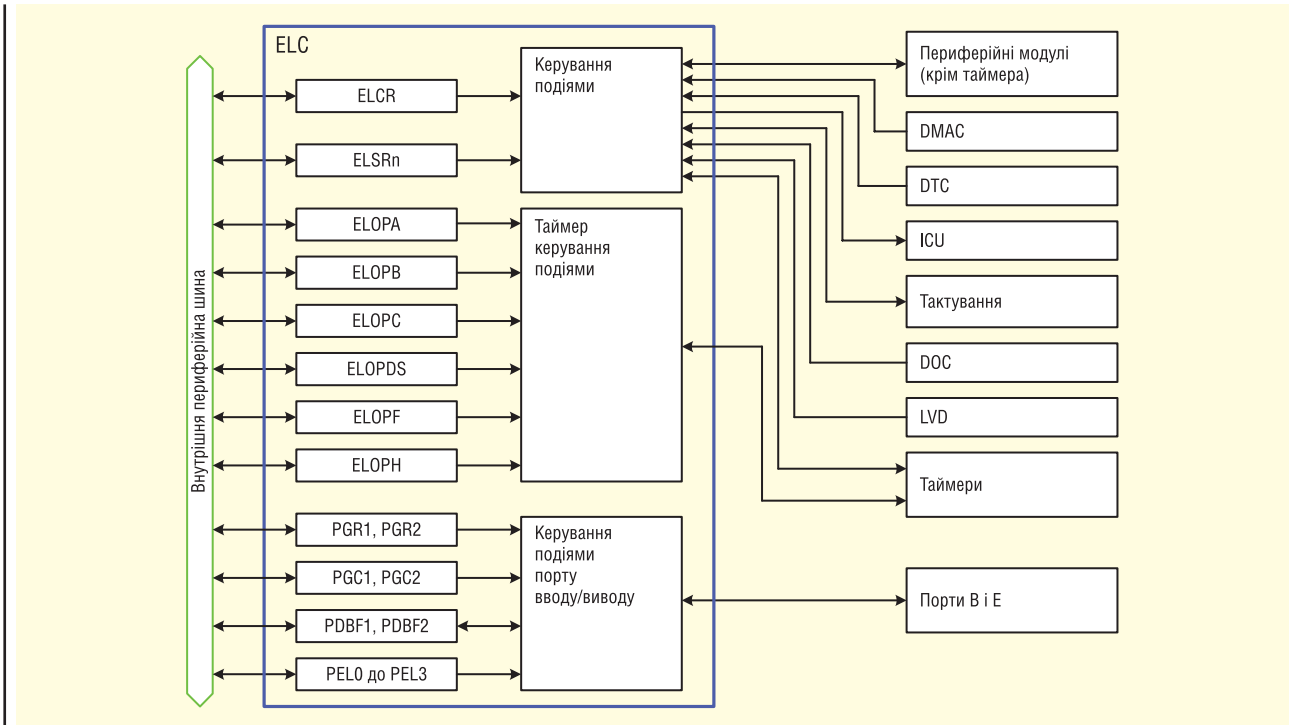


Рис. 5. Структурна схема контролера подій ELC

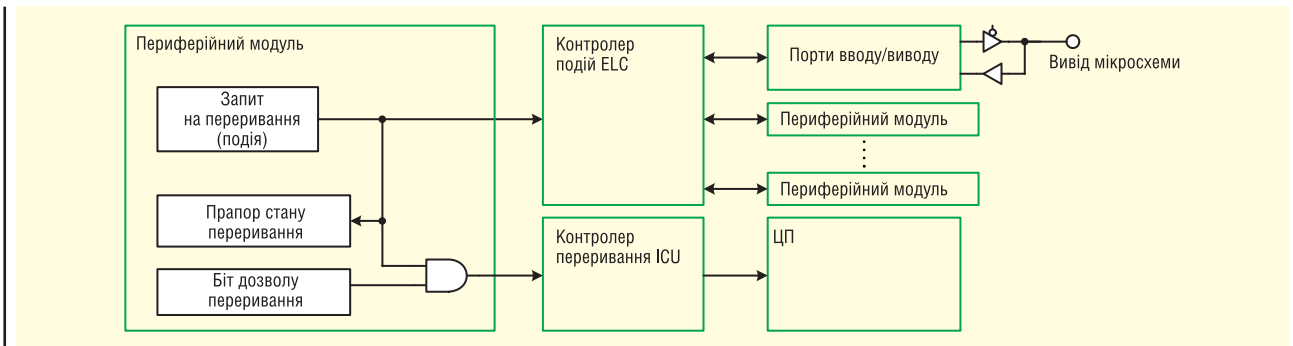


Рис. 6. Взаємодія контролера ELC з модулями МК

реривання. На рисунку 6 показано взаємодію контролера ELC з модулями МК.

### МОДУЛЬ СЕНСОРНОЇ КЛАВІАТУРИ CTSU

Додавання модуля керування сенсорною клавіатурою CTSU істотно розширило сферу застосування МК RX671. Модуль CTSU може працювати як з клавіатурою, що використовує метод взаємної ємності, так і з клавіатурою, в якій застосовується метод власної ємності. Рисунок 7 ілюструє обидва методи, а на рисунку 8 показано клавіатуру, що відповідає кожному з них.

Модуль CTSU має 17 ліній сканування та ініціалізується або програмним способом, або за подією, що генерується контролером подій ELC. У разі використання методу власної ємності дотик фіксується

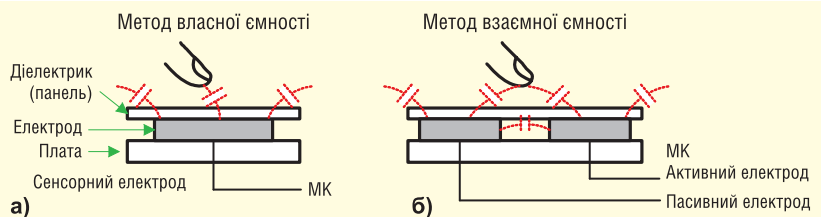


Рис. 7. Метод власної ємності (а); метод взаємної ємності (б)

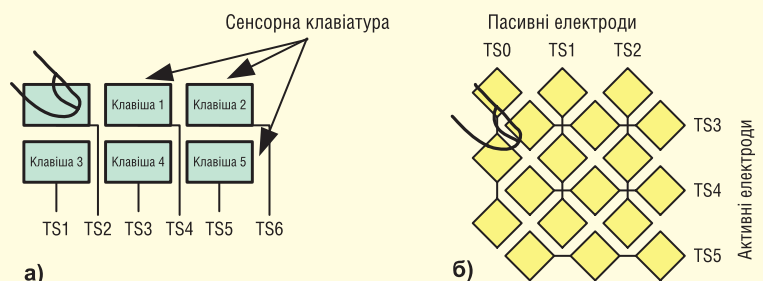


Рис. 8. Клавіатура, що використовує метод власної ємності (а); метод взаємної ємності (б)

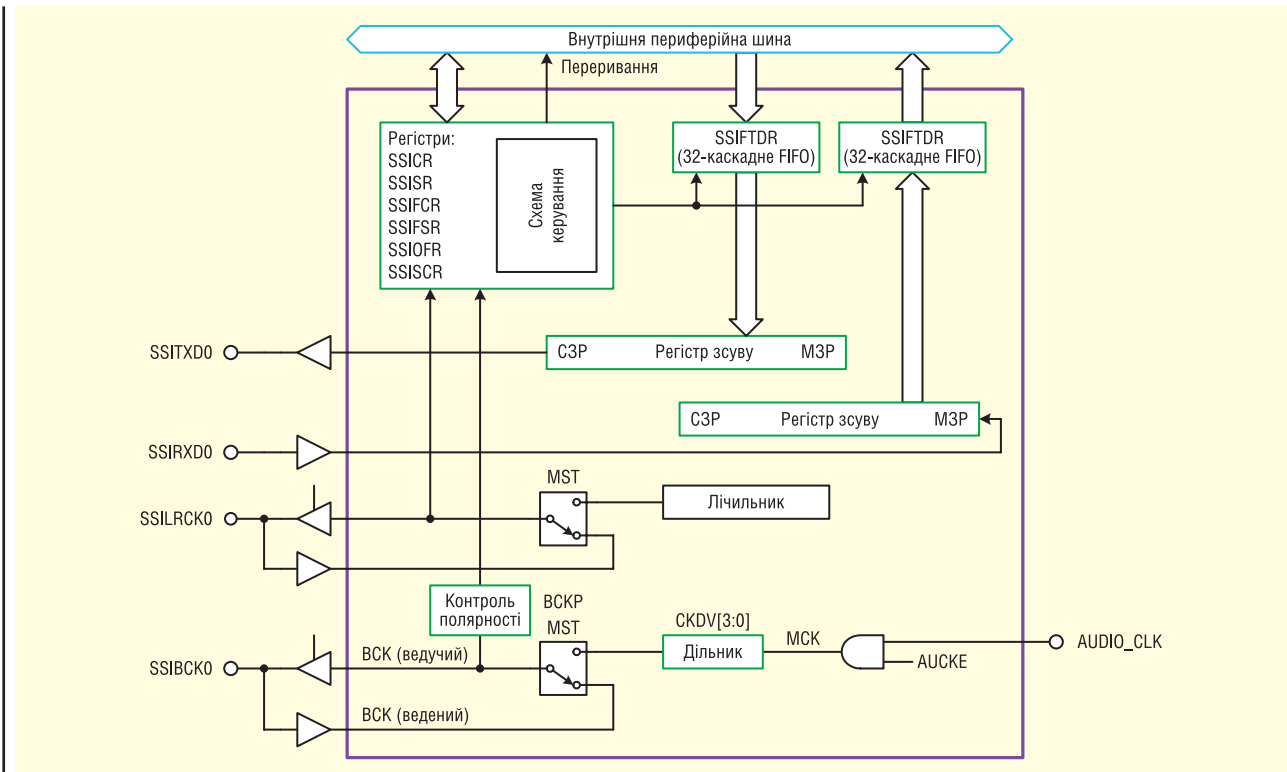


Рис. 9. Структурна схема модуля SSIE

ся під час контакту пальця з клавішею. У разі використання методу взаємної ємності дотик реєструється, якщо торкнутися пальцем області між електродами.

Щоб уникнути некоректних результатів, заборонено читання даних модуля CTSU в процесі вимірювання. Передбачено варіант примусового зупинення операції — для цього необхідно прописати встановлені біти у відповідних регістрах керування CTSU.

## ПОСЛІДОВНИЙ АУДІОІНТЕРФЕЙС SSIE

Ще один новий модуль — послідовний інтерфейс SSIE, якого не було у попередників МК RX671. Його структурна схема наведена на рисунку 9. Аудіоінтерфейс підтримує такі формати даних:

- I2S;
- вирівнювання вліво;
- вирівнювання вправо;
- моно;
- часовий поділ TDM.

Інтерфейс працює в режимі ведучого або веденого пристрою. Глибина буферів FIFO на приймання та передавання становить  $32 \times 4$ . Інтерфейс SSIE формує переривання в разі помилки передавання даних, у разі закінчення передавання і в разі заповнення приймаючого буфера.

## ПОСЛІДОВНІ КОМУНІКАЦІЙНІ ІНТЕРФЕЙСИ

У мікроконтролера є різноманітний набір стандартних комунікаційних інтерфейсів. Вони добре відомі, тому не будемо їх описувати, а лише перерахуємо їх:

- USB 2.0 FS, два порти;
- SClk, SClm, SClh. 13 каналів працюють у синхронному та асинхронному режимах, а також є інтерфейсом smart-card;
- RSCI. Два канали працюють у синхронному й асинхронному режимах, підтримують LIN, а також є інтерфейсом smart-card;
- I2C. Три канали, швидкість передачі даних (макс.): 1 Мбіт/с;
- Високошвидкісний I2C. Один канал, швидкість передачі даних (макс.): 3.4 Мбіт/с;
- CAN. Два канали відповідає вимогам стандарту ISO11898-1;
- RSPId. Три канали, працює в режимі SPI, в одному трансфері даних може пересилати 8-32 біт;
- RSPIA. Один канал, працює в режимі SPI, підтримує інтерфейс Texas Instruments Synchronous Serial Protocol (TI SSP);
- Quad-SPI. Один канал, використовується для зв'язку із зовнішньою флеш-пам'яттю;

- SDHI. Один канал, швидкість передачі даних (макс.): 25 Мбіт/с.

## АЦП

У складі МК є два модулі 12-біт АЦП: 8-канальний модуль 0 і 12-канальний модуль 1. Вони можуть працювати в режимі 8-, 10- і 12-біт перетворення. Час перетворення в режимі 8-біт становить 0.42 мкс, у режимі 10-біт — 0.45 мкс і в 12-біт режимі — 0.48 мкс. Перетворення ініціалізується програмно за допомогою події, що формується контролером ELC або за сигналами таймерів MTU, TMR, TPU. Є три режими роботи АЦП:

- одноразове опитування;
- тривале (безперервне) опитування;
- групове опитування.

У режимі одноразового опитування обрані канали опитуються один раз. У режимі групового опитування канали можуть бути розділені на дві або три групи, причому в кожній групі режим роботи встановлюється незалежно. У режимі тривалого опитування обрані канали опитуються безперервно.

Література:

1. Надеждін С. Мікроконтролери RX66 від Renesas // CHIP NEWS, № 1 (221), 2023.

# З'єднувач PUSH WIRE® Inline Splicing Connector серії 2773 від WAGO

**Як відремонтувати пошкоджені кабелі або легко їх подовжити? З'єднувач PUSH WIRE® Inline Splicing серії 2773 від WAGO допоможе вам зробити це.**

З'єднувач PUSH WIRE® Inline Splicing Connector серії 2773 може з'єднувати кабелі з перерізом від 0.75 до 4 мм<sup>2</sup> в дуже обмеженому просторі і без використання інструментів (рис. 1). Просто зачистіть провідник і вставте його в з'єднувач — надійне з'єднання готове! Без будь-яких інструментів!

Переваги з'єднувача PUSH WIRE® Inline Splicing Connector серії 2773:

- забезпечує швидкий і простий ремонт пошкоджених кабелів;
- просто вставляєте одножильні та багатожильні кабелі в з'єднувач без використання будь-яких інструментів;
- з'єднуєте провідники в обмеженому просторі — завдяки особливо компактній конструкції з'єднувача довжиною всього 29 мм.

## ПРИКЛАДИ ВИКОРИСТАННЯ

### В монтажній коробці

Завдяки своїй компактній конструкції довжиною всього 29 мм, з'єднувач



**Рис. 1.** З'єднувач PUSH WIRE® Inline Splicing Connector серії 2773



**Рис. 2.** Використання з'єднувача PUSH WIRE® Inline Splicing Connector в монтажній коробці

PUSH WIRE® Inline Splicing можна вставляти в будь-яку монтажну коробку (рис. 2). Це робить прокладку кабелю надзвичайно зручною в умовах обмеженого простору.

Потрібно подовжити кабель? З'єднувач PUSH WIRE® Inline Splicing Connector швидко і легко допоможе в цьому! З'єднувач економить час і подовжує дроти перерізом від 0.75 до 4 мм<sup>2</sup> без будь-яких інструментів.

З'єднувач PUSH WIRE® серії 2773 від WAGO — це швидкий засіб для усунення несправностей у будь-якій ситуації. Він може з'єднувати провідники від 0.75 до 4 мм<sup>2</sup> в дуже обмеженому просторі без будь-яких інструментів. З'єднувач PUSH WIRE® Inline Splicing Connector і термоусадочна трубка утворюють необхідний набір для швидкого ремонту кабелю (рис. 3).

### Ремонт кабелю в стіні

У напружений день на будівельному майданчику кабель може бути пошкоджений в результаті свердління. Для з'єднувача PUSH WIRE® серії 2773 це не проблема, бо його можна використати для усунення несправностей у будь-якій ситуації. Відремонтувати пошкоджений кабель можна з використанням термоусадочної трубки. Це робить ремонт кабелю досить простим: відріжте кабель і приєднайте з'єднувач. Нарешті, надягніть термоусадочну трубку на щойно з'єднані кабелі й обтисніть її (рис. 4). Кабель надійно з'єднаний!

### У важкодоступних місцях

Сучасне будівництво висуває високі вимоги до електричних з'єднань, особливо коли мова йде про зручність експлуатації, безпеку, надійність та гнучкість. Кабельні з'єднання, розташовані у важкодоступних місцях, наприклад, у прихованих монтажних



**Рис. 3.** Необхідний набір для швидкого ремонту кабелю



**Рис. 4.** З'єднання кабелю за допомогою термоусадочної трубки

коробках, часто створюють проблеми для електриків. У таких випадках регулярна перевірка, обслуговування або ремонт неможливі. Тому всі з'єднання у важкодоступних місцях повинні бути виконані раз і назавжди, без можливості модифікації. Раніше в таких місцях були допустимі лише паяні, обтискні або спеціальні муфтові з'єднання, а їх монтаж був складним, допускав помилки та займав багато часу.

Стандарт DIN VDE 0100-520:2013-06, який діє з 2013 року, передбачає, що з'єднувальні елементи, які відповідають чинним стандартам на продукцію, можна використовувати і в місцях, які після монтажу стають недоступними. Всі монтажні клеми WAGO відповідають вимогам цього стандарту, в тому числі з'єднувачі PUSH WIRE® Inline Splicing Connector серії 2773.

**Більш детальну інформацію щодо продукції компанії WAGO можна отримати, звернувшись до ТОВ «Мікроприлад»:**

**03142, м. Київ,  
вул. О. Прицака, 4, офіс 101,  
тел.: +38 (044) 392-93-86,  
+38 (044) 392-93-87,  
e-mail: sales@micropribor.kiev.ua,  
https://micropribor.com.ua** **СН**



# WAGO

- Клеми
- Контролери
- Блоки живлення
- Панелі оператора
- Реле
- Перетворювачі сигналів



**ТОВ МІКРОПРИЛАД**

офіс 101, вул. Омеляна Прицака, 4, м. Київ, 03142, Україна

тел.: 380 44 **392 93 86** (багатоканальний), факс : 380 44 **392 93 87**

email: [sales@micropribor.com.ua](mailto:sales@micropribor.com.ua)

[www.micropribor.com.ua](http://www.micropribor.com.ua)

# Високовольтні електричні з'єднувачі компанії GES High Voltage

**Завдання забезпечення якісного електричного з'єднання виникає під час проектування обладнання різного призначення в багатьох галузях промисловості. Особливої уваги потребують питання комутації силових ліній з робочими напругами, що досягають десятків кіловольт.**

**Роз'єми, призначені для цих цілей, не тільки створюють надійний електричний контакт, а й повинні володіти підвищеною міцністю ізоляції, безпекою експлуатації та стійкістю до механічних і кліматичних впливів. Широку лінійку високовольтних компонентів, що задовольняють цим вимогам, пропонує німецька компанія GES High Voltage. У статті розглядаються особливості одно- і багатоcontactних з'єднувачів, рекомендованих виробником для застосування в різноманітних промислових пристроях.**

## ВСТУП

Заснована ще 1959 року, компанія GES High Voltage є нині провідним розробником високоякісних електричних з'єднувачів цивільного призначення. Компанія спеціалізується переважно на виробництві високовольтних роз'ємів, лінійка продукції включає компоненти з номінальними рейтингами напруг до 100 кВ і струмів до 80 А, а також широкий спектр комплектуючих до них. Усі пропоновані вироби відповідають вимогам, встановленим міжнародним стандартом IEC 60309 і його вітчизняним аналогом ДСТУ EN IEC 60309-1:2022 «Вилки, стаціонарні та переносні штепсельні розетки та увідні пристрої промислової призначеності. Частина 1. Загальні вимоги (EN IEC 60309-1:2022, IDT; IEC 60309-1:2021, IDT)».

Для модернізації наявних моделей і виробництва нових типів з'єднувачів компанія постійно працює в безпосередньому контакті зі споживачами. Вона має власний центр НДДКР, сучасні виробничі потужності та повністю оснащену тестову лабораторію. Для підтримки розробників високовольтного обладнання до кожного виробу додається повний комплект документації з рекомендаціями щодо застосування та технічного обслуговування, а також готові 3D-моделі роз'ємів. За запитом за-

мовників надаються зразки з'єднувачів для проведення тестових випробувань і практичної оцінки можливості їхнього застосування у своїх пристроях.

Протягом багатьох років серійна продукція компанії успішно використовується в багатьох галузях промисловості. Серед типових застосувань можна відзначити обладнання для виробництва напівпровідників, що забезпечує процеси літографії, легування, травлення тощо, пристрої діагностики якості матеріалів (рентгенівські системи неруйнівного контролю, мас-спектрометри, хроматографи, електронні мікроскопи), біотехнологічне лабораторне обладнання та медичні установки (томографи, рентгеноскопи, апарати УЗД), апаратуру ядерної фізики (тиратрони, магнетрони, прискорювачі часток, електронні гармати, фотоелектронні помножувачі), а також лазери, системи індукційного нагріву, електронно-променевого зварювання та оброблення поверхонь.

Крім серійних виробів, існує можливість виготовлення роз'ємів, розроблених відповідно до технічних вимог клієнта. Замовне розроблення охоплює як модифікацію стандартних компонентів, так і їхнє проектування з нуля. Отримані вироби дають змогу знайти оптимальне рішення стосовно конкретного завдання і можуть випускатися навіть у невеликих обсягах.

## Особливості високовольтних роз'ємів GES High Voltage

GES High Voltage приділяє велику увагу якості своїх компонентів. До очевидних переваг застосування пристроїв компанії належать:

- *Підвищена надійність.* Забезпечується безкомпромісними вимогами до якості використовуваних при виробництві матеріалів і дотримання технологій виготовлення. Конструктивно з'єднувачі випускаються як у пластикових, так і в металевих корпусах, призначених для використання спільно з неекранованими та екранованими кабелями. Герметичні металеві роз'єми з рівнем захисту аж до IP68 гарантують надійне функціонування в умовах впливу агресивних середовищ. Виготовляються з латуні, покритої нікелем, контакти мають срібне або золоте напilenня.
- *Безпека експлуатації.* Для забезпечення пожежної безпеки застосовуються виключно діелектрики з порівняльним індексом пробією ізоляції (СТІ, Comparative Tracking Index) 550 або вище, такі як PTFE (політетрафторетилен, тефлон), POM (поліоксиметилен), PBT (полібутилентерефталат) або PA6.6 (поліамід).
- *Жорсткий вихідний контроль.* Вся готова продукція піддається низці електричних, кліматичних і механічних випробувань. Велика частина з'єднувачів здатна витримати до 100 000 циклів стикування/розстикування без погіршення електричних характеристик.
- *Малі розміри та вага.* Зовнішні габарити багато в чому залежать від номінальних електричних параметрів, але в асортименті продукції присутні спеціально розроблені серії компактних роз'ємів, що вирізняються підвищеною міцністю і призначені для обладнання, що працює в польових умовах. Легкі пластикові корпуси з'єднувачів медичного призначення характеризуються невеликою вагою і простотою монтажу.
- *Широкий діапазон робочих температур.* Можливість застосування того чи іншого з'єднувача в розширеному



діапазоні робочих температур визначається характеристиками матеріалу ізолятора. Роз'єми GES High Voltage, що використовують POM-ізолятор, здатні надійно функціонувати за температур  $-20...+100$  °C, а з'єднувачі на основі PTFE працюють у діапазоні температур  $-50...+200$  °C. Таким чином, ці компоненти можна використовувати як усередині, так і поза приміщеннями, зокрема в суворих умовах експлуатації.

## ЛІНІЙКА ПРОДУКЦІЇ, ЩО ПРОПОНУЄТЬСЯ

Наразі компанія GES High Voltage пропонує широкий модельний ряд високовольтних циліндричних одно- і багатоконтактних роз'ємів у різних конфігураціях, а також гібридних модульних роз'ємів, призначених для з'єднання, окрім високовольтних електричних кіл, пневмоканалів і низьковольтних інформаційних ліній. Доступні серії різняться між собою електричними параметрами, кількістю контактів (1–14), матеріалом корпусу (пластик або метал), класом захисту (IP20–IP68), способом під'єднання жили (паяння або обтиск) тощо. Лінійка стандартних виробів містить (табл. 1):

- Одноконтактні циліндричні високовольтні роз'єми серій S і 100 з робочими напругами 10–100 кВ і струмами комутації до 80 А.
- Багатоконтактні циліндричні високовольтні роз'єми з різними конфігураціями виводів, призначені для роботи з напругами до 12 кВ і струмами до 30 А. Група включає серії M, MC і MCS, максимальна кількість контактів — 9.
- Пластикові високовольтні роз'єми серії VarioPro (кілька модифікацій) з допустимими робочими напругами до 13 кВ і струмами до 30 А.
- Модульні набірні роз'єми із серії MOD. Кількість і тип контактів, а також зовнішні габарити конкретного виробу користувач обирає, виходячи з поставленого завдання. У таблиці представлені виключно високовольтні електричні з'єднувачі. Роз'єми, що містять додаткові вставкі для організації інтерфейсів зв'язку, пневмомагістралей тощо буде розглянуто окремо.

### Одноконтактні циліндричні роз'єми

Одноконтактні високовольтні з'єднувачі серії S призначені для застосування

Таблиця 1. Основні характеристики високовольтних роз'ємів GES High Voltage

Серія	Кількість контактів	Робоча напруга, кВ DC	Тестова напруга, кВ DC	Номинальний струм, А	Клас захисту	Допустимий калібр кабелю
S	1	10–40	15–60	30	IP50	AWG 22–14
100	1	10–100	15–150	30–80	IP67	AWG 22–8
MCS	2, 4 або 6	5	8	4.5	IP68	AWG 26–22
MC	2–5	10	15	13	IP60	AWG 26–14
M	2–9	12	18	30	IP54	AWG 22–14
VarioPro CL	1–3	13	20	13	IP20	AWG 26–14
VarioPro Basic	1–2	8	12			
VarioPro SB10	1	10	15	30	IP65	AWG 20–12 AWG 22–14
MOD HP	2–14	12	18	25		
MOD T				30		

в лабораторному вимірювальному обладнанні та здатні витримувати робочі напруги до 40 кВ DC і номінальні струми до 30 А (до 3 кА в імпульсі). Рекомендовані для використання спільно з екранованими проводами діаметром до 6.5 мм і площею перетину центральної жили, що не перевищує 2.5 мм<sup>2</sup>. Виконані в суцільнометалевих нікельованих корпусах із латуні (CuZn). Виводи роз'ємів також виготовлені з латуні, мають срібне (за замовчуванням) або золоте (опція /Au в найменуванні) зносостійке покриття, що дає змогу уникнути окиснення, забезпечити добру провідність і постійний перехідний опір контакту, що не перевищує 300 мкОм. Як матеріал ізоляції застосовуються термопласти PTFE або POM, їхня вогнестійкість визначається стандартом UL94 і відповідає оцінкам V-0 і HB. Конструкція роз'ємів гарантує ступінь захисту від зовнішніх впливів — IP50 (пілозахищене виконання).

Циліндричні роз'єми серії S являють собою поєднання пари штепсельної вилки (HS) і штепсельної розетки (HB). З'єднання центральних провідників вилки і розетки стандартне: штировий контакт одного з'єднувача входить у гніздовий цанговий контакт іншого й утримується в ньому завдяки зусиллю, яке створюється пружним гніздом. Фіксація контакту виконується за допомогою приєднувальної гайки, розташованої на корпусі вилки, і різьблення на корпусі розетки. Для забезпечення гарантованої кількості циклів комутації (100 000) зусилля стикування і розстикування не повинно перевищувати 5.5

і 4 Н відповідно. Монтаж розетки до корпусу приладів можливий двома способами залежно від модифікації роз'єму (HBx0 або HBx1). Перші мають квадратні фланці з чотирма кріпильними отворами, у других її фіксація виконується за допомогою спеціальної гайки з внутрішньої сторони корпусу пристрою (рис. 1а). У вилки закладення центральної жили кабелю проводиться за допомогою паяння, що забезпечує простоту і хорошу якість контакту. Зовнішній провідник гнучкого кабелю (обплетення) закріплюється шляхом обтиску.

Аналогічну будову мають високовольтні роз'єми серії 100, що мають позиціонування для промислового застосування у важких умовах експлуатації та підвищену стійкість до ударних навантажень і сильних механічних впливів. Серія містить 12 різних моделей, розрахованих на граничні робочі напруги 10–100 кВ. Для кожного номіналу напруги доступні роз'єми з робочими струмами 30 А (максимальне значення 40 А) або 80 А (110 А). З'єднувачі з підвищеним рейтингом струму мають зменшений до 150 мкОм опір контакту і можуть використовуватися з проводами з діаметром центральної жили до 5 мм і зовнішнім діаметром до 14 мм. Також для кожного роз'єму випускаються модифікації, що відрізняються між собою наявністю внутрішньої або зовнішньої ущільнювальної манжети, адаптованої під різні діаметри дротів, що використовуються.

Роз'єми цієї серії пропонуються у вигляді пари: вилки KS1ху і розетки GB1ху, де х відповідає за номінальну напругу,

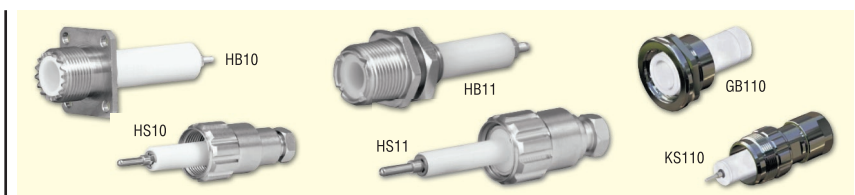


Рис. 1. Передаточная функция



Типорозмір	Схема розташування контактів
M2	 M130/2E
M3	
M5	
M7	
M9	

**Рис. 2.** Доступні конфігурації виводів багатоконтактних роз'ємів серії M

а у — за значення робочого струму. Нікельований корпус із тефлоновою ізоляцією забезпечує клас захисту IP67 (у з'єднаному стані), виводи мають виключно срібне покриття. Матеріал ізолятора (PTFE) здатний витримувати температури до +200 °С. Монтаж розетки на корпус приладу здійснюється тільки за допомогою сполучної гайки (рис. 16).

### Багатоконтактні циліндричні роз'єми

Лінійка серійно випущених багатоконтактних роз'ємів компанії, представлена трьома сімействами (M, MC і MCS), вирізняється універсальністю застосування. З'єднувачі серії M з надійним різьбовим з'єднанням знаходять широке застосування в колах постійного, змінного та імпульсного струму. Вони розраховані на робочі напруги до 12 кВ (моделі до 30 кВ DC) і струми до 30 А. Кожен роз'єм серії містить 2–9 контактів із латуні зі срібним напильником. Доступні контакти трьох видів, об'єднаних у різні комбінації (рис. 2).

Крім звичайних високовольтних контактів із діаметром 2.7 мм і перехідним опором пари 300 мкОм, можливе використання додаткових виводів для забезпечення заземлення або з'єднання кола контуру безпеки (E), а також допоміжних низьковольтних виводів із діаметром 1.5 мм, номінальним струмом 25 А та опором не більше ніж 500 мкОм (I).

Компоненти серії виготовляються в міцних герметичних алюмінієвих корпусах, покритих шаром нікелю, що забезпечують ступінь захисту від зовнішніх впливів IP54. Як матеріал діелектрика застосовується PTFE або POM. Залежно від

завдання на панель приладів можуть встановлюватися як штепсель, так і гніздо. Їх монтаж виконується за допомогою чотирьох отворів на фланцях корпусу. Відповідні частини (розетка і вилка відповідно), що утворюють з ними контактні пари, кріпляться на неекраниваний кабель. Монтаж дроту здійснюється за допомогою паяння, допустимий калібр кабелю варіюється від AWG 14 (площа поперечного перерізу 2.5 мм<sup>2</sup>) до AWG 16 (1.5 мм<sup>2</sup>). Зносостійкість роз'ємів досягає 100 000 циклів стикування/розстикування (показник гарантується для всіх типів контактів). Зовнішній вигляд роз'ємів серії показано на рисунку 3.

Серія MC об'єднує малогабаритні роз'єми, кожен з яких містить 2–5 виводів, розрахованих на робочу напругу до 10 кВ і струм до 13 А. На відміну від багатоконтактних компонентів серії M, вони призначені для комутації тільки високовольтних ліній. Вироби виготовляються в нікельованих корпусах із латуні, для покращення якості контакту виводи мають срібне або золоте покриття (рис. 4). З відмінних рис серії можна відзначити велику різноманітність доступних моделей. Завдяки наявності широкого спектра опціональних кабельних затискачів забезпечується можливість підключення проводів із зовнішнім діаметром 6.5–14 мм. Запресовування кабелю в контакт виконується за допомогою паяння, як ізолятор переважно використовується поліоксиметилен. Клас захисту пристроїв відповідає IP60 (IP65 за запитом). Окремо слід відзначити роз'єми типу MC520, що виготовляються із застосуванням PTFE і характеризуються підвищеною до 15 кВ робочою напругою.

Мініатюрні високовольтні роз'єми бюджетної серії MCS призначені для інтенсивної експлуатації в силових електричних колах лабораторного, медичного, вимірювального та тестового обладнання, а також у промислових установках з номінальною напругою до 5 кВ DC і струмом до 4.5 А. Для забезпечення безпеки функціонування передбачено тестування напругою 8 кВ постійного струму. Кожен роз'єм серії має парну кількість контактів (2, 4 або 6). Виводи з діаметром 0.7 мм виготовляються з латуні та виконані із золотим напильником. Надійна фіксація вилки і розетки здійснюється за допомогою різьбового з'єднання. Нікелеве покриття корпусу забезпечує відмінний захист від впливу промислових газів, сольових випарів та інших джерел корозії. Як ізолятор використовується полібутилентерефталат (PBT), який має високу стійкість до впливу розчинників і забезпечує надійне функціонування за температур -40...+150 °С. Клас захисту від зовнішніх впливів (IP68) забезпечує стабільну роботу з'єднувачів навіть у вкрай несприятливих умовах, зокрема під впливом агресивних середовищ. Гарантована кількість циклів стикування/розстикування — не менше 5000. Зовнішній вигляд роз'ємів серії MCS представлений на рисунку 5.

### Пластикові роз'єми серії VarioPro

Серія VarioPro включає високовольтні роз'єми, призначені для організації міжкабельного з'єднання. Основне при-



**Рис. 3.** Зовнішній вигляд багатоконтактних роз'ємів серії M



**Рис. 4.** Зовнішній вигляд багатоконтактних роз'ємів серії MC



Рис. 5. Зовнішній вигляд роз'ємів серії MCS

значення — медичне обладнання, а також аналітичні та лабораторні прилади, такі як лазерні установки, стереометри, кристалографи та інші. Компоненти серії здатні надійно функціонувати в колах з робочою напругою 8–13 кВ і струмом до 30 А. Вони вирізняються простотою обслуговування, високим рівнем безпеки та гнучкістю застосування за мінімально необхідного простору для розміщення. Пластикові деталі мають посилену конструкцію, мають хороші діелектричні показники та стійкість до ударних навантажень, зношування й стирання. З'єднувачі VarioPro виготовляються в негерметичному варіанті з рівнем захисту IP20 (за DIN EN 60529), стійкість до займання відповідає оцінці UL94 V-0. Вони забезпечують понад 1 000 циклів з'єднань/роз'єднань без істотного погіршення електричних характеристик, опір контакту штекер-гніздо не перевищує 5 мОм. Усі роз'єми поділяються на кілька типів, їхній зовнішній вигляд показано на рисунку 6.

Однополюсні роз'єми VarioPro Basic підходять для кабелів із розмірами AWG 26–14. Модифікація VarioPro Basic DF з одним або двома силовими контактами забезпечена додатковими пластиковими фланцями з двома отворами для кріплення штекера і гнізда між собою. Одноконтактні конектори VarioPro

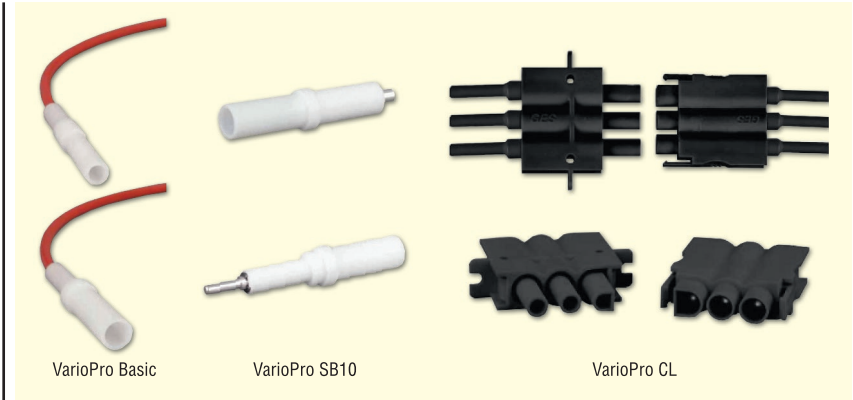


Рис. 6. Зовнішній вигляд одноконтактних роз'ємів серії VarioPro

SB10 позиціюються для з'єднання високовольтних ліній з вищими значеннями номінального струму (до 30 А). Кожен роз'єм VarioPro CL може мати 1–3 контакти. Відмінною особливістю цього типу є наявність практичного механізму автоматичної фіксації за допомогою пластикової засувки, що забезпечує неможливість випадкового розмикання з'єднання. Також конструкцією передбачено кріплення роз'єму у виріз на панелі приладів. Матеріал виготовлення і одночасно ізоляції — полібутилентерефталат (PBT). Виводи мають діаметр 1,6 мм, а також срібне або золоте напильнення (залежно від моделі).

### Модульні роз'єми

Серія MOD складається зі спеціалізованих модульних роз'ємів, що використовуються в роботизованих системах, контрольних панелях, пристроях автоматизованого зварювання, а також різноманітних промислових установках. Кожен роз'єм формуються на основі модульних вставок різного типу, що дають змогу комутувати не тільки основні силові та допоміжні низьковольтні елек-

тричні кола, а й лінії передавання даних мережею Ethernet, а також пневмоматриці. Контактна група визначається самим розробником виходячи з певного завдання. Під час вибору враховуються вимоги щодо кількості полюсів, навантажувальної здатності контактів (мінімальних комутованих струмів і напруг) і габаритів кінцевого роз'єму. Різні комбінації контактних груп, що об'єднуються, забезпечують високу гнучкість застосування, економлять вільний простір і усувають потребу в додаткових роз'ємах. Перелік та основні характеристики модульних вставок наведено в таблиці 2, а їхній зовнішній вигляд зображено на рисунку 7.

Крім силових вставок, розрахованих на робочу напругу до 12 кВ, наразі виробником пропонуються:

- група електричних вставок із 3–20 контактами і максимальною напругою від 63 В (для 20-вивідного варіанта) до 630 В (для 3-контактного);
- триконтактні модулі для з'єднання коаксіальних кабелів із хвильовим опором 50 Ом;
- вставки для передачі сигналів стандарту Ethernet (пропускна здатність

Таблиця 2. Характеристики модульних вставок роз'ємів серії MOD

Модуль	Тип модуля	Кількість контактів	Робоча напруга, В DC	Діаметр контактів, мм	Кількість циклів стикування/розстикування	Допустимий калібр кабелю
HiPro HV	Електричні високовольтні	2	12000	2.5	>500	AWG 20–12
PTFE HV 1		1	12000	2.7	>100000	AWG 14
PTFE HV 2		2	12000	2.7	>100000	AWG 14
20-контактний	Електричні низьковольтні	20	63	1.0	>500	AWG 28–20
10-контактний		10	400	1.6	>500	AWG 26–14
5-контактний		5	400	2.5	>500	AWG 20–12
3-контактний		3	630	3.6	>500	AWG 16–8
KOAX	Для коаксіальних кабелів	3	250	–	>500	RG 58, 174, 179, 316
RJ45	Комунікаційні	8 + 4 додаткових	–	–	>500	AWG 26–14 (для додаткових контактів)
ST-1PN-M та BU-1PN-M (гніздо)	Пневмо	1	–	–	>5000	–
ST-2PN-M та BU-2PN-M (гніздо)		2	–	–	>5000	–

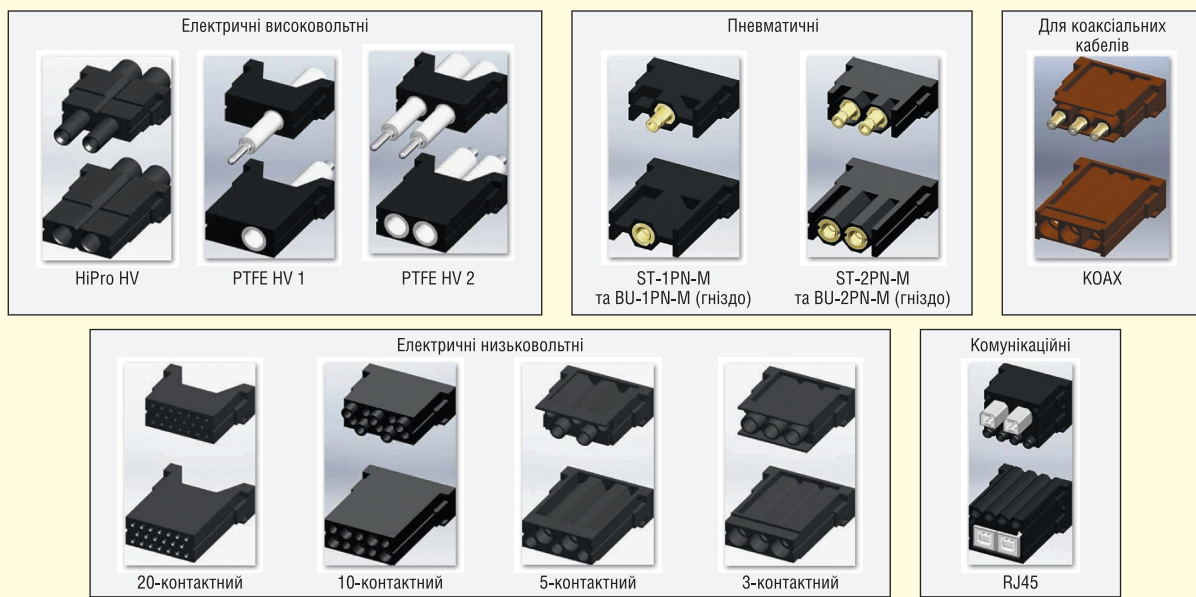


Рис. 7. Зовнішній вигляд модульних вставок роз'ємів серії MOD

до 100 Мбіт/с). Крім типового роз'єму RJ-45 містять чотири допоміжних низьковольтних канали;

- одно- і двоконтактні вставки для пневмомагістралей з робочим тиском до 8 бар.

Модульні вставки закріплюються разом за допомогою пластикових каркасів чотирьох типорозмірів. Залежно від розмірів каркасів можна об'єднати 2, 3, 5 або 7 модульних вставок різного призначення. Допускається встановлення як вилочних, так і розеткових контактних вставок, це дає змогу створювати необхідну конфігурацію кабельних з'єднань. Отриману конструкцію встановлюють у корпус роз'єму. Корпуси, що виготовляються з алюмінію, мають великий запас механічної міцності і надійно захищають контактні групи під час роботи у важких умовах експлуатації. Продумана конструкція і застосування якісних матеріалів дало змогу досягти класу захисту IP65 (повний захист від проникнення пилу і бризок води) у разі

застосування кабельних ввідів, які пропонуються додатково. Габарити корпусів також залежать від кількості модульних вставок, у межах одного типорозміру доступні пристрої як для кріплення на панелі приладів, так і для забезпечення міжкабельного з'єднання. Також пропонуються варіанти з кутовим введенням кабелю. Роз'єми, призначені для монтажу на приладову панель, мають чотири кріпильні отвори з діаметром 4.5 мм.

Спеціалізовані модульні роз'єми, які підходять для певних сфер застосування, постачаються як готові скомпоновані вироби. Вони мають повну сумісність із продукцією великих виробників, таких як Amphenol, Lapp, Wieland, Weidmueller тощо. Серед подібних виробів можна відзначити модульні високовольтні з'єднувачі, об'єднані в серії MOD HP і MOD T та розраховані на роботу в колах з напругою до 12 кВ і струмом 25 і 30 А відповідно. Кожен роз'єм серії MOD HP і MOD T може містити 2–14 контактів. Тип

MOD HP виконаний із застосуванням модульних вставок HiPro HV. Самі контакти, призначені під обтиск або паяння, виготовлені з латуні з напленням зі срібла і мають опір менше 2 МОм. Як матеріал ізоляції виступає поліамід PA 6.6 GF, з'єднання двох частин роз'єму здійснюється за допомогою засувки. Ці роз'єми гарантують не менше 500 циклів з'єднання/роз'єднання без погіршення електричних параметрів. Роз'єми типу MOD T побудовані на основі модулів PTFE HV, в яких для ізоляції виводів використовується фторопласт. Вони забезпечують не менше 100 000 циклів комутації, при цьому опір контактної пари не перевищує 0.3 МОм. Контакти під паяння мають діаметр 2.7 мм і виготовляються з латуні.

На рисунку 8 представлено зовнішній вигляд 4-полюсних роз'ємів MOD HP і MOD T. Одна частина контактної пари монтується на панель приладу, відповідна встановлюється на кабель.

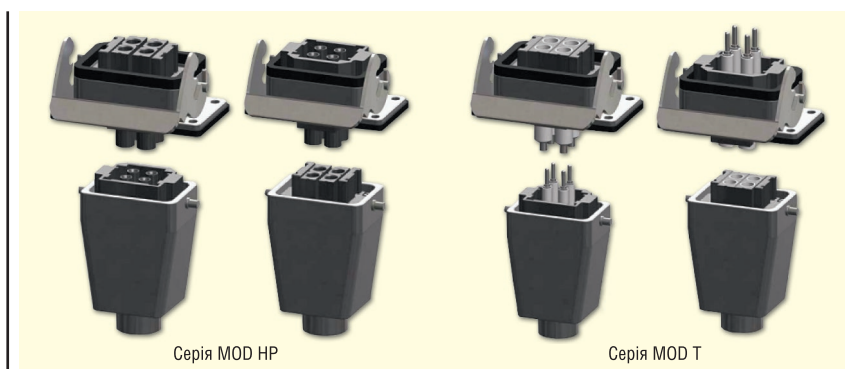


Рис. 8. Зовнішній вигляд 4-полюсних роз'ємів MOD HP і MOD T

## ВИСНОВОК

Широкий асортимент високовольтних роз'ємів у різному корпусному виконанні, що пропонується компанією GES High Voltage, підходить для більшості застосувань, де ключове значення мають надійність і безвідмовність функціонування апаратури, що розробляється. Традиційна німецька якість і багаторічний досвід роботи в цій галузі дають змогу створювати конкурентоспроможні вироби, які не поступаються відповідній продукції провідних виробників.



# НВП «ТЕХНОСЕРВІСПРИВІД»

Авторизований сервіс-партнер Danfoss Drives в Україні

[www.semismart.com.ua](http://www.semismart.com.ua), [semikron@ukr.net](mailto:semikron@ukr.net), [service\\_danfoss@ukr.net](mailto:service_danfoss@ukr.net)  
(044) 458 47 66, (067) 463 46 62, (095) 284 96 62



Офіційний представник в Україні



## 7-е покоління IGBT

Новий еталон  
для електроприводів

[www.semikron-danfoss.com](http://www.semikron-danfoss.com)

GENERATION  
IGBT  
7

Компанія Semikron Danfoss пропонує вам IGBT-транзистори 7-го покоління, розроблені спеціально для потреб електроприводів.

Вища питома потужність, нижча загальна вартість системи та більша ефективність – переваги говорять самі за себе.

### Особливості

Нижча напруга насичення  $V_{ce,sat}$

Підвищена здатність витримувати перевантаження до 175 °C

Втрати на комутацію і  $dv/dt$  оптимізовані для електроприводів

На 35% менший розмір корпусу, вища густина потужності в існуючих корпусах

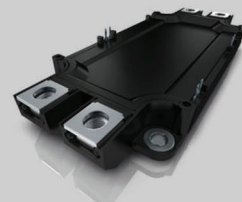
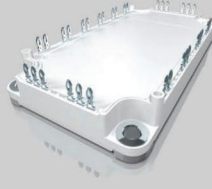
До 20% більша вихідна потужність або на 20% менші втрати потужності



Приводи з низьким енергоспоживанням  
SEMITOR E1/E2: 0.37–30 кВт



Приводи малої та середньої потужності  
MiniSKiIP: 0.37–110 кВт, SEMIX 6 Press-Fit: 15–75 кВт



Приводи середньої та великої потужності  
SEMIX 3 Press-Fit: 55–250 кВт

# Semikron Danfoss: силова електроніка вітрових турбін

## Енергія вітру

**Переклад та редагування: Володимир Павловський, к.т.н, с.н.с.,**  
Інститут електродинаміки (ІЕД) НАН України

**В статті розглянуто рішення компанії Semikron Danfoss для вітроенергетики.**

Портфоліо компанії Semikron Danfoss має широкий спектр продуктів для вітроенергетики: від модулів малої та середньої потужності для драйверів крену й тангажу до компонентів високої потужності для мультимегаватних перетворювачів потужності. У компанії

є готові рішення — від окремих модулів, зокрема спеціальних драйверів, до високопотужних SKiiP IPM і готових до використання блоків силової електроніки.

Попит на надійні запасні частини для забезпечення безперебійного генерування енергії до кінця терміну служби

турбіни стає все більш важливим. Компанія Semikron Danfoss має широкий асортимент продукції у цьому класі для забезпечення надійної роботи та обслуговування перетворювачів для вітрових турбін.

Продукція компанії Semikron Danfoss забезпечує максимальну надійність для наземних і морських вітрових турбін як у стандартних промислових корпусах, так і в потужних IPM SKiiP і силових електронних блоках (рис. 1).

### ДРАЙВЕРИ КРЕНУ Й ТАНГАЖУ

#### 5–100 кВт

Компактні конструкції та висока густина потужності

Стійкість до великих пікових перевантажень

Кілька осей в одному драйвері або драйвери із загальною шиною постійного струму

Надзвичайно високі надійність і термін служби

#### Номенклатура продукції:

- SEMITOR E – SEMIX 2
- MiniSKiiP – SEMIX 6
- SEMIX 2 – SEMIPACK
- SEMIX 2 – Драйвери

### ГОЛОВНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ

#### 1–18 МВт

Компактні конструкції та висока густина потужності

Висока надійність у важких умовах експлуатації до 2200 В постійного струму та до 1380 В змінного струму

#### Номенклатура продукції:

- SEMIX 3 Press-Fit – SKiiP 4/7 IPM
- SEMITRANS Classic – Драйвери
- SEMITRANS 10 – Блоки силової електроніки
- SEMITRANS 20

### ЗАПЧАСТИНИ ТА СЕРВІС

#### 1–18 МВт

Удосконалені силові модулі Semikron Danfoss для досягнення максимальної надійності та ефективності

Індивідуальні блоки спеціалізованих перетворювачів для вітрових турбін

Індивідуальні радіатори для силових модулів (SKiiP) для інтеграції в перетворювачі

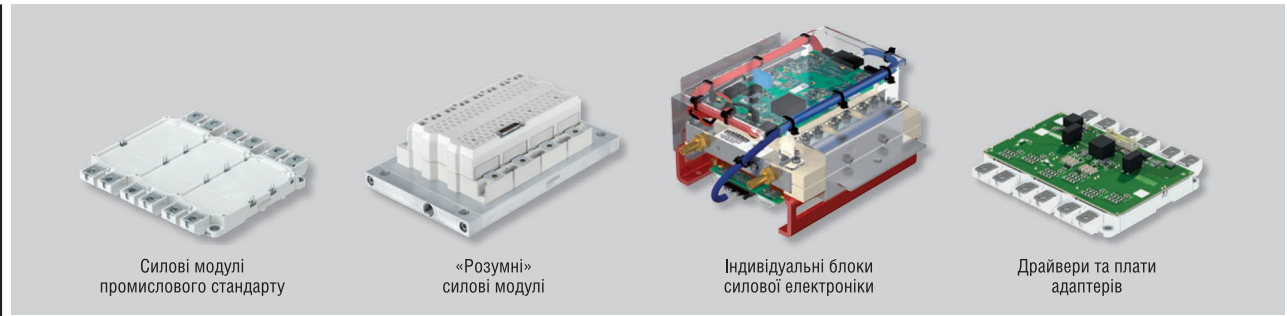
#### Номенклатура продукції:

- SEMIX Spring – SKiiP 4/7 IPM
- SKIM 93 – Драйвери
- SEMITRANS Classic – Блоки силової електроніки
- SEMIPACK – електроніки

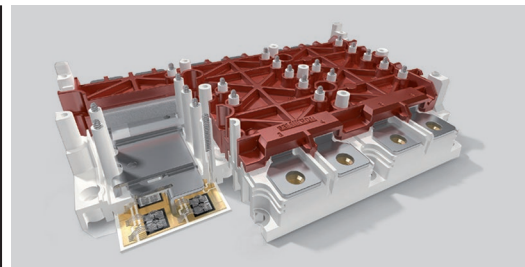


**Рис. 1.** Продукція компанії Semikron Danfoss забезпечує максимальну надійність для наземних і морських вітрових турбін





**Рис. 2.** Силові модулі, індивідуальні блоки силової електроніки, драйвери та плати адаптерів



**Рис. 3.** Модуль SKiM 93



**Рис. 4.** Використання блоків на основі модулів SKiM 93 призводить до збільшення терміну використання обладнання

**ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВІТРОВИХ ТУРБІН**

Сьогодні в усьому світі працює понад 400 000 вітрових турбін. Попит на надійні запасні частини для забезпечення безперерйного генерування енергії до кінця терміну служби турбіни стає все більш важливим. Компанія Semikron Danfoss має широкий асортимент продукції для забезпечення надійної експлуатації та технічного обслуговування перетворювачів для вітрових турбін. Від окремих силових модулів, IPM і драйверів до спеціалізованих блоків для модернізації — у Semikron Danfoss завжди є правильне рішення (рис. 2).

**Переваги продукції Semikron Danfoss**

Компанія Semikron Danfoss пропонує широкий асортимент силових модулів промислового стандарту, таких як сімейства SEMITRANS і SEMiX. До

нього входять силові модулі SKiIP IPM з індивідуальними охолоджувачами, які встановлюються у головний перетворювач вітрової турбіни. Асортимент доповнюють високонадійні блоки на основі модулів SKiM 93 (рис. 3), у яких паяння чипів замінене їх спіканням. Ця технологія дає змогу оптимізувати теплопровідність від чипа до радіатора та забезпечити роботу чипа за температури, що приблизно на 20 °C нижча, ніж у блоці від OEM (рис. 4). Компанія Semikron Danfoss також пропонує нові плати драйверів на основі новітньої технології Semikron Danfoss ASIC з передачею цифрового сигналу та додатковими функціями захисту.

Таким чином, до основних переваг продукції Semikron Danfoss можна віднести наступні:

- широкий асортимент модулів промислового стандарту;
- удосконалені силові модулі Semikron Danfoss для забезпечення максимальної надійності та ефективності;

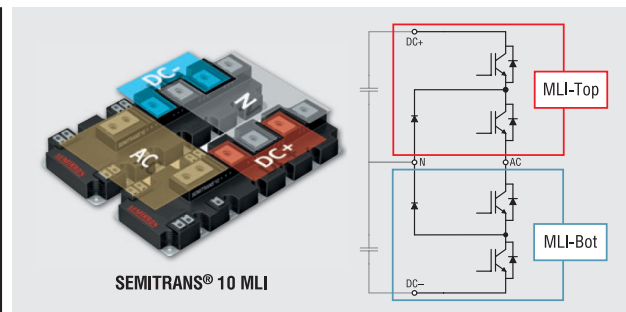
- індивідуальні блоки спеціалізованих перетворювачів для вітрових турбін;
- індивідуальні радіатори для модулів IPM (SKiIP) для інтеграції в перетворювачі;
- драйвери та плати адаптерів з високонадійною технологією Semikron Danfoss ASIC.

**ТЕХНОЛОГІЧНІ «РОДЗИНКИ»**

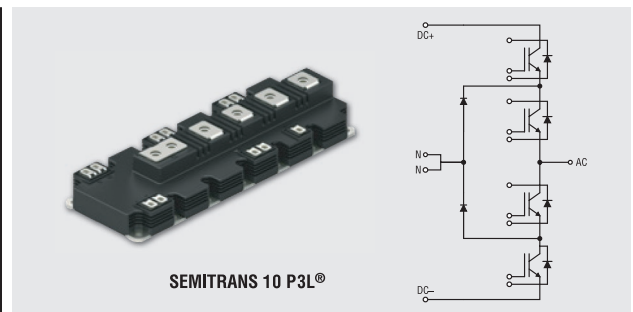
**Підвищення продуктивності в 3-рівневих топологіях SEMITRANS 10**

Там, де якість електроенергії та ККД є визначальними факторами в застосуваннях силової електроніки, 3-рівневі топології є надзвичайно важливими. Це особливо актуально для застосувань у сфері відновлюваної енергетики, у яких поєднання з новітніми IGBT-транзисторами 7-го покоління встановлює нові стандарти.

Силові модулі SEMITRANS 10 MLI (рис. 5) та SEMITRANS 10 P3L (рис. 6) да-



**Рис. 5.** Компактна фазна стійка на 1.5 МВт з модулем SEMITRANS 10 MLI



**Рис. 6.** Фазна стійка на 750 кВт з одиночним модулем SEMITRANS 10 P3L



ють можливість досягати діапазону напруги до 1 000 В змінного струму (1 500 В постійного струму) перетворювачам вітряних турбін у 3-рівневій топології NPC і підвищують ефективність їхньої роботи. Крім того, при заданій потужності можна обійтись меншою кількістю модулів в системі, якщо порівнювати з 3-рівневою топологією, побудованою на стандартних напівмостових модулях. Обмеження довжини контуру комутації у системах високої потужності одним або двома модулями робить паразитну індуктивність розсіювання нижчою, ніж будь-коли.

*Основні характеристики:*

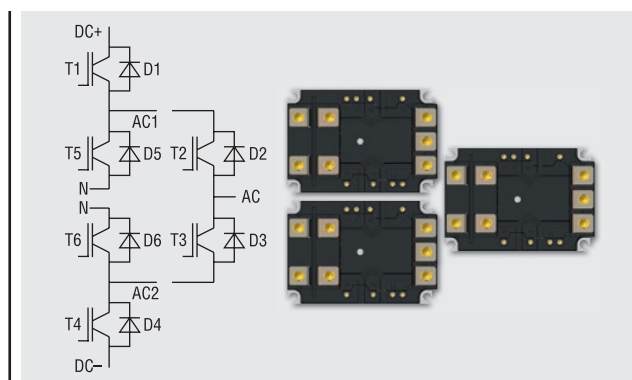
- менша вартість системи завдяки 3-рівневій топології;
- до 1.5 МВт без паралельного підключення;
- менші втрати на комутацію завдяки модулям IGBT на 1200 В;
- 7-е покоління модулів IGBT замінено на модулі, сумісні з модулями IGBT 7-го покоління;
- нижчий коефіцієнт гармонік (Total Harmonic Distortion, THD) дає змогу зменшити вимоги до фільтра;
- зменшення діаметру кабелю або зменшення втрат в кабелі;
- знижені вимоги до охолодження;
- висока густина потужності;
- низька паразитна індуктивність.

### Підвищення продуктивності в 3-рівневих топологіях SEMITRANS 20

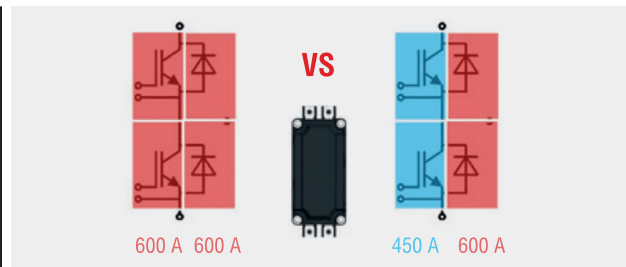
Для топологій ANPC новий силовий модуль SEMITRANS 20 поєднує в собі найменшу індуктивність розсіювання, найбільшу густину потужності та новітні модулі IGBT 7-го покоління, встановлюючи новий стандарт. Його конструкція, що базується на стандартній напівмостовій топології, дозволяє легко налаштувати ANPC і під'єднати ланку постійного струму з низькою індуктивністю (рис. 7). У поєднанні з технологією спікання зростає стійкість модулів до циклічних перепадів напруги, термін служби модулів зростає в 5 разів порівняно з попередніми поколіннями модулів з технологією паяння. Це гарантує безпечну та надійну роботу впродовж усього терміну експлуатації. Досвідчені інженери компанії Semikron Danfoss допоможуть вам з вибором пристрою, моделюванням і розробкою конструкції для різних випадків застосування.

*Основні характеристики:*

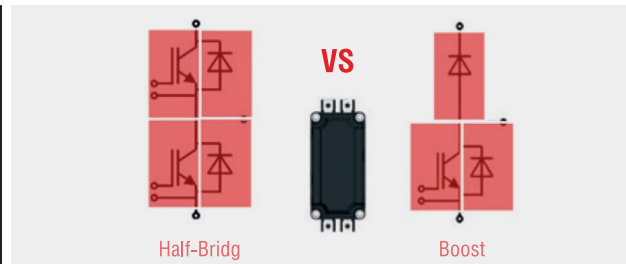
- нова стандартна комплектація для конструкції з кількома джерелами;
- індуктивність розсіювання не більше 10 нГ;
- просте під'єднання до ланки постійного струму;
- висока густина потужності;



**Рис. 7. Фазна стійка ANPC потужністю до 1.5 МВт з трьома модулями SEMITRANS 20; потужність можна збільшити до 6 МВт паралельним увімкненням чотирьох стійок**



**Рис. 8. Версія з покращеними діодами для використання з боку генератора**



**Рис. 9. Топологія Boost, яку використовують як гальмівний переривник**

- симетрична структура забезпечує рівномірний розподіл струму в багатомодульному паралельному з'єднанні;
- гнучкі та масштабовані технічні рішення для різних діапазонів потужності.

### Спеціально виготовлений для вітроенергетики модуль SEMiX®3 Press-Fit

Модуль SEMiX 3 Press-Fit допомагає досягти бажаних результатів з меншими зусиллями. Глибоко розуміючи вимоги користувачів і маючи багатий досвід застосування, компанія Semikron Danfoss здатна розподілити цінний кремній по найпотрібніших місцях схеми. Передові типи оптимізованих діодних напівмостових модулів і модулів гальмівного переривача є чудовими прикладами її постійних інновацій.

Оптимізований чипсет дозволяє вам створювати економічно ефективні рішення. Версія із застосуванням діодів на 1700 В/450 А з меншим використанням матеріалу може досягти такої ж продуктивності, як стандартний напівміст на 600 А на боці генератора (рис. 8). Для схеми гальмівного переривача спеціальна його версія з діодами 1700 В/450 А забезпечує значну економію порівняно з використанням стандартного напівмосту (рис. 9). Зараз уже доступні спеціальні модулі SEMiX 3 Press-Fit наступного покоління зі збільшеною густиною потужності та підвищеною ефективністю.

*Основні характеристики:*

- економічно ефективне рішення підвищує вашу конкурентоспроможність;
- менші витрати матеріалу без втрати продуктивності та надійності;
- стандартна комплектація;
- збалансована конструкція сприяє надзвичайно економічному використанню дорогого кремнію;
- відкритість для задоволення індивідуальних вимог.

### МОДУЛІ IGBT ТА МОДУЛІ ВИПРЯМЛЯЧА

Номенклатуру модулів IGBT та модулів випрямляча, а також їхні особливості наведено на рисунку 10.

**SEMITOR® E**

Від 0.4 до 55 кВт

**Перевищення стандарту для надзвичайно високої продуктивності**

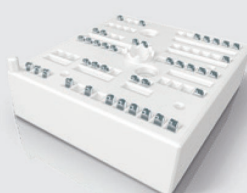
Стандартний силовий модуль без базової пластини на основі друкованої плати, з'єднаний за допомогою пресової посадки у двох типорозмірах корпусу

IGBT-модуль на напругу 650 В/1200 В та струм від 10 до 200 А

Випрямляч, CI, CIB і шестимодульна топологія

Оптимізована концепція монтажу та попередньо нанесена високоефективна термопаста забезпечують найнижчий термічний опір у своєму класі

Повна лінійка з модулями IGBT 7-го покоління  
Гібридні модулі та модулі, повністю побудовані на SiC, до 1200 В/250 А

**MiniSKiiP®**

Від 0.4 до 110 кВт

**Пружинна технологія без паяння для мінімального часу складання**

Повне сімейство силових модулів потужністю до 110 кВт

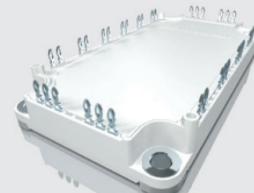
IGBT-модуль на напругу 650 В/1200 В та струм від 4 до 400 А

Гібридні модулі та модулі, повністю побудовані на SiC, на напругу 1200 В та струм від 50 до 150 А

Повний набір топологій: CIB, шестимодульна, 12-модульна, мостова, напівмостова, 3-рівнева, мостові випрямлячі з гальмієвим переривачем

Просте та гнучке розведення друкованої плати без отворів для виводів

Просте виготовлення універсальних конструкцій на одній друкованій платі

**SEMIX® 6**

Від 15 до 75 кВт

**Повний стандарт з пресовою посадкою**

Стандартний силовий модуль на базовій пластині з друкованою платою та пресовою посадкою

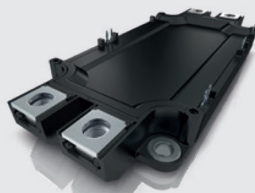
IGBT-модуль на напругу 650 В/1200 В та струм від 75 до 250 А

Випрямні діоди на напругу 1600 В і 2200 В та струм на 200 та 300 А

Мостовий випрямляч (B6U), топологія CIB і шестимодульна топологія

Новітня технологія запресовки виводів для оптимального складання та надійності з'єднання

Модулі IGBT 4-го покоління і IGBT M7 7-го покоління забезпечують високу безпеку ланцюга постачання

**SEMIX®3 Press-Fit**

Від 55 кВт до 4 МВт

**Перевищення стандарту для надзвичайно високої продуктивності**

Промисловий стандарт, що використовує технологію притискиних клем з корпусом висотою 17 мм

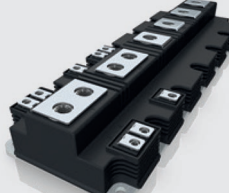
IGBT-модуль на напругу 650 В/1200 В/1700 В та струм від 225 А до 900 А

Гібридний SiC-модуль на 1200 В та струм 600 А

Напівмостова та розділена топологія NPC

Безпосереднє складання драйвера з силовими чипами

Постачається із вбудованим шунтовим резистором

**SEMITRANS® 10**

Від 500 кВт до 4 МВт

**Надійний модуль високої потужності**

Спеціальний корпус для модулів високої потужності

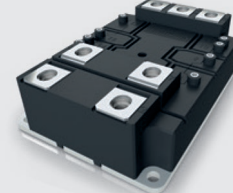
IGBT-модуль на напругу 1200 В та струм на 1400 А та 1800 А

IGBT-модуль на напругу 1700 В та струм на 1000 А та 1400 А

IGBT-модуль на напругу 2300 В та струм 1800 А

Напівмостова топологія зі спільним емітером, NPC і розділеною NPC

Новітні IGBT 7-го покоління для 3-рівневих модулів NPC

**SEMITRANS® 20**

Від 500 кВт до 6 МВт

**Новий стандарт у галузі високої потужності**

Новітній промисловий силовий модуль для високопотужних застосувань

IGBT-модуль на напругу 1200 В/1700 В та струм від 900 А до 1400 А

SiC-модуль на напругу 2000 В, струм 1700 А та опір 1 мОм

Напівмостова топологія

Низька індуктивність розсіювання, корпус розрахований на потужність з високою густиною

Підвищена надійність завдяки новітній технології виготовлення корпусу

**Рис. 10. Модулі IGBT та модулі випрямляча****НАЙПОТУЖНІШИЙ НА РИНКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИЛОВІ МОДУЛІ (IPM)**

Лінійка продуктів SKiiP IPM встановила стандарти для високопродуктивних і надійних конструкцій інверторів. Модулі SKiiP 4 (рис. 11) і SKiiP 7 (рис. 12) мають високу густину потужності в поєднанні з гнучкими варіантами охолодження, наприклад повітряним або водяним; для них також застосовують спеціальні радіатори. Надійна технологія драйвера, вбудовані датчики струму та комплексні функції захисту доповнюють конструкцію IPM.

Модуль SKiiP 7 стає все більш популярним в промисловому застосуванні. Завдяки своїй шестипакетній або напів-

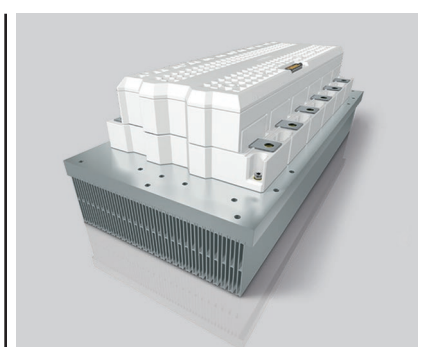
мостовій топології він охоплює діапазон струму від 500 до 2400 А.

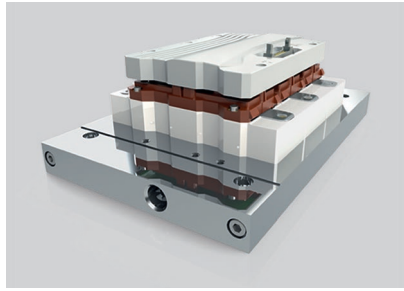
Модуль SKiiP 4, доступний у напівмостовій топології, був оптимізований для надвисоких вимог роботи у режимі циклічних навантажень та охоплює більший діапазон потужностей — до 3600 А.

Щоб забезпечити максимальну надійність і термін служби, монтаж силових частини модуля на 100% не містить паяння з'єднань. Технологія кріплення спіканням замінює шар припою, який є основною причиною обмеження терміну служби модуля, таким чином покращуючи потужність і термоциклічні можливості модуля.

Крім того, було застосовано технологію високоефективного охолодження (*High Performance Cooling, HPC*), яка

забезпечує на 25% більшу вихідну потужність порівняно зі стандартним водяним охолодженням. Також можливе

**Рис. 11. Модуль SKiiP® 4 (до 2 МВт, доступні з SiC MOSFET)**



**Рис. 12. Модуль SKiiP® 7 (від 150 кВт до 2.4 МВт)**

виконання модуля з двостороннім монтажем NPC, що забезпечує ще більшу густину потужності.

Інтегрований драйвер затвору у модулі SKiiP 4 встановив нові стандарти з точки зору надійності та розширеної функціональності завдяки використанню інтерфейсу CAN. Цифровий драйвер гарантує надійну ізоляцію між первинною та вторинною сторонами як для сигналів керування ключами, так і для вимірювання параметрів. Інтерфейс CAN дозволяє налаштовувати параметри конфігурації модуля SKiiP 4 і контролювати його параметри.

*Основні властивості:*

- напівмостова схема та 6-ти корпусна конструкція;
- 1200 В/1700 В: від 500 до 3600 А;
- 2000 В SiC: від 1200 до 2400 А;
- гнучкі варіанти охолодження: повітряне, водяне, або індивідуальні варіанти охолодження;
- можлива паралельна робота модулів для ще більшої вихідної потужності.

## СИЛОВІ ЕЛЕКТРОННІ БЛОКИ, ПОВНІСТЮ АДАПТОВАНІ ДО ВАШИХ КОНКРЕТНИХ ПОТРЕБ

### Стандартні блоки

Всі силові електронні блоки дозволяють клієнтам компанії Semikron Danfoss досягати успіху на динамічних ринках і

вирішувати будь-які глобальні завдання. Компанія поставляє блоки, які містять випрямлячі, IGBT- та SiC-модулі для напруг змінного струму від 380 В до 1000 В. Стандартні блоки Semikron Danfoss охоплюють діапазон вихідного струму від 70 до 4000 А. Новий SEMIKUBE MLI (рис. 13) пропонує всі переваги 3-рівневої топології в готовому продукті. Він містить в собі все необхідне, що потрібно для швидкого виведення продукту на ринок.

Стандартні блоки IGBT з водяним охолодженням:

- SEMIKUBE MLI;
- SEMISTACK RE.

### Індивідуальні блоки

Окрім стандартних блоків, компанія Semikron Danfoss має величезний досвід у розробці індивідуальних рішень для клієнтів. В її технологічних центрах по всьому світу працюють інженери, що можуть запропонувати конкретні рішення шляхом адаптації існуючих платформ або розробки індивідуальних перетворювачів.

Співпраця з компанією Semikron Danfoss надає клієнтам чотири ключові переваги для їхнього успіху:

- найкоротший час виходу на ринок;
- економія витрат на дослідження та розробку, виробництво та випробування;
- глобальний характер виробництва блоків Semikron Danfoss по всьому світу;
- висококваліфікована команда інженерів з величезним досвідом роботи.

### IGBT-ДРАЙВЕРИ

Унікальний асортимент продукції компанії Semikron Danfoss забезпечує доступ до всіх відомих галузей промисловості за допомогою універсального рішення, яке поєднує найсучасніші силові модулі та електроніку драйверів.



**Рис. 13. Трирівневий блок NPC з водяним охолодженням**

IGBT-драйвери компанії Semikron Danfoss доступні у вигляді двоканальних пристроїв, які підходять для будь-якого стандартного напівпровідникового модуля живлення, або як рішення Plug-and-Play, які ідеально підходять для модулів SEMiX 3 Press-Fit, SEMITRANS 10 і сумісних з ними модулів (рис. 14).

### Економічна ефективність

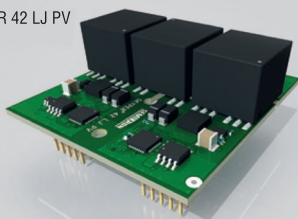
Досягніть виняткової компактності системи та створіть компактні та економічно ефективні конструкції інверторів за допомогою драйверів компанії Semikron Danfoss, використовуючи технологію високої інтеграції ASIC. Ізольовані сигнали датчика температури та напруги кола постійного струму на інтерфейсі драйвера, і блокування від перенапруги та перегріву також допомагають значно знизити витрати на систему.

### Економія часу

Понад 25 років досвіду в розробці інноваційної електроніки IGBT-драйверів дозволяє компанії Semikron Danfoss швидко знайти рішення майже для будь-якої проблеми, пов'язаної з схематехнікою драйверів. Драйвери Plug-and-Play напряму підключаються до більшості стандартних модулів IGBT. Ядра IGBT-драйверів підходять до адаптерних або базових друкованих плат. Для останнього випадку компанія надає всі виробничі дані, щоб



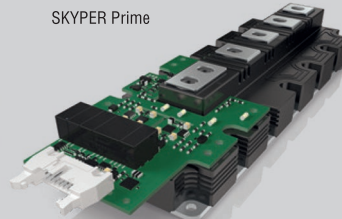
SKYPER 42 LJ PV



#### Ядра драйвера

Двоканальні ядра драйверів для інтеграції друкованої плати з технологією Semikron Danfoss ASIC та вбудованими функціями безпеки

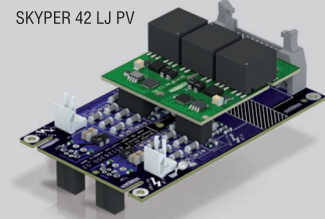
SKYPER Prime



#### Драйвер Plug-and-Play

Двоканальні драйвери для прямого монтажу модуля з електричним або оптичним інтерфейсом

SKYPER 42 LJ PV

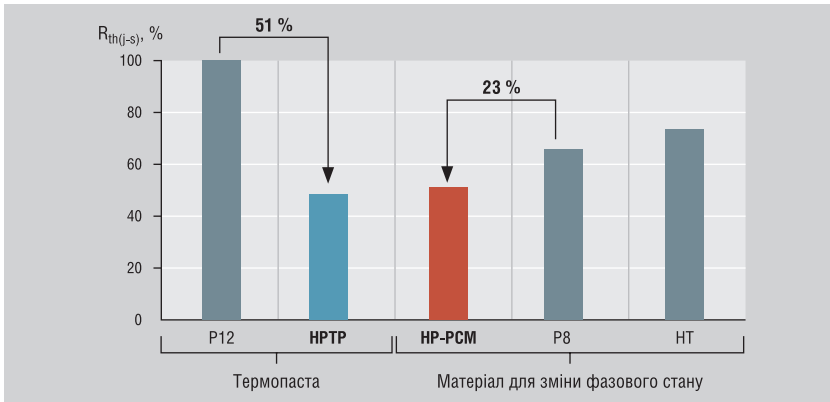


#### Плата адаптера та приклади застосування

Плати адаптера для встановлення ядра драйвера на IGBT- та SiC-модулях Semikron Danfoss

**Рис. 14. IGBT-драйвери компанії Semikron Danfoss**





**Рис. 15.** Використання НРТР та НР-PCM забезпечують найкращі в своєму класі теплові характеристики

скоротити час розробки та прискорити час виходу на ринок.

### Надійність

Драйвери SKYPER — це добре відомі стійкі та надійні IGBT-драйвери, що працюють у складних умовах навколишнього середовища. Впродовж багатьох років експлуатації фірмова технологія драйвера IGBT невпинно вдосконалювалася. Ця технологія встановлює нові стандарти основних методів безпечного керування затвором, надійного захисту затвору та посиленої ізоляції.

### Компактна конструкція

Технологія SKIC ASIC від Semikron Danfoss забезпечує дуже компактну конструкцію системи з мінімальною кількістю периферійних компонентів. Завдяки високоінтегрованій обробці сигналу та багатоканальній обробці збоїв ASIC забезпечують надійне керування затвором.

#### Основні характеристики:

- посилена ізоляція у колах передачі сигналу та живлення;
- двоканальний драйвер;
- стійкість до сплесків напруги з амплітудою до 1700 В у мережі електроживлення;
- напруга до 1500 В шини постійного струму;
- амплітуда струму від 8 до 35 А на один канал;
- пікова потужність від 1 до 4.2 Вт на один канал;
- підходить для багаторівневих топологій та IGBT 7-го покоління.

### ЗАЛИШАЙТЕСЯ ХОЛОДНИМИ: РОЗСІЮВАННЯ ТЕПЛА — НАША РОБОТА

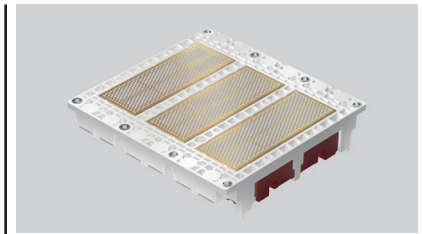
Компанія Semikron Danfoss була першим виробником силових модулів на

ринку електроніки, який запропонував силові модулі з попередньо нанесеним термоінтерфейсним матеріалом (*Thermal Interface Material, TIM*). Зараз вона має понад два десятиліття досвіду та понад 30 мільйонів попередньо надруктованих (*Pre-Printed*) модулів у цій галузі.

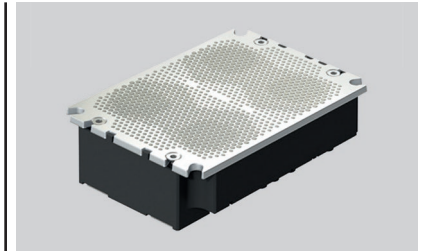
Компанія Semikron Danfoss розробляє шаблони друку для кожного типу модуля, щоб одержати найкращий розподіл і товщину TIM, коли модуль встановлюється на радіаторі. Ці шаблони друкуються на модулях у спеціально очищеному середовищі на автоматизованій лінії шовкографії та трафаретного друку. Для забезпечення рівномірності нанесення шаблонів використовується статистичний контроль процесу (*Statistical Process Control, SPC*). Спеціальна упаковка гарантує, що TIM надійде на вашу виробничу лінію в бездоганному стані.

Компанія Semikron Danfoss пропонує термопасту або матеріал для зміни фазового стану залежно від вимог клієнта (наприклад, підвищення продуктивності, зменшення зусиль при транспортуванні) і типу модуля (з базовою плитою або без неї). Надійному монтажу модулів без базової плити сприяє матеріал з низькою в'язкістю, такий як термопаста. Високоєфективна термопаста (*High Performance Thermal Paste, НРТР*) добре підходить для цього та завдяки оптимізованому вмісту наповнювача забезпечує найкращі в своєму класі теплові характеристики (рис. 15).

Крім того, для полегшення роботи під час складання перетворювачів більшість силових модулів також можуть поставлятися з попередньо нанесеним матеріалом для зміни фазового стану (*Phase Change Material, PCM*) (рис. 16, 17). Згадані вище матеріали мають тверду консистенцію при кімнатній температурі. При нагріванні модуля після першого увімкнення PCM розтікається, заповню-



**Рис. 16.** Модуль без базової плити з попередньо нанесеною термопастою



**Рис. 17.** Модуль з базовою плитою і попередньо нанесеним матеріалом для зміни фазового стану

ючи проміжки та забезпечуючи тепловий інтерфейс. Застосовуючи НР-PCM (*High Performance Phase Change Material*), новий ексклюзивний високоєфективний матеріал для зміни фазового стану від Semikron Danfoss, поєднуються переваги фазозмінного матеріалу з ефективністю найкращої доступної пасти.

#### Основні характеристики:

- шаблони для конкретних модулів для оптимізованого розподілу TIM;
  - спрощена логістика та зниження витрат на виробництво;
  - покращена надійність блоків;
  - збільшений термін служби та висока надійність.
- Продукти:
- НРТР: високоєфективна термопаста;
  - НР-PCM: високоєфективний матеріал для зміни фазового стану.

**Більш детальну інформацію щодо продукції Semikron Danfoss можна отримати, звернувшись до офіційного дистриб'ютора в Україні — ТОВ НВП «Техносервіс-привід»:**

**03057, м. Київ,  
пр-т Берестейський, 56,  
офіс 335,  
тел.: +38 (044) 458-47-66,  
+38 (067) 463-46-62,  
+38 (095) 284-96-62,  
e-mail: sp.tsdrive@gmail.com,  
semikron@ukr.net,  
service\_danfoss@ukr.net  
www.tsdrive.com.ua,  
www.semismart.com.ua**

# Огляд силових промислових запобіжників компанії Littelfuse

**Запобіжники класу RK5**, до якої входять серії FLNR, FLNR\_ID, FLSR, FLSR\_ID і IDSR, мають помірний ступінь обмеження струму, що підходить для багатьох застосувань. Двоелементна конструкція забезпечує покращений захист від короткого замикання і перевантаження. Запобіжники серії FLSR оптимальні для захисту кіл із двигунами. Крім того, серії FLNR\_ID, FLSR\_ID і IDSR забезпечують візуальну індикацію перегорілого запобіжника.

**Запобіжники серії FLNR, FLNR\_ID, FLSR, FLSR\_ID** [9, 10] показано на рисунку 10.

Номинальний струм для цієї серії перебуває в діапазоні 0.1–600 А, під час замовлення вказується його фактичне значення з великого асортименту пропонованому ряду.

Номинальна напруга змінного струму: 250 В (FLNR, FLNR\_ID) і 600 В (FLSR, FLSR\_ID); постійного струму: 125 В (FLNR, FLNR\_ID) і 300 В (FLSR, FLSR\_ID).

Вимикальна здатність: 200 кА для змінного струму, 20 кА для постійного струму.

Для встановлення запобіжників цих серій рекомендовані тримачі серій LFR60 і LFR25.

Запобіжники серій FLNR, FLNR\_ID, FLSR, FLSR\_ID виготовляють у тих самих корпусах, що й запобіжники серій KLNR і KLSR (рис. 7), габаритні розміри серій FLNR, FLNR\_ID збігаються з габаритами серії KLNR, а габаритні розміри серій FLSR, FLSR\_ID збігаються з габаритами серії KLSR (табл. 3).

**Запобіжники серії IDSR** [11] показано на рисунку 11.

Номинальний струм для цієї серії перебуває в діапазоні 0.1–600 А, при замовленні вказується його фактичне значення з великого асортименту в пропонованому ряду.

Номинальна напруга змінного і постійного струму 600 В.

Вимикальна здатність: 200 кА для змінного струму, 20 кА для постійного струму.

Для встановлення запобіжників цієї серії рекомендовані тримачі серії LFR60.

**Запобіжники класу J** відповідають вимогам стандартів UL 248-8 і CSA C22.2 № 106 (класифікований як HRCI-J). До цього класу входять серії JLS, JTD, JTD\_ID і LDFJ, які не взаємозамінні із запобіжниками інших класів.

**Швидкодіючі запобіжники серії JLS** [12] (рис. 12) забезпечують ефективний захист від перевантаження і короткого замикання для життєво важливих промислових застосувань і систем перетворення енергії. Завдяки своїм компактним габаритам забезпечують економію місця в конструкції.

Номинальний струм для цієї серії перебуває в діапазоні 1–600 А, до того ж при замовленні вказується його фактичне значення з великого асортименту в пропонованому ряду.

Номинальна напруга змінного струму 600 В.

Вимикальна здатність: 200 кА для змінного струму.

Для встановлення цих запобіжників рекомендовані тримачі серій LFR60 і LFR25 (для запобіжників із номінальними струмами 0.1–60 А).

Корпуси, у яких виготовляють запобіжники серії JLS, показано на рис.



Рис. 10. Запобіжники серій FLNR, FLNR\_ID, FLSR, FLSR\_ID



Рис. 11. Запобіжники серії IDSR



Рис. 12. Запобіжники серії JLS

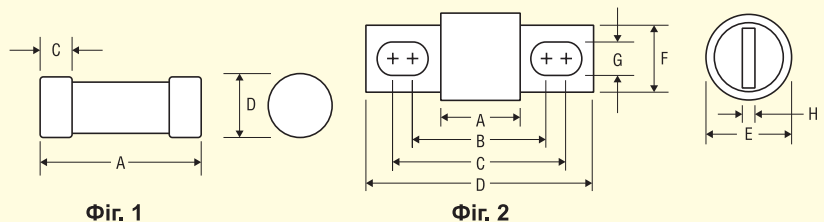


Рис. 13. Корпуси, в яких виготовляються запобіжники серії JLS

\* Продовження. Початок див. CHIP NEWS, № 7, 2024.

**Таблиця 4. Габаритні розміри запобіжників серії JLS**

Струм, А	Фіг. № на рис. 13	Розмір, дюйм (мм)							
		A	B	C	D	E	F	G	H
1-30	1	2 1/4 (57.2)	-	1/2 (12.7)	13/16 (20.6)	-	-	-	-
35-60		2 3/8 (60.3)	-	5/8 (15.9)	1 1/16 (27.0)	-	-	-	-
70-100	2	2 5/8 (66.7)	3 17/32 (89.7)	3 23/32 (94.5)	4 5/8 (117.5)	1 (25.4)	3/4 (19.1)	9/32 (7.1)	1/8 (3.2)
110-200		3 (76.2)	4 9/32 (108.7)	4 15/32 (113.5)	5 3/4 (146.1)	1 1/2 (38.1)	1 1/8 (28.6)		3/16 (4.8)
225-400		3 3/8 (85.7)	5 1/8 (130.2)	5 3/8 (136.5)	7 1/8 (181.0)	2 (50.8)	1 5/8 (41.3)	13/32 (10.3)	1/4 (6.4)
450-600		3 3/4 (95.3)	5 27/32 (148.4)	6 5/32 (156.4)	8 (203.2)	2 1/2 (63.5)	2 (50.8)	17/32 (13.5)	3/8 (9.5)

сунку 13, а їхні габаритні розміри — у таблиці 4.

Запобіжники з тимчасовою затримкою серій JTD і JTD\_ID [13] (рис. 14) призначені для захисту кіл двигунів і трансформаторів. Затримка становить мінімум 10 с за струму, що дорівнює 500% від номінального значення. Запобіжники серії JTD\_ID мають запатентовану конструкцію, що зменшує кількість хибних спрацьовувань та забезпечують візуальну індикацію перегорання.

Для цієї серії номінальний струм становить 0.8-600 А, при замовленні вказується його фактичне значення з великого асортименту в пропонуваному ряду.

Номінальна напруга змінного струму 600 В, постійного струму 300 В (для запобіжників з номінальними струмами 0.8-100 А) і 500 В (для запобіжників з номінальними струмами 110-600 А).

Вимикальна здатність: 200 кА для змінного струму, 20 кА для постійного струму.

Для встановлення цих запобіжників рекомендовані тримачі серій LFJ60 і LFPSJ (для запобіжників із номінальними струмами 0.8-60 А).

Корпуси, у яких виготовляють запобіжники серій JTD і JTD\_ID, та їхні габаритні розміри такі самі, що й у запобіжників серії JLS (рис. 13, табл. 6).

Запобіжники серії LDFJ [14] (рис. 15) забезпечують економію місця за високої ефективності захисту від короткого замикання приводів змінного і постійного струму, силових напівпровідникових пристроїв і контролерів двигунів.

Номінальний струм для цієї серії перебуває в діапазоні 1-600 А, під час замовлення вказується його фактичне значення з великого асортименту в пропонуваному ряду.

Номінальна напруга змінного струму 600 В, постійного струму 450 В (для запобіжників з номінальними струмами 30-600 А).

Вимикальна здатність: 200 кА для змінного струму, 100 кА для постійного струму.

Для встановлення цих запобіжників рекомендовані тримачі серій LFJ60 і LFPSJ (для запобіжників із номінальними струмами 1-60 А).

Корпуси, у яких виготовляють запобіжники серії LDFJ, показано на рисунку 16, а їхні габаритні розміри — у таблиці 5.

Запобіжники класу CC/CD відповідають вимогам стандартів UL 248-4 і CSA C22.2 № 106 (класифікований як HRCI-Misc.). До цього класу входять серії: KLKR, KLDL і CCMR.

Швидкодіючі запобіжники серії KLKR [15] (рис. 17) завдяки компактним розмірам і швидкій реакції на перевантаження знаходять широке застосування в колах загального призначення в OEM-обладнанні та панелях керування.

Номінальний струм для цієї серії перебуває в діапазоні 0.1-30 А, під час замовлення вказується його фактичне значення з великого асортименту в пропонуваному ряду.



Рис. 14. Запобіжники серій JTD та JTD\_ID

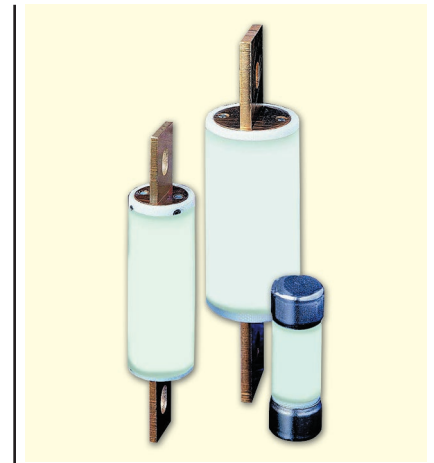


Рис. 15. Запобіжники серії LDFJ

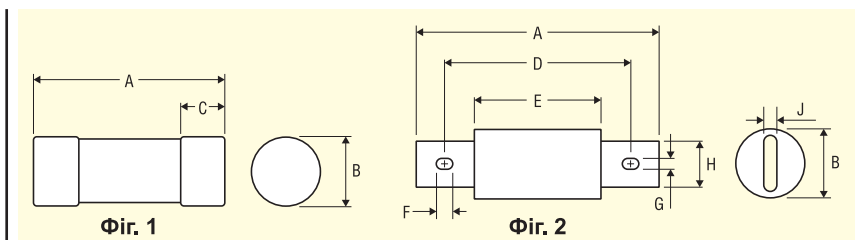


Рис. 16. Корпуси, в яких виготовляються запобіжники серії LDFJ

**Таблиця 5. Габаритні розміри запобіжників серії LDFJ**

Струм, А	Фіг. № на рис. 16	Розмір, дюйм (мм)								
		A	B	C	D	E	F	G	H	J
1-30	1	2.25 (57.2)	0.81 (20.6)	0.50 (12.7)	-	-	-	-	-	-
35-60		2.38 (60.5)	1.06 (26.9)	0.63 (16.0)	-	-	-	-	-	-
70-100	2	4.63 (117.6)	1.13 (28.7)	-	3.63 (92.2)	2.63 (66.8)	0.43 (10.9)	0.28 (7.1)	0.75 (19.1)	0.13 (3.3)
110-200		5.75 (146.1)	1.63 (41.4)	-	4.38 (111.3)	3.0 (76.2)	-	-	1.13 (28.7)	0.19 (4.8)
225-400		7.13 (181.1)	2.11 (53.6)	-	5.25 (133.4)	3.38 (85.9)	0.58 (14.7)	0.41 (10.4)	1.63 (41.4)	0.25 (6.4)
450-600		8.0 (203.2)	2.5 (63.5)	-	6.0 (152.4)	3.75 (95.3)	0.74 (18.8)	0.53 (13.5)	2.0 (50.8)	0.38 (9.7)





**Рис. 17. Запобіжник серії KLKR**

Номінальна напруга змінного струму 600 В, постійного струму 300 В.

Вимикальна здатність: 200 кА для змінного струму, 20 кА для постійного струму.

Для встановлення цих запобіжників рекомендовані тримачі серій L60030C і LPSC Touch-Safe.

Корпус, у якому виготовляють запобіжники серії KLKR, показано на рисунку 18.

Запобіжники з тимчасовою затримкою серії KLDL [16] (рис. 19) призначено для захисту трансформаторів, соленоїдів та аналогічних індуктивних компонентів із високими струмами намагнічування. Забезпечують чудовий захист кіл двигунів, що містять контролери та контактори.

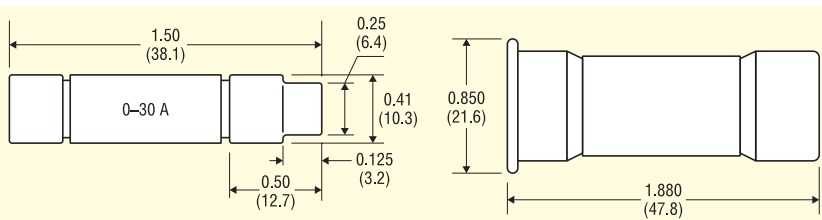
Номінальний струм для цієї серії перебуває в діапазоні 0.1–30 А, причому



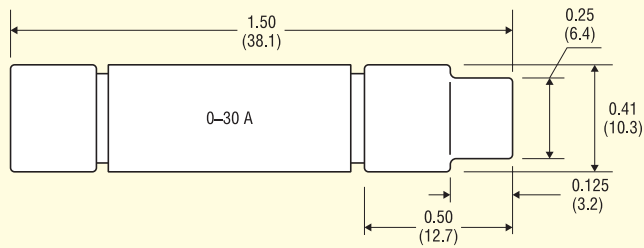
**Рис. 19. Запобіжник серії KLDL**



**Рис. 20. Запобіжники серії CCMR**



**Рис. 21. Корпуси, у яких виготовляються запобіжники серії CCMR (розміри вказано в дюймах, а в дужках – у міліметрах)**



**Рис. 18. Корпус, у якому виготовляють запобіжники серії KLKR (розміри вказано в дюймах, а в дужках – у міліметрах)**

під час замовлення вказується його фактичне значення з великого асортименту в пропонуваному ряду.

Номінальна напруга змінного струму 600 В, постійного струму 300 В.

Вимикальна здатність: 200 кА для змінного струму, 20 кА для постійного струму.

Для встановлення цих запобіжників рекомендовано тримачі тих самих серій, що й для запобіжників серії KLKR, а корпус, у якому їх виготовляють, збігається з тим, у якому випускають запобіжники серії KLKR (рис. 18).

Запобіжники з тимчасовою затримкою серії CCMR [17] (рис. 20) спеціально розроблені для захисту кіл двигунів малої потужності та витримують тривалі пускові струми.

Номінальний струм для цієї серії перебуває в діапазоні 0.2–60 А, під час замовлення вказується його фактичне значення з великого асортименту в пропонуваному ряду.

Номінальна напруга змінного струму 600 В, постійного струму 250–500 В (залежно від номінального струму).

Вимикальна здатність: 200 кА для змінного струму, 20 кА для постійного струму.

Для встановлення цих запобіжників рекомендовані тримачі серій: LFC600, L60030C, LPSC Touch-Safe (для запобіжників із номінальними струмами 0.2–30 А), 571/572 (для монтажу на панель для запобіжників із номінальними струмами 0.2–30 А).

Корпуси, у яких виготовляють запобіжники серії CCMR, показано на рисунку 21.

Запобіжники класу T відповідають вимогам стандартів UL 248-15, CSA C22.2 № 106 (класифікований як HRCI-T). До цього класу входять серії JLLN і JLLS (рис. 22), які не замінюються запобіжниками будь-якого іншого класу.

Запобіжники цих серій мало не втричі компактніші за запобіжники класу R, і зазвичай їх використовують для швидкодіючого захисту від короткого замикання неіндуктивних кіл та обладнання, чутливого до перенапруг. Це можуть бути приводи з регульованою швидкістю, джерела живлення, пристрої розподілу і перетворення енергії, інвертори, випрямлячі тощо.

Для встановлення згаданих запобіжників рекомендовано тримачі серій: LFT30, LFT60 і LSCR (для запобіжників із номінальними струмами 70–800 А).

Запобіжники серії JLLN [18] мають такі параметри:

- номінальний струм: 1–1 200 А, при замовленні вказується його фактичне значення з великого асортименту;
- номінальна напруга змінного струму: 300 В, постійного струму 160 В для запобіжників із номінальними струмами 1–60 А і 125 В для запобіжників із номінальними струмами 70–1 200 А;
- вимикальна здатність: для змінного струму 200 кА; для постійного струму 50 кА для запобіжників з номінальними струмами 1–30 А і 20 кА для запобіжників з номінальними струмами 35–12 000 А.



**Рис. 22. Запобіжники серії JLLN і JLLS**

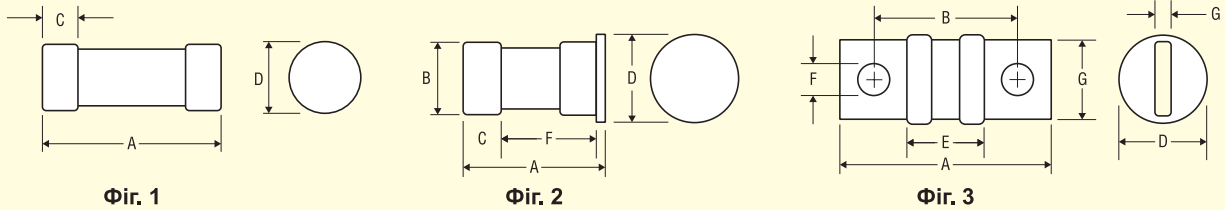


Рис. 23. Корпуси, у яких виготовляються запобіжники серій JLLN і JLLS

Таблиця 6. Габаритні розміри запобіжників серій JLLN і JLLS

Струм, А	Фіг. № на рис. 23	Серія	Розмір, дюйм (мм)						
			A	B	C	D	E	F	G
1–30	1	JLLN	0.875 (22.2)	—	0.281 (7.1)	0.406 (10.3)	—	—	—
		JLLS	1.500 (38.1)			0.562 (14.3)			
35–60	1	JLLN	0.875 (22.2)	—	—	—	—	—	—
	2	JLLS	1.562 (39.7)						
70–100	3	JLLN	2.156 (54.8)	1.562 (39.7)	0.750 (19.1)	0.812 (20.6)	0.830 (21.1)	0.281 (7.1)	0.125 (3.2)
		JLLS	2.953 (75.0)	2.352 (59.7)		0.828 (21.0)	1.625 (41.3)		
110–200	3	JLLN	2.437 (61.9)	1.687 (42.9)	0.875 (22.2)	1.062 (27.0)	0.830 (21.1)	0.343 (8.7)	0.187 (4.8)
		JLLS	3.250 (82.6)	2.507 (63.7)		1.078 (27.4)	1.656 (42.1)		
225–400	3	JLLN	2.750 (69.9)	1.843 (46.8)	1.000 (25.4)	1.312 (33.3)	0.828 (21.0)	0.406 (10.3)	0.250 (6.4)
		JLLS	3.625 (92.1)	2.718 (69.1)		1.593 (40.5)	1.712 (43.5)		
450–600	3	JLLN	3.062 (77.8)	2.031 (51.6)	1.250 (31.8)	2.062 (52.4)	0.875 (22.2)	0.484 (12.3)	0.312 (7.9)
		JLLS	3.984 (101.2)	2.953 (75.0)			1.765 (44.8)		
700–800	3	JLLN	3.375 (85.7)	2.218 (56.4)	1.750 (44.5)	2.500 (63.5)	0.875 (22.2)	0.546 (13.9)	0.375 (9.5)
		JLLS	4.328 (109.9)	3.171 (80.6)			1.860 (47.2)		
900–1200	3	JLLN	4.000 (101.6)	2.531 (64.3)	2.000 (50.8)	2.625 (66.7)	1.033 (26.2)	0.609 (15.5)	0.437 (11.1)
		JLLS	5.271 (133.9)	3.801 (96.5)			2.303 (58.5)		

Запобіжники серії JLLS [19] мають такі параметри:

- номінальний струм: 1–1200 А;
- номінальна напруга змінного струму: 600 В, постійного струму 300 В;
- вимикальна здатність: для змінного струму 200 кА, для постійного струму 20 кА.

Корпуси, в яких виготовляють запобіжники серій JLLN і JLLS, показано на рисунку 23, а їхні габаритні розміри — у таблиці 6.

#### Далі буде

За додатковою інформацією, а також з питань придбання продукції Littelfuse звертайтеся до її офіційного дистриб'ютора на території України — Компанії СЕА: тел.: +38 (044) 330-00-88, e-mail: info@sea.com.ua, www.sea.com.ua

#### Література:

1. POWR-CARD Products. Technical Application Guide. Littelfuse.
2. www.littelfuse.com/klpc
3. www.littelfuse.com/kllu
4. www.littelfuse.com/lcd
5. www.littelfuse.com/klnr
6. www.littelfuse.com/klsr
7. www.littelfuse.com/llnrk
8. www.littelfuse.com/llsrk
9. www.littelfuse.com/flnr
10. www.littelfuse.com/flsr
11. www.littelfuse.com/idsr
12. www.littelfuse.com/jls
13. www.littelfuse.com/jtd
14. www.littelfuse.com/ldfj
15. www.littelfuse.com/klkr
16. www.littelfuse.com/klldr
17. www.littelfuse.com/ccmr
18. www.littelfuse.com/jlln
19. www.littelfuse.com/jlls
20. www.littelfuse.com/slc

## МОНІТОРИ ЗАЛИШКОВОГО СТРУМУ RCMP20 ДЛЯ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ РЕЖИМІВ 2 І 3

Компанія **Littelfuse** оголосила про випуск серії моніторів залишкового струму RCMP20 для зарядних станцій для електромобілів режимів 2 і 3. Серія RCMP20 встановлює новий стандарт безпеки заряджання електромобілів (Electric Vehicle, EV), пропонуючи чудову продуктивність і гнучкість у компактному дизайні, підтримуючи при цьому більший зарядний струм, ніж інші рішення на ринку. Завдяки найбільшій в галузі апертурі трансформатора струму (Current Transformer, CT), ця нова лінійка продуктів розширює портфоліо інфраструктури Littelfuse для електромобілів і підвищує електробезпеку зарядних станцій для електромобілів.

Серія RCMP20 пропонує найбільшу апертуру трансформатора струму (CT), що підтримує більш високі зарядні струми змінного струму, що є критично важливим для сучасних зарядних пристроїв для електромобілів, які вимагають високої продуктивності.

Інтегровані провідники з більшою площею поперечного перерізу забезпечують краще терморегулювання, зменшуючи підвищення температури друкованої плати (Printed Circuit Board, PCB) і дозволяючи створити більш компактну конструкцію без погіршення продуктивності.

Модулі розроблені таким чином, щоб протистояти електромагнітним завадам (Electromagnetic Interference, EMI), мінімізуючи помилкові спрацьовування схем і підвищуючи загальну надійність станції заряджання.

Завдяки можливості вертикального та горизонтального монтажу, а також наявності від 2 до 4 інтегрованих провідників, модулі серії RCMP20 дозволяють інженерам-проектувальникам оптимізувати використання простору та адаптуватися до різних конфігурацій зарядних пристроїв.

www.littelfuse.com

CN

# Датчики XENSIV PAS CO2 компанії Infineon вимірюють найважливіше

Володимир Рентюк

**Компанія Infineon виробляє датчики концентрації вуглекислого газу, що забезпечують інноваційне рішення для задоволення попиту на контроль якості повітря в приміщенні. Области застосування таких датчиків: вентиляція, системи кондиціонування повітря, портативні пристрої для моніторингу повітря в приміщенні та інтелектуальні динаміки.**

## ВСТУП

Як відомо, вимоги до хорошої якості повітря постійно зростають. Це призвело до підвищення попиту на датчики,

що вимірюють концентрацію вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>) у повітрі. Регламенти в Азії, Європі та Північній Америці також відіграють вирішальну роль у цьому відношенні. У Каліфорнії, наприклад, усі

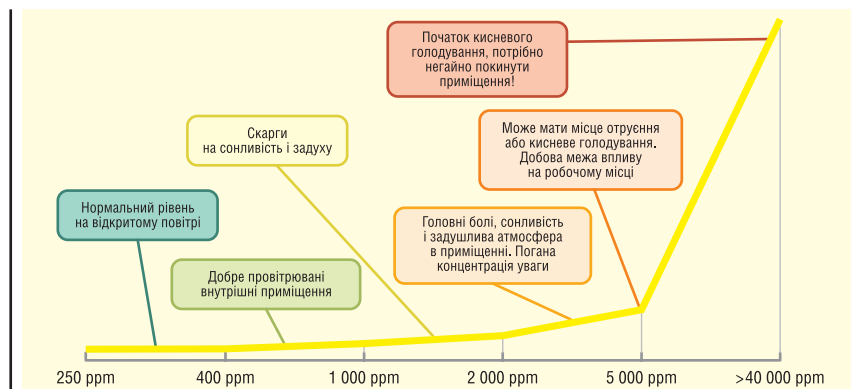
системи вентиляції в житлових будинках мають бути оснащені датчиками CO<sub>2</sub>.

Крім того, вимірювання CO<sub>2</sub> як ключового показника якості повітря в приміщенні дає змогу оптимізувати те, що справді важливо для здоров'я та комфорту (рис. 1), і контроль концентрації CO<sub>2</sub> в приміщеннях набуває особливої важливості (рис. 2).

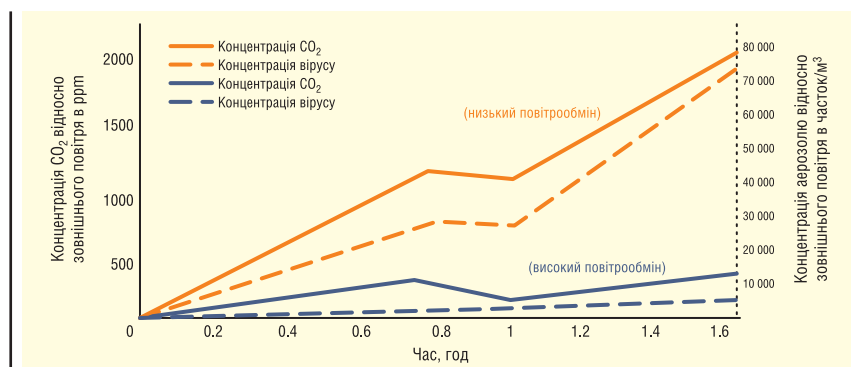
Тому компанія Infineon Technologies AG (далі — Infineon) прагне задовольнити попит на вимірювання CO<sub>2</sub> за допомогою свого інноваційного датчика XENSIV PAS CO<sub>2</sub>, який можна використовувати як для контролю якості повітря в приміщенні, так і для зниження витрат на електроенергію. Останнє зменшує викиди вуглекислого газу в атмосферу, вирішуючи вже проблеми екології та клімату.

Датчик XENSIV PAS CO<sub>2</sub> компанії Infineon постачається у вигляді мініатюрного модуля розміром 14 × 13,8 × 7,5 мм, який вчетверо менший і втричі легший за його аналоги на основі поглинання інфрачервоного випромінювання. Зовнішній вигляд датчика XENSIV PAS CO<sub>2</sub> компанії Infineon, виконаного у вигляді завершеного модуля, показано на рисунку 3.

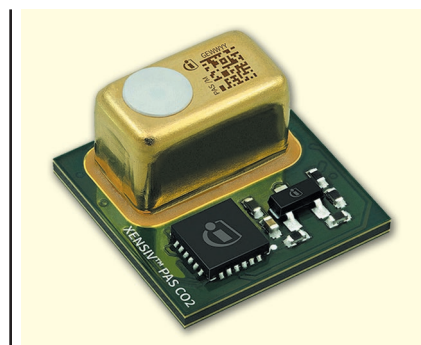
Завдяки своїм мініатюрним розмірам датчик забезпечує більш ніж 75%-у



**Рис. 1.** Вплив концентрації CO<sub>2</sub> на здоров'я персоналу, що працює в закритому приміщенні



**Рис. 2.** Кореляція між вмістом CO<sub>2</sub> у приміщенні та концентрацією вірусів



**Рис. 3.** Зовнішній вигляд датчика CO<sub>2</sub> XENSIV PAS CO<sub>2</sub>



економію місця в кінцевих системах, а завдяки чудовій точності ( $\pm 30$  ppm  $\pm 3\%$  від показань) — і високу якість даних. Це робить XENSIV PAS CO<sub>2</sub> одним з найменших датчиків CO<sub>2</sub> у світі з аналогічним рівнем точності.

Усі основні компоненти XENSIV PAS CO<sub>2</sub> розроблені силами фахівців і виготовляються на виробничих потужностях компанії Infineon відповідно до її високих стандартів якості. Окрім сенсора, модуль датчика містить спеціальний мікроконтролер, який запускає вдосконалені алгоритми компенсації для забезпечення точних і надійних показань реальних рівнів CO<sub>2</sub> у ppm ( $\times 10^{-6}$ ). Структура модуля показана на рисунку 4.

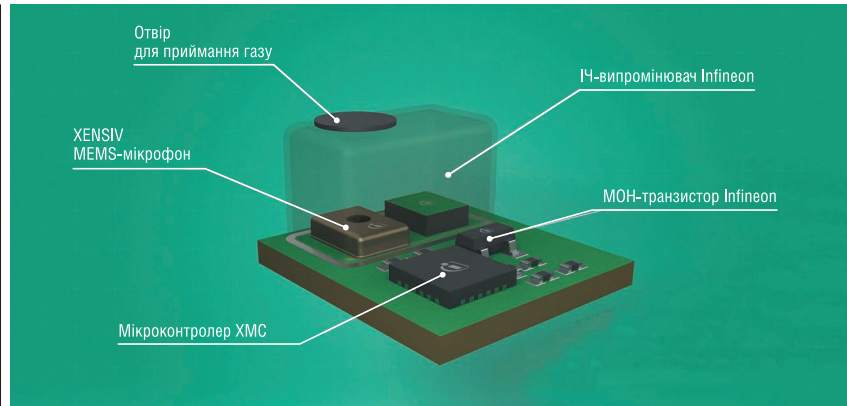
Поряд з перевагами розміру та вартості датчик забезпечує чудову точність, виконуючи пряме зчитування реального рівня CO<sub>2</sub>, а не просто кореляцію. Лідерська позиція Infineon у технології MEMS (від англ. *micro-electro-mechanical system* — пристрої, що поєднують у собі мікроелектронні та мікромеханічні компоненти) є основою для цього унікального і точного підходу до виявлення CO<sub>2</sub>. XENSIV PAS CO<sub>2</sub> забезпечує інтелектуальне вимірювання CO<sub>2</sub> та моніторинг якості повітря в приміщенні, даючи змогу контролювати умови довкілля та покращуючи здоров'я, продуктивність і загальне самопочуття користувачів.

Головні особливості датчика XENSIV PAS CO<sub>2</sub>:

- малий форм-фактор (14 × 13.8 × 7.5 мм);
- робочий діапазон: 0–32 000 ppm;
- висока точність: похибка не більше  $\pm(30$  ppm  $+3\%)$  від показань у діапазоні 400–5 000 ppm;
- висока надійність, заявлений типовий термін служби: 10 років;
- вимірювання CO<sub>2</sub> в діапазоні 0–10 000 ppm;
- діапазон робочих температур становить 0...+50 °C;
- відносна вологість: 0–85% (без конденсації);
- напруга живлення: 3.3 В (керування та аналізатор) і 12 В (ІЧ-випромінювач);
- середня споживана потужність при 1 вимірюванні/хв: 30 мВт;
- монтаж на поверхню, постачається у стрічці на котушці;
- розширені алгоритми компенсації та самокалібрування;
- три варіанти інтерфейсу: UART, I<sup>2</sup>C, PWM;
- широкі можливості конфігурування.

Основні переваги датчика XENSIV PAS CO<sub>2</sub>:

- економія місця в кінцевих продуктах клієнтів;



**Рис. 4. Складові компоненти модуля датчика CO<sub>2</sub> XENSIV PAS CO<sub>2</sub> компанії Infineon**

- висока точність даних;
- можливість великосерійного випуску кінцевого продукту;
- повністю готове до застосування рішення;
- гнучкість для клієнтів завдяки різноманітності інтерфейсів і варіантів конфігурації.

Основні сфери застосування датчика XENSIV PAS CO<sub>2</sub>:

- автоматизація будівель: вентиляція з регульованою потребою, вентиляційні установки, теплообмінники;
- побутова техніка: очищувачі повітря, кондиціонери;
- «розумні» домашні IoT-пристрої: термостат, динамік, радіоняня, персональні помічники, монітор якості повітря в приміщенні, інтелектуальне освітлення;
- керування міським господарством/контроль викидів CO<sub>2</sub>: системи зовнішнього освітлення, автобусні зупинки, рекламні щити;
- блок контролю якості повітря в салоні транспортних засобів.

### ФОТОАКУСТИЧНИЙ ПРИНЦИП: ЯК ЦЕ ПРАЦЮЄ В ДАТЧИКУ XENSIV PAS CO<sub>2</sub>

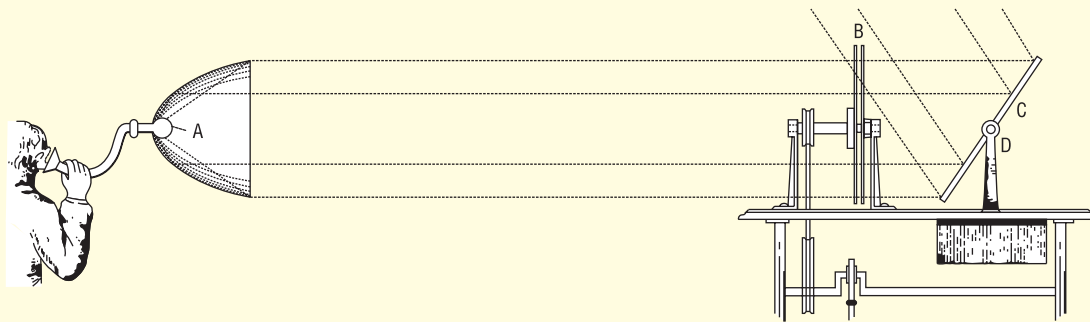
Основні принципи роботи газових датчиків, що часто використовуються, засновані на технології недисперсійної інфрачервоної (*Nondispersive Infrared Sensor, NDIR*) спектроскопії. В її основі — явища поглинання інфрачервоного випромінювання і того факту, що для будь-якого матеріалу сила поглинання змінюється залежно від довжини хвилі (його спектра поглинання), а різні матеріали, як відомо, мають різні спектри поглинання.

Однак для розроблення інноваційного датчика вимірювання концентра-

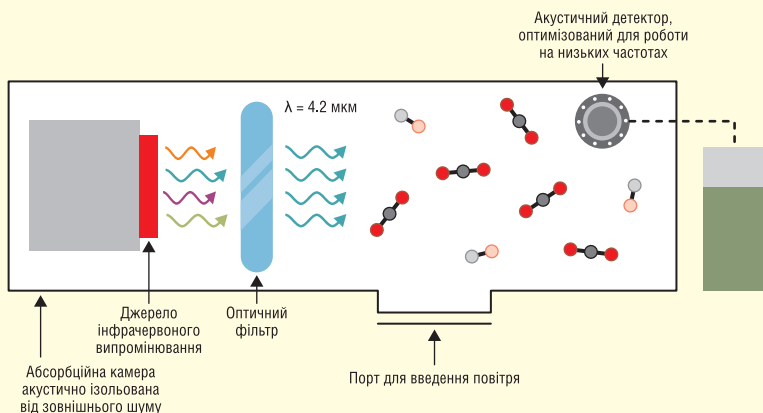
ції вуглекислого газу компанія Infineon використала свої передові можливості в галузі датчиків і мікроелектромеханічних систем, зокрема й фотоакустичну спектроскопію (звідси й позначення PAS — *Photo Acoustic Spectroscopy*). Саме завдяки цій технології в пристроях XENSIV PAS CO<sub>2</sub> розв'язано проблеми, пов'язані з розмірами та продуктивністю наявних датчиків CO<sub>2</sub>. Крім того, це рішення істотно спрощує їхнє виготовлення, що позначається на зниженні собівартості й, відповідно, ціни продукту.

Фотоакустична спектроскопія — це вимірювання ефекту поглинутої електромагнітної енергії (особливо світла) на речовині за допомогою її акустичного виявлення. Відкриття фотоакустичного ефекту датується 1880 роком, коли Александер Грейам Белл показав, що під впливом променя сонячного світла тонкі диски видають звук, який швидко переривається обертовим диском з прорізами, що обертається (рис. 5). Поглинена енергія світла викликає локальне нагрівання й, отже, теплове розширення, яке створює хвилю тиску або звук. Пізніше Белл показав, що матеріали, які зазнають впливу невидимих частин сонячного спектра (тобто інфрачервоного та ультрафіолетового), також можуть видавати звуки.

У системі XENSIV PAS CO<sub>2</sub> імпульси від джерела інфрачервоного випромінювання проходять через оптичний фільтр, спеціально налаштований на довжину хвилі поглинання CO<sub>2</sub> ( $\lambda = 4.2$  мкм). Молекули CO<sub>2</sub> всередині вимірювальної камери поглинають відфільтроване світло, збуджуючи молекули та створюючи хвилю тиску з кожним імпульсом. Потім звук виявляється акустичним детектором, оптимізованим для роботи на низьких частотах, а мікроконтролер перетворює вихідні дані



**Рис. 5.** Опис досліду Александра Грейама Белла: окуляр спектроскопа знімається, а речовини поміщаються у фокус приладу за щілиною. Ці речовини контактують із вухом через слухову трубку. Сонячне світло перехоплюється і спрямовується за допомогою поворотного дзеркала (C, D), модулюється переривачем (B) і фокусується на скляній колбі (A)



**Рис. 6.** Принцип роботи датчика XENSIV™ PAS CO2 компанії Infineon

ролер і ключ-комутатор на базі МОП-транзистора (рис. 7). Фотоакустичний перетворювач PAS містить запатентований інфрачервоний випромінювач із випромінюванням чорного тіла, що періодично переривається комутатором, вузькосмуговий оптичний фільтр, налаштований на довжину хвилі CO<sub>2</sub>, та MEMS-мікрофон компанії Infineon, що діє як датчик тиску та оптимізований для роботи на низьких частотах.

Блок-схему датчика модуля XENSIV PAS CO<sub>2</sub> і схему розпаювання його контактів (модуль виконано в корпусі LG-MLGA-14-1) показано на рисунку 8, а призначення контактів наведено в таблиці 1.

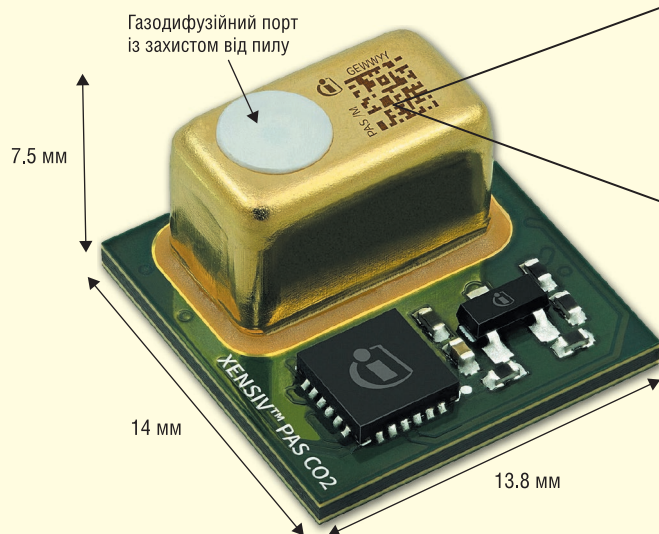
на показання концентрації CO<sub>2</sub>, як це видно на рисунку 6. Щоб забезпечити точну інформацію про вимірювання CO<sub>2</sub>, абсорбційна камера, в якій власне і відбувається аналіз, акустично ізолювана від зовнішнього шуму.

**ОПИС ПРИСТРОЮ ДАТЧИКА XENSIV PAS CO2**

Друкована плата модуля датчика XENSIV PAS CO<sub>2</sub> об'єднує фотоакустичний перетворювач, мікрокон-

**ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДАТЧИКА XENSIV PASCO2**

Крім хорошої взаємодії з навколишнім середовищем, під час викорис-



**Чутлива камера:**  
Комплект випромінювача (фільтр та ІЧ-випромінювач):

- Оптичний фільтр для довжини хвилі світла 4,26 мкм
- MEMS-нагрівач для ІЧ-променя

**Акустичний детектор:**  
оптимізований для низьких частот

- MEMS-мікрофон XENSIV

+

МОП-транзистор керування MEMS-нагрівачем, що забезпечує стабільне живлення 12 В

+

Мікроконтролер PAS CO2 працює з компенсаційним мікропрограмним забезпеченням, що забезпечує рівні CO<sub>2</sub> на рівні ppm з підтримкою інтерфейсів I<sup>2</sup>C, UART і ШІМ

**Рис. 7.** Пристрій модуля датчика XENSIV PAS CO2 компанії Infineon

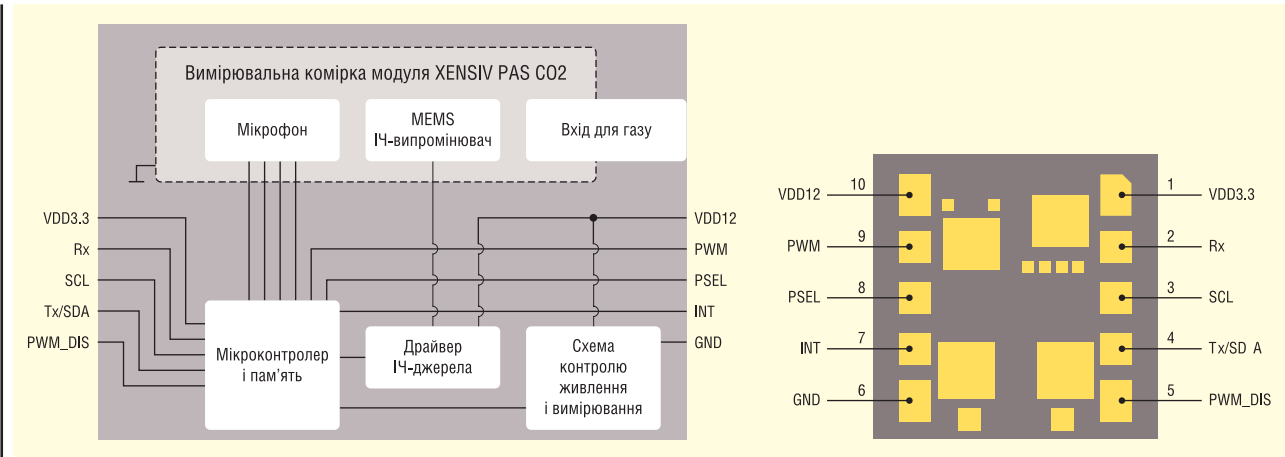


Рис. 8. Блок-схема датчика модуля XENSIV™ PAS CO2 компанії Infineon

тання можливостей датчика XENSIV PASCO2 потрібно взяти до уваги такі запобіжні заходи:

- Виключення прямого потоку повітря: датчик не повинен розташовуватися безпосередньо в потоці. Залежно від витрати тиск усередині робочої порожнини може змінитися, що здатне призвести до додаткових помилок через випадкові коливання тиску.
- Ізоляція від джерела підвищеної температури: у робочому діапазоні 0...+50 °C датчик XENSIV PASCO2 значною мірою компенсує вплив температури. Для цієї компенсації використовується датчик температури, вбудований у контролер ХМС. Однак якщо поруч із датчиком є джерело тепла, пристрій не вимірюватиме температуру довкілля, а враховуватиме лише температуру нагрітої плати. Таким чином, якщо джерело тепла впливає на вимірювання температури ХМС, робота схема компенсації може бути порушена. Отже, для ідеальних умов експлуатації рекомендується, щоб датчик залишався ізольованим від сусідніх джерел тепла.
- Ізоляція від вібрації: детектор датчика XENSIV PASCO2 є MEMS-мікрофоном, який вимірює невеликі зміни тиску в газовій порожнині. Низькочастотні вібрації можуть викликати аналогічну зміну тиску, і датчик може прийняти цю невелику зміну тиску за реальну зміну концентрації CO<sub>2</sub>. Тому рекомендується переконатися, що прилад залишається ізольованим від прямого джерела вібрації. Але якщо неможливо забезпечити віброізоляцію, рекомендується спочатку визначити джерело вібрації і розташувати датчик таким чином,

Вивід	Позначення	Призначення	Опис
1	VDD3.3	Джерело живлення	Джерело живлення 3.3 В цифрової частини
2	Rx	Ввід, вивід	Контакт прийомача UART
3	SCL	Ввід, вивід	Тактовий вивід I <sup>2</sup> C
4	Tx/SDA	Вивід	Вивід передавача UART/вивід даних I <sup>2</sup> C
5	PWM_DIS	Вхід	Вхідний контакт вимкнення ШІМ
6	GND	Загальний	Загальний
7	INT	Вивід	Вихідний контакт переривання
8	PSEL	Вхід	Вхідний контакт вибору інтерфейсу зв'язку
9	PWM	Вихід	ШІМ
10	VDD12	Джерело живлення	Джерело живлення 12 В для ІЧ-випромінювача

щоб вібрація прикладалася по осі X. Крім того, у разі безперервного режиму та роботи з високою частотою дискретизації рекомендується вмикати шумопридушувальний фільтр (для цієї мети призначено фільтр з нескінченною імпульсною характеристикою), що ще більше мінімізує вплив вібрації.

- Ізоляція від сонячного світла: якщо датчик піддається впливу сонячного світла, він може нагріватися і створювати температурний градієнт,

що блокує правильну температурну компенсацію датчика, тому рекомендується ізолювати датчик від сонячного світла.

- Робота без конденсації: пристрій має використовуватися тільки для роботи без конденсації. Скупчення води поблизу схеми може призвести до такого пошкодження датчика, після якого його неможна буде відремонтувати.
- Необхідно мінімізувати завади в колі живлення ІЧ-випромінювача (12 В):

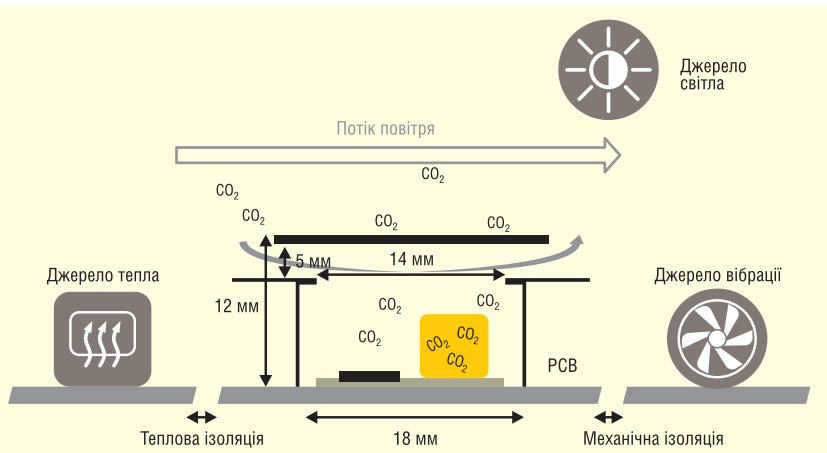
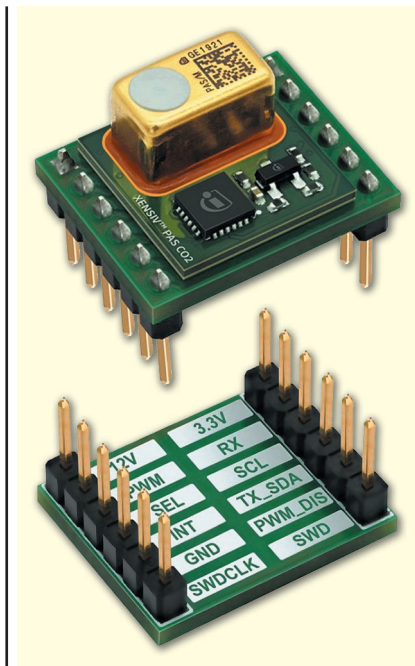


Рис. 9. При розробленні варіанта рішення з використанням XENSIV™ PAS CO2 слід враховувати превентивні заходи





**Рис. 10. Тестувальний комплект розробника XENSIV PASCO2 Mini Evaluation Board**

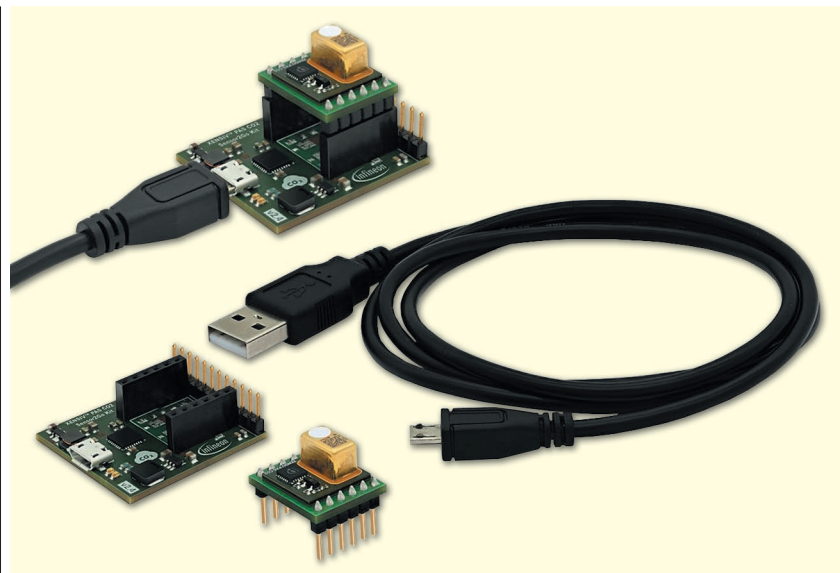
для цієї мети рекомендується використовувати архітектуру живлення в навантаження, виділивши для випромінювача окремий DC/DC-перетворювач.

Приклад оптимального рішення з використанням датчика XENSIV PASCO2 в конструкції камери, з урахуванням зазначених превентивних заходів, показано на рисунку 9.

Детальну інформацію про використання датчика XENSIV PASCO2 можна знайти на сайті компанії. Крім того, для підтримки клієнтів у прискоренні процесу розроблення та виведення кінцевих продуктів на ринок компанія Infineon пропонує повний набір тестувальних плат розробника, а також бібліотеки та інструкції із застосування.

Мініатюрна тестувальна плата розробника XENSIV PAS CO2 Mini Evaluation Board (рис. 10) дає змогу швидко створювати прототипи та розробляти проекти для вимірювання CO<sub>2</sub> за допомогою датчика CO<sub>2</sub> для фотоакустичної спектроскопії (PAS) від Infineon. Використовуючи стандартний штировий роз'єм, його дуже легко під'єднати до цільової прикладної плати, що забезпечує гнучкість для розробників друкованих плат.

Тестувальний комплект розробника XENSIV PAS CO2 Sensor2Go (рис. 11) створено для забезпечення швидкого та простого тестування датчика CO<sub>2</sub> і розв'язання тих чи інших питань щодо



**Рис. 11. Тестувальний комплект розробника XENSIV PAS CO2 Sensor2Go**

доцільності його застосування в кінцевому варіанті рішення пристрою, який розробляють або планують.

Комплект містить:

- тестувальну материнську плату XENSIV PAS CO2;
- тестувальну плату XENSIV PAS CO2 Mini Evaluation Board;
- кабель мікро-USB;
- графічний інтерфейс користувача (GUI) і програмне забезпечення з набором інструментів компанії Infineon.

## ВИСНОВОК

У наш час для вимірювання концентрації CO<sub>2</sub> використовують три типи датчиків. До них належать датчики CO<sub>2</sub> NDIR (недисперсійне інфрачервоне випромінювання), датчики CO<sub>2</sub> EC (електрохімічні датчики), які здебільшого використовують у промисловості, і датчики CO<sub>2</sub> на основі фотоакустичної спектроскопії. Датчик CO<sub>2</sub> XENSIV PAS від Infineon, виконаний за останньою технологією, відповідає характеристикам датчиків CO<sub>2</sub> NDIR і EC, але є більш доступним і компактним, що робить його оптимальним рішенням для застосування в пристроях для «розумного» будинку та автоматизації будівель.

Технічні характеристики та доступні варіанти конфігурації з функцією plug and play роблять XENSIV PAS CO2 одним з найбільш універсальних датчиків CO<sub>2</sub> з представлених на ринку. Можливості датчика передбачають: спеціальний ABOC (*Automatic Baseline Offset Calibration* — *автоматичне калібруван-*

*ня зсуву базової лінії*), компенсацію тиску, аварійний сигнал, частоту дискретизації та раннє сповіщення про вимір, що здебільшого є корисними для керування його енергоспоживанням. Модулі виконані в корпусах SMD і постачаються упакованими в стрічки на котушках, що полегшує складання в умовах високошвидкісного великосерійного виробництва.

Простота інтеграції робить датчик XENSIV PAS CO2 придатним для різних застосувань у сфері автоматизації будівель, «розумного» будинку та моніторингу якості повітря. У системах HVAC (опалення, вентиляція та кондиціонування повітря) датчик забезпечує досягнення оптимального рівня якості повітря в приміщенні. Оптимізація концентрації CO<sub>2</sub> позначається не тільки на рівні комфортності, а й на підвищенні продуктивності праці. Крім того, як показують останні дослідження, рівень CO<sub>2</sub> корелюється з концентрацією вірусів у приміщенні. Оптимізація рівня CO<sub>2</sub> призводить до зниження ризику виникнення різних захворювань.

До сказаного можна додати, що завдяки полегшенню рішень «вентиляція за потребою» визначення та оптимізація концентрації CO<sub>2</sub> дає змогу підвищити енергоефективність цих систем, а також значно заощадити на рахунках за електроенергію.

Завдяки невеликому розміру модуль датчика CO<sub>2</sub> XENSIV PAS CO2 оптимальний і для інтелектуальної побутової техніки, і для пристроїв «Інтернету речей», як-от очищувачі повітря, термостати, інтелектуальні системи освітлення та монітори якості повітря.

# GameChangers

для підключення пристроїв



**PHOENIX  
CONTACT**

## Більше свободи для пристроїв

Модульні корпуси електронного обладнання серії BC призначені для систем у сфері автоматизації будівель. Корпуси електронного обладнання вирізняються сучасним дизайном, технологією з'єднання друкованих плат і шинними з'єднувачами для DIN-рейки.

Детальніше за посиланням: [https://phoe.co/housings\\_BC\\_UA](https://phoe.co/housings_BC_UA)

Phoenix Contact в Україні:  
ТОВ „Фенікс Контакт“

# Архітектура з'єднань для електротранспорту наступного покоління

**У статті описано бачення TE Connectivity наступного покоління транспортних засобів і можливості TE-технологій у вирішенні найважливіших проблем з'єднань, з якими стикається галузь [1].**

## ВСТУП

Для створення нового покоління повністю електричних автономних транспортних засобів ключовими технологічними факторами є їхня електрифікація та автоматизація автомобільної трансмісії. Водночас із появою нових бізнес-моделей, що використовують хмарні технології та технології великих даних, відбудеться перехід від приватного транспорту до послуг мобільності. «Мобільність як послуга» в конкретному випадку має на увазі надання користувачеві транспортного засобу за запитом. Прикладом може бути каршерінг — короткострокова оренда/прокат машини. Завдяки ширшому спектру послуг і зниженню витрат цей підхід вигідний як приватним особам, так і організаціям.

## ВПЛИВ ТРЕНДІВ НА АРХІТЕКТУРУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

### Програмно керовані архітектури

Однією з ключових складових у роботі транспорту майбутнього стануть дані. Під час автономного водіння транспорт прийматиме й оброблятиме багаторазово більше даних, ніж передбачено сучасною системою ADAS (*Advanced Driver Assistance Systems* — електронна система, що допомагає водієві керувати автомобілем і паркуванням) і традиційною архітектурою. Ці дані надходять від великої кількості датчиків і зовнішніх антен, також відбуватиметься обмін інформацією з іншими транспортними засобами, навколишньою інфраструктурою і хмарними сервісами. Провайдери систем «мобільність як послуга» використовуватимуть системи онлайн-бронювання та управління кон-

тентом, які збирають і аналізують дані користувачів для розуміння вподобань і надання персоналізованого обслуговування пасажирів. Крім того, ці системи допоможуть компаніям оптимально розподіляти автомобілі для максимальної зручності експлуатації та кращої пропускної здатності. Дані користувачів також дадуть змогу виконувати віддалену діагностику та оновлення програмного забезпечення (ПЗ), які буде реалізовано за допомогою методів оновлення по радіоканалу (*Over the Air, OTA*).

Сказане вище означає, що конструкція транспортних засобів перейде до програмно керованої архітектури, водночас у загальній архітектурі транспортного засобу пріоритет отримають програмне забезпечення, що керує функціоналом транспорту, та дані, що надаються датчиками та зовнішніми пристроями.

Перехід від ADAS до більш автономної системи потребуватиме більшого взаємозв'язку між підсистемами автомобіля, внаслідок чого генеровані дані об'єднуються для створення цілісної картини. Наприклад, сьогодні простий датчик захоплення зображення, встановлений у передній частині автомобіля, може вмикати попереджувальні індикатори на приладовій панелі або активувати гальмівну систему. Однак для більшої автоматизації знадобиться взаємодія з іншими системами: акселератором, рульовим керуванням, а також з додатковими камерами навколо автомобіля, наприклад, для автоматичного виконання маневрів. Вищий рівень автоматизації призведе до ускладнення системи, вимагаючи чіткого визначення стандартних інтерфейсів на функціональному рівні. У сучасних автомобільних архітектурах дані та інформація

«належать» кожній системі окремо, а зв'язок між датчиками та виконавчими механізмами може здійснюватися за допомогою різних стандартів сигналів для кожної системи.

Низка виробників пропонують підхід сервіс-орієнтованої архітектури (*Service Oriented Architecture, SOA*), що базується на центральних комп'ютерних платформах із повним резервуванням. SOA використовуватиме високошвидкісну магістраль передавання даних (понад 20 Гбіт/с) на верхньому рівні та сервіс-орієнтовані цифрові інтерфейси на рівні датчиків і виконавчих механізмів. Такий підхід дозволив би ефективно розділити апаратне і програмне забезпечення в автомобілі. Ці інтерфейси передаватимуть службову інформацію безпосередньо в електронний блок керування.

### Конструкція електричної трансмісії

Основними вимогами електричної трансмісії є дальність пробігу, витрата, ефективність електричних систем і стабільний короткий час заряджання. Ці фактори впливають на конкурентоспроможність електромобілів порівняно з традиційними з двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ) або навіть гібридними транспортними засобами. З погляду проектування це означає, що для споживача має бути забезпечено баланс між розміром батареї та технологією заряджання, яка відповідає профілю водіння транспортного засобу.

Так, типовий європейський водій може проїжджати відстань понад 500 км десять разів на рік. Це означає, що під час такої тривалої подорожі йому буде потрібно щонайменше один раз додатково підзарядити свій транспортний засіб. Сьогодні більшість власників електромобілів заряджають свої автомобілі вночі, це означає, що під час поїздки вони проводять на зарядній станції близько 300–400 хвилин на рік, що можна порівняти з власником звичай-



ного автомобіля, який може витратити аналогічну кількість часу на АЗС з 50 заправками на рік.

З одного боку, під час проектування електричної трансмісії основна увага приділяється тому, як домогтися швидкого заряджання для користувачів особистих електромобілів і парку міського каршерінгу з невеликим кілометражем пробігу та потребою у швидкому заряджанні. З іншого боку, повільніше заряджання від мережі змінного струму залишається найпоширенішим режимом заряджання, оскільки живлення від мережі змінного струму широко доступне та дає змогу заряджати акумулятор удома та на роботі. Для цього потрібен вбудований AC/DC-перетворювач, і якщо пристрій зможе працювати у двох напрямках, то з'явиться можливість повертати енергію з акумулятора в мережу, досягаючи розподілу пікового навантаження. Така технологія може запропонувати цікаві бізнес-кейси, зокрема отримання бонусів за заряджання, коли автомобіль сприяє розподілу навантаження, якщо це потрібно.

Цей варіант призведе до створення архітектур з використанням декількох блоків живлення, бортових зарядних пристроїв, приводних інверторів і електричних високовольтних систем опалення та охолодження, з'єднаних між собою. Між кожним агрегатом, для надійної та безпечної проводки, будуть потрібні високовольтні роз'єми, які мають бути спроектовані з урахуванням широкого спектра вимог.

Електрифікація трансмісії в електричних і гібридних транспортних засобах також створює серйозні проблеми щодо характеристик електромагнітної сумісності (ЕМС). Архітектура транспортних засобів наступного покоління міститиме безліч потужних електричних кабелів і високошвидкісних мереж передачі даних, які повинні співіснувати разом. Сьогодні електромобілі вже оснащені системами живлення потужністю понад 100 кВт, що використовують батареї напругою до 800 В. Ці системи генерують широкомігнове електромагнітне випромінювання, потенційно здатне вплинути на електромагнітну сумісність всередині автомобіля.

В автомобілях наступного покоління низьковольтні мережі передавання даних і високовольтна система приводу повинні надійно і безпечно працювати паралельно. У сучасних архітектурах електричних і гібридних трансмісій високовольтна система екранована і повністю ізольована від мереж передачі

даних автомобіля. Однак уразливість завжди будуть знаходитися в місцях підключення до мережі передачі даних, для яких не передбачено екранування. Це означає, що виробники обладнання повинні спростити архітектури високошвидкісного під'єднання даних, щоб забезпечити максимальну надійність і мінімізувати втрати у внутрішньому електричному середовищі автомобіля.

### ПРОБЛЕМИ ПРИ РОЗРОБЦІ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ НАСТУПНОГО ПОКОЛІННЯ ТРАНСПОРТУ

Високий рівень автоматизації та технології автономного водіння призведуть до зміни пріоритетів при розробленні. Найважливішими вимогами стануть, як зазвичай, надійність і безпека, а ключовими факторами в досягненні будуть нові технології у сфері з'єднань. Як відомо з теорії надійності, саме з'єднання бувають тією слабкою ланкою, яка призводить до розриву кола.

Важливе значення для забезпечення тривалого терміну служби та підвищеної надійності компонентів мають інновації в галузі терморегулювання. Крім досягнення необхідних показників щодо працездатності систем під час водіння, вони гарантують стабільне функціонування і таких не менш потрібних функцій, як швидке заряджання, в рамках прийнятних витрат.

У статті представлено чотири ключові напрямки в галузі з'єднань, які незабаром вплинуть на архітектуру електротранспорту:

- з'єднання для швидкого заряджання високої потужності;
- з'єднання для програмно керованих архітектур;
- забезпечення надійності передачі даних у повністю електричних середовищах;
- бездротове з'єднання для передачі даних.

### Проектування пристрою високої потужності

Традиційна архітектура електромобілів орієнтована на збільшення дальності пробігу на одному заряді батареї, внаслідок чого для збільшення енергоємності використовуються батареї дедалі більшого розміру, що, відповідно, потребує тривалішого циклу заряджання. Для підтримки міських користувачів, яким бракує доступних зарядних пристроїв, і водіїв, які подорожують на ве-

ликі відстані і потребують заряджання на шосе, виробники обладнання розробляють потужні системи заряджання зі струмами 500–650 А, що значно відрізняється від поточних рішень зі струмом 200 А. Однак при використанні стандартних кабелів такі системи схильні до надмірного нагрівання.

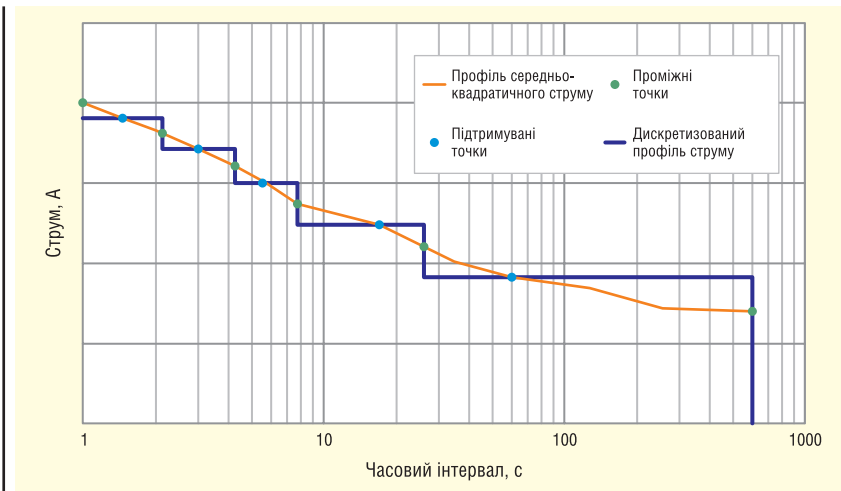
Одним із рішень є збільшення перетину силових провідників кабелю, але для систем заряджання на 500 А це призвело б до надмірного збільшення ваги кабелю та зменшення його гнучкості. У результаті деякі виробники обладнання орієнтуються на архітектури з напругою 800 В, що дало б змогу кабелям передавати більшу кількість енергії, не стаючи надмірно важкими.

### Тепловий розрахунок струмопередавальної мережі

Традиційно номінальну потужність клем і роз'ємів визначали моделюванням і зниженням номінальних характеристик, вимірюючи навантаження з плином часу для перевірки обмежень. Ці моделі намагалися імітувати пік струму навантаження і його можливу тривалість. Однак вони були засновані на дискретних середньоквадратичних профілях (рис. 1), які імітували статичні умови, які рідко трапляються під час експлуатації. Зокрема, тестування включали більш тривалі періоди піків навантаження, які не відбуваються насправді.

Такий метод став причиною надмірного опрацювання виробів. У поєднанні з додатково закладеним технологічним запасом це призвело до створення дуже міцних конструкцій з підвищеними розмірами, вагою і, відповідно, вартістю. Проблема стає гострішою під час проектування мережі живлення з можливістю високошвидкісного заряджання великим струмом, оскільки цикли швидкого заряджання тривалістю 5–10 хв створюють навантаження набагато вищі, ніж в умовах звичайної експлуатації електромобіля.

Для розв'язання проблеми компанія TE Connectivity Germany GmbH (далі — TE Connectivity) впровадила підхід, що дає змогу досягти найреалістичнішого результату під час розрахунку компонентів і кабелів. Для його реалізації під час розрахунку всієї електропроводки трансмісії необхідно створити зв'язки між тепловими та електричними моделями. Кожен крихітний резистор перетворює електричний струм на тепло, і тут важливо врахувати всі компоненти в колі заряджання та їхню взаємодію. Для цього, щоб точніше визначити місця потенцій-



**Рис. 1. Фактичний середньоквадратичний і дискретний профіль зарядного струму для розрахунку струмопередавальної мережі**

ного перегріву, потрібно створити теплові моделі для всіх компонентів у колі [6].

Уже наявні компоненти для з'єднання із системою охолодження або, наприклад, для підключення пасивних тепловідводів можуть бути модифіковані. Крім того, під час проектування нових компонентів враховується й активне охолодження. Охолоджувані кабелі, в яких рідкий холодоагент протікає ізольованою трубкою всередині кабелю і передає тепло в теплообмінник, вже застосовуються в інфраструктурі для заряджання. Однак у транспортному засобі вони б вимагали додаткових механізмів контролю температури та додаткових запобіжних заходів, що ускладнює завдання. Наприклад, можна використовувати колектор з водяним охолодженням або наносити холодоагент на водній або масляній основі на сам кабелі. У першому випадку охолоджувальну рідину в кабелі можна подавати через роз'єм, що, звісно, потребуватиме модифікації роз'єму і зміни процесу обтиску кабелю.

### З'єднання всередині програмно керованих архітектур

Для передачі великих обсягів даних буде потрібна більша кількість відповідних високошвидкісних роз'ємів з можливістю інтеграції датчиків ADAS, датчиків для автоматизованого водіння (наприклад, камери з високою роздільною

здатністю, радар і лідар), і людино-машинних інтерфейсів — екрани з високою роздільною здатністю або дисплеї технології HUD<sup>1</sup>. Ці датчики та інтерфейси, своєю чергою, будуть під'єднані до потужних централізованих комп'ютерних платформ через високошвидкісні магістралі передавання даних, що підтримують швидкість понад 20 Гбіт/с.

Найімовірніше, такі платформи будуть покладатися на кілька різних видів кабелів: коаксіальних, диференціальних, оптоволоконних і сигнальних загального призначення. Для того, щоб мінімізувати займану площу і час установки в процесі виробництва автомобіля, ці кабелі, цілком ймовірно, будуть інтегровані в кілька великих модульних роз'ємів. Крім того, транспортні засоби будуть використовувати модульні блоки керування з декількома модулями обробки, які можна з'єднати через високошвидкісну з'єднувальну плату.

Під час проектування мережі передачі даних на фізичному рівні інженери-електрики повинні враховувати такі ключові питання:

- Як передавати дані без будь-яких затримок для забезпечення своєчасного реагування під час критичних ситуацій?
- Як забезпечити нульове спотворення даних з камер, радарів і лідарів і як безпечно і надійно доставляти важливу інформацію, що запобігає зіткненням і нещасним випадкам?
- Як керувати припливом зовнішніх даних, що надходять з декількох комунікаційних і хмарних інформаційно-розважальних додатків V2X<sup>2</sup>?

Відповіді на ці запитання визначатимуться пропусковою спроможністю, швидкістю передачі даних і, що особли-

во важливо, взаємною електромагнітною сумісністю каналів зв'язку.

### Надійні роз'єми для високошвидкісного передавання даних у повністю електричній середовищі

#### MATE-AX — мініатюрні автомобільні коаксіальні з'єднувачі

Асортимент продукції FAKRA від TE Connectivity охоплює сімейство роз'ємів MATE-AX (рис. 2), що є рішенням для безпечного з'єднання з високими вимогами до передавання частот [2]. Роз'єм MATE-AX призначено для передавання даних зі швидкістю до 20 ГГц, він має оптимізовану конструкцію, що відповідно до сучасних вимог до компонування скорочує простір, який він займає. Його електричні характеристики відповідають вимогам до цілісності сигналу і стійкості до зовнішніх електромагнітних перешкод. Міцний і компактний роз'єм MATE-AX доступний в декількох конфігураціях для різних умов навколишнього середовища. Крім того, роз'єми MATE-AX сумісні з наявними процесами складання кабелів, наприклад, з процесом обтиску роз'ємів FAKRA.

#### Модульні та масштабовані роз'єми MATEnet для автомобільного Ethernet

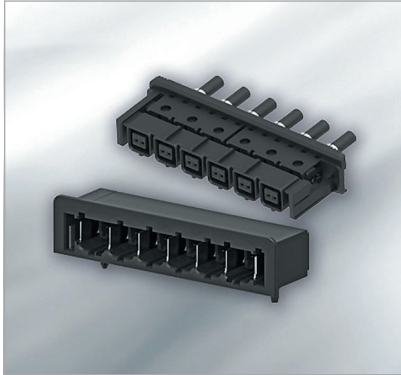
MATEnet — це модульна та масштабована система диференціальних роз'ємів компанії TE Connectivity [3]. Система, показана на рисунку 3, розроблена для майбутніх мережевих транспортних архітектур, яким необхідне швидке та надійне рішення для внутрішніх з'єднань. Система відповідає вимогам Ethernet 100BASE-T1 і 1000BASE-T1. Крім того, MATEnet може підтримувати швидкість передачі даних до 6 Гбіт/с. Неекранований варіант (UTP) 100BASE-T1 забезпечує повний захист від електромагнітних завад, а



**Рис. 2. Роз'єми MATE-AX від компанії TE Connectivity**

<sup>1</sup> HUD (Heads-Up Display) — проекційний дисплей. Для автомобілів мається на увазі проєціювання інформації на лобове скло ближче до лінії зору водія.

<sup>2</sup> V2X (Vehicle to Everything) — це зв'язок між транспортним засобом і будь-яким об'єктом, який може вплинути на транспортний засіб або може бути зачеплений ним.



**Рис. 3. Роз'єми модульної системи MATEnet від компанії TE Connectivity**

екранований варіант (STP) — цілісність через можливий вплив радіочастотного сигналу у випадках, якщо лінія зв'язку розташована в безпосередній близькості від радіопередавальних антен. Компанія TE Connectivity також розробляє диференціальний роз'єм із повним екрануванням, який буде підтримувати швидкість передачі даних до 20 Гбіт/с.

#### **Автомобільні роз'єми передавання даних наступного покоління**

TE Connectivity надає рішення, що відповідають чинним стандартам електромагнітної сумісності, зокрема ISO 11452 і CISPR 25 (докладно про проблеми EMC, зокрема для автомобільної промисловості, у серії статей [5]). Вимоги до EMC, як відомо, продовжують посилюватися, тому компанія TE Connectivity розробляє нові рішення, постійно розвиваючи технології передачі даних. Ці пропозиції також включають рішення, що використовують вертикальні лазери технології VCSEL і багатомодові оптичні кабелі.

#### **Волоконно-оптичні, навігаційні рішення та бездротові з'єднання**

Так само, як роз'єми і дроти обмінюються інформацією всередині автомобіля, антени будуть з'єднувати автомобілі нового покоління із зовнішнім світом. Компанія TE Connectivity може запропонувати різні антенні рішення, зокрема рішення для зв'язку V2X. Волоконно-оптичні з'єднання для мереж MOST показано на рисунку 4.

#### **GNSS — Глобальна навігаційна супутникова система**

Вимоги до точності визначення місця розташування зростають у міру того, як виробники обладнання впроваджують в автомобілі все більше функцій ADAS (*Advanced Driver Assistance Systems* —

досконала система допомоги водію). Сьогодні системам транспортних засобів необхідно лише оцінити, на якій смузі вони перебувають, але в майбутньому повністю автоматизовані автомобілі повинні будуть визначати місце розташування з точністю до сантиметра. Відповідно до цього виклику GPS-антени перетворилися на GNSS (*Global Navigation Satellite System* — *глобальна навігаційна супутникова система*), отже, вони повинні приймати сигнал кількох систем позиціонування, таких як GPS, ГЛОНАСС, Beidou та Galileo. Компанія TE Connectivity уважно слідкує за цією тенденцією і пропонує своїм клієнтам GNSS-антени, що забезпечать високу точність даних про місцезнаходження транспортного засобу.

#### **V2X і стільниковий зв'язок**

Повністю автономним автомобілям знадобиться велика кількість інформації для прийняття правильних рішень в умовах дорожнього руху. На додаток до датчиків, які фіксують дані про навколишнє середовище, незабаром почнеться обмін інформацією між самими автомобілями V2V (*Vehicle-to-Vehicle*). Системи автомобільного зв'язку V2V — це комп'ютерні мережі, в яких транспортні засоби та придорожні вузли є вузлами зв'язку, що надають один одному інформацію, таку як попередження про безпеку та відомості про дорожній рух. Ці системи можуть ефективно запобігати аваріям і заторам на дорогах. Мета полягає в тому, щоб обмінюватися інформацією за межами прямої видимості, яку датчики одного автомобіля не можуть зафіксувати.

Цей процес включатиме і технології V2X, які взаємодіють з іншими транспортними засобами та дорожньою інфраструктурою (рис. 5). Сьогодні існує два стандарти, що конкурують між собою, для основи цієї технології: IEEE 802.11p (заснований на стандарті WLAN) і C-V2X (заснований на стандарті стільникового зв'язку).

Уже зараз у цьому напрямку компанія TE Connectivity пропонує антени для обох стандартів. Стандарт стільникової мережі LTE вже використовується для підключення автомобілів до інфраструктури або один до одного. Однак притаманна LTE затримка занадто висока для деяких застосувань. Як вихід — мережі п'ятого покоління 5G. У міру впровадження мережа 5G забезпечить низьку затримку і високу пропускну здатність стільникового зв'язку [7]. Компанія TE Connectivity вже розробила ранній прототип антени 5G.



**Рис. 4. Волоконно-оптичні з'єднання для мереж MOST від компанії TE Connectivity**

#### **WLAN і Bluetooth**

Bluetooth використовується для віддаленого доступу до автомобіля та дозволяє смартфонам взаємодіяти з інформаційно-розважальними системами. Компанія TE розробила приймачі та антени Bluetooth для встановлення на даху. Таке рішення здатне допомогти в реалізації функції віддаленого паркування, коли автомобіль керується за допомогою смартфона, та функції дистанційного блокування дверей.

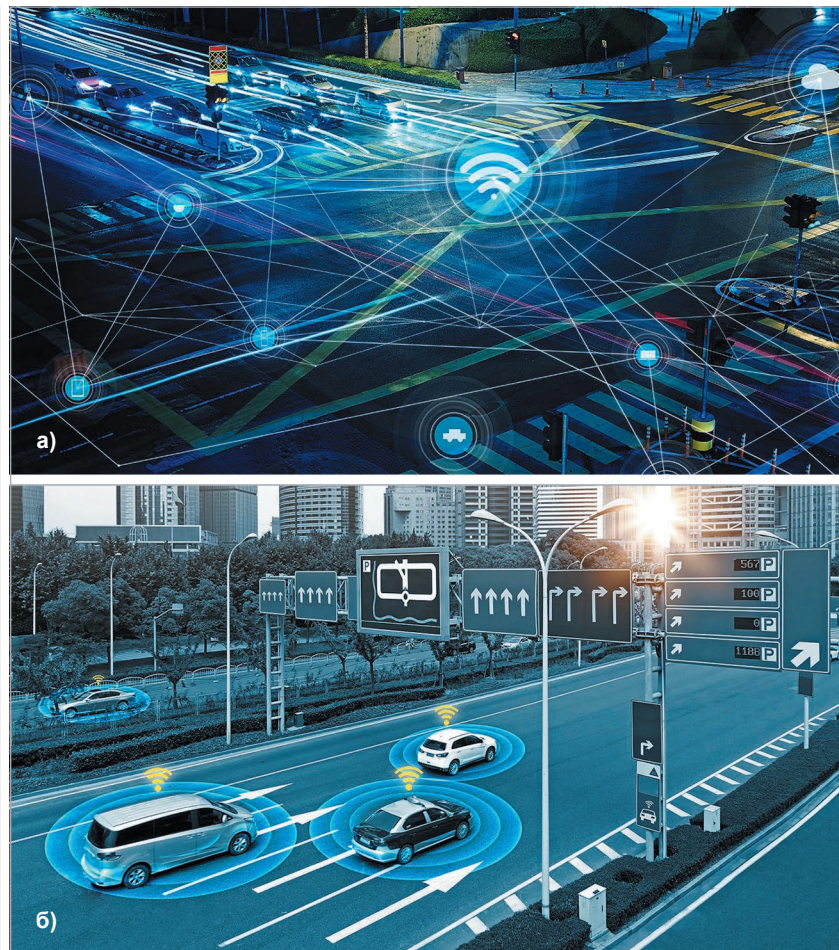
WLAN (*Wireless Local Area Network*) стає гарним вибором, коли потрібна висока пропускання здатність даних при підключенні споживчих пристроїв. В автомобілях вже є точки доступу WLAN, які дозволяють пасажиром виходити в Інтернет через вбудований LTE-модем. Крім того, поки автомобіль стоїть у гаражі або на паркінгу, бездротова мережа може під'єднати його до Інтернету для оновлення програмного забезпечення радіоканалом (технологія OTA (*Over-the-Air*)) або для синхронізації даних додатків, наприклад, музичної бібліотеки користувача.

#### **Комбіновані антени**

У міру зростання кількості з'єднань усередині автомобіля дедалі складніше знайти потрібну кількість вільного місця для антен і супутніх блоків керування. Крім того, частоти LTE або WLAN перебувають у гігагерцевому діапазоні, що може спричинити завади, якщо поруч розташовуються коаксіальні кабелі. Тому компанія TE Connectivity запропонувала рішення, що об'єднує антени та приймачі в одному блоці. Це скоротить відстань, яку повинні долати сигнали й, отже, збільшить потенційну швидкість передачі даних.

Оптимальне місце розташування для комбінованої антени знаходиться в районі даху. Такі антени можуть підтри-





**Рис. 5. Обмін інформацією з інфраструктурою та між автомобілями: у системі V2V (а); при використанні технології V2X (б)**

безпечно розподіляти велику кількість електроенергії для швидшого заряджання, передавати великі обсяги даних у режимі реального часу з гнучкістю, необхідною для інтеграції різномірних пристроїв і протоколів мікросхем, а також забезпечити безперешкодне під'єднання до інших транспортних засобів, інфраструктури та хмари.

Додаткова інформація щодо проблем мобільності нового покоління та продуктів, пропонує для її вирішення компанією TE Connectivity, доступна за посиланням [9]. На сайті компанії представлено детальну інформацію про технології та рішення для підключення. Крім того, можна оформити підписку для отримання офіційних документів із розглянутої тематики.

*Література:*

1. *Connectivity for Next-Generation Mobility.* [www.te.com/content/dam/te.com/documents/automotive/global/automotive-next-gen-mobility-trend-paper-02-2019-EN.pdf](http://www.te.com/content/dam/te.com/documents/automotive/global/automotive-next-gen-mobility-trend-paper-02-2019-EN.pdf)
2. *MATE-AX Miniaturized Automotive Coaxial Connectors.* [www.te.com/usa-en/products/connectors/automotive-connectors/intersection/mate-ax.html](http://www.te.com/usa-en/products/connectors/automotive-connectors/intersection/mate-ax.html)
3. *MATeNet Modular and Scalable Connectors for Automotive Ethernet.* [www.te.com/usa-en/about-te/news-center/matenet.html](http://www.te.com/usa-en/about-te/news-center/matenet.html)
4. *Shark Fin Antenna for Emergency Service.* [www.te.com/usa-en/products/antennas/emergency-service-antenna.html](http://www.te.com/usa-en/products/antennas/emergency-service-antenna.html)
5. Рентюк В. *Електромагнитная совместимость: проблема, от которой не уйти // CHIP NEWS Україна. 2018 № 1.*
6. Hauck U., Leidner M., Ludwig M., Schmidt H., Wolf M. *Thermal Modeling for High Power Charging (HPC) of Electric Vehicles.* *TE Connectivity White Paper.* <https://www.te.com/content/dam/te.com/documents/automotive/global/automotive-next-gen-mobility-hp-charge-04-2019-EN.pdf>
7. *Теплове моделювання для систем швидкого заряджання високої потужності електромобіля // CHIP NEWS. 2024. № 7.*
8. Рентюк В. *От структуры сигналов к МИМО: пять важных моментов для понимания проблем 5G New Radio // Беспроводные технологии. 2020. № 1.*
9. Рентюк В. *5G и миллиметровые волны // СВЧ-электроника. 2019. № 4.*
10. *Engineering the Next-generation of Mobility.* [www.te.com/usa-en/industries/automotive/insights/the-next-generation-of-mobility.html](http://www.te.com/usa-en/industries/automotive/insights/the-next-generation-of-mobility.html)



мувати мережі мобільного зв'язку, V2X, GNSS, Bluetooth і WLAN.

Ця архітектура також дасть змогу скоротити кількість інтерфейсів до одного високошвидкісного інтерфейсу (наприклад, Ethernet), що забезпечує доступ до всіх перерахованих мереж. З впровадженням 5G очікуються ще вищі частоти, що несуть нові проблеми [8], проте така комбінація антен-приймачів-передавачів може стати стандартом. Приклад комбінованої антени M2M MiMo [4] від компанії TE Connectivity

показано на рисунку 6, особливості антен цього типу для систем стільникового зв'язку п'ятого покоління описано в [7].

**ВИСНОВОК**

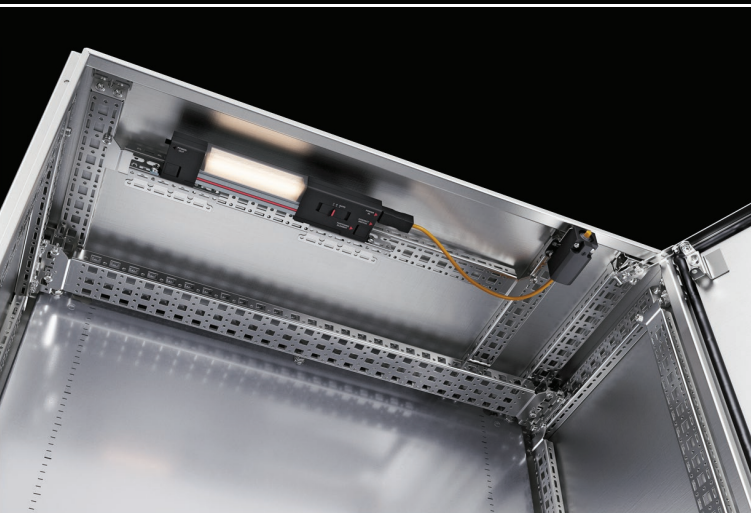
Незалежно від того, яким технологічним шляхом піде автомобільна промисловість, компанія TE Connectivity може надати рішення для безпечного та надійного під'єднання електричних силових агрегатів і систем передачі даних. Для того, щоб впроваджувати інновації зі швидкістю ринку, створюючи нові рішення, що відповідають потребам, що виникають, компанія TE Connectivity використовує весь свій багаторічний досвід виробництва систем зв'язку, антен і датчиків. Для підтримки наскрізного автомобільного зв'язку, вирішення всіх сучасних проблем фізичного рівня і зростаючих вимог галузі до мобільності наступного покоління TE Connectivity розробляє спеціальний портфель інноваційних технологій. Проблеми, що розв'язуються, включають можливість



**Рис. 6. Комбінована антена M2M MiMo від компанії TE Connectivity**



# Компактні та розподільчі шафи AX та KX з нержавіючої сталі



**Швидкий внутрішній монтаж** без механічної обробки за допомогою системних аксесуарів



**Широкий асортимент аксесуарів** з нашої модульної системи



**Високий ступінь захисту** (до IP 66/IK 10) завдяки тому, що кромка корпусу має плоску конструкцію країв згину



**Цифрова "кишеня" електромонтажних схем Rittal ePOCKET** для доступу до постійно оновлюваної документації машин і устаткування

Щоб дізнатись більше про цей продукт, тисніть кнопку та переходьте за посиланням

[rittal.com.ua](http://rittal.com.ua)



**наші контакти:** office@rittal.com.ua • 044 536 99 44

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES

FRIEDHELM LOH GROUP



# Вимірювання сили струму навантаження за допомогою ІС цифрового керування електроживленням по шині PMBus

## Частина 1

Міхаель Пітерс (Michael Peters)

**Ця стаття перша з двох частин циклу, вона знайомить читача з сімейством мікросхем цифрового керування електроживленням (Digital Power System Manager, DPSM) і охоплює основні методи вимірювання сили струму, що споживається. Крім того, наводиться коротке знайомство з ПЗ LTpowerPlay з прикладами обліку спожитої енергії. Друга частина циклу присвячена методам вимірювання струму, що споживається від джерел електроживлення з високою або від'ємною напругою, точності таких методів і висвітлює основні особливості цифрової частини мікросхем DSPM.**

### ВСТУП

Завдання інженерів-конструкторів друкованих плат — «оживлення» плати, перевірка коректності її роботи, підстроювання та регулювання, тестовий запуск, переведення плати в автономний режим для подальшого тестування, усунення неполадок, які виникли, і виведення живлення складної плати без пригод. У світі розроблення та конструювання блоків живлення керування живленням може бути не тільки бажаним, а й абсолютно необхідним. ІС керування живленням об'єднує безліч функцій, як-от увімкнення каналів живлення в потрібному порядку, виявлення несправностей, перевірка знаходження параметрів живлення в потрібних межах (margin testing), належне вимкнення каналів живлення, вимірювання напруг, струмів і збирання даних для аналізу. У цій частині статті основну увагу приділено вимірюванню струму навантаження за допомогою ІС серії LTC297x.

Для електроживлення дорогих компонентів, зокрема ПЛІС, центральних

процесорів і оптичних приймачів-передавачів, може бути важливим вимірювання струму, що споживається. Ця інформація про критично важливі шини живлення дає змогу конструктору плати отримати уявлення про її характеристики. Оскільки вимірювана сила струму представлена в цифровому вигляді, ІС може обчислювати споживану потужність та енергію, а контролер системи (хост) — виконувати спеціальні обчислення, аналізувати дані, планувати завдання тощо.

Темі вимірювання струму навантаження присвячено безліч технічних статей і заміток щодо застосування, але жодна з них не висвітлює цю тему саме стосовно DPSM. У цій статті розглядаються як аналогові, так і цифрові нюанси та наводяться різні допоміжні схеми для вимірювання струму, що споживається від низьковольтних, високовольтних і негативних шин живлення.

### СІМЕЙСТВО ІС ЦИФРОВОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯМ LTC297X

У центрі уваги статті знаходяться мікросхеми цифрового керування живленням, які мають вбудовану опцію вимірювання струму. У таблиці 1 перераховано особливості цих ІС.

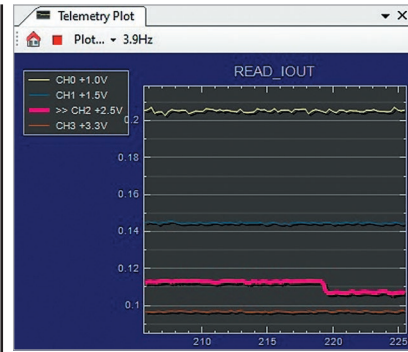
LTC2977/LTC2979/LTC2980/LTM2987 теж можна налаштувати для вимірювання сили струму, але тут є деякі обмеження. Так, вимірювання струму можливе тільки в непарних каналах,

Таблиця 1. Особливості ІС цифрового керування живленням сімейства LTC297x<sup>1</sup>

ІС	Вимірювання вихідного струму	Детектор перевищення струму/просідання струму	Вимірювання вхідного струму	Вимірювання спожитої енергії	Підтримка LTpowerPlay
LTC2971	✓		✓	✓	✓
LTC2972	✓		✓	✓	✓
LTC2974	✓	✓			✓
LTC2975	✓	✓	✓	✓	✓
LTC2977	непарні канали				✓
LTC2979	непарні канали				✓
LTC2980	непарні канали				✓
LTM2987	непарні канали				✓

**Примітка.** <sup>1</sup> Якщо не вказано інше, під «сімейством LTC297x» тут розуміють ІС LTC2971, LTC2972, LTC2974, LTC2975, LTC2977, LTC2979, LTC2980 і LTM2987. До нього не входить LTC2970.





**Рис. 1. Графік телеметрії струму навантаження через команду READ\_IOUT у вікні LpowerPlay**

а результат вимірювання виходить у немасштабованих одиницях напруги. Ці особливості описано докладніше в другій частині статті.

У цій частині в основному розглядаються ІС LTC2971/LTC2972/LTC2974/LTC2975, оскільки вони здатні вимірювати струм у всіх каналах і дозволяють системі/ПЗ зчитувати результат в одиницях сили струму через команду READ\_IOUT.

У посібнику «AN-105: Current Sense Circuit Collection Making Sense of Current» наводиться безліч різноманітних схем і методів вимірювання струму. Частина з них може бути застосована до ІС цифрового керування електроживленням ADI.

### ОСНОВИ РОБОТИ ІС КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯМ

ІС керування живленням (Power Management ICs, PMICs) надають значення найважливіших напруг і струмів блока живлення в цифровій формі. Це надає потужного функціоналу таким мікросхемам: системний контролер (хост) або LTrpowerPlay можуть забезпечувати початковий запуск плати, налагодження, перевірку, збір вихідних даних або їхній аналіз. Хоча деякі канали живлення не потребують точного вимірювання струму, що споживається, багато критично важливих каналів потребують такого вимірювання з високою точністю.

**Таблиця 2. Коротка характеристика методів вимірювання струму навантаження**

Параметри	Вимірювальний резистор	На обмотці дроселя	Через вихід IMON
Точність	Дуже хороша	Хороша	Хороша, але не нормована для малого навантаження
Вплив на коло навантаження	Втрата напруги ( $I_{\text{навантаження}} R_{\text{вимір}}$ )	Не вносить втрат	Не вносить втрат
Тип фільтра	Однополюсний, на кожній лінії сигналу	Одне RC-коло	Одне RC-коло
Інше			Майже немає обмежень щодо синфазної напруги, деякі ІС мають зміщення нуля на цьому виході

У статті буде розглянуто різні методи вимірювання струму, а заодно компроміси між вартістю, складністю і точністю.

ліками. Крім перерахованих, необхідно враховувати і точність методу, вартість, займану площу плати та інші чинники.

### МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ СИЛИ СТРУМУ НАВАНТАЖЕННЯ

ІС LTC2971/LTC2972/LTC2974/LTC2975 точно вимірюють вихідний струм у навантаженні. Використовуйте ці ІС там, де це можливо, тому що вони мають спеціальні виводи вимірювання струму та команди PMBus, які видають значення струму для телеметрії в амперах (рис. 2).

Наприклад, під'єднайте виводи мікросхеми ISENSE до вимірювального резистора (шунта), налаштуйте кілька регістрів, а мікросхема зробить усе інше (рис. 3). Мікросхема перераховує виміряне падіння напруги на шунті в значення струму. ПЗ LTrpowerPlay відображає чисельне значення струму в реальному часі та на графіку телеметрії.

За допомогою ІС LTC2977/LTC2979/LTC2980/LTM2987 теж можна вимірювати вихідний струм, але в цьому разі команда READ\_IOUT повертає значення падіння напруги (на шунті), яке необхідно перетворити в одиниці сили струму контролером системи або засобами LTrpowerPlay (рис. 1). На практиці це означає, що опір шунта має зберігатися в прошивці системи, а не в регістрах самої ІС.

Послідовно включений вимірювальний резистор не єдиний спосіб вимірювання сили струму. У таблиці 2 перелічено методи вимірювання струму, які можна застосувати для ІС цифрового керування живленням з їхніми перевагами та недо-

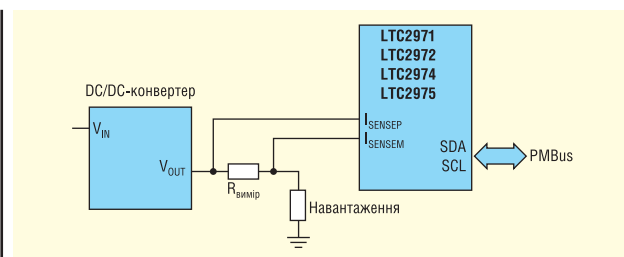
### МЕТОД ВИМІРЮВАЛЬНОГО РЕЗИСТОРА (ШУНТА)

У найпоширенішому методі вимірювання використовується вимірювальний резистор, іноді званий шунтом. Незалежно від того, чи використовується DC/DC-конвертор, чи стабілізатор — імпульсний або безперервної дії, вимірювальний резистор включається послідовно з його виходом. Дільник напруги зворотного зв'язку під'єднано до вихідного вузла (навантаження) в такий спосіб, що шунт опиняється всередині петлі негативного зворотного зв'язку (H33) (рис. 4), що дає змогу конвертору (стабілізатору) компенсувати падіння напруги на шунті, пропорційне струмові навантаження, значно покращуючи цим стабілізацію напруги на навантаженні.

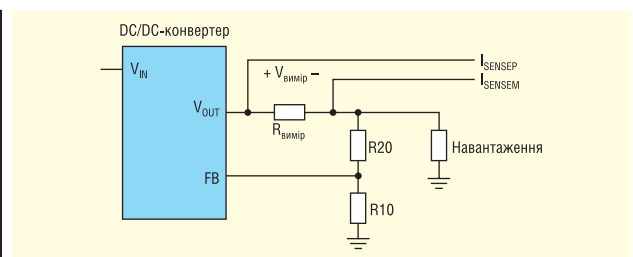
Команда PMBus, яка використовується для перетворення падіння напруги на вимірювальному резисторі в значення струму, називається IOUT\_CAL\_GAIN, вона задає номінальний опір цього резистора. ІС керування живленням вимірює

Output Current Calibration	
IOUT_CAL_GAIN	4.102 mOhms
IOUT_CAL_OFFSET	0.0000 A
MFR_IOUT_CAL_GAIN_TC	3900 ppm/°C
MFR_IOUT_CAL_GAIN_TAU_INV	0.00
MFR_IOUT_CAL_GAIN_THETA	10.000 °C/W

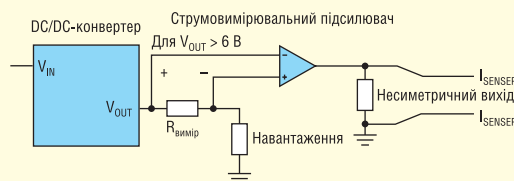
**Рис. 3. Налаштування регістрів PMBus для вимірювання струму навантаження**



**Рис. 2. Налаштування регістрів PMBus для вимірювання струму навантаження**



**Рис. 4. Вимірювальний резистор розташований всередині петлі H33**



**Рис. 5. Застосування струмовимірювального підсилювача для високовольтних ліній живлення**

незначне падіння напруги на шунті за допомогою виводів  $I_{SENSEP}$ , виконує внутрішнє перетворення і повертає значення вихідного струму (у навантаженні) через команду `READ_IOUT`. Фактичне падіння напруги на шунті, що вимірюється мікросхемою, доступне до зчитування через команду `MFR_IOUT_SENSE_VOLTAGE`. Мікросхема обчислює силу вихідного струму відповідно до рівняння:

$$\begin{aligned} \text{Вихідний струм} &= \\ &= \text{MFR\_IOUT\_SENSE\_VOLTAGE} / \\ &\quad / \text{IOUT\_CAL\_GAIN}. \end{aligned}$$

Під час використання вимірювального резистора задайте його температурний коефіцієнт опору через команду `MFR_IOUT_CAL_GAIN_TC` відповідно до специфікацій виробника резистора, щоб скоригувати похибку, спричинену змінами температури. Як правило, резистори з опором понад 10 мОм мають нижчі температурні коефіцієнти — менше ніж 100 ppm/°C.

Гранично допустима напруга між входами  $I_{SENSE}$  вказана в технічному описі на ІС. Для більшості ІС сімейства LTC297x вона обмежена розмахом  $\pm 170$  мВ, який більш ніж достатній для більшості застосувань. Максимальне вимірюване падіння напруги на шунті, що вимірюється, розраховується таким чином:

$$V_{\text{вимір}} = R_{\text{вимір}} \times I_{\text{вих\_max}}$$

Як правило, спочатку визначається максимальне падіння напруги на шунті, а потім його опір  $R_{\text{вимір}}$  розраховується як:

$$R_{\text{вимір}} = V_{\text{вимір}} / I_{\text{вих\_max}}$$

Максимальне вимірюване падіння напруги на шунті обирається так, щоб воно було досить високим, але водночас не виникало проблем із відведенням тепла від шунта або неприпустимих втрат напруги в колі навантаження. Його прийнятне значення становить 50–80 мВ. Виберіть тип (габарити) вимірювального резистора таким чином, щоб він мав допустиму потужність розсіювання, що перевищує розраховану потужність, яка виділяється в ньому:

$$P_{\text{розс}} = R_{\text{вимір}} \times (I_{\text{вих\_max}})^2.$$

У схожому методі вимірювання додають інтегральний струмовимірювальний підсилювач (*Current Sense Amplifier, CSA*) із «заземленим» виходом, несиметричний сигнал із якого подають на входи вимірювання струму мікросхеми керування живленням (рис. 5). Цей метод зазвичай використовують для знімання сигналу з шунта, ввімкненого в лінію живлення під напругою понад 6 В, що перевищує допустиму межу більшості ІС сімейства LTC297x. Струмовимірювальний підсилювач повинен володіти хорошими параметрами в частині синфазної вхідної напруги. Найчастіше цей підсилювач живиться безпосередньо від вимірюваної лінії. Докладніше цей метод розглядається в другій частині статті.

ADI пропонує безліч простих у використанні мікромодульних ( $\mu$ Module) пристроїв електроживлення з компактними посадковими місцями. ІС керування живленням — гарний

допоміжний засіб для послідовного увімкнення/вимкнення та спостереження за параметрами цих пристроїв. Більшість таких мікромодулів мають вбудовані дроселі. Однак деякі з них містять усередині і резистор верхнього плеча дільника зворотного зв'язку, через що зовнішній шунт не можна включити всередину петлі H33. Слід обрати той мікромодуль, який дає змогу використовувати навісний резистор для дільника H33, що дасть максимальну точність стабілізації напруги на навантаженні.

## ВИКОРИСТАННЯ ОМІЧНОГО ОПОРУ ОБМОТКИ ДРОСЕЛЯ

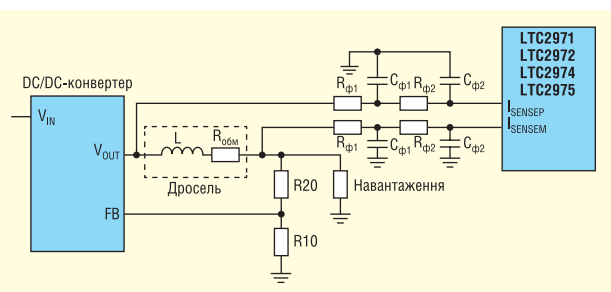
У цьому методі вихідний дросель понижувального конвертора використовується замість шунта. Дросель можна уявити еквівалентною схемою зі з'єднаних послідовно ідеальної індуктивності та омичного опору дроту обмотки (так званого *DCR — Direct Current Resistance*) (рис. 6). Зазвичай цей метод кращий для значних струмів навантаження (понад 20 А), оскільки він дає змогу позбутися додаткового опору (шунта), який неминуче споживає потужність і розсіює тепло.

Для цього необхідно мати доступ до обох виводів дроселя, а між його выводами і вимірювальними входами ІС необхідно додати фільтрувальні кола. Ці кола утворюють собою дволанковий диференціальний RC фільтр низьких частот (ФНЧ) (рис. 6). З міркувань зручності та зменшення габаритів фільтра можна використовувати 4-елементну резисторну збірку. Опори резисторів слід обирати настільки великими, щоб падіння напруги на них від вхідного струму ІС було настільки малим, що ним можна знехтувати, але при цьому ємності конденсаторів були менше ніж 1 мкФ.

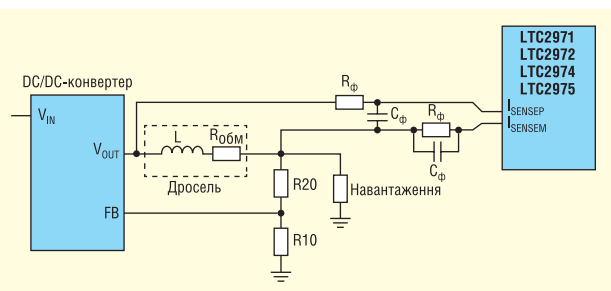
Технічні описи на ІС LTC2971/LTC2972/LTC2974/LTC2975 містять детальніші рекомендації щодо вибору опорів і ємностей фільтрів.

### Приклад

Припустимо, що  $L = 2.2$  мкГн,  $R_{\text{обм}} = 10$  мОм, частота перемикання  $f_{\text{пер}} = 500$  кГц.



**Рис. 6. Вимірювання сили струму за допомогою опору обмотки дроселя з дволанковим ФНЧ**



**Рис. 7. Спрощений варіант ФНЧ**

Нехай  $R_{\Phi 1} = R_{\Phi 2} = 1 \text{ кОм}$ .

$$C_{cm1} = \frac{L}{R_{обм} \times R_{\Phi 1}} = \frac{2.2 \times 10^{-6}}{0.1 \times 1000} = 220 \text{ нФ},$$

$$C_{cm2} = \frac{L}{2\pi \times \left(\frac{f_{пер}}{10}\right) R_{обм} \times R_{\Phi 2}} = \frac{1}{6.28 \times 500000 \times 1000} = 3.2 \text{ нФ}.$$

Цей метод вимірювання сили струму навантаження не вносить додаткових втрат, проте точність методу гірша через мінливість опору обмотки дроселя. Нерідко можна побачити в технічних характеристиках дроселя допуск цього опору до  $\pm 10\%$ , або ж вказано лише максимальний опір. Фактичний опір варіюватиметься від екземпляра до екземпляра і від партії до партії.

В альтернативній схемі фільтра використовуються тільки два резистори і два конденсатори. Це зменшує кількість компонентів фільтра з восьми до чотирьох, проте ступінь ослаблення завад цього фільтра не такий гарний, як у наведеного на рисунку 7.

### Налаштування через PMBus для коректного вимірювання сили струму

При налаштуванні IC сімейства LTC297x через шину PMBus номінальний опір вимірювального резистора або омичний опір обмотки дроселя задається через команду **IOUT\_CAL\_GAIN**. У дроселів з мідною обмоткою, з підвищенням температури обмотки її опір зростає. Це внесе похибку в результат вимірювання (доступний за командою **READ\_IOUT**), яку можна скоригувати, встановивши температурний коефіцієнт опору міді командою **MFR\_IOUT\_CAL\_GAIN\_TC**. У технічному описі вказано значення цього параметра за замовчуванням —  $3900 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ . Можливо, вам буде потрібно змінити це значення, оскільки температурний коефіцієнт може сильно варіюватися, якщо дріт обмотки виготовлено зі сплаву, а не з чистої міді. **MFR\_IOUT\_CAL\_GAIN\_THETA** — це теплова постійна часу, яку можна встановити відповідно до докладних рекомендацій технічних описів IC сімейства LTC297x.

Важливо розмістити датчик температури (діодно увімкнений біполярний транзистор) поблизу дроселя для більш точної поправки на температурну залежність опору його обмотки. До мікросхем LTC2971/LTC2972/LTC2974/LTC2975 датчик температури під'єднується через вивід TSENSE.

### ВИКОРИСТАННЯ ВИХОДУ IMON

Використання виходів IMON набирає популярності в багатьох стабілізаторах, як імпульсних, так і безперервної дії. Ці стабілізатори мають вихід сигналу, що дає можливість спостереження (вимірювання) сили струму навантаження. Переваги методу полягають у відсутності додаткових втрат і у звільненні вимірювальних входів мікросхеми керування живленням від синфазної напруги, оскільки її входи  $I_{SENSE}$  не під'єднуються до  $V_{вих}$ . Вихід IMON являє собою несиметричний вихід, сигнал з якого пропорційний вихідному струму стабілізатора, і він може бути або низькоомним (сигнал — напруга), або високоомним (сигнал — струм), для останнього потрібен резистор, під'єднаний до загального проводу («землі»). Струмовий вихід IMON дає змогу користувачеві вибирати опір навісного резистора, встановлюючи довільну напругу сигналу, відповідно до номінального струму навантаження.

Несиметрична напруга з цього виходу може бути набагато вищою, ніж сигнал з шунта або обмотки дроселя. IC LTC2972 і LTC2971 навіть мають біт конфігурації для обробки більш високих рівнів сигналу. Цей біт називається **imon\_sense**, він розташований у команді **MFR\_CONFIG**, яка налаштовує кожен канал IC (PAGE) окремо (рис. 8).

Опір навісного резистора на виводі IMON слід обирати так, щоб забезпечити широкий динамічний діапазон сигналу за будь-якого струму і характеру навантаження. Загалом точність сигналу IMON прийнятна за середнього та великого навантаження, але погіршується за малих навантажень. Для отримання

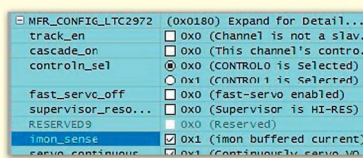


Рис. 8. Біт для роботи з виходом IMON у регістрі MFR\_CONFIG

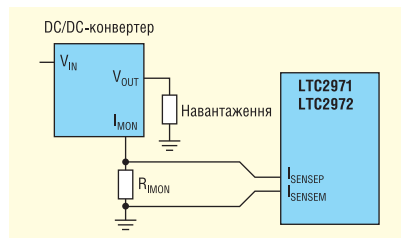


Рис. 9. IC керування живленням вимірює струм навантаження через вихід IMON стабілізатора



ТОВ «АДС ТІМ» —  
ВЛАСНЕ ВИРОБНИЦТВО  
В УКРАЇНІ МОТОЧНИХ ВИРОБІВ  
ЗГІДНО ДОКУМЕНТАЦІЇ  
АБО ЗА ТЕХНІЧНИМ ЗАВДАННЯМ

www.adcgr.com

тел. +38 044 206 22 52  
моб. +38 067 249 77 58  
+38 050 464 22 52



детальнішої інформації слід ознайомитися з технічним описом стабілізатора, що цікавить.

У деяких стабілізаторах вихід IMON виконує ще й функцію обмеження вихідного струму (рис. 9), тоді він може називатися IMON/ILIM. Будьте уважні, не вибирайте опір резистора на виводі IMON таким, щоб напруга на ньому активувала б коло обмеження струму за номінального навантаження. Як приклад можна навести стабілізатори безперервної дії LT3072 і LT3086. В інших стабілізаторів, як-от LT3094 і LT3045, є вивід ILIM, який виконує функцію обмеження струму і може бути застосований для вимірювання вихідного струму. У разі деяких імпульсних стабілізаторів вивід може називатися IMON, а вбудована функція обмеження струму може бути явно не вказана. Як приклад — IC LT8652S і LT8708. Схема обмеження струму не вимикає вихід у разі перевантаження. Вимкнення виходу можна реалізувати допоміжною IC LTC298x, яка виявить перевантаження за струмом і «підтягне» свій вивід VOUT\_EN на низький рівень, вимкнувши вихід стабілізатора.

## ВИМІРЮВАННЯ ВХІДНОГО СТРУМУ

Система електроживлення може складатися з одного вхідного джерела енергії, яке живить кілька допоміжних стабілізаторів (рис. 10). Струм (IIN), що споживається від вхідного джерела, можна виміряти за допомогою IC LTC2971, LTC2972 або LTC2975; вимірювання за допомогою цих мікросхем нескладне, тому що їхні входи спеціально призначено для під'єднання до вимірювального резистора  $R_{\text{вимір}}$  у загальній лінії VIN. Пряме підключення їхніх входів IIN\_SNS до вхідної лінії можливе за напруги VIN до 15 В для LTC2972/LTC2975 і до 60 В для LTC2971. Незалежно від того, вимірюється вихідний або вхідний струм системи, є програмований користувачем через PMBus реєстр, відповідальний за перетворення вимірюваного падіння напруги на шунті в значення струму. Під час вимірювання вхідного струму системи використовується реєстр MFR\_IIN\_CAL\_GAIN (рис. 11). Потім значення вхідного струму може бути зчитано з реєстра READ\_IIN.

Ми можемо вимірювати не тільки силу струму, а й напругу. Команди PMBus для цього — READ\_IIN і READ\_VIN відповідно. На основі відомих сили струму, напруги та проміжку часу IC LTC2971/LTC2972/LTC2975 також можуть обчислювати потужність та енергію, передану системі. Реєстр-акумулятор обліку спожитої енергії описано в наступному розділі.

IC LTC2971 здатна вимірювати силу струму на вхідній лінії за напруги 60 В. Її входи IIN\_SNS можна безпосередньо під'єднати до вимірювального резистора на вході системи електроживлення. Якщо напруга на вході вища за 24 В, рекомендується застосовувати понижувальний стабілізатор для живлення LTC2971 через вивід VPWR (рис. 12). Це знижує потужність, що споживається, і позбавляє від надмірного нагріву IC, спричиненого потужністю, що розсіюється, яка дорівнює  $V_{\text{PWR}} \times I_{\text{PWR}}$ . Варіантом недорогого понижувального стабілізатора в компактному корпусі є ADP2360 з фіксованою напругою 5 В.

## ОБЛІК СПОЖИТОЇ ЕНЕРГІЇ

Може виявитися важливим спостереження за споживанням енергії. Незалежно від того, чи є вхідне джерело електроенергії імпульсним стабілізатором, сонячною панеллю або хімічним джерелом, може бути корисно знати загальне енергоспоживання системи. IC LTC2971/LTC2972/LTC2975

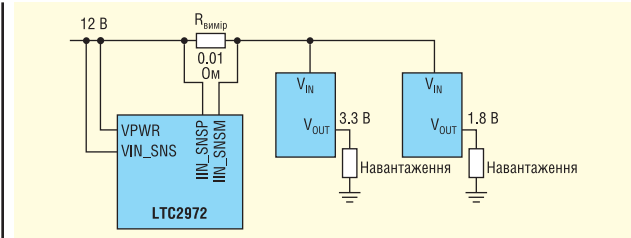


Рис. 10. Вимірювання вхідного струму та напруги системи електроживлення

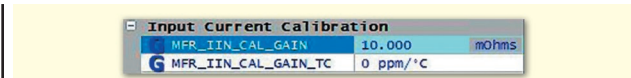


Рис. 11. Регистри, що відповідають за вимірювання вхідного струму системи електроживлення

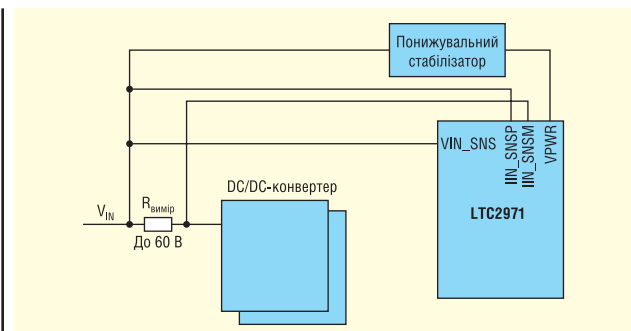


Рис. 12. Вимірювання струму та напруги на високовольтному вході системи електроживлення за допомогою LTC2971

здатні вимірювати струм, що споживається від вхідного джерела електроенергії. ПЗ LTPowerPlay дуже корисне для вивчення величин, пов'язаних із вхідним струмом системи, і підрахунку спожитої енергії. Щойно ви виберете команду READ\_EIN, у вікні телеметрії з'явиться графік спожитої енергії, що оновлюється в реальному часі (рис. 13), значення якої накопичено в спеціальному реєстрі.

Нарівні з силою струму також вимірюється вхідна напруга системи, отже, IC може повідомляти потужність на вході системи. Оскільки енергія є добуток потужності на проміжок часу, значення спожитої енергії розраховується на основі внутрішньої часової шкали IC. Лічильник, що відображається у правому верхньому куті графічного інтерфейсу програми,

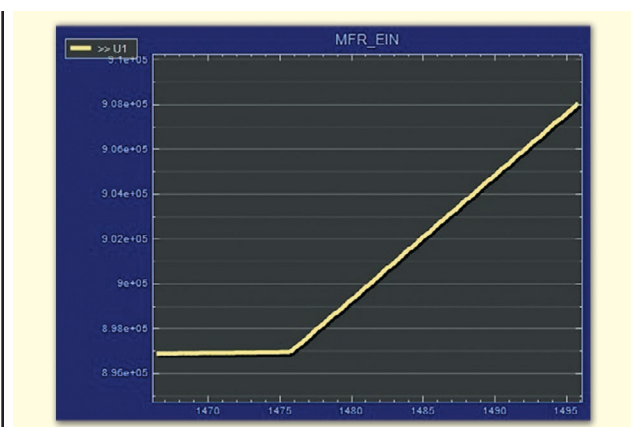
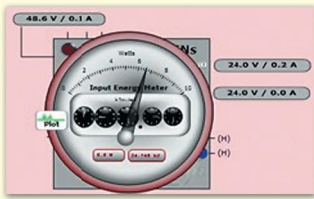


Рис. 13. Графік енергоспоживання в реальному часі у вікні LTPowerPlay



**Рис. 14.** Загальний вигляд вимірювача енергії в LTPowerPlayм

```

Telemetry -- Input Voltage
G MFR_VIN_PEAK_LTC 48.5000 V
G READ_VIN 48.5000 V
G MFR_VIN_MIN_LTC 48.5000 V
Telemetry -- Input Current
G MFR_IIN_PEAK 0.0118 A
G READ_IIN 0.0115 A
G MFR_IIN_MIN 0.0001 A
Telemetry -- Input Power
G MFR_PIN_PEAK 0.573 W
G READ_PIN 0.559 W
G MFR_PIN_MIN 0.007 W
Telemetry -- Input Energy
G MFR_EIN 1.044 kJ
G MFR_EIN_TIME 0 days,00h : 31m : 39...
G MFR_EIN_WATTS 0.551W
    
```

**Рис. 15.** Фрагмент телеметрії, що стосується сили струму, напруги, енергії та потужності на вході

надає додаткову інформацію. Стрілка показує в реальному часі потужність на вході у ватах, а п'ять малих циферблатів показують загальну спожиту енергію, аналогічно домашньому лічильнику електроенергії. Для зручності також передбачено цифровий формат показань (рис. 14).

**Таблиця 3. Параметри телеметрії ІС сімейства LTC297х**

Ім'я регістра	LTC2971/LTC2972/LTC2975	LTC2974	LTC2977/LTC2979/LTC2980/TC2987
READ_IOUT	✓	✓	
READ_VOUT	✓	✓	✓
READ_POOUT	✓	✓	
READ_IIN	✓		
READ_VIN	✓	✓	✓ <sup>1</sup>
READ_PIN	✓		
MFR_EIN	✓ <sup>2</sup>		

**Примітка.** <sup>1</sup> Якщо встановлено біт adc\_hires, значення READ\_VOUT повертається в одиницях мВ. Формат даних — LTT.  
<sup>2</sup> Зчитується блок даних, що містить значення енергії в мДж і минулий час у мс.

LTPowerPlay пропонує простий і зрозумілий інтерфейс, що об'єднує значення сили вхідного і вихідного струму, напруги, потужності та енергії.

Сила струму і напруга на вході, вхідні потужність і енергія можуть бути представлені в табличному вигляді. Таблиці відображаються в частині телеметрії інтерфейсу програми (рис. 15). Регістр MFR\_EIN зберігає накопичене значення спожитої енергії в мДж. У регістрі MFR\_EIN\_TIME вказано також загальний час безперервного накопичення значення енергії. Графічний інтерфейс автоматично оновить приставку CI, що відображається, під час зміни одиниць вимірювання з мДж на Дж і кДж.

У таблиці 3 представлено зведення всіх параметрів телеметрії, які можна зчитати з ІС сімейства LTC297х. Вміст регістрів зчитується словами за протоколом I<sup>2</sup>C/PMBus, за винятком регістра MFR\_EIN, вміст якого зчитується блоком. CN



Філаменти для 3D-друку




<https://altwaylab.com/>

## ЕЛЕКТРОННІ КОМПОНЕНТИ

від провідних виробників світу,  
зі складу та під замовлення

Гнучкі ціни



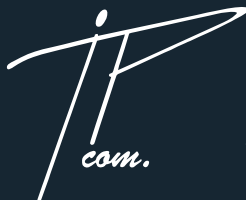
ТОВ "АДС ТІМ"

Україна, 03680, м. Київ  
пров. Ю. Матушак, буд. 3  
+38 (044) 361-46-78, 206-22-52  
+38 (067) 249-77-58, (050) 464-22-52  
zapros@adcgr.com www.adcgr.com

## ТОВ Аіронікс КОМПОНЕНТ

тел.: +38 044 384-17-55  
+38 044 501-07-29  
+38 044 501-80-09  
info.aironics@gmail.com

- електронні компоненти
- друковані плати
- виготовлення дослідних зразків приладів
- контрактне виробництво
- перетворювачі частоти до 11 кВт (Україна) до 220 кВт (Китай)

м. Київ, вул. О. Довженка, 3  
www.aironics.com.ua  
www.aironics.prom.ua

## ТОВ «АЙПІ-КОМ»

Гуртове постачання електронних компонентів, плівкових клавіатур, світлодіодної комунікаційної продукції, роз'ємів тощо

☎ ill1982  
✉ ill82@ukr.net  
🌐 ip-com.net.ua

☎ моб.: 098-980-48-38

Altway Electronics, Inc  
5970 Unity Drive Suite E,  
Norcross, GA 30071, USA  
www.altwaygroup.comОПЕРАТИВНІ ПОСТАВКИ  
ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВТел. 044-3-922-911  
E-mail: sales.int@altwaygroup.com

www.asanza.com

## Китай «АНЬЗА»

- ◆ Силова електроніка
- ◆ Мікроелектроніка витратні матеріали
- ◆ Матеріали з металу
- ◆ Керамічні вироби
- ◆ Промислове обладнання

## Соня Су

Tiedong Dist, Anshan, China  
☎ +86-15042320637  
✉ sonia1102@163.com  
☎ +86-15042320637  
☎ sonia11020728

## ТОВ «НВП АСТЕРА»

директор ТЕРЕЙКОВСЬКИЙ  
Артем СеменовичФеритові осердя,  
аксесуари, індуктивні елементи61072, Україна, Харків, вул. Тобольська 42 оф. 222  
тел.: 057-757-2859, факс: 057-728-1808  
050-323-3763, 067-575-4440, 068-616-7777  
http://www.ferrite.com.ua E-mail: ferrite@ukr.net

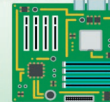
SONISN Amphenol LTW TE DARKCO OSRAM SAMSUNG MORNSUN

- Електронні компоненти
- Світлодіодне освітлення
- Друковані плати
- Контрактне виробництво

☎ bis\_electronics ☎ @BISelectronic bis@bis-el.kiev.ua | bis-el.com  
+38 (044) 490-35-99

## ВЕРІКОМ КОМПОНЕНТ

- Виробництво друкованих плат від 1 шт
- Контрактне виробництво
- Власний склад електронних компонентів
- Покриття плат лаком і компаундами
- Відповідаємо вимогам стандарту ISO 9001:2015

Україна, м. Київ  
вул. Марії Капніст, 2а, оф. 114  
URL: www.verikom.kiev.uaтел./факс: (+380) 44-501-9335  
(+380) 67-508-0229  
E-mail: sales@temys.kiev.uaWINTEX (044) 5036112  
(067) 2983455  
Професійний ремонт (050) 2665517

- Електронні компоненти
- Модулі та датчики для розробників електроніки
- Модулі для ремонту ТВ, комп'ютерів, планшетів, комп'ютерів
- Роз'єми та конектори
- Розробка елементів альтернативної енергетики
- Ремонт усіх видів електроніки та побутової техніки



www.wintex.com.ua

03150, Київ, вул. Велика Васильківська, 80

ДП «Гальванотехніка» ПАТ «Київський завод  
"Радар"»  
ТОВ «НВЦ друкованих плат»

## Виготовлення друкованих плат:

- одно-, дво- та багатшарових 3<sup>го</sup>-5<sup>го</sup> класів складності;
- жорсткогнучких друкованих плат, гнучких кабелів;
- друкованих плат на металі (алюміній, мідь).

Швидке виготовлення (від 3-х днів).

Висока якість. Оптимальне співвідношення ціна/якість.  
Послуги по монтажу плат.03680, м. Київ, вул. Предславинська, 35  
тел.: (044) 592-5467, 528-2068, 528-3656http://plata.com.ua  
order@plata.com.ua





38 (044) 239-96-06  
38 (044) 498-01-68

[www.grandelectronic.com](http://www.grandelectronic.com)  
[office@grandelectronic.com](mailto:office@grandelectronic.com)

Бульвар Вацлава Гавела, 8  
м. Київ, 03124

Прямі поставки від виробника



Комплексні поставки  
електронних комплектуючих

- Автоматика
- Датчики
- Джерела живлення
- Компоненти і модулі СВЧ
- Мікросхеми
- Рознімачі
- Реле
- Системи бездротового зв'язку
- Системи відображення інформації
- Хімічні джерела струму

**ТОВ "ДЕЛЛІ"**  
**МОНТАЖ SMT ТА SHT  
ЕЛЕКТРОННИХ  
КОМПОНЕНТІВ**

79060, м. Львів,  
вул. Наукова, 5-А, корп. Е  
Тел.: +38 (032) 245-75-72  
+38 (067) 672-27-40  
E-mail: [basarab@delly.info](mailto:basarab@delly.info)

Незалежний постачальник  
електронних компонентів

- Швидкі терміни поставок (до 7 днів)
- Безкоштовна доставка по Україні
- Більш ніж 6 млн. товарів в каталогі

[www.evocom.ua](http://www.evocom.ua)



email: [info@evocom.ua](mailto:info@evocom.ua)  
тел. (044) 520-19-13



**ДРУКОВАНІ ПЛАТИ**

**ТЕРМІНОВЕ ВИРОБНИЦТВО ВІД 1-ГО ДНЯ!**

Одно-, дво-, багатощарові друковані плати,  
плати на алюмінієвій основі з технологічними  
показниками відповідно до вимог  
міжнародного стандарту IPC-A-600

**Мембранні клавіатури**

- мембранні клавіатурні панелі
- лицеві і накладні панелі

[www.pcbetal.com](http://www.pcbetal.com)

ТОВ «PCB-ETAL»  
28000, Кіровоградська обл.,  
м. Олександрія, вул. Заводська, 1

Для замовлення:  
Тел.: +38 (050)268-95-73  
e-mail: [pcb@etal.ua](mailto:pcb@etal.ua)

3 питань ціноутворення:  
Тел.: +38 (066)872-60-65  
e-mail: [sb10@etal.ua](mailto:sb10@etal.ua)



дистрибуція електронних компонентів  
контрактне виробництво

08298, смт. Коцюбинське  
вул. Пономарьова, 7

[www.eurocom-c.com](http://www.eurocom-c.com)

Тел. +38 044 33 44 575

E-mail: [info@eurocom-c.com](mailto:info@eurocom-c.com)



**Інтегральні Комплексні Системи**

Контрактне виробництво електроніки

+38 (050) 469-12-07 info@incos.kiev.ua [www.incos.kiev.ua](http://www.incos.kiev.ua)

Київ, вул. Бориспільська, 9, корпус 111

**ІМРАД**  
Електронні компоненти

Електронні компоненти  
провідних світових виробників  
зі складу в Києві та на замовлення

Інформаційна та технічна підтримка

- 03113, Україна, м. Київ  
вул. Шутова 9, офіс 211
- Тел. (044) 495-21-09, 490-91-59  
факс: (044) 495-21-10  
E-mail: [imrad@imrad.kiev.ua](mailto:imrad@imrad.kiev.ua)  
[www.imrad.com.ua](http://www.imrad.com.ua)

Радіодеталі зі складу – 35 000 найменувань!



Усе для розробки,  
ремонтів та виробництва  
електроніки!

Від резистора до мікропроцесора, радіомонтажний  
інструмент та вимірювальні прилади, підбір аналогів  
та консультації.

[www.ims.kh.ua](http://www.ims.kh.ua) тел.: (073) 757 25 22 (23), (098) 028 89 17  
e-mail: [imskharkov@gmail.com](mailto:imskharkov@gmail.com) (057) 732 04 50, 732 01 76

**K206**

Електронні компоненти

Все для виробництва  
та ремонту зі складу  
та на замовлення

[www.k206.net](http://www.k206.net)

+38 096 77-99-665



we who are not as others



Телефон:  
044 501 90 90

Web:  
[info@cogito.com.ua](http://info@cogito.com.ua)



**ТОВ "КОМПАНІЯ ОЛЬВІЯ"**  
Корпуса пластикові. Клавіатура плівкова.  
Кабельно-провідникова продукція.

[044].599.7550 [044].503.3323 KORPUS.KIEV@GMAIL.COM  
IC# #: 268-782-777  
03113, м. Київ, вул. Дружківська, 12 А korpus.kiev.ua



<http://melsys.com.ua>

- контрактне виробництво електроніки
- монтаж і виготовлення друкованих плат
- виготовлення трафаретів

ТОВ "Мелсис"  
Київ, вул. Новозабарська, 2/6, оф. 204  
info@melsys.com.ua

+38 044 578 18 15  
+38 096 926 70 69  
+38 063 435 68 10

Партнерство в електроніці



03142, м. Київ, вул. Омеляна Прицака, 4, офіс 101  
Тел.: 044 392-93-86, Факс: 044 392-93-87  
www.micropribor.com.ua sales@micropribor.com.ua

[www.otladka.com.ua](http://www.otladka.com.ua)



Автоматизований SMD монтаж друкованих плат  
Фрезерування панелей, корпусів та пластику  
3D-друк

ФОП Сарієв Р.Б.

+38 050 447-12-58 +38 098 661-97-97



КОНТРАКТНИЙ  
ВИРОБНИК ЕЛЕКТРОНІКИ  
ПІД ЗАМОВЛЕННЯ

+38 044 338 97 73  
info@pcba.com.ua  
pcba.com.ua



м. Київ, пров. Ю. Матушка, 3, оф. 307  
тел. +38 (044) 451-60-80 info@mastek.com.ua  
моб. +38 (067) 919-51-15 www.mastek.com.ua

Авторизований дистриб'ютор  
NXP, AMPLEON, WeEn в Україні



Microdis Electronics GmbH  
Rheinauer Straße 1  
68766 Hockenheim  
Germany

Роман Прокопець  
Менеджер з продажу

М +380 67 475 81 86  
Roman.Prokopets@microdis.net

Дистриб'ютор електронних компонентів  
[www.microdis.net](http://www.microdis.net)




[microchip.com](http://microchip.com)

**Pcb24** — сервіс з експрес виробництва прототипів і невеликих партій однотошарових друкованих плат



За 24 години виготовимо Ваше замовлення

ТОВ «Крейтив Лоджікс»  
[www.pcb24.com.ua](http://www.pcb24.com.ua)  
pcbprint24@gmail.com  
068 614 38 28

Власне виробництво у м. Львів



Зручний онлайн РСВ-калькулятор  
мінімальне замовлення - 5 шт.

Постачання:  
- друковані плати FR-4;  
- алюмінієві друковані плати;  
- трафарети для паяльної пасту;  
- паяльна паста;  
- приліп.

Сайт: [pcbтut.com](http://pcbтut.com)  
e-mail: [pcbтut@pcbтut.com](mailto:pcbтut@pcbтut.com)  
+38 (067) 674 99 14



вбудовані процесорні плати

COMexpress  
Qseven  
PC-104  
ETX

промислові комп'ютери та системи

www.proxis.ua  
+380(44)4675977  
+380(44)5995977Пр  
Со

RADIODETAILI

- Паяльне обладнання
- Резистори
- Вентилятори
- Светлодіодне обладнання
- Трансформатори
- Акумулятори
- Реле
- Блоки живлення
- Конденсатори
- Мобільні аксесуари

КУПУЙ ВИГІДНО

radiodetaili.com.ua



**РАДІОМАГ**  
МЕРЕЖА МАГАЗИНІВ РАДІОДЕТАЛЕЙ

Львів Київ Харків  
Одеса Дніпро

www.rcscomponents.kiev.ua  
+38(044)299-77-55 sales@radiomag.com.ua

- мікросхеми
- транзистори
- діоди і діодні містки
- GSM, GPS, GPRS
- паяльне обладнання
- вимірювальне обладнання
- блоки живлення
- рознімачі
- інструмент
- пасивні компоненти
- батарейки та акумулятори та багато іншого

**RAINBOW TECHNOLOGIES**

Rainbow Technologies – офіційний дистриб'ютор і постачальник в Україні:

**MICROCHIP, MAXIM, INFINEON, WINBOND, ALTERA, SAMSUNG (LED), LEDIL, VISHAY, ANALOG DEVICES, TEXAS INSTRUMENTS**

04112, Україна, м. Київ, вул. Дегтярівська, 62, оф. 46  
Тел./факс: +38 (044) 290-41-69, 290-41-82  
e-mail: cov@rainbow.com.ua

www.rainbow.com.ua

**Rich El**  
electronic components

**ТОВ "РИЧЕЛ"**

Поставки електронних компонентів  
Асортимент зі складу та технічна підтримка

вул. Семена Склярєнка, 9, оф. 201  
04073, м. Київ  
info@rekkon.kiev.ua  
http://rekkon.kiev.ua

тел.: +38 (044) 490-92-50  
факс: +38 (044) 494-27-08

**Промислові та ІТ-шафи, щити, електронні системи, системи контролю мікроклімату, струморозподільче обладнання, всепогодні шафи та комплексні рішення для ЦОД, ПЗ EPLAN**

Ріттал ТОВ · вул. Київська, 6В, 08132, Вишневе, Київська обл.  
Тел.: +380 (44) 536 99 44 · E-mail: office@rittal.com.ua  
www.rittal.com.ua

ENCLOSURES POWER DISTRIBUTION CLIMATE CONTROL IT INFRASTRUCTURE SOFTWARE & SERVICES

**RIITAL**

FRIEDHELM LOH GROUP

**SEA** ІННОВАЦІЇ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ

м. Київ, вул. Краківська, 13-Б  
тел.: +38 (044) 330-00-88  
sea.com.ua, info@sea.com.ua

**Постачання:** Електронні компоненти • Джерела живлення • Светлодіодна продукція та оптоелектроніка  
Індикатори, дисплеї • Обладнання для енергетики • Електротехнічна продукція • Кабельно-провідникова продукція • Обладнання для промислової автоматизації • Бездротові компоненти Вимірювальні прилади  
Паяльне обладнання і матеріали для пайки • Сонячна енергетика

**Виробництво:** Светлофори та технічні засоби управління дорожнім рухом • Автоматизована система обліку та контролю енергоресурсів • Паркувальне обладнання і системи • WIM - системи динамічного зважування транспорту • Светлодіодні екрани та медіафасади SEA • Система керування міським освітленням  
Комплексна система диспетчеризації ліфтів • Джерело безперебійного живлення

**Послуги:** Великоузлове складання обладнання • Просктування друкованих плат  
Виробництво друкованих плат • Контрактне виробництво електроніки • SMD і DIP монтаж компонентів • Комерційні розробки • Просктування, монтаж, модернізація, технічне обслуговування паркувальних комплексів, світлофорних та WIM об'єктів

Харків: kharkiv@sea.com.ua Дніпро: dnipro@sea.com.ua Львів: lviv@sea.com.ua

**Semisvit**  
Create with us

**ТОВ "СЕМІСВІТ"**  
вул. Б. Хмельницького, 16-22, оф. 504-Г  
01601, м. Київ, Україна  
тел./факс: +380 44 586-2580  
www.semisvit.com.ua  
info@semisvit.com.ua

Електронні компоненти  
зі всього світу.

Створюйте з нами!

ЕЛЕКТРОННІ КОМПОНЕНТИ  
ТА  
КОНТРАКТНЕ ВИРОБНИЦТВО

**SMD UKRAINE**

03057, м. Київ, вул. Желябова, 2-А,  
корп. 7, кім. 303

тел.: (044) 223-12-42  
(073) 705-70-05  
(096) 705-70-05

info@smdua.in.ua www.smdua.in.ua

**SOFTPROM**  
VALUE ADDED IT DISTRIBUTOR

Дистриб'ютор Altium в Україні  
www.softprom.com/ua/vendor/altium  
altium@softprom.com

**Altium Designer**

ТОВ "Софтпром Солюшнс"



**НВП ТЕХНОСЕРВІСПРИВІД****ВСЕ ДЛЯ СИЛОВОЇ ЕЛЕКТРОНИКИ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ**

Діоди та містки,  
діодні, тиристорні, IGBT модулі,  
силові напівпровідники (**SEMİKRON**),  
конденсатори косинусні, імпульсні, моторні  
(**ELECTRONICON**)

Продаж, ремонт перетворювачів частоти,  
пристроїв плавного пуску (**DANFOSS**)

Для пошти: 04211, Київ-211, а/с 141  
Тел./факс: (044) 458-47-66, 456-19-57  
E-mail: tsdrive@ukr.net, Web: www.tsdrive.com.ua

**TMS PROJECT**

Контрактне виробництво  
Сертифіковано ISO9001  
Постачання електронних компонентів



Україна, Київ  
вул. Марії Капніст, 2а, оф. 114  
тел/факс: (044) 501-9335  
URL: www.tmsproject.com.ua  
E-mail: sales@temys.kiev.ua



Постачання електронних компонентів  
та з'єднувачів

+38(044)461-91-00  
+38(068)777-50-67

E-mail: sa@tpss.com.ua

<https://www.instagram.com/techprogres>

**ELFA DISTRELEC**

ПОСТАВКИ ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ  
ЗІ СКЛАДУ У ЄВРОПІ.



**TOK ЕЛЕКТРОНІК**  
ОФІЦІЙНИЙ ДИСТРИБ'ЮТОР В УКРАЇНІ



04080, м. Київ  
вул. Вікентія Хвойки, 18/14  
склад 10/8

www.distrelec.biz  
e-mail: ula@tok-el.com  
oksana@tok-el.com

Тел. +38 066 781 66 11  
+38 093 896 40 88



Полімерні трафарети для SMD монтажу

www.trafaret.net.ua

e-mail: order@trafaret.net.ua

тел. 063-851-12-76, 098-871-58-76



phoenixcontact.com



Електронні компоненти  
Технологічне обладнання, інструменти, матеріали  
Комплектуючі для Hi-Fi та Hi-End

вул. Гетьмана Павла Полуботка, 22/14  
м. Київ, Україна, 02100  
www.filur.net

+38 (068) 496 75 75  
+38 (044) 495 75 75  
@office@filur.net



ТОВ "ЮНІТЕСТ"  
вул. Олеся Гончара, 6  
04053, м. Київ, Україна  
тел: +38 (044) 272-60-94  
тел./факс: +38 (044) 272-60-95  
e-mail: web@unitest.com  
http://www.unitest.com

КОНТРОЛЬНО-  
ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ

АВТОРИЗОВАНИЙ ДИСТРИБ'ЮТОР В УКРАЇНІ  
продаж • навчання • сервіс



Автоматизований дистрибутор

**ЮСТАС**

Електронні компоненти провідних світових виробників:  
конденсатори всіх типів, транзистори, теристори,  
мікросхеми, діоди, діодні мости, кварци,  
індикаторна продукція всіх типів, вентилятори,  
механічні елементи, кабельна продукція

justas@ipm.lviv.ua  
justas\_k@ukr.net

Магазин "Електронних компонентів"  
79018, м. Львів, вул. Героїв УПА, 40,  
т/ф (032) 237-31-82, (032) 238-94-41  
понеділок - субота з 10.00 до 18.00

http://justas-electronics.com.ua  
+38 (093) 020-40-51

ЕЛЕКТРОНІКА • ЕЛЕКТРОТЕХНІКА • АВТОМАТИКА

**CHIP NEWS**

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

ВИДАЄТЬСЯ З 2001 РОКУ

03061, Київ,  
просп. Відрадний, 10

t.me/chipnewsua  
info@chipnews.com.ua  
www.chipnews.com.ua

# XXIII МІЖНАРОДНИЙ ПРОМИСЛОВИЙ ФОРУМ-2025

## МІЖНАРОДНІ СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ВИСТАВКИ



МЕТАЛООБРОБКА



УКРЗВАРЮВАННЯ



УКРВТОРТЕХ



ГІДРАВЛІКА  
ПНЕВМАТИКА



ПІДШИПНИКИ



УКРЛИТВО



АВТОМАТИЗАЦІЯ  
І РОБОТОТЕХНІКА



БЕЗПЕКА  
ВИРОБНИЦТВА



ЗРАЗКИ, СТАНДАРТИ  
ЕТАЛОНИ, ПРИЛАДИ



ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНЕ  
СКЛАДСЬКЕ ОБЛАДНАННЯ



ІНДУСТРІАЛЬНІ  
ПАРКИ

  
ufi  
Approved  
Event



Генеральний  
інформаційний партнер:

**ОБЛАДНАННЯ**  
ІНСТРУМЕНТ  
для професіоналів

**27-29**  
**травня**



МІСЦЕ ПРОВЕДЕННЯ:  
м. Київ, Броварський пр-т, 15  
станція метро «Лівобережна»



+38 (095) 268-05-85,

+38 (096) 505-52-66



plast@iec-expo.com.ua



www.iec-expo.com.ua





## ВИСТАВКИ 2024

Назва	Сайт	Організатор	Місто	Дата проведення*
Kyiv Maker Faire	<a href="https://kyiv.makerfaire.com/">https://kyiv.makerfaire.com/</a>	ГО «Мейкер Хаб»	Київ	02.03.2024
GreenExpo	<a href="http://www.greenexpo.com.ua">www.greenexpo.com.ua</a>	Євроіндекс	Київ	23.05–24.05.2024
Міжнародний промисловий форум	<a href="http://www.iec-expo.com.ua/pf-2024.html">www.iec-expo.com.ua/pf-2024.html</a>	МВЦ	Київ	28.05–30.05.2024
Addit EXPO 3D	<a href="http://www.iec-expo.com.ua/addit-2024.html">www.iec-expo.com.ua/addit-2024.html</a>	МВЦ	Київ	28.05–30.05.2024
Expert Security	<a href="https://expert-security.com.ua/">https://expert-security.com.ua/</a>	МВЦ	Київ	28.05–30.05.2024
SECURITY 2.0	<a href="http://www.bezpeka.ua">www.bezpeka.ua</a>	Євроіндекс	Київ	02.10–03.10.2024
ELECTRO INSTALL	<a href="http://www.iec-expo.com.ua/ei-2024.html">www.iec-expo.com.ua/ei-2024.html</a>	МВЦ	Київ	15.10–17.10.2024
E-Comps+DigiTec	<a href="http://www.iec-expo.com.ua/ecom-2024.html">www.iec-expo.com.ua/ecom-2024.html</a>	МВЦ	Київ	15.10–17.10.2024
EcoEnergy Expo	<a href="http://www.iec-expo.com.ua/ee-2024.html">www.iec-expo.com.ua/ee-2024.html</a>	МВЦ	Київ	15.10–17.10.2024
Енергетика в промисловості	<a href="http://www.iec-expo.com.ua/ep-2024.html">www.iec-expo.com.ua/ep-2024.html</a>	МВЦ	Київ	15.10–17.10.2024

\* Інформація отримана від організаторів виставок. Можливі зміни в залежності від ситуації.

## РОЗМІРИ РЕКЛАМНИХ БЛОКІВ

1 сторінка (200×270 мм)\*  
 2/3 сторінки (112×240 мм)  
 1/2 сторінки (170×120/83.5×240 мм)  
 1/3 сторінки (54×240/112×120/170×80 мм)  
 1/4 сторінки (112×100 мм)  
 1/6 сторінки (54×120/112×60/127×55 мм)  
 «Візитка» (80×40 мм)

\* Для усунення неточностей при обрізанні, розмір реклами, яка подається, повинен бути 210×280 мм (дообрізний формат з урахуванням «вильотів» по 5 мм з кожного боку, які краще заповнити основним фоном реклами). Значимі символи (текст, логотип та інші елементи оформлення, які гарантовано не повинні потрапити під обрізку) не повинні підходити до краю сторінки менш ніж на 10 мм (післяобрізний формат сторінки 200×270 мм).

Редакція журналу «CHIP NEWS» приймає до розміщення тільки повнокольорові рекламні блоки, розміри яких повинні в точності відповідати розмірам, наведеним у таблиці.

Текст реклами повинен бути виключно українською мовою.

## ВИМОГИ ДО РЕКЛАМНИХ І АВТОРСЬКИХ МАТЕРІАЛІВ

**Рекламні матеріали** приймаються **тільки українською мовою в форматах «.eps» або «.tif» (300 dpi)**. Кольорова модель — **СМΥК**. Сумарний процент фарб — не більше 300%. Якщо в форматі «.eps» є впроваджені растрові зображення, вони також повинні мати роздільну здатність 300 dpi і кольорову модель СМΥК. **Всі шрифти обов'язково повинні бути переведені в криві.**

**Авторські матеріали.** Текст статті приймається в форматі «.doc» (Microsoft Word). Всі рисунки повинні бути підготовлені **тільки в форматах «.eps»**, фотографії — в форматі «.tif» (300 dpi), кольорова модель — **СМΥК** і надані окремими файлами. Кожний рисунок повинен мати підписувачий підпис і посилання на нього в статті. Якщо в статті є таблиці, то кожна таблиця повинна мати назву, посилання на неї в статті і надаватись в форматах «\*.doc» або «\*.xls».





# НВП «ТЕХНОСЕРВІСПРИВІД»

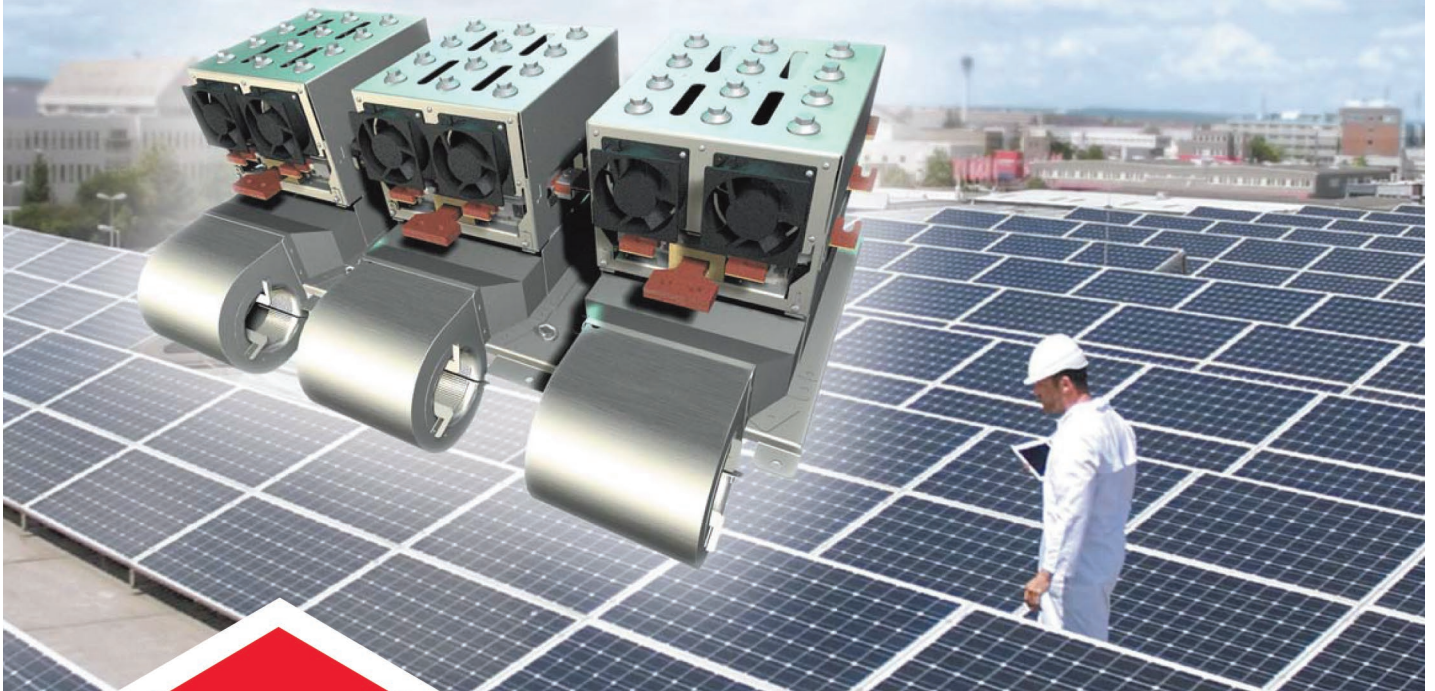
Авторизований сервіс-партнер Danfoss Drives в Україні

[www.semismart.com.ua](http://www.semismart.com.ua), [semikron@ukr.net](mailto:semikron@ukr.net), [service\\_danfoss@ukr.net](mailto:service_danfoss@ukr.net)  
(044) 458 47 66, (067) 463 46 62, (095) 284 96 62



Офіційний представник в Україні

## 1500 Vdc для сонячної енергетики? У нас є будь-які рішення!



## Сонячні інвертори

### 1500 Vdc

Силкові модулі / IPM / Силкові збірки потужністю до 1,5 МВт

3-рівневі  
силкові модулі та збірки:

SEMİTOP

MiniSKiiP

SKiM 4

SEMİX 5

SEMİTRANS 10

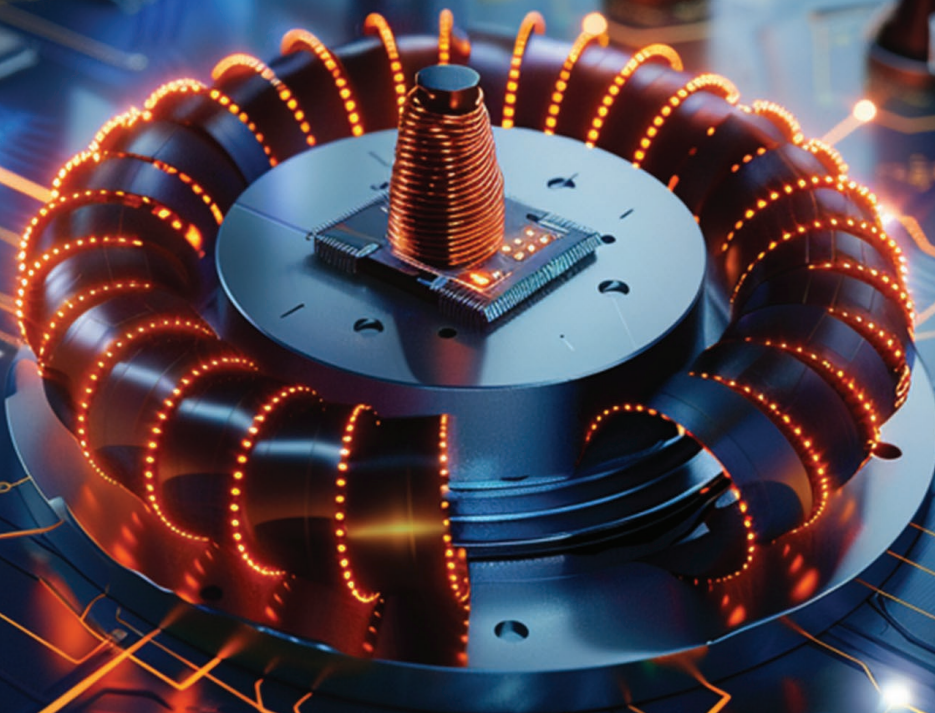
IPM SKiiP4

2L і 3L інвертори 20 кВт – 1,5 МВт





# Осердя, фурнітура, моточні вироби вимірювальні трансформатори струму



## ТОВ «НВП АСТЕРА»

e-mail: [ferrite@ukr.net](mailto:ferrite@ukr.net)  
[www.ferrite.com.ua](http://www.ferrite.com.ua)

61072, Україна, м. Харків, вул. Тобольська, 42, оф. 222,  
факс: (+38) 057-728-1808,  
тел.: (+38) 057-757-2859, (+38) 050-323-3763,  
(+38) 067-575-4440, (+38) 068-616-7777