

# CHIP NEWS



Високоєфективні  
блоки живлення  
240-480 Вт  
з функцією ДБЖ

Серії DRS

- Діапазон вхідної напруги: 90-305 В AC або 127-431 В DC
- Номінал вихідної напруги (основний канал): 12, 24, 36 або 48 В
- Вбудований «високошвидкісний» зарядний пристрій та схема ДБЖ
- Максимальний струм каналу заряду – 77% від номінального струму блоку живлення
- Регулювання струму заряду в межах 20-100% за допомогою потенціометра
- Протокол обміну даними MODBus або CANBus
- Програмування вихідної характеристики заряду (моделі з CANBus)
- Контроль робочих станів (вихід реле): AC Fail; Charger Fail; батарея відключена/пошкоджена
- Захист від реверсного підключення батареї (без пошкоджень)
- Діапазон робочих температур від -30 до +70°C
- 3 роки гарантії

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



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



- Високовольтні ДЖ CSP-3000 DC ... [стор. 10](#)
- Електростанція AceOn PES 3600 Вт ... [стор. 18](#)
- Технологія електричного з'єднання ... [стор. 24](#)

- Інтелектуальне проектування ДП ... [стор. 28](#)
- Керівництво з вибору антени ... [стор. 40](#)
- Захист з'єднувачів від вологи ... [стор. 46](#)



[www.eurocom-c.com](http://www.eurocom-c.com)  
[info@eurocom-c.com](mailto:info@eurocom-c.com)  
044 33 44 575

**Партнерство  
з нами – успіх  
Вашого бізнесу!**



№ 07 (232), 2024 р.

Науково-технічний журнал  
Видається з 2001 р.  
ТОВ «Булавівіа-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., Крючатов 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

Ву Вейцян (Wu Weiqiang)  
Переклад та редактування: Юрій Скрипка  
**Особливості та приклади застосування  
високовольтних джерел живлення  
постійного струму CSP-3000 . . . . . 10**

Брендон Хелан (Brendan Whelan)  
**Як вибрати джерело опорної напруги. . . . . 12**

## ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ

Портативна електростанція AceOn PES 3600 Вт —  
ваш надійний, потужний помічник.  
**Фахівці з акумуляторних систем зберігання  
енергії рекомендують . . . . . 18**

Рюдігер Мейєр р (Rüdiger Meyer)  
**Акумуляторні накопичувачі енергії  
в контексті економії замкнутого циклу.  
Роль технології електричного з'єднання. . . . . 24**

## ПРОЄКТУВАННЯ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ

Девід Марракчі (David Marrakchi)  
**Altium Designer: інтуїтивне та інтелектуальне  
проєктування друкованих плат різної складності. . . . . 28**

## ІННОВАЦІЇ

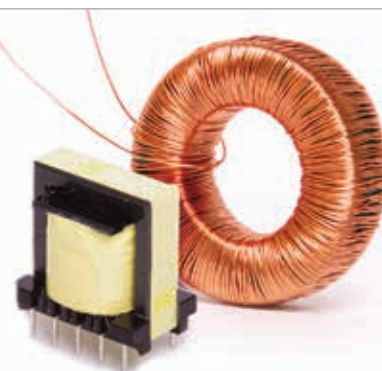
Прамїт Нанді (Prमित Nandy),  
Віджай Бапу (Vijay Bapu),  
Переклад та редактування:  
Нікіта Єзерський  
**Бездротове зарядження дозволяє  
впроваджувати Індустрію 4.0  
за допомогою мобільних роботів. . . . . 32**

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



<b>Sincoze DA-1200: ПК для шлюзу IIoT — компактний та енергоефективний</b> .....	<b>36</b>
--	-----------

### КОНСТРУКТИВИ

<b>Виклики та інноваційні рішення у виробництві харчових продуктів</b> .....	<b>38</b>
--	-----------

### АНТЕНИ

<i>Переклад: Вадим Потапенко</i> <i>Редагування: Віктор Бутирін</i> <b>Просте керівництво з вибору антени</b> .....	<b>40</b>
---	-----------

### ДИСТРИБ'ЮЦІЯ

<i>Кент Бейкер (Kent Baker)</i> <b>u-Blox: три питання про права інтелектуальної власності, які слід задати постачальнику стільникових модулів</b> .....	<b>42</b>
---	-----------

### ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ КОМПОНЕНТИ

<b>WAGO GELBOX: захист з'єднувачів від вологи</b> .....	<b>46</b>
<b>Проста інтеграція ODU AMC® серії T завдяки новим розеткам</b> .....	<b>48</b>

### СИЛОВА ЕЛЕКТРОНІКА

<b>Огляд силових промислових запобіжників компанії Littelfuse</b> .....	<b>50</b>
<i>Євген Силантьєв</i> <b>Драйвери затвора силових ключів сімейства CoolGaN GIT HEMT від компанії Infineon Technologies</b> .....	<b>56</b>

### ОПТОЕЛЕКТРОНІКА

<i>Володимир Рентюк, Геннадій Штрапенін</i> <b>Оптрони від Würth Elektronik iSos: високоякісна оптоелектроніка для безпечної ізоляції кіл</b> .....	<b>62</b>
<b>Зменшення габаритів інверторів за допомогою оптронів Renesas</b> .....	<b>67</b>

### ТРАНСПОРТ

<b>Теплове моделювання для систем швидкого заряджання високої потужності електромобіля</b> .....	<b>70</b>
--	-----------

<b>ВІЗИТКИ</b> .....	<b>74</b>
----------------------	-----------

<b>ВИСТАВКИ</b> .....	<b>79</b>
-----------------------	-----------

<b>ІНФОРМАЦІЙНА СТОРІНКА</b> .....	<b>84</b>
------------------------------------	-----------





## Захисні покриття для електроніки

### Прозоре акрилове захисне покриття для друкованих плат ECS Plastic 70

Вологозахисне покриття ECS PLASTIC 70 на основі акрилової смоли, що за своїми характеристиками особливо придатна до застосування в електронній промисловості. Це покриття формує блискучу та гнучку захисну плівку, стійку до дії кислот, солі, цвілі, кородувальних парів, термоударів, механічного впливу, лугів, спиртів, вологи та суворих умов навколишнього середовища. Воно зберігає свої властивості у широкому діапазоні температур від  $-70$  до  $+120$  °C. Цей лак має адгезію до широкого спектра матеріалів, таких як метал, пластик, деревина, картон, скло тощо. PLASTIC 70 не розбризкується та не перешкоджає паянню крізь власну плівку під час проведення ремонту електронних виробів. У своєму складі PLASTIC 70 містить УФ-індикатор для забезпечення контролю якості нанесення вологозахисних покриттів. PLASTIC 70 відповідає вимогам стандарту MIL-I-46058C «Тип акрилова смола». PLASTIC 70 захищає плати, компоненти, кабелі тощо. Усуває або попереджує повзучі заряди, коронні розряди, короткі замикання або електророзряди. PLASTIC 70 ізолює від води, бруду та вологи та є ідеальним засобом для захисту від корозії компонентів, що призначені для функціонування у суворих атмосферних умовах. Це покриття також використовується як вологозахист для різноманітних матеріалів таких, як картон, деревина, шкіра тощо.



#### Застосування

Захист друкованих плат, компонентів, дротів, кабелів тощо. Усування або попередження виникнення повзучих зарядів, коронних розрядів, коротких замикань або електророзрядів. Захист від корозії компонентів, що призначені для функціонування у суворих атмосферних умовах. Вологозахист для різноманітних матеріалів таких, як картон, деревина, шкіра тощо.

#### Важливо

Поверхня, що буде вкрита лаком, має бути вільною від мастил, олів, парафінів тощо. Під час нанесення покриття з аерозольного балона потрібно нанести лак на всю поверхню, що потребує захисту, з відстані не менше 30 см, інакше нанесений шар буде розтікаться. Якщо сопло балона заб'ється грудками висохлого лаку, то його слід прочистити розчинником Thinner Plastic, ацетоном або терпентином.



### Поліуретанове вологозахисне покриття ECS URETHANE-CLEAR 71

Дуже тривке захисне ізоляційне конформне покриття. Високоякісний однокомпонентний поліуретановий лак URETHANE-CLEAR 71, що оптимально підходить для електронної промисловості. ECS URETHANE 71 захищає та ізолює друковані плати, електромотори, трансформатори, електронне обладнання та компоненти. Забезпечує захист від несприятливих умов навколишнього середовища, таких як вологість, соляні пари, пліснява, теплові та механічні впливи. ECS URETHANE 71 утворює міцну, стійку, гнучку, ізоляційну, зносостійку плівку з відмінною адгезією і використовується в основному для захисту та ізоляції друкованих плат. Цей лак використовується як стійке, захисне конформне покриття для електродвигунів, трансформаторів та іншого устаткування та компонентів. ECS URETHANE 71 є відмінним рішенням для запобігання ушкодженням, що спричинені впливом вологи, корозії та хімічних реагентів в діапазоні температур від  $-40$  до  $+130$  °C.



#### Застосування

Захист друкованих плат, компонентів, дротів, кабелів тощо. Усування або попередження виникненню повзучих зарядів, коронних розрядів, коротких замикань або електророзрядів. Захист від корозії компонентів, що призначені для функціонування у суворих атмосферних умовах. Вологозахист для різноманітних матеріалів, таких як картон, деревина, шкіра тощо.

#### Важливо

Поверхня, що буде вкрита лаком, має бути вільною від мастил, олів, парафінів тощо. Під час нанесення покриття з аерозольного балона, потрібно нанести лак на всю поверхню, що потребує захисту, з відстані не менше 30 см, інакше нанесений шар буде розтікаться. За необхідності нанести другий шар лаку через 24 години. Лак URETHANE-CLEAR 71 потрібно сушити протягом 120 хвилин для подальших переміщень вкритого лаком виробу. Після застосування балон з лаком потрібно перевернути дором дном та натиснути на ковпачок розпилювача кілька разів. Якщо сопло балона заб'ється грудками висохлого лаку, то його слід прочистити розчинником Thinner Urethane або ацетоном.



Артикул	Назва
38392	Лак акриловий захисний PLASTIC 70 ECS, 400 мл
38395	Лак акриловий захисний PLASTIC 70 ECS, 1 л
38396	Лак акриловий захисний PLASTIC 70 ECS, 5 л
38397	Лак захисний поліуретановий Urethan 71 ECS, 400 мл
38399	Лак захисний поліуретановий Urethan 71 ECS, 1 л
38398	Лак захисний поліуретановий Urethan 71 ECS, 5 л

# Новини світу електронних компонентів

## ДОДАВАННЯ ДО ПЛАТФОРМИ TRUSTFLEX СІМЕЙСТВА МІКРОСХЕМ БЕЗПЕЧНОЇ АВТЕНТИФІКАЦІЇ ECC20X ТА SHA10X

Безпечне надання ключів є життєво важливим для захисту конфіденційних ключів від стороннього втручання та зловмисних атак. Для захисту споживчих, промислових, центрів обробки даних і медичних застосувань безпечне зберігання ключів має важливе значення, але процес створення та документування безпечного надання ключів може бути складним і дорогим. Щоб знизити бар'єр на шляху до безпечного надання ключів і забезпечити швидше створення прототипів, компанія **Microchip Technology** додала мікросхеми ECC204, SHA104 і SHA105 CryptoAuthentication™ до свого портфоліо пристроїв, послуг та інструментів TrustFLEX.

ECC20x і SHA10x — це апаратні захищені пристрої зберігання даних, призначені для захисту секретних ключів від несанкціонованих атак. Як частина платформи TrustFLEX, мікросхеми ECC204, SHA104 і SHA105 попередньо сконфігуровані з визначеними варіантами використання, криптографічними ключами, що налаштовуються, і прикладами коду для спрощення процесу розроблення.

Пристрої ECC20x і SHA10x відповідають високим вимогам Common Criteria Joint Interpretation Library (JIL) до безпечного зберігання ключів і сертифіковані за програмами NIST Entropy So-

urce Validation (ESV) і Cryptographic Algorithm Validation Program (CAVP) відповідно до Federal Information Processing Standard (FIPS). Сімейства захищених мікросхем призначені для реалізації надійної автентифікації з метою збереження конфіденційності, цілісності та автентичності даних і комунікацій в широкому спектрі систем і застосувань.

Мікросхеми криптоавтентифікації Microchip — це невеликі пристрої з низьким енергоспоживанням, сумісні з будь-якими мікропроцесорами (MPU) або мікроконтролерами (MCU). Вони забезпечують гнучкі рішення для захисту промислових, медичних пристроїв, обладнання, що живиться від батарейок, та одноразових застосувань. Крім того, ECC204 — це Secure Storage Subsystem (SSS), схвалена Wireless Power Consortium (WPC) з автентифікацією Qi.

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

## НОВЕ СІМЕЙСТВО КЕРОВАНИХ НАПРУГОЮ SAW-ГЕНЕРАТОРІВ

Для критично важливих застосувань, таких як радіолокація, випробувальні та вимірювальні системи, потрібні спеціалізовані компоненти з точним контролем частоти та наднизьким рівнем фазового шуму для підвищення чіткості сигналу, стабільності та загальної продуктивності системи. Щоб забезпечити аерокосмічний та оборонний ринок спе-

ціалізованими технологіями для генерації точних сигналів і частот, компанія **Microchip Technology** оголосила про своє нове сімейство 101765 керованих напругою SAW-генераторів (Voltage-Controlled SAW Oscillators, VCSO), розроблених для забезпечення наднизького фазового шуму і роботи на частотах 320 і 400 МГц.

VCSO 101765-320-A забезпечує наднизький рівень фазового шуму 166 дБс при зміщенні 10 кГц і мінімальному рівні 182 дБс. Низький рівень фазового шуму має вирішальне значення для покращення нижньої межі виявлення в радіолокації та інших сенсорних системах. Ці пристрої оптимально підходять для радіолокаційних і вимірювальних систем, таких як активні решітки з електронним скануванням (Active Electronically Scanned Array, AESA), які вимагають високої точності в критично важливих випадках синхронізації з фазовою автопідстроюванням.

Доступні в невеликому форм-факторі, герметичному корпусі Ковара розміром 1"×1", VCSO призначені для застосувань, де розмір, вага, потужність і вартість (SWaP-C) є важливими факторами. VCSO доступні з напругою живлення 4.75–15.75 В і струмом живлення 111 мА, що забезпечує енергоефективне рішення для синхронізації.

Для клієнтів аерокосмічної та оборонної галузей, які потребують вищого рівня надійності, 101765 VCSO доступні з перевіркою за стандартом MIL-PRF-38534. Процес перевірки

розроблений таким чином, щоб забезпечити використання тільки компонентів найвищої надійності в критично важливих випадках, коли відмова є неприпустимою, наприклад, у військових і аерокосмічних системах.

Сімейство 101765 VCSO є новим доповненням до сімейства продуктів SAW компанії Microchip для аерокосмічної та оборонної промисловості, як і призначені для забезпечення високого рівня надійності в складних і критично важливих середовищах. Вони доступні в широкому діапазоні варіантів корпусів для надійних застосувань і підтримують діапазон центральних частот від 30 МГц до 2.7 ГГц. Крім того, Microchip може відповідати вимогам ITAR, EAR і засекреченим специфікаціям для обладнання, щоб задовольнити вимоги замовника до безпеки.

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

## ПРОМИСЛОВИЙ ПК НА DIN-РЕЙКУ З РОЗШИРЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ ШІ

Компанія **Advantech** оголосила про випуск UNO-148 V2 — контролера автоматизації для встановлення на DIN-рейку. Оснащений новітніми процесорами Intel Core 13-го покоління та інноваційною конструкцією, яка інтегрується з комплектом розширення другого стека для підтримки вбудованих графічних процесорів MXM на базі архітектури NVIDIA Ampere, цей продукт покликаний зробити революцію в системах керування та автоматизації в реальному часі в різних галузях, де використовується штучний інтелект (ШІ).

Контролер UNO-148 V2 поєднує компактний форм-фактор (53×140×200 мм) з кріпленням на DIN-рейку для простого розгортання в умовах обмеженого простору. Створений для роботи за температури від -20 до +60 °C та оснащений TPM 2.0 для підвищення надійності та безпеки, його розширені функції включають ізоляцію портів, сховище NVMe SSD з підтримкою RAID та про-

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

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

**За 24 години виготовимо Ваше замовлення**

Власне виробництво у м. Львів



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

[pcbprint24@gmail.com](mailto:pcbprint24@gmail.com)  
068 614 38 28



грамно-конфігурований відгук із низькою затримкою для промислових процесів у реальному часі. Гнучкість та підключення лежать в основі конструкції UNO-148 V2. Підтримка вводу/виводу здійснюється через 3×GbE, 3×USB 3.2, 1×USB 2.0, 4×COM-портами та двома виходами DisplayPort, також підтримується 1× повнорозмірний mini PCIe, 2× слоти M.2 M Key, 1× M.2 E key та 1× слот для картки папо SIM для зручного розширення.

Можливість виведення має вирішальне значення для розгортання ШІ. Щоб впоратися з цим завданням, UNO-148 V2 може бути інтегрований зі стеком носійних UNO-MXM-CB01, який підтримує вбудовані модулі MXM GPU, які створені на основі технології NVIDIA RTX™. Ця установка вміщує модулі GPU форм-фактора MXM 3.1 Type A зі споживаною потужністю до 35 Вт, такі як варіанти MXM GPU від Advantech: SKY-MXM-A500, SKY-MXM-A1000 та SKY-MXM-A2000. Ці вбудовані варіанти MXM GPU, засновані на архітектурі NVIDIA Ampere, підтримують пам'ять GDDR 64 Гб та забезпечують тривалий термін служби продукту — понад 5 років.

UNO-MXM-CB01 забезпечує чотири незалежні виходи дисплея для обробки даних у реальному часі та аналізу зображень. Крім того, він оснащений автономним радіатором та вентилятором, що допомагає забезпечити стабільність системи та покращити керування температурою.

UNO-148 V2 оптимізує промислові процеси та керування заводом за допомогою комплексних функцій та керування з малою затримкою. Оснащений розширенням MXM, він відмінно підходить для використання граничного ШІ, підтримуючи візуалізацію даних у реальному часі на кількох дисплеях, наприклад, у диспетчерських та системах польотної інформації аеропортів. Він особливо добре підходить для медичного та виробничого секторів, спеціалізуючись на збиранні та аналізі зображень та забезпечуючи складне керування пасажиропотоком та рухом на транспортних платформах. Універсальність та можливості ШІ UNO-148 V2 роблять його потужним рішенням для багатозадачних випадків використання.

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

## НОВА СЕРІЯ DC/DC-ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ДЛЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Компанія **MEAN WELL** представила RQB150W12 — нову серію джерел живлення MEAN WELL для залізничного транспорту.

Серія RQB150W12 — продовження залізничних серій MEAN WELL потужністю 40 і 150 Вт у корпусі форм-фактора «Quarter Bricks». Дана серія забезпечує високий ККД — до 90% у широкому діапазоні робочих температур — від 40 до +90 °С. Серія може задовольнити потреби у перетворенні енергії в усіх електронних модулях залізничного складу, таких як GSM/LTE ретранслятори, модулі керування поїздом, системи відеоспостереження, системи протипожежної безпеки, системи керування дверима, монітори, внутрішнє освітлення та інформаційно-розважальні системи.

Загальновізнаним фактом є те, що електроніка залізничних систем повинна надійно витримувати найсуворіші умови експлуатації: різкі перепади температур, удари та вібрації, високу вологість,

вплив забруднень і сольового туману, стійкість до вогню та диму, захищеність від перебоїв і переподів напруги живлення. Завдяки відповідності всім перерахованим вище вимогам така електроніка матиме високу надійність і тривалий життєвий цикл експлуатації.

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

## DPT-СЕРІЯ DALI СЕНСОРНИХ ПАНЕЛЕЙ

Компанія **MEAN WELL** представила нову DPT-серію DALI сенсорних панелей. Сенсорні панелі DPT-серії є DALI-пристроями введення для DALI-контролерів типу DLC-02 і DLC-02-KN від MEAN WELL.

Це клавішні DALI-пристрої введення, що відповідають нормам DALI-2 IEC 62386 Part 101/103/301. Вони мають різну кількість клавіш і 2 типи їхнього розташування: «Е» і «U». Крім того, для них доступні типові та індивідуальні ескізи позначень клавіш.

Сенсорні панелі DALI DPT-серії підтримують різні режими роботи, як-от коротке натискання (увімкнення/вимкнення), довге

## Промислове рішення «3-в-1» для безперебійного живлення

### NTN-5K

## Інвертор 5 кВт, зарядний пристрій 4,5 кВт та функція ДБЖ

- Вбудований зарядний пристрій потужністю 4520 Вт
- Функція ДБЖ (AC By-pass, час перемикання <10 мс)
- Номінальна потужність інвертора 5 кВт (пікова – до 10 кВт)
- Номінальні входні напруги інвертора: 24, 48 та 380 В DC
- Паралельне підключення до 6 модулів – система потужністю до 30 кВт
- Синхронізація 3-х модулів = вихідна 3-фазна напруга
- Протоколи обміну даними CANBus, MODBus
- Додатковий захист друкованих плат для жорстких умов експлуатації
- Розміри 460×211×83.5 мм
- 5 років гарантії



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



ІННОВАЦІЇ ТА  
ЕФЕКТИВНІСТЬ



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



# MAXTENA

## M7HCT-A-SMA



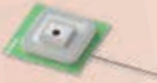
- **Active quadrifilar helix antenna for RTK applications**
- Concurrent GNSS reception on L1: GPS, GLONASS, Galileo, Beidou L2: GPS L2C, GAL E5B, GLO L3OC L5: GPS (M8HCT-A-SMA) L-Band (M9HCT-A-SMA)
- Rugged IP-67 rating with SMA
- Dimensions (mm) Ø 35 x H 57

## M1575HCT-22P-SMA (GG)



- **1 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



WWW.MICRODIS.NET

Роман Прокопець – менеджер з продажу

(067) 475-81-86

Roman.Prokopets@microdis.net

натискання (регулювання яскравості/кольору), подвійне натискання (вибір DALI-сцени освітлення) тощо.

Сенсорні панелі MEAN WELL DTP-серії, сумісні з різними DALI освітлювальними приладами, дають змогу розширити досвід користувачів в інтелектуальному управлінні різними DALI сценами освітлення.

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

### НОВИЙ СЕРВІС З НАДНИЗЬКИМ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ ДЛЯ ВІДСТЕЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ

Компанія **u-blox** оголосила про запуск CloudTrack™ — унікального наскрізного сервісу відстеження об'єктів, який відкриває нові горизонти у сфері Інтернету речей (IoT). Ця універсальна послуга забезпечує наднизьке енергоспоживання, глобальний зв'язок

та хмарну інтеграцію. CloudTrack спрощує відстеження об'єктів Інтернету речей за допомогою безконтрактних тарифних планів на запит про місцезнаходження, доступних по всьому світу, пропонуєчи підприємствам передбачувану модель ціноутворення без прихованих витрат і хвилювань про використання даних.

Найважливішою перевагою CloudTrack є виняткова 6-кратна економія енергії порівняно з ав-

тономною GNSS-фіксацією з холодним стартом і безпечною передачею даних через Інтернет. Сервіс використовує найкращі знання та технології u-blox для інтелектуального обчислення місцезнаходження, використовуючи комбінацію доступних даних з GNSS, стільникового зв'язку та Wi-Fi. Компанії можуть визначити місцезнаходження об'єктів в умовах поганого або відсутнього сигналу GNSS або навіть у

**eSUN®**

**Філаменти для 3D-друку**

<https://altwaylab.com/>

приміщеннях, де інакше було б складно визначити місцезнаходження і швидко розрядився б акумулятор.

u-blox CloudTrack дозволяє клієнтам усунути складнощі та незручності, пов'язані з роботою з декількома провайдером даних про місцезнаходження та підключення. Це рішення від одного постачальника з простою моделлю ціноутворення за запит на визначення місцезнаходження спрощує процес відстеження об'єктів для бізнесу. Крім того, завдяки єдиній SIM-карті Thingstream, яка працює всюди, пристрої Інтернету речей можуть охоплювати весь світ, використовуючи одну одиницю зберігання (Stock Keeping Unit, SKU), усуваючи потребу в регіональних SKU. Хмарна платформа Thingstream дозволяє компаніям легко трансформувати та інтегрувати свої дані з інформаційними панелями, основними хмарними платформами та внутрішніми системами підприємств.

CloudTrack оптимально працює з «комбінованими» модулями стільникового зв'язку u-blox, зокрема з модулем LENA-R8 LTE Cat 1bis з інтегрованим GNSS-при-

ймачем M10, щоб забезпечити комплексне рішення для глобального відстеження об'єктів Інтернету речей з наднизким енергоспоживанням.

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

### НОВІ ВІДКРИТІ АС/DC-ПЕРЕТВОРЮВАЧІ

Компанія **TRACO POWER** анонсувала три нові серії АС/DC-перетворювачів відкритого виконання потужністю від 45 до 120 Вт із посиленою ізоляцією 3000 В змінного струму — ТХО 45, ТХО 60 та ТХО 120. Сімейство ТХО відрізняється компактним корпусом та хорошим співвідношенням ціна/якість. Вони мають високий ККД до 92%, працюють в діапазоні температур від -20 до +50 °С без зниження номінальних характеристик, або до +70 °С зі зниженням потужності. Вони розроблені відповідно до директиви ЕгР (споживання без навантаження <0.3 Вт), мають активну корекцію коефіцієнта потужності (тільки ТХО 120) і ЕМС. Це робить їх гарним вибором для застосування в промисловості та

автоматизації, де ціна є важливим фактором.

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

### БЛОКИ ЖИВЛЕННЯ АС/DC В МЕТАЛЕВОМУ КОРПУСІ

Компанія **TRACO POWER** випустила нову лінійку TXN, що містить серію економічних джерел живлення АС/DC в металевому корпусі потужністю 50, 75 і 100 Вт і призначена для промислового застосування. TXN є активною заміною старих лінійок TXL, TXM і TXH і побудована на аналогічних принципах дизайну, щоб зробити перехід на нову серію TXN максимально простим. Завдяки низькопрофільному металевому корпусу і гвинтовому з'єднанню з клемною колодкою, вони легко встановлюються в будь-яке обладнання. Блоки живлення TXN мають повністю конвективне охолодження. Внутрішній ЕМС-фільтр, висока ізоляція вводу-вводу і широкий температурний діапазон роблять їх придатними для численних промислових застосувань. Всі моделі лінійки TXN мають універсальний вхід і відпові-

дають новітньому промислового стандарту IEC/EN/UL 62368-1, європейським стандартам електромагнітної сумісності та Low Voltage Directive (LVD).

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

### ФОТОЕЛЕКТРИЧНЕ СИСТЕМНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНИХ СИСТЕМ

Компанія **Phoenix Contact** представила рішення для корпусів на основі фотоелектричних панелей з декількома класами потужності до 190 Вт-пік. POS (Pico Off-Grid System) містить водо- й ударостійкий пластмасовий корпус, кріплення для щогли з високоякісної сталі та сонячну панель. Для створення автономного рішення для польового використання можна додати комп'ютери, блоки зв'язку, акумулятори тощо.

Завдяки міцному корпусу, що витримує екстремальні погодні умови, і кріпленню для щогли з високоякісної сталі ця система є надійним і довговічним рішенням для забезпечення енергією віддалених районів і складних умов



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

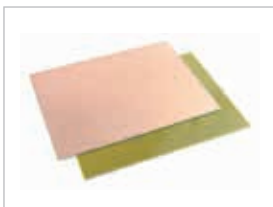


Автомат для пресування



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

+38 096 77-99-665



експлуатації. Автономна фотоелектрична система використовує енергію сонця для електричного живлення. Фотоелектрична панель підключається за допомогою з'єднувачів Sunclix PV. Поєднання високоякісних монокристалічних сонячних панелей і міцного корпусу робить систему особливо придатною для використання у віддалених районах. Вона призначена, наприклад, для збирання даних про навколишнє середовище, використан-

ня у промислових умовах з високими вимогами та в багатьох інших сферах.

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

**КОРПУС ЕЛЕКТРОННОГО  
ОБЛАДНАННЯ  
ДЛЯ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ  
І СИСТЕМ ІІОТ**

Компанія **Phoenix Contact** пропонує нову серію сучасних корпусів MCS для широкого спек-

тра електроніки. Вона вражає своїми перевагами на всіх рівнях: від встановлення друкованої плати і простого монтажу до обслуговування пристрою. Модульна конструкція корпусу забезпечує високий рівень зручності практичного застосування.

Monitoring Case System (MCS) ідеально підходить для польових пристроїв в області сенсорних технологій, а також для систем Інтернету речей та промислового Інтернету речей. Завдяки ступеню

захисту IP65/IP67 корпуси можна без проблем використовувати у промислових умовах.

Також доступна версія зі ступенем захисту IP40. Похилий край корпусу дозволяє встановлювати друковану плату майже горизонтально. Завдяки цьому зібрані з'єднувачі легко проходять крізь отвори у корпусі. Це означає, що максимальна площа друкованої плати може відповідати площі корпусу і досягається максимальне використання монтажного простору. На практиці перевагою корпусу електронного обладнання є додаткові шарніри. Ці шарніри згодом вставляються в корпус і з'єднують верхню частину корпусу і кришку з нижньою частиною. Це залишає ваші руки вільними для технічного обслуговування або монтажних робіт. Ущільнювач також з'єднаний із корпусом, що запобігає його втраті.

Користувачі комбінують стандартні компоненти, додаткове приладдя і широкий асортимент технологій з'єднання для створення різних рішень у своїх сферах застосування. Корпуси MCS доступні у трьох розмірах і з різними варіантами рами та кришки. Кор-



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



пусу також можуть бути виготовлені на замовлення з можливістю друку та маркування, а також механічної обробки.

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

### OPTIMOS™ 6 MOSFET НА 135 В І 150 В ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ВИЩУ ЕФЕКТИВНІСТЬ У ПРИВОДАХ І SMPS-ПРИСТРОЯХ

Компанія **Infineon Technologies AG** розширила свій асортимент MOSFET OptiMOS™ 6 новими сімействами продуктів на 135 і 150 В. Пристрої розроблені для задоволення вимог до приводів і імпульсних джерел живлення (Switched-mode Power Supply, SMPS) і доповнюють нещодавно випущені 120-вольтні MOSFET OptiMOS 6. Завдяки розширеному асортименту Infineon пропонує своїм клієнтам широкий вибір альтернативних варіантів для вибору MOSFET, які найкраще підходять для різних застосувань. Зниження втрат на перемикання сприятливо впливає на такі застосування, як серверні SMPS, сонячні опти-

мізатори, потужні USB-зарядні пристрої та телекомунікації. Покращені втрати провідності дуже корисні для моторних інверторів в електронних навантажувачах і легких електромобілях (Light Electric Vehicles, LEV).

У порівнянні з попереднім поколінням (МОП-транзистори OptiMOS 5 на 150 В), нові сімейства пропонують зниження опору  $R_{DS(on)}$  у включеному стані до 50 відсотків, в той час як  $FOM_g$  зменшився на 20 відсотків. Завдяки дуже низькому  $R_{DS(on)}$ , покращеним характеристикам перемикання та відмінній електромагнітній сумісності, обидва нові сімейства забезпечують неперевершену ефективність, густину потужності та надійність. Швидший і м'якший корпус діода забезпечує на 59% нижчу  $Q_{rr}$ .

МОП-транзистори OptiMOS 6 135 В і 150 В доступні в різних корпусах, щоб надати клієнтам широкий вибір варіантів для оптимального вибору продуктів. Широкий асортимент корпусів охоплює TO-220, D<sup>2</sup>PAK 3-pin, D<sup>2</sup>PAK 7-pin, TOLL, TOLG, TOLT, SuperSO8 5×6 і PQFN 3.3×3.3.

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

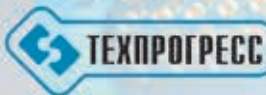
### SECORA™ PAY BIO ПІДВИЩУЄ ЗРУЧНІСТЬ ТА ДОВІРУ ДО БЕЗКОНТАКТНИХ БІОМЕТРИЧНИХ ПЛАТЕЖІВ

Оскільки світ платежів рухається до цифровізації, потреба в захисті цифрової ідентичності та транзакцій ще ніколи не була такою важливою. На додаток до стандартних безконтактних платіжних карток, біометричні платіжні картки є перспективним напрямком розвитку в цій сфері та набувають все більшої популярності. У зв'язку з цим компанія **Infineon Technologies AG** оголосила про випуск SECORA™ Pay Bio, універсального рішення для біометричних платіжних карток, яке відповідає специфікаціям Visa і Mastercard. Воно інтегрує вдосконалений захисний елемент SLC39B компанії Infineon для систем на кристалі (SoC) і датчик FPC1323 компанії Fingerprint Cards AB (Fingerprints™) в пакет біометричних котушок Infineon, використовуючи ключові переваги технології індуктивного зв'язку. Рішення використовує облікові дані відбитків пальців, які надійно зберігаються на картці, як другий

фактор автентифікації, забезпечуючи зручність і надійність безконтактних платежів.

SECORA Pay Bio розширює сімейство рішень SECORA Pay від Infineon. Рішення об'єднує датчик відбитків пальців і захисний елемент SLC39B SoC Secure Element від Infineon в єдиному двоінтерфейсному корпусі — інноваційний біометричний котушці Infineon на модулі (Biometric Coil on Module, BCoM). Захищений елемент SLC39B з інтегрованим джерелом живлення пропонує великий обсяг пам'яті та різноманітні периферійні пристрої, а також чудові безконтактні характеристики. Завдяки інноваційній технології індуктивного зв'язку без дротяного з'єднання від модуля BCoM до антени картки, складність виробництва може бути значно зменшена, а міцність і довгострокова надійність картки можуть бути значно покращені. Крім того, виробництво біометричних сенсорних карток тепер може бути реалізовано на існуючому обладнанні для виробництва карток з підвійним інтерфейсом з незначними змінами в роботі.

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



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

Постачання електронних компонентів та з'єднувачів  
<https://www.instagram.com/techprogres>

# Особливості та приклади застосування високовольтних джерел живлення постійного струму CSP-3000

Ву Вейцян (Wu Weiqiang), MEAN WELL

Переклад та редагування: Юрій Скрипка, керівник відділу модульних джерел живлення, Компанія SEA,  
E-mail: info@sea.com.ua

**В статті йде мова про особливості та приклади застосування високовольтних джерел живлення постійного струму CSP-3000 виробництва компанії MEAN WELL.**

Серія CSP-3000 від MEAN WELL — це високовольтні джерела живлення постійного струму закритого типу потужністю 3 кВт, які доступні в трьох варіантах вихідної номінальної напруги — *120, 250* або *400 В DC*. Моделі CSP-3000 (рис. 1) підтримують режими роботи постійної напруги або постійного струму (на вибір) та мають широкі можливості регулювання/програмування вихідної напруги (функція PV) та струму (функція PC).

Джерела живлення CSP-3000 мають широкий діапазон вхідної напруги 80–264 В AC або 254–370 В DC. ККД моделей становить 92–93%. Діапазон робочих температур складає –20...+65 °C. Окрім програмування вихідної напруги/струму є також функції віддаленого увімкнення/вимкнення та моніторингу робочого стану.

Серія також допускає паралельну роботу до 3-х модулів (9 кВт) і широко використовується у високовольтних системах живлення постійного струму, зарядних пристроях для електромобілів, напівпровідниковому обладнанні, лазерних пристроях тощо.

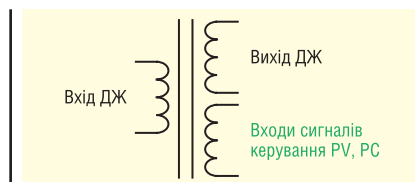
Щоб задовольнити різноманітні вимоги до контролерів сигналів на ринку та підвищити експлуатаційну безпеку між контролерами та вихідними пристроями серія CSP-3000 була модернізована за допомогою ізольованої схеми для функцій регулювання PV/PC та стала доступною з липня 2024 року.

- Ключові деталі модернізації наступні:
- дизайн ізоляції: кола PV/PC гальванічно ізольовані як від вхідних, так і від вихідних кіл (рис. 2);
  - паралельна робота: в режимі виходу постійного струму підтримується регулювання функції PC під час паралельної роботи декількох джерел живлення.

Рівні вихідної напруги або струму в CSP-3000 можуть регулюватись механічним потенціометром SVR2 в межах 20–100% від номінальних значень або програмуватись за допомогою функцій PV, PC віддаленим керуванням через контакти PIN5, PIN6 роз'єма CN2 (рис. 3). Керування може здійснюватися аналоговим сигналом 0–10 В постійного струму або ШІМ сигналом з частотою 500–1000 Гц та амплітудою 10 В. У випадку використання функцій віддаленого програмування PV, PC вихідна напруга може зміню-



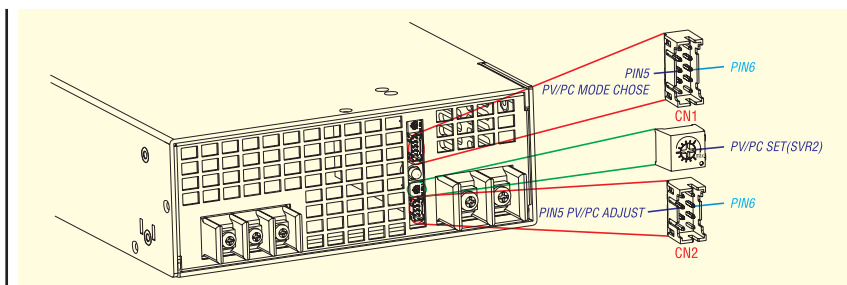
**Рис. 1. Зовнішній вигляд джерела живлення CSP-3000**



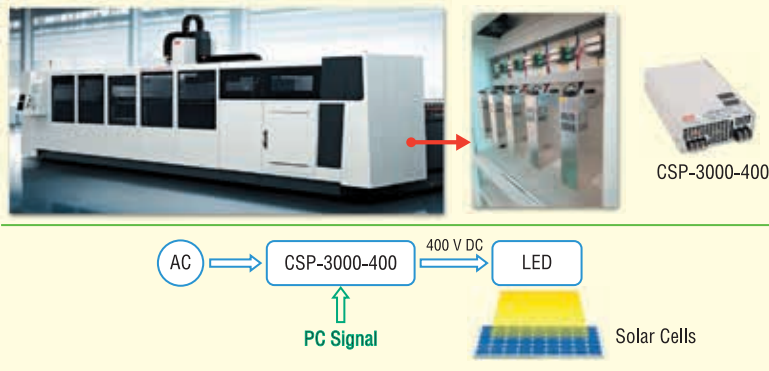
**Рис. 2. Гальванічна ізоляція функцій PV, PC**

ватись в межах 15–100% від номіналу, а вихідний струм — в межах 8–100%.

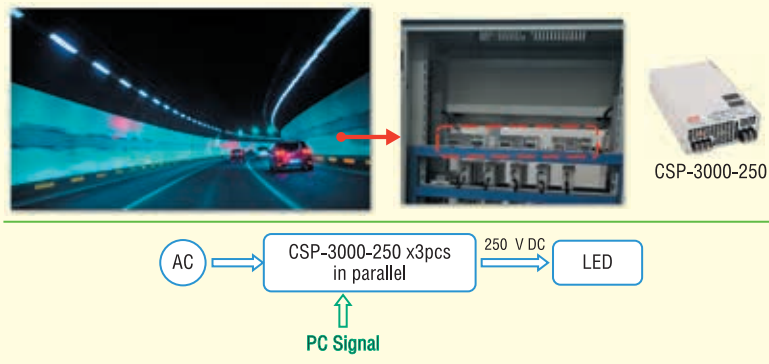
В заводському налаштуванні у джерела живлення CSP-3000 активована



**Рис. 3. Розташування елементів керування та активації функцій регулювання та програмування вихідної напруги та струму**



**Рис. 4.** Автоматизоване обладнання для тестування та сортування сонячних елементів



**Рис. 5.** Освітлення з постійним високовольтним централізованим живленням — тунельний світильник

функція програмування PV. При цьому контакти PIN5, PIN6 роз'єма CN1 (рис. 3) замкнені перемичкою. Для активації функції програмування PC потрібно зняти перемичку між відповідними контактами PIN5, PIN6 роз'єма CN1. Треба звернути увагу, що активація функції PC автоматично змінить тип захисту від перенавантаження на режим обмеження постійного струму без відключення джерела живлення.

Враховуючи зазначені вище електричні характеристики, функціональні особливості та досить конкурентний рівень загального цінового рішення в даній статті ми хочемо коротко навести два самих розповсюджених випадки застосування блоків живлення CSP-3000.

Першим є автоматизоване обладнання для тестування та сортування (відбору за реальними характеристиками) сонячних елементів. Приклад системи наведено на рисунку 4. Вона містить п'ять незалежних світлодіодних джерел світла для імітації спектра та інтенсивності сонячного світла. Система оснащена засобами збору даних і обчислення, а також електронними навантаженнями для оцінки продуктивності фотоелектричних пристроїв, таких як сонячні батареї, в тому числі таких їх показників, як ефективність

перетворення і вольт-амперні характеристики. Кожне світлодіодне джерело світла працює за напруги 400 В постійного струму, потужністю 2000 Вт і керується п'ятьма блоками CSP-3000-400 (що працюють в режимі постійного струму), а інтенсивність світла точно контролюється за допомогою сигналів напруги від ПК.

Другий випадок — це застосування CSP-3000 в якості централізованого високовольтного джерела живлення постійного струму для освітлення тунелю (рис. 5). Через високі вимоги до освітлення на в'їзді в тунель використовуються високовольтна лампа потужністю 7.5 кВт (VF: 210~250 В постійного струму). Ця лампа живиться трьома блоками CSP-3000-230, з'єднаними паралельно в режимі роботи постійного струму на виході, з синхронізованою функцією «діммінгу», керованою набором сигналів напруги від ПК.

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

## СЕРІЯ N78XX-2: МІНІАТЮРНІ ВИСОКОЕФЕКТИВНІ ІМПУЛЬСНІ DC/DC-РЕГУЛЯТОРИ НА 2 А

Після старту виробництва мініатюрних високоєфективних імпульсних DC/DC-регуляторів серії N78xx компанія **MEAN WELL** оголосила про старт виробництва нових моделей на 2 А — серія N78xx-2. Новинка розроблена в повній сумісності з традиційними лінійними стабілізаторами напруги 78xx і 79xx у корпусі TO-220, що полегшує їх заміну. Ключові переваги серії N78xx-2 полягають у високій ефективності — до 96% і відсутності потреби у використанні додаткового радіатора, що спрощує розробку систем. Вони добре підходять для інтеграції в різні електронні прилади, джерела живлення та системи розподілу живлення.

## СЕРІЯ УНІВЕРСАЛЬНИХ 4-ПОРТОВИХ ШВИДКИХ ЗАРЯДНИХ ПРИСТРОЇВ USB GAN ПОТУЖНІСТЮ 100 Вт

Компанія **MEAN WELL** представила NGE100 — нову серію універсальних 4-портів швидких зарядних пристроїв USB GaN потужністю 100 Вт.

Поступове впровадження всіма світовими виробниками електроніки стандартизованого інтерфейсу заряджання Type-C істотно скорочує негативний вплив на навколишнє середовище. Компанія **MEAN WELL**, відповідно до сучасних світових тенденцій, офіційно випускає універсальні 100-ватні USB Type-C 4-портів швидкі зарядні пристрої серії NGE100: NGE100 (універсальна версія) і NGE100U (американська версія).

У серії NGE100 використовується GaN нітрид галієва технологія, тому пристрої цієї серії відповідають VI рівню стандартів енергоефективності. Споживана потужність без навантаження становить менше ніж 0.3 Вт, а ККД досягає 88%. При компактних розмірах (62×30×85.5 мм) серію оснащено двома портами USB-C і двома USB-A для заряджання, що дає змогу одночасно заряджати кілька пристроїв. Зарядні пристрої серії NGE100 підтримують різні протоколи швидкого заряджання, зокрема PD3.0 і QC3.0. Під час під'єднання до пристрою серії NGE100 він автоматично розпізнає та налаштовує напругу заряджання (5 В/9 В/12 В/15 В/20 В постійного струму) і розподіляє потужність заряджання.

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



# Як вибрати джерело опорної напруги

Брендон Хелан (Brendan Whelan)

**Ми живемо в аналоговому світі. Усі електронні пристрої, чи то автомобіль, чи то мікрохвильова піч, чи то мобільний телефон, мають якимось чином взаємодіяти з «реальним» світом. Для цього електроніка повинна мати можливість перетворювати величини реального світу (швидкість, тиск, довжина, температура) на відповідну величину зі світу електроніки (напруга).**

## НАВИЩО ПОТРІБНІ ДЖЕРЕЛА ОПОРНОЇ НАПРУГИ?

Звісно, для вимірювання напруги вам потрібне якесь еталонне або опорне значення. Його може надати джерело опорної напруги. Питання, яке має поставити собі будь-який розробник системи, полягає не в тому, чи потрібне йому джерело опорної напруги, а в тому, яке саме джерело опорної напруги йому необхідне?

Джерело опорної напруги являє собою всього лише схему або елемент схеми, який забезпечує відомий потенціал протягом терміну служби пристрою. Це можуть бути хвилини, години або роки. Якщо для функціонування кінцевого пристрою потрібна інформація про параметри реального світу, як-от, наприклад, напруга або струм акумуляторної батареї, енергоспоживання, величина сигналу або його характеристики чи будь-які індикатори збоїв у роботі, то отриманий сигнал необхідно порівняти з опорним значенням.

Щоб нормально функціонувати, кожен компаратор, АЦП, ЦАП або схема виявлення повинні мати джерело опорної напруги (рис. 1). Порівнюючи сиг-

нал, що цікавить, з відомим значенням, можна з високою точністю визначити величину будь-якого сигналу.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЖЕРЕЛ ОПОРНОЇ НАПРУГИ

Джерела опорної напруги випускаються в різних варіантах і мають різні функції, але зрештою найважливішими характеристиками джерел опорної напруги вважаються точність і стабільність, оскільки основна мета джерела опорної напруги — забезпечення відомої вихідної напруги. Відхилення від цього відомого значення є похибкою. Характеристики джерел опорної напруги (табл. 1), як правило, дають змогу передбачити похибку опорної напруги за певних умов за допомогою параметрів, наведених далі.

### Початкова точність

Цей параметр являє собою відхилення вихідної напруги, виміряне за заданої температури, зазвичай  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Хоча початкова вихідна напруга може варіюватися залежно від компонента, якщо вона є постійною для цього компонента, то її можна легко відкалібрувати.

### Температурний дрейф

Цю характеристику найширше використовують для оцінювання якості роботи джерела опорної напруги, оскільки вона показує зміну вихідної напруги залежно від температури. Температурний дрейф викликаний недосконалістю і нелінійністю елементів схеми і в результаті часто має нелінійну характеристику.

Для багатьох компонентів основним джерелом помилок і похибок стає температурний дрейф, виражений температурним коефіцієнтом, вимірюваним у ppm/ $^{\circ}\text{C}$ . Компоненти з постійним дрейфом можна відкалібрувати. Поширена помилка щодо температурного дрейфу полягає в тому, що він видається лінійним. Це призводить до таких припущень, як, наприклад, «у компонента дрейф буде меншим під час роботи в меншому діапазоні температур». Найчастіше буває все з точністю до навпаки. Температурний коефіцієнт зазвичай задається у вигляді чорної скриньки, щоб дати уявлення про ймовірну похибку в усьому діапазоні робочих температур. У результаті виходить розрахункове значення, що ґрунтується тільки на мінімальному і максимальному значеннях напруги та не враховує температури, за яких виникають ці екстремуми.

У випадку з джерелами опорної напруги, що мають високу лінійність у зазначеному температурному діапазоні, або у випадку, якщо вони не були ретельно відкалібровані, можна припустити, що похибка в найгіршому випадку пропорційна температурному діапазону. Це пов'язано з тим, що максимальна і мінімальна вихідна напруга, найімовірніше, будуть знайдені при максимальній і мінімальній робочій температурі. Однак у разі дуже ретельно відкаліброваних джерел опорної напруги, які в основному ідентифікують за їхнім дуже низьким температурним дрейфом, нелінійний характер зміни опорної напруги може домінувати.

Наприклад, характер роботи джерела опорної напруги з температурним коефіцієнтом  $100\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$  має тенденцію

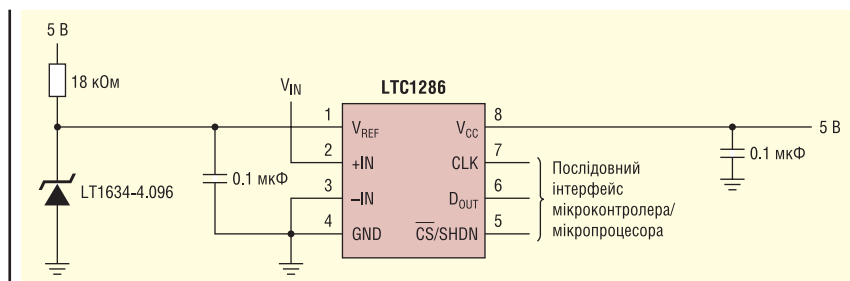


Рис. 1. Типовий приклад використання джерела опорної напруги з АЦП

Таблиця 1. Характеристики високоякісних джерел опорної напруги

	Температурний коефіцієнт, ppm/°C	Початкова точність, %	I <sub>корист</sub>	Архітектура	V <sub>вихг</sub> В	Шум напруги*, ppm	Довготривалий дрейф	Корпус
LT1031	5	0.05	1.2 мА	Стабілітрон із прихованою структурою	10	0.6	15 ppm/тис. год	H
LT1019	5	0.05	650 мкА	Бандгап	2.5/4.5/5/10	2.5		SO-8, PDIP
LT1027	5	0.05	2.2 мА	Стабілітрон із прихованою структурою	5	0.6	20 ppm/міс.	SO-8, PDIP
LT1021	5	0.05	800 мкА	Стабілітрон із прихованою структурою	5/7/10	0.6	15 ppm/тис. год	SO-8, PDIP, H
LTC6652	5	0.05	350 мкА	Бандгап	1.25/2.048/2.5/3/3.3/4.096/5	2.1	60 ppm/тис. год	MSOP
LT1236	5	0.05	800 мкА	Стабілітрон із прихованою структурою	5/10	0.6	20 ppm/тис. год	SO-8, PDIP
LT1461	3	0.04	35 мкА	Бандгап	2.5/3/3.3/4.096/5	8	60 ppm/√тис. год	SO-8
LT1009	15	0.2	1.2 мА	Бандгап	2.5	–	20 ppm/тис. год	MSOP-8, SO-8, Z
LT1389	20	0.05	700 нА	Бандгап	1.25/2.5/4.096/5	20	–	SO-8
LT1634	10	0.05	7 мкА	Бандгап	1.25/2.5/4.096/5	6	–	SO-8, SOP-8, Z
LT1029	20	0.20	700 мкА	Бандгап	5	–	20 ppm/тис. год	Z
LM399	1	2	15 мА	Стабілітрон із прихованою структурою	7	1	8 ppm/√тис. год	H
LTZ1000	0,05	4	–	Стабілітрон із прихованою структурою	7.2	0.17	2 мкВ/√тис. год	H

Примітка. \*0.1–10 Гц у розмаху.

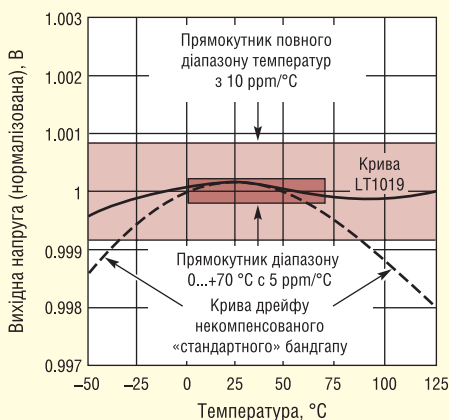


Рис. 2. Температурні характеристики джерел опорної напруги

здаватися досить лінійним у будь-якому діапазоні температур, оскільки дрейф через невідповідність компонентів повністю приховує властиву нелінійність. Навпаки, температурний дрейф джерела опорної напруги з температурним коефіцієнтом 5 ppm/°C, буде характеризуватися нелінійностями.

Це легко побачити на графіку залежності вихідної напруги від температури, показаному на рисунку 2. Зверніть увагу, що тут представлено дві можливі температурні характеристики. Характеристика некомпенсованого бандгапа має вигляд параболи з мінімумами на екстремумах температури та максимумами в середині. Показана тут характеристика бандгапа з температурною компенсацією, такого як LT1019, має вигляд S-подібної кривої з найбільшим нахилом поблизу центру температурного діапазону. В останньому випадку нелінійність збільшується, у зв'язку з чим сумарна похибка за температурою зменшується.

Найповнішим чином характеристику температурного дрейфу можна використовувати, обчисливши максимальну сумарну похибку в певному діапазоні температур. Як правило, недоцільно обчислювати похибки в невизначених діапа-

зонах температур, якщо не вивчені характеристики температурного дрейфу.

### Довготривала стабільність

Це міра тенденції джерела опорної напруги до зміни робочих характеристик у часі, незалежно від інших змінних. Початкові зміщення значною мірою проявляються внаслідок змін механічного напруження, які, як правило, відбуваються через різницю у швидкості розширення підкладки з виводами, кристала та корпусу мікросхеми. Унаслідок такої механічної напруги виникає великий початковий зсув, але він швидко зменшується з часом.

Початковий дрейф також передбачає зміни електричних характеристик елементів схеми, зокрема встановлення характеристик пристрою на атомарному рівні. Довготривалі зміщення спричинені електричними змінами в елементах схеми, часто званими «старінням». Цей дрейф проявляється з меншою швидкістю порівняно з початковим дрейфом і з часом ще більше зменшується. Тому його часто виражають як дрейф/√тис. год. Джерела опорної напруги старіють швидше за вищих температур.

### Тепловий гістерезис

Ця характеристика, яку часто не беруть до уваги, також може бути основним джерелом похибок. Тепловий гістерезис має механічну природу і є результатом зміни механічного напруження кристала через термоцикування (циклічної зміни температури). Гістерезис можна спостерігати як зміну вихідної напруги за заданої температури після великого температурного циклу. Він не залежить від температурного коефіцієнта та часового дрейфу і знижує ефективність початкового калібрування напруги.

Вихідна напруга більшості джерел опорної напруги може варіюватися відносно номінальної вихідної напруги під час наступних температурних циклів, тому тепловий гістерезис зазвичай обмежується передбачуваним максимальним значенням. Кожен виробник по-своєму вказує цей параметр, а тому типові значення можуть вводити в ома-

Таблиця 2. Джерела опорної напруги виробництва Analog Devices		
Тип	Компонент	Опис
Послідовні	LT1019	Прецизійний бандгап
	LT1021	Прецизійний малощумний стабілітрон із прихованою структурою
	LT1027	Прецизійний стабілітрон з прихованою структурою на 5 В
	LT1031	Прецизійний малощумний стабілітрон з малим дрейфом на 10 В
	LT1236	Прецизійний малощумний стабілітрон з прихованою структурою
	LT1258	Бандгап із мікроспоживанням і малим падінням напруги
	LT1460	Прецизійний бандгап із мікроспоживанням
	LT1461	Надпрецизійний бандгап із мікроспоживанням
	LT1790	Бандгап з мікроспоживанням і малим падінням напруги
	LT1798	Бандгап із мікроспоживанням і малим падінням напруги
	LT6650	Регульований бандгап із мікроспоживанням на 400 мВ
LTC6652	Прецизійний малощумний бандгап з малим падінням напруги	
Шунтові	LM129	Прецизійний стабілітрон з прихованою структурою на 6.9 В
	LM185	Стабілітрон із мікроспоживанням на 1.2/2.5 В
	LM399	Прецизійний стабілітрон на 7 В
	LT1004	Бандгап із мікроспоживанням на 1.2/2.5 В
	LT1009	Прецизійний бандгап на 2.5 В
	LT1029	Бандгап на 5 В
	LT1034	Двоканальний з мікроспоживанням (бандгап на 1.2 В/стабілітрон на 7 В)
	LT1389	Прецизійний бандгап із наноспоживанням
	LT1634	Прецизійний бандгап із мікроспоживанням
	LTZ1000	Надпрецизійний стабілітрон

ну. Дані про розподіл, представлені в технічній документації на такі компоненти, як LT1790 і LTC6652, набагато корисніші під час оцінювання похибки вихідної напруги.

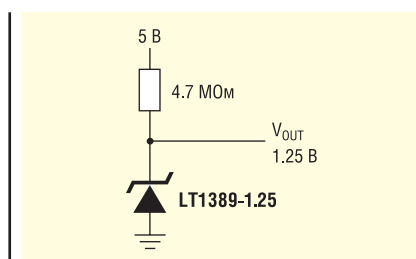
**Інші характеристики**

До додаткових характеристик, які можуть бути важливими залежно від вимог, належать:

- шум напруги;
- стійкість до нестабільності напруги живлення/коефіцієнт придушення пульсації живлення;
- стабілізація за навантаженням;
- падіння напруги на джерелі;
- діапазон напруги живлення;
- діапазон струму живлення.

**ТИПИ ДЖЕРЕЛ ОПОРНОЇ НАПРУГИ**

Існують два основних типи джерел опорної напруги — шунтові та послідовні.



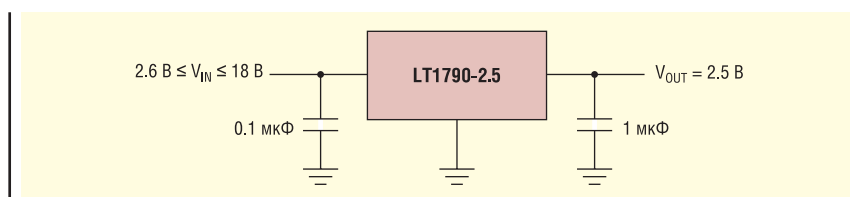
**Рис. 3. Шунтне джерело опорної напруги**

У таблиці 2 представлено послідовні та шунтові джерела опорної напруги виробництва Analog Devices.

**Шунтові джерела опорної напруги**

Шунтове джерело опорної напруги являє собою двовивідний пристрій, призначений, як правило, для роботи в певному діапазоні струмів. Хоча більшість шунтових пристроїв є бандгапами й мають різні вихідні напруги, їх можна уявляти просто стабілітроном, і вони так само прості у використанні, як стабілітрон.

У найпоширенішій схемі один вивід джерела опорної напруги під'єднано до «землі», а інший — до резистора. Інший вивід резистора під'єднується до шини живлення. По суті, схема стає трививідною. Загальна лінія, в якій з'єднані виводи джерела опорної напруги і резистора, є вихідною. Резистор має бути обраний таким чином, щоб мінімальний і максимальний струми через джерело опорної напруги перебували в зазначених межах у всьому діапазоні напруги живлення і струму навантаження. Такі джерела опорної напруги досить легко



**Рис. 4. Послідовне джерело опорної напруги**

використовувати під час розроблення проектів, за умови, що напруга живлення і струм навантаження не надто різняться. Якщо один або обидва ці параметри можуть істотно змінюватися, то резистор повинен бути обраний з урахуванням таких змін, але тоді схема буде розсіювати значно більшу потужність, ніж потрібно при роботі в номінальному режимі. У цьому разі подібне джерело опорної напруги можна розглядати як підсилювач класу А.

До переваг шунтових джерел опорної напруги відносяться простота застосування, невеликі розміри і хороша стабільність в широкому діапазоні струмів і навантажень. Крім того, їх легко можна переробити на джерело негативної опорної напруги, водночас вони також можуть працювати з дуже високими напругами живлення, оскільки зовнішній резистор може утримувати більшу частину потенціалу, або з дуже низькими напругами живлення, оскільки вихідна напруга може бути лише на кілька мілівольт нижчою за напругу живлення. Analog Devices випускає шунтові пристрої, зокрема LT1004, LT1009, LT1389, LT1634, LM399 і LTZ1000. Типова схема з шунтовим джерелом опорної напруги представлена на рисунку 3.

**Послідовні джерела опорної напруги**

Послідовні джерела опорної напруги є пристроями з трьома (або більше) виводами. Вони більше схожі на регулятори з малим падінням напруги (Low Drop Out, LDO), тому здебільшого мають ті самі переваги. Зокрема, споживають відносно фіксовану величину струму в широкому діапазоні напруг живлення і проводять струм навантаження тільки тоді, коли цього вимагає навантаження. Це робить їх оптимальними для застосування в схемах із суттєвими діапазонами зміни напруги живлення або струму навантаження. Вони особливо ефективні в схемах з дуже великими струмами навантаження, оскільки в цьому разі між джерелом опорної напруги та джерелом живлення немає послідовного резистора.



До послідовних джерел опорної напруги, що випускаються Analog Devices, належать LT1460, LT1790, LT1461, LT1021, LT1236, LT1027, LTC6652, LT6660 і багато інших. Такі пристрої, як LT1021 і LT1019, можуть працювати або як шунтові, або як послідовні джерела опорної напруги. Схема з послідовним джерелом опорної напруги показана на рисунку 4.

## СХЕМИ ДЖЕРЕЛ ОПОРНОЇ НАПРУГИ

снує безліч варіантів дизайну мікросхем джерел опорної напруги. Кожен із них має певні переваги та недоліки.

### Джерела опорної напруги на основі стабілітрона

Джерело опорної напруги на основі стабілітрона з прихованою структурою вирізняється відносно простою конструкцією. Стабілітрон (або лавинний діод) характеризується передбачуваною зворотною напругою, яка є відносно постійною зі зміною температури та постійною зі зміною часу. Ці діоди, як правило, мають дуже низький рівень шуму і високу стабільність у часі, якщо їх експлуатувати в невеликому діапазоні температур, що робить їх оптимальними варіантами для застосування в схемах, де зміни опорної напруги мають бути якомога меншими.

Подібна стабільність може бути пояснена відносно невеликою кількістю компонентів і малою площею кристала порівняно з іншими типами схем джерел опорної напруги, а також надійною конструкцією стабілітрона. Проте відносно високі відхилення початкової напруги та температурного дрейфу вважаються звичайним явищем. Для компенсації цих недоліків або для забезпечення діапазону вихідних напруг можуть бути використані додаткові кола. Стабілітрони застосовуються як у шунтових, так і в послідовних джерелах опорної напруги.

У таких пристроях, як LT1021, LT1236 і LT1027, передбачено вбудовані джерела струму й підсилювачі для стабілізації напруги та струму стабілітрона з метою підвищення стабільності, а також для забезпечення різних вихідних напруг — наприклад, 5, 7 і 10 В. Ці додаткові кола роблять стабілітрон сумісним із різними прикладними схемами, але вимагають деякого додаткового запасу за напругою живлення та можуть призвести до появи додаткових похибок.

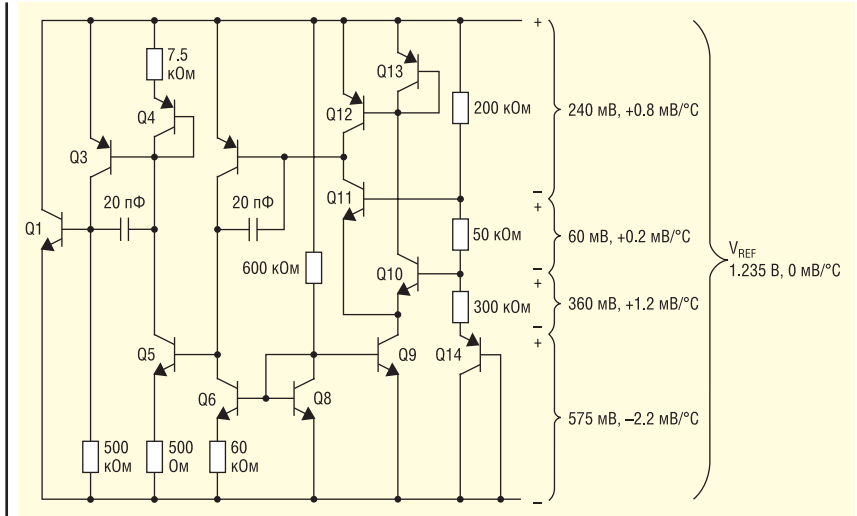


Рис. 5. Схема бандгапа розрахована на забезпечення теоретично нульового температурного коефіцієнта

У компонентах LM399 і LTZ1000 використовують вбудовані термоелементи та додаткові транзистори для стабілізації температурного дрейфу стабілітрона, забезпечуючи найкраще поєднання температурної та часової стабільності. Крім того, пристрої на основі стабілітрона мають дуже низький рівень шуму, що забезпечує найкращі робочі характеристики. LTZ1000 має температурний дрейф  $0.05 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ , довготривалу стабільність  $2 \text{ мкВ}/\sqrt{\text{тис. год}}$  і шум  $1.2 \text{ мкВ}$  у розмаху. Наприклад, у разі застосування LTZ1000 у лабораторному приладі сумарна похибка опорної напруги через шум і температуру становитиме всього близько  $1.7 \text{ ppm}$  плюс частка  $1 \text{ ppm}$  на місяць через старіння.

### Бандгапи

Хоча стабілітрони можна використовувати для створення джерел напруги з дуже високими характеристиками, їм притаманні свої недоліки. Зокрема, їм потрібна напруга живлення вище 7 В, і вони генерують обмежений набір вихідних напруг. Навпаки, бандгапи (джерела опорної напруги, величина яких визначається шириною забороненої зони використовуваного напівпровідника) можуть генерувати різні вихідні напруги, що відрізняються від напруги живлення на невелику величину, яка нерідко становить менше ніж 100 мВ. Бандгапи можуть бути розроблені так, щоб забезпечувати дуже точні початкові вихідні напруги і низький температурний дрейф, що усуває потребу в трудомісткому калібруванні цих пристроїв у польових умовах.

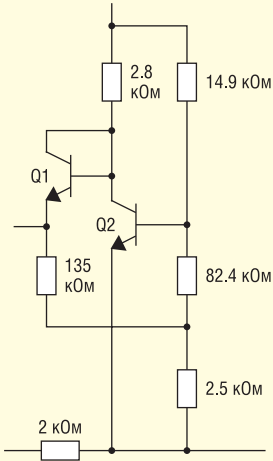
Принцип роботи бандгапів заснований на базовій характеристиці біполяр-

них транзисторів. На рисунку 5 показано спрощений варіант схеми бандгапа LT1004. Тут можна побачити, що неузгоджена пара біполярних транзисторів має різницю в напрузі база-емітер, пропорційну температурі. Цю різницю можна використовувати для створення струму, що лінійно зростає з температурою. Коли струм проходить через резистор і транзистор, зміна напруги база-емітер транзистора з температурою компенсує зміну напруги на резисторі. Хоча ця компенсація не є повністю лінійною, її можна компенсувати й додатковою схемою, щоб отримати дуже низький температурний дрейф.

Математика, що лежить в основі принципу роботи базового бандгапа, цікава тим, що в її межах використовують відомі температурні коефіцієнти з унікальними відношеннями резисторів для отримання опорної напруги з теоретично нульовим температурним дрейфом. На рисунку 5 показано два транзистори, масштабовані таким чином, що площа емітера транзистора Q10 у 10 разів більша за площу емітера транзистора Q11, а струм колектора транзисторів Q12 і Q13 однаковий. Завдяки цьому створюється відома напруга між базами двох транзисторів:

$$\Delta V_{BE} = \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{\text{площа Q10}}{\text{площа Q11}}\right), \quad (1)$$

де  $k$  — постійна Больцмана ( $1.38 \times 10^{-23} \text{ Дж/К}$ );  $T$  — температура (К);  $q$  — заряд електрона ( $1.6 \times 10^{-19} \text{ Кл}$ ). За  $+25^\circ\text{C}$  відношення  $kT/q$  дорівнюватиме  $25.7 \text{ мВ}$  із позитивним температурним коефіцієнтом, що дорівнює  $86 \text{ мкВ}/^\circ\text{C}$ .  $\Delta V_{BE}$  — це напруга, помножена на  $\ln(10)$ ,



**Рис. 6. Схема джерела опорної напруги 200 мВ**

або 2.3 для напруги, що дорівнює приблизно 60 мВ, за +25 °С і коефіцієнта температури 0.2 мВ/°С.

Застосування цієї напруги до резистора опором 50 кОм, підключеного між базами, призводить до створення струму, пропорційного температурі. Цей струм зміщує діод Q14 з напругою 575 мВ за +25 °С і температурним коефіцієнтом -2.2 мВ/°С. Для генерації падіння напруги з позитивними температурними коефіцієнтами використовують резистори, і ці падіння напруги додають до напруги на діоді Q14, створюючи опорну напругу, що дорівнює приблизно 1.235 В, з теоретичним температурним коефіцієнтом 0 мВ/°С. Такі падіння напруги показано на рисунку 5. Завдяки балансу схеми забезпечуються струми зміщення та необхідні вихідні струми.

Компанія Analog Devices випускає широкий асортимент бандгапів, зокрема компактне і недороге прецизійне джерело опорної напруги LT1460, шунтове джерело опорної напруги LT1389 з надмалим споживанням шунтової напруги, а також LT1461 і LTC6652, що являють собою надпрецизійні джерела опорної напруги з малим дрейфом. У цьому асортименті можна знайти компоненти з вихідними напругами 1.2/1.25/2.048/2.5/3/3.3/4.096/4.5/5 і 10 В. Ці опорні напруги можуть бути отримані під час роботи в широкому діапазоні напруг живлення і струмів навантаження з мінімальними втратами. Такі пристрої можуть бути дуже точними, як у випадку з LT1461, LT1019, LTC6652 і LT1790, або дуже компактними, як у випадку з LT1790 і LT1460 (у корпусі SOT23) або LT6660 у корпусі DFN розміром 2x2 мм; або з дуже малим

споживанням, як у випадку з LT1389, що споживає всього 800 нА. Хоча джерела опорної напруги на основі стабілітрона найчастіше мають менший рівень шуму і високу довготривалу стабільність, нові бандгапи, зокрема LTC6652, з розмахом шуму 2 ppm (у діапазоні від 0.1 до 10 Гц) скорочують цей розрив.

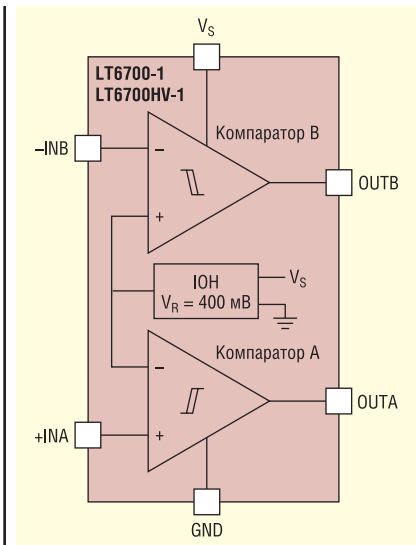
**Дробові бандгапи**

Це джерела опорної напруги, робота яких ґрунтується на температурних характеристиках біполярних транзисторів, але їхні вихідні напруги можуть становити лише кілька мілівольт. Вони є оптимальними варіантами для використання в схемах з дуже низькою напругою, особливо в компараторних колах, де граничне значення має бути меншим, ніж звичайна напруга бандгапа (приблизно 1.2 В).

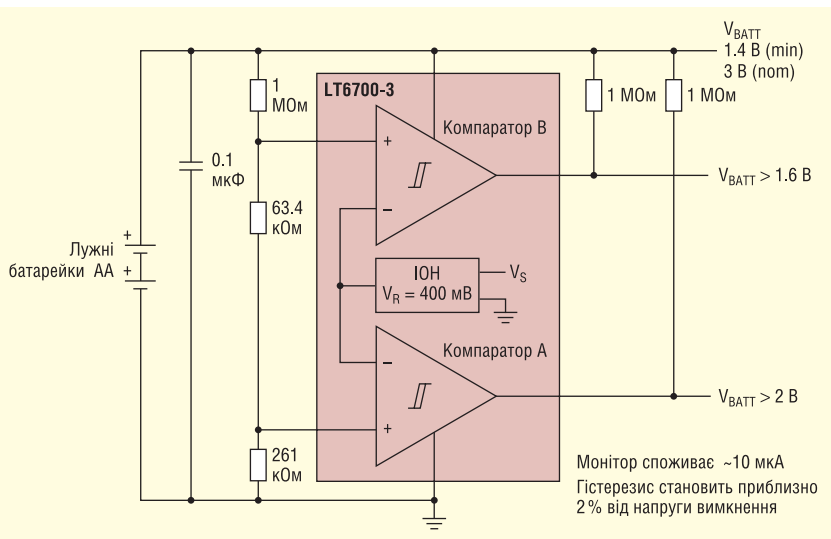
На рисунку 6 показано схему основної частини LM10, яка поєднує елементи з пропорційною та обернено пропорційною залежністю від температури, що аналогічно до випадку зі стандартним бандгапом, це дає змогу отримати на виході постійну опорну напругу 200 мВ. У дробовому бандгапі, як правило, використовується  $\Delta V_{BE}$  для генерації струму, пропорційного температурі, і  $V_{BE}$  для генерації струму, обернено пропорційного температурі. Вони підсумовуються в необхідному співвідношенні на резисторному елементі для створення напруги, що не залежить від температури. Розмір резистора можна змінювати, щоб змінювати опорну напругу, не впливаючи на температурну характеристику. Це відрізняє схему дробового бандгапа від традиційної схеми стандартного бандгапа тим, що

в схемі дробового бандгапа підсумовуються струми, в той час як у схемах стандартних бандгапів підсумовуються напруги, як правило, це напруга база-емітер і добуток  $I \times R$  з протилежним температурним коефіцієнтом.

Принцип роботи дробових бандгапів, таких як LM10, теж частково заснований на відніманні. У складі LT6650 у поєднанні з підсилювачем є джерело опорної напруги 400 мВ цього типу, що дає змогу змінювати опорну напругу, змінюючи коефіцієнт підсилювача, і забезпечує буферизований вихідний сигнал. За допомогою цієї простої схеми можна генерувати будь-яку вихідну напругу від 0.4 В до кількох мілівольт, нижчих за напругу живлення. У LT6700 (рис. 7) і LT6703, які являють



**Рис. 7. LT6700 забезпечує порівняння сигналу з пороговими напругами від 400 мВ**



**Рис. 8. Вищі порогові можна встановити за допомогою дільника вхідної напруги**

собою рішення з більшим ступенем інтеграції, джерело опорної напруги 400 мВ поєднується з компараторами, і ці компоненти можуть використовуватися як монітори напруги або віконні компаратори. Джерело опорної напруги 400 мВ може забезпечити моніторинг слабких вхідних сигналів, що дає змогу знизити складність кіл моніторингу та контролювати елементи схеми, які працюють за дуже низької напруги живлення. Для організації вищих порогів можна додати простий резистивний дільник (рис. 8). Кожен із цих пристроїв випускають у компактному корпусі (SOT23), він споживає мало енергії (менше ніж 10 мкА) і працює в широкому діапазоні напруг живлення (1.4–18 В). Крім того, LT6700 виготовляють у DFN-корпусі розміром 2×3 мм, а LT6703 — у DFN-корпусі розміром 2×2 мм.

## ЯК ВИБРАТИ ДЖЕРЕЛО ОПОРНОЇ НАПРУГИ

Отже, розглянувши всі ці типи джерел опорної напруги, перейдемо до питання про те, як вибрати оптимальне джерело опорної напруги для вашої схеми? Ось кілька порад, які можуть звузити діапазон варіантів.

- Напруга живлення є дуже високою? Виберіть шунтовий тип.
- Напруга живлення або струм навантаження змінюються в широкому діапазоні? Виберіть послідовний тип.
- Потрібен високий ККД? Виберіть послідовний тип.
- Визначте реальний температурний діапазон. Продукти Analog Devices забезпечують гарантовані характеристики та надійну роботу за різних діапазонів температур, зокрема 0...+70 °С, -40...+85 °С і -40...+125 °С.
- Будьте реалістами щодо необхідної точності. Важливо розуміти, яка точність необхідна для конкретної схеми. Це допоможе визначити критично важливі характеристики. З урахуванням цієї вимоги помножьте температурний дрейф на потрібний діапазон температур. Додайте початкову похибку точності, тепловий гістерезис і довготривалий дрейф протягом передбачуваного терміну служби пристрою. Відкиньте всі параметри, які будуть калібруватися на заводі або періодично повторно калібруватися. Це дасть уявлення про повну точність. У випадку

з найбільш вимогливими системами можна врахувати шуми, похибки стабілізації напруги живлення і стабілізації напруги навантаження. Наприклад, джерело з початковою похибкою 0.1% (1000 ppm), температурним дрейфом 25 ppm/°С у діапазоні температур -40...+85 °С, тепловим гістерезисом 200 ppm, шумом 2 ppm у розмаху та тимчасовим дрейфом 50 ppm/√тис.ч. год матиме сумарну похибку понад 4300 ppm на момент початку роботи схеми. Ця похибка збільшуватиметься на 50 ppm протягом перших 1000 год роботи схеми. Початкову точність можна відкалібрувати, зменшивши похибку до 3300 ppm + 0 ppm × √(t/1000 год).

- Який реальний діапазон напруги живлення? Яка максимальна очікувана напруга живлення? Чи будуть виникати збої, як-от скидання навантаження акумуляторної батареї або стрибки індуктивного живлення під час гарячої заміни, які джерело опорної напруги має витримувати? Відповіді на ці запитання можуть значно скоротити кількість варіантів під час вибору.
- Скільки енергії може споживати джерело опорної напруги? За енергоспоживанням джерела опорної напруги, як правило, діляться на кілька категорій: понад 1 мА, ~500 мкА, <300 мкА, <50 мкА, <10 мкА, <1 мкА.
- Який струм навантаження? Чи буде навантаження споживати значний струм або видавати струм, який джерело опорної напруги повинно буде споживати? Багато джерел опорної напруги можуть подавати на навантаження тільки невеликі струми, і лише деякі можуть споживати значний струм. У цьому разі оптимальний вибір можна здійснити тільки після аналізу характеристик кола стабілізації навантаження.
- Скільки місця на платі у вас є? Джерела опорної напруги випускають у найрізноманітніших корпусах, зокрема в металевих циліндричних корпусах, пластикових корпусах (DIP, SOIC, SOT) і дуже компактних корпусах, наприклад, як у випадку з LT6660, у корпусі DFN розміром 2×2 мм. Існує широко поширена думка, що джерела опорної напруги в корпусах більшого розміру мають меншу похибку, ніж у компонентів у більш компактних корпусах, внаслідок меншого впливу механічної напруги. Хоча є справедливим той

факт, що деякі джерела опорної напруги в корпусах великого розміру можуть мати вищі характеристики, є дані, які свідчать про те, що відмінності в характеристиках не мають прямого відношення до розміру корпусу. Більш імовірним є припущення, що, оскільки для продуктів, які випускають у менших корпусах, використовують компактніші кристали, необхідно піти на деякі компроміси щодо робочих характеристик, щоб розмістити схему на кристалі. Як правило, спосіб монтажу корпусу має більш істотне значення в плані забезпечення високих характеристик, ніж тип корпусу, — ретельний вибір методів і місць монтажу може максимізувати робочі характеристики. Крім того, пристрої з меншими розмірами можуть забезпечувати менше навантаження під час вигину друкованої плати, ніж пристрої з більшими розмірами. Про це докладно розказано у вказівках щодо застосування AN82 «Розуміння принципів роботи та застосування джерел опорної напруги» (*Understanding and Applying Voltage References*) [1].

## ВИСНОВОК

Компанія Analog Devices пропонує широкий асортимент джерел опорної напруги. До них належать як послідовні, так і шунтові пристрої на основі стабілітронів, бандгапи та інші типи джерел опорної напруги. Вони випускаються з різними робочими характеристиками, різними температурними діапазонами та в корпусах різних типів. Асортимент цієї продукції представлений широкою номенклатурою пристроїв, починаючи з прецизійних і закінчуючи компактними та недорогими компонентами. Завдяки такому широкому асортименту джерел опорної напруги Analog Devices розробники зможуть знайти оптимальне рішення, що задовольняє вимогам практично будь-якого проекту.

Для отримання додаткової інформації можна ознайомитися з вказівками щодо застосування AN82 «Розуміння принципів роботи та застосування джерел опорної напруги» [1].

Література:

1. <https://www.analog.com/en/resources/app-notes/an-82f.html> **CN**



# Портативна електростанція AceOn PES 3600 Вт – ваш надійний, потужний помічник

## Фахівці з акумуляторних систем зберігання енергії рекомендують...

**Портативна електростанція AceOn PES 3600W призначена для мандрівників, яким потрібна надійна енергія в дорозі, а також для сімей, які потребують аварійного резервного живлення. Оснащена потужним акумулятором на 3840 Вт·год і потужним виходом змінного струму на 3600 Вт, ця електростанція гарантує, що ви завжди будете на зв'язку та матимете живлення, де б ви не знаходилися.**

Акумуляторне зберігання енергії — це термін, з яким ви, можливо, стикалися під час пошуку довгострокового, стійкого енергетичного рішення для свого дому чи бізнесу. Але що таке акумуляторна система накопичення енергії?

Просто кажучи, це стійке рішення, яке дозволяє використовувати та зберігати відновлюване джерело енергії тоді, коли воно вам найбільше потрібне.

Протягом останнього десятиліття компанія AceOn є лідером у впровадженні систем зберігання енергії на акумуляторних батареях.

### ЩО ТАКЕ АКУМУЛЯТОРНА СИСТЕМА ЗБЕРІГАННЯ ЕНЕРГІЇ?

Акумуляторна система зберігання енергії (іноді просто BESS — *Battery Energy Storage System*) — це рішення, яке надає вам можливість використовувати та зберігати відновлювану енергію.

BESS є передовою технологією та має кілька компонентів, але в її основі лежить система акумуляторів, які здатні зберігати відновлювану енергію (рис. 1). Цей компонент зберігання дозволяє користувачам використовувати цю відновлювану енергію пізніше, часто тоді, коли немає можливості генерувати більше відновлюваної енергії.

Найочевиднішим прикладом цього є сонячні панелі, які не можуть генерувати енергію вночі. Сонячна BESS видобуває ультрафіолетову енергію вдень і зберігає її в акумуляторах для використання протягом ночі. Це забезпечує користувача цілодобовою відновлюваною енергією.

У ширшому розумінні, система зберігання енергії забезпечує незалежність від електромережі, дозволяючи людям, які нею користуються, генерувати влас-

ну енергію. Враховуючи високу вартість енергії через геополітичну нестабільність, це стало однією з найбільших переваг BESS останнім часом.

Тепер, коли ви розумієте, що таке BESS, давайте детальніше розглянемо, як працює ця система, коли вона інтегрована в стратегію розвитку відновлюваної енергетики.

### ЯК ПРАЦЮЄ АКУМУЛЯТОРНА БАТАРЕЯ?

Система зберігання енергії складається з кількох компонентів, але зрозуміти, як працює ця технологія, досить просто. По-перше, система потребує джерела живлення, яким у більшості випадків є сонячні панелі.

Система отримує відновлювану енергію від сонячних панелей і зберігає її в аку-

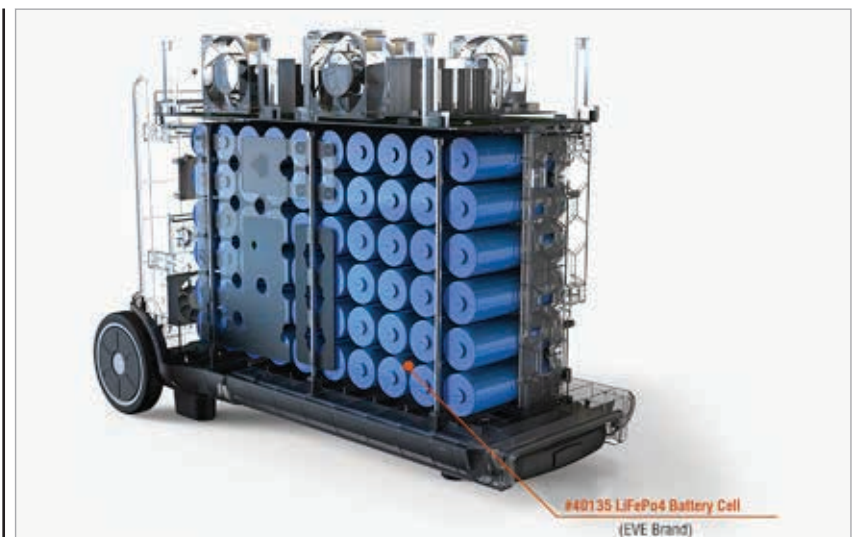


Рис. 1. Акумуляторна система зберігання енергії

муляторів для подальшого використання. В основі будь-якої системи BESS лежить інтелектуальне програмне забезпечення, яке відповідає за використання, зберігання та розподіл енергії, що зберігається в BESS. Здавалося б, BESS не може бути простою у використанні. Насправді після встановлення вона не потребує особливого обслуговування і навіть може керуватися ззовні.

## ОСНОВНІ СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ BESS

Для того, щоб зрозуміти, як працює система зберігання енергії, розглянемо її найпоширеніші сфери застосування. BESS можна використовувати в житлових, комерційних і промислових приміщеннях з різних причин. Деякі з найпоширеніших застосувань BESS такі:

- **Пікові навантаження.** Зменшення пікових навантажень — це спосіб для підприємств керувати попитом на енергію, щоб уникнути раптових стрибків споживання, які можуть призвести до проблем з енергопостачанням та збільшення витрат. Програмне забезпечення BESS може бути оптимізоване таким чином, щоб забезпечити подачу електроенергії в певний час доби для подолання пікових навантажень. Дізнайтеся більше про пікове гоління в нашій нещодавній публікації в блозі, де детально описана роль, яку BESS може відігравати в бізнесі.
- **Перерозподіл навантаження.** У деяких аспектах перерозподіл навантаження схожий на пікові навантаження. Багато підприємств використовують BESS на додаток до користування національною енергомережею. Таким чином, перерозподіл навантаження — це процес переходу від мережі до BESS в той час, коли це економічно вигідно. Саме це забезпечує виняткову довгострокову економію коштів.
- **Мікромережі.** Мікромережі стають все більш популярними у світі є чудовим рішенням для бізнесу. Вони, по суті, дозволяють споживачам від'єднатися від національної електромережі, оскільки вони забезпечують бізнес повним енергопостачанням з відновлюваних джерел.
- **Інтеграція та гнучкість.** Багато клієнтів обирають BESS як інтегроване рішення для відновлюваної енергетики, а не як ізольований підхід. Іншими словами, люди хочуть використовувати BESS разом з енергопостачанням від національної електромере-

жі. Це один з найкращих способів підвищити енергетичну стабільність, оскільки зберігання енергії в акумуляторах забезпечує резервне живлення в разі перебоїв з електропостачанням або проблем з навантаженням на мережу.

## ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ЕНЕРГІЇ

Ми вже згадували про них, але існує безліч очевидних переваг зберігання енергії за допомогою акумуляторів, які роблять цю технологію такою привабливою для користувачів.

### Незалежність від електромережі

Однією з найбільших переваг акумуляторних батарей є те, що вони забезпечують незалежність від електромережі. Як мінімум, це зменшує залежність і означає, що у вас є альтернативне джерело енергії на випадок відключення електромережі. Це надзвичайно вигідно, зокрема, для бізнесу, який втратить гроші, якщо енергосистема вийде з ладу.

Незалежність від енергосистеми також вигідна з огляду на нестабільність постачання електроенергії та зростання цін на енергоносії через події в Україні. Знання того, що у вас є альтернатива електроенергії, яка постачається національною мережею, забезпечує впевненість у короткостроковій, середньостроковій та довгостроковій перспективі.

### Екологічні переваги

Уряди багатьох країн запровадили різноманітні програми, в яких зелена енергетика має вирішальне значення. Компанія AceOn впевнена, що зберігання енергії від акумуляторів відіграватиме вирішальну роль у відмові від викопного палива протягом наступних тридцяти років. Чим більше домогосподарств та підприємств будуть використовувати BESS, тим менше потрібно буде покладатися на викопне паливо для виробництва та споживання енергії.

### Нижчі довгострокові витрати на енергію

Хоча початкові витрати на встановлення BESS можуть здатися комусь високими, довгострокова економія коштів очевидна. На рівні домогосподарств, згідно зі звітом Solar Energy UK, середньостатистичний британський будинок може заощадити близько 40 000 фунтів

стерлінгів, встановивши сонячну фотоелектричну систему і використовуючи BESS, тоді як економія витрат для комерційних організацій, ймовірно, буде ще вищою. Економія коштів, ймовірно, буде ще більш помітною, якщо глобальна нестабільність, пов'язана з енергопостачанням, продовжиться в найближчому майбутньому.

### Надійність

Відмовостійкість акумуляторних систем зберігання енергії означає, що BESS дозволяє вам мати більше одного джерела живлення. Візьмемо, наприклад, мікромережу. Деякі користувачі обирають більше одного джерела відновлюваної енергії в самій мережі, наприклад, вітрову та сонячну. Тоді вони все одно мають резервне підключення до національної електромережі. Це забезпечує людям підвищену енергетичну надійність в умовах мінливої погоди та глобальної нестабільності, що є однією з головних переваг зберігання енергії в акумуляторах.

### Відновлювана енергетика та BESS: яке майбутнє?

В компанії AceOn впевнені, що BESS відіграватиме вирішальну роль в освоєнні відновлюваних джерел енергії в усьому світі. Вже відбулися значні зміни з погляду потужності BESS, а також її впровадження та застосування.

Наразі система зберігання енергії від акумуляторів є особливо ефективною, коли вона поєднується з сонячною фотоелектричною системою. Це пов'язано з тим, що сонячна енергія пом'якшує непостійний характер відновлюваної енергії та забезпечує стабільне постачання електроенергії. Крім того, акумуляторні системи постачаються з вбудованим інвертором, який дозволяє безпешко перетворювати постійний струм в змінний, що є необхідним для запуску більшості пристроїв у Великій Британії.

Таким чином, якщо ви прагнете використати потенціал BESS у себе вдома або на підприємстві, вибір сонячних панелей та потужного інвертора є найпростішим рішенням, яке ми рекомендуємо для початку роботи.

## ПОРТАТИВНИЙ НАКОПИЧУВАЧ ЕНЕРГІЇ

Портативна система зберігання енергії (*Portable Energy Storage, (PES)*) — це система, яку можна використовувати будь-де, оскільки її не потрібно встанов-

лювати на місці. Найкраще розглядати її як надійну альтернативу генераторам, що працюють на паливі. Такі генератори зазвичай працюють на дизельному пальному, вони надзвичайно гучні та дорогі в експлуатації. Перехід від генератора до портативного рішення для зберігання енергії може мати численні переваги, і є кілька цікавих випадків використання, з якими ми пропонуємо вам ознайомитися.

Компанія AceOn знаходиться на передньому краї інновацій і є одним з провідних постачальників портативних систем зберігання енергії у Великобританії, а її асортимент портативних систем зберігання енергії широко використовується у багатьох сферах.

## КОМПОНЕНТИ ПОРТАТИВНОЇ СИСТЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ЕНЕРГІЇ

За своєю конструкцією портативна система зберігання енергії є гнучкою, транспортабельною та динамічною. Вона може використовуватися в багатьох сферах і може забезпечити автономне енергопостачання, яке є екологічно чистим, простим у використанні та обслуговуванні.

Ці системи мають два ключові компоненти — акумулятори та джерело живлення. Вони можуть отримувати енергію з поновлюваного джерела (зазвичай сонячних фотоелектричних панелей) і зберігати її в акумуляторах для подальшого використання. В результаті система може забезпечити вкрай необхідне живлення для людей та організацій, які працюють у сільській місцевості, або в ситуаціях, коли необхідне або рекомендоване резервне джерело живлення.

Після того, як в багатьох країнах світу були взяті зобов'язання щодо досягнення нульового рівня викидів, спостерігається значний інтерес до можливостей портативних систем зберігання енергії, враховуючи незліченну кількість прикладів таких систем.

## ПЕРЕВАГИ ПОРТАТИВНИХ СИСТЕМ ЗБЕРІГАННЯ ЕНЕРГІЇ

Отже, чому ви можете розглянути можливість використання портативної системи зберігання енергії у себе

вдома або на робочому місці? Наведемо деякі з переваг, які пропонують ці системи.

### Портативність та гнучкість

Найпривабливішою особливістю портативних систем зберігання енергії є те, що вони не прив'язані до одного місця. Звичайні системи зберігання енергії є громіздкими, їх потрібно встановлювати і закріплювати вдома або на робочому майданчику. Натомість портативні системи можна легко транспортувати з місця на місце для використання в різних локаціях (рис. 2). Наприклад, будівельники доріг та інженери можуть отримати значну вигоду від портативності та гнучкості цих систем, що дозволяє їм без проблем переїжджати з місця на місце.

### Резервне живлення

Багато компаній та приватних осіб використовують портативні системи зберігання енергії як резервне джерело живлення. Знову ж таки, як і генератор, портативна енергетична система завжди готова до використання, коли вона вам потрібна. Це чудовий спосіб забезпечити резервне живлення вашого будинку або робочого місця в умовах зростання енергетичної кризи, а також означає, що вам не доведеться турбуватися про відключення електроенергії або втрату доступу до електромережі без доступу до відповідної системи резервного живлення.

### Екологічно чисті

Оскільки портативні енергетичні системи отримують енергію з відновлюваних джерел, вони є екологічно чистим рішенням. Насправді, вони набагато екологічніші, ніж паливні генератори, які вимагають використання дизельного пального, що є шкідливим для навколишнього середовища і від якого поступово відмовляються в усьому цивілізованому світі.

### Економічно ефективні

Портативні системи зберігання енергії також надзвичайно економічно вигідні. Зрештою, вони не вимагають великих витрат на експлуатацію та обслуговування. Для порівняння, вони набагато дешевші в експлуатації, ніж стандартні генератори, які потребують регулярного обслуговування та витрат на паливо. Хоча ви повинні враховувати ціну покупки, вони



Outdoor Construction



Emergency Rescue

Рис. 2. Портативні системи можна легко транспортувати для використання в різних локаціях



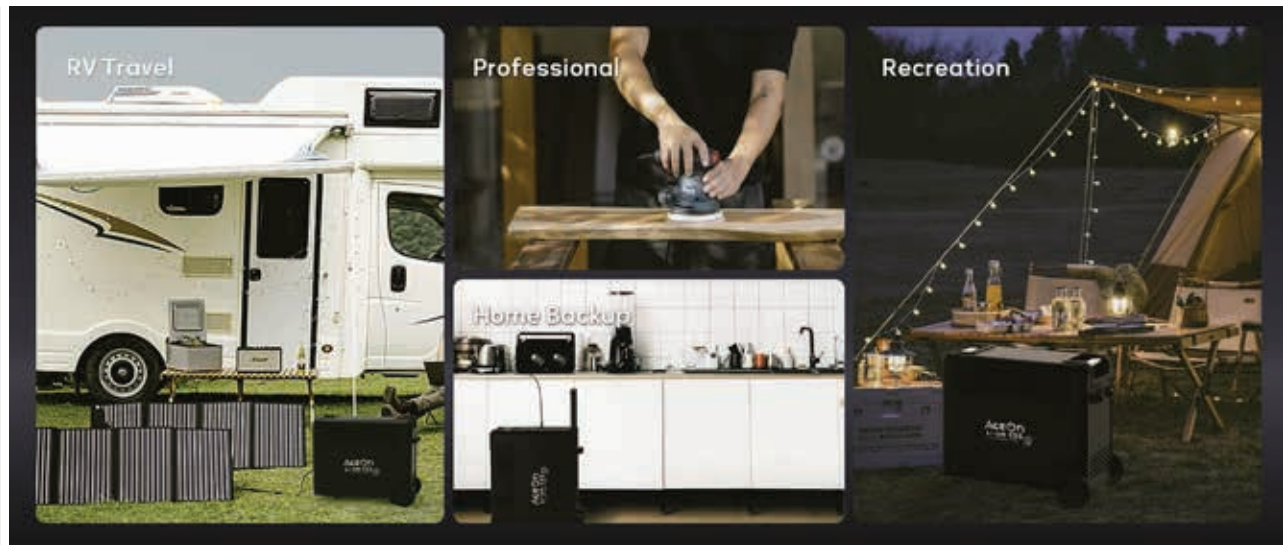


Рис. 3. Різноманітні випадки використання портативних накопичувачів енергії

пропонують можливості для економії коштів, коли ви використовуєте їх регулярно.

### ПОРТАТИВНЕ ЗБЕРІГАННЯ ЕНЕРГІЇ — ВАРІАНТИ ВИКОРИСТАННЯ

Компанія AceOn в захваті від можливостей портативних систем зберігання енергії і вважає, що вони відіграватимуть вирішальну роль у багатьох галузях у найближчі роки. Ось деякі поточні та потенційні випадки використання портативних накопичувачів енергії (рис. 3):

- **Транспортування.** Портативні системи зберігання енергії можуть замінити генератори на транспортних вузлах, забезпечуючи життєздатне резервне джерело живлення для залізничних станцій, автовокзалів і навіть аеропортів.
- **Інженерія.** Інженери та проєктні команди використовують портативні системи зберігання енергії на робочих майданчиках на автомагістралях та залізницях. Вони забезпечують надійне джерело енергії для виконання певних робіт і, знову ж таки, є хорошою альтернативою генераторам.
- **Відпочинок та туризм.** Портативні енергетичні системи також можуть використовуватися в індустрії дозвілля та туризму. Їх можна використовувати на турнірах з гольфу, риболовлі та інших заходах на відкритому повітрі, які потребують доступу до електроенергії там, де вона може бути недоступна іншим способом.

### ВІДКРИЙТЕ ДЛЯ СЕБЕ СИЛУ ПОРТАТИВНОЇ ЕНЕРГІЇ

Портативна електростанція AceOn PES 3600W (рис. 4) призначена для мандрівників, яким потрібна надійна енергія в дорозі, а також для сімей, які потребують аварійного резервного живлення. Оснащена потужним акумулятором на 3840 Вт-год і потужним виходом змінного струму на 3600 Вт, ця електростанція гарантує, що ви завжди будете на зв'язку та матимете живлення, де б ви не знаходилися.

Ефективна та безпечна електростанція AceOn PES 3600W не тільки потужна, але й розумна. Завдяки інтелектуальній технології інвертора та численним засо-

бам захисту, що забезпечуються системою BMS (*Battery Management System*), вона гарантує безпеку та ефективність. Вона працює безшумно і забезпечує захист ваших пристроїв під час заряджання.

*Основні переваги електростанція AceOn PES 3600W:*

- Накопичувач енергії великої ємності. Ємність 3840 Вт-год дозволяє тримати прилади та пристрої увімкненими протягом тривалого часу, ідеально підходить для кемпінгу, подорожей на автофургоні та аварійного резервного живлення вдома.
- Потужний вихід змінного струму. Забезпечує вихід чистої синусоїди з номінальною потужністю до 3600 Вт, здатний живити все — від ноутбука і смартфона до електричних грилів і портативних холодильників та інших побутових приладів (рис. 5).
- Кілька варіантів підзаряджання. Швидко заряджається від мережі змінного струму або сонячних панелей приблизно за 1,3 години, забезпечуючи готовність до роботи без тривалих простоїв.
- Широкий вибір портів. Має 11 різноманітних портів, зокрема USB-A, Type-C зі швидким заряджанням PD 100 Вт



Рис. 4. Портативна електростанція AceOn PES 3600W



**Рис. 5.** Різноманітні випадки використання портативних накопичувачів енергії

та виходи постійного струму, що задовольняють широкий спектр потреб в електроживленні.

- Удосконалена система BMS (рис. 6). Інтегрована система керування акумулятором захищає від надмірного струму, перенапруги та перегріву, забезпечуючи довговічність і надійну роботу.
- Міцна та портативна конструкція. Створений на основі високоякісних електронних компонентів і має зручну конструкцію з ручкою для легкого транспортування.



**Рис. 6.** Удосконалена система BMS



**Рис. 7.** Зарядження через автомобільний прикурювач

AceOn PES 3600W є портативним пристроєм із вбудованим акумулятором із функцією зарядання/розрядження. Він має вихідні інтерфейси змінного та постійного струмів, такі як вихід USB, вихід прикурювача, вихід постійного струму тощо. Він також виконує функції: дисплея, керування інтерфейсом, захисту і сигналізації.

Крім того, цей пристрій можна заряджати від електромережі змінного струму, сонячних панелей і через автомобільний прикурювач (рис. 7).

*Основні характеристики AceOn PES 3600W:*

- має внутрішній акумулятор LiFePo4, ємність якого досягає показника 3840 Вт·год, а рівень безпеки є надзвичайно високим;
- використовує технологію двостороннього швидкого зарядження, що забезпечує повне зарядження пристрою впродовж трьох годин;
- чиста синусоїда вихідної напруги підходить практично для всіх побутових електронних приладів;
- вихідні інтерфейси, такі як USB-A, Type-C, DC5521, XT60, вихід прикурювача тощо внаслідок своєї різноманітності можуть бути використані в дуже багатьох випадках;
- у режимі UPS час перемикання становить менше 10 мс, що є справді плавним перемиканням;
- численні механізми захисту, такі як батарея, схема, конструкція тощо, гарантують безпеку пристрою.

Будьте завжди напоготові та підзарядженими з портативною електростанцією AceOn PES 3600W — вашим надійним джерелом енергії, що гарантує, що ви завжди будете зарядженими та готовими до роботи, де б ви не знаходилися.

**Більш детальну інформацію щодо продукції AceOn Group можна отримати, звернувшись до офіційного дистриб'ютора в Україні — ТОВ НВП «Техносервіспривід»:**

**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,  
www.tsdrive.com.ua, www.semismart.com.ua** **СН**



# НВП «ТЕХНОСЕРВІСПРИВІД»

Авторизований сервіс-партнер Danfoss Drives в Україні

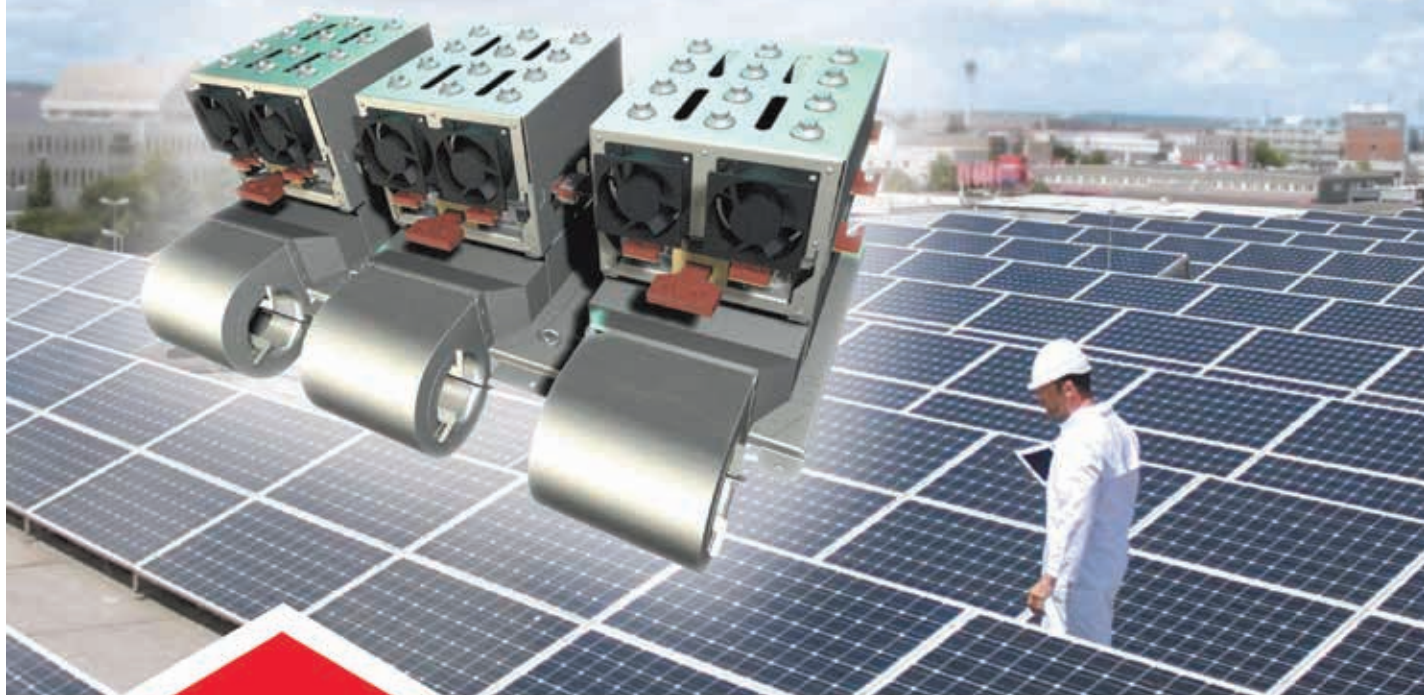
[www.semismart.com.ua](http://www.semismart.com.ua), [semikron@ukr.net](mailto:semikron@ukr.net), [service\\_danfoss@ukr.net](mailto:service_danfoss@ukr.net)

(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

Силві модулі / IPM / Силві збірки потужністю до 1,5 МВт

3-рівневі  
силві модулі та збірки:

SEMİTOP

MiniSKİİP

SKİM 4

SEMİX 5

SEMİTRANS 10

IPM SKİİP4

2L і 3L інвертори 20 кВт – 1,5 МВт





# Акумуляторні накопичувачі енергії в контексті економіки замкнутого циклу

## Роль технології електричного з'єднання

Рюдігер Мейєр р (Rüdiger Meyer), Phoenix Contact GmbH & Co. KG  
E-mail: ua-office@phoenixcontact.com

**З часом батареї акумуляторних накопичувачів потребують ремонту або перероблення (рис. 1). Тому їхній демонтаж має бути легким і швидким. І вирішальну роль в цьому процесі може зіграти технологія електричного підключення. Вона має бути надійна та ефективна.**

Регламент ЄС щодо акумуляторів, опублікований у липні 2023 року, приділяє значну увагу екологічності та безпеці акумуляторів. У майбутньому виробники повинні зробити можливим ремонт, оновлення та перепрофілювання акумуляторів, а також спростити їх перероблення.

Усі ці вимоги базуються на тому, що виробництво та використання акумуляторів має стати більш екологічним. Крім того, наприкінці терміну служби використовувана сировина повинна бути придатна для повторного використання в максимально можливих проціях Згадані вимоги можна підсуму-

вати терміном екологічний слід (*Product Environmental Footprint, PEF*). Сюди ж відноситься ефективність акумуляторів під час роботи.

Технологія електричного підключення може відігравати вирішальну роль у відповідності вищевказаним критеріям. Під час роботи низький контактний опір забезпечує високу ефективність. Під час ремонту та перепрофілювання правильна технологія з'єднання дозволяє демонтувати системи без руйнування та повторно використовувати компоненти. У процесі перероблення це полегшує демонтаж і, таким чином, забезпечує автоматизовані процеси та високий вихід матеріалу.

### ТИПОВА БУДОВА АКУМУЛЯТОРА

Якщо ви хочете зрозуміти проблеми та рішення для мінімізації впливу батареї на навколишнє середовище, вам потрібно зрозуміти її будову.

Загалом акумуляторні системи мають модульну структуру, як показано на рисунку 2. Акумуляторна батарея — це найменший елемент, який можна замінити для ремонту або відновлення протягом терміну служби. Він містить найцінніші матеріали, такі як кобальт, нікель, марганець і літій. Більша кількість елементів батареї разом утворюють модулі батареї. Комірки, як правило, з'єднуються паралельно та послідовно і часто зварюються разом із металевими з'єднувачами. Один або кілька модулів батареї об'єднані в пакети. Ці більші пристрої зазвичай містять друковану плату для балансування рівнів напруги комірок (балансирування комірок) і для підключення датчиків температури, струму та напруги. Блоки підключаються до контролера, блоку керування живленням (*Power Control Unit, PCU*) або системи керування батареєю (*Battery Management System, BMS*) через інтерфейси даних і живлення.

Кілька таких комбінацій потім з'єднуються, щоб утворити загальну систему — з контролером вищого рівня. Підключення до мережі здійснюється через силові перетворювачі.

### ПРОБЛЕМИ ПІД ЧАС ДЕМОНТАЖУ БАТАРЕЙ

Щоб відремонтувати або відновити несправну акумуляторну систему або систему зі зниженою продуктивністю, її потрібно демонтувати. Опи-



**Рис. 1.** В даний час, як правило, неможливо повністю розібрати батарею на компоненти, частково тому, що окремі елементи нерозривно пов'язані один з одним



**Рис. 2.** Модульність акумуляторних систем — від елемента через блок до системи

сана структура дозволяє зробити це з прийнятними зусиллями до рівня акумуляторної батареї, а за допомогою відповідної конструкції — навіть до батарейних модулів (рис. 3). Однак, якщо ви хочете замінити окремі елементи, це зазвичай неможливо без їх знищення,

оскільки елементи батареї часто склеєні або запресовані в жорстку комірку, яку неможливо розібрати. Рішення для цього мають переважно механічний характер і відносно очевидні. Однак електричне з'єднання між окремими елементами батареї та силовими шинами

зазвичай здійснюється за допомогою зварних з'єднань. Тому неможливо видалити окремі комірки, не знищивши їх.

### ЕКОНОМІЧНЕ ПЕРЕРОБЛЕННЯ АКУМУЛЯТОРІВ

Коли життєвий цикл батареї закінчується, її потрібно переробити. Регламент ЄС щодо акумуляторів вимагає, щоб до 2031 року принаймні 95% кобальту, міді та нікелю було перероблено. Ціль для літію — 80%. Зараз це технічно можливо, але економічно вигідно лише для кількох учасників ринку. Однією з головних причин цього є ручний демонтаж акумуляторних блоків, що вимагає значно вищих витрат, ніж автоматизований процес.

Крім того, акумуляторні модулі більше не демонтуються, а подрібнюються як ціле в дрібний порошок, як показано на рисунку 4. У більшості випадків хімічні компоненти елементів потім відновлюються з цього порошку за допомогою енергоємних процесів.

Як альтернативу елементу батареї можна демонтувати ще далі, відокремлюючи анодний і катодний матеріал, а



## Технології з'єднання для систем накопичення енергії

Довіртеся надійним технологіям з'єднання для безпечного та компактного підключення вашого пристрою накопичення енергії

Детальніше: [https://phoe.co/energy\\_storage\\_technologies](https://phoe.co/energy_storage_technologies)

### ТОВ “Фенікс Контакт”

м. Київ, пров. Охтирський, 7, корп. 3., оф. 203  
ua-office@phoenixcontact.com  
+380 44 594 55 22





**Рис. 3.** Акумуляторні батареї електромобілів розряджаються перед демонтажем. На передньому плані можна побачити окремі повністю зварені акумуляторні модулі

також сепаратор і електроліт і значно підвищуючи ефективність матеріалу з меншими витратами енергії.

Тут також спрощений і, перш за все, автоматизований демонтаж батареї до рівня елемента буде очевидною перевагою.

### ТЕХНОЛОГІЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО З'ЄДНАННЯ В АКУМУЛЯТОРНИХ СИСТЕМАХ

Велика кількість електричних з'єднань вже використовується сьогодні для виробництва акумуляторних систем. На рисунку 5 показано приклад того, як акумуляторний модуль інтегрований у загальну систему. Струми заряджан-

ня та розрядження проводяться через з'єднувачі полюсів батареї за високої напруги до 1500 вольт. Лінії передачі даних з'єднують модулі акумуляторів один з одним і з контролером вищого рівня. Вони використовуються для передачі сигналів керування процесом заряджання та розряджання та обміну інформацією про стан акумулятора. Аналогові сигнали керування, наприклад, для систем вентиляції, передаються через сигнальні лінії, часто з'єднані у вигляді круглих з'єднувачів.

Описані електричні інтерфейси в багатьох випадках стандартизовані, і їх також можна використовувати в автоматизованих процесах складання та розбирання. На рівні комірки наразі існує лише кілька комерційних рішень

для роз'ємних електричних з'єднань. Класичне гвинтове з'єднання іноді використовується для призматичних комірок. Проте домінує зварювання.

Phoenix Contact працює над розробкою інноваційних технологій з'єднання, щоб елементи батареї також можна було легко й автоматично демонтувати. Виклики численні. Під час нормальної роботи батареї з'єднання має витримувати несприятливі умови навколишнього середовища, зокрема механічні навантаження, вібрацію та удари. Електричний контактний опір, який може призвести до втрати ефективності батареї, повинен бути надзвичайно низьким і не повинен значно збільшуватися під час роботи батареї. Зрештою, вартість технології з'єднання також відіграє важливу роль, оскільки вона має конкурувати з ціною процесу зварювання.

### ПІДСУМОК

Акумулятори також підпадають під вимоги циклічної економіки, що зростають. Робота з низькими втратами, можливість ремонту та перефільювання, а також економічне перероблення можуть бути можливими або полегшені завдяки відповідній технології електричного підключення. Phoenix Contact постійно працює над вдосконаленням рішень для мінімізації негативного впливу акумуляторних систем на навколишнє середовище.

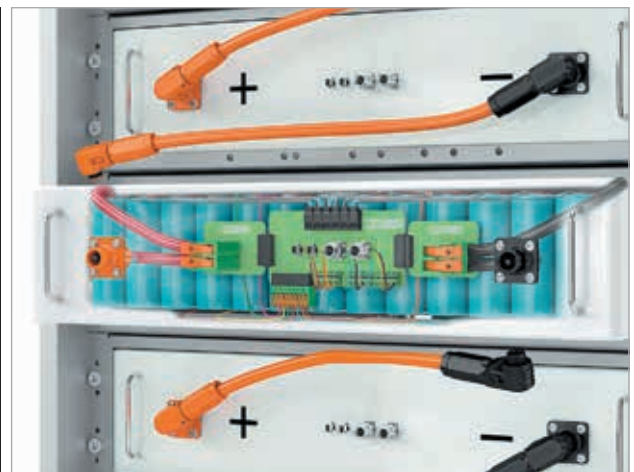
**Більш детальна інформація за посиланням:**

[https://phoe.co/energy\\_storage\\_connectors](https://phoe.co/energy_storage_connectors)

СН



**Рис. 4.** Подріблення батарейних модулів або — залежно від конструкції — цілих батарейних блоків представляє сучасний рівень техніки у технології переробки батарей



**Рис. 5.** Технологія електричного з'єднання в акумуляторних системах — роз'ємні електричні з'єднання для даних, сигналів і живлення дозволяють легко демонтувати батареї



# GameChangers

ДЛЯ ПІДКЛЮЧЕННЯ ПРИСТРОЇВ



## Продуктивність на найвищому рівні

В реалізації поєднання секторів вирішальну роль відіграють електричні пристрої накопичення енергії. У ваших рішеннях для зберігання енергії ви можете покластися на інноваційні технології з'єднання від компанії Phoenix Contact.

Детальніше за посиланням: [https://phoe.co/energy\\_storage\\_connectors](https://phoe.co/energy_storage_connectors)

Phoenix Contact в Україні:  
ТОВ „Фенікс Контакт“

# Altium Designer: інтуїтивне та інтелектуальне проєктування друкованих плат різної складності

Девід Марракчі (David Marrakchi), Altium

**У статті йдеться про те, які переваги дає розробникам використання передових інструментів Altium Designer під час проєктування друкованих плат.**

Зі збільшенням складності друкованих плат (*Printed Circuit Board, PCB*) стає все більш критичним попит на передові інструменти. *Altium Designer* об'єднує інтуїтивний дизайн з інтелектуальними функціями, пропонуючи найкраще рішення і фокусуючись на ключових особливостях, таких як:

- єдине інтегроване середовище проєктування і модель даних;
- розширені інтегровані інструменти аналізу;

- можливості для проєктування 3D Molded Interconnect Device (MID).

## ЄДИНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ПРОЄКТУВАННЯ І МОДЕЛЬ ДАНИХ

Єдине середовище проєктування та модель даних Altium Designer (рис. 1) це значний крок уперед у технології проєктування РСВ, відходячи від розріз-

нених та ізольованих методів, що традиційно домінували в цій галузі. Прийняття єдиного підходу до проєктування електроніки оптимізує весь процес від концептуалізації до виробництва, що є значним зрушенням у бік більш ефективного проєктування друкованих плат (ДП) і виробництва електроніки з меншою кількістю помилок.

## ПОДОЛАННЯ ФРАГМЕНТАЦІЇ В ПРОЄКТУВАННІ РСВ

Традиційно проєктування РСВ містить у собі роботу з різними автономними програмними інструментами на кожному етапі проєктування, що створює

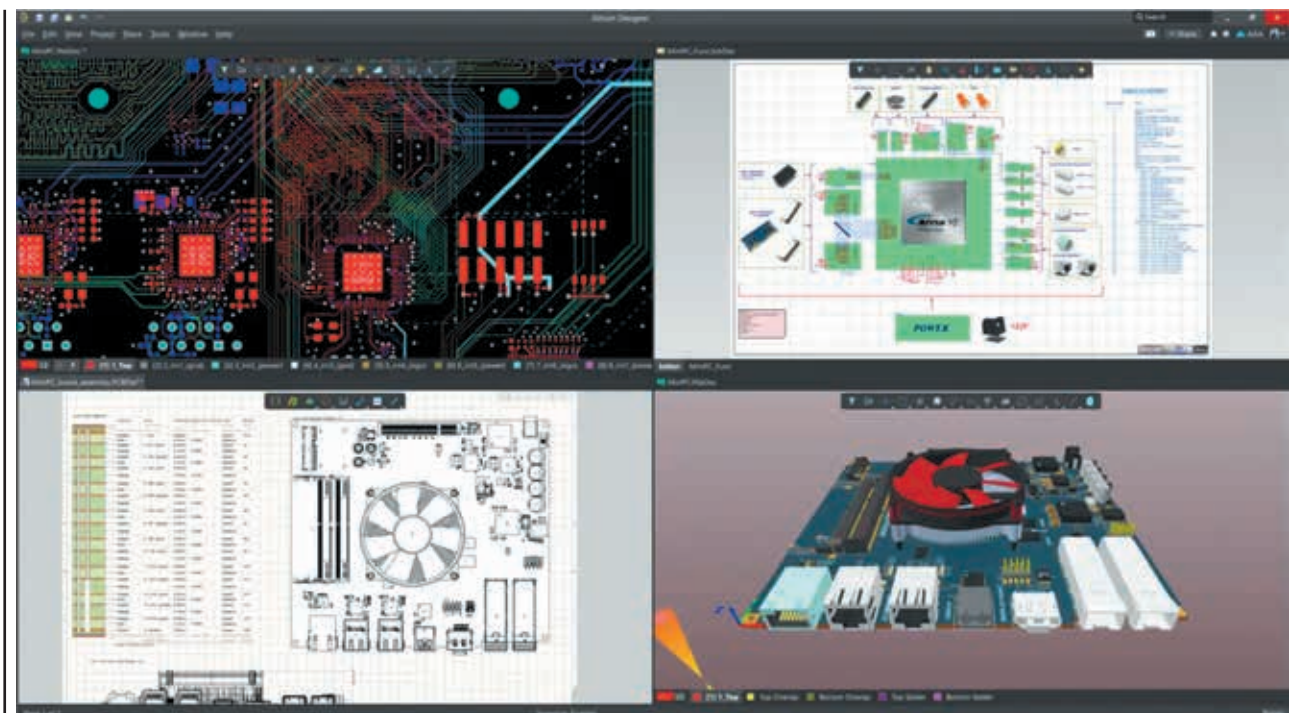


Рис. 1. Єдине середовище проєктування та модель даних Altium Designer

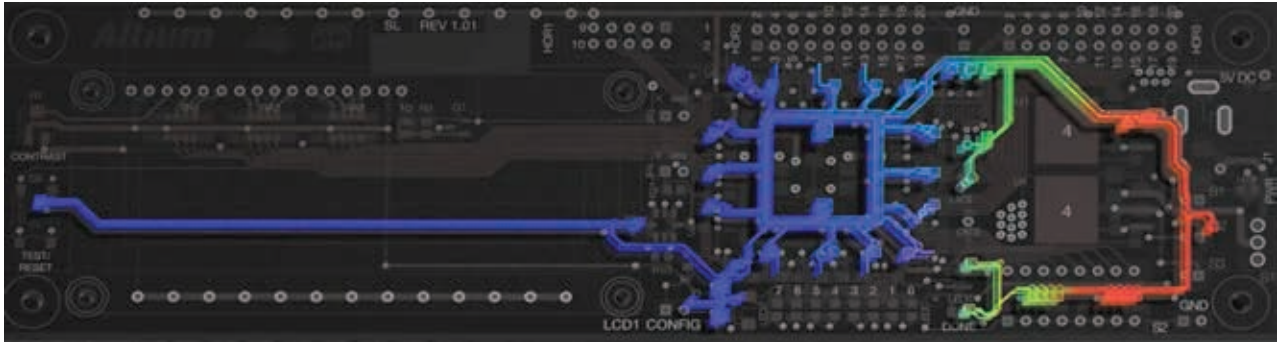


Рис. 2. Інтегровані можливості аналізу в Altium Designer

значні труднощі. Коли кожен інструмент працює зі своєю власною унікальною моделлю даних, це вимагає частих передач даних — від схематичного проєктування до компонування PCB і далі до трасування. Фрагментований підхід збільшує цикли проєктування і ризик помилок, включно з невідповідностями та потенційною втратою важливих деталей дизайну під час переведення даних. У результаті конструктори стикаються з повторними циклами модифікації (наприклад, замовленнями на зміну конструкції), що призводить до збільшення витрат, затримок проєкту і збільшення часу виходу на ринок.

## ПОТУЖНІСТЬ ЄДИНОЇ СИСТЕМИ ПРОЄКТУВАННЯ

**Altium Designer** безпосередньо вирішує проблеми інженерії в галузі електроніки, пропонуючи єдину платформу, що охоплює всі елементи проєктування PCB. Кожна частина процесу — чи то початкові схеми, чи то компонування, чи то трасування, чи то моделювання компонентів у 3D, чи то керування складанням багатoshарових плат — об'єднана в межах однієї системи. Це усуває необхідність імпорту та експорту даних між різними інструментами, оскільки всі операції проводяться в рамках єдиної, узгодженої екосистеми. Інтеграція гарантує, що зміни, внесені на будь-якому етапі проєкту, негайно поширюються на всі етапи, щоб мінімізувати ймовірність помилок і невідповідностей.

## ОПТИМАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО БЕЗПОМИЛКОВИХ ПРОЄКТІВ

Єдиний інженерний підхід підвищує продуктивність завдяки забезпеченню безперервного переходу від початкових схем до розміщення на друкованій платі, трасування, аналізу

плати, з'єднань між платами, інтеграції з MCAD і виробництва — все в одному робочому просторі. Це прискорює процес проєктування та усуває необхідність перемикання між різними програмними інтерфейсами.

Інтегрована модель даних є ключем до забезпечення узгодженості та точності впродовж усього процесу проєктування. Створення єдиного джерела даних для зберігання інформації про проєкт знижує ризик розбіжностей - аспект, який особливо важливий для складних проєктів, що вимагають точної інтеграції електронних і механічних компонентів. Єдиний підхід забезпечує ідеальну відповідність форми, припасування і функції компонентів, а також вселяє довіру конструкторам завдяки надійним і актуальним даним.

## ІНТЕГРОВАНІ МОЖЛИВОСТІ АНАЛІЗУ

Інтегровані можливості аналізу в Altium Designer (рис. 2) є прогресивним кроком у проєктуванні друкованих плат, вбудовуючи передові аналітичні інструменти безпосередньо в робочий процес проєктування. Ця інтеграція вирішує складні завдання сучасних друкованих плат, де досягнення оптимальної продуктивності, надійності та відповідності галузевим стандартам є обов'язковим.

## ВИЯВЛЕННЯ ПРОБЛЕМ ДИЗАЙНУ НА РАНЬОМУ ЕТАПІ ДЛЯ ЇХ ШВИДКОГО ВИРІШЕННЯ

**Altium Designer** пропонує широкий спектр інструментів аналізу, як-от аналіз цілісності сигналу для забезпечення оптимального високошвидкісного передавання через виявлення й усунення проблем із деградацією сигналу або відбиттям, так само, як і аналіз мережі розподілу живлення (*Power Distribution*

*Network, PDN*) потрібен для забезпечення рівномірного й ефективного розподілу електричної енергії за всією схемою, у такий спосіб зменшуючи проблеми, такі як падіння напруги та перегрівання.

Термічне моделювання також відіграє ключову роль у зниженні ризику проблем із дизайном, пропонуючи уявлення про генерацію та розсіювання тепла всередині друкованої плати. Це особливо важливо для запобігання перегріву компонентів, який може скоротити їхній термін служби або призвести до відмови. Ці інструменти в сукупності створюють надійну основу для створення дизайнів друкованих плат, які не тільки функціональні, а й оптимізовані з погляду довговічності та продуктивності.

## ОТРИМАННЯ МИТТЄВИХ ДАНИХ ДЛЯ НЕГАЙНОГО КОРИГУВАННЯ

Інструменти аналізу в **Altium Designer** надають миттєвий зворотний зв'язок упродовж усієї фази проєктування, даючи змогу розробникам виявляти та виправляти потенційні недоліки дизайну до того, як вони стануть незворотними, що допомагає уникнути великих і дорогих змін пізніше. Якщо аналіз цілісності сигналу виявляє проблеми, такі як перехресні завади або відбиття сигналу, наприклад, коригування трасування або компонування компонентів можуть бути виконані в реальному часі, щоб уникнути подальших змін.

Можливість проведення аналізу на місці та коригування сигналу, цілісності живлення та терморегуляції в одному середовищі значно спрощує робочий процес проєктування. Розробникам більше не потрібно покладатися на додаткове програмне забезпечення для аналізу або міграцію даних на інші платформи, що економить цінний час і мінімізує ймовірність помилок під час опрацювання даних.



## ВІДПОВІДНІСТЬ І ПЕРЕВАГА СТАНДАРТІВ ПРОЄКТУВАННЯ ДП, ЩО ЕВОЛЮЦІОНУЮТЬ

Можливо, найпомітніша перевага інтеграції аналізу в Altium Designer полягає в значному покращенні якості та надійності друкованої плати. Раннє виявлення та виправлення проблем із дизайном означає, що кінцевий продукт відповідає і навіть може перевершувати необхідні стандарти дизайну, продуктивності та надійності. Ухвалення цього проактивного підходу відповідає найкращим практикам галузі щодо розв'язання проблем до їхнього загострення.

Наявність інтегрованих інструментів аналізу дає розробникам значно тонше розуміння того, як дизайни працюють у різних сценаріях. Ці знання дають їм змогу ухвалювати обґрунтовані рішення, які покращують дизайн, чи то підвищення теплової ефективності, чи то модифікація PDN для запобігання падінням напруги, чи то коригування шляхів сигналів для зменшення завад — усе в межах єдиного проектного середовища.

## МЕТОДОЛОГІЯ ПРОЄКТУВАННЯ 3D-MID

Технологія 3D-MID докорінно змінює спосіб інтеграції електронних схем, даючи змогу їхнього застосування безпосередньо на пластикові підкладки, що приймають різні тривимірні форми (рис. 3). Цей перехід від традиційних, плоских ДП відкриває нову еру можливостей для проєктування електронних продуктів. Таким чином, Altium Designer забезпечує розробників можливостями для створення і перегляду ДП у повністю тривимірному контексті. Це ідеально підходить для сучасної електроніки, яка часто має бути розміщена в унікально оформлених і обмежених за простором середовищах — від переносних пристроїв до складного медичного обладнання.

## СТВОРЕННЯ СКЛАДНИХ, ЕФЕКТИВНИХ ДИЗАЙНІВ ДП ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ПРОСТОРУ

Застосування технології 3D-MID в Altium Designer забезпечує раніше недосяжний рівень узгодженості між електронними та механічними компонентами. Це дає змогу розробникам створювати схеми, які ідеально вписуються й адаптуються до тривимірних



Рис. 3. Застосування технології 3D-MID в Altium Designer

форм, приводячи до створення більш компактних продуктів із глибокою інтеграцією електронних і механічних елементів. Така тісна інтеграція гарантує ефективне використання кожного доступного міліметра, що є важливим аспектом для пристроїв, де простір має першочергове значення.

## ПЕРЕОСМИСЛЕННЯ ДИЗАЙНУ ЗА МЕЖАМИ 2D

Впровадження можливостей 3D-MID в Altium Designer значно спрощує процес проєктування. Розробники більше не обмежені уявленням про те, як двомірні макети друкованих плат будуть переходити в тривимірний світ. Тепер у них є можливість формувати та коригувати свої проєкти в трьох вимірах, щоб зрозуміти, як вони інтегруватимуться у фактичні механічні корпуси. Такий безпосередній візуальний зворотний зв'язок підтримує більш стратегічні рішення щодо розміщення компонентів, трасування і загальної конфігурації плати для забезпечення найкращого використання простору та механічної сумісності.

## ВИЗУАЛІЗУЙТЕ. ПОКРАЩУЙТЕ. ОПТИМІЗУЙТЕ

Технологія 3D-MID в Altium Designer спрощує робочий процес проєктування друкованих плат, даючи змогу розробникам переходити від плоских, двомірних концепцій до повністю реалізованих тривимірних моделей. У 3D-середовищі розробники можуть більш точно моделювати й коригувати свої друковані плати для чіткого уявлення про те, як дизайн буде інтегруватися з фізичними корпусами та оболонками. Негайний візуальний зворотний зв'язок сприяє оптимальному вибору місця для компонентів, маршрутизації з'єднань і загальному компонуванню плати, максимізуючи ефективність використання простору та забезпечуючи механічну сумісність.

3D-MID також підтримує більш стратегічні рішення в дизайні, даючи змогу

одночасно зосередитися на електричних і механічних аспектах проєкту. Тепер розробники можуть превентивно виявляти й усувати конфлікти між електронними компонентами та механічними структурами в реальному часі, мінімізуючи необхідність у дорогих перебудовках і оптимізуючи виробництво для заощадження часу та ресурсів.

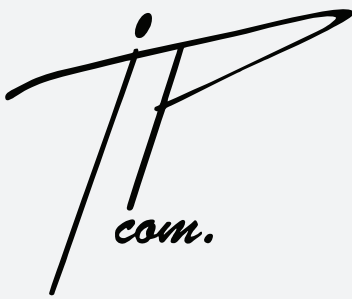
## ПЕРЕВАГИ ALTIUM DESIGNER

Altium Designer встановлює стандарти у проєктуванні друкованих плат, об'єднуючи узгоджене середовище дизайну з передовими аналітичними інструментами та підтримкою 3D-MID. Цей динамічний підхід забезпечує команди розробників електроніки інтуїтивно зрозумілою платформою, яка оптимізує робочі процеси та забезпечує миттєвий аналіз. Усуваючи необхідність у розрізних інструментах, Altium Designer мінімізує помилки, прискорює цикли розробки та сприяє інноваціям. Вбудована функціональність аналізу забезпечує оптимізацію, перевершуючи еталонні показники в продуктивності, надійності та відповідності нормативним вимогам.

Крім того, передова підтримка 3D-MID дизайну в Altium Designer ідеально відповідає вимогам індустрії до стильних, інтегрованих електронних рішень. Спрощуючи процес проєктування та полегшуючи створення складних продуктів, Altium Designer перевизначає галузеві норми. Завдяки неперевершеним можливостям проєктування, аналізу та візуалізації, Altium Designer не тільки підвищує ефективність на шляху розроблення, а й покращує якість і надійність електронних продуктів. Він дає дизайнерам можливість бути першими в технологічних інноваціях, відкриваючи початок *нової ери в дизайні електроніки*.

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

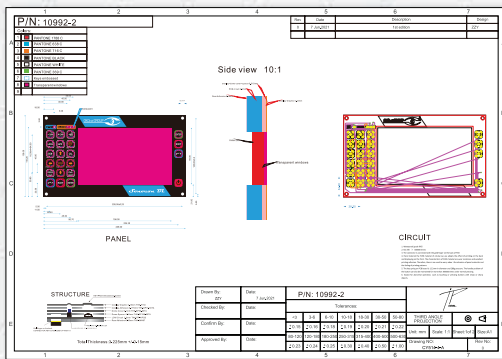
**e-mail: [altium@softprom.com](mailto:altium@softprom.com),  
https://softprom.com/ua/vendor/altium** **СН**



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 спрацьовування тощо.

Клавіатури можуть мати різний тактильний ефект, варіанти підсвічування клавш 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.**

# Бездротове заряджання дозволяє впроваджувати Індустрію 4.0 за допомогою мобільних роботів

**Прамїт Нандї (Pramit Nandy), Віджай Бапу (Vijay Baru), Microchip Technology**  
**Переклад та редагування: Нікіта Єзерський, PhD, асистент кафедри ПРЕ, РТФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського**

**У статті йде мова, про то, як заощадити час, зменшити ризики та спростити конструкцію бездротових зарядних пристроїв, а також підвищити продуктивність, знизити витрати на виробництво та підвищити безпеку та захист завдяки новітнім рішенням для бездротового заряджання.**

Промисловість розвивається вже понад 200 років (рис. 1). Індустрія 4.0 — це четверта промислова революція, яка зосереджена на взаємозв'язку, автоматизації, машинному навчанні та обробці даних у режимі реального часу. Оскільки різні виробничі галузі рухаються до Індустрії 4.0, щоб залишатися конкурентоспроможними та зменшити виробничі витрати, виробники використовують на заводах більше обладнання та менше людей. Вони також інвестують значні кошти в сучасну мобільну робототехні-

ку на своїх підприємствах (наприклад, склади Amazon, складальні лінії) і складах, на яких відбувається левова частка виробництва, складання та транспортування. Однак ці мобільні роботи потребують необхідного регулярно заряджати, що є все ще великою проблемою для промислових підприємств. В даний час відбулися деякі покращення в області бездротового заряджання, що робить цих роботів ефективнішими. Це дозволило збільшити виробничі потужності та підвищити ефективність виробництва. Завдяки корек-

тному поєднанню вибору компонентів, дизайну котушки та розташуванню друкованої плати бездротове заряджання змінює правила гри для промисловості та впливає на економіку в цілому.

## ЯК ПРАЦЮЄ БЕЗДРОВОТЕ ЗАРЯДЖАННЯ

У новітніх рішеннях для бездротового заряджання використовуються методи, засновані на принципі електромагнітної індукції. При пропусканні змінного струму передавача через котушку індуктивності створюється змінне магнітне поле. Коли це змінне магнітне поле взаємодіє з котушкою приймача, в котушці з приймача протікає змінний електричний струм (рис. 2).

Система бездротового заряджання складається з ряду компонентів: котушки передавача, конденсаторів налаштування, вузла керування котушкою передавача, котушки приймача, випрямляча, DC-DC-перетворювача, схеми керування передавачем і приймачем, а також вузла заряджання акумулятора.

У наведеному на рисунку 3 прикладі електромагнітна індукція дозволяє бездротовим системам заряджання передавати енергію від джерела заряджання, встановленого на підлозі цеху, до приймальної системи, встановленої на мобільному роботі.

## ПЕРЕВАГИ БЕЗДРОВОГО ЗАРЯДЖАННЯ В ЗАВОДСЬКОМУ ЦЕХУ

Сучасні бездротові системи заряджання з підвищеною ефективністю

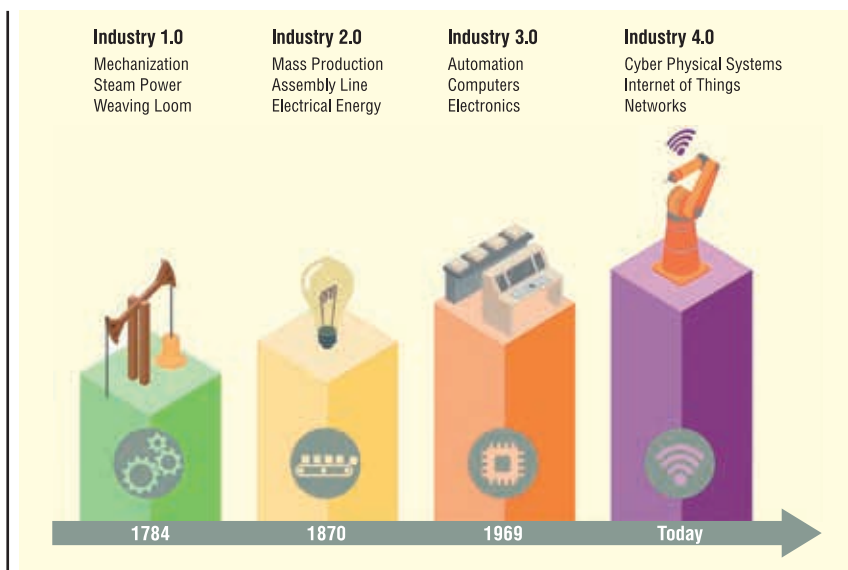
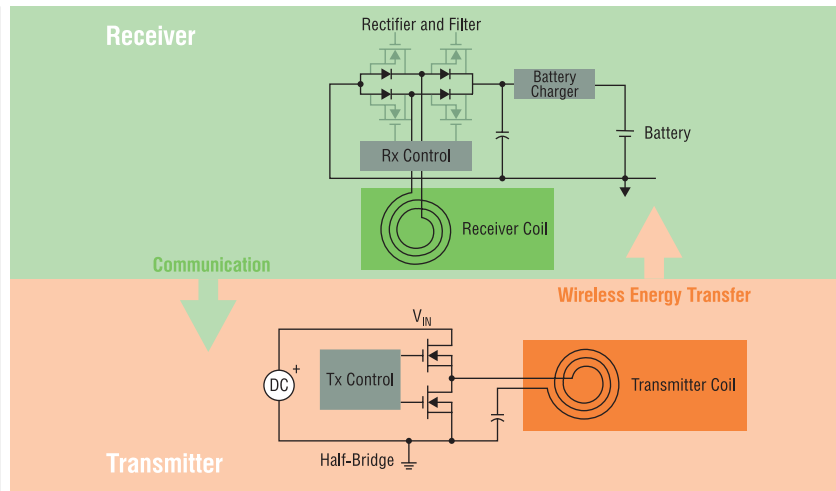


Рис. 1. Еволюція промисловості





**Рис. 2.** При бездротовому заряджанні змінний електричний струм виробляється в котушці приймача

та оптимізованими за вартістю компонентами змінюють правила гри в заводському цеху з низки причин. По-перше, вони підвищують продуктивність і знижують виробничі витрати різними способами. Вони забезпечують безперервну роботу з можливістю підзаряджання (тобто використання часу простою для заряджання) і зменшують витрати, оскільки роботи можуть бути багатоцільовими для різних операцій. Вони також зменшують втручання людини, оскільки процес заряджання можна автоматизувати, а також — витрати на технічне обслуговування, оскільки можна відмовитися від роз'ємів, кабелів тощо, що призводить до повністю бездротового рішення.

По-друге, ці системи заряджання підвищують безпеку та надійність. Вони усувають ризик виникнення іскри і коротких замикань в роз'ємах, через за-

бруднення або вологу. Серед інших переваг безпеки — надійне виявлення металевого сміття та інших сторонніх предметів між передавачем і котушкою приймача. Крім того, легко реалізувати безпечну автентифікацію між зарядним пристроєм і роботом, щоб уникнути несанкціонованого доступу, а передачу даних під час заряджання можна використовувати для профілактичного технічного обслуговування, щоб запобігти простою.

Інші переваги полягають в простішому обслуговуванні системи бездротового заряджання. Це важливий внесок у повністю автоматизоване виробництво, що мінімізує втручання людини та допомагає створити безпечніше середовище шляхом запобігання поширенню між працівниками різних інфекційних захворювань.

## ПОДОЛАННЯ ТРУДНОЩІВ У ВПРОВАДЖЕННІ БЕЗДРОВОГО ЗАРЯДЖАННЯ

Завдяки перевагам, технологія бездротового заряджання на підприємстві має потенціал для виведення виробничої галузі на новий рівень і вирішення складних виробничих завдань. Однак з впровадженням бездротового заряджання також є деякі проблеми. Ці проблеми полягають в необхідності відносно високих витрат для впровадження інфраструктури бездротового заряджання в порівнянні з традиційним дротовим заряджанням, а також порівняно нижчу ефективність та проблеми з електромагнітними завадами. Також є питання безпеки, пов'язані з перегріванням, якщо між передавачем і котушкою приймача є сторонній предмет. В результаті, керування витратами на BOM (*Bill of Materials*) та вибір компонентів є особливо важливими.

У бездротовому передавачі силове коло для комутації струмів у потужній бездротовій системі живлення містить силові ключі, резонансні конденсатори та котушку. Цей контур працює з високими напругами, великими струмами за високої частоти перемикання. Конфігурація друкованої плати, розміщення компонентів і трасування в цій потужній бездротовій системі передачі енергії впливають на ефективність, електромагнітні завади і розсіювання тепла, що, у свою чергу, впливає на продуктивність і надійність системи. Існують також проблеми зі зміною параметрів котушки через відмінності при виробництві. Варіації котушок можуть призвести до відмінностей у різних екземплярах, що призведе до їх нестабільної поведінки та ненадійної роботи в реальних умовах.

Хоча компоненти загального призначення можна використовувати для створення рішення для бездротового заряджання, вони не можуть працювати на тому ж рівні, що й альтернативні варіанти з фіксованими функціями. Рішення також можуть відрізнитися за вартістю та ефективністю залежно від вибору компонентів та рішень щодо компонування плати. Існує багато способів оптимізації сучасних рішень для бездротового заряджання.

## СТВОРЕННЯ ОПТИМІЗОВАНОГО РІШЕННЯ

Пристрої з фіксованим функціоналом використовуються для оптимізації рішення для бездротового заряджання, щоб воно могло вирішувати проблеми



**Рис. 3.** Бездротове заряджання мобільних роботів в цеху

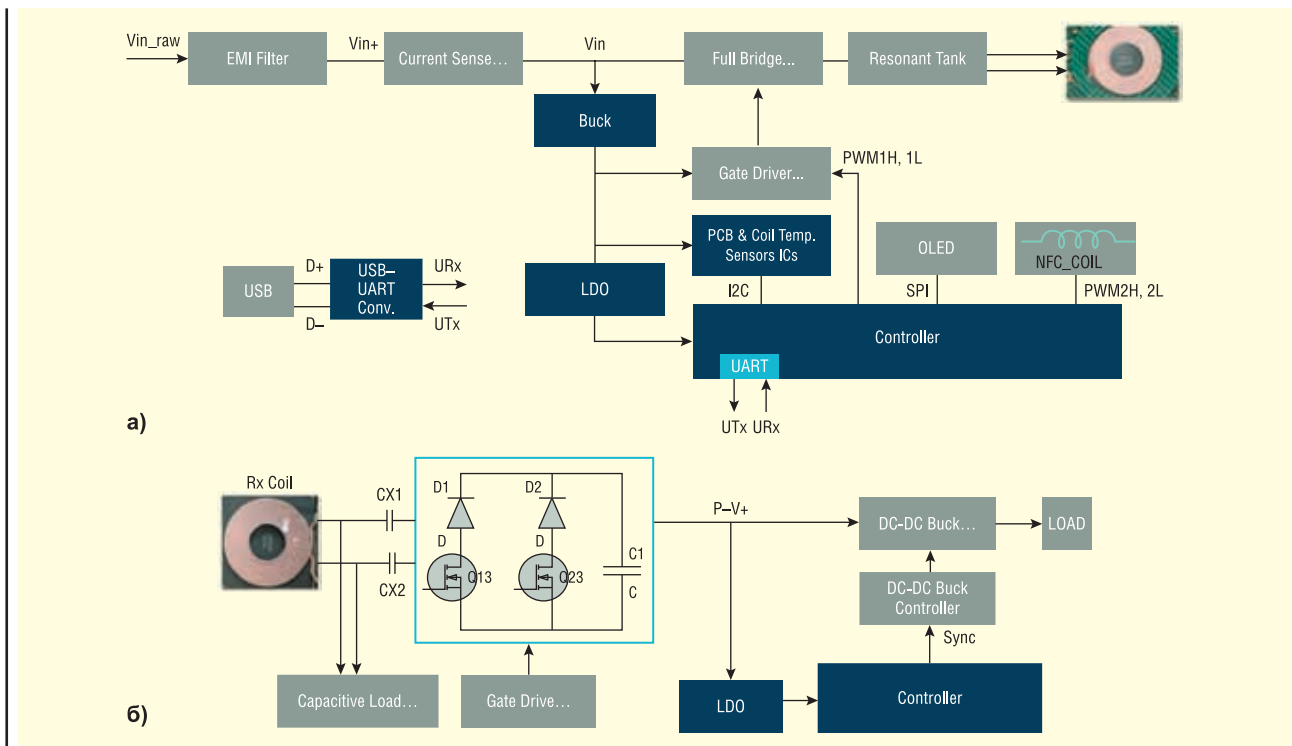


Рис. 4. Структурні схеми передавача (а) та приймача (б), оптимізовані для бездротового заряджання

впровадження безпечного, надійного та ефективного бездротового живлення при високих рівнях потужності. Важливим кроком є оптимізація схеми передавача та приймача, що використовує вузькоспеціалізовані алгоритми для зв'язку, керування живленням та виявлення сторонніх предметів (*Foreign Object Detection, FOD*). Ці алгоритми ґрунтуються на масштабних дослідженнях та розробках й численних патентах.

В ідеалі зв'язок у бездротовому зарядному пристрої має бути вузькосмуговим, що усуває додаткові витрати. Використовуйте частоту передачі потужності в діапазоні близько 100 кГц. Регулювання потужності повинно виконуватися за допомогою керування частотою та шпаруватістю ШІМу, що реалізується у мостовому інверторі у передавачі. При високому рівні потужності FOD стає критично важливим. У цьому методі передача енергії припиняється на кілька мікросекунд, а напруга котушки вимірюється за допомогою периферійних пристроїв на осерді. Наявність (чи відсутність) стороннього предмета можна виявити, розрахувавши фронт напруги котушки при вимкнених вихідних польових транзисторах.

Всі компоненти рішення, зокрема контролер, польові транзистори, регулятори та котушки, повинні бути підібрані таким чином, щоб їх вартість вписувалася в загальний бюджет системи, в якому можуть знадобитися ще й високоякіс-

ні металеві контакти для забезпечення надійності в середовищі з підвищеною вологістю або пилом. Ефективність рішення залежить як від схеми регулювання потужності, так і від оптимізації конструкції котушки. Як приклад можна навести рішення WP300 від Microchip, конструкція якого забезпечує більш ніж 90-відсоткову ефективність при навантаженнях понад 100 Вт. Ця ефективність вимірюється від входу постійного струму передавача до виходу приймача. Рішення може працювати при вхідній напрузі 12–36 В постійного струму і може регулюватися в аналогічному діапазоні напруги на стороні приймача.

Компонування друкованої плати, розміщення компонентів і монтаж друкованої плати у еталонному рішенні на основі WP300 було оптимізовано для досягнення найкращої продуктивності. Друкована плата спроектована таким чином, щоб цифрова, аналогова та силова частини були ізольовані, тому «шумовий» зв'язок зводиться до мінімуму.

Електромагнітні завади також зменшуються за допомогою відповідних методів керування в передавачі та оптимального використання розв'язувальних конденсаторів для зменшення шуму комутації, на додаток до зниження частоти перемикання. Розв'язувальні конденсатори зменшують шумовий зв'язок перемикання, але збільшують втрати, що призводить до збільшення

розсіювання тепла і втрати ККД. Ці компроміси мають вирішальне значення для оптимізації конструкції.

Параметри котушки можна відкалібрувати під час складання на виробничій лінії. Перевага рішення полягає в тому, що дані калібрування котушки записуються в мікросхему WP300TX IC під час тестування продукту. Це забезпечує стабільну та надійну роботу всіх виробів. Нарешті, щоб досягти з'єднання 1:1 між передавачем і приймачем, безпечний зв'язок можна включити в діапазон, щоб переконатися, що живляться лише приймальні пристрої, які автентифіковані передавачем. Рисунок 4 містить структурні схеми контролера передавача потужністю 300 Вт і контролера приймача потужністю 300 Вт, які були оптимізовані для забезпечення цих можливостей.

Розробники систем повинні співпрацювати з постачальником, який надає детальні інструкції щодо використання своїх рішень для бездротового заряджання, в тому числі вибір компонентів, дизайн котушки та конфігурація плати. Постачальники також повинні надати покрокові інструкції для забезпечення безперебійної роботи кінцевого продукту. Завдяки такому підходу розробники можуть заощадити час, зменшити ризики та спростити конструкцію бездротових зарядних пристроїв, а також підвищити продуктивність, знизити витрати на виробництво та підвищити безпеку та захист.





# Cincoze DA-1200: ПК для шлюзу IIoT – компактний та енергоефективний

У статті йде мова про переваги використання нового компактного та енергоефективного промислового комп'ютера Cincoze DA-1200 у різних сферах застосування.

Нещодавно випущений компактний і енергоефективний промисловий комп'ютер Cincoze *DA-1200* швидко став популярним завдяки мініатюрному дизайну, потужному процесору (Intel Alder Lake-N) і конкурентній ціні, що робить його найкращим вибором для шлюзів IIoT у сучасних промислових застосуваннях. DA-1200 швидко і легко встановлюється в суворих умовах і є ідеальним вибором для:

- збирання даних із пристроїв;
- виконання граничних обчислень;
- передавання даних між пристроями та хмарними сервісами.

Саме надійність і стабільність роблять його ідеальним вибором для шлюзу IIoT.

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МАШИНИ — КОМПАКТНІ, ПОТУЖНІ ТА ПРОСТІ В ОБСЛУГОВУВАННІ

Інтелектуальні машини — це невід'ємна частина розумного виробництва, і вбудований комп'ютер *DA-1200* має все необхідне для цієї найважливішої ролі: малі розміри, надійність і простоту в обслуговуванні. DA-1200 досить компактний для установки його в маніпулятор робота (рис. 1) або іншого обладнання з обмеженим простором, а також він має інші засоби захисту для роботи в жорстких заводських умовах. Він може працювати в широкому діапазоні температур і напруг, має вбудовану верхню кришку й антивібраційний комплект, не має кабелів і переминок, а також пройшов або відповідає численним сертифікатам і стандартам, включно з військовим стандартом США з протидарної вібрації (MIL-STD-810H), сертифікатом EMC у проми словому середовищі (IEC 61000-6-2/4) і сертифікатом безпеки UL, що гарантує його високу надійність. Всі важливі кнопки та перемикачі, включно зі скиданням, очищенням CMOS, AT/ATX і SIM-картою, розміщені на передній панелі, що робить обслуговування та керування зручним і швидким.



Рис. 1. DA-1200 досить компактний для установки його в маніпулятор робота



Рис. 2. Використання промислового комп'ютера Cincoze DA-1200 в станціях заряджання електромобілів

## ЗАРЯДНІ СТАНЦІЇ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ — ДОСТУПНІСТЬ 24/7 ТА ІНТУЇТИВНО ЗРОЗУМІЛЕ КЕРУВАННЯ

Зростаюча популярність електромобілів сприяє зростанню попиту на інтелектуальні зарядні станції, які, окрім керування заряджанням, забезпечують передачу даних, обробку платежів і оптимізовані користувацькі інтерфейси.

*DA-1200* оснащений процесором Intel N97 (Alder Lake-N) і 16 ГБ пам'яті DDR5, що відповідає вимогам щодо продуктивності, а також кількома інтерфейсами вводу/виводу для під'єднання до декількох екранів, зчитувачів карток і модулів бездротового передавання даних (Wi-Fi, 5G).

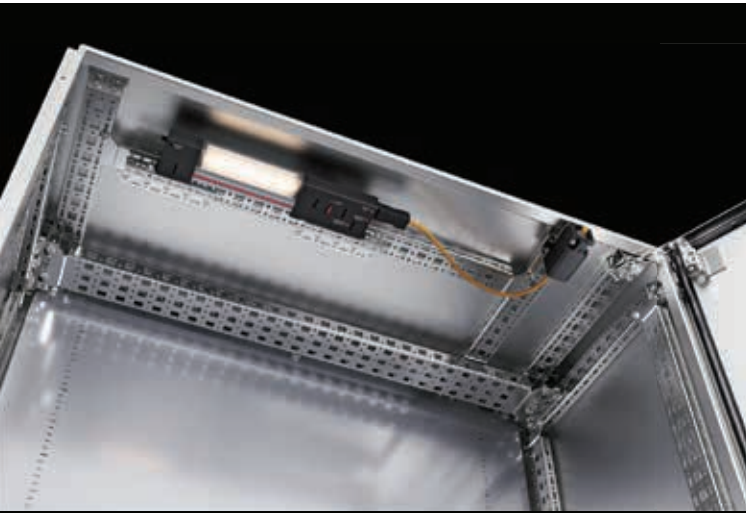
Завдяки незмінно міцній конструкції він підтримує широкий діапазон температур (від  $-40$  до  $70$  °C) і напруг (від 9 до 48 В), а також захист від перенапруги, перевантаження за струмом і ESD для забезпечення стабільної роботи в суворих зовнішніх умовах. DA-1200 досить компактний ( $150 \times 105 \times 52.3$  мм) і має повний набір варіантів установлення (настінне, бічне, на DIN-рейку і кріплення VESA), щоб вписатися в обмежений простір для встановлення в будь-якій зарядній станції (рис. 2).

## РОЗУМНИЙ ТОРГОВЕЛЬНИЙ ЦЕНТР — ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ ТА МОНІТОРИНГ У РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Розумні торговельні центри централізовано керують ресурсами й обладнанням, щоб забезпечити покупцям комфортніший шопінг, а менеджменту — надавати дані в реальному часі, необхідні для оптимізації роботи. Для збирання даних із різних датчиків і керування різними пристроями, як-от кондиціонери, лічильники відвідувачів, лічильники освітлення та електроенергії тощо, *DA-1200* має різноманітні порти вводу/виводу, включно з LAN, USB, COM і DIO. Найголовніше, що дані передаються в режимі реального часу. DA-1200 оснащений двома слотами M.2 Key B (конвертуються в Key E за допомогою додаткового адаптера), які підтримують бездротові модулі (як-от 5G, Wi-Fi і GNSS) для бездротового з'єднання для передачі даних.

Матеріал надано ПРОКСИС™, [www.proxis.ua](http://www.proxis.ua) CN

# 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



# Виклики та інноваційні рішення у виробництві харчових продуктів

**Виробництво харчових продуктів є ключовою галуззю світової економіки, яка забезпечує мільйони людей необхідними продуктами. Проте сучасні виробники стикаються з численними викликами, що змушують їх постійно адаптуватися і впроваджувати новітні технології для збереження конкурентоспроможності та ефективності.**

Одним із головних викликів є суворі регуляторні вимоги, що стосуються якості та безпеки харчової продукції. Щорічно впроваджуються нові стандарти, що змушують виробників постійно адаптувати свої процеси. Це потребує значних фінансових вкладень у модернізацію обладнання.

## НАСТІННІ ШАФИ, ЩО ЛЕГКО МАСШТАБУЮТЬСЯ

Масштабування виробництва відповідно до ринкового попиту — це лише частина ведення бізнесу в харчовій промисловості. Незалежно від того, чи це нові харчові тенденції, чи стрімке зростання ринку кормів для домашніх тварин, виробники повинні мати можливість швидко масштабувати виробництво або впроваджувати нові лінійки продуктів, щоб не відставати від конкурентів.

Масштабування залежить від кількох факторів. По-перше, можливість

масштабування на основі попиту починається з наскрізної діджиталізації процесу проектування шаф, що дозволяє в режимі реального часу отримувати інформацію і бачити все — від пошуку матеріалів до створення і зміни схем панелей та шаф. Цей підхід також створює більш взаємопов'язану екосистему, яка дозволяє вносити зміни в схему в режимі реального часу, що дає змогу надалі змінювати конфігурацію шафи без дорогих помилок і простоїв.

Така масштабованість також залежить від спрощеного проектування, яке дозволяє швидко налаштовувати та підбирати конфігурації шафи на місці без перебоїв у виробництві (рис. 1).

Лінійку настінних шаф Rittal можна конфігурувати та модифікувати в хмарному програмному забезпеченні для проектування Erlan, програма забезпечить швидке та безпомилкове проектування, що значно зменшує потребу в ручному втручанні. Цифрові двійники та 3D-візуалізація панелей керуван-

ня спростить виробникам і майстрам з монтажу панелей робочий процес з становлення розподільчих панелей та прокладанню проводки.

Крім того, лінійка настінних шаф AX має легкий доступ знизу для зручного керування кабелями та проводкою, а розширення системи можна легко здійснити, додавши рейки на дверцятах або збоку шафи AX, навіть для динамічних навантажень (рис. 2).

## НАСТІННІ ШАФИ ПОВИННІ БУТИ СТІЙКИМИ ДО КОРОЗІЇ ТА ЛЕГКО ЧИСТИТИСЯ

На традиційних підприємствах харчової промисловості або на об'єктах, що працюють під високим тиском, виробники потребують корпусів, які можуть допомогти підвищити гігієнічні стандарти, а також забезпечити високий рівень довговічності та надійності. Крім того, виробникам потрібні настінні шафи, які можна легко інтегрувати з вже наявними рішеннями автоматизації в різних гігієнічних зонах.

Нержавіюча сталь є найкращим конструкційним матеріалом для настінних шаф на харчових виробництвах з багатьох причин. Нержавіюча сталь не лише запобігає потраплянню води або інших потенційно шкідливих розчинів, але й захищає від корозії та пошкоджень унаслідок суворих і частих мийок, багато з яких використовують агресивні розчинники та хімікати.

Наприклад, конструкція з нержавіючої сталі в моделях AX і KX від Rittal має більш міцний корпус, здатний витримати суворі умови експлуатації в складних виробничих умовах. Наприклад, у шафах AX і KX з нержавіючої сталі використовується тонкий згин країв корпусу в поєднанні з безшовним ущільнювачем з пінополіуретану, що забезпечує ступінь захисту IP 66.

Конструкція з нержавіючої сталі забезпечує довговічність і надійність, необхідні для складних умов експлуатації, а гладка поверхня нержавіючої сталі дозволяє легко чистити та обслуговувати як AX, так і KX. Завдяки цьому AX і KX



Рис. 1. Приклад використання шаф AX HD в харчовій промисловості





**Рис. 2. Шафи AX мають легкий доступ знизу для зручного управління кабелями та проводкою**

нержавіючої сталі не піддаються корозії та легко чистяться, що допомагає виробникам зменшити ймовірність незапланованих інтервалів між технічним обслуговуванням і витрати на нього (рис. 3).

### СПРОЦЕННИЙ МОНТАЖ ТА ЛЕГКА КОНФІГУРАЦІЯ

Час і ресурси, необхідні для належного монтажу шафи, можуть ускладнити виробникам роботу з максимізації часу безвідмовної роботи або масштабування інфраструктури автоматизації. Процес монтажу може не тільки вимагати спеціальних інструментів, але й обмежувати внутрішню проводку, конфігурацію або тип кабелів. Крім того, після встановлення шафи може бути складно інтегрувати аксесуари для оптимізації продуктивності або адаптації до змін виробничих параметрів.

Висока конкуренція у сфері виробництва харчових продуктів і напоїв загострює ці проблеми, тому виробники повинні обирати настінні шафи, які швидко

і легко монтуються. Це допомагає прискорити виведення продукції на ринок, а також подолати дефіцит робочої сили та зменшити витрати й ресурси, необхідні для встановлення настінних шаф.

У настінних шафах Rittal використовується спрощена монтажна панель, яку легко попередньо встановити та закріпити. Завдяки стандартному кроку, мон-

таж компонентів відбувається швидше і простіше, ніж будь-коли раніше, без використання спеціальних інструментів або обладнання.

Крім того, спеціальні отвори на задній панелі спрощують процес монтажу, а процес складання дверцят без використання інструментів ще більше прискорює монтаж та інтеграцію шафи в систему автоматизації.

Правильно підібравши настінну шафу, виробники харчових продуктів і напоїв можуть оптимізувати продуктивність і ефективність, а також запропонувати споживачам продукт кращої якості (рис. 4). Інноваційний підхід Rittal до проектування настінних шаф може допомогти виробникам досягти поставлених цілей.

**Дізнатись більше про продукти Rittal ви можете на сайті компанії або звернувшись до нас в офіс:**

**ТОВ «Ріттал»,  
08132, м. Вишневе,  
Київська обл., вул. Київська, 6В,  
тел. (044) 536-99-44,  
e-mail: office@rittal.com.ua  
www.rittal.com.ua**

CN



**Рис. 3. Лінійка шаф Hygienic Design. [Перейти на сайт](#)**

HYGIENIC DESIGN — ІННОВАЦІЙНІ  
РІШЕННЯ ДЛЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ



**Рис. 4. Лінія виробництва в харчовій промисловості**

# Просте керівництво з вибору антени

Переклад: Вадим Потапенко

Редагування: Віктор Бутирін, директор, Юнітест

E-mail: Victor\_Butyrin@unitest.com

**Вибір антени для тестування іноді може бути простою справою, але часто вимагає особливого розгляду. Одним з аспектів вибору антени є знання передбачуваного діапазону частот для тестування і подальший вибір відповідної антени.**

Не всі антени однаково ефективні на різних частотах: різні типи антен краще працюють на одних частотах і гірше — на інших. Іноді під час проектування антен необхідні особливі рішення, особливо на дуже високих або дуже низьких частотах. Візьмемо антену для роботи на низьких частотах у діапазоні кГц. Довжина хвилі на таких частотах може сягати кількох кілометрів. Навіть антена довжиною в чверть довжини хвилі на таких частотах була б непрактичною за довжини близько 10 000 футів (приблизно 3 км). Щоб краще зрозуміти взаємозв'язок частоти і довжини хвилі, можна скористатися [калькулятором частоти і довжини хвилі](#).

Низькочастотні радіосигнали, як правило, поведуться як низькочастотні звукові хвилі, проходячи через об'єкти й огинаючи їх ненаправленим чином. Навпаки, елементи високочастотних антен (у діапазоні ГГц) можуть бути дуже маленькими, але сигнали поширюються спрямовано, подібно до світла, і не можуть огинати або проходити крізь об'єкти. Тому низькочастотні сигнали, за своєю природою, більш всеспрямовані, а високочастотні — більш спрямовані. Спроба створити спрямовані низькочастотні антени або всеспрямовані високочастотні антени може виявитися складним завданням.

Інші характеристики, що визначаються конструкцією антен, такі як ширина смуги пропускання, також залежать від частоти. Для роботи на високих частотах потрібні більш точні розміри елементів антени, що ускладнює створення широкосмугової високочастотної антени, хоча деякі конструкції здатні впоратися з цим завданням.

## АКТИВНІ ТА ПАСИВНІ АНТЕНИ

Приймання та передавання радіочастотних сигналів, хоча і пов'язані між собою, мають дещо різні вимоги до антен. Під час приймання вловлюються дуже слабкі сигнали і передаються на приймач, для чого потрібна добре налаштована чутлива антена. Щоб покращити приймання слабких сигналів, деякі антени або приймачі використовують активні схеми, які підсилюють вхідний сигнал. Підсилювачі краще розміщувати поруч з антеною або безпосередньо на ній, щоб зменшити ймовірність підсилення шуму і, водночас, покращити підсилення слабких сигналів. Під час роботи з приймачем-передавачем такі підсилювачі мають перемикатися: вони активні під час приймання сигналу, але вимикаються під час передавання, бо не розраховані на передавання потужних сигналів. Вони сконструйовані таким чином, що підключаються під час приймання й вимикаються під час передавання.

## ШИРИНА ДІАГРАМИ СПРЯМОВАНІ ТА ПІДСИЛЕННЯ АНТЕНИ

Іншим важливим фактором під час вибору антени є ширина діаграми спрямованості (ширина променя), або коефіцієнт підсилення сигналу залежно від його спрямованості. Спрямовані антени мають вузьку діаграму спрямованості у вигляді пелюстки, орієнтованої в заданому напрямку, тоді як всеспрямовані антени мають сферичну діаграму розповсюдження сигналу. Існують та-

кож антени з частковою спрямованістю, наприклад, антени у формі тора. У цьому разі сигнал не поширюється сильно вгору або вниз, але поширюється на 360° в одній площині. Для визначення необхідної ширини променя може бути корисним [калькулятор ширини діаграми спрямованості антени](#).

## ДІАПАЗОН ЧАСТОТ

Антени налаштовані на різні частоти та мають смугу пропускання або діапазон частот, в якому вони працюють. Рупорні антени та аналогічні конструкції мають відносно вузьку смугу пропускання, в той час як інші, такі як логоперіодичні антени, мають набагато ширшу смугу пропускання. Вибір антени з ширшою смугою пропускання вплине і на інші її характеристики. Якщо для тестування потрібен тільки вузький частотний діапазон, краще використовувати антену, розроблену спеціально для цього діапазону.

## РАМКОВІ АНТЕНИ

Для вимірювання напруженості магнітного поля на низьких частотах нижче 30 МГц ідеально підходять рамкові антени. Вони являють собою, як правило, круглу рамку або котушку; частота, на якій працює антена, залежить від розміру і числа витків рамки. Без узгоджувального ланцюга рамкові антени входять у резонанс за довжини кола, що дорівнює одній довжині хвилі необхідної частоти. За допомогою узгоджувального ланцюга їх можна налаштувати для роботи в діапазоні від 10% до повної довжини хвилі.

Рамкові антени зручні у використанні завдяки своєму невеликому розміру щодо робочої частоти. Під час вимірювань магнітного поля на низьких частотах рамкові антени створюють на-

пругу, що відповідає даній напруженості поля, що спробиє їхнє використання. Однак для роботи на вищих частотах вони менш підходять через свої розміри та амплітудно-частотні характеристики.

## ШТИРОВІ АНТЕНИ

Штирові антени можуть використовуватися в різних діапазонах частот залежно від їхнього розміру, але, як і в інших антен, їхній розмір збільшується, якщо необхідна робота на нижчих частотах. Застосування узгоджувальних ланцюгів дає змогу штировим антенам працювати в ширшому діапазоні частот. Штирові антени складаються з відбивної поверхні, яка зазвичай має довжину близько  $1/4$  довжини хвилі, і одного випромінювального/приймального елемента, розміщеного в центрі відбивної поверхні та перпендикулярно їй. Штирові антени добре підходять для вимірювання електричного поля під час тестування.

## ЛОГОПЕРІОДИЧНІ ТА ГІБРИДНІ АНТЕНИ

Логоперіодична антена — це ще одна широкосмугова антена, яка є набагато більш направленою і працює на вищих частотах, ніж інші аналогічні конструкції (рис. 1). Вона складається з багатьох елементів, які поступово зменшуються до кінця антени. Такі антени підходять як для вимірювань випромінювання, так і для тестування на стійкість до завад, і можуть використовуватися як на прийманні, так і на передачу.

Гібридна або «біологічна» конструкція антени являє собою поєднання логоперіодичної антени і конструкції типу «метелик» в якості відбивача. Антени такої конструкції працюють у широкій



Рис. 1. Логоперіодичні антени

смугі частот, що робить їх гарним вибором для тестування в широкому діапазоні частот без необхідності перемикання антен. Їх можна використовувати для перевірки завадостійкості та інших показників відповідності з відтворюваними результатами.

## ДИПОЛЬНІ АНТЕНИ

Диполь — це проста конструкція, яка вважається до певної міри стандартом, коли йдеться про антени. Її конструкція складається з двох однакових за довжиною налаштованих елементів, розташованих на одній лінії один з одним, але протилежних за напрямком. Елементи диполя зазвичай налаштовуються на  $1/4$  довжини хвилі, так що повна довжина антени становить  $1/2$  довжини хвилі. Диполь — проста, але водночас ефективна антена з діаграмою спрямованості, яка за вертикальної поляризації має форму тора (бублика) на  $360^\circ$ . За горизонтальної поляризації та сама діаграма спрямованості робить їх двонаправленими. Також можуть бути виконані укорочені диполі з використанням узгоджувальних елементів. Диполь не має дуже широкої смуги пропускання, і, хоча він, як і раніше, корисний, йому менше надають перевагу для вимірювань у широкому діапазоні частот, оскільки потрібне його налаштування або використання декількох антен для різних частот.

## БІКОНІЧНІ АНТЕНИ

Біконічні антени являють собою модифікований тип дипольних антен, у яких два елементи утворюють приблизно конічну форму. Ця зміна дозволяє їм мати ширшу смугу пропускання порівняно зі звичайними дипольними антенами. Конуси, які використовуються в цих антенах, рідко бувають суцільними та часто складаються з декількох елементів, що полегшує їх складання і транспортування. Їхня широкосмуговість дає змогу швидко провести тестування без необхідності налаштувати або міняти антену. Вони мають лінійну поляризацію і зазвичай працюють на частотах від 20 до 300 МГц, але за відповідного проектування можуть працювати на частотах до 18 ГГц.

## РУПОРНІ АНТЕНИ

На частотах близько 1 ГГц і вище практичним вибором стають рупор-

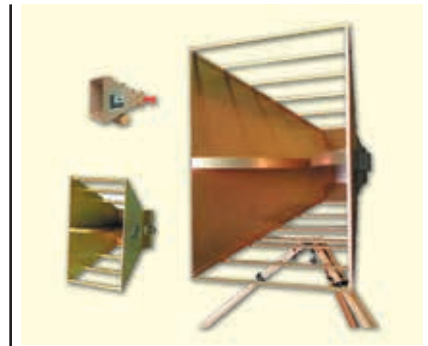


Рис. 2. Рупорні антени

ні антени (рис. 2). Рупорні антени зазвичай великі для використання на частотах нижче 1 ГГц, але вони добре працюють на високих частотах. Рупорні антени мають високу спрямованість як на прийманні, так і на передавання, що дає їм змогу вловлювати слабкі сигнали та передавати потужний сигнал на пристрій. Це робить їх хорошим вибором для тестування на завадостійкість і випромінювання.

На частотах вище 1 ГГц рупорні антени продовжують залишатися гарним вибором, і зі збільшенням частоти вони стають фізично меншими і більш спрямованими. Рупорні антени добре працюють до 40 ГГц і вище, але додавання попереднього підсилювача для прийманні є хорошим доповненням для покращення динамічного діапазону антени.

## ВИСНОВОК

Вибір відповідної антени може іноді здатися складним, якщо врахувати всі необхідні критерії. Частота є першорядним фактором і часто служить відправною точкою для проектування. Щоб впоратися з цим завданням, зверніться за консультацією до фахівця в цій галузі. Компанія A.H. Systems пропонує широкий асортимент антен для всіх видів випробувань і може допомогти підібрати оптимальне рішення для ваших потреб.

**За допомогою у виборі випробувальної антени, розрахунку ширини діаграми спрямованості антени або за послугами з вимірювання ширини діаграми спрямованості звертайтеся до компанії Юнітест — офіційного дистриб'ютора компанії A.H. Systems в Україні:**

**04053, м. Київ,  
вул. Олеса Гончара, 6,  
тел. +38 (044) 272-60-94,  
e-mail: web@unitest.com,  
http://unitest.com**



# u-blox: три питання про права інтелектуальної власності, які слід задати постачальнику стільникових модулів

Кент Бейкер (Kent Baker), u-blox AG

**Подання позову про порушення патентних прав може підірвати ваш бізнес. Компанія u-blox знижує ваші комерційні та фінансові ризики завдяки найкращому у своєму класі патентному покриттю.**

Судові суперечки щодо захисту прав інтелектуальної власності у сфері мобільного зв'язку занадто часто не беруться до уваги компаніями, які розробляють рішення для підключення до мережі з використанням мобільних технологій. Щоб уникнути судових розглядів, необхідно вирішити два ключових питання:

- як ліцензувати стандартні основні патенти стільникового зв'язку (*standard essential patent, SEP*), набір з тисяч патентів, необхідних для дотримання стандартів стільникових технологій;
- як уникнути переплати.

Як правило, власники SEP, включених до стандартів стільникового зв'язку, зобов'язані ліцензувати свої патенти на справедливих, розумних і недискримінаційних умовах (*fair, reasonable, and non-discriminatory, FRAND*). Однією з проблем при ліцензуванні на умовах FRAND є те, що поняття «справедливий і розумний» традиційно визначається власником патенту без урахування потреб користувачів патенту та ринкових реалій.

Оцінити пропозицію FRAND ще складніше, оскільки потенційний ліцензіат повинен покладатися на заяви власника SEP щодо цінності SEP та суттєвості патенту. Це відбувається через відсутність прозорості щодо того, як було визначено цінність та важливість SEP, а лише заяви про те, що те, що

пропонується, є FRAND і що інші компанії підписали ліцензію, тому це має бути FRAND-пропозиція. Однак за такого сценарію і на основі реальних фактів пропозиція власника SEP рідко буває справедливою та обґрунтованою, не кажучи вже про недискримінаційну.

Все це ставить компанії, які створюють рішення для мобільного зв'язку і впроваджують ці патенти SEP, на небезпечну стежку. Лише від 20 до 30 відсотків SEP, заявлених власниками патентів, насправді необхідні для впровадження відповідного стандарту. З цих 20–30 відсотків багато мають значення лише для дизайну базових станцій і не мають нічого спільного з користувацьким обладнанням. Визначення правильних SEP, щоб ви сплачували ліцензійні платежі лише за ті патенти, які використовуються вашими продуктами, а не за весь патентний портфель власника SEP, займає багато часу, коштує дорого і може призвести до помилок для тих, хто не знайомий з ліцензуванням SEP. Компанія u-blox може взяти на себе цю відповідальність завдяки нашим глибоким знанням щодо ліцензування SEP і технологій, які лежать в основі цього процесу.

Зважаючи на прискорення темпів впровадження мобільних технологій та постійну розробку нових стандартів мобільного зв'язку, не дивно, що останніми роками значно зросла кількість патентних

спорів у сфері мобільного зв'язку. Навіть у розпал пандемії кількість судових спорів щодо мобільних SEP зросла на 19% і продовжувала зростати до 2023 року.

Якщо права на використання SEP та потенціал пов'язаних з ними збиткових судових процесів щодо SEP ще не потрапили до вашої уваги, то варто було б над цим замислитися. Ми наполегливо рекомендуємо зробити це ключовим фактором при виборі постачальника стільникових модулів. Перед тим, як обрати постачальника стільникового модуля, пропонуємо вам задати та отримати відповіді на три найважливіші питання.

## ЯКИЙ ПАТЕНТНИЙ ЗАХИСТ ВИ ПРОПОНУЄТЕ?

По-перше, важливо запитати та зрозуміти, яке патентне покриття пропонує ваш постачальник модулів стільникового зв'язку. Багато хто працює з однією або двома підписаними ліцензійними угодами SEP, які покривають крихітний відсоток SEP, необхідних для бездротового зв'язку та безпеки. Це призводить до значних ризиків, пов'язаних з продуктом (потенційно вищі роялті, які потрібно буде сплачувати в певний момент), судових заборон (зупинка імпорту та виробництва через відсутність ліцензії), а також значних витрат на захист позову про порушення патентних прав або на переговори щодо врегулювання конфлікту.

На відміну від своїх конкурентів, компанія u-blox зосереджується на ліцензуванні самих великих і найбільш конфліктних власників патентів. u-blox пропонує найширше патентне покрит-

тя SEP серед усіх виробників модулів на ринку. Наші конкуренти пропонують або дуже обмежене покриття, або взагалі його не мають. В результаті наші клієнти отримують вигоду від нижчих ставок роялті, оскільки ставка роялті в наших ліцензіях базується на принципі FRAND і обговорюється без загрози судового процесу про порушення або заборони продукції, що загрожує результатам переговорів.

### ЯКИМ «ДРІБНИМ ШРИФТОМ» НАПИСАНЕ ВАШЕ ЗАСТЕРЕЖЕННЯ ПРО ВІДШКОДУВАННЯ?

У багатьох випадках положення про відшкодування мають критичні обмеження щодо покриття та відшкодування, які можуть призвести до відсутності покриття або, в кращому випадку, до незначного захисту. Наприклад, іноді відшкодування пропонується, але з таким обмеженням, як «тільки після остаточного рішення суду». Таке остаточне рішення суду виноситься після того, як ви подали позов і завдали шкоди своєму бізнесу, і не передбачає досудового врегулювання. Як альтернатива, можна звернутися до суду із заявою про заборону на імпорт продукції, щоб присорити врегулювання справи й звзгалі не чекати судового рішення.

Іншим випадком, якого слід остерігатися, є конкуренти, які стверджують, що патентний захист не потрібен, оскільки пропонується повне відшкодування збитків. Такі пропозиції «відшкодування» є порожніми, оскільки збитки в патентних судових справах можуть коштувати сотні мільйонів доларів та призвести до банкрутства постачальника модулів, змусивши платити вашу компанію. Найкраща порада — вимагати від постачальника модулів розкрити обмеження,

наприклад, пов'язані з географією, технологією, остаточним рішенням суду, політикою відшкодування, гарантіями або іншими обмеженнями та застереженнями. Крім того, варто поцікавитись, як вони допоможуть, якщо судова заборона обмежить вашу можливість виробляти або імпортувати вашу продукцію.

Майте на увазі, що відшкодування збитків не захищає від судових заборон або позовів. В обох випадках ваш бізнес суттєво постраждає і зіткнеться з додатковим фінансовим тягарем, пов'язаним із захистом у судовому процесі, який може швидко скласти мільйони доларів. Це витрати, які компанія повинна буде нести роками, поки триме судовий процес, навіть якщо компенсація бути виплачена «після винесення вердикту».

Крім того, ваша компанія повинна врахувати перерву в роботі, спричинену судовим процесом, наприклад, час, який краще було б витратити на дослідження та розробки, ніж на те, щоб залучити внутрішній персонал для пошуку документів, отримання свідчень та координації пошуку всіх свідчень, які ви зобов'язані надати. Ці витрати, як правило, не покриваються положеннями про відшкодування. Нарешті, часто трапляються випадки, коли фактична вартість використання патенту невідома, що призводить до неточностей у ціноутворенні на продукцію та оцінці прибутку.

Компанія u-blox пропонує повне покриття ліцензійних патентів для зменшення бізнес-ризиків і може запропонувати додаткове «страхування» для неліцензійних патентів (відповідно до умов угоди). Це вже набагато більше, ніж будь-який пункт про відшкодування збитків, оскільки наші ліцензії виключають ризик судової заборони або судового позову щодо патентів, на які поширюється дія ліцензії.

### ЧИ НАДАЄТЕ ВИ ПІДТРИМКУ В РАЗІ СУДОВОГО ПОЗОВУ ПРО ПОРУШЕННЯ ПАТЕНТНИХ ПРАВ?

Як уже згадувалося, судових позовів про порушення патентних прав може бути достатньо, щоб звести нанівець навіть великий міжнародний бізнес, оскільки вони тягнуть за собою високі фінансові витрати, потенційно порушують виробництво і відволікають від основних цілей компанії.

Невеликі компанії, які не мають власної відданої та професійної юридичної команди, можуть опинитися у програшній битві «Давид проти Голіафа», тим паче, коли на командному містку не залишиться нікого, хто міг би спрямувати їхній бізнес у правильному напрямку, не кажучи вже про координацію стратегічної відповіді під час судового розгляду.

Компанія u-blox пропонує широкий спектр послуг із захисту прав на використання патентів, які відповідають різноманітним потребам і можливостям наших клієнтів. Послуги можуть передбачати надання допомоги шляхом втручання для вирішення патентних претензій або пом'якшення звинувачень клієнта в порушенні патентних прав з будь-якими власниками SEP (зокрема з «патентними троялями»), які наразі не є частиною наявного страхового покриття u-blox.

Ця унікальна пропозиція передбачає розширену допомогу, наприклад, зобов'язання вести переговори з будь-яким власником SEP, який стверджує, що ви порушили патент з метою отримання ліцензії на модуль, а також для отримання компенсації за сплачені u-blox збори на рівні модуля, навіть якщо наші клієнти вже підписали ліцензію з власником SEP.

## Сантиметрова точність GNSS

тепер доступна для бюджетних програм, проста і швидка реалізація

Перевірена ринком високоточна GNSS система:

- 1) NEO-F9P і ZED-F9P – новітні приймачі GNSS HPG
  - ⊗ провідна технологія u-blox: запатентовані алгоритми та чипсети
  - ⊗ вбудована підтримка виправлень PointPerfect
  - ⊗ рівень захисту: 95% впевненості в позиціонуванні
  - ⊗ ZED-F9R: версія з IMU (гіроскоп, акселерометр)
- 2) PointPerfect – система корекції
  - ⊗ надійна, економічна та зручна у використанні
  - ⊗ завантаження через Інтернет або супутник

Сфери застосування:

БПЛА

Тягачи  
аграрної галузі

Автомобільні  
процесори

Високопродуктивні  
трактори

Сельсько-господарські  
роботи

Спеціальні  
програми

COMPETENCE & RELIABILITY

WWW.MICRODIS.NET
Роман Прокопеч – менеджер з продажу
(067) 475-81-66
Roman.Prokopeta@microdis.net

## НАЙКРАЩИЙ У СВОЄМУ КЛАСІ ПАТЕНТНИЙ ЗАХИСТ

Жоден постачальник компонентів стільникового зв'язку не може укласти ліцензійні угоди з усіма власниками SEP. Деякі власники SEP не прагнуть активно укладати ліцензійні угоди, тоді як інші укладають угоди лише з виробниками кінцевого продукту і не ліцензують на рівні модулів. Проте, можна значно знизити ризик судових позовів про порушення патентних прав, уклавши з компанією u-blox угоди щодо провідних власників SEP, які захистять ваші продукти та допоможуть уникнути судових розглядів і судових заборон. В компанії u-blox ми прагнемо зробити саме це.

Купуючи стільникові модулі в u-blox (табл. 1), ви отримуєте найкращий патентний захист серед усіх виробників стільникових модулів. Активно шукаючи ліцензії у власників SEP, компанія u-blox прагне захистити виробників пристроїв, що використовують стільникові модулі u-blox, від судових позовів і судових заборон за патенти на стільникові модулі.

Не потрібно заглядати далеко в минуле, щоб побачити, яку користь це приносить нашим клієнтам. В одному

Таблиця 1. Рішення компанії u-blox, що забезпечують надійну міграцію з технологій 2G і 3G на 4G LTE

	LTE Cat 1		LTE-M		NB-IoT
	LARA-R6	LENA-R8	SARA-R5	SARA-R4	SARA-N3
Розмір, мм	25 × 26	27 × 30	16 × 26	16 × 26	16 × 26
Категорія LTE	Cat 1	Cat 1	M1/NB2	M1/NB2	NB1
3G	•	–	–	–	–
2G	•	•	–	•	–
Рознесене приймання	•	–	Н/В	Н/В	Н/В
Інтегрована GNSS	–	•	•	•	–
VoLTE/CSFB (2G)	•	–	–	–	–
Сертифікація	Відповідність стандартам, нормативна, оператори мобільного зв'язку	Відповідність стандартам, нормативна	Відповідність стандартам, нормативна, оператори мобільного зв'язку	Відповідність стандартам, нормативна, оператори мобільного зв'язку	Відповідність стандартам, нормативна
Клас	Професійний	Стандартний	Професійний	Професійний	Професійний

Примітка. Н/В — не визначено.

з випадків, який досі триває, компанія Philips подала кілька судових позовів у штаті Делавер проти виробників кінцевої продукції за порушення патентів. Оскільки u-blox має ліцензійну угоду з Philips, продукція наших клієнтів, що використовує модуль u-blox, захищена і ніколи не була частиною судового процесу. Крім цього, у нас є один клієнт, на якого тричі подавали до суду три різні власники SEP, і кожного разу наші лі-

цензії на u-blox захищали його, оскільки він використовував модуль u-blox.

**Додаткову інформацію щодо продукції компанії u-blox, 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

## СЕРІЯ МОДУЛІВ LENA-R8 ВІД U-BLOX: ВИСОКОЕФЕКТИВНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ГЛОБАЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

У сучасному світі, де мобільний зв'язок відіграє ключову роль у багатьох галузях, важливо мати надійні та ефективні рішення для підключення. Серія модулів LENA-R8 від u-blox пропонує саме такі рішення, що забезпечують глобальний зв'язок та високу продуктивність. Ця серія містить багаторежимні модулі LTE Cat 1bis, які підтримують глобальні LTE та 2G діапазони, що забезпечує якісний роумінг у будь-якій точці світу.

Основні характеристики модулів LENA-R8:

- Підтримка VoLTE та 2G аудіо, що дозволяє використовувати модулі для голосових дзвінків у мережах LTE та 2G.
  - MQTT Anywhere: готові до використання глобальні рішення для обміну даними через MQTT.
  - Інтегрований або окремий GNSS: можливість вибору між інтегрованим GNSS або окремим модулем для точного позиціонування.
  - Підтримка CellLocate® — технологія визначення місцезнаходження на основі мобільної мережі.
- Модулі LENA-R8 мають та підтримують широкий діапазон LTE та GSM частот.

Технічні характеристики:

- LTE діапазони: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 20, 28, 38, 40, 41, 66;
- GSM діапазони: чотиридіапазонні;
- швидкість передачі даних: до 10 Мбіт/с на прийом та 5 Мбіт/с на передачу;
- інтерфейси: UART, USB, I2C, GPIO;
- температурний діапазон: від -40 до 85 °C;
- компактні розміри (27 × 0 мм).

Серія модулів LENA-R8 від u-blox надає кілька ключових переваг для розробників та користувачів:

- глобальна сумісність — підтримка широкого діапазону частот дозволяє використовувати модулі по всьому світу;
  - висока надійність — модулі розроблені для роботи в екстремальних умовах, що забезпечує їх надійність;
  - гнучкість у використанні — можливість вибору між інтегрованим та окремим GNSS дозволяє адаптувати модулі до конкретних потреб проекту;
  - простота інтеграції — завдяки стандартним інтерфейсам та компактним розмірам, модулі легко інтегруються в наявні системи.
- Модулі LENA-R8 ідеально підходять для широкого спектра застосувань, зокрема:
- транспорт та логістика — відстеження транспортних засобів та вантажів у реальному часі;
  - Інтернет речей (IoT): — підключення різноманітних пристроїв та сенсорів до мережі;
  - промислові застосування — моніторинг та керування виробничими процесами;
  - безпека — використання у системах сигналізації та відеоспостереження.

Серія модулів LENA-R8 пропонує надійні та ефективні рішення для глобального зв'язку, забезпечуючи високу продуктивність та гнучкість у використанні. Завдяки підтримці широкого діапазону частот та інтеграції з різними технологіями, ці модулі є ідеальним вибором для багатьох використань.

www.u-blox.com



# 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)

# WAGO GELBOX: захист з'єднувачів від вологу

**WAGO Gelbox — це компактний бокс, попередньо заповнений безсиліконовим гелем, забезпечує рівень вологозахисту IPX8 для роз'ємів WAGO серій 221 і 2273. Він одразу готовий до використання в широкому діапазоні низької та наднизької напруги.**

Конденсат, сильний дощ, бризки води: коли волога зустрічається з електрикою, може швидко статися коротке замикання. Випробуваний і перевірений метод — ізоляція. Але надійний захист від вологи можна забезпечити ще простіше — за допомогою WAGO Gelbox. Він одразу готовий до використання в широкому діапазоні низької та наднизької напруги.

## ЩО TAKE WAGO GELBOX?

WAGO Gelbox — це невеликий компактний корпус, заповнений безсиліконовим гелем (рис. 1). Він випускається у дев'яти розмірах і забезпечує захист від вологи IPX8 для монтажних клем серії 221 і серії 2273. Цей тип захисту означає, що з'єднувачі повністю захищені від вологи і навіть можуть витримувати постійне занурення у воду.

Відмінною рисою WAGO Gelbox є те, що він захищає електричну інсталяцію саме там, де це важливо — в місцях з'єднання, без необхідності постійної герметизації з'єднувальних коробок. На відміну від гелю на силіконовій основі, безсиліконовий гель в WAGO Gelbox підтримує практично необмежену кількість застосувань. Завдяки своєму компактному дизайну, WAGO Gelbox може з легкістю розміщуватися в розподільчих коробках.

*Переваги WAGO Gelbox:*

- проста, швидка і безпечна експлуатація;
- одразу готові до використання з можливістю модифікації з'єднань;
- не містить силікону;
- відсутність обов'язкового маркування безпеки;
- необмежений термін зберігання;



Рис. 1. Зовнішній вигляд WAGO Gelbox



Рис. 2. Приклад використання WAGO Gelbox у зовнішньому освітленні

Вся система гелевих боксів і з'єднувачів WAGO сертифікована за стандартами VDE та IPX8.

## ДЕ МОЖНА ВИКОРИСТОВУВАТИ WAGO GELBOX?

Гелеві бокси WAGO мають дуже широкий спектр застосування — як у низьковольтних, так і в дуже низьковольтних захисних колах (рис. 2). Однак спосіб їх використання в різних діапазонах напруги дещо відрізняється. У низьковольтних системах (наприклад, 230 В) WAGO Gelbox повинні використовуватися в додаткових монтажних коробках. Це пов'язано з необхідністю забезпечити подвійну ізоляцію кабелю для захисту від ураження електричним струмом. WAGO Gelbox забезпечує захист від вологи лише на рівні окремих жил проводів. У застосуваннях SELV (*Safety Extra Low Voltage*) з'єднувачі WAGO Gelbox не вимагають додаткової коробки.

*Приклади застосування WAGO Gelbox:*

- устаткування для ванних кімнат (DIN VDE 0100-701);
- мийні установки/зрошувальні системи;
- сільське господарство та садівництво (DIN VDE 0100-0705);
- плавальні басейни (DIN VDE 0100-702);
- освітлення автостоянок;
- зарядні станції та системи освітлення в портах.

## ЯК КОРИСТУВАТИСЯ WAGO GELBOX?

Користуватися WAGO Gelbox дуже просто: відкрийте кришку, вкладіть дроти для з'єднання, закрийте кришку. Більш детально: помістіть дроти для з'єднання у відкритий гелевий-бокс і закрийте його, легко натиснувши на кришку. Таким чином, гель повністю заповнить з'єднання (рис. 3).

Корпус WAGO Gelbox має невеликі розміри, тому він легко поміститься в будь-яку монтажну коробку. Завдяки різним варіантам корпусу в одному гелевому боксі можна розмістити





Рис. 3. Монтаж WAGO Gelbox

ти кілька з'єднувачів — це забезпечує економію простору у розподільчій коробці. Якщо схему потрібно розширити, бокс можна знову відкрити і безпечно виконати повторне з'єднання. Це справжня перевага порівняно з використанням стандартної ізоляції електроніки. Дроти, що були використано раніше, можуть бути повторно використані в новому з'єднанні. Однак для цього потрібні нові клеми та гелеві бокси — лише таким чином WAGO може гарантувати високий ступінь захисту.

### ЧОМУ ВАРТО ВИКОРИСТОВУВАТИ WAGO GELBOX?

WAGO Gelbox пропонує абсолютно нові можливості для захисту електричних з'єднань від вологи (рис. 4). Це пояснюється тим, що його можна легко розмістити в будь-якій монтажній коробці, незалежно від того, встановлена вона на стіні чи під стелею. По-перше, ви не витрачаєте час на змішування компонентів герметика. По-друге, вам не потрібно чекати, поки герметик остаточно затвердіє або висохне. Це дає ще одну економію часу. Крім того, гель не потребує спеціального маркування щодо його безпеки, оскільки хімічні речовини в ньому вже прореагували і є неактивними, й тому WAGO Gelbox одразу готовий до використання. Він попередньо заповнений гелем і відразу герметизує



Рис. 4. Використання WAGO Gelbox в монтажних коробках разом зі з'єднувачами. Тільки така комбінація забезпечує подвійну ізоляцію кабелю для захисту від ураження електричним струмом

з'єднання. Це означає, що електричні системи можна вводити в експлуатацію відразу після монтажу — просто, швидко і безпечно.

### CELLPACK — ЯКІСНИЙ ГЕЛЬ БЕЗ СИЛІКОНУ ТА НЕОБХІДНОСТІ МАРКУВАННЯ

Що стосується гелю, WAGO покладається на перевірену якість марки Cellpack. Цей відомий виробник компаундів брав участь як партнер у розробці WAGO Gelbox. Гель Cellpack у багатьох відношеннях перевершує гелі, що застосовуються при традиційній герметизації. Перш за все, він не містить силікону. Це означає, що його можна використовувати у всіх галузях промисловості, навіть там, де застосовуються фарби, лаки та інші продукти, що легко вступають в реакцію, наприклад, в автомобільній промисловості. Крім того, безсиліконовий гель вже хімічно неактивний, тому він не потребує жодного маркування щодо його небезпеки, і має необмежений термін придатності. Цього не можна сказати про всі інгредієнти, що використовуються у виробництві ізоляційних компаундів. Крім того, безсиліконовий гель дозволяє знову отримати доступ до з'єднаних проводів — одним словом, є можливість повторного використання.

### ЧИ Є WAGO GELBOX БЕЗПЕЧНИМ?

Щоб забезпечити комплексну безпеку, розробники WAGO Gelbox розглядали корпус, клеми та гель як єдине ціле. WAGO Gelbox відповідає тим же суворим вимогам стандарту EN 60998, що і клеми WAGO. Високий ступінь безпеки продукту підтверджено незалежною установою у звіті про випробування VDE.

### РИЗИК КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ: ЗВІДКИ БЕРЕТЬСЯ ВОЛОГА?

Як може з'явитися волога в монтажній коробці? Конденсат може утворюватися через різкі перепади температури. Це часто відбувається навесні та восени. Тоді тепле повітря всередині коробки контактує з її холодною стінкою та швидко охолоджується. Результат: вода конденсується на внутрішніх стінках. На жаль, цей фізичний ефект ще більше посилюється втратами електроенергії.

Як наслідок, повітря нагрівається, що збільшує різницю температур всередині та зовні монтажної коробки.

Така різниця температур також призводить до різниці тиску. Як наслідок, свіже повітря ззовні потрапляє в монтажну коробку, а разом з ним і волога. Як наслідок, всередину проникає досить багато води.

Не забувайте про сильний дощ або випадково спрямований сильний потік води — це також може призвести до зволоження монтажної коробки. Волога в монтажних коробках може призвести до ерозії ізоляційних матеріалів, в результаті чого струми витокують можуть спричинити коротке замикання в електрообладнанні. Найчастіше це виявляється лише тоді, коли спрацьовують захисні пристрої установки, наприклад, коли перегорають запобіжники.

### ЯКІ КЛЕМИ WAGO МОЖНА ВИКОРИСТОВУВАТИ РАЗОМ З WAGO GELBOX?

Чи підійде WAGO Gelbox для з'єднувачів WAGO? Захисні гелеві бокси WAGO Gelbox протестовані і схвалені для використання з наступними клемами WAGO: серія 2273 (PUSH WIRE®), серія 221 для всіх типів провідників і наскрізні (лінійні) клеми серії 221 з важелем для провідників перерізом до 6 мм<sup>2</sup>. Кожен WAGO Gelbox має схему підключення, яка визначає його фіксоване призначення в залежності від того, які з'єднувачі будуть використовуватися.

### ПІДБІР ВІДПОВІДНОГО WAGO GELBOX ДО ВАШИХ ПОТРЕБ

Який гелевий бокс підходить для вашого з'єднувача WAGO? Ви швидко знайдете відповідь за допомогою *інструменту пошуку продукції Gelbox*. Просто виберіть тип клем, що будуть застосовуватись, і система пошуку продуктів перенаправить вас до відповідного типу WAGO Gelbox.

**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** **CH**



# Проста інтеграція ODU AMC® серії T завдяки новим розеткам

**Інноваційне рішення для з'єднання, що характеризується замковим механізмом 3-в-1 і чудовими характеристиками у складних умовах експлуатації, ODU AMC® серії T вже кілька років приваблює користувачів у військовій та цивільній сферах застосування. Цього літа компанія ODU розширила свою популярну лінійку продуктів міцним, надійним і універсальним рішенням для з'єднання, спеціально розробленим для задоволення високих вимог військової, охоронної та комерційної авіаційної галузей.**

Нові роз'єми ODU AMC® серії T мають прямокутний фланець, який відповідає розмірам вирізу відповідно до MIL-DTL 38999 (рис. 1). Квадратне рішення наразі доступне для розмірів 09 і 12, кожен з яких має сім різних вставок. Це забезпечує гнучке регулювання, яке може бути повністю адаптоване до конкретних вимог застосування.

Для максимальної гнучкості компанія ODU пропонує рішення з квадратним фланцем у стандартному або зворотному виконанні з трьома варіантами з'єднання: задній кожух, обтискна втулка/бандаж або друкована плата. Монтаж можливий як спереду, так і ззаду за допомогою чотирьох гвинтів M3 та ущільнювача MIL-C-38999.

Пристрої зв'язку часто встановлюють на військову техніку або модернізують у польових умовах, при цьому свердління отворів для прокладання кабелю і монтаж пристрою здійснюється на місці за необхідності. Кріплення з квадратним фланцем спрощує цей тип монтажу, оскільки отвори та від-

стані можна стандартизувати. Компанія ODU також максимально спростила інтеграцію нового рішення з квадратним фланцем в існуючі системи. Монтажні розміри розеток з квадратним фланцем ODU AMC® серії T відповідають стандарту MIL-DTL-38999, що дозволяє безперешкодно вставляти розетки у вже наявні вирізи. Переваги цієї лінійки продуктів можна легко інтегрувати в існуючі системи, просто замінивши існуючий інтерфейс на систему роз'ємів ODU AMC® серії T.

Зокрема, простий монтаж в польових умовах і система блокування 3-в-1 (гвинтовий замок, push-pull, відрив) ODU AMC® серії T пропонують значну додаткову перевагу для надійної роботи в складних умовах у порівнянні зі звичайними системами з'єднувачів.

Як і всі інші продукти ODU AMC® серії T, рішення з квадратним фланцем призначені для інтеграції в широкий спектр військових і цивільних застосувань. Від військових наземних і повітряних транспортних засобів до радіоло-

каційних систем або інверторів, рішення для підключення від ODU гарантують надійну роботу в найскладніших умовах. Надзвичайна сумісність системи робить ODU AMC® серії T придатним, наприклад, як інтерфейс для систем зв'язку, які чергуються між стаціонарним і мобільним використанням.

З'єднувальні рішення ODU AMC® серії T ідеально підходять для таких застосувань, як:

- військові та цивільні наземні та повітряні транспортні засоби та вбудовані системи;
- військові застосування, які використовують системи з'єднання відповідно до MIL-DTL-38999;
- вставка в системи військової електроніки;
- стаціонарні та мобільні модулі, такі як радари, інвертори, відеокодери, кабельні барабани, авіатransпортні стійки (air transport racks, ATRs), блоки розподілу живлення (power distribution units, PDUs).

Розетки з квадратним фланцем ODU AMC® серії T вже доступні для замовлення. Система пошуку компанії ODU надає всю технічну інформацію про продукцію в режимі онлайн, а також можливість замовлення зразків. Завдяки високому рівню вертикальної інтеграції та відмінній співпраці з онлайн-дистриб'юторами, ODU забезпечує пряму та опосередковану доступність та оптимізує ланцюжок постачання для клієнтів. Всі компоненти відповідають вимогам RoHS і підтримують глобальну ініціативу зі сталого виробництва електроніки.

З рішенням із квадратним фланцем для ODU AMC® серії T компанія ODU розширює свій асортимент продукції. Якість, надійність та багаторічний досвід були втілені в цьому продукті.

Для отримання додаткової інформації про розетки з квадратним фланцем ODU AMC® серії T і про те, як інноваційні рішення можуть задовольнити ваші потреби, відвідайте, будь ласка, сайт [www.odu-connectors.com](http://www.odu-connectors.com) або зв'яжіться з вашою контактною особою в компанії ODU.



Рис. 1. Нові роз'єми ODU AMC® серії T



# EUROCOM COMPONENTS

Офіційний представник  
в Україні



**ВАШ ПРОФЕСІЙНИЙ ПАРТНЕР**

+38 (044) 334 45 75

[info@eurocom-c.com](mailto:info@eurocom-c.com)

[www.eurocom-c.com](http://www.eurocom-c.com)



# Огляд силових промислових запобіжників компанії Littelfuse

**Заснована 1927 року в Чикаго як дослідницька лабораторія, компанія Littelfuse сьогодні є світовим лідером з розроблення та виробництва елементів захисту електричних кіл і керування живленням. Бурхливий технологічний розвиток цих сфер у середині XX століття дав змогу Littelfuse регулярно нарощувати інженерні ресурси та розширювати сфери застосування виробів, що випускаються.**

**За роки існування Littelfuse перетворилася на глобального виробника і постачальника компонентів захисту для промислових, комерційних і побутових застосувань у сфері енергетики та електроніки. Лінійка продукції, що випускається компанією, охоплює запобіжники всіляких типів та їхні тримачі, супресори та діодні збірки, що захищають обладнання від перенапруг, спеціалізовані рішення для грозозахисту, електромеханічні датчики для автомобільної промисловості, захисні пристрої для корабельного та платформного обладнання, компоненти для важких умов експлуатації транспорту та багато іншого.**

**У статті, що пропонується увазі читачів, наводиться огляд силових промислових запобіжників Littelfuse для різних застосувань [1].**

Усі електричні системи зрештою знають надструмі і перенапруг, тобто таких електричних струмів і напруг, які перевищують номінальні допустимі значення. Якщо не вживати спеціальних заходів, це призведе до швидкого перегріву компонентів системи, пошкодження ізоляції проводів і самого обладнання. Сильні надструми можуть приносити багато лиха: розплавляти провідники, випаровувати ізоляцію, створювати магнітні поля, здатні згинати та скручувати тверді шини, висмикувати кабелі з клем, розколювати ізолятори тощо.

Неконтрольовані надструми спричиняють пожежі, вибухи, появу отруйної пари, що не тільки пошкоджує електричні системи та обладнання, а й призводить до травм і загибелі персоналу, який перебуває поблизу.

Для запобігання цим небезпекам у Національному електротехнічному кодексі (*National Electrical Code, NEC*), правилах Федерального агентства з охорони праці та здоров'я (*Occupational Safety and Health Administration, OSHA*) та інших стандартах з проектування й установлення устаткування є вимоги щодо захисту від перевантаження, що запобігають пошкодженню обладнання.

Уся вироблена Littelfuse продукція відповідає стандартам Американського національного інституту стандартів (*American National Standards Institute, ANSI*), Національної асоціації виробників електроустаткування (*National Electrical Manufacturers Association, NEMA*) і Національної асоціації протипожежного захисту (*National Fire Protection Association, NFPA*), які працюють спільно з визнаними національними випробувальними лабораторіями (*Nationally Recognized Testing Laboratory, NRTL*), такими як лабораторії зі стандартизації та сертифікації в галузі техніки безпеки (*Underwriters Laboratories, UL, CULIA*) і Канадської асоціації стандартів (*Canadian Standardization Association, CSA*).

## ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ ЗАПОБІЖНИКІВ

Оскільки максимальний струмовий захист має вирішальне значення для надійної роботи та безпеки електричної системи, під час вибору запобіжників необхідно керуватися такими параметрами:

- номінальний струм;
- номінальна напруга;
- вимикальна здатність;
- тип захисту;
- рівень обмеження струму;
- фізичні розміри;
- наявність індикації обриву.

*Номінальний струм запобіжника* — це значення змінного або постійного струму (зазвичай виражене в амперах), яке запобіжник може витримувати безперервно за певних умов. Запобіжники, обрані для захисту, повинні мати номінальні значення сили струму, що відповідають вимогам статей 240 і 430 NEC. Під час вибору запобіжника зазвичай рекомендується вибирати номінальний струм, максимально наближений до нормального робочого струму системи.

За змінного струму він виражається діючим значенням періодичної складової струму синусоїдальної форми номінальної частоти, за постійного струму (за наявності пульсації) — середнім значенням.

*Номінальна напруга запобіжника* — це максимальна напруга змінного або постійного струму, на яку розрахована робота запобіжника, тобто за якої забезпечується його надійне вимкнення в колі.

Запобіжники можуть бути розраховані тільки на змінний струм, тільки постійний струм або як на змінний, так і на постійний струм. Однак перевищення номінальної напруги або використання запобіжника тільки змінного струму в колі постійного струму може призвести до його незапланованого руйнування. Запобіжники на напругу 600 В, наприклад, застосовуються за будь-якої напруги, меншої або такої, що дорівнює їхньому номіналу.

*Вимикальна здатність запобіжника* — це максимальне середньоквадратичне значення симетричного показника змінного струму (далі під час опису приладів це мається на увазі, але щоразу не зазначається), за якого запобіжник повинен безпечно і без пошкоджень спрацювати за номінальної напруги в стандартних умовах випробувань. Для запобіжників стандартів



UL і CSA вимикальна здатність може становити 10, 50, 100, 200 і 300 кА. Важливо обирати їх із номінальною вимикальною здатністю, що дорівнює або перевищує струм пошкодження.

*Тип захисту запобіжника* — показує, наскільки швидко запобіжник реагує на надструм, що протікає через нього, і визначає його часоструміві характеристики. Усі запобіжники мають обернено залежні характеристики, тобто час їхнього розмикання зменшується зі збільшенням величини перевантаження за струмом. За належного номінального значення відповідно до вимог кодексу NEC запобіжники забезпечують захист від короткого замикання та від перевантаження, однак у деяких випадках, наприклад, коли використовуються для захисту в паралельному колі двигуна та замикання на загальний дріт, вони забезпечують лише захист від короткого замикання.

Реакція запобіжника на *коротке замикання* — це час його розмикання за струмів вищого значення. Для силових запобіжників такі струми зазвичай перевищують 500–600% від номінального струму. Як було сказано раніше, всі запобіжники мають зворотнозалежні часові характеристики: що вищий струм, то швидший час розмикання. Оскільки короткі замикання слід усувати швидко, цей час особливо важливий для захисту від них.

Хоча запобіжники повинні вимикати перевантажені дроти та обладнання перш, ніж останні значно перегріються, вони не повинні реагувати на безпечні короткочасні *перевантаження*. Щоб забезпечити достатній захист системи від перевантаження, стандарт встановлює максимальний час спрацювання запобіжника, що відповідає рівням 135 і 200% від номінального струму запобіжника. Усі запобіжники, призначені для застосування згідно з вимогами NEC, мають відповідати цим обмеженням, чи то швидкодіючі запобіжники, чи то запобіжники з тимчасовою затримкою. Вибір відповідного запобіжника для конкретного застосування зазвичай передбачає і рішення про використання того чи іншого з них.

Окремо треба сказати про *швидкодіючі (такі, що нормально відкриваються) запобіжники*, чия типова часова затримка спрацювання становить приблизно 0.05–2 с за струму, що дорівнює 500% від номінального значення. Швидкодіючі запобіжники підходять для неіндуктивних навантажень, таких як лампи розжарювання, фідери загально-

го призначення тощо. При захисті ж двигунів та інших індуктивних навантажень швидкодіючі запобіжники якщо і застосовують, то мають бути розраховані на струми навантаження, що дорівнюють 200–300% від номінального значення, щоб запобігти хибним розмиканням під час пускових струмів. Запобіжники зі збільшеними номіналами струму не забезпечують адекватного захисту від перевантажень, а лише захист від короткого замикання. Усі швидкодіючі запобіжники мають швидку реакцію на коротке замикання в межах їхньої здатності до відключення.

*Рівень обмеження струму.* Стаття 240.2 кодексу NEC свідчить, що струмообмежувальний пристрій захисту від перевантаження має зменшувати піковий наскрізний струм до значення, істотно меншого, ніж потенційний піковий струм, що мав би місце, якби запобіжник не використовували в колі або його замінили на тверді провідники з таким самим імпедансом. Загальна руйнівна теплова енергія, що передається в коло та його компоненти, значно знижується завдяки використанню струмообмежувальних запобіжників. Важливо зазначити, що майже всі типи запобіжників, що застосовуються в сучасних електричних системах і різних сферах застосування, за винятком, мабуть, деяких надмалих запобіжників, вважаються такими, що обмежують струм.

*Фізичні розміри.* Фізичні (габаритні) розміри запобіжника, який передбачається до використання в конкретному застосуванні, — ще одна важлива характеристика, яку необхідно враховувати під час його вибору. Майже скрізь зараз спостерігається тенденція до зменшення габаритів, і електрообладнання має бути важливим чинником під час вибору правильних запобіжників, не слід випускати з уваги й інші питання, наприклад, такі:

- чи має запобіжник найменшого розміру найбільш прийнятні електричні характеристики;
- чи забезпечує обладнання, в якому буде встановлено запобіжник, достатньо місця для обслуговування;
- чи підходять запобіжники малого розміру до іншого захисту системи від надструмів?

Необхідно, наприклад, пам'ятати, що запобіжники меншого розміру можуть іноді мати меншу тимчасову затримку або більше неприємних сюрпризів, ніж їхні більші аналоги, тому завжди важливо враховувати всі фактори.

*Індикація обриву.* Багато з використовуваних класів запобіжників доступні як у версії без індикації його перегорання, так і у версії з нею. Індикація перегорілого запобіжника дає змогу швидко визначити його візуально, що знижує час обслуговування та усунення несправностей і тим самим скорочує час простою системи.

## КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАПОБІЖНИКІВ, ЩО ЗАХИЩАЮТЬ ВІД НАДСТРУМУ І КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

Більшість запобіжників Littelfuse класифікуються за класами, а всередині них — за серіями. Розглянемо можливості та параметри запобіжників різних класів зі струмовим і не струмовим обмеженням.

### Запобіжники зі струмовим обмеженням

*Запобіжники класу I* відповідають вимогам стандартів UL 248-10, UL 248-14 і CSA C22.2 № 106 (класифікований як HRCI-L).

До цього класу входять серії KLPC, KLLU, LDC, які не взаємозамінні із запобіжниками інших класів. Запобіжники перших двох серій знаходять широке застосування в колах захисту електрощитів, фідерів, силових і автоматичних вимикачів, схем керування двигунами тощо.

*Запобіжники серії KLPC* [2] (рис. 1) використовують у своїй конструкції срібні ланки, посріблені мідні кінцеві розтруби, армовані склом меламінові корпуси, кільцеві ущільнення між корпусом і кінцевими розтрубами, а також гранульовані кварцові наповнювачі.

Номінальний струм запобіжників цієї серії перебуває в діапазоні 200–6 000 А,



Рис. 1. Запобіжники серії KLPC

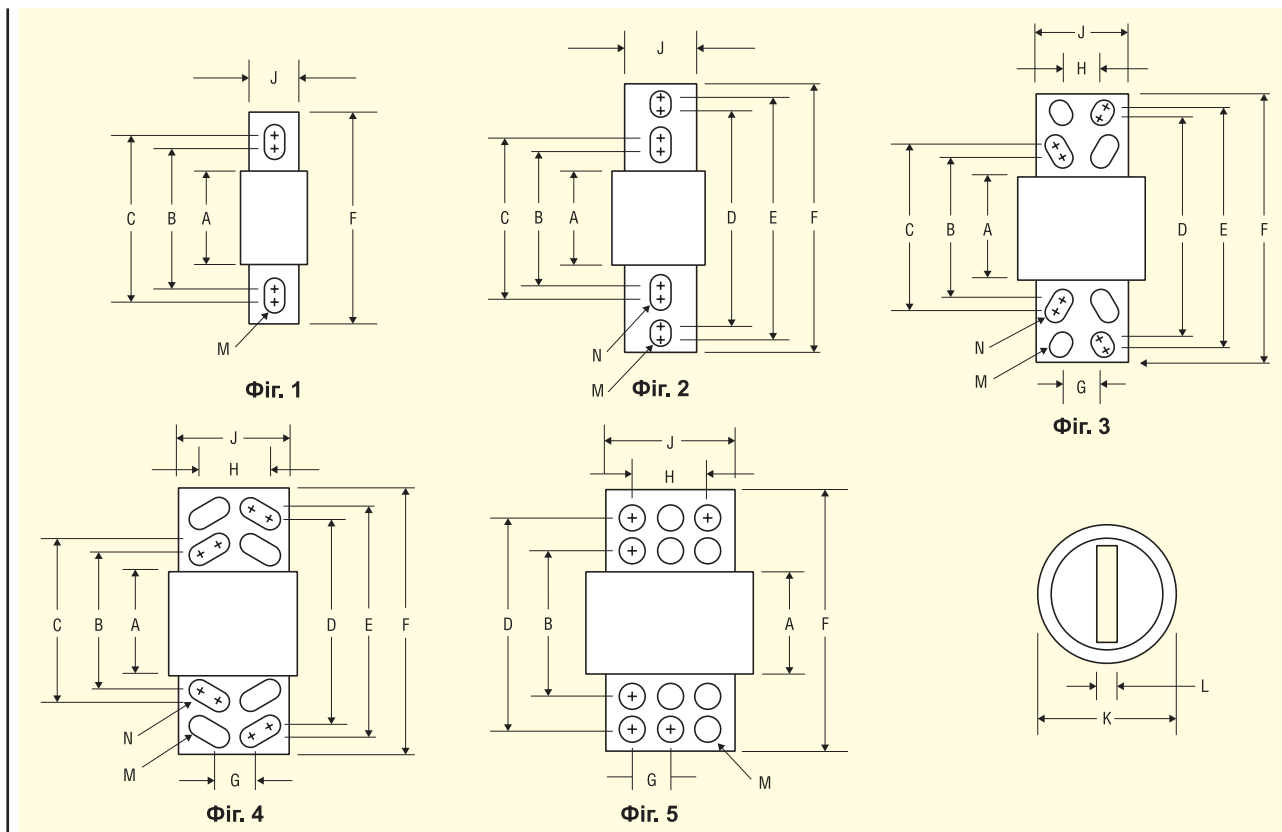


Рис. 2. Корпуси, у яких виготовляють запобіжники серії KLPC

Таблиця 1. Габаритні розміри запобіжників серії KLPC

Струм, А	Фіг. № на рис. 2	Розмір, дюйм (мм)												
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
200–800	1				—	—	$8\frac{5}{8}$ (219.1)			2 (50.8)	$2\frac{1}{2}$ (63.5)	$\frac{3}{8}$ (9.5)	$\frac{5}{8} \times \frac{11}{8}$ (15.9) × (28.6)	—
900–1200	2	$3\frac{3}{4}$ (95.3)		$6\frac{3}{4}$ (171.5)	$9\frac{1}{4}$ (235.0)	$9\frac{1}{4}$ (241.3)	$10\frac{3}{4}$ (273.1)			$2\frac{3}{8}$ (60.3)	3 (76.2)	$\frac{7}{16}$ (11.1)	$\frac{5}{8} \times \frac{3}{4}$ (15.9) × (19.1)	$\frac{5}{8} \times \frac{11}{8}$ (15.9) × (28.6)
1 300–1 600										$2\frac{3}{4}$ (69.9)	$3\frac{1}{2}$ (88.9)	$\frac{1}{2}$ (12.7)		
1 800–2 000	3	$5\frac{3}{4}$ (146.1)		$9\frac{1}{4}$ (235.0)	$9\frac{1}{4}$ (241.3)	$10\frac{3}{4}$ (273.1)			$1\frac{3}{4}$ (44.5)	$3\frac{1}{2}$ (88.9)	5 (127.0)	$\frac{3}{4}$ (19.1)	$\frac{5}{8} \times \frac{3}{4}$ (15.9) × (19.1)	$\frac{5}{8} \times \frac{11}{8}$ (15.9) × (28.6)
2 100–2 500									4 (101.6)	$4\frac{3}{4}$ (120.7)	$5\frac{3}{4}$ (146.1)			
2 501–3 000	4	$5\frac{3}{4}$ (146.1)		$9\frac{1}{4}$ (235.0)	$9\frac{1}{4}$ (241.3)	$10\frac{3}{4}$ (273.1)			$1\frac{5}{8}$ (41.3)	$3\frac{1}{4}$ (82.6)	5 (127.0)	$\frac{3}{4}$ (19.1)	$\frac{5}{8} \times \frac{13}{8}$ (15.9) × (34.9)	$\frac{5}{8} \times \frac{13}{8}$ (15.9) × (34.9)
3 500–4 000														
4 500–5 000	5	$5\frac{3}{4}$ (146.1)		$9\frac{1}{4}$ (235.0)	$9\frac{1}{4}$ (241.3)	$10\frac{3}{4}$ (273.1)			$3\frac{1}{4}$ (82.6)	$5\frac{1}{4}$ (133.4)	$7\frac{1}{8}$ (181.0)	1 (25.4)	$\frac{5}{8}$ DIA. (15.9)	—
6 000														

причому при замовленні вказується його фактичне значення із запропонованого ряду: 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 601, 650, 700, 750, 800, 900, 1 000, 1 100, 1 200, 1 300, 1 350, 1 400, 1 500, 1 600, 1 800, 1 900, 2 000, 2 100, 2 200, 2 300, 2 400, 2 500, 3 000, 3 500, 4 000, 4 500, 5 000 і 6 000 А.

Номінальна напруга змінного струму 600 В, постійного струму 480 В.

Вимикальна здатність для змінного струму становить 200 кА, для постійного струму — 20 кА.

Корпуси, у яких виготовляють запобіжники серії KLPC, показано на рисунку 2, а їхні габаритні розміри у таблиці 1.

Запобіжники серії KLLU [3] (рис. 3) є більш економічною альтернативою запобіжникам серії KLPC з трохи вищим піковим струмом, що пропускається.

Номінальний струм запобіжників цієї серії перебуває в діапазоні 601–4 000 А, водночас під час замовлення вказується його фактичне значення із запропонованого ряду: 601, 650,

700, 750, 800, 900, 1 000, 1 200, 1 350, 1 400, 1 500, 1 600, 1 800, 2 000, 2 500, 3 000, 3 500 і 4 000 А.

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

Здатність до вимкнення така сама, що й для запобіжників серії KLPC: 200 кА для змінного струму, 20 кА для постійного струму.

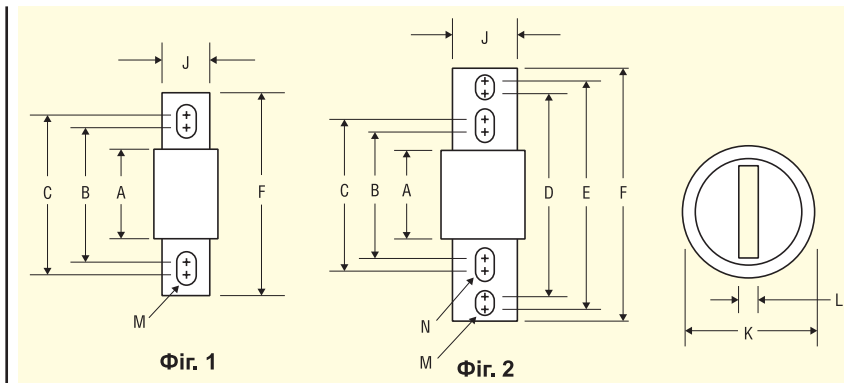
Запобіжники серії KLLU виготовляють у корпусах тих самих габаритів, що й запобіжники серії KLPC (рис. 2, табл. 1).



Рис. 3. Запобіжник серії KLLU



Рис. 4. Запобіжник LDC



Фіг. 1

Фіг. 2

Рис. 5. Корпуси, у яких виготовляють запобіжники серії LDC

Таблиця 2. Габаритні розміри запобіжників серії LDC															
Струм, А	Фіг. № на рис. 5	Розмір, дюйм (мм)													
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	
150–800	1				—	—	8 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> (219.1)				2 (50.8)	2 1/2 (63.5)	3/8 (9.5)	5/8 × 11/8 (15.9 × 28.6)	—
900–1200	2	3 3/4 (95.3)	5 3/4 (146.1)	6 3/4 (171.5)											
1300–1600					9 1/4 (235.0)	9 1/2 (241.3)	10 3/4 (273.1)				2 3/8 (60.3)	3 (76.2)	7/16 (11.1)	5/8 × 3/4 (15.9 × 19.1)	5/8 × 11/8 (15.9 × 28.6)
1800–2000											2 3/4 (69.9)	3 1/2 (88.9)	1/2 (12.7)		

Запобіжники серії LDC [4] (рис. 4) характеризуються високою здатністю вимикання та розраховані на високу напругу постійного струму, що дає змогу досить ефективно використовувати їх для проектів із таким струмом.

Запобіжники серії LDC призначені для захисту в розподільних і регульованих приводах постійного струму, в інверторах сонячних батарей, у системах громадського транспорту та іншому обладнанні.

Такі запобіжники можуть мати тимчасову затримку, причому для запобіжників серій KLPC і KLLU вона становить 10 с за струму, що дорівнює 500% від номінального значення, а серії LDC — 4 с за такого самого значення струму.

Номінальний струм запобіжників цієї серії перебуває в діапазоні 150–2000 А, під час замовлення вказується його фактичне значення із запропонованого ряду: 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 601, 650, 700, 750, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1201, 1300, 1350, 1400, 1500, 1600, 1601, 1800, 1900 і 2000 А.

Номінальна напруга 600 В, як для змінного, так і для постійного струму.

Вимикальна здатність: 200 кА для змінного струму, 50 кА для постійного струму.

Корпуси, в яких виготовляють запобіжники серії LDC, показано на рисунку 5, а їхні габаритні розміри — у таблиці 2.

Запобіжники класу R відповідають вимогам стандартів UL 248-12 і CSA C22.2 № 106 (класифікований як HRC1-R).

У цьому класі є класи RK1 і RK5. Перший із них містить серії швидкодіючих запобіжників KLNR, KLSR і серії запобіжників із тимчасовою затримкою LLNRK, LLSRK, LLSRK\_ID, а другий — серії FLNR, FLNR\_ID, FLSR, FLSR\_ID і IDSR. Запобіжники з тимчасовою затримкою підтримують струм, що дорівнює 500% від номінального значення, протягом щонайменше 10 с.

Запобіжники класу RK1 характеризуються високим ступенем обмеження струму та економічністю. До цього класу відносяться швидкодіючі запобіжники серій KLNR, KLSR та запобіжники з часовою затримкою LLNRK, LLSRK, LLSRK\_ID. Вони забезпечують захист кіл без пошкоджень в умовах короткого замикання і призначені для пускачів двигунів і компонентів їхнього керування, схем освітлення, нагрівачів і безіндукційних навантажень.

Швидкодіючі запобіжники серій KLNR, KLSR [5, 6] показано на рисунку 6.

Номінальний струм запобіжників цих серій перебуває в діапазоні 1–600 А, причому при замовленні вказується його фактичне значення із запропонованого ряду: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500 і 600 А.

Номінальна напруга змінного струму: 250 В (KLNR) і 600 В (KLSR); постійного струму: 125 В (KLNR) і 250 В (KLSR з номі-

нальними струмами 1–30 А) і 300 В (KLSR з номінальними струмами 35–600 А).

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

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

Корпуси, у яких виготовляють запобіжники серій KLNR і KLSR, показано на рисунку 7, а їхні габаритні розміри — у таблиці 3.

Запобіжники з часовою затримкою LLNRK, LLSRK, LLSRK\_ID [7, 8] показано на рисунку 8.

Номінальний струм для цієї серії перебуває в діапазоні 0.1–600 А, під час замовлення вказується його фактичне значення із запропонованого ряду: 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 1, 1.2, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500 і 600 А.



Рис. 6. Швидкодіючі запобіжники серій KLNR і KLSR



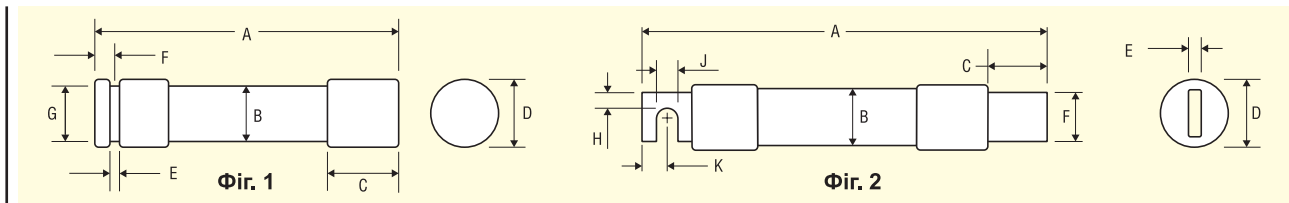


Рис. 7. Корпуси, у яких виготовляють запобіжники серій KLNР і KLSR

Таблиця 3. Габаритні розміри запобіжників серій KLNР і KLSR

Струм, А	Фіг. № на рис. 7	Серія	Розмір, дюйм (мм)									
			A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
0.1–30	1	KLNР	2 (50.8)	1/2 (12.7)	1/2 (12.7)	9/16 (14.3)	5/54 (2.0)	5/32 (4.0)	3/8 (9.5)	–	–	–
		KLSR	5 (127.0)	3/4 (19.1)	5/8 (15.9)	13/16 (20.6)	3/32 (2.4)	3/16 (4.8)	5/8 (15.9)	–	–	–
35–60	1	3 (76.2)	1 (25.4)							1 1/16 (27.0)	1/4 (6.4)	7/8 (22.2)
70–100	2	KLNР	5 7/8 (149.2)	1 1/4 (31.8)	1 1/16 (27.0)	1 1/16 (27.0)	3/16 (4.8)	3/4 (19.1)	–	1/4 (6.4)	9/32 (7.1)	1/2 (12.7)
		KLSR	7 7/8 (200.0)						1 5/16 (33.3)			
110–200	2	KLNР	7 1/8 (181.0)	1 1/2 (38.1)	1 15/32 (37.3)	1 19/32 (40.5)	3/16 (4.8)	1 1/8 (28.6)	–	7/16 (11.1)	9/32 (7.1)	1 1/16 (17.5)
		KLSR	9 5/9 (244.5)	1 3/4 (44.5)	1 27/32 (46.8)	2 3/32 (53.2)			–			
225–400	2	KLNР	8 5/8 (219.1)	2 (50.8)	1 15/16 (49.2)	2 3/32 (53.2)	1/4 (6.4)	1 5/8 (41.3)	–	5/8 (15.9)	13/32 (10.3)	1 5/16 (23.8)
		KLSR	11 5/8 (295.3)	2 1/2 (63.5)	2 (50.8)	2 19/32 (65.9)			–			
450–600	2	KLNР	10 3/8 (263.5)	2 1/2 (63.5)	2 3/8 (60.3)	2 19/32 (65.9)	1/4 (6.4)	2 (50.8)	–	3/4 (19.1)	17/32 (13.5)	1 1/8 (28.6)
		KLSR	13 3/8 (339.7)						3 (76.2)			



Рис. 8. Запобіжники з тимчасовою затримкою серій LLNRK, LLSRK і LLSRK\_ID

не значення з великого асортименту в ряду, що пропонується.

Номінальна напруга змінного струму: 250 В (LLNRK) і 600 В (LLSRK і LLSRK\_ID);

постійного струму: 125 В (LLNRK) і 300 В (LLSRK і LLSRK\_ID).

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

Для встановлення цих запобіжників рекомендовані тримачі серій LFR60 і LFR25.

Запобіжники серії LLSRK\_ID забезпечують, крім того, візуальну індикацію перегорання. Вони мають двоелементну конструкцію (рис. 9), що витримує періодичні перепади напруги протягом номінального часу затримки без хибного відкриття, що унеможливило постійні обриви, спричинені перепадами напруги або особливостями обладнання.

Запобіжники серій LLNRK, LLSRK і LLSRK\_ID виготовляють у тих самих корпусах, що й запобіжники серій KLNР і KLSR (рис. 7), габаритні розміри серії LLNRK збігаються з габаритами серії KLNР,

а габаритні розміри серій LLSRK і LLSRK\_ID — з габаритами серії KLSR (табл. 3).

**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/klu
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
21. www.littelfuse.com/nln

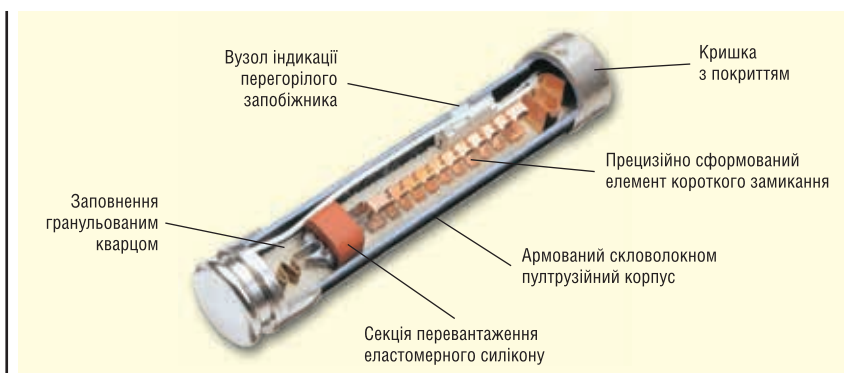


Рис. 9. Конструкція запобіжника LLSRK\_ID

# 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

# Драйвери затвора силових ключів сімейства CoolGaN GIT HEMT від компанії Infineon Technologies

Євген Силантьєв

**У статті розглядаються особливості керування силовими ключами GaN FET, формулюються вимоги до драйверів затворів цих ключів, наведені основні параметри деяких драйверів затвора та практичні приклади їхнього використання.**

комутаційні втрати. Поперечний переріз силового ключа сімейства CoolGaN GIT показано на рисунку 1. Шар  $p$ -GaN стоку дає змогу уникнути ефекту колапсу струму, який проявляється після впливу високої запірної напруги.

## ВСТУП

Про напівпровідникові прилади з широкою забороненою зоною на основі карбиду кремнію (SiC) і нітриду галію (GaN) написано безліч статей. У більшості з них викладаються переваги силових SiC FET і GaN FET, і наводяться приклади практичного застосування. Набагато менше уваги приділяється драйверам затвора цих ключів, хоча вони відіграють ключову роль у коректній роботі силових каскадів, що базуються на ключах SiC FET і GaN FET.

У цій статті ми розповімо про драйвери затвора GaN FET сімейства CoolGaN GIT HEMT від компанії Infineon Technologies, щоб частково заповнити нестачу відомостей про ці компоненти. Перед тим як перейти безпосередньо до драйверів, нагадаємо про основну відмінність GaN FET від SiC FET і традиційних Si FET.

GaN FET являє собою гетероперехідний транзистор з високою рухливі-

стю електронів (HEMT). Провідний канал у цьому ключі формується на межі розділу AlGaIn/GaN за допомогою двовимірного електронного газу (2DEG) з високою електропровідністю. Оскільки GaN FET не містять фізичних  $p$ - $n$ -переходів, у них немає заряду зворотного відновлення  $Q_{rr}$  внутрішніх діодів, і GaN FET можна використовувати не тільки як ключі, а і як діоди, прикладаючи до них зворотну напругу сток-схід. Відсутність заряду  $Q_{rr}$  є серйозною перевагою при використанні GaN FET у різних топологіях.

Відомо кілька технологій виробництва GaN FET, в Infineon вибрали нормально вимкнений транзистор з інжекцією затвора з гібридним стоком (GIT). У цій технології використовується затвор  $p$ -GaIn разом з омичним контактом, при цьому формується неізолювана структура затвора з діодною характеристикою. До переваг силових ключів GIT HEMT, крім відсутності заряду зворотного відновлення  $Q_{rr}$ , слід віднести і низький вихідний заряд  $Q_{OSS}$ , завдяки чому зменшуються

## ОСОБЛИВОСТІ КЕРУВАННЯ ЗАТВОРОМ ТРАНЗИСТОРІВ GIT HEMT

Вольтамперна характеристика (ВАХ) неізолюваного затвора ключів GIT HEMT схожа на діодну з прямим падінням напруги  $V_{GS}$  близько 3.5 В. ВАХ затвора представлено на рисунку 2а. Таким чином, оптимальною стратегією під час керування затвором у сталому режимі є підтримання постійного струму керування затвором  $I_{GS}$ . У розглянутих ключів цей струм приблизно дорівнює 10 мА, але в перехідних процесах під час комутації ключів через сумарний заряд затвора близько 6 нКл струм зростає до 1 А.

Еквівалентна схема керування, представлена на рисунку 3, допоможе сформулювати вимоги до драйверів затвора. Струм затвора в статичному режимі після відкриття ключа задають через резистор  $R_{SS}$ ; при цьому ключі  $S_1$  і

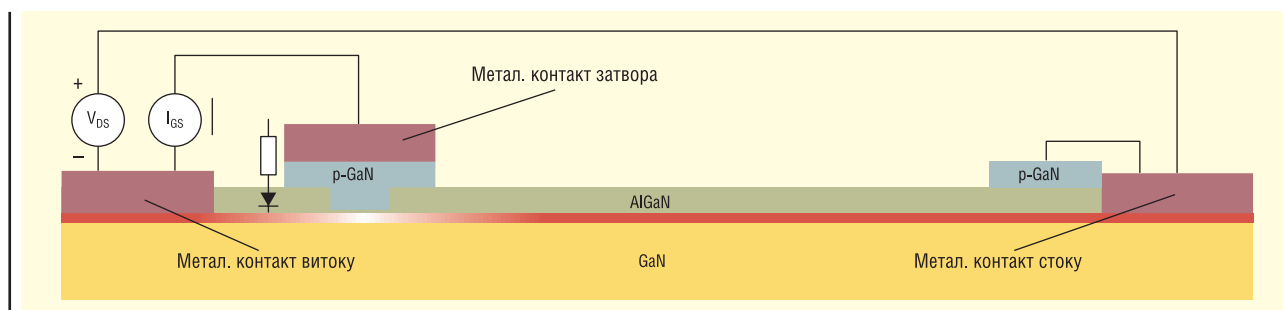


Рис. 1. Поперечний переріз силового ключа сімейства CoolGaN GIT



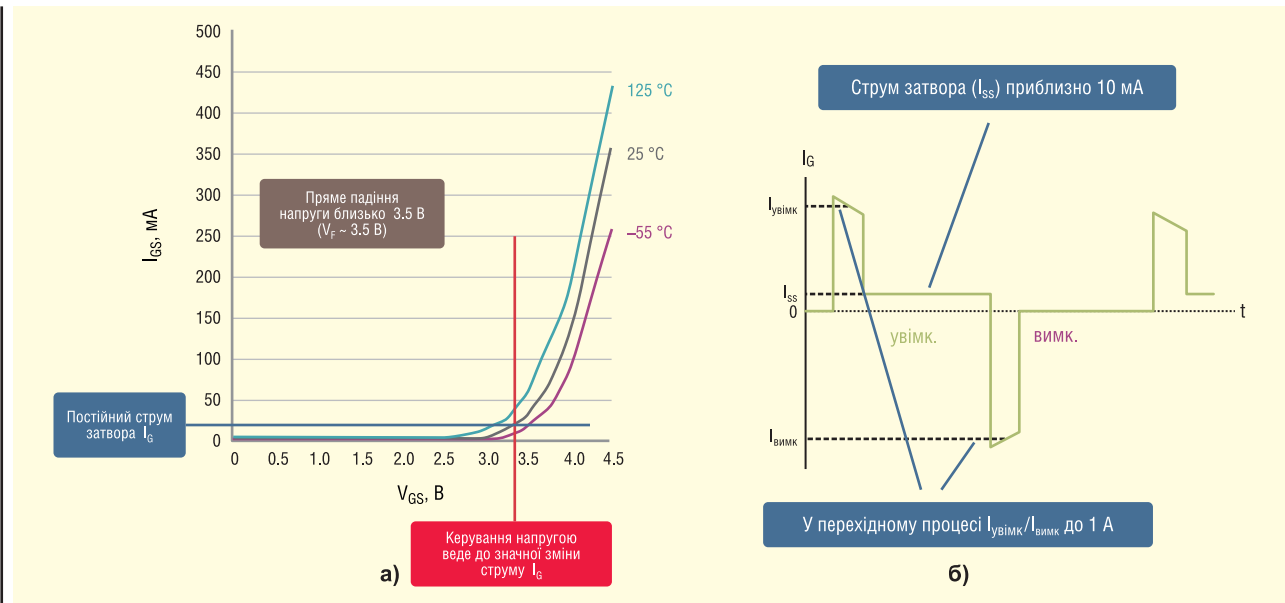


Рис. 2. ВАХ неізолюваного затвора ключів GaN HEMT (а); струм затвора в перехідному режимі (б)

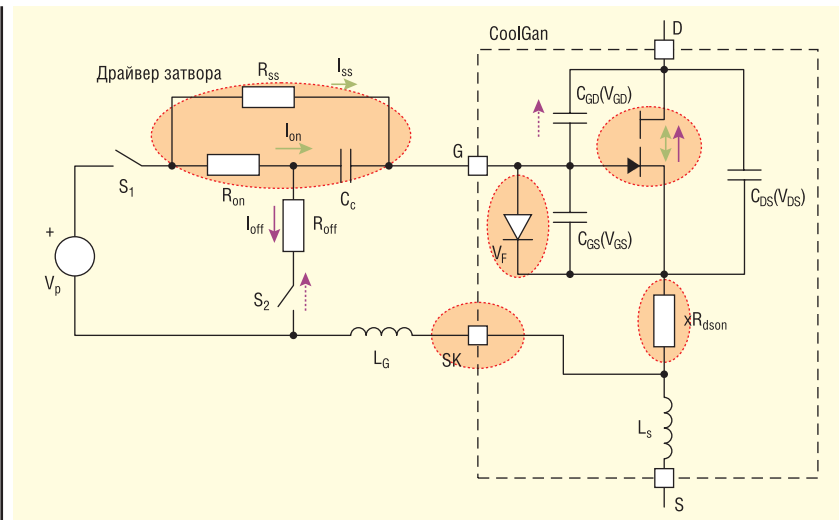


Рис. 3. Еквівалентна схема керування затвором CoolGaN HEMT

$S_2$  розімкнуті, і струм затвора дорівнює 10 мА. При розмиканні ключа силового GaN HEMT замикається ключ  $S_{2r}$ , і струм затвора величиною до 1 А протікає через резистор  $R_{OFF}$ . При замиканні силового GaN HEMT замкнений ключ  $S_1$ , і струм затвора величиною до 1 А протікає через резистор  $R_{ON}$ . Відзначимо деякі особливості, характерні для керування GaN HEMT, які відрізняють їх від традиційних Si MOSFET.

- Омичний затвор p-GaN HEMT можна моделювати за допомогою діода  $V_F$  з прямим падінням напруги 3.5 В.
- Усі ключі сімейства CoolGaN HEMT керуються за схемою Кельвіна і мають у корпусі окремий вивід SK, завдяки чому зменшується паразитна індуктивність контуру керування

затвором. Зауважимо, що між виводами витоку S і SK у перехідному процесі комутації через паразитні індуктивності можуть виникати імпульси напруги амплітудою в кілька десятків вольт. Отже, виходи драйвера потрібно захистити від перенапруги.

- Оскільки в p-GaN HEMT відсутній внутрішній діод, у разі зміни полярності напруги стік-вітік  $V_{SD}$  транзистор може увімкнутися, якщо напруга затвора  $V_{GD}$  перевищить порогову величину. Отже, для надійного вимкнення транзистора до затвора прикладається негативна напруга керування  $V_{GB}$ .
- Оскільки через латеральну структуру транзисторів GaN HEMT деяка частина провідного каналу знаходиться всередині контуру затвора, його

напруга залежить від струму стоку. Почасти з цієї причини затвором має керувати струм, а не напруга; відповідно, драйвер затвора має бути джерелом струму, а не напруги.

- Необхідно враховувати залежність паразитної ємності стік-вітік  $C_{DS}$  від напруги стік-вітік  $V_{DS}$ . Оскільки ємність  $C_{DS}$  істотно менша, ніж у кремнієвому транзисторі з суперпереходом (SJ MOSFET), її вплив менший.

Дуже важливо зазначити, що сумарний заряд затвора у транзисторів GaN HEMT майже в 10 разів менший, ніж у традиційних SJ MOSFET. Відмінність ілюструється на рисунку 4, на якому показано криві заряду затвора SJ MOSFET і CoolGaN HEMT. Низький пороговий рівень  $V_{TH}$  і відносно високе значення  $Q_{GD}/Q_{GS}$  змушує мати від'ємну запірну напругу затвора, щоб підвищити заводостійкість ключа — за від'ємної запірної напруги збільшується напруга завади для помилкового відкриття ключа.

Перевагою малого сумарного заряду затвора є менший струм, необхідний для замикання і відмикання силового ключа. До недоліків належить необхідність підтримання постійного струму затвора за відкритого ключа  $I_{SS}$ , що призводить до додаткових втрат кількох десятків міліват, але, з іншого боку, ця обставина збільшує стійкість роботи та підвищує заводозахищеність.

Таким чином, можна коротко сформулювати основні вимоги до драйверів затворів CoolGaN HEMT:

- драйвери повинні забезпечувати постійний струм затвора 10 мА увімкненого транзистора в сталому режимі;

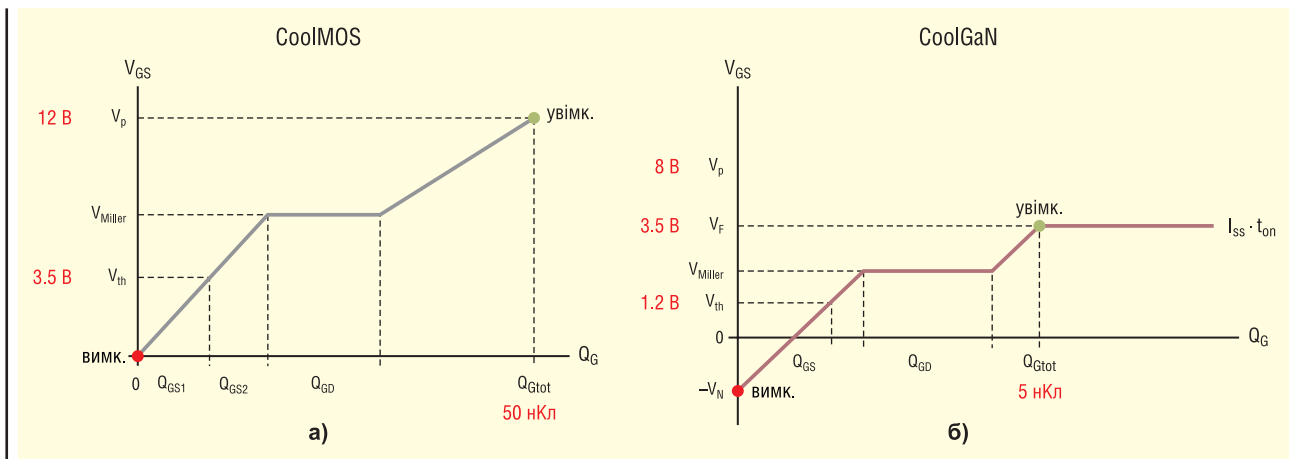


Рис. 4. Криві заряду затвора SJ MOSFET (а); CoolGaN GIT HEMT (б)

- у перехідному процесі комутації вихідний струм драйверів, що втікає і витікає, досягає 1 А;
- під час жорсткого вимкнення транзистора і для його утримання у вимкненому стані напруга затвор-витік  $V_{GS}$  має бути негативною;
- необхідна гальванічна розв'язка між входом і виходом або захист від імпульсів перенапруги, викликаних паразитною індуктивністю (рис. 3).

### ДРАЙВЕРИ ЗАТВОРІВ СІМЕЙСТВА ICEDRIVER ВІД КОМПАНІЇ INFINEON TECHNOLOGIES

Для керування ключами сімейства CoolGaN GIT HEMT можна використовувати стандартні, раніше випущені компанією драйвери затворів із додаванням на виході зовнішнього кола, що складається з резисторів  $R_{SS}$ ,  $R_{ON}$ ,  $R_{OFF}$  і конденсатора  $C_C$  (рис. 3). Як ключі керування  $S_1$  і  $S_2$  використовуються внутрішні ключі драйвера.

Крім стандартних компанія виробляє спеціалізовані драйвери, призначені для керування саме сімейством транзисторів. Спеціалізованим драйверам ми і приділимо основну увагу в цьому розділі. Їхні основні параметри наведено в таблиці 1. Зверніть увагу на високу стійкість драйверів до зміни синфазної напруги (CMTI). У нашому випадку це дуже важливий параметр —

висока швидкодія CoolGaN GIT HEMT може породити коливальний перехідний процес, у якому швидкість зміни напруги досягає 100 нВ/с і навіть перевершує його.

Попри начебто обмежений вибір усього з трьох мікросхем драйверів, їх цілком достатньо для створення практично будь-яких топологій силових каскадів. Окремо слід згадати високе значення вихідного струму драйверів: у таблиці вказано величини 4 і 8 А для струму, що витікає та струму, що втікає, відповідно, хоча вище згадувалося, що для режимів комутації досить пікового струму не більше 1 А. Річ у тім, що таке високе значення вихідного струму зумовлене низьким опором відкритих каналів вихідних ключів pMOSFET (0.85 Ом) і nMOSFET (0.35 Ом) драйве-

ра, що покращує його динамічні характеристики та зменшує потужність, яка на ньому розсіюється.

У спеціалізованих драйверах використовується диференціальний вихідний каскад. Їхню концептуальну структурну схему наведено на рисунку 5. Інтерфейс зовнішніх компонентів  $R_{SS}$ ,  $R_{ON}$ ,  $R_{OFF}$  і конденсатора  $C_C$  відіграє ту саму роль, що й під час використання стандартних драйверів. Однак завдяки диференціальному вихідному каскаду від'ємна запірня напруга формується за допомогою одночасного замикання ключів  $S_1$  і  $S_4$  навіть на початку роботи каскаду в момент «першого імпульсу» за повністю розрядженого конденсатора  $C_C$ . Ця, на перший погляд, незначна відмінність дає змогу уникнути хибних увімкнень.

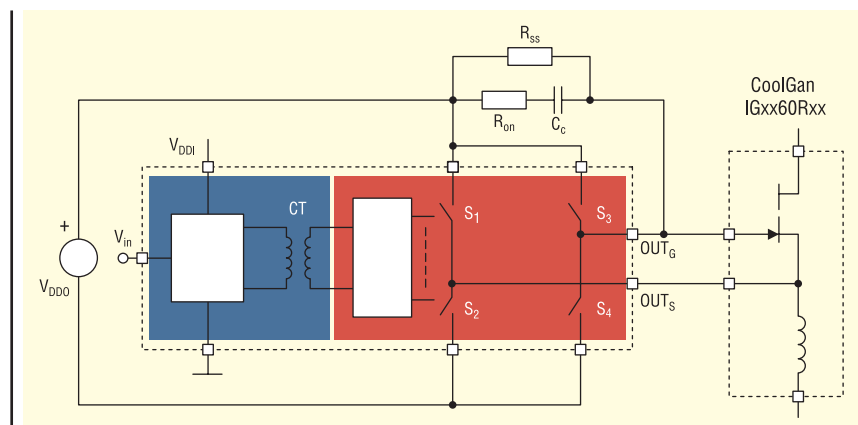
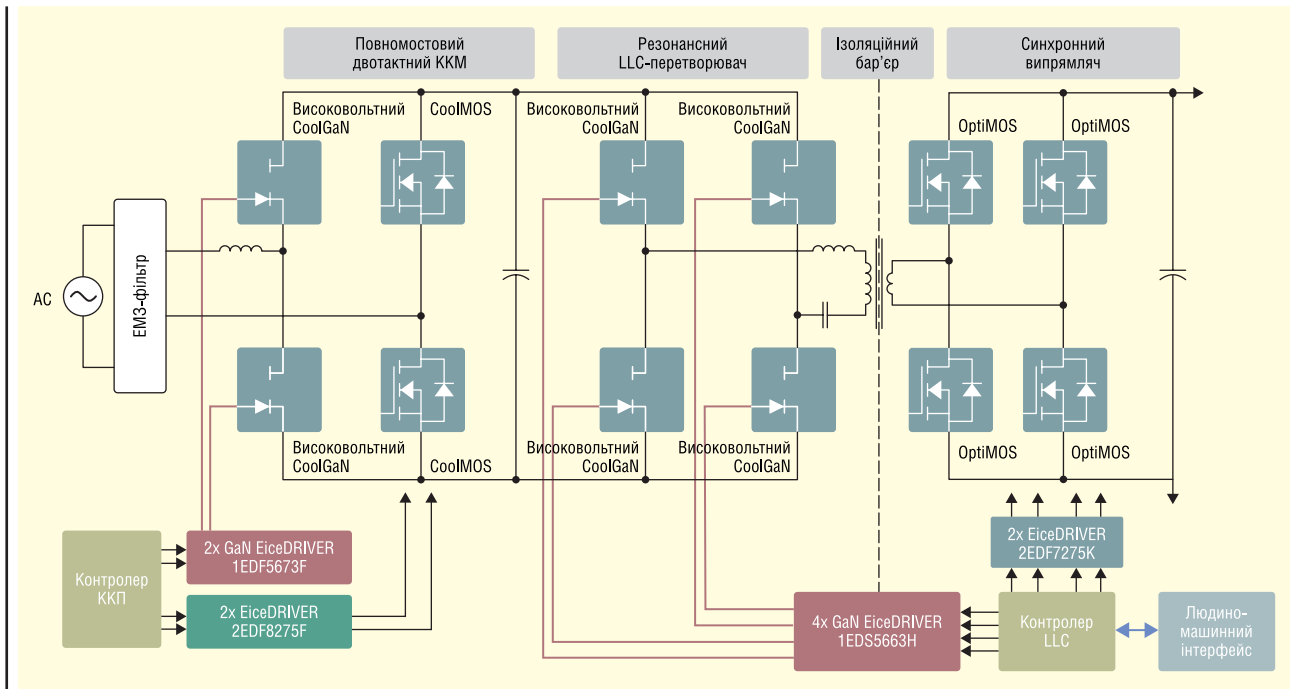


Рис. 5. Концептуальна структурна схема спеціалізованих драйверів

Таблиця 1. Основні параметри спеціалізованих драйверів

Найменування драйвера	Вид ізоляції «вхід-вихід»	Електрична міцність ізоляції «вхід-вихід», кВ	Струм, що витікає/втікає (пик.), А	Стійкість до зміни синфазної напруги, В/нс	Затримка поширення (тип.), нс	Відхилення затримки поширення від типового значення, нс	Корпус
1EDF5673K	Функціональна	1.5 DC	4/-8	200	37	-6/7	LGA-13 (5×5 мм)
1EDF5673F	Функціональна	1.5 DC	4/-8	200	37	-6/7	DSO-16 150 mil
1EDS5663H	Посилена	5.7 (СКЗ)	4/-8	200	37	-6/7	DSO-16 300 mil



**Рис. 6.** Використання CoolGaN GIT HEMT в імпульсному джерелі живлення на основі резонансного LLC-перетворювача

На рисунку 6 показано приклад використання CoolGaN GIT HEMT в імпульсному джерелі живлення на основі резонансного LLC-перетворювача.

З рисунка видно, що драйвери сімейства EiceDRIVER і транзистори CoolGaN GIT HEMT використовують у коректорі коефіцієнта потужності (ККП), і на них

повністю побудовано силовий каскад резонансного LLC-перетворювача.

Висока швидкість CoolGaN GIT HEMT дає змогу збільшити робочу час-



# SLD-150

## Нові тонкі лінійні драйвери потужністю 150 Вт

- 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**



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



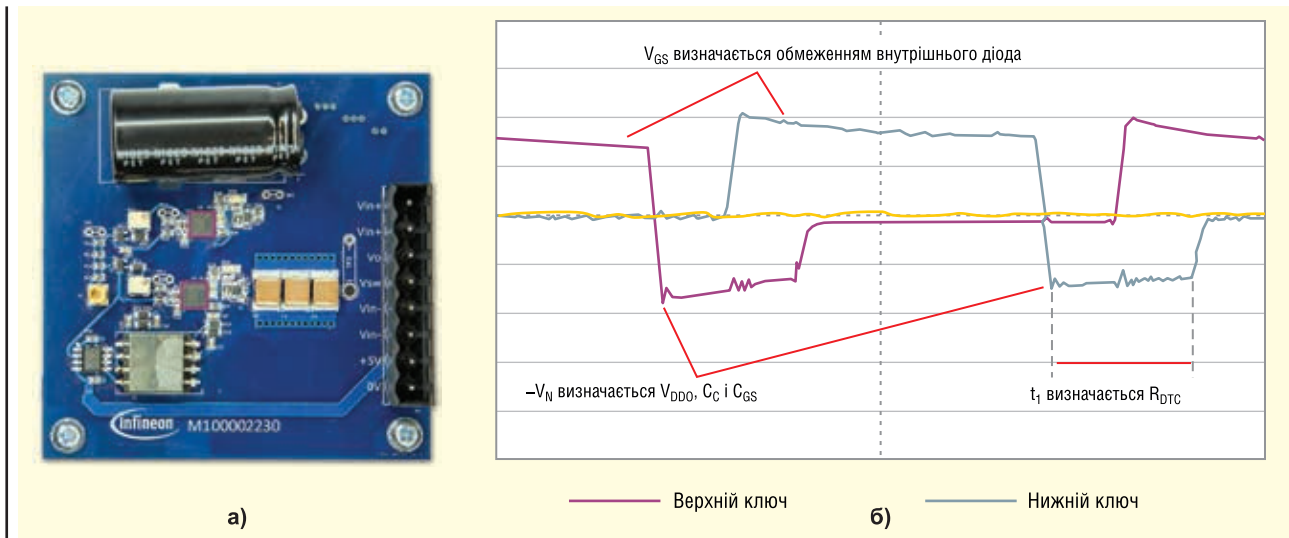


Рис. 7. Тестувальна плата розробника (а); осцилограми її роботи (б)

Таблиця 2. Основні параметри стандартних драйверів

Найменування драйвера	Вид ізоляції «вхід-вихід»	Електрична міцність ізоляції «вхід-вихід», кВ	Струм, що витікає/втікає (пік.), А	Стійкість до зміни синфазної напруги, В/нс	Затримка поширення (тип.), нс	Відхилення затримки поширення від типового значення, нс	Корпус
2EDS7165H	Посилена	5.7 (СКЗ)	1/-21	150	37	-6/7	DSO-16 300 mil
2EDS8265H	Посилена	5.7 (СКЗ)	4/-8	150	37	-6/7	DSO-16 300 mil
2EDF7275K	Функціональна	1.5 DC	4/-8	150	37	-6/7	LGA-13 (5x5 мм)
2EDF8275K	Функціональна	1.5 DC	4/-8	150	37	-6/7	LGA-13 (5x5 мм)
2EDF7275F	Функціональна	1.5 DC	4/-8	150	37	-6/7	DSO-16 150 mil
2EDF8275F	Функціональна	1.5 DC	4/-8	150	37	-6/7	DSO-16 150 mil
1EDB7275F	Одноразова	3 (СКЗ)	4/-8	150	37	-6/7	DSO-8 150 mil
1EDB8275F	Одноразова	3 (СКЗ)	4/-8	150	37	-6/7	DSO-8 150 mil
1EDN7550B	Неізолюваний	-	4/-8	150	45	-4/6	SOT-23, 6-выв.
1EDN8550B	Неізолюваний	-	4/-8	150	45	-7/10	SOT-23, 6-выв.

тоту силових каскадів понад 1 МГц і створити енергоефективні перетворювачі з високою густиною потужності. Однак для реалізації цих можливостей недостатньо просто намалювати електричну схему «на папері» — необхідний практичний досвід розробки топології плати. Слід оцінити, яким чином виконуються жорсткі стандарти електромагнітної сумісності, «помацати руками» і побачити наживо осцилограми роботи, подивитися, наскільки перетворювачі впливають на роботу окремих вузлів і модулів системи, оцінити інші нюанси, відомі будь-якому досвідченому розробнику.

Таким чином, під час виконання проекту слід виконати макетування перетворювача. Особливо важливе попереднє макетування, якщо до цього вам не довелося мати справу з ключами HEMT. Для ознайомлення і тестування високочастотних каскадів, що базуються на CoolGaN GIT HEMT, Infineon Technologies випускає тестувальну плату розробника EVAL\_1EDF\_G1B\_HB\_GAN. На неї встановлено два 600-В ключі IGOT60R070D1 сімейства CoolGaN GIT HEMT з опо-

ром відкритого каналу  $R_{DS(ON)} = 70 \text{ мОм}$  і два драйвери затвора 1EDF5673K сімейства EiceDRIVER (табл. 1).

Вихідна напруга цієї плати обмежена згладжувальним конденсатором, що застосовано, і становить 450 В, безперервний струм досягає величини 12 А, а піковий струм — 35 А. Робоча частота обмежується максимально допустимою розсіюваною потужністю, яка в цьому випадку дорівнює 15 Вт. На рисунку 7а показано тестувальну плату розробника (вид зверху), а на рисунку 7б представлено осцилограми її роботи. Приблизно через 200 нс після увімкнення плати на затворах ключів з'являється від'ємна запірна напруга, завдяки чому можна запобігти наскрізному струму в напівмостовій схемі. Плата демонструє надійну роботу силового каскаду CoolGaN GIT HEMT на частотах понад 1 МГц.

## ВИСНОВКИ

Напівпровідникові прилади з широкою забороненою зоною дають

зможу створювати енергоефективні компактні силові перетворювачі. У виробничій лінійці компанії Infineon Technologies є SiC FET, і GaN FET. Останні і розглядалися в нашій статті.

На основі технології транзисторів з інжекцією затвора GIT компанія виробляє сімейство нормально відкритих транзисторів CoolGaN GIT HEMT з гібридним стоком і затвором p-GaN. Для керування цими транзисторами було розроблено спеціалізовані драйвери затвора сімейства EiceDRIVER з диференціальним вихідним каскадом. Однак часто застосовуються стандартні драйвери затворів, що випускалися раніше, за умови використання зовнішніх RC-компонентів.

У статті розглядався приклад використання ключів CoolGaN GIT HEMT зі спеціалізованими драйверами. За її рамками залишилися приклади використання стандартних драйверів. Докладні приклади можна знайти на сайті виробника ([www.infineon.com](http://www.infineon.com)), а ми обмежимося таблицею 2, у якій зазначаються основні параметри цих драйверів. **СН**

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

# Оптрони від Würth Elektronik і Sos: високоякісна оптоелектроніка для безпечної ізоляції кіл

Володимир Рентюк, Геннадій Штрапенін

**Переваги оптронів — це проста і надійна гальванічна розв'язка з високою робочою напругою на ізоляційному бар'єрі за прийнятних габаритів, низької прохідної ємності, за відсутності імпульсного проміжного перетворення, а отже, і проблем від електромагнітних завад. Але одна з найголовніших їхніх переваг — можливість передачі через ізолювальний бар'єр як імпульсних, так і аналогових сигналів. Усе перераховане стало основою їхньої популярності та попиту. А там, де є попит, він, за законами ринкової економіки, буде задоволений виробниками. Одним із таких виробників оптронів виступає компанія Würth Elektronik. Свого часу компанія випустила оптрони WL-OCPT серії 816 [1]. У цій статті представлено серію оптронів WL-OCDA, акцент у якій зроблено на довговічності цих пристроїв.**

## ВСТУП

Сьогодні оптопар, або оптрони, широко використовуються в джерелах живлення, побутовій техніці, промислового контролі та інших застосуваннях для регулювання і контролю. Як розв'язувальні пристрої оптопар були винайдені 1963 року в компанії IBM [2] і пройшли довгий шлях від того моменту, як вони з'явилися у вигляді простої лампочки, з'єднаної з фоторезистором. Розвиток технології твердотільних джерел світла, тих самих світлодіодів [3], призвів до мініатюризації оптопар та її широкого розповсюдження в промисловості як ізолювального пристрою. Сьогодні найтипівіші оптопар складаються зі світлодіода, оптично з'єданого з фототранзистором, іноді зі схемою Дарлінгтона або у вигляді фототристора. Але під час оцінки терміну служби сучасних оптронів проблемою залишався не фототранзистор, а світлодіод, хоча його надійність була незрівнянно вищою за лампи розжарювання.

Як відомо з теорії надійності, очікуваний термін служби проектного виробу ґрунтується на використаних у

ньому окремих компонентах, типі виробу та умовах його експлуатації.

Основні причини відмов світлодіодів можна розділити на відмови, пов'язані зі з'єднанням кристалів, і відмови, пов'язані з корпусуванням [4]. Ці збої проявляються на ранньому етапі експлуатації і є результатом браку під час виготовлення або наслідком неправильного поводження. Приклади цього — неправильний профіль паяння, підвищена вологість під час паяння або спричинене температурою навантаження на з'єднання, тобто термомеханічна напруга між з'єднувальними дротами та прозорою епоксидною смолою, що герметизує світлодіод [5].

Що стосується деяких типів компонентів, з часом вони можуть не вийти з ладу з повною, катастрофічною відмовою, а деградувати, починаючи з деякого часу напрацювання. Це не завжди помітно, але в підсумку призводить до відмови, і такий процес складно піддається прогнозу. Якщо говорити про оптрони, то найважливішим параметром їхньої, як зараз заведено говорити, продуктивності, є  $CTR$  (*Current Transfer Ratio* —

*коефіцієнт передачі за струмом*), ось він із часом, залежно від терміну й умов експлуатації, погіршується. Це і створює проблеми при їх застосуванні для аналогового зворотного зв'язку.

Відмови або деградація кристала, що впливають на термін служби світлодіодів, пов'язані насамперед із температурним режимом під час роботи, який перебуває в прямій залежності від номінального струму діода і розсіювання тепла. Термічне навантаження в зоні з'єднання світлодіодів призводить до зниження їхньої яскравості й, таким чином, безпосередньо впливає на  $CTR$  [6].

Для того, щоб оцінити серію оптронів компанії Würth Elektronik, у цій статті увага буде приділена саме поступовій відмові оптронів, пов'язаній зі зменшенням світловіддачі світлодіодів з часом за умови тривалої експлуатації та супутнім механізмом відмови, у цьому разі форми так званої електроміграції. Для цього звернемося до документа компанії Würth Elektronik [7].

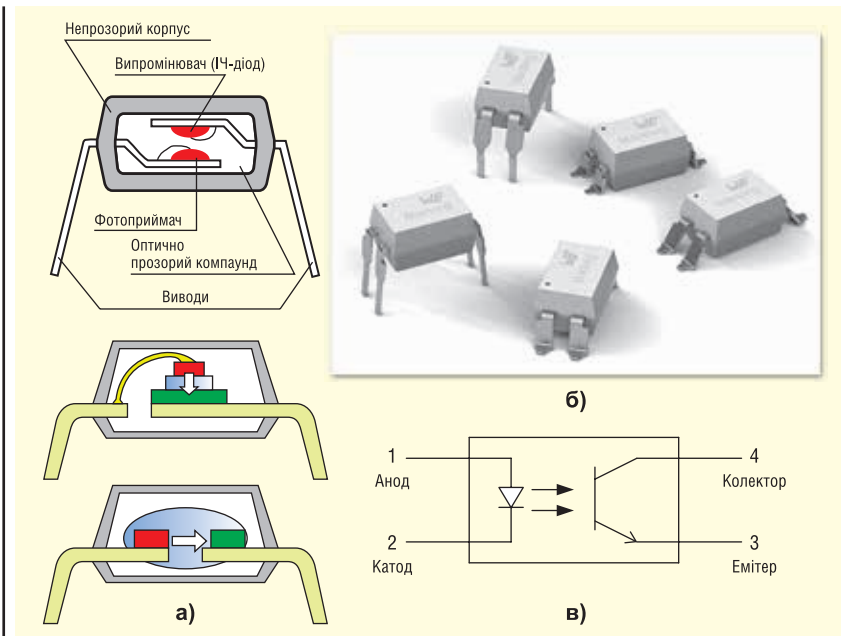
## ОСНОВИ

Найпростіший оптрон складається зі світлодіода, оптично пов'язаного з фототранзистором, але електрично вони ізолювані один від одного, як це показано на рисунку 1. Світлодіод вмикається і вимикається, випромінюючи світло або інфрачервону хвилю, які вмикають або вимикають фототранзистор.

Важливим параметром, що характеризує роботу оптронів, як уже було сказано, є коефіцієнт передачі струму —  $CTR$ . Він визначається як відношення струму, що протікає через світлодіод,  $I_D$ , і струму, що протікає через фототранзистор,  $I_C$ :

$$CTR = (I_C / I_D) 100\% \quad (1)$$





**Рис. 1.** Варіанти конструктивного виконання сучасних оптронів: планарна та копланарна (а); приклад корпусування (б); позначення оптрона на схемі електричній принциповій (в)

Залежно від тієї чи іншої сфери застосування, клієнт компанії Würth Electronics може вибрати в її портфоліо оптрони з коефіцієнтом передачі струму 50–600%. Поділ оптронів на різні діапазони *CTR* здійснюється шляхом їхнього бінювання (поділу, шляхом відбору) під час виробництва.

### ПРОБЛЕМИ ВИПРОБУВАННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ТИМЧАСОВОЇ ДЕГРАДАЦІЇ ОПТРОНІВ

Термін служби оптронів може і повинен перевищувати кілька десятків років, тому для їхнього оцінювання проводять прискорене стрес-тестування із застосуванням посиленних умов експлуатації. Відмови оптронів пов'язані з тим, що в напівпровідниках існує безліч різних механізмів деградації. До них належать електроміграція [4], зародження і зростання дислокацій [5] і дифузія металів [4]. Ці механізми деградації можна описати за допомогою конкретних енергій активації  $E_A$ , які можна розглядати як енергію, необхідну для активації такого механізму відмови. Залежно від конкретного механізму енергія активації коливається від  $E_A = -0.2$  еВ до  $E_A = 1.4$  еВ [6]. Для світлодіодів висока густина струму і висока температура призводять до дифузії атомів з активної області, залишаючи точкові дефекти [5]. Ці кристалічні дефекти збільшують кількість центрів рекомбіна-

ції без випромінювання видимого світла або ІЧ-випромінювання, тим самим знижуючи квантову ефективність генерації хвилі і, отже, зменшуючи *CTR* оптопар. Цей механізм можна описати аналогічно до електроміграції атомів алюмінію, спочатку запропонованої в [4], де автор визначив медіанний час до відмови пристрою такою формулою:

$$\frac{1}{MTF} = AJ^2 e^{\frac{E_A}{k_B T}}, \quad (2)$$

де *MTF* — середній час напрацювання на відмову, год; *A* — постійна [8], що містить площу перерізу розсіювання; *J* — густина струму, А/см<sup>2</sup>;  $E_A$  — енергія активації, еВ;  $k_B$  — постійна Больцмана,  $8.617 \times 10^{-5}$  еВ/К; *T* — температура, К.

Для тестування надійності становить великий інтерес не стільки скорочення часу стрес-тестування, скільки можливість прогнозування кінцевого терміну служби за нормальних умов використання. Згідно з рівнянням (2), *MTF* зменшується з підвищенням густини струму і температурою, що пов'язано рівнянням Арреніуса, яке описує швидкість хімічних реакцій. Під час тестування оптронів з підвищеною температурою і струмом механізми деградації відбуваються набагато швидше, ніж у нормальних умовах експлуатації з меншою температурою і меншим струмом. Отже, коефіцієнт прискорення можна розрахувати, розділивши рівняння (2) на умови стрес-тесту і нормальні умови експлу-

тації. Це призводить до широко відомої формули з [4]:

$$AF = \left( \frac{I_{test}}{I_{norm}} \right)^N \times e^{\frac{E_A}{k_B} \left( \frac{1}{T_{norm}} - \frac{1}{T_{test}} \right)}, \quad (3)$$

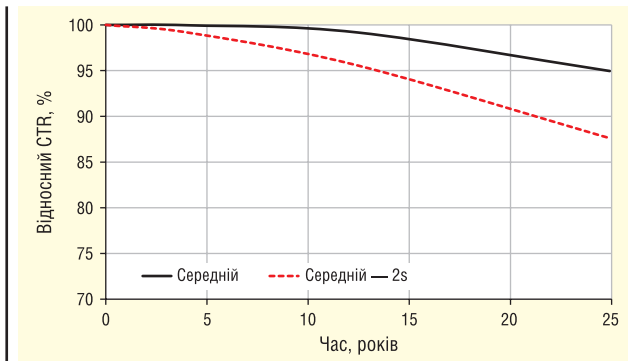
де *AF* — фактор прискорення, середній час до відмови, год;  $I_{test}$  — прямий струм, що використовується в стрес-тесті, А;  $I_{norm}$  — типовий прямий струм в умовах експлуатації, А; *N* — показник ступеня з [8],  $N = 2$ ;  $E_A$  — енергія активації, еВ;  $T_{norm}$  — типова робоча температура в умовах експлуатації, К;  $T_{test}$  — температура, що використовується в стрес-тесті, К.

Як згадувалося раніше, існує суміш різних механізмів відмови та відповідних енергій активації. Ефективна енергія активації може бути знайдена як відповідний параметр шляхом повторення стрес-тестів за різних температур. Однак відповідно до галузевих стандартів як типове значення для дискретних напівпровідників використовують середню енергію активації  $E_A = 0.7$  еВ [6]. Застосування цієї формули продемонстровано для оптопар 14081614xxx/14081714xxx [1] компанії Würth Elektronik, які було випробувано впродовж 1000 год за підвищеної температури  $T_{test} = +110$  °С і прямого струму світлодіода  $I_{test} = 30$  мА. Фототранзистор менш схильний до деградації, ніж світлодіод [9, 10]. Таким чином, у межах цих інструкцій щодо застосування передбачається, що зміна *CTR* відбувається через втрату світності світлодіода, а не через деградацію фототранзистора.

Далі показано приклад розрахунку коефіцієнта прискорення та його застосування до результатів стрес-тестів. Тривалість випробування становить 1000 год за  $T_{test} = +110$  °С і прямого струму світлодіода  $I_{test} = 30$  мА. Якщо оптопара використовується зі 100%-вим робочим циклом за прямого струму  $I_{norm} = 5$  мА і за температури навколишнього повітря  $T_{norm} = +80$  °С, коефіцієнт прискорення  $AF = 218$ . Таким чином, згідно з формулою (3), стрес-тест на прискорення протягом 1000 год імітує нормальну експлуатацію в польових умовах майже:

$$AF \times 1000 = 218 \times 1000 = 218\,000 \text{ год} \approx 25 \text{ років.}$$

На рисунку 2 представлено графік очікуваного зниження *CTR* оптронів серій 14081614xxx/14081714xxx протягом цих 25 років. Він показує, що для оптопар компанії Würth Elektronik в середньому очікується не більше 5% зниження значення *CTR*, що є чудовим результатом.



**Рис. 2.** Очікуване зниження CTR залежно від часу напруження (умови експлуатації: робочий цикл 100%, температура навколишнього середовища +80 °C, прямий струм 5 мА; параметри стрес-тесту: тривалість випробування 1000 год, температура випробування +110 °C, прямий струм 30 мА)

На рисунку 2 також показано (пунктирною лінією) відносний CTR із середнім відхиленням  $2\sigma$ . Середнє значення  $0$  ( $=\mu$ ), що відповідає максимальному значенню графіка, і стандартне відхилення  $1$  ( $=\sigma$ ). Воно визначає величину розкиду від середнього значення CTR. Якщо набір даних слідує нормальному розподілу, то близько 68% вимірювань CTR відхиляються на величину, що не перевищує  $\sigma$ , від середнього  $\mu$ , тобто перебувають в інтервалі  $(-1\sigma, 1\sigma)$ . Близько 95% спостережень перебуватимуть у межах двох стандартних відхилень від середнього значення, тобто в інтервалі  $(-2\sigma, 2\sigma)$  для стандартного нормального розподілу. Статистичний розподіл дає дисперсію  $2\sigma$  як величину варіації даних. При розгляді рисунку 2 крива  $2\sigma$  показує найменшу очікувану відносну деградацію CTR упродовж 25 років, що не перевищує 87%.

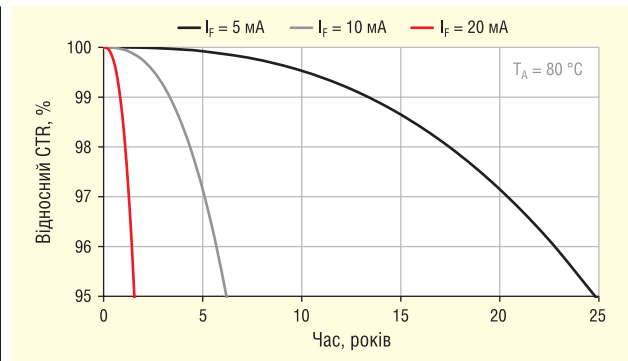
## ПАРАМЕТРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЗБІЛЬШЕННЯ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ ОПТОПАРИ

На рисунках 3 і 4 середнє погіршення CTR показано залежно від нормального робочого прямого струму  $I_F$  і нормальної робочої температури навколишнього середовища  $T_A$ . Важливо зазначити, що очікуване погіршення CTR можна зменшити завдяки зниженню робочої температури та керуванню струмом світлодіода.

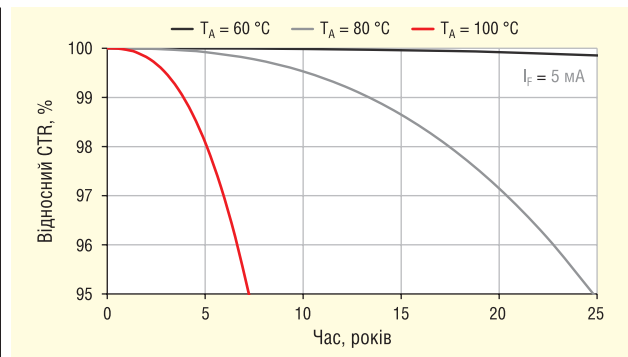
З огляду на надані дані про надійність і представлені рівняння, можна запропонувати деякі рекомендації щодо збільшення терміну служби оптронів:

- Зменшити ефективний час роботи оптопар.
- Зменшити робочий струм діода і потужність, що розсіюється світлодіодом, завдяки збільшенню перехідних отворів і контактних майданчиків на друкованій платі.
- Уникати пікових струмів через світлодіод під час перехідних процесів.
- Відрегулювати робочий цикл світлодіода так, щоб підтримувати середній струм на низькому рівні.

Крім того, у разі розроблення критичних з погляду надійності продуктів, таких як, наприклад, пристрої медичного призначення, надійність оптрона можна підвищити шляхом прокачування у вигляді електротермотренування. Однак, щоб уникнути пошкодження пристроїв, параметри прокачування мають бути нижчими за абсолютні максимальні значення. Пам'ятаючи про ці правила, розробник кінцевого продукту



**Рис. 3.** Залежність очікуваного погіршення середнього значення CTR від прямого струму погіршення середнього значення CTR і часу напруження (умови експлуатації: робочий цикл 100%, температура навколишнього середовища +80 °C, прямий струм — як показано на графіку; параметри стрес-тесту: тривалість випробування 1000 год, температура випробування +110 °C, прямий струм 30 мА)



**Рис. 4.** Зниження середнього значення CTR залежно від температури та тривалості поля (умови експлуатації: робочий цикл 100%, температура довкілля — як зазначено на графіку, прямий струм 5 мА; параметри стрес-тесту: тривалість випробування 1000 год, температура випробування +110 °C, прямий струм 30 мА)

може розраховувати на високу стабільність роботи оптронів компанії Würth Elektronik протягом багатьох років експлуатації.

## СЕРІЯ ОПТРОНІВ ВІД КОМПАНІЇ WÜRTH ELEKTRONIK

Для задоволення потреб своїх клієнтів компанія Würth Elektronik має в своєму асортименті оптоелектронних пристроїв оптопар в усіх розповсюджених корпусах і значеннями CTR. Крім оптронів WL-OCPT серії 816 [1, 2], виготовлених у корпусах DIP-4, SOP-4 і LSOP-4, компанія має оптрони WL-OCDA серії 815 з транзисторами, увімкненими за схемою Дарлінтона [11], що виготовлені в корпусах DIP-4 і SOP-4. Зовнішній вигляд і схема електрична принципова оптронів компанії Würth Elektronik представлені на рисунку 5. Оптрони доступні в корпусах із різними варіантами вивідних рамок (рис. 6), водночас мідні рамки виводів забезпечують оптимальне паяння та надійне складання в кінцевому застосуванні.

Під час розроблення оптронів компанія Würth Elektronik вибрала компланарний корпус із постійним ізолювальним зазором, що гарантує оптимальну ізоляцію аж до 5000 В;

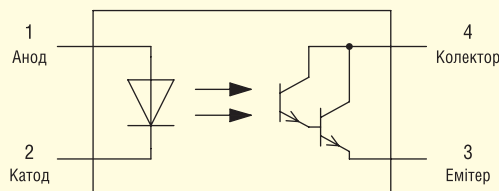


Рис. 5. Зовнішній вигляд і схема електрична принципова оптронів WL-OCDA серії 815 компанії Würth Elektronik

100%-ве внутрішнє віддзеркалення та стабільний  $CTR$  в усьому діапазоні температур забезпечують високоякісні силіконові та полімерні матеріали, відповідно, оптрони компанії Würth Elektronik вирізняються малим часом перемикання та високими коефіцієнтами передавання за постійним струмом навіть під час роботи з низьким струмом. Значення  $CTR$  компонентів, класифікованих бінуванням, перебувають у діапазоні 20–15000%. Крім того, сертифіковані за DIN EN 60747-5-5 компоненти можна використовувати в діапазоні робочих температур  $-55...+110$  °C.

Основні технічні характеристики оптронів WL-OCDA серії 815 компанії Würth Elektronik наведено в таблиці 1.

Переваги використання оптронів WL-OCDA серії 815:

- висока напруга ізоляції;
- хороша стабільність внутрішньої ізоляції;
- стабільний  $CTR$  при повній роботі;
- різні варіанти вивідних рамок.

Основні сфери застосування оптронів WL-OCDA серії 815:

- програмовані логічні контролери;
- телекомунікаційна апаратура;
- контролер послідовності;

- вимірювальні прилади;
- блоки живлення;
- торгові автомати.

### ВИСНОВОК

Гальванічна розв'язка малопотужних кіл керування від потужних кіл є важливим аспектом безпеки в багатьох застосуваннях. Водночас оптрони захищають від завад і перенапруги в джерелах живлення, зарядних пристроях, комп'ютерах, мікропроцесорах, контролерах послідовності, програмованих логічних



**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**



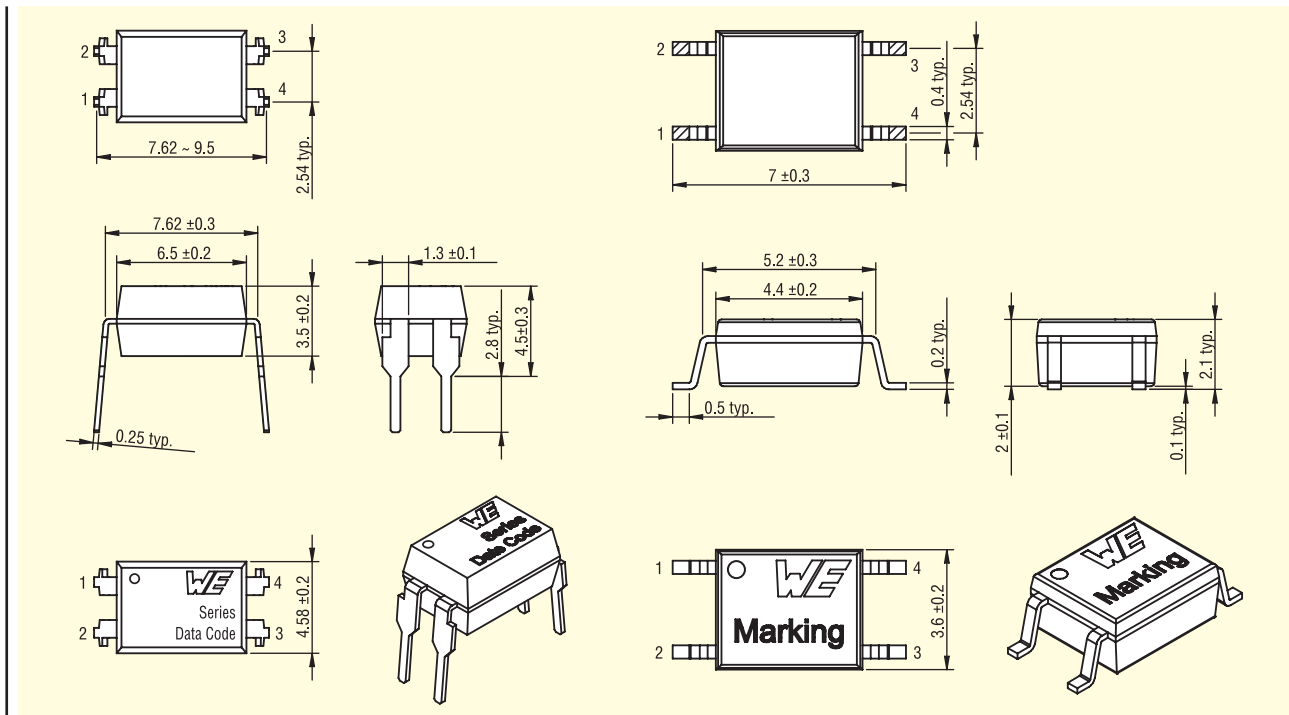


Рис. 6. Варіанти виконання корпусів оптронів WL-OCDA серії 815 компанії Würth Elektronik

Таблиця 1. Основні технічні характеристики оптронів WL-OCDA серії 815 компанії Würth Elektronik

Номер за каталогом	Варіант корпусу	$V_{CE}$ (макс.), В	$I_F$ (макс.), мА	CTR (мін.), %	CTR (макс.), %	$V_{ISOR B}$ (с.к.з.)
141815143000	DIP 4, SL-Type	40	60	600	7500	5000
141815142000	DIP 4, S-Type	40	60	600	7500	5000
141815141010	DIP 4, M-Type	40	60	600	7500	5000
141815140010	DIP 4, стандартний	40	60	600	7500	5000
141355145000	SOP 4	40	60	600	7500	3750
141352145000	SOP 4	350	60	1000	15000	3750

Примітка. Умови вимірювання CTR:  $I_F = 1$  мА,  $V_{CE} = 2$  В.

контролерах, вимірювальних пристроях і в цілій низці інших застосувань.

З огляду на сказане, для оптронів, як і для інших компонентів виробу, потрібна надійність у роботі протягом багатьох років, часто у важких умовах експлуатації, як-от системи промислової автоматики та керування, але найчастіше в джерелах живлення. Оскільки зниження продуктивності світлодіодів є одним із механізмів, що ведуть до погіршення коефіцієнта передачі струму в оптронах, під час розроблення кінцевого продукту необхідно ретельно ставитися до їхнього вибору.

Відповідаючи на ці виклики і прагнучи забезпечити випуск виробів з високими показниками надійності, компанія Würth Elektronik проводить повномасштабні тести і ретельний контроль якості всієї своєї продукції. Повна інформація щодо оптронів компанії Würth Elektronik доступна за посиланням [11] у відповідних специфікаціях. Крім того, компанія Würth Elektronik пропонує вебінар

«Würth Elektronik розкриває особливості оптронів та відповідає на запитання щодо них» [12].

Оптрони WL-OCDA серії 815 компанії Würth Elektronik доступні для постачання у всіх виконаннях корпусів і бінінгах за CTR.

Література:

1. [www.we-online.com/katalog/en/led/optoelectronic\\_optocoupler/wl-ocpt\\_optocoupler\\_phototransistor](http://www.we-online.com/katalog/en/led/optoelectronic_optocoupler/wl-ocpt_optocoupler_phototransistor)
2. Рентюк В. Оптрони WL-OCPT серії 816 — первая ласточка компания Würth Elektronik // CHIP NEWS Україна, 2020, № 10.
3. Рентюк В. Светодиод — такой знакомый и неизвестный. Часть 1: история, особенности применения // CHIP NEWS Україна, 2017, № 6.
4. Black J. Electromigration — A Brief Survey and Some Recent Results. IEEE Transactions on Electron Devices, 1969.

5. Chang M.-H., Das D., Varde P., Pecht M. Light emitting diodes reliability review // Microelectronics Reliability. 2012. No. 52.

6. Component Technical Committee. Failure Mechanism Based Stress Test Qualification for Discrete Semiconductors in Automotive Applications. Automotive Electronics Council, 2013.

7. Koeck D. Lifetime of Optocouplers. Application Note, ANO006 2021-02-17. <https://www.we-online.com/en/support/knowledge/application-notes?d=ano006-lifetime-of-optocouplers>

8. Black J. R. Mass transport of aluminum by momentum exchange with conducting electrons. IEEE International Reliability Physics Symposium, 1967.

9. Slama J. B. H., Helali H., Lahyani A., Louati K., Venet P., Rojat G. «Optocouplers Ageing Process: Study and Modeling». International Conference on Electrical Engineering Design & Technologies. Hammamet Tunisia, 2007.

10. Bajenesco T. CTR degradation and ageing problem of optocouplers. Proceedings of 4th International Conference on Solid-State and IC Technology. Beijing, China, 1995.

11. [www.we-online.com/katalog/en/WL-OCDA\\_OPTOCOUPLER\\_PHOTOTRANSISTOR](http://www.we-online.com/katalog/en/WL-OCDA_OPTOCOUPLER_PHOTOTRANSISTOR)

12. Würth Elektronik Webinar: Würth Elektronik reveals the questions about optocouplers. [www.youtube.com/watch?v=dylH3rscT2Y&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=dylH3rscT2Y&feature=emb_logo)

# Зменшення габаритів інверторів за допомогою оптронів Renesas

**При розробленні інверторів промислового призначення та перетворювачів сонячної енергії зустрічаються три вимоги — зменшення габаритів, зниження загальної вартості та відповідність стандартам безпеки. Розробникам важко реалізувати малі розміри та задовольнити вимоги стандартів, використовуючи традиційні компоненти ізоляції схем. У статті описано основи вимог безпеки та показано, як оптрони серій RV1S92xxA і RV1S22xxA виробника Renesas допомагають скоротити до 35% місця між цифровою і силовою частиною схеми інвертора.**

## ВСТУП

У сучасних промислових пристроях (сервоприводах, інверторах, роботах-маніпуляторах) габарити безпосередньо впливають на можливість установлення цих пристроїв у приміщення (у цех заводу, ангар тощо). Водночас не можна зменшувати нижче за певне значення шлях поверхневого розряду — мінімальну відстань на всіх поверхнях пристрою, що не допускає пробую, щоб не завдати шкоди людині або електроніці. Мінімальна відстань «повзучого» розряду (*creepage*) — параметр стандарту безпеки електрообладнання.

Таким чином, ринковий попит на скорочення розмірів пристроїв впирається в неможливість зменшення елементів ізоляції цих пристроїв.

## ДЛЯ ЧОГО ЗМЕНШУЮТЬ ГАБАРИТИ?

На сучасних промислових підприємствах (наприклад, автозаводах) триває боротьба за продуктивність обладнання та зниження споживання енергії. Компактні пристрої виконують більшу питому роботу на квадратний метр площі, підприємство економить на оренді. Скорочується час виконання операцій, час на переміщення всередині та між приміщеннями. Потрібно менше операторів (людей) у зоні з безліччю механізмів (роботів, маніпуляторів) через більш компактне розміщення останніх. Зрозуміло, оператори, що залишилися, повинні володіти відповідними навичками.

Компактні пристрої автоматизації дають змогу оперативніше реагувати на зміни ринку. Простіше змінювати елементи конвеєра, транспортувати, доповнювати виробництво новим обладнанням.

Скорочення розмірів також позитивно впливає на навколишнє середовище. Використовується менше матеріалів (корпусів, плат, дротів), зменшуються витрати на електроенергію, використовувану на охолодження та освітлення цехів. Скорочуються викиди від вантажівок, літаків, кораблів — передбачається, що і в транспортній логістиці будуть використовуватися електротранспортні засоби та електромеханізми з меншими габаритами й достатньою безпекою.

Ще один приклад — концепція житлових будинків без зовнішнього електропостачання, де під час будівництва будинку на дах і стіни (крім північної) встановлюються сонячні панелі. У будинку розміщуються інвертори та контрольне обладнання, все обладнання з'єднується і розводиться по квартирах. Зменшення розмірів інверторів у цьому разі — актуальне завдання.

## СТАНДАРТИ БЕЗПЕКИ

Стандарт MEK/UL 61800-5-1 задає параметри безпеки електроприводів для керування швидкістю електродвигунів. Згідно з ним електрообладнання з посиленою ізоляцією (типу AC200V) має містити компоненти ізоляції з більшою відстанню повзучого розряду, ніж у попередньому стандарті. Схожі вимоги є і в стандарті MEK/UL

61010-2-201, що описує програмовані логічні контролери. Крім того, згідно з MEK 61508, у багатоканальних пристроях необхідно забезпечувати ізоляцію кожного каналу від інших.

Очевидно, що нові стандарти безпеки «виступають проти» зменшення розмірів пристроїв. Вимоги посилюються також до відведення тепла у зв'язку з більш компактним розміщенням компонентів.

Компанія Renesas пропонує використовувати оптрони нової розробки, у яких вузький корпус для щільного комплектування, відстань між выводами входу і виходу 8.2 мм, а температурний діапазон досягає 125 °C.

## СХЕМА ІНВЕРТОРА

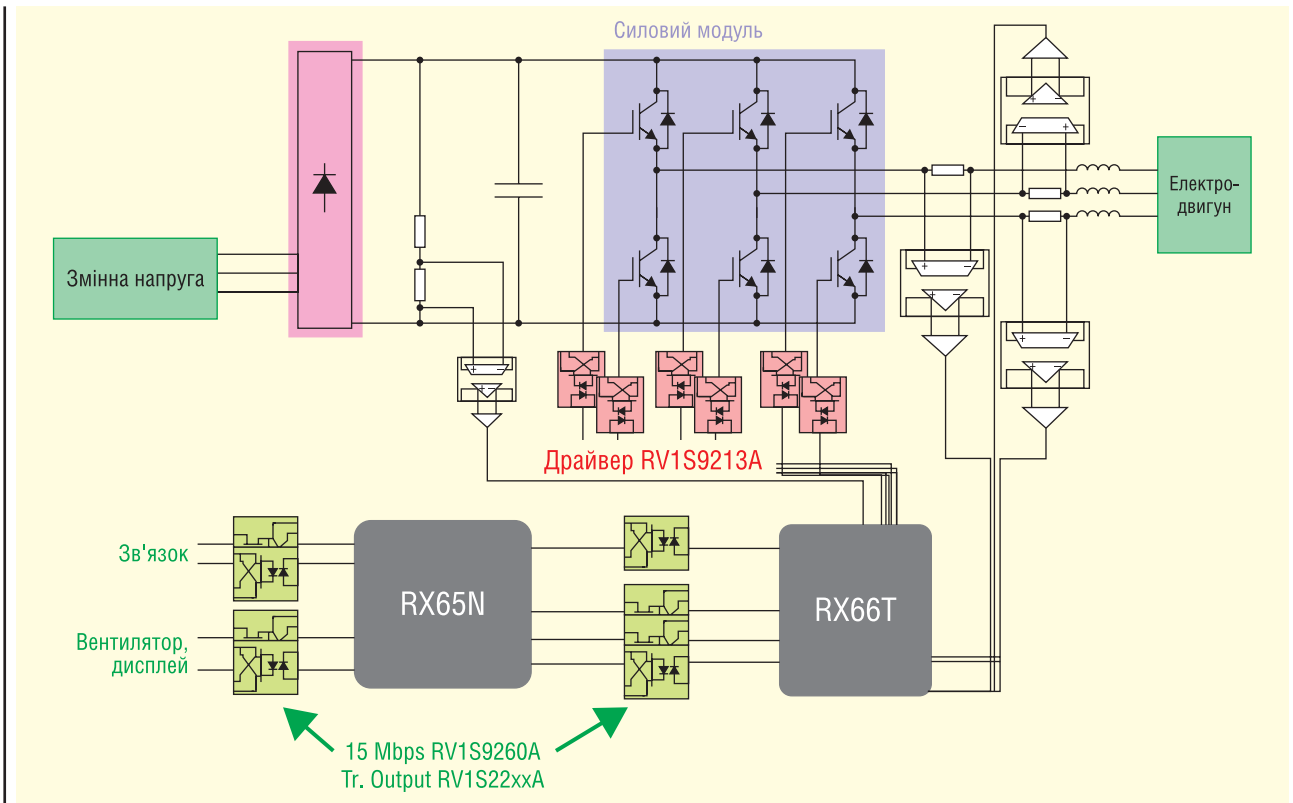
На рисунку 1 показано схему інвертора для високовольтних промислових пристроїв і сонячних панелей. Для зниження втрат на силових ключах і оптимізації споживання схеми керування обрано компоненти виробника Renesas.

У схемі застосовуються оптрони різних типів. Драйвери IGBT та інтелектуальних модулів передають керівні ШІМ-сигнали від мікроконтролера (RX66T) силовим ключам. Ізолювальні підсилювачі та дельта-сигма модулятори використовуються для вимірювання струму фаз двигуна і напруги на лінії.

Крім того, у схемі є низьковольтна частина (на мікроконтролері RX65N), яка відповідає за відображення інформації на дисплеї, керування вентиляторами і зовнішніми інтерфейсами зв'язку. Цифрові оптрони забезпечують оптичну розв'язку мікроконтролера і ліній вводу-виходу.

## ОПТРОНИ У ВУЗЬКОМУ ДОВГОМУ КОРПУСІ

У статті розглядаються оптрони компанії Renesas серій RV1S92xxA і RV1S22xxA в корпусі завширшки 2.5 × 10.2 мм з відстанню ізоляції 8.2 мм.



**Рис. 1.** Функціональна схема 3-фазного інвертора

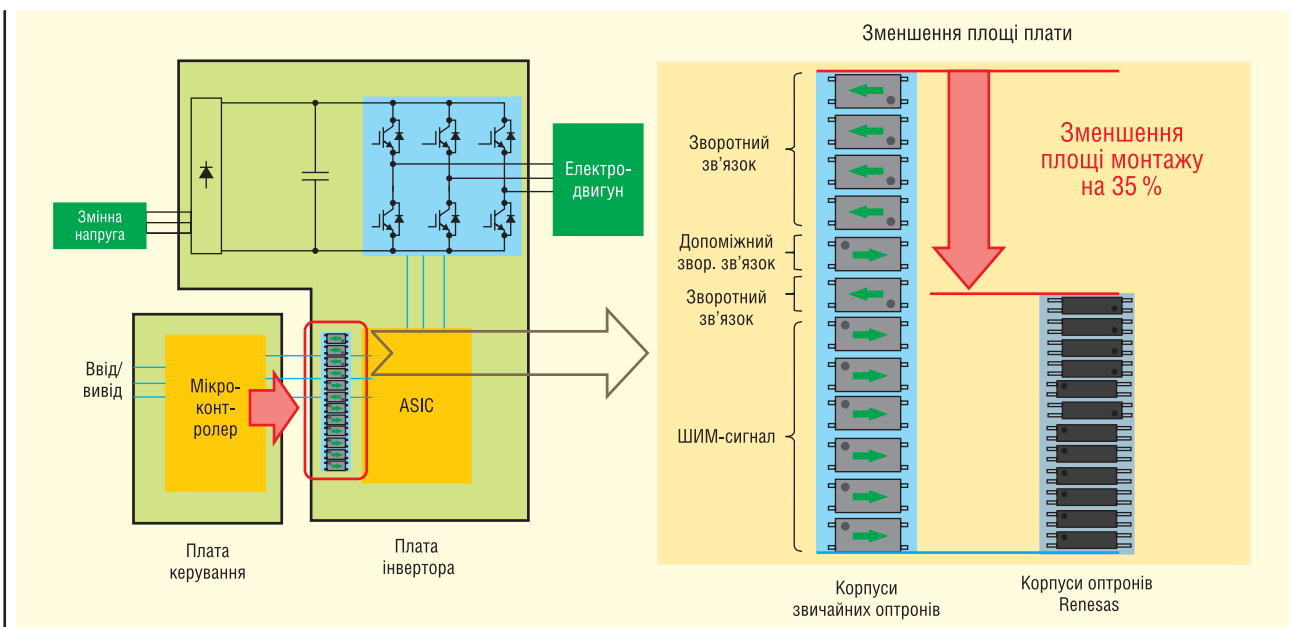
Ізолятори розраховані на напругу пробою 5 кВ (середньоквадратичне значення, протягом 1 хвилини) і робочу напругу ізоляції 1.1 кВ.

Усі розглянуті оптрони пропонуються у виконанні, що відповідає стандарту безпеки DIN EN 60747-5-5. Діапазон робочої температури компонентів: -40...115 °С.

Крок виводів у оптронів цих двох груп становить лише 0.65 мм, що приблизно вдвічі менше, ніж в інших, і дало змогу зробити корпус вужчим, щоб розмістити ізолятори на меншій площі. З урахуванням необхідності роботи розв'язку окремо для кожного керувального сигналу і лінії зворотного зв'язку економія місця досягає 35% (див. рис. 2).

У таблицях 1–2 наведено основні параметри оптронів RV1S92xxA і RV1S22xxA.

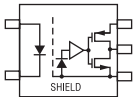
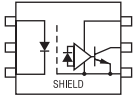
Внутрішня вхідна схема оптронів однакова — світлодіод з'єднаний із вхідними виводами та покритий силіконовим компаундом. Є три варіанти схеми вхідного каскаду: фототранзистор, цифровий КМОП-вихід або вихід з відкри-



**Рис. 2.** Корпуси мікросхем серій RV1S92xxA і RV1S22xxA дають змогу заощадити до 35% займаної площі



Таблиця 1. Основні параметри оптронів RV1S92xxA

Функція	Виріб	Вихід	Розведення виводів	Напр. живлення, В	Вх. струм, мА	Струм споживання, мА	Затримка (макс.), нс	Розкид, нс	СМН, CML (мін.), кВ/мкс	Макс. значення	
										Темп., °С	Напр. ізол., кВ
Високошвидкісний зв'язок (15 Мбіт/с)	RV1S9260A	Активний низький		2.7~5.5	2.6	2	60	20	50	-40~125	5.0
Привід IPM	RV1S9213A	Активний низький		4.5~25	5	1.3	500/750	650	50	-40~125	5.0

Таблиця 2. Основні параметри оптронів RV1S22xxA

Функція	Виріб	Розведення виводів	Коеф. передачі струму			Макс. значення		
			%	@I <sub>F</sub> , мА	@VCE, В	V <sub>кз</sub> , В	Темп., °С	Напр. ізол., кВ
DC-вхід	RV1S2281A		50~400	5	5	80	-40~115	5.0
DC-вхід (низький вх. струм)	RV1S2211A		100~400	1	1	40	-40~115	5.0
AC-вхід	RV1S2285A		50~400	5	5	80	-40~115	5.0

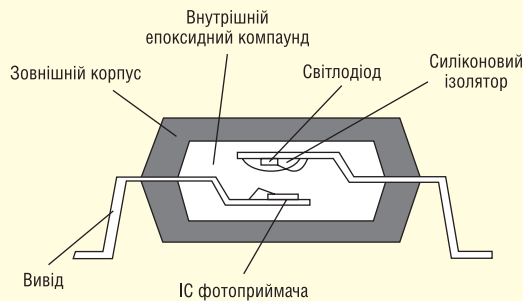


Рис. 3. Поперечний переріз мікросхеми гальванічної розв'язки

тим колектором для управління затвором силового ключа. У разі деградації світлодіода оптрон переходить у відкритий стан (тобто не працює). При цьому не виникає пробій або коротке замикання, як це буває у деяких інших компонентів ізоляції після закінчення терміну служби.

Відстань між світлодіодом і фотоприймачем в оптоізоляторів цієї групи становить 150 мкм. Внутрішній простір заповнений смолою і покритий зверху герметизувальною сумішшю (рис. 3).

## ВИСНОВКИ

Оптопарі та інші опторозв'язувальні компоненти вже кілька десятиків років забезпечують ізоляцію та захист. Вимоги до безпеки електрообладнання зростають, габарити вимушено скорочуються. Відведення тепла від електронних схем ускладнюється.

Компанія Renesas випускає оптрони для щільного компонування на платах керування інверторами. Інвертори застосовуються в сучасних промислових пристроях, які мають відповідати стандартам безпеки MEK/UL 61800-5-1 та іншим.

CN

## УЛЬТРАКОМПАКТНИЙ СЕНСОРНИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ

Компанія **Renesas Electronics Corporation** представила вдосконалений сенсорний модуль «все в одному», призначений для моніторингу якості повітря в приміщенні. RRH62000, перший мультисенсорний модуль якості повітря від Renesas, інтегрує декілька сенсорних параметрів у компактному дизайні та точно виявляє різні розміри частинок, летючі органічні сполуки та гази, шкідливі для здоров'я людини. Завдяки мікроконтролеру Renesas на борту, модуль пропонує інтелектуальне рішення для керування датчиками для ринку систем моніторингу повітря, в тому числі для очищувачів повітря, детекторів диму, систем опалення, вентиляції та кондиціонування, метеостанцій та систем «розумного дому». Надійне вбудоване програмне забезпечення також дозволяє продуктам клієнтів відповідати різним стандартам якості повітря в усьому світі.

RRH62000 має один з найменших розмірів у своєму класі сенсорних модулів — лише 46.6 × 34.8 × 12 мм. Він містить мікроконтролер сімейства RA від Renesas і сім датчиків: лазерний датчик PM1/2.5/10, датчик газу ZMOD4410, а також датчик вологості і температури HS4003. Разом ці датчики можуть виявляти тверді частинки, загальні леткі органічні сполуки (TVOC), оцінювати вміст CO<sub>2</sub>, температуру й вологість в одній системі. Всі ключові компоненти були попередньо інтегровані і повністю відкалібровані на заводі, що дозволяє розробникам починати розробку сенсорних систем прямо з коробки.

Комбінований модуль RRH62000 постачається зі стандартним вбудованим програмним забезпеченням та алгоритмами штучного інтелекту (ШІ), що дозволяє інженерам налаштовувати датчики відповідно до вимог різних екологічних стандартів якості повітря в громадських будівлях.

www.renesas.com

# Теплове моделювання для систем швидкого заряджання високої потужності електромобіля

**Тенденції до підвищення автономності та потужності двигуна матимуть великий вплив на електронну архітектуру майбутніх транспортних засобів. Наступне покоління таких пристроїв генеруватиме, оброблятиме і передаватиме набагато більше даних, ніж нинішні транспортні засоби. Водночас збільшення потужності за великих струмів призведе до генерації у високовольтному тракті сильних електромагнітних полів, що можуть наводити завади в сусідніх сигнальних лініях, а ті, своєю чергою, стати причиною збою в роботі електронних систем електромобіля.**

## ВАЖЛИВІСТЬ РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМ ЗАРЯДЖАННЯ ВИСОКОЇ ПОТУЖНОСТІ

Нові бізнес-моделі з використанням електромобілів стануть прибутковими тільки в тому разі, якщо транспорт постійно перебуватиме в активному використанні. Для цього їм необхідне швидке заряджання, порівнянне за часом із заправкою автомобілів із двигунами внутрішнього згоряння. Вирішити цю проблему може підвищення зарядної потужності до 350 кВт. У цьому разі заряд батареї електромобіля за порівнянний час, тобто, за кілька хвилин, забезпечить його пробіг на 300 км.

Однак збільшення потужності до 350 кВт за напруги 700 В потребуватиме генерації струму на рівні до 500 А, що спричинить відповідні теплові втрати не лише в системі перетворення енергії, а й у системі її передавання — роз'ємах і кабелях. Проблема ще й у тому, що теплові втрати на контактних з'єднаннях спричиняють зростання опору, що, відповідно до закону Джоуля-Ленца, призводить до підвищення тепловиділення і цей процес може призвести до критичної, а потім катастрофічної ситуації відмови системи. Відповідно, під час проектування і розрахунку електропровідних компонентів, щоб уникнути їхнього перевантаження і перегріву, теплові втрати необхідно аналізувати та враховувати. Крім того, у разі перегріву батареї для захисту акумулятора відбу-

вається контрольоване зниження струму і, відповідно, потужності заряджання, але це подовжує час зарядного циклу.

## ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕПЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ ЗАРЯДЖАННЯ ВИСОКОЇ ПОТУЖНОСТІ

Завдання з оптимізації терморегулювання можна вирішити за допомогою безперервного прогнозування поточного стану всіх компонентів у кожній системі електромобіля.

Високий зарядний струм, який наявний під час заряджання високою потуж-

ністю, є станом пікового навантаження для електричної системи електромобіля. Інших режимів експлуатації, за яких відбувається такий тривалий граничний потік енергії, як між точкою заряджання і транспортним засобом, не існує. Навіть під час агресивного водіння, коли водій використовує великі потужності двигуна, навантаження до подібної величини споживання енергії не наближається. Високий зарядний струм спричиняє різке та значне підвищення температури всіх залучених у цьому процесі компонентів, що стає більшою проблемою, коли транспортний засіб не рухається і для охолодження відсутня конвекція. Отже, для забезпечення високопотужного заряджання необхідно спроектувати та визначити електричні та теплові характеристики всієї системи від точки заряджання до акумуляторної батареї автомобіля.

Основним вирішенням цієї проблеми є збільшення поперечного перерізу кабелю. Це дає змогу без перегріву передавати необхідну потужність за того самого значення напруги. Однак, всередині автомобіля це насамперед питання ваги і доступного простору. У цьому плані, для передачі такої ж кількості

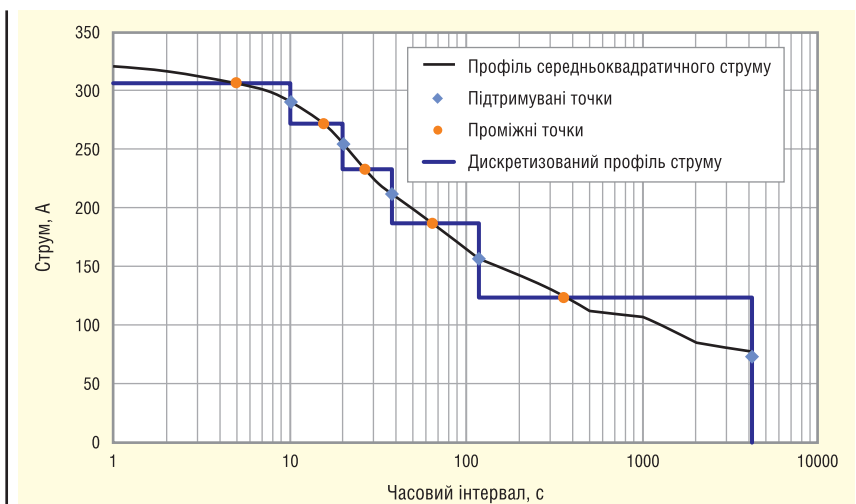
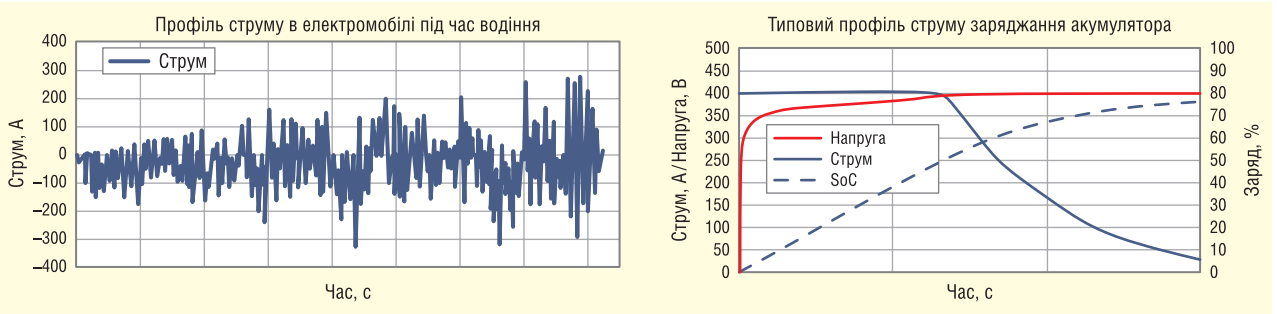


Рис. 1. Фактичний середньоквадратичний і дискретний профіль зарядного струму



**Рис. 2. Профіль зміни споживання струму в процесі водіння порівняно з профілем струму при високопотужному швидкому заряджанні**

енергії за нижчого рівня струму, найкращим варіантом є збільшення напруги. Це пояснює, чому деякі виробники обладнання планують перейти з систем 400 В на системи 800 В, адже для того, щоб високопотужне заряджання стало реалістичною пропозицією, необхідно уникати надмірного збільшення перерізу кабелю та високого струмового навантаження для всіх інших електричних компонентів.

## СУЧАСНІ РІШЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОМПОНЕНТІВ

Доступні на сьогодні способи проектування електричних компонентів сильнострумових кіл не підходять ні для динамічного навантаження під час водіння, ні для вимог високопотужного заряджання. Наявні стандарти ґрунтуються на точках статичного навантаження, які визначаються статистичними методами, що відображають частоту їхнього виникнення та пріоритет. Результатом є середньоквадратичні значення, що відображають статичні умови (рис. 1).

Компоненти, спроектовані відповідно до такого профілю навантаження, отримують додатковий технологічний запас міцності, наприклад, у 20%. Однак фактичний профіль навантаження в електромобілі, наведений на рисунку 2, сильно різко відрізняється від даних середньоквадратичних значень. Дивлячись на ці графіки стає зрозуміло, чому тепловий аналіз для процесу заряджання має настільки велике значення.

Для забезпечення заряджання потужністю 350 кВт потрібен інший підхід до проектування електричних компонентів, оскільки в процесі водіння навантаження змінюється динамічно, але не досягає пікових значень процесу заряджання. Під час водіння енергія батареї витрачається протягом кількох годин, а під час високопотужного заряджання

вона має заповнитися за кілька хвилин. Відповідно, весь високовольний і високострумовий тракт, для розуміння його поведінки під час заряджання, має бути проаналізовано на системному рівні (рис. 3), оскільки середньоквадратичні значення для цього, як можна бачити, явно не підходять.

Як уже було сказано, традиційні методи теплового аналізу, що використовуються в даний час, не дають оптимальних результатів. У підсумку сучасні системи, як правило, з міркувань безпеки, мають завищені розміри, і за потужності заряджання в 350 кВт такий підхід не є прийнятним через значне збільшення ваги, місця, що займається, та загальної зручності використання.

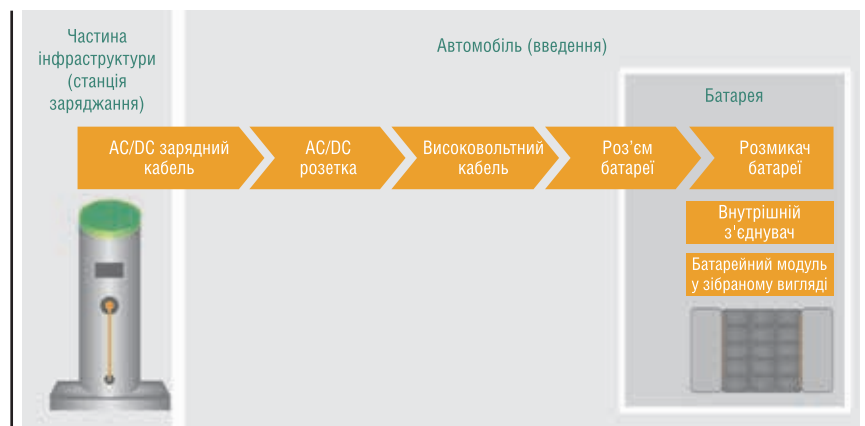
Для подолання зазначених проблем та, відповідаючи на виклики сьогодення, компанія TE Connectivity в рамках своєї діяльності в Асоціації німецьких виробників електротехніки та електроніки (*German Electrical and Electronic Manufacturers' Association, ZVEI*), активно розробляє новий підхід до проектування. Метою підходу є динамічне визначення підвищення температури та розсіювання тепла в системі, за допомогою нових встановлених принципів моделювання. Ця методологія дасть змогу заздалегідь проаналізувати кон-

струкцію компонента та спрогнозувати його продуктивність під час реальної експлуатації. Слід зазначити, що мета цієї роботи не в тому, щоб знизити запас міцності. Реалістичніше теплове моделювання забезпечить і оптимізацію витрат, і водночас безпечну та довгострокову експлуатацію системи заряджання та електромобіля загалом.

## ЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Як відомо зі шкільного курсу фізики, передача електричної енергії призводить до розсіювання потужності у вигляді теплових втрат у провіднику, по якому протікає струм. Основною причиною є електричний опір усіх провідників. Як правило, цей опір відомий для кожного елемента високовольного тракту. Однак, під час роботи опір провідника з підвищенням температури змінюється. Величина потужності, що розсіюється на елементі, може бути розрахована за певного значення струму, напруги та температури, тобто для стаціонарного стану, коли всі шляхи розсіювання тепла збалансовані.

Наявні методи динамічного розрахунку тракту високої напруги не дуже



**Рис. 3. Компоненти передачі струму в тракті заряджання електромобіля**



практичні. Для застосування такого методу, як аналіз методом кінцевих елементів, необхідно було б швидко виконати безліч обчислень для кожної робочої точки. Метод скінченних елементів — це чисельний метод розв’язування диференціальних рівнянь із частинними похідними, а також інтегральних рівнянь, що виникають під час розв’язування задач прикладної фізики. Для безперервних теплових розрахунків у режимі реального часу (в самому транспортному засобі) потрібен інший підхід, що вимагає набагато менше обчислювальної потужності.

Одна з проблем полягає в тому, що розсіювання тепла у високовольтному тракті призводить до уповільнення системи заряджання. При цьому, залежно від маси окремого компонента і сусідніх елементів, що впливають на відведення тепла, кожен компонент буде по-різному реагувати на зміну профілів навантаження. Тому компоненти з обмеженими можливостями розсіювання тепла для керування температурою можуть перетворитися на проблему. Якщо тепло, що виділяється, не може бути розсіяно достатньою мірою, компонент тимчасово стане адіабатичним елементом (тобто перебуватиме у стані відсутності теплообміну з навколишнім середовищем) без будь-якої можливості зовнішнього впливу на процес його перегріву. Необхідно обчислювати такі теплові слабкі місця, щоб система не створювала на них непотрібних обмежень або напружень.

Крім того, розсіювання тепла відбувається кількома шляхами. На додаток до провідного тепловиділення всередині матеріалу, існує також розсіювання через охолоджувальне повітря або потоки охолоджувальної рідини (конвекція). Для кожного компонента в тракті поєднання цих трьох елементів буде різним.

Ще одна проблема полягає в тому, що, коли електричні компоненти нагріваються, це призводить до зміни їхніх електричних або механічних властивостей, і, як наслідок, зменшується їхній термін служби. Чим частіше і сильніше компонент перегрівається, тим швидше скорочується термін його служби. Тому необхідно знайти новий метод, який зможе забезпечити основу для проектування тракту високопотужного заряджання, що задовольнить і економічні критерії, і вимоги безпеки. Такий метод допоможе у виявленні потенційних слабких місць у тепловій системі, що може зменшити подальші зусилля з усунення неполадок.

### МЕТОД СИСТЕМОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Метод системного моделювання обчислює теплові втрати вздовж високовольтного тракту за умов навантаження, що динамічно змінюються. Він заснований на законах Кірхгофа. «Правило вузлів» і «правило контуру» свідчать, що сума всіх струмів у вузлі та сума всіх напруг у контурі мають дорівнювати нулю.

Так само ми знаємо, що енергія завжди зберігається, з чого випливає, що тепла енергія, отримана в результаті електричного опору, точно дорівнює різниці між електричною енергією, що надходить у коло, та енергією, доступною в загальній системі. Еквівалентні схеми використовують безпосередній і лінійний взаємозв’язок між електричною і тепловою поведінкою (табл. 1).

Отже, для моделювання пов’язаних електричних і теплових характеристик можна використовувати еквівалентні принципіві схеми (рис. 4). Так само, як напруга спрямовує струм через резистор, різниця температур викликає перенесення тепла. Різні фізичні механізми перенесення тепла (провідність, конвекція, випромінювання) тут представлені резистором. Отримані алгебраїчні рівняння, представлені у вигляді компонентів, безперервно розраховують тепловиділення залежно від прикладеного струму та напруги, а також температури навколишнього середовища.

Таблиця 1. Взаємозв’язок між електричними та тепловими характеристиками

Електричні характеристики		Теплові характеристики	
I	Струм	P	Тепловий потік
U	Напруга	T	Температура
R	Опір	R <sub>th</sub>	Тепловий опір
C	Ємність	C <sub>th</sub>	Теплоємність

Грунтуючись на процесі тепловиділення, різні види відведення тепла представлені резисторами (тепловими опорами). Використовуючи цей доволі простий метод, можна моделювати окремі компоненти, цілі вироби (наприклад, роз’єм, як на рис. 5) або високовольтний тракт загалом.

Щойно моделі кабелів надійдуть від виробників, з’явиться можливість розрахувати всі проміжні секції. Також можливо інтегрувати компоненти від різних виробників, для цього потрібно лише ввести електричні параметри виробу. У рамках моделі ці параметри застосовуються до алгебраїчних рівнянь, які слідує законам Кірхгофа.

Моделювання здатне визначити:

- розташування джерел тепла і тепловідводів;
- коли рівень температури стає критичним і коли він починає завдавати шкоди компоненту;
- як компонент інтегрується у більший кластер;
- де знаходяться адіабатичні стани і який вплив вони матимуть.

За допомогою отриманої методології можна тестувати профілі динамічного

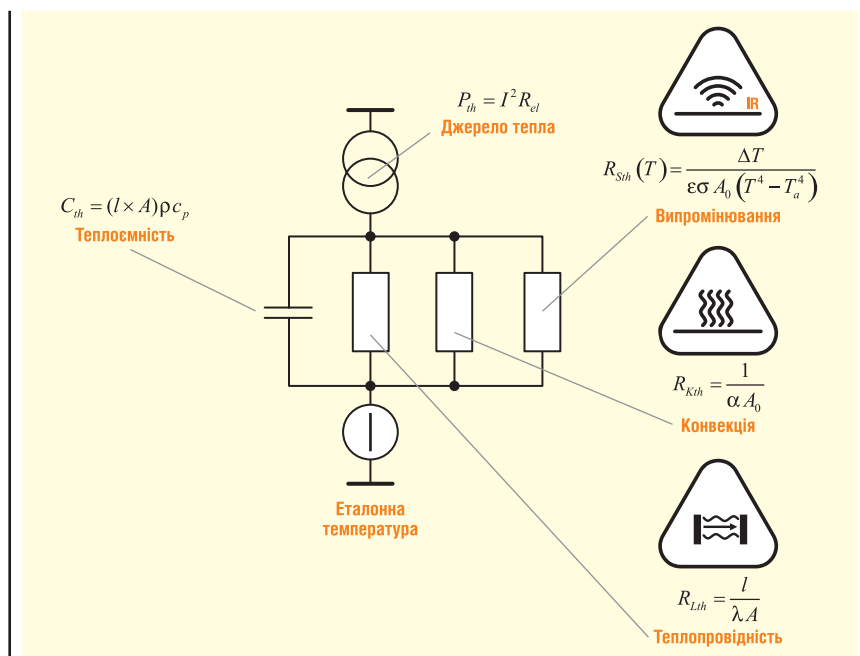


Рис. 4. Приклад еквівалентної схеми

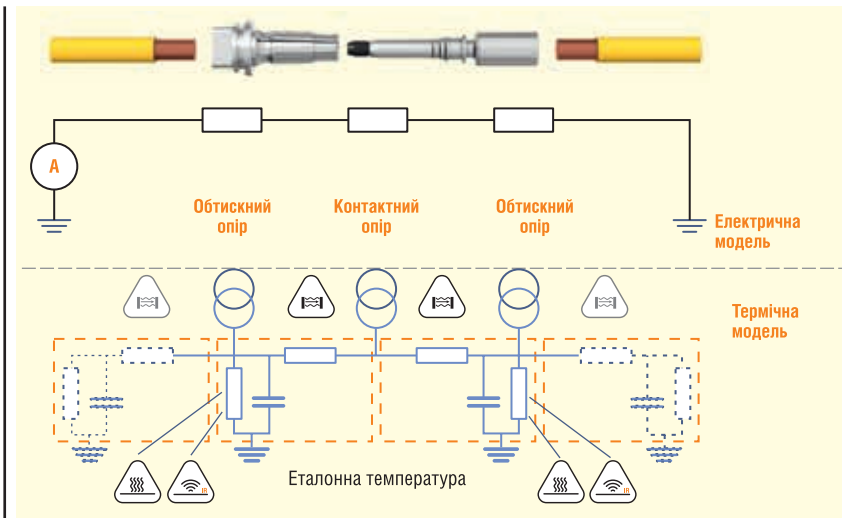


Рис. 5. Приклад моделювання роз'єму

навантаження для кожного компонента у високовольтному тракті з використанням мінімальних обчислювальних потужностей.

### ПОСИЛЕННЯ БЕЗПЕКИ

Обчислювальна потужність, необхідна для такого теплового моделювання, настільки мала, що цю процедуру можна виконувати безперервно на типовому автомобільному блоці керування, як буденне завдання. Це означає, що фактичні профілі навантаження можуть бути розраховані в режимі реального часу під час процесу водіння. Теплові розрахунки в поєднанні з даними датчиків взаємно доповнюють один одного, що може посилити безпеку автоматизованих транспортних засобів, які потребують багаторазового резервування.

### ПРОЄКТУВАННЯ ВИСОКОВОЛЬТНИХ КОМПОНЕНТІВ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Системне теплове моделювання значно наближає конструкцію високовольтних компонентів транспортного засобу до реальних умов експлуатації. Виробникам важливо мати можливість прогнозувати поведінку компонента при впливі теплових факторів. Системне і динамічне теплове моделювання точно прогнозує зміни в роботі компонента в результаті процесів зношення і старіння. Стане можливо змоделювати та передбачити поведінку такої складної системи як високовольтний тракт. Крім

того, симуляція може охоплювати широкий діапазон тестування, який ніколи не буде досягнутий у лабораторних умовах.

### ВИСНОВОК

Для того, щоб безпечно використовувати потужність заряджання 350 кВт і виявити потенційні теплові слабкі місця, необхідно змоделювати повні профілі динамічного навантаження з високою напругою. Системне теплове моделювання високовольтних компонентів, засноване на еквівалентних схемах, надає дані для створення конструкції, яка зможе нагріватися до граничної температури без шкоди для необхідної довговічності та надійності всієї системи. Ці знання допоможуть у розробленні оптимізованої конструкції тракту високої напруги й, таким чином, підвищать рівень безпеки, оскільки теплове навантаження, що моделюється, наближене до реальних умов експлуатації, а простота обчислень дасть змогу моделювати поведінку компонентів прямо в бортовій мережі електромобіля. Кінцева мета полягає в тому, щоб спроектувати компоненти тракту без збільшення розмірів і таким чином, щоб вони могли безпечно витримувати короточасне динамічне навантаження високопотужного заряджання (10 хвилин) упродовж усього терміну служби. Моделювання виявляє гарячі точки (здебільшого це пасивні компоненти з малою масою), які можна змінити й оптимізувати на ранніх стадіях розроблення. Описаний метод у вигляді системного теплового моделювання високовольтних компонентів дасть змогу зробити істотний внесок у процеси перевірки якості.

CN

# РАДІОМАГ

## МЕРЕЖА МАГАЗИНІВ РАДІОДЕТАЛЕЙ

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

## ЕЛЕКТРОННІ КОМПОНЕНТИ

від провідних виробників світу,  
зі складу та під замовлення

Гнучкі ціни



**ТОВ "АДС ТІМ"**  
Україна, 03680, м. Київ  
пров. Ю. Матушка, 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 Айронікс КОМПОНЕНТ



тел.: +38 044 384-17-55  
+38 044 501-07-29  
+38 044 501-80-09  
info.aironixs@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.aironixs.com.ua  
www.aironixs.prom.ua



## ТОВ «АЙПІ-КОМ»

Гуртове постачання електронних компонентів, плівкових клавіатур, світлодіодної комунікаційної продукції, роз'ємів тощо

моб.: 098-980-48-38

ill1982  
ill82@ukr.net  
ip-com.net.ua

**Altway Electronics, Inc**  
5970 Unity Drive Suite E,  
Norcross, GA 30071, USA  
www.altwaygroup.com

### ОПЕРАТИВНІ ПОСТАВКИ ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ

Тел. 044-3-922-911  
E-mail: sales.int@altwaygroup.com

м. Київ, вул. Краківська, 13-Б  
тел.: +38 (044) 330-00-88  
sea.com.ua, info@sea.com.ua

**Постачання:** Електронні компоненти • Джерела живлення • Світлодіодна продукція та оптоелектроніка  
Індикатори, дисплеї • Обладнання для енергетики • Електротехнічна продукція • Кабельно-проводникова продукція • Обладнання для промислової автоматизації • Бездротові компоненти вимірвальні прилади  
Покльоне обладнання і матеріали для пайки • Сонячна енергетика

**Виробництво:** Світлофори та технічні засоби управління дорожнім рухом • Автоматизована система обліку та контролю енергоресурсів • Паркувальне обладнання і системи • WIM - системи динамічного зважування транспорту • Світлодіодні екрани та медіафасади SEA • Система керування місським освітленням  
Комплексна система диспетчеризації ліфтів • Джерело безперебійного живлення

**Послуги:** Великузлове складання обладнання • Прокстування друкованих плат  
Виробництво друкованих плат • Контрактне виробництво електроніки • SMD і DIP монтаж  
компонентів • Камерційні розробки • Прокстування, монтаж, інтеграція, технічне  
обслуговування паркувальних комплексів, світлофорик та WIM об'єктів

Харків: kharkiv@sea.com.ua Дніпро: dnipro@sea.com.ua Львів: lviv@sea.com.ua

www.asanza.com  
**Китай «АНЬЗА»**

**Соня Су**  
Tiedong Dist, Anshan, China  
+86-15042320637  
sonia1102@163.com  
+86-15042320637  
sonia11020728

- ◆ Силова електроніка
- ◆ Мікроелектроніка витратні матеріали
- ◆ Матеріали з металу
- ◆ Керамічні вироби
- ◆ Промислове обладнання

**ТОВ «НВП АСТЕРА»**  
директор **ТЕРЕЙКОВСЬКИЙ  
Артем Семенович**  
Феритові осердя,  
аксесуари, індуктивні елементи

61072, Україна, Харків, вул. Тобольська 42 оф. 222  
тел.: 057-757-2859, факс: 057-728-1808  
050-323-3783, 067-575-4440, 068-616-7777  
http://www.ferrite.com.ua E-mail: ferrite@ukr.net

- Електронні компоненти
- Світлодіодне освітлення
- Друковані плати
- Контрактне виробництво

bis\_electronics @BISelectronic bis@bis-el.kiev.ua | bis-el.com  
+38 (044) 490-35-99

## ВЕРКОМ КОМПОНЕНТС

- 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 Каніст, 2а, оф. 114  
URL: www.verikom.kiev.ua

тел./факс: (+380) 44-501-9335  
(+380) 67-508-0229  
E-mail: sales@tomys.kiev.ua

## WINTEX

Професійний ремонт

(044) 5036112  
(067) 2983455  
(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

03150, Київ, вул. Велика Васильківська, 80

www.wintex.com.ua



## 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).

Швидко 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, 528-3656

<http://plata.com.ua>  
order@plata.com.ua

### Прямі поставки від виробника



FLUKE

Biomedical

AEDgroup

ALEXANDER ELECTRIC

JET

### 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

38 (044) 239-96-06  
38 (044) 498-01-68

[www.grandelectronic.com](http://www.grandelectronic.com)  
office@grandelectronic.com

Булвар Вацлава Гавела, 8  
м. Київ, 03124

**ТОВ "ДЕЛІП"**  
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@dely.info

Незалежний постачальник  
електронних компонентів

**EVOCOM**  
[www.evocom.ua](http://www.evocom.ua)

- Швидкі терміни поставок (до 7 днів)
- Безкоштовна доставка по Україні
- Більше ніж 6 міль. товарів в каталозі

[www.evocom.ua](http://www.evocom.ua) email: info@evocom.ua  
tel. (044) 520 19 13

**ДРУКОВАНІ ПЛАТИ**  
ТЕРМІНОВЕ ВИРОБНИЦТВО ВІД 1-ГО ДНЯ!

Одно-, дво-, багатшарові 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-ЕТАЛ»  
28000, Кіровоградська обл.,  
м. Олександрія, вул. Заводська, 1

Для замовлення:  
Тел.: +38 (050)288-95-73  
e-mail: pcb@etal.ua

З питань ціноутворення:  
Тел.: +38 (066)872-60-65  
e-mail: sb10@etal.ua

**EUROCOM COMPONENTS**

дистрибуція електронних компонентів  
контрактне виробництво

08298, смт. Коцюбинське  
вул. Пономарьова, 7

Тел. +38 044 33 44 575  
E-mail: info@eurocom-c.com

[www.eurocom-c.com](http://www.eurocom-c.com)

**Інтегральні Комплексні Системи**  
Контрактне виробництво електроніки

+38 (050) 469-12-07 info@incos.kiev.ua www.incos.kiev.ua  
Київ, вул. Бориспільська, 9, корпус 111

**IMRAD**  
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  
[www.imrad.com.ua](http://www.imrad.com.ua)

Радіодеталі зі складу – 35 000 найменувань!

**Усе для розробки,  
ремонту 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 (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



**ТОВ "КОМПАНІЯ ОЛЬВІЯ"**  
Корпуса пластикові. Клавіатура плевкова.  
Кабельно-провідникова продукція.

[044] 599.7550 [044] 503.3323 KORPUS.KIEV@GMAIL.COM  
ICQ: 268-782-777  
03113, м. Київ, вул. Дружівська, 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](mailto:info@melsys.com.ua)

+38 044 578 18 15  
+38 096 926 70 69  
+38 063 435 68 10



ІННОВАЦІЯ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ 30

м. Київ, вул. Краківська, 13-Б  
тел. +38 (044) 330-00-88  
[sea.com.ua](mailto:sea.com.ua), [info@sea.com.ua](mailto:info@sea.com.ua)


**Постачання:** Електронні компоненти • Джерела живлення • Світлодіодна продукція та автоелектроніка  
Індикатори, дисплеї • Обладнання для енергетики • Електротехнічна продукція • Кабельно-провідникова продукція • Обладнання для промислової автоматизації • Бездротові компоненти Вимірвальні прилади  
Паяльне обладнання і матеріали для пайки • Сонячна енергетика

**Виробництво:** Світлоформи та технічні засоби управління дорожнім рухом • Автоматизована система обліку та контролю енергоресурсів • Паркувальне обладнання і системи • WIM - системи динамічного зв'язування транспорту • Світлодіодні екрани та медіафасади SEA • Система керування місць освітлення  
Комплексна система диспетчеризації ліфтів • Джерело безперебійного живлення

**Послуги:** Великошарове складання обладнання • Прокрутка друкованих плат  
Виробництво друкованих плат • Контрактне виробництво електроніки • SMD і DIP монтаж компонентів • Комерційні розробки • Прокрутка, монтаж, інтеграція, технічне обслуговування паркувальних комплексів, світлоформки та WIM об'єкти

Харків: [kharkiv@sea.com.ua](mailto:kharkiv@sea.com.ua) Дніпро: [dnp@sea.com.ua](mailto:dnp@sea.com.ua) Львів: [lviv@sea.com.ua](mailto:lviv@sea.com.ua)

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



- Автоматизований SMD монтаж друкованих плат
- Фрезерування панелей, корпусів та пластику
- 3D-друк

фоті Сасієв 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](mailto:info@pcba.com.ua)  
[pcba.com.ua](http://pcba.com.ua)



м. Київ, пров. Ю. Матушак, 3, оф. 307  
тел. +38 (044) 451-60-80 [info@mastek.com.ua](mailto:info@mastek.com.ua)  
моб. +38 (067) 919-51-15 [www.mastek.com.ua](http://www.mastek.com.ua)

Авторизований дистриб'ютор  
NXP, AMPLEON, WeEn в Україні

Microdis Electronics GmbH  
Rheinauer Straße 1  
68766 Hockenheim  
Germany



Дистриб'ютор електронних компонентів

Роман Прокопець  
Менеджер з продажу

М +380 67 475 81 86  
[Roman.Prokopets@microdis.net](mailto:Roman.Prokopets@microdis.net)


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

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

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



За 24 години виготовимо Ваше замовлення

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

[pcbprint24@gmail.com](mailto: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;  
- припій.

Сайт: [pcb24.com](http://pcb24.com)  
e-mail: [pcb24@pcb24.com](mailto:pcb24@pcb24.com)  
+38 (067) 674 99 14



вбудовані процесорні плати

COMexpress  
Qseven  
PC-104  
ETX



www.proxis.ua  
+380(44)4675977  
+380(44)5995977


промислові комп'ютери та системи

**RADIODETAILS**

- Паяльне обладнання
- Вентилятори
- Трансформатори
- Реле
- Конденсатори
- Резистори
- Світлодіодне обладнання
- Акумулятори
- Блоки живлення
- Мобільні аксесуари

КУПУЙ ВИГІДНО

radiodetails.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
- роз'єми
- 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

**Rich E1**  
electronic components

**ТОВ "РИЧЕЛ"**

Поставки електронних компонентів  
Асортимент зі складу та технічна підтримка

вул. Семена Скляренка, 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, 68, 08132, Вишневе, Київська обл.  
Тел. +380 (44) 536 99 44 E-mail: office@rittal.com.ua  
www.rittal.com.ua



**SEA** ІННОВАЦІЯ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ 30

м. Київ, вул. Краківська, 13-Б  
тел. +38 (044) 330-00-88  
sea.com.ua, info@sea.com.ua

**Постачання:** Електронні компоненти • Джерела живлення • Світлодіодна продукція та автоелектроніка  
Індикатори, дисплеї • Обладнання для енергетики • Електротехнічна продукція • Кабельно-провідникова продукція • Обладнання для промислової автоматизації • Бездротові компоненти вимірювальної приладдя  
Паяльне обладнання і матеріали для пайки • Сонячна енергетика

**Виробництво:** Світлоформи та технічні засоби управління дорожнім рухом • Автоматизована система обліку та контролю енергоресурсів • Паркувальне обладнання і системи • WIM - системи динамічного зважування транспорту • Світлодіодні екрани та медіафасади SEA • Система керування місцям освітленням  
Комплексна система диспетчеризації ліфтів • Джерело безперебійного живлення

**Послуги:** Великоузлове складання обладнання • Просктування друкованих плат  
Виробництво друкованих плат • Конфрактно виробництво електроніки • SMD і DIP монтаж компонентів • Комерційні розробки • Просктування, монтаж, модернізація, технічне обслуговування паркувальних комплексів, світлофорних та WIM об'єктів

Харків: khar@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. Желязова, 2-А,  
корт. 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 Консалтинг"





Te  
Юс

**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



**ТЕХПРОГРЕС**

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>



**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



**ELFA DISTRELEC**  
 ПОСТАВКИ ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ  
 ЗІ СКЛАДУ У ЄВРОПІ



**ТОК ЕЛЕКТРОНІК**  
 спеціалізований дистрибутор в Україні

04080, м. Київ  
 вул. Вікентія Хвойки, 16/14  
 склад 10/8

www.distrelec.biz  
 e-mail: ukraine@tok-el.com  
 oksana@tok-el.com

Tel: +38 066 781 66 11  
 +38 093 896 40 88



**SEA** ІННОВАЦІЯ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ 30

м. Київ, вул. Краківська, 13-Б  
 тел. +38 (044) 330-00-88  
[sea.com.ua](http://sea.com.ua), [info@sea.com.ua](mailto:info@sea.com.ua)

**Постачання:** Електронні компоненти • Джерела живлення • Світлодіодна продукція та автоелектроніка  
 Індикатори, дисплеї • Обладнання для енергетики • Електротехнічна продукція • Кабельно-провідникова  
 продукція • Обладнання для промислової автоматизації • Бездротові компоненти вимірювальні прилади  
 Пальне обладнання і матеріали для пайки • Сонячна енергетика

**Виробництво:** Світлофори та технічні засоби управління дорожнім рухом • Автоматизована система обліку  
 та контролю енергоресурсів • Паркувальне обладнання і системи • WIM - системи динамічного заважування  
 транспорту • Світлодіодні екрани та медіафасади SEA • Система керування міським освітленням  
 Комплексна система диспетчеризації ліфтів • Джерело безперебійного живлення

**Послуги:** Великузлове складання обладнання • Прокрування друкованих плат  
 Виробництво друкованих плат • Контрактно виробництво електроніки • SMD DIP монтаж  
 компонентів • Комерційні розробки • Прокрування, монтаж, модернізації, технічне  
 обслуговування паркувальних комплексів, світлофорик та WIM об'єктів



Харків: [kharkiv@sea.com.ua](mailto:kharkiv@sea.com.ua) Дніпро: [dnipro@sea.com.ua](mailto:dnipro@sea.com.ua) Львів: [lviv@sea.com.ua](mailto:lviv@sea.com.ua)



**Trafaret**


Полімерні трафарети для SMD монтажу

www.trafaret.net.ua  
 e-mail: order@trafaret.net.ua  
 тел. 063-851-12-76, 098-871-58-76



**PHOENIX CONTACT**

phoenixcontact.com



**ФІЛУР ЕЛЕКТРИК**

Електронні компоненти  
 Технологічне обладнання, інструменти, матеріали  
 Комплектуючі для Hi-Fi та Hi-End

вул. Гетьмана Павла Полуботка, 22/14  
 м. Київ, Україна, 02100  
[www.flur.net](http://www.flur.net)

+38 (068) 496 75 75  
 +38 (044) 495 75 75  
[offices@flur.net](mailto:offices@flur.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



**KEYSIGHT TECHNOLOGIES**  
 Авторизований дистрибутор



**ЮСТАС**

Електронні компоненти провідних світових виробників:  
 конденсатори всіх типів, транзистори, тиристорні,  
 мікросхеми, діоди, діодні мости, кварци,  
 індикаторна продукція всіх типів, вентиляторні,  
 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  
 поведілок - субота з 10.00 до 18.00

<http://justas-electronics.com.ua>  
 +38 (093) 020-40-51

# ГОЛОВНА ГАЛУЗЕВА ВИСТАВКА УКРАЇНИ

02–03/10/2024  
Київ, ACCO International

SECURITY 2.0 – це 27 років досвіду проведення основної галузевої виставки «БЕЗПЕКА», поєднаного із сучасним форматом демонстрації досягнень у сфері безпеки.

Участь у виставці SECURITY 2.0 – гарантована зустріч із потенційним замовником.

## SECURITY 2.0

[www.bezpeka.ua](http://www.bezpeka.ua)

### ТЕМАТИЧНІ НАПРЯМИ

СУЧАСНІ ТЕХНО-  
ЛОГІ БЕЗПЕКИ



ЦИФРОВА БЕЗПЕКА  
ГРОМАД



ГУМАНІТАРНЕ  
РОЗМІНУВАННЯ



СПОРУДИ ЦИВІЛЬНОГО  
ЗАХИСТУ



БЕЗПЕКА  
ІНФРАСТРУКТУРИ



ІНДИВІДУАЛЬНИЙ  
ЗАХИСТ



КІБЕРБЕЗПЕКА



ПЕРША ТА ДОМЕ-  
ДИЧНА ДОПОМОГА



### СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ЗАХОДИ

- Безпека громад і підприємств: цифрова безпека та цивільний захист.
- Майстер-класи з домедичної підготовки.
- Гуманітарне розмінування територій України та домедична допомога. Сучасні технології та обладнання.

### КОНТАКТИ ОРГКОМІТЕТУ

- Валентина Михайлова  
+380 (67) 504-0149  
+380 (66) 353-1902  
[mikhailova@eindex.kiev.ua](mailto:mikhailova@eindex.kiev.ua)
- Сергій Товпига  
+380 (67) 245-1902  
[tovpiga@eindex.kiev.ua](mailto:tovpiga@eindex.kiev.ua)





VI Міжнародна спеціалізована виставка  
низьковольтної електротехніки  
та електроніки

# ELECTRO INSTALL 2024

**Жовтень 15–17**



**МІЖНАРОДНИЙ  
ВИСТАВКОВИЙ ЦЕНТР**

Україна, м. Київ, Броварський пр-т, 15

тел.: +38 (095) 268-05-84

e-mail: [lyudmila@iec-expo.com.ua](mailto:lyudmila@iec-expo.com.ua)

[www.iec-expo.com.ua](http://www.iec-expo.com.ua)





# III МІЖНАРОДНА СПЕЦІАЛІЗОВАНА ВИСТАВКА



## 15–17 жовтня 2024



МІЖНАРОДНИЙ  
ВИСТАВКОВИЙ ЦЕНТР  
м. Київ, Броварський пр-т, 15  
станція метро «Лівобережна»



+38 (095) 268-05-84



lyudmila@iec-expo.com.ua



www.iec-expo.com.ua



НАБЛИЖАЄМО ЕНЕРГЕТИКУ  
МАЙБУТНЬОГО СЬОГОДНІ

ХVІ МІЖНАРОДНА  
СПЕЦІАЛІЗОВАНА ВИСТАВКА  
ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ, ЕКОЛОГІЇ,  
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

15–17 ЖОВТНЯ

EcoEnergy  
Expo'2024



МІЖНАРОДНИЙ  
ВИСТАВКОВИЙ ЦЕНТР  
м. Київ, Броварський пр-т, 15  
станція метро «Лівобережна»



+38 (095) 268-05-84



lyudmila@iec-expo.com.ua



www.iec-expo.com.ua





XXI МІЖНАРОДНА СПЕЦІАЛІЗОВАНА ВИСТАВКА

# ЕНЕРГЕТИКА В ПРОМИСЛОВОСТІ '2024



**15–17  
ЖОВТНЯ**



МІЖНАРОДНИЙ  
ВИСТАВКОВИЙ ЦЕНТР  
м. Київ, Броварський пр-т, 15  
станція метро «Лівобережна»



+38 (095) 268-05-84



lyudmila@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



## 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  
SEMİTOP E1/E2: 0.37–30 кВт



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



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



# 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