



серії NGE



## Нові AC/DC-адаптери 12-90 Вт

- Напруга живлення: 80-264 В AC або 113-370 В DC
- Споживання без навантаження <math><0.075\text{ Вт}</math>
- Надзвичайно низький струм витоку <math><100\text{ мкА}</math> (відповідає 2xMOPP, підходить для медичних пристроїв, контактуючих з тілом людини)
- Відповідність міжнародним стандартам (ITE, медицина, промисловість, побутові)
- Широкий діапазон робочих температур від  $-30$  до  $+70^{\circ}\text{C}$
- Захист від короткого замикання, перевантаження, перенапруги
- Корпус із вогнестійкого пластику 94V-0
- Доступні різні роз'єми постійного струму на виході (опція)
- 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](mailto:info@sea.com.ua), [www.sea.com.ua](http://www.sea.com.ua)



# Багатофункціональне реле контролю напруги в 3-фазних мережах з LCD-дисплеєм **HRN-100/2**

Багатофункціональне реле HRN-100/2 призначене для контролю мінімального ( $U_{\min}$ ) та максимального ( $U_{\max}$ ) рівнів напруги, частоти, асиметрії, послідовності, обриву фаз та нейтралі.

- вимірює дійсне ефективне значення напруги змінного струму (True RMS)
- історія п'яти останніх аварійних станів, доступна для перегляду ретроспективно
- пломбована прозора кришка для дисплея та елементів керування
- 3- або 4-провідне підключення
- контролює високу та низьку напругу, частоту, асиметрію, послідовність, обрив фаз та нейтралі у 3-фазній мережі живлення від контрольованої напруги
- обидва контакти можна налаштувати індивідуально

## Режим вихідного контакту

Вибір режиму спрацювання контакту при фіксації аварії — замикаючий або розмикаючий (режим Fail Safe / Non Fail Safe)

Режим	Стан ОК	Стан аварії
Fail Safe	15&25  18&28	15&25  18&28
Non Fail Safe	15&25  18&28	15&25  18&28

Діапазон напруги живлення та вимірювання	$U_{LN}$ - 90 - 288 V, (45-65 Hz) $U_{LL}$ - 155 - 500 V, (45-65 Hz)
Регульована асиметрія	Абсолютна: 5 - 99 V AC / у відсотках: 2 - 50%
Точність вимірюваної напруги та частоти	+/- 5V; 0,3 Hz
Кількість контактів	2xCO (AgSnO2)
Номінальний струм	5A / AC1
Механічний/електричний ресурс	$1 \times 10^7$ / $1 \times 10^5$
Робоча температура	-10.. +60 °C
Габаритні розміри	90 x 36 x 66,5 мм
Регульована затримка $T_{ON}$	0,5 - 999 с
Регульована затримка $T_{OFF}$	0,1 - 999 с
Фіксована затримка	<100 мс (зникнення U, чергування фаз), <500 мс (обрив нейтралі)



Для перегляду сторінки  
продукту з детальною  
інформацією скористайтесь  
QR-кодом

**ETI Україна**

04128, м. Київ, вул. Мрії, 19  
тел. +38 (044) 494-21-80, 82  
www.eti.ua

**ETI**  
SWITCH TO  
A SAFE FUTURE

International Electrotechnical Magazine  
**ЕЛЕКТРИК**  
 Міжнародний Електротехнічний Журнал

Науково-популярний журнал  
 Видається з січня 2000 р.  
**10/2025 (270) жовтень.**  
 Періодичність – 12 разів на рік  
 Зареєстрований Державною реєстраційною  
 службою України  
 Серія КВ № 02.12.2011г.

**Засновник**  
 ДП «Видавництво Радіоаматор»  
 Київ, «Радіоаматор»

Головний редактор  
 electrik\_@ukr.net

**Редакційна колегія:**  
 А.Ю. Саулов (голова)  
 А.Н. Кравченко, д.т.н., професор  
 Н.П. Власюк  
 А.Г. Зьзюк  
 А.В. Кравченко  
 З.А. Салахов

**Адреса редакції:**  
 Київ, вул. Краківська, 13А

Для листів:  
 lat@ukr.net  
 066 271 35 94  
[http:// www.electrician.com.ua](http://www.electrician.com.ua)



Соц. мережі

**Видавник: ДП «Видавництво «РадіоАматор»**  
 С.В. Латись, директор, lat@ukr.net  
 тел. 066 271 35 94

**Реклама:**  
 тел. 066 271-35-94, lat@sea.com.ua

**Передплата та реалізація:**  
 lat@ukr.net  
 066 271 35 94

**Адреса видавництва «Радіоаматор»**  
 Київ, Краківська, 13А

**Підписано до друку 31.10.2025 р.**  
**Дата виходу у світ 05.11.2025 р.**  
**Формат 60x84 / 8. Умов. друк. арк. 3,46**  
**Обл. вид. арк. 4,62.**

**Підписні індекси:**  
 ДП «Преса» (для України):  
 для приватних осіб 22901, 8045;  
 Загальний наклад по країнам СНГ та ЄС: 6500 прим.  
 Ціна договірна.

**Надруковано** з комп'ютерного набору  
 в типографії видавництва «Аврора-Принт»  
 м. Київ, вул. Причальна, 5. Тел.: (044) 550-92-44

Реферується ВІНИТИ.  
 Журнал «Електрик. Міжнародний  
 електротехнічний журнал», м. Київ.  
 Видавництво «Радіоаматор»,  
 Україна, м. Київ, вул. Краківська, 13А.

Повне або часткове переддрукування матеріалів в інших  
 виданнях можливе лише за письмовою згодою ДП  
 «Видавництво Радіоаматор». За зміст реклами  
 и об'яв несе відповідальність рекламодавець.  
 Точка зору редакції журналу може не збігатися  
 з точкою зору авторів статей.

© Видавництво «Радіоаматор», 2025



## Дорогі друзі!

У цьому номері нашого журналу розміщені статті по тематиці: нові компоненти, з'єднувачі, системи передачі даних та джерела живлення.

У статті «Нові досягнення в галузі стабільності перовскітних сонячних елементів» (автор Анатолій Семчев) розглядається чому в останні роки перовскітні матеріали привернули до себе значну увагу завдяки їх перспективному потенціалу в перетворенні сонячної енергії в електричну.

Звертаємо вашу увагу на статтю «Проблема деградації електричних характеристик з'єднувачів» (автор Олександр Шайлет). У статті розглядаються питання: «Як впливає температура навколишнього середовища та власне нагрівання на опір контакту?»; «Чи треба обмежувати струм при підвищенні температури середовища, особливо коли воно близьке до максимальної робочої температури, допустимої для роз'єму?».

В даний час зі змістом усіх статей з номерів журналу «Електрик. Міжнародний електротехнічний журнал» за 2022, 2023, 2024 та 2025 роки можна безкоштовно ознайомитись на сайті журналу <http://www.electrician.com.ua>.

Для цього треба зайти в розділ «Новини» сайту, вибрати новину про вихід номера журналу «Електрик», що вас цікавить, і перейти за посиланням, яке міститься в конкретній новині. Також зі змістом номерів журналу можна ознайомитись в розділі «Архів» сайту.

Аналогічно можна ознайомитись зі змістом статей номерів журналу «Радіо Компоненти» за той самий період.

**Редколегія журналу «Електрик.  
 Міжнародний електротехнічний журнал».**





- 1 Від редакції
- 2 Зміст

### Техніка та технології

- 4 Нові компоненти та рішення від Würth Elektronik: все менше місця для магії в електроніці
- 8 ROCK-301: P65 безвентиляторний ПК військового класу
- 10 Новий флагман серед клемних колодок для роз'єднувачів трансформаторів полегшує підключення і роботу з трансформаторами струму і напруги Торстен Шлоо
- 14 Перспективи електронного обладнання для супутникового Інтернету та зв'язку. Частина I. Устаткування ViaSAT та супутникових угруповань Андрій Кашкаров
- 18 Нові досягнення в галузі стабільності перовскітних сонячних елементів Анатолій Семчев

### Виробництво та ресурси

- 20 Джерела живлення MEAN WELL у питаннях та звітах. Частина 2 Анатолій Долгов,
- 26 PLANET WGS-4215-8P2XV – настінний керований Ethernet-комутатор для промислових застосувань
- 32 Новий водневий датчик може відкрити більш безпечне та екологічно чисте енергетичне майбутнє Андрій Лапій



## Інженерні рішення

34 Проблема деградації електричних характеристик з'єднувачів

Олександр Шайлет

38 Інверторний генератор: тиха революція у світі портативної енергії

Ігор Петренко

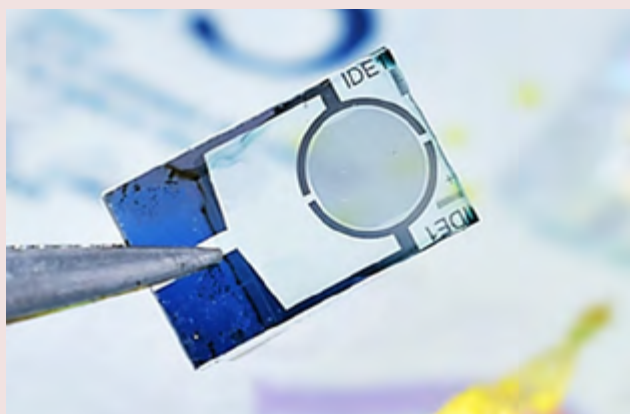
40 Елементи для швидкого заряджання

Ігор Семенов

43 Модулі діодних мостів із підвищеною стійкістю до перевантажень

Олександр Колесніченко

44 Візитниця



Про новинки у продуктових лінійках Würth Elektronik розповідає генеральний директор групи компаній Würth Elektronik eiSos доктор Олівер Конц.

## Нові компоненти та рішення від Würth Elektronik: все менше місця для магії в електроніці

(Матеріал надано компанією Würth Elektronik)

Група компаній Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG (Würth Elektronik) – один із найбільших у світі виробників електронних та електромеханічних компонентів та модулів. На 16 виробничих майданчиків, що належать німецькій компанії, розташованих у різних країнах світу, працює близько 9 тис. співробітників. Продукція групи компаній добре відома у галузі, тому на виставці Electronica Automotive Conference 2025 (10-11 вересня, Messe München) ми попросили фахівців компанії розповісти про ті вироби, які в компанії вважають найбільш цікавими та важливими для себе на сьогоднішній день. Зі стендом Würth Elektronik нас знайомив її генеральний директор, доктор Олівер Конц (Oliver Konz).

Стратегія розвитку Würth Elektronik спрямована на максимальне розширення номенклатури деталей, компонентів і функціональних вузлів, що встановлюються на друковану плату. Просуваючись вперед у вирішенні цього завдання, ми фактично щороку організуємо



або купуємо якийсь новий напрямок бізнесу. І цього року на виставці наш стенд складається з 12 «острівців», присвячених кожній своїй тематиці – фільтрації, живленню, з'єднувачам, світлодіодам тощо – і скрізь ми показуємо чимало нових виробів. Багато відвідувачів нашого стенду відзначають, що Würth Elektronik, мабуть, представила найбільшу кількість новинок серед усіх учасників виставки.

Найбільший інтерес викликають, мабуть, конденсатори. У нас з'явилися три серії полімерних конденсаторів великої ємності – від 15 до 560 мкФ – у виконанні для поверхневого монтажу: WCAP-PHGP, WCAP-PHSE, WCAP-PHLE. Ми бачимо перспективу широкого використання полімерних конденсаторів у майбутньому, тому розвиваємо цю лінійку особливо інтенсивно. Пропонуємо також нову серію електролітичних конденсаторів для поверхневого монтажу WCAP-ASLU (рис.1). Це компактні вироби діаметром від 3 до 8 мм при ємності від 0.1 до 330 мкФ з низькими струмами витоку, які можна застосовувати як фільтри в DC/DC-перетворювачах. Ще один новий продукт – суперконденсатор серії WCAP-STSC ємністю від 3 до 50 Ф.

Багато нового з'явилося у світлодіодному підрозділі: розширилися лінійки підсвічувальних, інфрачер-



Рис.1



Рис.2

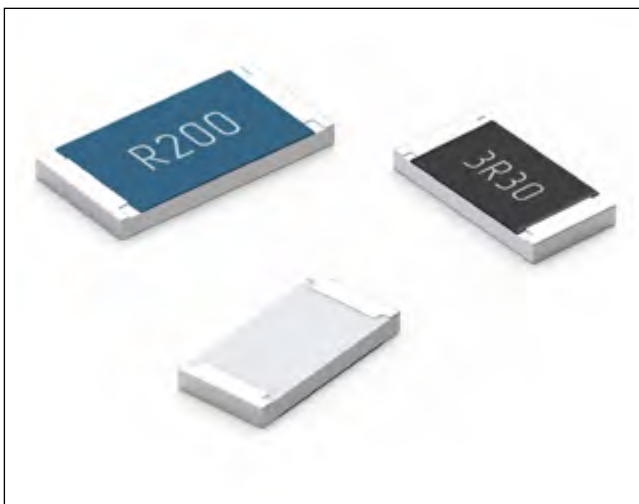


Рис.3



Рис.4

воних та ультрафіолетових світлодіодів, з'явилися більш мініатюрні рішення щодо одно-, дво- та триколірних світлодіодів. Нарешті, розпочав виробництво зовсім нового для нас класу продукції: фотодіодів та фототранзисторів в корпусах для поверхневого та вивідного монтажу.

Ще один новий напрямок нашого виробництва – кварцові генератори WE-SPHO та резонатори WE-XTAL (рис.2). Їх виробляє англійська компанія IQD Frequency Products, що нещодавно увійшла до складу Würth Elektronik. Вони мають сильний інжиніринг, налагоджене виробництво, серйозну складську програму, і в цілому компанія відмінно вписалася в нашу модель роботи. Зараз цей підрозділ перебуває у процесі інтеграції: на нову продукцію має бути випущений весь прийнятий у нас комплект документації, у тому числі 3D-моделі та інші технічні матеріали для розробника; виробники повинні отримати наші стандартні позначення, потрібно створити складські запаси, нарешті просто ввести в курс наших замовників. Цей процес займає від одного до двох років, і лише після його завершення продукт перестає позиціонуватися як новий.

Багато замовників питали, коли у нашій номенклатурі з'являться резистори – і тепер вони з'явилися. Ми освоїли виробництво кількох серій струмочутливих резисторів для поверхневого монтажу типорозмірів від 0402 до 2512 (1225).

Одна із серій, WRIS-KSKE (рис.3) - тонкоплівкові резистори загального призначення (опір від 0.05 до 10 Ом, потужність від 0.125 до 1 Вт). Інша – товстоплівкові резистори WRIS-PSMB (рис.4) з великим діапазоном опорів і потужностей (5-10 мОм, 0.33-1 Вт), але з підвищеною стабільністю температурного коефіцієнта опору (100 ppm/°C), третя – тонкоплівкові резистори WRIS-KWKB високої потужності (до 2 Вт).

Ми свідомо розпочали з великої групи резисторів. Розробка, яку Würth Elektronik анонсує у статусі нового продукту, має на цей момент пройти всі внутрішні та зовнішні етапи тестування, отримати необхідні сертифікати та бути доступною зі складу. Це велика робота, і в даному випадку ми вирішили краще розпочати з обмеженої номенклатури. Потім ознайомити з нею замовників, отримати від них зворотний зв'язок і, у разі необхідності, щось відкоригувати в частині параметрів виробу, ціноутворення тощо. Якщо запустити одразу всю продуктову лінійку резисторів, це буде значно складніше і дорожче.

Велику увагу ми приділяємо розробці та виведенню на ринок готових рішень – функціональних модулів, які, як деталі конструктора LEGO, розробник може швидко вбудувати в свою систему. Це стосується насамперед двох наших найсильніших компетенцій – живлення та фільтрації, тобто пристроїв, функціонування яких ґрунтується

на використанні властивостей феромагнетиків. В обох напрямках ми розвиваємо інтегральні рішення, акцентуючи увагу на проблемах перешкоди придушення. Тут у нас також багато новинок, найочікуваніші з яких – готові фільтри різного порядку для підключення до входу та/або виходу пристрою, який потрібно захистити від перешкод або який сам «шумить». У частині модулів живлення ми постійно розширюємо лінійку DC/DC-перетворювачів, пропонуємо замовникам нові варіанти. Серед них є пристрої зі стандартним, масово затребуваним набором характеристик, а є такі, аналогів яким на ринку не зустрічається.

На перешкодах хотілося б зупинитися докладніше. Цьому напрямку на нашому стенді присвячені два «острівці» (рис.5). Електромагнітні перешкоди – складне явище, розробники електроніки часто порівнюють їх із чорною магією: важко зрозуміти, як вони виникають, як саме діють на пристрій, чи впоратеться він з ними чи ні. Свої напрацювання у цій галузі ми показуємо на виставці під гаслом No black magic any more. We are doctors, we know the recipe («Більше ніякої чорної магії. Ми – лікарі, знаємо рецепт»). Відповідно, «острівець» названо EMS Hospital Island – «EMC-лікарня». Основна ідея полягає в тому, щоб показати розробникам, що фахівці Würth Elektronik готові допомогти «вилікувати» пристрій від перешкод – представники ком-



Рис.5

панії, які там працюють, в «лікарні» навіть одягнені у білі халати – як справжні лікарі.

У Würth Elektronik працюють висококваліфіковані експерти в галузі фільтрації та імпульсних джерел живлення. Ми випустили вже 5-е видання книги «Трилогія магнетиків», в якому додано близько 100 сторінок, що містять практичні приклади рішень у галузі боротьби з перешкодами. І ми пропонуємо не лише готові модулі. У нас з'явилися дизайн-кити, які дозволяють замовнику правильно спроектувати свою систему: по-перше, дослідити електромагнітні поля, що генеру-

ються його пристроєм, зрозуміти, які виникають шуми, і, по-друге, підібрати компоненти схем, що фільтрують, здатних ці шуми придушити та звести до прийняттого рівня.

Взагалі ми націлені на те, щоб до кожного типу продукції дати інструмент, який допомагав би зрозуміти, як цей продукт можна використовувати якнайкраще. Наприклад, ми поставляємо велику номенклатуру матеріалів, що екранують, і пропонуємо набір (каталожний номер 360002), за допомогою якого розробник може сам експериментувати з матеріалом, підбираючи оптимальну форму екрану для своєї плати. Інший приклад – дизайн-кит (номер 760308EMP) для відпрацювання системи бездротової зарядки потужністю до 200 Вт, що дозволяє зібрати невеликий стенд для підбору номіналів та дослідження процесів у системі.

Якщо говорити про масштабніші речі, то треба зазначити, що глобальні зміни, що відбуваються в індустрії, сприятливі для Würth Elektronik. Переважною аудиторі-

єю ще за часів створення компанії було визначено малі та середні виробництва. Це і сьогодні наш базовий сегмент, і ми бачимо тенденцію руху ринку в цей бік. Так, великі гравці продовжують відігравати свою роль; проте автоматизація, універсализація устаткування, нові технології формоутворення і складання, інформаційна інтеграція процесів розробки, підготовки виробництва, виготовлення виробів та його випробувань – все те, що приносять у світ сучасні технології, – розширюють можливості середніх і дуже невеликих компаній. Наприклад, ми можемо чітко спостерігати цю тенденцію на прикладі виробників безпілотних систем, зокрема дронів.

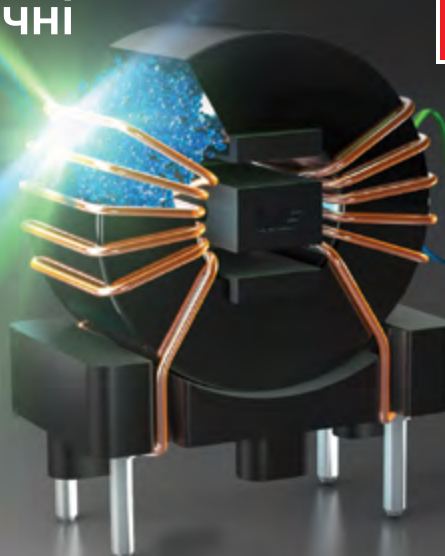
Підсумовуючи, хотілося б відзначити, що для нас не має значення – хто наш клієнт і замовник, автомобільний концерн, що виробляє електромобілі, або невеликий стартап, що виготовляє дрони чи безпілотні таксі. Рівень ставлення та сервісу буде на однаково високому рівні для всіх.

## Електронні та електромеханічні компоненти



WÜRTH  
ELEKTRONIK  
MORE THAN  
YOU EXPECT

- Провідний німецький виробник, лідер ринку.
- Відвантаження менші, ніж норми упаковки по всій каталожній продукції.
- Комплекти для розробників з безкоштовним постійним поповненням.
- Програмні інструменти (3D-моделі всіх компонентів, бібліотеки для Altium, EAGLE, програми-симулятори та бібліотеки до них).
- Надання безкоштовних зразків.
- Підтримка європейським складом більше 95% всієї стандартної (каталожної) продукції.
- Термін поставки 2–4 тижні.



Ексклюзивний дистриб'ютор Würth Elektronik в Україні  
[www.symmetron.ua](http://www.symmetron.ua)

# СИММЕТРОН-ЕК

КИЇВ

вул. Є. Сверстюка, 13, оф. 903  
+38 0 (44) 239-2065, 494-2525  
kiev@symmetron.ua

ХАРКІВ

вул. Мירוносицька, 72  
+38 0 (57) 750-8022, 754-5807  
kharkov@symmetron.ua

# WAGO

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



**МІКРО  
П Р И Л А Д**

**ТОВ МІКРОПРИЛАД**

офіс 101, вул. Омеляна Пріцака, 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)

Advantech оголошує про випуск ROCK-301, вбудованого комп'ютера без вентилятора, призначеного для критично важливих додатків.

# ROCK-301: IP65 безвентиляторний ПК військового класу



(Матеріал надано ПРОКСИС™)

Розроблений для задоволення суворих вимог таких галузей, як робота просто неба, автомобільні системи, оборонна промисловість і важка промисловість, ROCK-301 є ідеальним рішенням для жорстких умов експлуатації, що вимагають високої продуктивності та надійності.

## Розроблений для суворих умов експлуатації

ROCK-301 оснащений замикаючими круглими роз'ємами, захистом від електростатичного розряду, корпусом з класом захисту IP65 і пройшов 48-годинне випробування в сольовому тумані. Ці характеристики забезпечують надійний захист від води та пилу при використанні просто неба, що робить його ідеальним для застосування в транспорті, гірничодобувній промисловості, будівництві та сфері громадської безпеки. Бездоганно працюючи в екстремальних температурах від -40 °C до 71 °C, ця система забезпечує надійність навіть у найскладніших умовах.

## Передовий штучний інтелект і надійна модульна розширюваність

Оснащений оперативною пам'яттю DDR5, твердотільним накопичувачем SATA SSD і роз'ємом USB4, ROCK-301 підтримує розширену обробку даних і підключення. Його слот розширення M.2 2280 містить модулі штучного інтелекту (ШІ), що робить його ідеальним для граничних обчислень та інтелектуальних системних додатків. Модульна конструкція розширення вводу/виводу дозволяє розширювати його та налаштовувати відповідно до конкретних вимог проекту.

## Довговічність і відповідність вимогам для критично важливих застосувань

Сертифікований відповідно до військових стандартів MIL-STD-810H і MIL-STD461, промислових стандартів EN61000-6-4 і EN61000-6-2, а також стандартів E-Mark для транспортних засобів, ROCK-301 розроблений таким чином, щоб витримувати вібрації, удари та інші впливи навколишнього середовища. Ця міцна система забезпечує довгострокову надійність, підтверджену 3-річною гарантією і 10-річним терміном служби, що дає впевненість при використанні в критично важливих завданнях.



В цілому, ROCK-301 є відмінним вибором для застосування в таких галузях, як транспорт, важка промисловість, гірничодобувна промисловість, будівництво та обора, де необхідні міцні та високопродуктивні комп'ютери.

#### Ключові особливості ROCK-301

*Потужна продуктивність у корпусі без вентилятора*

- Процесор Intel® Core™ i7 13-го покоління
- Штучний інтелект, інтегрований з додатковим модулем розширення M.2 AI
- Безвентиляторна конструкція з діапазоном робочих температур від -40 до 71 °C

*Надійність в екстремальних умовах*

- Корпус із класом захисту IP65, сертифікований за сольовим туманом для захисту від води та пилу.

- Сертифікований за MIL-STD-810H на вібро- та ударостійкість, а також за MIL-STD461 на електромагнітну сумісність (EMC).
- Сертифікат безпеки E-Mark(13) для транспортних додатків.

*Додаткові послуги та опціональні аксесуари*

- Послуги з нанесення конформного покриття.
- 3-річна гарантія з програмами продовження терміну служби, вироблено в Тайвані.
- Підтримує модулі DRAM (SQR-SD5U) і Hailo AI (968DD00320).

ПРОКСИС™

04073, Київ,

вул. Сирецька, 5

+380 (67) 327-5977

+380 (50) 317-5977

+380 (44) 467-5977

+380 (44) 599-5977

sales@proxis.ua



ПРОКСИС

# XXIV МІЖНАРОДНИЙ ПРОМИСЛОВИЙ ФОРУМ-2026

МІЖНАРОДНІ СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ВИСТАВКИ



МЕТАЛОБРОБКА



УКРЗВАРЮВАННЯ



УКРВТОРТЕХ



ГІДРАВЛІКА  
ПНЕВМАТИКА



ПІДШИПНИКИ



УКРЛИТВО



АВТОМАТИЗАЦІЯ  
І РОБОТОТЕХНІКА



БЕЗПЕКА  
ВИРОБНИЦТВА



ЗРАЗКИ, СТАНДАРТИ  
ЕТАЛОНИ, ПРИЛАДИ



ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНЕ  
СКЛАДСЬКЕ ОБЛАДНАННЯ



ІНДУСТРІАЛЬНІ  
ПАРКИ

Генеральний  
інформаційний партнер:



## 26-28 Травня

Місце проведення:  
МВЦ, м. Київ,  
Броварський пр-т, 15,  
станція метро «Лівобережна»



+38 (095) 268-05-85,

+38 (096) 505-52-66

✉ [plast@iec-expo.com.ua](mailto:plast@iec-expo.com.ua)

🌐 [www.iec-expo.com.ua](http://www.iec-expo.com.ua)



Швидка і проста технологія прямого підключення, а також високий рівень безпеки експлуатації завдяки автоматичному випереджувальному короткому замиканню при перемиканні, покращують вторинну проводку трансформатора.

## Новий флагман серед клемних колодок для роз'єднувачів трансформаторів полегшує підключення і роботу з трансформаторами струму і напруги

Торстен Шлоо, Product Manager Cipline Energy and Digital. Підключення промислових шаф BU, Phoenix Contact GmbH & Co. KG, 32825 Бломберг, Німеччина

Зручне та безпечне підключення трансформаторів для напівнепрямого та непрямого вимірювання завжди було проблемою для техніки вимірювання та захисту. Оскільки трансформатори струму завжди повинні мати низькоомне навантаження, велика увага завжди повинна приділятися функції короткого замикання. Існує безліч варіантів: від короткозамикаючих вилок через вставні мости короткого замикання до вмонтованих мостів короткого замикання.

Спільним для всіх цих рішень є те, що коротке замикання трансформатора і відключення вимірювального ланцюга є двома окремими етапами робочого процесу. І порядок цих двох окремих кроків завжди повинен бути ретельно продуманий. Спочатку коротке замикання, потім від'єднання.

Безпечне та зручне підключення лічильника з автоматичним випередженням короткого замикання, що відповідає рекомендаціям FNN для напівнепрямих та непрямих вимірювань показано на фото.

Для підвищення безпеки в послідовності перемикання необхідно використовувати клемні колодки, в яких перемикач моста короткого замикання механічно блокує роз'єднувач. Phoenix Contact продає такі клемні колодки протягом десятиліть, наприклад, у вигляді URTK/S або URTK/SP.

URTK/S – це мости короткого замикання що запобігають доступу до точки відключення, поки вони не закриті (рис.1).

### Коротке замикання і роз'єднання одним рухом

Phoenix Contact оптимізує цю послідовність перемикачів за допомогою нового покоління клемних колодок для роз'єднання трансформаторів: XTVMЕА 6.

Нова клемна колодка об'єднує два окремі рухи «коротке замикання» і «роз'єднання» в один рух і автома-



тично впорядковує їх. Взаємозв'язок між коротким замиканням і розмиканням пов'язаний з примусовою послідовністю перемикачів. Це запобігає помилкам у послідовності перемикачів. Трансформатор автоматично замикається під час перемикачів перед розмиканням вимірювального кола (рис.2).

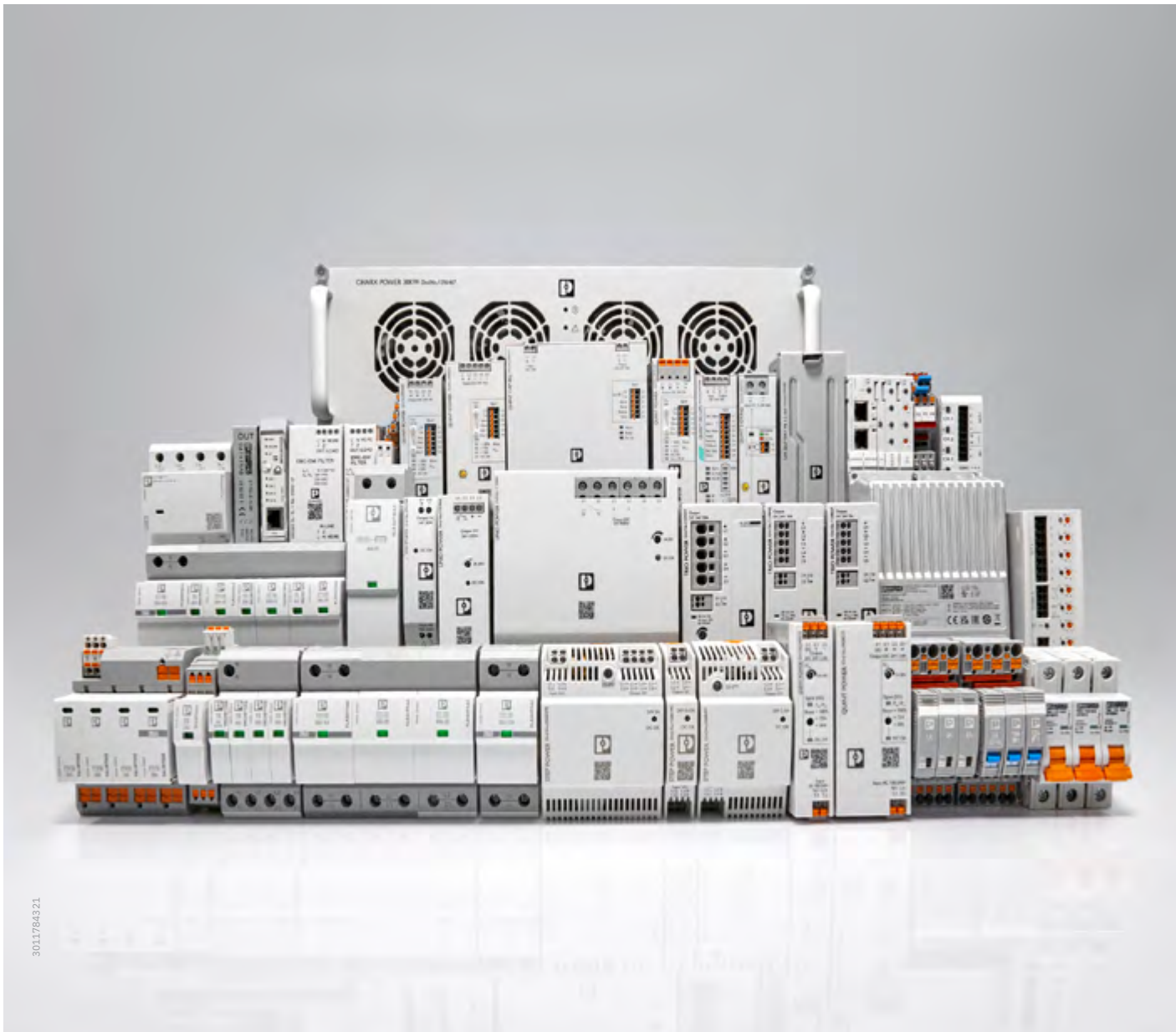
Щоб забезпечити одночасне виконання короткого замикання на приєднаннях трансформатора «S1» і «S2», важелі роз'єднувачів сусідніх клемних колодок повинні бути з'єднані між собою. Це можна зробити за допомогою приладдя C-MEA в двох, трьох або чотирьох положеннях. Відповідний з'єднувальний елемент просто вставляється у важіль роз'єднувача зверху і надійно



Рис. 1



Рис. 2



3011754321

## Power Reliability — безмежні можливості

Power Reliability — це комплексні й надійні концепції електроживлення. Узгоджені між собою рішення у сфері захисту від перенапруг, електричного живлення й захисту пристроїв забезпечують особливо високу експлуатаційну готовність обладнання.

Детальніше за посиланням: <https://www.phoenixcontact.com/uk-ua/power-reliability>

Phoenix Contact в Україні:

ТОВ „Фенікс Контакт“

+380 44 594 55 22



Рис.3

фіксується. Для цілей вимірювання та контролю перше положення можна роз'єднати за допомогою важеля, подібного до засувки садових воріт, і таким чином відкрити окремо для підключення пристрою вимірювання струму.

Перше положення блоку підключення трансформатора може бути механічно роз'єднане, щоб його можна було перемикаєти окремо від сусідньої клемної колодки (рис.3).

#### Технологія прямого з'єднання Push-X – просто вставте провідник і все готово!

З точки зору технології підключення, клемна колодка роз'єднувача трансформатора XTVMEA 6 має ще одну особливість. Завдяки новій технології з'єднання Push-X всі типи провідників можна просто вставити безпосередньо після зачистки без подальшої попередньої обробки. Як тільки провідник торкається пружинного фіксатора на основі клемної колодки, контактна пружина звільняється, як мишоловка, і замикається. Надійний контакт провідника позначається звуковим «клацанням», а також видимим натисканням кнопки, що спрацьовує. Це дозволяє легко візуально перевірити правильність підключення шаф управління пізніше під час остаточного приймання без необхідності знову тягнути за окремих провід вручну.

Вставляйте одножильні та багатожильні провідники – з наконечниками або без них, тобто швидко, легко та без інструментів (рис.4).

#### Маркування з'єднань на великій поверхні

Ще однією перевагою технології з'єднання Push-X є бічний ввід про-



Рис.4

відника. Це дозволяє розмістити маркування на великій поверхні над контактною камерою. В результаті забезпечується максимальна безпека під час прокладання кабелів або, у разі перевірки захисту, під час перемикаєти завжди можна ідентифікувати правильну точку клем. Крім того, вимикачі в центрі клемної колодки також оснащені можливістю маркування. Для наочності важіль роз'єднувача позначений літерою «I» у ввімкненому стані та «0» у вимкненому. Для створення точки з'єднання «зірка» можна використовувати тестові гнізда і з'єднувальні мости зі звичних аксесуарів Cline, що входять в комплект поставки всіх клемних колодок Phoenix Contact.

#### Проста і безризикова реалізація технічних специфікацій FNN і «TAB» відповідно до правил застосування

Завдяки своїм технічним перевагам ця серія особливо добре підходить для використання в клемних колодках TAB [TAB = Technische Anschluss Bedingungen (технічні умови підключення)] для напівнепрямих і непрямих вимірювань. Незалежно від того, чи має бути виконане підключення відповідно до рекомендацій FNN або безпосередньо відповідно до технічних умов підключення місцевого оператора мережі (наприклад, BDEW TAB 2023), XTVMEA 6 є правильним вибором для користувачів. Конструкції повинні бути сконфігуровані відповідно до правил застосування VDE-AR-N 4100, VDE-AR-N 4110 і VDE-AR-N 4120. Для цього Phoenix Contact пропонує відповідні, попередньо змонтовані клемні колодки. Мінімальна конфігурація – це деся-

Новий флагман серед клемних колодок для трансформаторних роз'єднувачів – XTVMEA 6

Очевидні переваги з першого погляду:

- Швидке та просте з'єднання

Швидке і просте з'єднання всіх типів провідників без попередньої обробки без використання інструментів за допомогою сучасної технології з'єднання Push-X.

- Безпечна експлуатація

Безпечне коротке замикання і відключення трансформаторів струму за допомогою примусової послідовності, легко інтегрованої в рух важеля роз'єднувача.

- Гнучке планування та конфігурація

Просте придбання готових клемних колодок для роз'єднання трансформаторів, що відповідають нормативним специфікаціям або індивідуально сконфігуровані за допомогою онлайн-інструменту.

типозиційна колодка з трьома струмовими доріжками (по дві позиції в кожній), трьома клемними колодками напруги і однією клемною колодкою нульового проводу.

#### Підсумок

Розумна мережа та енергетичний перехід ставлять перед нами багато нових завдань. Новий XTVMEA 6 покликаний зробити життя простішим і легшим у виконанні широкого спектру завдань комутації та захисту. Зручність в обслуговуванні та користуванні поєднується з безпечним, простим поводженням і дуже гнучким інструментом онлайн-конфігурації, за допомогою якого навіть складні завдання можна індивідуально сконфігурувати та закуповувати.

#### Більше інформації

<https://www.phoenixcontact.com/uk-ua/produkcija/terminal-blocks/transformer-terminal-blocks#ex-content-transclusion-snippet-412>

**DRL-12**

**AS-225**

«F&F» AS-225

10s 90s 0% 100%  
T<sub>ON</sub> U T<sub>A</sub>  
50s 50%

U: 9+30 V DC  
I: 4 A

CE

IN CEN OUT LED - +

Каскадне включення освітлення • [www.es.ua](http://www.es.ua) • «F&F»

інверторні  
стабілізатори напруги

**quant.in.ua**

упереджувальний  
захист

QUANT

Майже в будь-якій точці світу можна підключити альтернативно звичному стільниковий супутниковий зв'язок, у тому числі, для користування мобільним Інтернетом та дистанційного керування пристроями побутового та промислового Інтернету речей у концепціях IoT та IIoT .

# Перспективи електронного обладнання для супутникового Інтернету та зв'язку.

## Частина I. Устаткування ViaSAT та супутникових угруповань

Андрій Кашкаров

Супутниковий зв'язок надійний, його не глушать активно, як стільниковий, наприклад, для забезпечення безпеки головних осіб держави під час візитів або запобігання небезпеці БПЛА – з метою переривання каналу їх навігації по мережах LTE. У статті розповідається про системи супутникової навігації, зв'язку та мобільного Інтернету.

### Трохи історії

У Дубаї (ОАЕ) з 13 по 15 травня 2025 року відбулася виставка електронного обладнання супутникового та космічного зв'язку SATEXPO-2025. Одночасно з CABSAT, виставка об'єднує галузі та виробників супутникового зв'язку, супутникових послуг, телерадіомовлення та цифрових медіа, пропонуючи комплексну платформу для міжгалузевого співробітництва в галузі інновацій у космічних технологіях. На виставці було представлено нове обладнання, що пішло в серію. ViaSAT стаціонарні системи доступні за ціною, так само як і індивідуальне електронне обладнання – супутникові телефонні апарати.

Мобільні комплекси супутникового зв'язку були доступні вже наприкінці 1990-х років, але за вартістю далеко не всі могли собі дозволити двосторонній супутниковий Інтернет у «телефонному модулі». У ті часи його можна було заховати у невеликий кейс або рюкзак розмірами із сучасний ноутбук із дисплеєм 17 дюймів. 1997-1998 роки відзначені виведенням на орбіту перших комерційних супутників та введенням зв'язку в комерційну експлуатацію.

На **фото** представлений супутниковий мобільний телефон першого «покоління».

На вигляд сучасний супутниковий телефон або пристрій телефонного супутникового зв'язку (ПТСС) схожий на кнопочний мобільний, зразка початку 2000-х років. Є зовнішня додаткова антена та кнопка «SOS». На відміну від мобільного зв'язку, де сигнал передається через базові станції, супутниковий телефон обмінюється радіохвилями через супутники на низькій або геостаціонарній орбітах Землі.

Особливо супутниковий телефон необхідний людям, які працюють чи подорожують у віддалених районах, де



недоступна інфраструктура стільникового зв'язку. Туристам, рятувальникам, військовим, геологам, співробітникам нафтових, газових чи гірничодобувних компаній, морякам, рибалкам, мешканцям віддалених поселень. Супутниковий зв'язок крім комунікації забезпечує безпеку та можливість викликати допомогу у разі надзвичайних ситуацій.

Параметри фактичної швидкості доступу до Інтернету (прийм/передача даних) залежать від завантаженості мережі, умов поширення радіохвиль та наявності перешкод, погодних умов, географічного розташування абонентської станції, точності наведення антени на супутник.

На **рис.1** представлений вид сучасного телефону для супутникового зв'язку.

З прикладів сучасного обладнання можна відзначити мобільні термінали BGAN 510 та 710 – портативні пристрої для передачі даних з високою швидкістю забезпечують високошвидкісне інтернет з'єднання майже в будь-якому місці. Автомобільні термінали BGAN



Рис. 1



Рис.2

727 – пристрої для транспортних засобів, що підтримують передачу даних у русі, що робить їх ідеальними для віддалених експедицій та військових операцій.

### Плюси та мінуси супутникового зв'язку

Приведені як приклад пристрої працюють з оператором супутникового зв'язку Inmarsat, де вартість хвилини зв'язку коштує від 1 USD. Оператор Iridium використовує мережу низькоорбітальних супутників (LEO) на висоті близько 780 км над поверхнею Землі. Угрупування з десятків активних супутників, що рухаються навколо Землі складною орбітою, дозволяє «охоплювати покриттям» все, включаючи полярні регіони (рис.2).

У низькоорбітальних супутників немає необхідності в точному налаштуванні антени – телефон автоматично підключається до найближчого супутника, що робить систему зручною для використання в русі та в зонах з важким доступом. Інша користь – стійкість до природних катаклізмів та техногенних аварій. На відміну від наземних систем, які можуть зазнати пошкоджень під час землетрусів, ураганів, супутниковий зв'язок залишається стабільним.

З умовних недоліків відзначимо часті (вимушені) перемикання між супутниками, що іноді призводить до короткочасних втрат сигналу. Відносним «мінусом» VSAT є умовно висока вартість супутникових телефонів та послуг зв'язку. Якщо оператор має мало космічних апаратів, можливі проблеми зі зв'язком, фрагментізація, затримка з ефектом «луна», або раптові обриви. При використанні ПК у зв'язці із супутниковим каналом зв'язку можлива пікселізація зображення. Наприклад, коли «на лінії» антена-супутник пролетить літак чи (близько до антени) зграя птахів. Радіоелектронну апаратуру (PEA)

для супутникового зв'язку виготовляються під стандарт оператора та не можуть бути використані в іншій мережі.

Супутникові телефони працюють за відсутності фізичних перешкод між апаратом та супутником. Сигналу на великій швидкості не буде в приміщенні, метро, сільському туалеті, салоні автомобіля (якщо це не відкритий автомобіль) або тунелі. Щоб технологія супутникового зв'язку функціонувала, частотний спектр супутникового мовлення та випромінювань наземних станцій, що у певному регіоні, повинні відповідати одне одному.

### Забезпечення ідентифікації та безпеки користувача

Доступом до Інтернету за допомогою систем ViaSAT може будь-яка людина, яка має особистий кабінет у оператора послуг. Наприклад, від одного комплекту супутникового обладнання зв'язку може скористатися послугами команда в 16-20 осіб у особистих цілях, оплачуючи послуги самостійно в особистому кабінеті. При цьому основний власник обладнання або говорячи комунальною мовою «відповідальний квартиронаймач» не зазнає додаткових витрат. Додаткова опція статична IP-адреса підключається автоматично, IP-адреса закріплюється за логіном і залишається незмінною.

Для доступу до супутникового інтернету зі смартфонів знадобиться Wi-Fi роутер (маршрутизатор). Він підключається до супутникового модему та роздає інтернет-трафік на мобільні телефони за тим же принципом, як роутер-модем «роздає» інтернет за технологією бездротової локальної мережі стандартів IEEE 802.11 (з варіантами). Якщо зв'язок на смартфоні потрібний не тільки в межах будинку чи офісу, до комплекту супутникового обладнання підключають 3G-фемтосоту (у перспективі 5G). Це міні-базова станція стільникового зв'язку, завдяки якій можна використовувати телефон, користуватися інтернетом.

### Взаємодія супутникового та смартфона стільникового зв'язку за принципом «фемсота»

Фемтосота – це малопотужна та мініатюрна базова станція стільникового зв'язку, призначена для забезпечення покриття на невеликих територіях (від 10 до 500 метрів). Може одночасно обслуговувати до 32 користувачів (див. рис.3). Фемтосота може працювати у закритому та відкритих режимах, у різних операторів комплекти обладнання різняться. При закритому режимі в інтерфейсі фемтосоти вноситься список мобільних номерів, яким можна користуватися фемтосотою. У відкритому режимі будь-який стільниковий телефон може підключитися до фемтосоти та супутникового каналу, послуги якого опла-

Таблиця 1.

Назва	Робоча частота (ГГц)	Застосування
L	1–2	Супутниковий, наземний радіозв'язок, мобільні телекомунікації, рухомий зв'язок
S	2–4	Супутниковий зв'язок, цифрове радіо, мобільні телекомунікації, РЛС, рухомий зв'язок
C	3.4–8	Супутникове телебачення, фіксований супутниковий зв'язок
X	8–12	Фіксований супутниковий зв'язок для військових, уряду, радіолокація, радіонавігація
Ku	11–19	Супутникове телебачення, системи мовлення, супутниковий зв'язок
K	18–31.5	Супутниковий, військовий зв'язок, радіолокація, системи мовлення
Ka	19–40	Супутниковий зв'язок, радіолокація, міжсупутниковий зв'язок



Рис.3

чує безпосередньо користувач. Для сучасних фемтосот додаткових налаштувань не потрібно. Канал зв'язку із супутником стає активним в автоматичному режимі через кілька хвилин після ввімкнення. Після цього можна користуватися Інтернетом за вибраним тарифним планом, а також мобільним зв'язком у радіусі дії фемтосоти.

#### Підключення проілюструють такі дії

На веб-сторінці супутникового оператора введіть адресу, де планується підключення. З'явиться інформація, в зону покриття якогось супутника Землі потрапляє обладнання – за місцем знаходження. Від цього залежить, яке обладнання потрібно: працююче в Ка-діапазоні або в Ку-діапазоні. Консультація, замовлення обладнання та оплата здійснюється тут же в інтерактивному режимі. Після отримання обладнання зареєструйтесь в особистому кабінеті на сайті оператора та укладайте договір про надання послуг зв'язку шляхом ухвалення публічної оферти. Внесіть плату за тарифом в особистому кабінеті користувача за допомогою банківської картки. Потім встановіть, підключіть та налаштуйте супутникове обладнання.

#### Вибір діапазону супутникового зв'язку

Сигнали, що надходять із супутників на Землю, мають певну частоту, робочі діапазони та піддіапазони. Частота зв'язку через супутникову антену це важливий параметр

для вибору та налаштування супутникового обладнання для прийому сигналу з конкретного супутника. Використовуються високі частоти електромагнітних хвиль, що вимірюються в МГц та ГГц.

Під швидкісний інтернет на супутниках використовують промені у двох частотних діапазонах: у Ка-діапазоні та в Ку-діапазоні. Для Ка-діапазону потрібна супутникова антена діаметром 0.55-0.74 м, приймально-передатвальний пристрій потужністю 2.5 Вт, супутниковий модем Gemini-I S2X 40 Мбіт/с. Для Ку-діапазону застосовують антени діаметром 1 м, LNB-конвертор потужністю 2 Вт, супутниковий модем MDM2010/2510. Для підключення необхідно перевірити зону покриття супутника у конкретному регіоні країни.

У **табл.1** представлені види діапазонів супутникового зв'язку

Ку-діапазон почав використовуватися раніше, ніж Ка. Весь спектр у діапазоні 11-19 ГГц зайняли малі супутникові станції (VSAT-мережі) та телевізійне мовлення. Швидке зростання інтернет-послуг призвело до необхідності розширити доступний діапазон частот. Так з'явилися системи High-Throughput Satellite (HTS), спеціально розроблені для роботи із частотами Ка-діапазону (від 19 до 40 ГГц). Різниця між Ku та Ka діапазонами також полягає у зоні покриття, продуктивності, надійності. У той час як Ku має умовно обмежену пропускну спроможність і вхідну швидкість на прийом 20...50 Мбіт/с, і від 1 до 3 Мбіт/с на передачу, у Ка-діапазоні пропускну здатність вища завдяки використанню технологій високопродуктивних супутників (HTS). Швидкість прийому становить відповідно до 100 Мбіт/с і передачі 10 Мбіт/с.

#### Стійкість до погодних умов та широка зона покриття

Стійкість до несприятливих погодних факторів, таких як дощ та сніг, робить обладнання більш надійним для використання в різних кліматичних умовах. Фактор стійкості має значення в тому, що вищі частоти сильніше



Рис.4

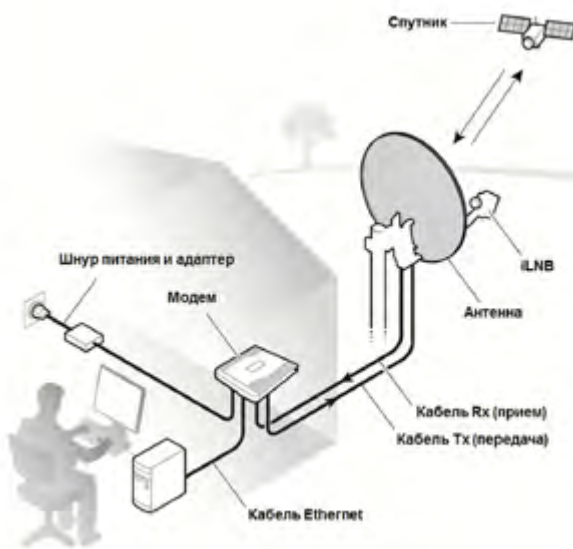


Рис.5

поглинаються водяною парою та іншими атмосферними факторами. Розширена зона покриття робить супутник та обладнання придатним для використання у віддалених та важкодоступних регіонах. Вона може бути обмежена через вузькоспрямовані промені, що вимагатиме більш точного налаштування обладнання.

Оператори розробили і регулярно оновлюють інтерактивну карту покриття. Щоб дізнатися, чи можна підключити тариф у конкретному населеному пункті, користувач вводить свою адресу в пошуковому рядку на сайті оператора – картка покриття. Опрацювавши дані, система видасть відповідь із можливістю та варіантами підключення по одному з тарифів у конкретному місці.

### Абонентська земна станція супутникового зв'язку (АЗССЗ)

Комплект обладнання індивідуального абонентського терміналу (ІАТ) складається з супутникової антени (тарілкової форми), приймально-передавального пристрою (ППП) потужністю 2-2.5 Вт, інтерактивного маломощного і заводостійкого блоку приймально-передавального модуля та електронного супутникового модему - S2 S2 100 Мбіт/с та ін. До модему можна підключити до 20 пристроїв. Максимальна швидкість передачі даних вказана у назві моделей. У швидкісних технічних характеристиках модемів мають на увазі максимальна швидкість вхідного трафіку. При тому, що ви-

хідний трафік здійснюється зі швидкістю приблизно в 10 разів меншою за вхідний.

АЗССЗ складається з декількох модулів РЕА та пристрою для точного націлювання (коригування кута) антени, а також перехідників та роз'ємних з'єднань. У такій комплектації (рис.4) є можливість підключення до 1000/6000 TCP/IP-сесій (приблизно відповідно 6 або 16 сучасних ПК). Що стосується відносно невисокої заявленої швидкості передачі даних – до 20 Мбіт/с, це компенсується простотою встановлення обладнання та невисокою вартістю. Для стандартного комплексу обладнання Newtec (АЗСС Sat3Play та Dialog) розрахунок кута конвертора здійснюється за шкалою від 0° до 180°.

На рис.5 показано умовну схему підключення обладнання для супутникового зв'язку

Наприклад, при використанні ІАТ на базі модему Gemini-I S2X 40 Мбіт/с, швидкість доступу до мережі Інтернет на всіх тарифах обмежена швидкісними можливостями модему – не більше 40 Мбіт/с при вхідному трафіку і до 10 Мбіт/с при вихідному трафіку. Що стосується супутникового Інтернету для приватних осіб, вибір тарифів варіюється від «легкого» за ціною пакету 10 USD на місяць при швидкості трафіку 2 Мбіт/с до «максимального» на 3 місяці при швидкості 100 Мбіт/с і за ціною пакету майже в 16 разів більше. З цих даних можна міркувати про рентабельність установки обладнання та на конкретних тарифах.



**MEAN WELL** SLD-150

## Нові тонкі лінійні драйвери потужністю 150 Вт

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

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

**SEA** ІННОВАЦІЇ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ

УКРАЇНОГО ВИПРОБУВАННЯ 30 РОКІВ НАПРЯМІСТВА

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

В останні роки перовскітні матеріали (клас сполук з яскраво вираженою кристалічною структурою) привернули до себе значну увагу завдяки їх перспективному потенціалу в перетворенні сонячної енергії.

## Нові досягнення в галузі стабільності перовскітних сонячних елементів

Анатолій Семчев, м. Київ

Ці матеріали, названі на честь мінералу перовскіту ( $\text{CaTiO}_3$ ), визначаються загальною формулою  $\text{ABX}_3$ , де А та В – катіони, а X – аніон.

У контексті сонячних елементів перовскіти, як правило, являють собою органо-неорганічні гібридні матеріали. Причому найбільш широко досліджувані перовскіти з галогеніду свинцю метиламонію, такі як  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ . Ці матеріали мають чудові властивості, які роблять їх дуже привабливими для застосування у фотоелектричній енергетиці.

### Ключові переваги перовскітних сонячних елементів

Однією з найбільш помітних переваг перовскітних сонячних елементів є їхня висока ефективність поглинання. Перовскіти можуть поглинати широкий спектр сонячного випромінювання, що дозволяє їм ефективно вловлювати сонячне світло навіть за відносно тонких шарів матеріалу.

Така висока ефективність поглинання світла у поєднанні з їхньою здатністю перетворювати його на електрику призвела до швидкого підвищення ефективності перетворення енергії перовскітних сонячних елементів. У лабораторних умовах ефективність пристроїв вже перевищує 25%, що дозволяє конкурувати з традиційними кремнієвими сонячними елементами. Ці вражаючі характеристики дозволяють перовскітним сонячним елементам займати конкурентоспроможні позиції на ринку фотоелектричної продукції.

Крім того, перовскітні матеріали мають регульовану заборонену зону, що означає, що їх електронні властивості можна регулювати, змінюючи їх склад. Така гнучкість дозволяє оптимізувати перовскітні сонячні елементи для різних

умов отримання сонячної енергії, наприклад, змінювати інтенсивність світла та кути нахилу.

Одним з найбільш перспективних застосувань такого налаштованих властивостей є тандемні сонячні елементи, в яких перовскіти укладаються поверх кремнію або інших матеріалів для створення багатоперехідного пристрою. Ці тандемні елементи можуть вловлювати ширший спектр сонячного світла, що призводить до більш високої загальної ефективності, порівняно з традиційними сонячними елементами на основі кремнію. Завдяки значним успіхам у дослідженнях, тандемні сонячні елементи, що поєднують перовскіт та кремній, вже досягли ККД, що перевищує 30%, що відкриває шлях до ще ефективніших сонячних технологій.

На **фото** показаний тестовий зразок тандемного сонячного елемента з перовскіту та кремнію, розробленого у Массачусетському технологічному інституті.

Крім вражаючої ефективності, перовскіти також мають потенціал для виробництва з низькими витратами. На відміну від сонячних елементів з кремнію, які вимагають високотемпературних процесів та дорогих матеріалів, перовскітні сонячні елементи можуть бути виготовлені з використанням технологій, заснованих на розчинах, таких як нанесення покриття, отримане методом центрифугування та струминного друку. Ці методи відносно прості, економічні та масштабовані, що робить перовскітні сонячні елементи привабливою альтернативою для великомасштабного комерційного виробництва. Ця економічна перевага у поєднанні з високою ефективністю матеріалів робить перовскітні сонячні елементи багатообіцяючим варіантом для зниження загальної вартості виробництва сонячної енергії.

Ще однією примітною особливістю перовскітних сонячних елементів є їх



гнучкість. Вони можуть бути виготовлені на гнучких підкладках, що відкриває широкий спектр потенційних застосувань, таких як портативні сонячні зарядні пристрої, електроніка, що носить, і фотоелектричні системи, вбудовані в будівлі. Можливість виготовлення сонячних елементів з гнучких матеріалів також дозволяє створювати інноваційні конструкції, які можуть бути інтегровані в різні поверхні та конструкції, від одягу до вікон, що робить збирання сонячної енергії більш доступним та універсальним процесом, ніж будь-коли раніше.

### Проблеми, пов'язані з перовскітними сонячними елементами

Незважаючи на їх чудові переваги, перовскітні сонячні елементи стикаються із серйозними проблемами, які необхідно вирішити, перш ніж вони зможуть отримати широке комерційне застосування. Найбільш актуальною проблемою є їхня стабільність і довговічність. Перовскітні матеріали дуже чутливі до таких факторів навколишнього середовища, як вологість, кисень та ультрафіолетове випромінювання, здатні з часом призвести до руйнування матеріалу та зниження його ефективності. В результаті сонячні елементи на основі перовскіту важко зберігають довготривалу працездатність в реальних умовах.

Щоб вирішити цю проблему, дослід-



Рис. 1

ники зосередилися на підвищенні стабільності перовскітних матеріалів шляхом розробки нових складів та методів інкапсуляції. Наприклад, підвищення стійкості матеріалів до вологи та ультрафіолетового випромінювання може допомогти продовжити термін їхньої служби, що зробить їх більш придатними для комерційного застосування.

Ще одним напрямком діяльності є розробка нових архітектур пристроїв, що підвищують загальну стабільність і довговічність перовскітних сонячних елементів. Ці досягнення в кінцевому підсумку можуть призвести до створення перовскітних сонячних елементів, які будуть стабільно працювати в різних умовах довкілля.

Токсичність свинцю, який зазвичай використовується в найбільш ефективних перовскітних сонячних елементах, є ще однією серйозною проблемою. Хоча перовскіти на основі свинцю продемонстрували виняткову ефективність, використання цього матеріалу викликає побоювання щодо впливу на навколишнє середовище та потенційних ризиків для здоров'я, пов'язаних з ним. У відповідь дослідники активно вивчають альтернативи, що не містять свинцю, такі як перовскіти на основі олова, які могли б усунути проблему токсичності. Однак ці альтернативи часто пов'язані з такими недоліками, як нижча ефективність або більша нестабільність, які необхідно усувати шляхом подальших досліджень та розробок.

Масштабованість є ще однією перешкодою для широкого впровадження перовскітних сонячних елементів. Хоча в лабораторних умовах пристрої продемонстрували вражаючу ефективність, масштабування виробництва перовскітних сонячних елементів для комерційного застосування на великих площах залишається складним завданням. Перш ніж перовскітні сонячні елементи зможуть вироблятися в промислових масштабах, необхідно вирішити такі проблеми, як досягнення однорідності матеріалу на великих площах, розробка економічно ефективних технологій

великомасштабного виробництва та забезпечення стабільної якості у всіх партіях продукції.

### Останні досягнення та практична ефективність

Останні досягнення в галузі досліджень перовскітних сонячних елементів призвели до багатообіцяючих проривів, особливо у вирішенні проблем стабільності та довговічності. Однією з найбільш значущих розробок останнім часом було представлено ітес, провідним дослідницьким інститутом Бельгії, у співпраці з Університетом Кіпру. Дослідники ітес продемонстрували довготривалу стійкість перовскітних сонячних модулів до зовнішніх впливів, що стало важливим кроком на шляху до комерціалізації цієї технології.

У ході всебічного дослідження міні-модулі розміром всього 4 см<sup>2</sup>, розроблені в ітес/EnergyVille у Бельгії (рис.1), були протестовані протягом 2-х років у реальних зовнішніх умовах на Кіпрі.

Результати виявилися різкими: найдовговічніші модулі зберегли 78% свого початкового рівня перетворення сонячної енергії після одного року роботи на відкритому повітрі, що набагато перевершує поточні характеристики перовскітних сонячних модулів, які зазвичай значно зношуються протягом декількох тижнів або місяців. Це досягнення є однією з перших реальних демонстрацій здатності перовскітних сонячних елементів зберігати ефективність протягом тривалого часу при впливі природних факторів.

Дослідження також дозволило отримати цінну інформацію про характер деградації перовскітних сонячних елементів, виявивши закономірність зниження продуктивності протягом дня та відновлення протягом ночі. Ці дані у поєднанні з моделями машинного навчання дозволили дослідникам із високим ступенем точності прогнозувати майбутню продуктивність модулів. Ці результати мають вирішальне значення для майбутнього перовскітної сонячної технології, оскільки вони дають нове уявлення про те, як ці елементи працюють у реальних умовах, та прокладають шлях до подальших удосконалень.

На додаток до випробувань на Кіпрі, перовскітні сонячні панелі (рис.2) будуть випробувані в інших кліматичних умовах, включаючи дощові умови Брюсселя, посушливу пустелю Нью-Мексико і помірний клімат Мадрида і Фрайбурга. Таке багатокліматичне тестування до-

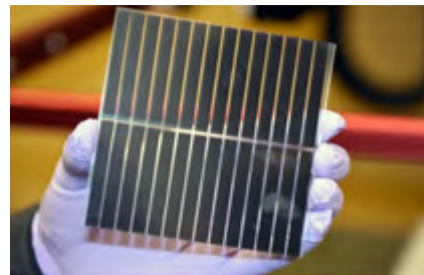


Рис. 2

зволить отримати більш глибоке уявлення про продуктивність та деградацію перовскітних сонячних елементів у різних умовах навколишнього середовища, що важливо для забезпечення їхньої життєздатності для комерційного використання по всьому світу.

### Майбутнє перовскітних сонячних елементів

Потенційні області застосування перовскітних сонячних елементів величезні. Крім автономних пристроїв, перовскіти можна використовувати в тандемних сонячних елементах, де вони накладаються поверх сонячних елементів кремнію для підвищення загальної ефективності. Крім того, гнучкість перовскітних матеріалів дозволяє створювати двосторонні сонячні модулі, що вловлюють сонячне світло як спереду, так і ззаду, що ще більше підвищує вироблення енергії. У міру розвитку досліджень перовскіти також вивчаються для використання в гнучкій електроніці, що носить, портативних сонячних зарядних пристроях і навіть в інтегрованих будівельних матеріалах, що робить сонячну енергію більш доступною і адаптованою, ніж коли-небудь раніше.

Перовскітні сонячні елементи мають величезний потенціал для революційного розвитку сонячної енергетики. Їх висока ефективність, властивості, що настроюються, і економічні методи виробництва дозволяють їм успішно замінити традиційні кремнієві сонячні елементи. Незважаючи на те, що такі проблеми, як стабільність, токсичність та масштабованість, залишаються невирішеними, нещодавні прориви в дослідженнях, наприклад, результати ітес щодо стабільності на відкритому повітрі, демонструють, що ці перешкоди вирішуються. Завдяки постійному вдосконаленню перовскіти незабаром можуть відіграти ключову роль у майбутньому сонячної енергетики, пропонуючи чистіший, ефективніший та економічніший спосіб використання енергії сонця.

Компанія MEAN WELL, підготувала список питань, що часто ставлять до її продукції з відповідями на них.

## Джерела живлення MEAN WELL у питаннях та звітах. Частина 2

Анатолій Долгов, м. Київ  
(За матеріалами компанії MEAN WELL)

(Продовження, початок Ел 8-25)

*Що таке напруга пробую і як її виміряти?*

Напруга пробую – це така напруга, при якій відбувається порушення ізоляції. Стосовно джерел живлення мається на увазі ізоляція між первинною та вторинною сторонами, яка в основному забезпечується ізоляцією між первинною та вторинними обмотками імпульсного трансформатора.

Напруга пробую вимірюється в ході випробування високою напругою або перевіркою на електричну міцність. Перед проведенням тестів лінії входу та лінії виходу повинні бути закорочені (рис.2). Випробування повинні проводитися за циклом між ланцюгами «вхід-вихід», «вхід-FG» і «вихід-FG» з певним значенням високої напруги протягом однієї хвилини. Номінальний струм витoku становить 25 мА під час тестування змінним струмом.

Випробування високою напругою – це спосіб переконатися, що ізоляція між первинною та вторинною обмотками виконана належним чином та запобігає пошкодженню джерела живлення при впливі на нього високої напруги. Випробувальна напруга поступово підвищується від нуля до заданого рівня протягом 60 секунд. За масового виробництва період тестування можна скоротити до 1 секунди.

Якщо струм витoku, що протікає через ізоляційний матеріал, швидко збільшується, це вказує на проблему з ізоляцією (пробую діелектрика). Ефект коронного розряду або електрична дуга не вважаються відмовою. Конденсатор ємністю 4.7 нФ



може спричинити струм витoku 5 мА. Відповідно до стандарту UL-554, Y-конденсатори повинні бути вилучені при проведенні випробування високою напругою, що є недоцільним для масового виробництва. Єдине вирішення цієї проблеми – збільшити значення струму витoku. Для тестового приладу зазвичай встановлюють значення до 25 мА. Відповідно до стандарту IEC60950-1, для усунення струму витoku напруга постій-

ного струму при випробуванні може бути змінена, якщо між первинним і вторинним ланцюгами підключені мостові конденсатори.

*Заземлення виходу (GND) і заземлення корпусу (FG) – та сама точка в моїй системі. Чи можуть джерела живлення MEAN WELL використовуватись у такій системі?*

Так. Оскільки продукція MEAN WELL розроблена на основі концепції ізоляції, навіть якщо заземлення

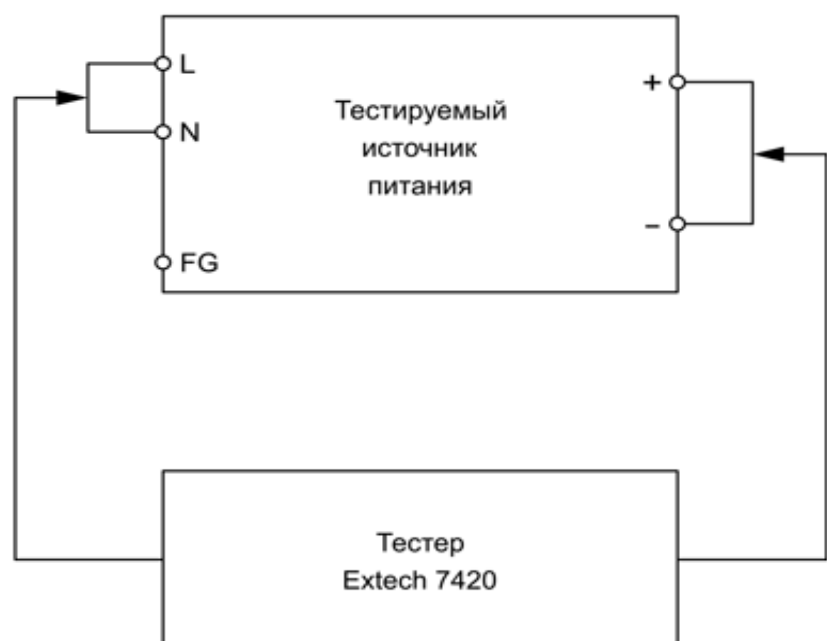


Рис.2

Таблиця 7.

Перша цифра – захист від проникнення зовнішніх твердих предметів		Друга цифра – захист від шкідливого впливу внаслідок проникнення води	
0	немає захисту	0	немає захисту
1	діаметром $\geq 50$ мм	1	Захищено від крапель води, що вертикально падають
2	діаметром $\geq 12,5$ мм	2	Захищено від крапель води, що вертикально падають, з відхиленням від вертикалі на кут до $15^\circ$
3	діаметром $\geq 2,5$ мм	3	Захищено від води, що падає у вигляді дощу (кут до $60^\circ$ від вертикалі)
4	діаметром $\geq 1,0$ мм	4	Захищено від суцільного оббрикування (з будь-якого напрямку)
5	Пилозахищене (пил не повинен проникати в кількості, достатній для порушення нормальної роботи обладнання або зниження його безпеки)	5	Захищено від водяних струменів
6	Пилонепроникне	6	Захищено від сильних водяних струменів
		7	Захищено від дії при тимчасовому (нетривалому) зануренні у воду
		8	Захищено від впливу при тривалому зануренні у воду
		9	Захищено від гарячих струменів води під високим тиском

виходу та заземлення на корпус – та сама точка, проблем не буде. Але це може спричинити більший рівень електромагнітних перешкод (ЕМП).

*Що таке захист IP? І що таке IP68?*

Код IP визначає ступінь захисту корпусу від проникнення всередину пристрою різних сторонніх матеріалів (від пальців користувача до пилу), стійкість до дії води та додаткові особливості. Забезпечуючи захист джерел живлення, компанія MEAN WELL керується головним чином міжнародним стандартом IEC60529. Код IP складається з однієї або двох цифр, розшифрування значень яких наведено в **табл.7** і необов'язкових символів, що позначають додаткову інформацію. Код може бути записаний такими варіантами:

- IP25 – відсутність букв;
- IPX5 – опущена перша цифра;
- IP2X – опущена друга цифра;
- IP20C – використана одна додаткова або допоміжна літера;
- IPXXC – опущені обидві цифри, використано одну додаткову літеру;

- IPX1C – опущена перша цифра, використана одна додаткова літера;
- IP3XD – опущена друга цифра, використано одну додаткову літеру;
- IP21CM – використані одна додаткова та одна допоміжна літери;
- IPX5/IPX7 – позначення двох ступенів захисту однієї оболонки подвійного використання (наприклад, тут вказано захист від дії струменів води та від нетривалого занурення у воду)

Джерела живлення MEAN WELL, що отримали код IP68, пройшли наступне випробування: протягом 1 місяця, в зануреному стані на 1 метр нижче рівня води, кожні 12 години вмикалась або відключалась вхідна напруга змінного струму.

Слід врахувати, що «тривале» не значить «постійне». Вся продукція Mean Well не допускає постійного занурення під воду.

*Що таке «пусковий струм»? На що звернути увагу?*

Через схемотехнічні особливості блоків живлення, в момент їх включення завжди буде імпульс підвищеного споживання струму від мережі, який і називається пусковим струмом. Його значення залежить від конструкції ДЖ, а тривалість не перевищує одного циклу (1/50 секунд для мереж із частотою 50 Гц). Хоча пусковий струм не зашкодить блоку живлення, не рекомендується вмикати/вимикати блок живлення дуже швидко протягом короткого проміжку часу. Крім того, якщо одночасно вмикається кілька джерел живлення, сумарний імпульс пускових струмів може викликати спрацювання захисту, що стоїть вище по мережі живлення, тому рекомендується здійснювати включення джерел живлення по черзі.

*Якими є особливості включення джерела живлення, коли до нього підключені двигуни або ємнісні навантаження?*

Якщо в якості навантаження ДЖ використовуються двигуни, лампи розжарювання або великі ємнісні навантаження, то на початку включення вони є ланцюгом з дуже низьким опором – тобто, викликають великий імпульсний вихідний струм, який призведе до відмови від запуску контролера джерела живлення. Необхідно вибрати джерело живлення з постійним захистом по струму.

*Що таке мінімальне навантаження та як знайти її у специфікації?*

При експлуатації джерел живлення MEAN WELL з кількома виходами, необхідно дотримуватись деяких вимог до мінімального навантаження, інакше рівень вихідної напруги буде нестабільним або поза допустимим діапазоном. У специфікації вказуються діапазони струму ( CURRENT RANGE ) кожного каналу, як, наприклад, показано в **табл.8**. Тут канал 1 вимагає мінімального навантаження 2 А; канал 2 – 0.5 А; канал 3 – 0.1 А; канал 4 не потребує мінімального навантаження.

*Чому блок живлення відключився під час роботи, чи допустиме його нове увімкнення?*

Є дві обставини, що призводять до відключення блоку живлення:

- Спрацювання захисту від перенавантаження. Для усунення

Таблиця 8.

OUTPUT NUMBER	CH1	CH2	CH3	CH4
DC VOLTAGE	5V	12V	-5V	-12V
RATED CURRENT	1.1A	4,5A	1A	0,5A
CURRENT RANGE	2...12A	0,5...4,5A	0,1...1A	0...1A

Таблиця 9.

APFC топологія	Переваги	Недоліки	Обмеження
Одноступінчаста	Мінімальна вартість Проста схема Висока ефективність у малопотужних пристроях	Складне управління	1. Нульовий «час утримання» — стан виходу залежить від входу мережі. 2. При використанні у світлодіодних драйверах великі пульсації струму призводять до зменшення терміну служби світлодіодів. 3. Низька динамічна реакція, навантаження впливає.
Двоступінчаста	Висока ефективність Високий коефіцієнт Просте управління Висока адаптивність до навантаження	Висока вартість Складна схема	Підходить для всіх видів використання

ня цієї проблеми необхідно збільшити номінальну вихідну потужність або змінити точку спрацьовування OLP.

- Спрацьовує захист від перегріву, коли внутрішня температура досягає заданого значення. Після зниження температури блок живлення повернеться до нормального стану.

#### Що таке PFC?

PFC ( Power Factor Correction) – коректор коефіцієнта потужності. Коефіцієнт потужності показує, як повна потужність (потужність, яку необхідно виробити електростанцією) співвідноситься з активною (витраченою на корисну роботу). При коефіцієнті потужності 0.5 для пристрою електростанція повинна виробляти вдвічі більше електроенергії, ніж цей пристрій дійсно використовує, а половина енергії буде марно витрачена в нагрівання кабелів. Коректор коефіцієнта потужності дозволяє підвищити коефіцієнт максимально близько до одиниці,

сприяючи ефективності енергозбереження.

Існує кілька топологій PFC, компанія MEAN WELL у своїх джерелах живлення застосовує одно- та двоступінчасті активні коректори, особливості яких показані в [табл.9](#).

У чому різниця між одноступінчастим та двоступінчастим джерелом живлення?

Це стосується топології активного коректора потужності, описаного в попередньому питанні

Одноступінчасте джерело живлення поєднує функції корекції коефіцієнта потужності та конвертора в одному ланцюгу, а двоступінчасте використовує два окремі ланцюги. Характеристики захищеності двоступеневого блоку живлення від мережі змінного струму набагато кращі, ніж у одноступінчастого блоку живлення; крім того, двоступінчасте джерело живлення демонструє найкращі показники щодо шуму пульсацій на виході. Завдяки цьому двоступінчастий ДЖ може підключатися до проблемних електромереж, наприклад, у промислових додатках. Однак, двоступінчаста топологія складніша і дорожча.

*Що таке пульсації та шум? Як їх виміряти?*

Це невеликі небажані залишкові періодичні зміни вихідного струму джерела живлення. Їх форма показана на [рис.3](#).

Пульсації проникають з первинної мережі, мають низьку частоту (більше вхідної вдвічі – 100 Гц для мереж із частотою змінної напруги 50 Гц); шум генерується імпульсним перетворювачем, тому має більш високу частоту, що дорівнює частоті перетворення. Для вимірювання високочастотного шуму потрібні осцилограф зі смугою пропускання 20 МГц, зонд з максимально коротким проводом заземлення ([рис.4](#)) і конденсатори 0.1 мкФ і 47 мкФ, підключені паралельно з точкою вимірювання.



Рис.3

Що потрібно знати перед використанням функції «Remote Sensing» (дистанційного виміру)?

Вимірювальний вхід джерела живлення має високу чутливість, тому для зниження впливу перешкод необхідно використовувати кручені дроти, прокладені максимально віддалено від лінії первинної мережі та виходу джерела живлення. Якщо динамічне навантаження (частота вище 1 кГц), потрібне підключення конденсатора (рис.5) з наступними параметрами:

- номінальний струм пульсації у 0.2 рази перевищує вихідний струм ДЖ;
- номінальна напруга вище за вихідну напругу ДЖ.

Навіщо застосовують з'єднання двох блоків живлення послідовно?

Послідовне з'єднання виходів джерел живлення дозволяє створити двополярне живлення (рис.6) або отримати вищу вихідну напругу (рис.7).

У разі збільшення вихідної напруги номінальний вихідний струм не змінюється. Щоб запобігти пошкодженню блоку живлення при запуску, необхідно додати зовнішні блокуючі діоди (D1 і D2 на рис.7), зворотна напруга яких повинна бути більшою, ніж сума вихідних напруг V1 + V2. Номінальне значення струму діода має бути більшим за вихідний струм ДЖ. У деяких моделях джерел живлення MEAN WELL подібне послідовне з'єднання вже передбачено і не потребує встановлення зовнішніх діодів.

У чому різниця між -V та COM, які відзначені на стороні виходу?

COM (Common) означає загальний полюс для кількох виходів жив-

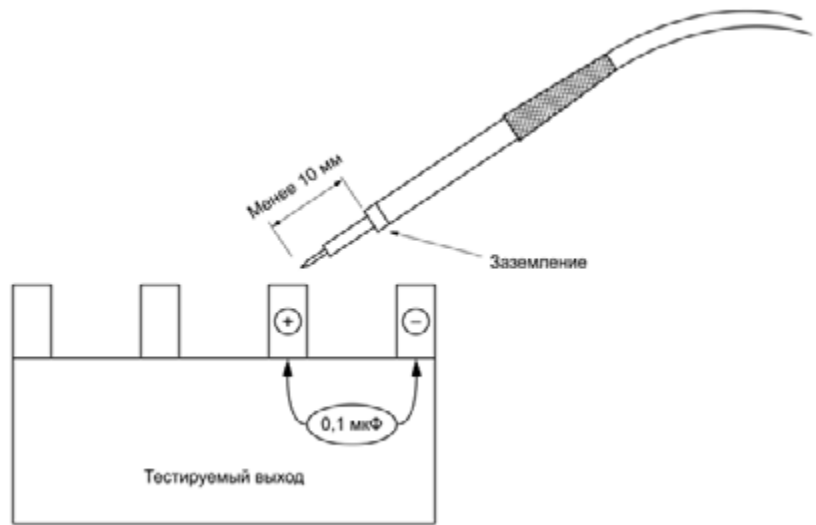


Рис.4

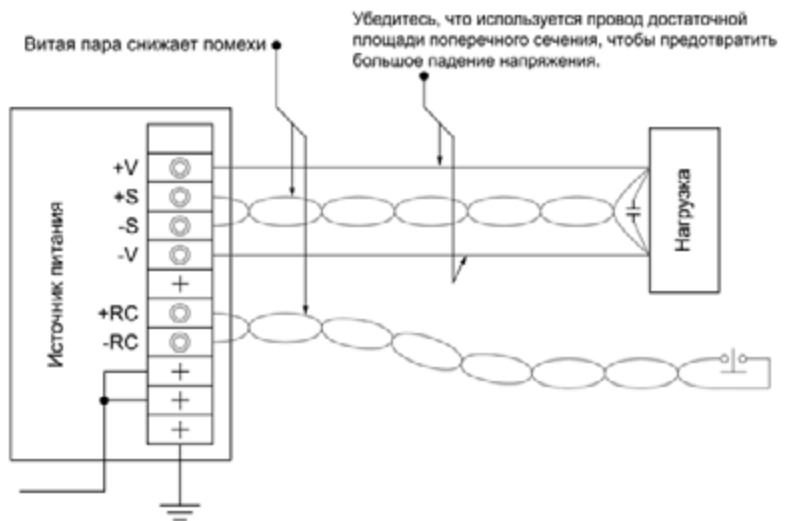


Рис.5

лення. Наприклад, для двополярного блоку живлення цей полюс є загальним для шин +V та -V; для кількох позитивних полюсів (+V1, +V2 тощо) це також загальний негативний полюс.

Які вимоги до паралельного з'єднання?

Паралельне підключення джерел живлення використовується для збільшення вихідної потужності

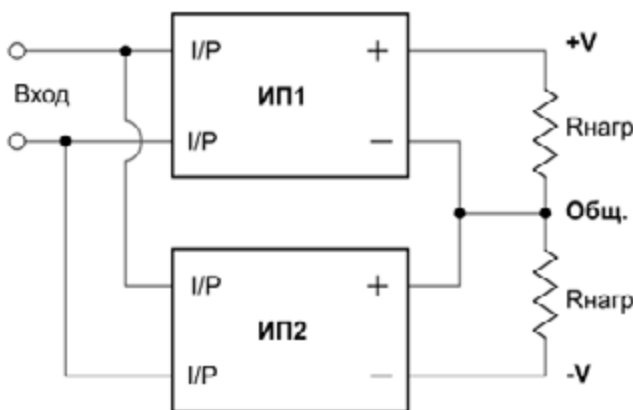


Рис.6

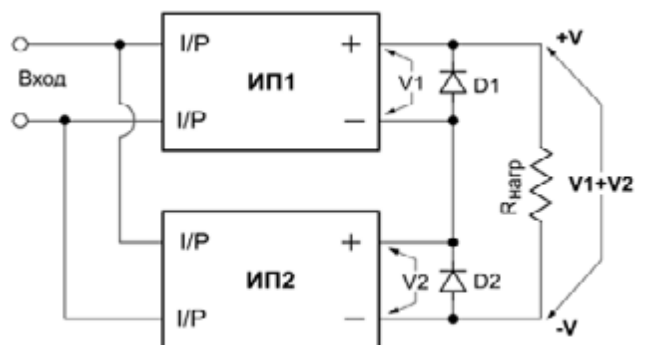


Рис.7

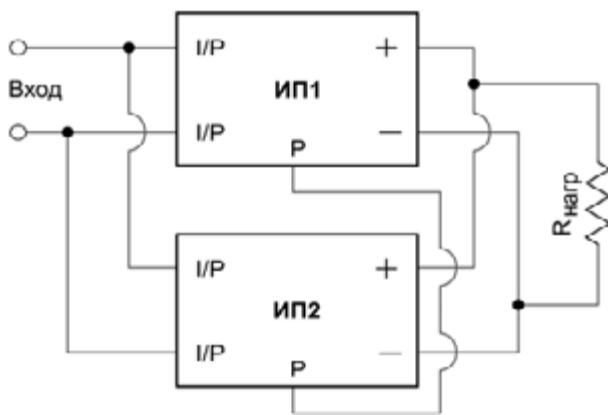


Рис.8

або більш надійної роботи системи (функція резервування). Однак не всі ДЖ мають захист від зворотного струму, тому забезпечення резервування повинно здійснюватися блоками живлення, які спочатку мають таку функцію, або зовнішнім модулем резервування.

При паралельному включенні повинні дотримуватися таких правил:

1. З'єднайте клеми P (LP/CS) разом (рис.8), як зазначено у специфікації, розділ «parallel function». Вхід і вихід повинні бути спочатку з'єднані паралельно, а потім вже підключені до джерела змінного струму та навантаження.

2. Слід враховувати, що після паралельного з'єднання деякі ДЖ потребують мінімального навантаження.

3. Різниця вихідної напруги між ДЖ має бути якнайменше, зазвичай менше 0.2 В.

4. Максимальне використання потужності має становити близько 90% від суми номінальних потужностей джерел живлення.

5. При паралельному з'єднанні, якщо навантаження нижче 10% від номінального навантаження окремого ДЖ, світлодіодний індикатор або сигнали (Power Good, POK, Alarm) можуть працювати неправильно.

6. Для забезпечення ефективного розподілу струму навантаження між паралельно включеними ДЖ рекомендується не використовувати більше 4...6 блоків живлення одночасно.

7. У деяких моделях слід використовувати вимірювальний вхід (клеми +S, -S) для зменшення пульсацій вихідної напруги.

На що слід звернути увагу при встановленні блоку живлення у вертикальному та горизонтальному положеннях?

Більшість джерел живлення малої потужності, які мають вентиляторів примусового охолодження, встановлюються у горизонтальному положенні. Якщо необхідно встановити ДЖ вертикально, слід врахувати зниження вихідної потужності через перегрівання. Графіки залежності вихідної потужності від температури навколишнього середовища наведено у специфікаціях, приклад таких графіків для ДЖ серії SP-150 дано на рис.9.

При активному (примусовому) охолодженні вбудованим вентилятором або зовнішньою системою якоїсь значної різниці між горизонтальним і вертикальним положеннями джерела живлення немає. Вихідна потужність при примусовому охолодженні може бути на 20% вищою, ніж при пасивному охолодженні за допомогою конвекції повітря.

*Які механізми контролю мають вентилятори охолодження?*

У порівнянні з іншими компонентами блоку живлення вентилятори мають відносно короткий термін служби, можна сказати, що вбудований вентилятор є ненадійним компонентом ДЖ. Багаторежимна робота вентилятора може продовжити термін його служби. Найбільш поширені алгоритми режимів роботи вентилятора:

- Контроль температури: якщо внутрішня температура джерела живлення перевищує граничне значення, вентилятор почне працювати на повній швидкості;

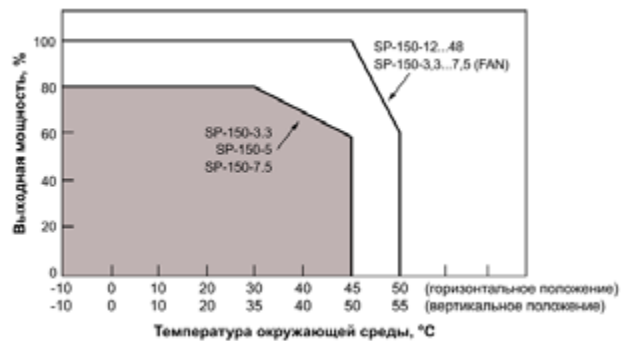


Рис.9

якщо внутрішня температура менша за встановлене значення, вентилятор перестає працювати або працює на меншій потужності. Подібних рівнів може бути кілька або швидкість обертання вентилятора може змінюватися синхронно з температурою джерела живлення.

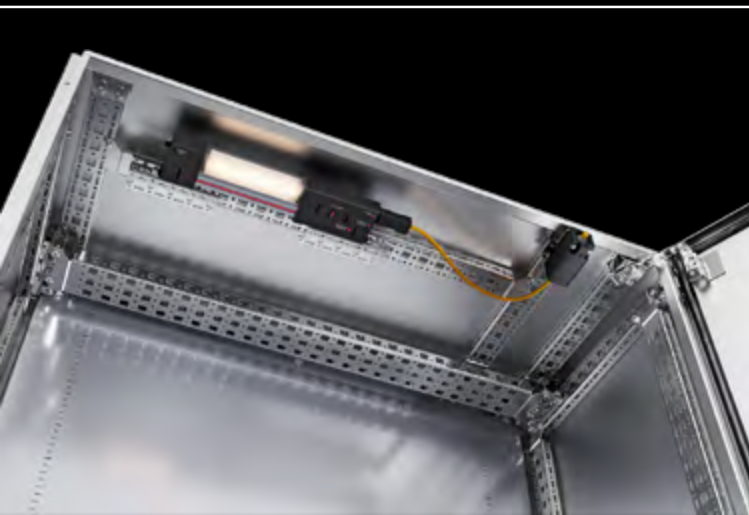
- Контроль вихідної потужності: якщо вихідна потужність джерела живлення перевищує граничне значення, вентилятор почне працювати на повній швидкості, інакше вентилятор не працює або працює наполовину своєї потужності.

*Чи можливо зменшити шум вентилятора?*

Шум невід'ємно пов'язаний із повітряним потоком вентилятора. Зниження оборотів вентилятора лише заради зниження шуму, а не коли це дозволяють температурні умови або споживана потужність, як описано у відповіді на питання вище, означає погіршення розсіювання тепла, що вплине на надійність роботи джерела живлення і може призвести до спрацювання захисту від перегріву або виходу ДЖ з ладу. Крім того, джерело живлення сертифікується з певним мінімальним повітряним потоком вентилятора, і за будь-яких змін знадобиться нова процедура сертифікації. Якщо шум вентилятора є критичною проблемою, слід вибрати продукцію з пасивною системою охолодження (FANLESS) або зв'язатися з компанією MEAN WELL для обговорення інших варіантів залежно від умов використання.

*(Продовження слідує)*

# 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](mailto:office@rittal.com.ua) ▪ 044 536 99 44

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES

FRIEDHELM LOH GROUP



PLANET WGS-4215-8P2XV – це промисловий настінний PoE+ керований комутатор із сенсорним екраном LCD, який забезпечує інтелектуальні функції PoE від PLANET для підвищення доступності промислових застосувань.

## PLANET WGS-4215-8P2XV – настінний керований Ethernet-комутатор для промислових застосувань

(Матеріал надано Компанією CEA)

Настінний PoE-керований комутатор із розширеними функціями L2+ і підвищеною безпекою

Пристрій підтримує управління з подвійним стеком IPv6/IPv4, вбудовану статичну маршрутизацію рівня 3 та потужний механізм комутації L2+/L4 Gigabit, а також оснащений вісьмома портами 10/100/1000BASE-T з підтримкою PoE потужністю 36 Вт і двома додатковими портами 100/1000/2500/10G BASE-X SFP.

Загальний бюджет потужності до 288 Вт дозволяє використовувати пристрій для різноманітних PoE-додатків. Комутатор забезпечує високу швидкість передачі даних і стабільну роботу при температурах від -20 до +70°C у компактному, але міцному металевому корпусі класу IP30. WGS-4215-8P2XV – це ідеальне рішення для наступних мережевих сценаріїв (рис.1).

### Інноваційна настінна установка

WGS-4215-8P2XV спеціально розроблений для встановлення в обмежених просторах, таких як настінні шафи або електричні коробки. Компактний, плоский дизайн, що кріпиться на стіну, легко адаптується до місць із браком простору. Комутатор можна встановлювати за допомогою фіксованого або магнітного настінного кріплення, що робить його використання ще більш гнучким (рис.2).



### Порти для волоконної оптики 10Gbps і багатошвидкісні порти для високошвидкісних мереж

Завдяки аплінку 10Gbps, WGS-4215-8P2XV демонструє видатну продуктивність як при підключенні до промислового магістрального каналу, так і до серверів із високою пропускну здатністю. Пристрій забезпечує безперебійну роботу при широкому діапазоні температур, гарантуючи неблокуючу комутацію та вражаючу швидкість передачі даних до 56Gbps. 10G волоконний порт слугує магістраллю для додатків з високою пропускну здатністю, таких як потокове відео, хмарні обчислення та віртуалізація, забезпечуючи безперервну



\* The above pictures are for illustration only.

Рис. 1



Рис.2

та швидку передачу даних. Ця інноваційна можливість спрощує модернізацію промислових локальних мереж, ефективно задовольняючи зростаючі вимоги до пропускнуої здатності.

### Інтуїтивне управління через LCD-екран

WGS-4215-8P2XV оснащений сенсорним екраном на передній панелі, що значно полегшує управління Ethernet PoE

PD, сприяючи підвищенню ефективності в масштабних мережах, таких як підприємства, готелі, торгові центри, урядові будівлі та інші громадські місця. Сенсорний екран дозволяє виконувати такі функції управління та моніторингу (рис.3):

- Налаштування IP-адреси, VLAN і QoS.
- Управління PoE та перевірка стану.
- Управління портами, їх стан і інформація про SFP.
- Виявлення проблем: діагностика кабелів і віддалений ping IP.
- Технічне обслуговування: перезавантаження, скидання до заводських налаштувань і збереження конфігурації.

### Рішення для кібербезпеки мережі для мінімізації ризиків

WGS-4215-8P2XV підтримує протоколи SSHv2 та TLS, що забезпечують надійний захист від сучасних загроз. Комутатор включає низку функцій кібербезпеки, таких як DHCP Snooping, IP Source Guard, захист від динамічної ARP-інспекції, управління обліковими записами користувачів через RADIUS і TACACS+, а також автентифікацію SNMPv3, перетворюючи його на повноцінне рішення для безпеки (рис.4).

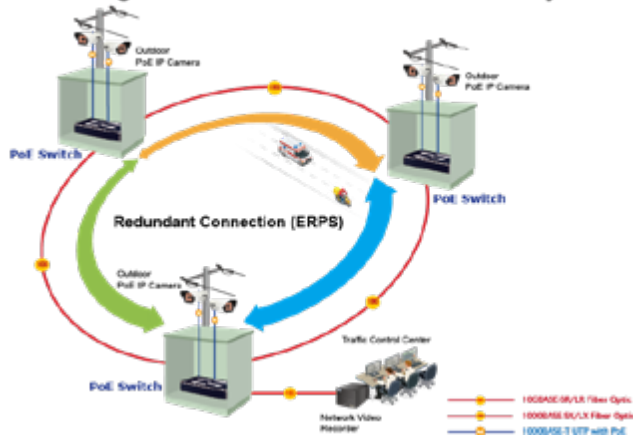


Рис.3



Рис.4

**ERPS Ring for Video Transmission Redundancy**



**Рис.5**

Protection Switching), протокол Spanning Tree (802.1s MSTP) та систему подвійного живлення у промислову мережу автоматизації, підвищуючи надійність системи та її доступність у складних умовах фабрик. У простих кільцевих мережах час відновлення з'єднання може досягати 10 мс (рис.5).

**Унікальні вбудовані функції PoE для управління живленням підключених пристроїв**

Як керований PoE-комутатор для відеоспостереження, бездротових і VoIP-мереж, WGS-4215-8P2XV пропонує спеціальні функції управління PoE, зокрема:

- Перевірку «життєздатності» PD.
- Запланований перезапуск живлення.
- Графік подачі живлення PoE.
- Моніторинг використання PoE.
- Розширення PoE.

**PD Alive Check**



**Рис.6**

**Інтелектуальна перевірка «життєздатності» підключених пристроїв**

WGS-4215-8P2XV можна налаштувати для моніторингу стану підключених пристроїв у реальному часі за допомогою дії ring. Якщо пристрій перестає працювати або відповідати, комутатор автоматично відновлює подачу живлення на PoE-порт і перезапускає пристрій. Це значно підвищує надійність мережі, зменшуючи навантаження на адміністраторів (рис.6).

**Запланований перезапуск живлення**

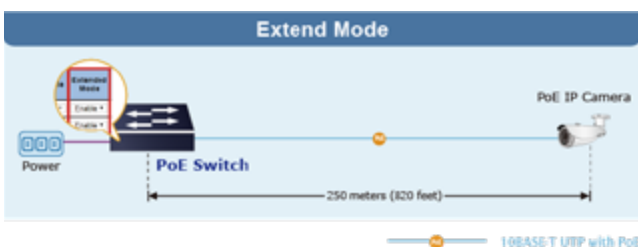
Комутатор дозволяє автоматично перезавантажувати підключені PoE-камери або бездротові точки доступу у визначений час щотижня. Це знижує ризик зависання пристроїв через переповнення буфера (рис.7).



**Рис.7**

**Графік подачі живлення PoE для енергозбереження**

У контексті глобальних тенденцій енергозбереження та захисту довкілля WGS-4215-8P2XV забезпечує контроль подачі живлення, зокрема завдяки функції «графік PoE». Ця функція дозволяє вмикати або вимикати подачу PoE-живлення на окремі порти у визначені часові інтервали, що допомагає малим і середнім підприємствам знижувати витрати на енергію та підвищувати рівень безпеки, відключаючи пристрої, які не повинні працювати у неробочий час.



**Рис.8**

**Розширення потужності PoE+ 802.3at і відстані передачі Ethernet-даних**

У режимі «Extend» WGS-4215-8P2XV може працювати на кожному порту з швидкістю 10Mbps у дуплексному режимі, забезпечуючи вихідну потужність PoE до 20 Вт на відстані до 250 метрів, долаючи обмеження Ethernet-кабелю UTP у 100 метрів. Завдяки цій функції комутатор пропонує додаткове рішення для розширення дистанції PoE 802.3at/af, заощаджуючи витрати на монтаж кабелів Ethernet (рис.8).

**Інноваційне настінне встановлення**

WGS-4215-8P2XV спеціально розроблений для встановлення у вузьких просторах, таких як настінні шафи.

**Резервне кільце та швидке відновлення для критично важливих мережевих застосувань**  
WGS-4215-8P2XV підтримує технологію резервного кільця і забезпечує швидке самовідновлення, що запобігає перебоям і зовнішнім втручанням. Він інтегрує передову технологію ITU-T G.8032 ERPS (Ethernet Ring

Його компактний, плоский дизайн для настінного монтажу легко розміщується у будь-яких обмежених за простором локаціях. Завдяки зручному дизайну з «фронтальним доступом» монтаж, підключення кабелів, моніторинг LED-індикаторів та обслуговування пристрою в закритій шафі є дуже зручними для технічного персоналу. Комутатор може бути встановлений за допомогою настінного, магнітного або DIN-рейкового монтажу, що забезпечує максимальну гнучкість у його використанні.



Рис.9

### Захищений промисловий дизайн

Завдяки захищеному металевому корпусу класу IP30, WGS-4215-8P2XV має високу стійкість до електромагнітних перешкод і сильних електричних перенапруг, що часто трапляються на виробничих майданчиках або в шафах управління дорожнім рухом без кондиціонера. Пристрій здатний працювати в діапазоні температур від -20 до +70°C, що дозволяє використовувати його практично у будь-яких складних умовах (рис.9).

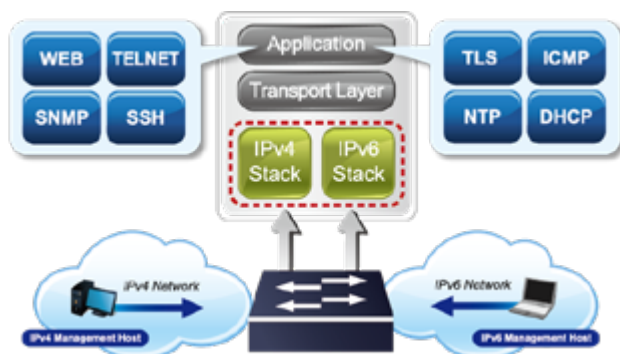


Рис.10

### Подвійне управління IPv6/IPv4

Підтримуючи протоколи IPv6 та IPv4, WGS-4215-8P2XV дозволяє малим і середнім підприємствам переходити до ери IPv6 з мінімальними витратами, адже заміна чи модернізація мережевого обладнання не потрібні у разі впровадження IPv6-мережі (рис.10).

### SMTP/SNMP Trap для сповіщень про події

Комутатор забезпечує функцію сповіщень про події, що допомагає діагностувати несправності пристрою, зокрема розриви мережевого підключення чи необхідність перезавантаження (рис.11).

### SMTP/SNMP Trap Event Alert

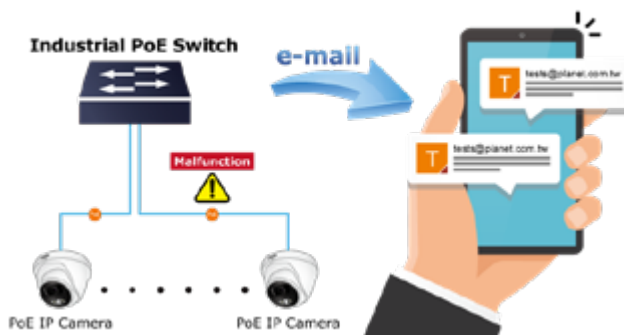


Рис.11

### Маршрутизація VLAN на рівні 3 для гнучкого та безпечного управління

Окрім високої продуктивності та передових технологій рівнів 2 і 4, WGS-4215-8P2XV підтримує маршрутизацію VLAN на рівні 3 для IPv4 і IPv6. Це дозволяє з'єднати різні VLAN і IP-адреси, створюючи безпечні та гнучкі мережеві застосування.

### Надійні функції рівня 2

WGS-4215-8P2XV можна програмувати для використання передових функцій управління комутатором, таких як:

- Динамічна агрегація портів.
- VLAN Q-in-Q.
- Приватний VLAN.
- Протокол Rapid Spanning Tree.
- QoS (якість обслуговування) від рівня 2 до рівня 4.
- Контроль пропускної здатності.
- IGMP Snooping.

Комутатор підтримує до 2000 VLAN-груп і дозволяє створювати до двох груп об'єднання портів, що забезпечує швидке резервування у випадку збою.

### Ефективний контроль трафіку

WGS-4215-8P2XV оснащений потужними функціями QoS і управління трафіком для покращення якості бізнес-класу передачі даних, голосу та відео. До функцій належать:

- Контроль штормів широкомовного, багатоадресного та одноадресного трафіку.
- Контроль пропускної здатності кожного порту.
- Пріоритезація трафіку через 802.1p/CoS/IP DSCP.
- Ремаркування QoS.

Ці можливості гарантують найкращу продуктивність при передачі VoIP і відеопотоків, дозволяючи підприємствам максимально ефективно використовувати мережеві ресурси.

### Ефективне управління

Для зручного управління WGS-4215-8P2XV підтримує такі інтерфейси:

- Веб-інтерфейс: інтуїтивно зрозумілий і незалежний від платформи інструмент для налаштування та управління.
- Текстове управління: доступ через Telnet або SSHv2.



Рис.12

- SNMPv3: забезпечує захищений моніторинг і управління через шифрування вмісту пакетів під час кожної сесії (рис.12).

**Потужний захист від рівня 2 до рівня 4**

WGS-4215-8P2XV пропонує комплексний захист від рівня 2 до рівня 4 за допомогою списків контролю доступу (ACL). Ці функції дозволяють обмежувати доступ до мережі, блокуючи пакети на основі IP-адрес джерела та призначення, TCP/UDP портів або визначених типових мережевих застосунків. Механізми захисту включають автентифікацію користувачів та пристроїв через 802.1X (на основі порту та MAC-адреси). Функція приватного VLAN забезпечує захист приватності, запобігаючи комунікації між портами на периферії мережі.

**Розширений захист IP-мережі**

Для підвищення безпеки WGS-4215-8P2XV оснащений функціями DHCP Snooping, IP Source Guard та Dynamic ARP Inspection. Вони запобігають атакам, пов'язаним із IP-шпигунством, і блокують ARP-пакети з некоректними MAC-адресами. Завдяки цим інструментам адміністратори можуть створювати надзвичайно захищені корпоративні мережі з мінімальними витратами часу та ресурсів.

хитені корпоративні мережі з мінімальними витратами часу та ресурсів.

**Підтримка Modbus TCP для автоматизації виробництва**

Завдяки підтримці протоколу Modbus TCP/IP, WGS-4215-8P2XV легко інтегрується в SCADA-системи, HMI-системи та інші системи збору даних на виробничих майданчиках. Це дозволяє адміністраторам віддалено моніторити інформацію про роботу комутатора, стан портів та статус зв'язку, спрощуючи контроль і обслуговування всієї фабричної інфраструктури.

**Гнучкість і рішення для розширення**

Два додаткові SFP-слоти, вбудовані в WGS-4215-8P2XV, підтримують мультишвидкісні модулі 100BASE-FX, 1GBASE-SX/LX, 2.5GBASE-X та 10GBASE-X SFP+. Це дозволяє адміністраторам обирати відповідний SFP-трансивер залежно від необхідної швидкості передачі даних і відстані:

- До 550 метрів — для багатомодових волокон.
- До 20/40/80 кілометрів — для одномодових або WDM-волокон.

**Extending Ethernet Distance**

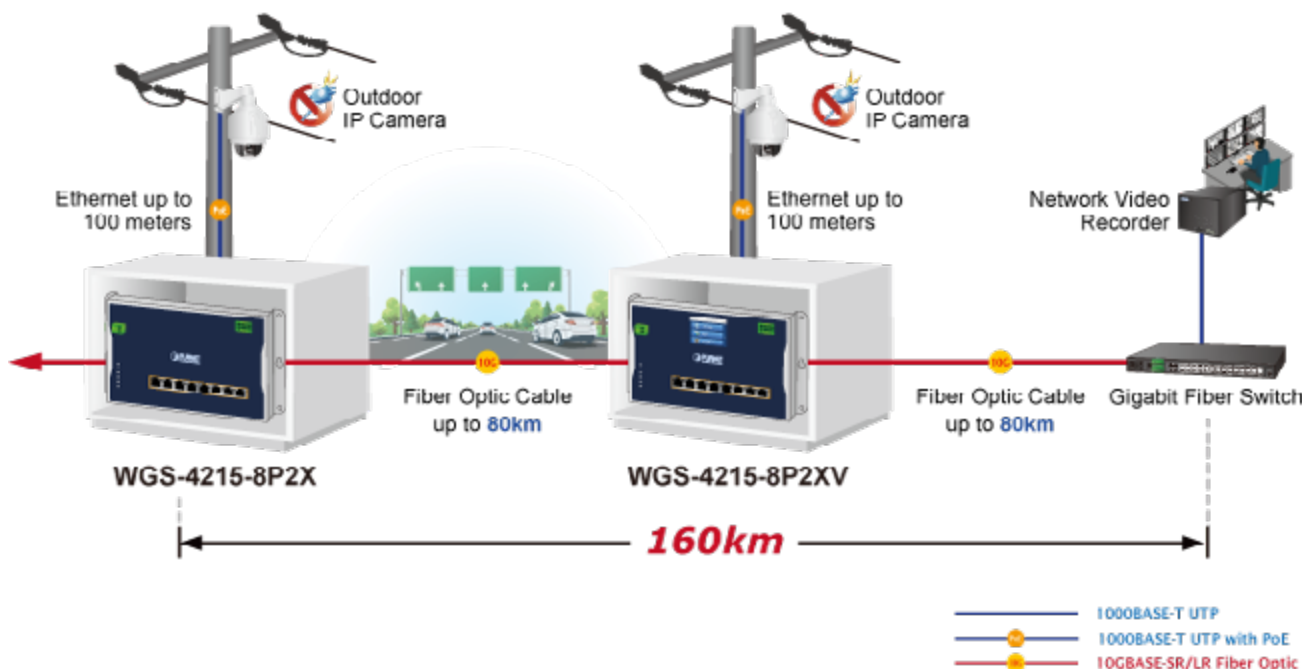
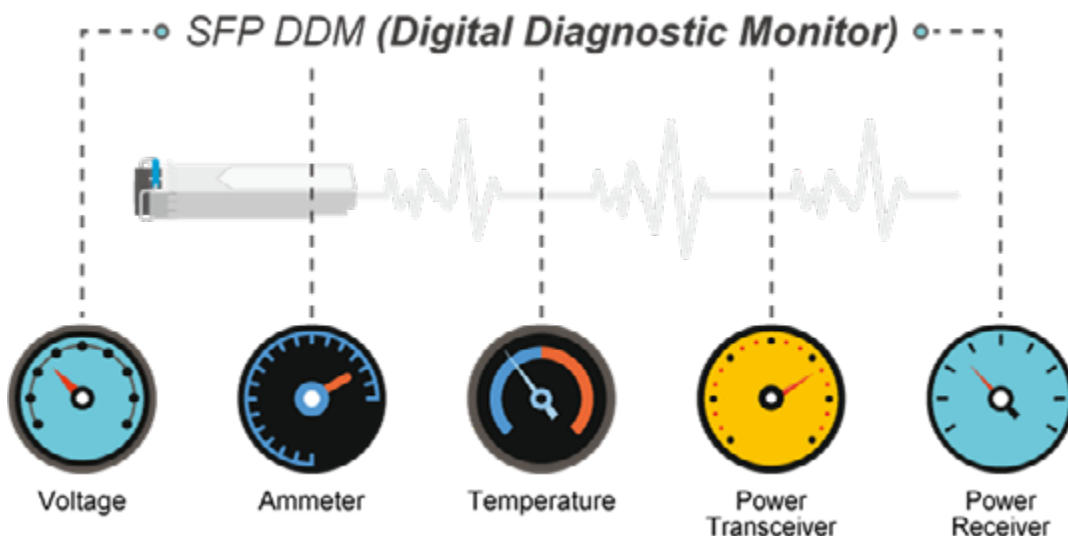


Рис.13



**Рис. 14**

Це ідеальне рішення для використання у корпоративних центрах обробки даних та розподільчих мережах (рис.13).

**Інтелектуальний механізм діагностики SFP**

WGS-4215-8P2XV підтримує функцію SFP-DDM (Digital Diagnostic Monitor), яка значно спрощує моніторинг реальних параметрів SFP-модуля в режимі реального часу. Це включає:

- Оптичну потужність на виході.
- Оптичну потужність на вході.
- Температуру модуля.

- Ток лазера.
- Напругу живлення трансивера.

Ця функція дозволяє адміністраторам оперативно виявляти можливі проблеми та підвищує ефективність управління мережею (рис.14).

**Придбати продукцію PLANET та отримати додаткову інформацію ви можете у відділі промислових комп'ютерів Компанії SEA. Звертайтеся до наших експертів за консультацією!**

**+38 (044) 330-00-88**  
**e-mail: info@sea.com.ua**

# ЕЛЕКТРОННІ КОМПОНЕНТИ



- Пасивні компоненти
- Електромеханіка
- Інтегральні мікросхеми
- Дискретні напівпровідникові компоненти
- Силкові напівпровідникові пристрої, модулі
- Датчики (сенсори)
- Конектори



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

Вчені з Манчестерського університету розробили новий датчик, здатний виявляти навіть слідову кількість водню всього за кілька секунд.

# Новий водневий датчик може відкрити більш безпечне та екологічно чисте енергетичне майбутнє

Андрій Лапій, м. Запоріжжя

Водень має великий потенціал як екологічно чисте джерело енергії. При використанні як паливо він виробляє лише водяну пару, що робить її безвуглецевим варіантом, здатним допомогти скоротити викиди вуглекислого газу на транспорті, в енергетиці та важкій промисловості.

Але є одна проблема: водень важко виявити, особливо у разі витoku. Він не має запаху, кольору та смаку, тому людям важко помітити його витік. Незважаючи на те, що цей елемент є чистим паливом, він також може легко спалахувати при змішуванні з повітрям може стати причиною вибуху.

Більш того, водень створює невидиме полум'я з низьким тепловим випромінюванням та високою температурою. У замкнених просторах він може витіснити кисень, що небезпечно і здатне призвести до задухи. Тому дуже важливо мати надійні способи виявлення витоків водню.

## Необхідність засобів виявлення водню

Більшість датчиків, що використовуються для виявлення водню, зазвичай громіздкі, дорогі і, як правило, не підходять для невеликих або портативних пристроїв. Це обмежує їх використання в товарах повсякденного користування або в обладнанні, що зазнає впливу навколишнього середовища, наприклад, у паливних елементах автомобілів, у будинках, що використовують водневу енергію, або навіть у пристроях особистої безпеки.

Невеликий, легкий та гнучкий датчик вмісту водню став би великим кроком вперед. Його можна було б використовувати в різних областях – від обладнання та інфраструктури до портативних пристроїв і засобів індивідуального захисту. Така технологія полегшила б швидке виявлення витоків водню, підвищила б безпеку і допомогла зробити цей елемент більш життєздатним і широко використовуваним джерелом енергії.

Вчені з Манчестерського університету розробили новий датчик, здатний виявляти навіть слідову кількість водню всього за кілька секунд. Він компактний, недорогий, енергоефективний і працює краще, ніж багато інших портативних детекторів водню, представлених на ринку.

Такий датчик може підвищити безпеку використання водню. Завдяки своїй точності, доступності та простоті



використання він робить моніторинг вмісту водню застосовним у різних умовах – від промислових об'єктів до будинків і транспортних засобів.

Робота була виконана у співпраці з дослідниками з Університету науки та техніки імені короля Абдалли в Саудівській Аравії та нещодавно опублікована у журналі Nature Electronics.

## Основні характеристики датчика

Новий датчик (фото) працює завдяки використанню органічного напівпровідника як основний чутливий матеріал. Він оснащений платиновими електродами, на які нанесений літографічний малюнок, а потім тонкий шар органічного полімеру р-типу (DPP-DTT). Цей шар наноситься методом центрифугування або друку і утворює гладку, рівну поверхню з шорсткістю близько 0.6 нм.

Перед додаванням полімеру дослідники виміряли роботу виходу платинових електродів за допомогою фотоелектронної спектроскопії. Вони виявили, що показники становлять 5.3 eV, що близько відповідає енергетичному рівню найвищої молекулярної орбіталі полімеру (-5.2 eV). Це робить платину відповідним матеріалом для ефективного заповнення отворів у полімері, що важливо для роботи датчика.

Після того, як пристрої були готові, їх зберігали на сухому повітрі протягом десяти годин для стабілізації. Після цього їх помістили у випробувальну камеру та піддали впливу контрольованого потоку синтетичного повітря, змішаного з різними концентраціями газоподібного водню.

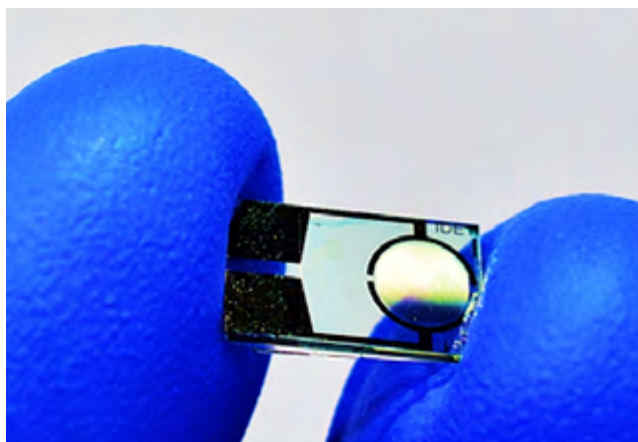


Рис. 1

Потім дослідники вивчили, як датчик реагує з часом. Вони протестували пристрій DPP-DTT, піддавши його впливу імпульсів синтетичного повітря, змішаного з різними концентраціями газоподібного водню у контрольованій камері. Умови в камері підтримувалися постійними при температурі 20°C та відносній вологості 15%.

Коли датчик зазнав впливу 1% водню (10 000 частин на мільйон), він показав дуже швидку реакцію – близько 0.84 секунди. Щоб ще раз продемонструвати, наскільки швидко може виявляти водень, команда також випустила невелику кількість майже чистого газоподібного водню (99.99%) поруч із датчиком, що викликало негайну реакцію.

Крім того, датчик має низьку межу виявлення (близько 192 частин на мільйон) і низьке енергоспоживання (менше 2 мкВт) і може безперервно працювати більше 646 днів при кімнатній температурі навколишнього повітря.

Ці результати показують, що органічний датчик працює дуже добре, переважаючи більшість водневих датчиків у порівнянні з контрольними показниками, встановленими Міністерством енергетики США та іншими дослідженнями.

### Принцип роботи датчика

Новий органічний напівпровідниковий датчик працює на основі механізму, що називається р-легуванням. У цьому процесі молекули кисню взаємодіють з активним матеріалом датчика та збільшують кількість позитивних електричних зарядів, що збільшує силу електричного струму. Коли вводиться водень, він входить у реакцію з киснем і звертає цей ефект, що призводить до швидкого падіння струму.

В результаті цієї реакції утворюються молекули води, які потім випаровуються із пристроєм. Струм залишається низьким до тих пір, поки є водень. Як тільки водень зникає з навколишнього середовища, кисень з навколишнього повітря відновлює свою роль у р-легуванні органічного напівпровідника. Це призводить до швидкого відновлення струму, що означає закінчення виявлення водню та відновлення сигналу. Таке перемикання відбувається швидко та повністю оборотно та ефективно працює при температурах від +20 до +120°C.

Датчик був протестований у кількох реальних сценах, включаючи виявлення витоків із труб, відстеження



Рис. 2

того, як водень поширюється закритим приміщенням після раптового викиду, і навіть був встановлений на безпілотнику для виявлення витоків у повітрі. У будь-якому випадку датчик реагував швидше, ніж сучасні портативні комерційні детектори, що свідчить про великий потенціал для використання в будинках, промислових об'єктах та транспортних системах.

Однією з його ключових переваг є те, що його можна виготовити дуже тонким і гнучким (рис.1), що робить його придатним для інтеграції в інтелектуальні пристрої. Це відкриває можливості для безперервного моніторингу водневих систем у режимі реального часу на широкій території за допомогою датчиків, вбудованих у різні частини доквілля.

В даний час дослідна група працює над подальшим поліпшенням характеристик датчика та оцінкою його стабільності з часом у різних умовах експлуатації.

Водень стає дедалі важливішою частиною переходу до екологічно чистої енергетики. Його виробництво, розподіл та використання постійно розширюються, що зумовлено новими екологічними нормами та глобальним прагненням до використання палива з низьким рівнем викидів. Водень може відіграти важливу роль у переході до енергетики, допомагаючи скоротити забруднення навколишнього середовища та досягти кліматичних цілей. Але для того, щоб водень набув більш широкого поширення, його необхідно безпечно використовувати та керувати ним.

Новий датчик органічного водню, розроблений дослідною групою, має високу чутливість, швидкий час реакції та низьке енергоспоживання без використання зовнішнього нагрівального елемента. Датчик може визначати дуже низькі концентрації водню, добре працює у жорстких умовах тестування та зберігає орієнтацію на водень навіть за наявності інших газів.

Дослідники також показали, що в ході практичних випробувань цей датчик працює краще ніж звичайний водневий детектор (рис.2). Оскільки він створений на основі органічних напівпровідникових матеріалів, його перевага також полягає у можливості масштабування та відносно дешевої у виробництві. Це означає, що він може бути широко використаний у водневій економіці, що формується – від промисловості та транспорту до житлових будинків та енергетичної інфраструктури.

Ми знаємо, що будь-який контакт характеризується тим чи іншим електричним опором, отже коли через нього проходить струм, на ньому виділяється тепло. Кількість тепла безпосередньо пов'язана з обома параметрами та часом проходження струму та описана законом Джоуля-Ленца. Але як впливає температура навколишнього середовища та власне нагрівання на опір контакту? Чи треба обмежувати струм при підвищенні температури середовища, особливо коли воно близьке до максимальної робочої температури, допустимої для роз'єму? У статті ми постараємося відповісти на ці запитання та надати практичні рекомендації, які можуть використовуватись при роботі з роз'ємами.

## Проблема деградації електричних характеристик з'єднувачів

Олександр Шайлет (Alexandre Chaillet)  
Переклад: Володимир Рентюк

### Проблема підвищення температури

*Трохи теорії: чому і як зростає температура контактної сполуки*

Для будь-яких електричних з'єднувачів (роз'ємів та клем) у їх специфікаціях завжди вказується номінальний та максимальний робочі струми, які визначаються міжнародними, національними чи галузевими стандартами. Вони відзначено максимальне значення підвищення температури ( $\Delta t$ ), допустиме при номінальному робочому струмі, оскільки це безпосередньо впливає на надійність контактного з'єднання і апаратури загалом. Для підтвердження відповідності вимогам стандарту температуру вимірюють в гарячій точці роз'єму з використанням дуже точних технологій вимірювання, при цьому зазвичай дотримуються умови стандарту EIA364-70. Різні стандарти можуть допускати різні значення для максимального значення  $\Delta t$ , тому вибір залишається за виробником. Наприклад, для сертифікації UL (UL1059 – клемні колодки) компанія Würth Elektronik обрала максимальне значення  $\Delta t$  – 30К.

Різні стандарти також можуть використовувати різні процедури випробувань, число точок вимірювання і, як було сказано, значення  $\Delta t$ , отже, навіть для одного і того ж типу продукту в рамках різних стандартів, наприклад UL2 і VDE3, можна знайти різні значення випробувального струму і критерії відповідності.

Кількість тепла, що виділяється на опорі, описується законом Джоуля-Ленца як:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

де:

$R$  – опір провідника;

$I$  – сила струму, що проходить через нього;

$t$  – час, за який нам необхідно дізнатися кількість теплоти, що виділилася.



Однак нас цікавить не виділена кількість теплоти сама по собі, а підвищення в режимі температури провідника або опору в певних умовах і по відношенню до температури навколишнього середовища, яке можна розрахувати за наступною формулою, запропонованою Джоулем:

$$\Delta t = k \cdot R \cdot I^2 \quad (1),$$

де:

$\Delta t$  – підвищення температури, К;

$k$  – постійна (константа);

$R$  – опір контакту роз'єму, Ом;

$I$  – сила струму через контакт А.

Формула проста і зрозуміла, проте проблема в тому, що входить до формули константа  $k$  яка залежить як від передбачуваних, так і від непередбачуваних факторів,



Рис. 1

зокрема типу пластику і навіть його кольору, а також від параметрів навколишнього середовища, в тому числі швидкості потоку повітря, та інших факторів, які поліпшать або зменшать теплове розсіювання. Так що цілком природно, що ми не можемо знати чи розрахувати цю константу для кожного типу та кожного варіанта використання з'єднувача.

Втім, цю константу можна не брати до уваги, коли ми порівнюємо значення в одній і тій самій системі. Якщо ми вимірюємо  $\Delta t_1$  роз'єму зі струмом  $I_1$ , то  $\Delta t_2$  можна обчислити при іншому струмі  $I_2$  без будь-яких тонких вимірювань. На **рис.1** показаний принцип порівняльного тесту підвищення температури.

Якщо ми використовуємо наведену формулу Джоуля (1), то константа  $k$  та опір  $R$  будуть однаковими для цих контактів:

$$\Delta t_1 / \Delta t_2 = I_1^2 / I_2^2 \quad (2).$$

У наступному параграфі ми побачимо, наскільки точна ця оцінка порівняно з реальними вимірами і чи можна її використовувати на практиці. Основою наших міркувань стане внутрішня температура роз'єму, яка з урахуванням зовнішньої температури  $t_{ambient}$  може бути записана рівнянням:

$$t = \Delta t + t_{ambient}. \quad (3).$$

*Експериментальне підтвердження підвищення температури контактного з'єднання*

Щоб підтвердити теорію, для деяких продуктів компанії Würth Elektronik був проведений тест на підвищення температури при проходженні струму. Щоб уникнути впливу повітряного потоку, з'єднувачі були поміщені в закриту камеру без регулювання температури (термостатування).

У наступному прикладі, показаному на **рис.2** (схема підключення проводів та термопар), клемна колодка, розташована на друкованій платі, була послідовно підключена трьома контактами. Для цього був використан стандартний провід сортаменту 12 AWG (діаметр 2.053 мм, площа перерізу 3.31 мм<sup>2</sup>) та пропустили через нього струм силою 20 А. Для контролю температури на роз'ємі ми встановили три

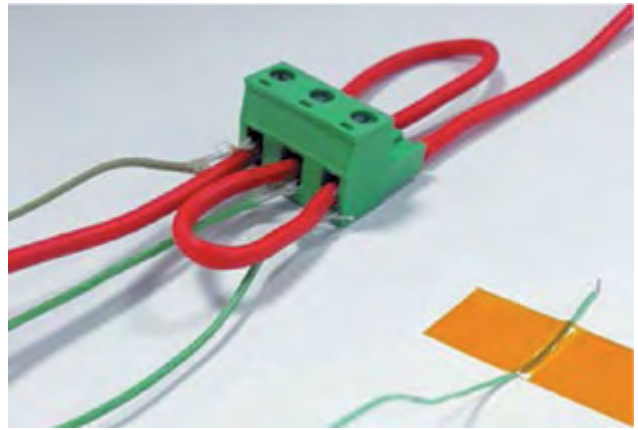


Рис. 2

Таблиця 1.

Характеристики	Ток, А	Th, внешней клеммы	Th, средней клеммы	Th, внешней клеммы	Погрешность прогноза, К
Измеренное Δt, К	5	1,3	1,6	0,9	0
Расчетное Δt, К		1,2	1,6	1	
Измеренное Δt, К	10	5,4	7	4,4	0,5
Расчетное Δt, К		4,8	6,5	3,9	
Измеренное Δt, К	15	11,5	15,4	9,5	0,7
Расчетное Δt, К		10,8	14,6	8,7	
Измеренное Δt, К	20	19,2	25,9	15,5	na
Расчетное Δt, К		19,2	25,9	15,5	
Измеренное Δt, К	25	29	38,8	22,9	-1,3
Расчетное Δt, К		30	40,5	24,2	
Измеренное Δt, К	30	41,8	55,9	32	-2,1
Расчетное Δt, К		43,2	58,3	34,9	

термопари – по одній усередині кожного гвинтового затиску.

Крім того, для вимірювання температури навколишнього середовища використовували додаткову термопару (на **рис.2** вона показана праворуч).

У **табл.1** наведено результати вимірювання температури  $t$  (К) і паралельно розрахована оцінка за формулою Джоуля (1) з перерахунком за формулою (2) щодо  $\Delta t$ , виміряного при робочому струмі 20 А. Як приклад оцінка  $Th1$  (перевищення температури крайньої лівої клеми) при струмі 10 А розраховується наступним чином:

$$\Delta t_{10A} = (I_1^2 / I_2^2) \cdot \Delta t_{20A} = (10^2 \text{ A} / 20^2 \text{ A}) \cdot 19.2 \text{ K} = 4.8 \text{ K}.$$

З даних, отриманих експериментальним шляхом, які представлені в **табл.1**, випливає, що при підвищенні струму від 10 до 20 А температура роз'єму збільшується вчетверо! Похибка прогнозу – це середнє значення кожного із трьох відхилень між вимірним і розрахованим значенням.

Помилка передбачення, як можна бачити, невелика, що доводить допустимість цього методу розрахунку на підставі порівняльного підходу для оцінки реального значення  $\Delta t$ .

Отже, якщо вам відомо  $\Delta t$  з'єднувача за одного струму, то ви в тих же умовах середовища і для того ж з'єднувача можете оцінити  $\Delta t$  і за іншого струму. Однак майте на увазі, що ця оцінка буде менш точною, якщо між двома струмами є суттєва різниця, наприклад, між струмами 2 А та 50 А.

Таблиця 2.

Температура окружающей среды, °C	Внутренняя температура соединителя, °C	Δt, K	Отклонение Δt от Δt при +23 °C, K	Отклонение Δt от Δt при +23 °C, %
23	38,9	15,9		
34,7	51,4	16,7	0,8	5
46,4	63,8	17,4	1,5	9
58,1	76	17,9	2	13
69,8	88,3	18,5	2,6	16
81,5	100,7	19,2	3,3	21
93,2	112,5	19,3	3,4	21
104,9	124,7	19,8	3,9	25

**Випробування на деградацію електричних характеристик**

Причини зниження електричних характеристик та експериментальні дослідження

Випробування зниження номінальних робочих характеристик, зване деградацією, виконується при різних температурах, зазвичай виробники продукту наводять його допустимі навантаження в діапазоні температур від +20°C до максимальної робочої температури, передбаченої для конкретного продукту. Стосовно з'єднувачів цей тип випробування надає нам інформацію про їх максимально допустимий струм у різних теплових режимах.

Продукція Wurth Elektronik розроблена таким чином, що металеві деталі не втрачають своєї ефективності у всьому діапазоні робочих температур. Однак ми бачимо помітну зміну Δt із зростанням температури. Основна причина полягає в тому, що електричні опори металів змінюються в залежності від температури, що описується відповідно до наступної формули:

$$R_t = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot (t - t_0)) \tag{5}$$

де:

R<sub>t</sub> – опір металевого провідника при температурі t<sub>t</sub>, Ом;

R<sub>0</sub> – Опір при температурі t<sub>0</sub>, Ом;

α – температурний коефіцієнт опору, K<sup>-1</sup>;

t – температура, °C (або K).

Температурний коефіцієнт є матеріально залежною константою. Для прикладу наведемо матеріали, які широко використовуються як провідники: мідь (copper) і латунь (brass):

$$\alpha_{copper} \approx 4 \cdot 10^{-3} K^{-1}; \alpha_{brass} \approx 1,5 \cdot 10^{-3} K^{-1}.$$

Очевидно, що загальний контактний опір є сумою різних параметрів: опір матеріалу різних проводів, опір контакту між проводом і затискачем, паяння і контакту між сполученими клемами. Щоб дати уявлення про зміну опору на з'єднувачі, як приклад проведемо оцінку зміни сумарного опору при використанні мідних та латунних провідних матеріалів при зміні температури в межах +20...+100°C.

Це можна оцінити за допомогою наступного розрахунку:

$$R_{100^\circ C} = R_{20^\circ C} \times \left( 1 + \left( \frac{1,5+4}{2} \times 10^{-3} K^{-1} \right) \times (100^\circ C - 20^\circ C) \right), \tag{6}$$

який дає значення опору за температури +100°C як R<sub>100°C</sub> = 1.2 • R<sub>20°C</sub>. Цей приклад показує, що в цих умовах роз'єм збільшить свій сумарний опір приблизно на 20%.

У табл.2 наведені результати випробувань щодо зниження номінальних характеристик клемного, що підключається при різних температурах.

Потрібно пам'ятати, що підвищення температури прямо пропорційно до сумарного опору з'єднувача.

Тільки коли ми беремо це до уваги, оцінка збільшення опору і зростання температури є правильною.

*Крива залежності сили струму від температури*

Раніше ми встановили, що відповідно до стандарту UL, що використовується, робочий струм повинен бути обраний виходячи з допустимого підвищення температури максимум на 30K.

Ми також бачили, що електричний опір металевого контакту через підвищення температури доквілля природно зростає. Крім того, ми знаємо, що всі продукти мають діапазон робочих температур і включаючи максимальну робочу температуру, при якій вони використовуються.

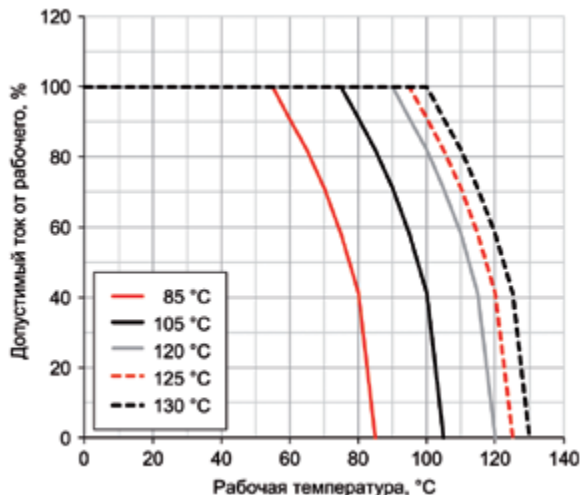


Рис.3

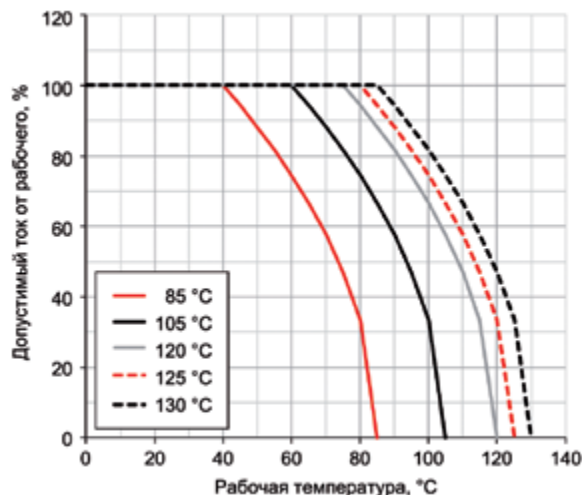


Рис.4

Тепер виникає питання: чи можна використовувати продукт із максимальним робочим струмом за максимально допустимою температурою? Відповідь полягає в тому, що ми повинні відрегулювати струм таким чином, щоб уникнути надмірної температури продукту, оскільки це скоротить термін його служби. Відповідно до теореми Арреніуса, що використовується в теорії надійності, підвищення температури на  $10^{\circ}\text{C}$  збільшує деградаційні процеси і знижує термін служби компонента в два рази. Щоб уникнути скорочення терміну служби з'єднувача, ми повинні слідувати кривим зниження струму. Вони розроблені таким чином: – Робочий струм допустимо за мінімальної робочої температури.

Однак криві зниження струму починаються з  $0^{\circ}\text{C}$ , щоб уникнути довгої плоскої та неінформативної області графіка.

– Для стандарту UL від  $t_{\text{max}} = 30\text{K}$  і до максимальної робочої температури струм зменшуватиметься відповідно до квадрата струму.

– Для стандарту VDE до максимальної робочої температури струм зменшуватиметься від  $t_{\text{max}} = 45\text{K}$ .

Для продукту з максимальною робочою температурою, наприклад  $+85^{\circ}\text{C}$ , ми могли б оцінити такі криві зниження номінальних характеристик. На **рис.3** показані криві зниження струму для різних робочих

температур згідно з умовами стандарту UL, на **рис.4** показані криві зниження струму для різних робочих температур згідно з умовами стандарту VDE (червона лінія).

Підвищений опір береться до уваги, тому що Würth Elektronik використовує запас міцності 20% по відношенню до робочого струму, отриманого під час випробування на зниження характеристик. Додаткові пунктирні лінії на **рис.3** та **рис.4** – це криві зниження номінальної потужності для роз'ємів компанії відповідно до зазначеної максимальної робочої температури. Вони можуть бути використані для будь-якого з продуктів серії eiCap компанії Würth Elektronik.

#### Висновок

Отже, якщо нам відомо підвищення температури  $t_1$  (в K) для роз'єму при струмі  $I_1$  (A), то ми можемо в аналогічних умовах з прийнятною точністю оцінити підвищення температури  $t_2$  при іншому струмі  $I_2$ . У цьому нам допомагає рівняння (2). Повторимо: ця формула призначена для одного і того ж роз'єму за однакових умов навколишнього середовища.

Коли з'єднувач застосовується поблизу максимально допустимої для нього робочої температури, рекомендується використовувати криві зниження номінальних характеристик, наведені у статті.

## ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА та КАБЕЛЬНО-ДРОТОВА ПРОДУКЦІЯ

- Клеми на DIN рейку
- Системи маркування
- Польова кабельна розводка
- Встановлювальні та монтажні проводи
- Пристрої для захисту від перенапруг
- Релейні модулі
- Промислова автоматизація
- Клеми і роз'єми для друкованих плат
- Пристрої для перетворення сигналів
- Силові та контрольні кабелі
- Кабельні муфти та з'єднувачі
- Електромонтажний інструмент
- Корпуси та аксесуари
- Автоматичні низьковольтні вимикачі
- Контактори і реле
- Пристрої захисного відключення (ПЗВ)
- Вимикачі для електропроводок
- Низькочастотні кабелі для передачі даних



**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

У світі, де ми все більше залежимо від електроніки, стабільність та якість електроживлення виходять на перший план. Будь то виїзд на природу, робота на будівництві або необхідність резервного джерела живлення для дому – електрогенератори завжди приходять на допомогу.

# Інверторний генератор: тиха революція у світі портативної енергії

Ігор Петренко, м. Київ

Не всі генератори однакові. У цій статті ми поговоримо про інверторні моделі і розберемося, чим вони такі гарні і в чому їх ключова відмінність від класичних «побратимів».

## Що таке інверторний генератор?

Якщо говорити просто, інверторний генератор – це розумний пристрій для виробництва електроенергії. Його головна особливість – наявність спеціального електронного блоку (інвертора), який перетворює електричний струм двічі, щоб на виході отримати ідеальну за своїми характеристиками напругу.

## Принцип роботи: подвійне перетворення

У цьому полягає головна відмінність від звичайного генератора. Давайте подивимося на процес поетапно:

1. Двигун внутрішнього згоряння (працюючий на бензині або дизельному паливі) обертає ротор генератора, який виробляє змінний струм. Як і у звичайній моделі.

2. Перше перетворення. На відміну від класичної схеми, де цей струм відразу подається споживачеві, в інверторі він спочатку перетворюється на постійний струм.



3. Накопичення та стабілізація. Цей постійний струм накопичується у спеціальних конденсаторах (батареї), де його параметри стабілізуються.

4. Друге перетворення. Далі інвертор знову перетворює постійний струм на змінний, але вже з ідеальними характеристиками: стабільною частотою і напругою, без стрибків і перешкод. Цей струм часто називають чистою синусоїдою.

Інверторний генератор Huter DN2700Si показаний на [рис.1](#).



Рис. 1

## Ключові відмінності від звичайного генератора

З принципу роботи випливають усі основні переваги інверторних моделей.

### Якість струму

Звичайні генератори видають «грубий» струм, який може мати відхилення за частотою та напругою. Для простої техніки як, наприклад, електроінструмент це не критично, але сучасна чутлива електроніка (ноутбуки, смартфони, газові котли, медичне обладнання) може вийти з ладу від такого живлення. Інвертор забезпечує ідеально чистий і стабільний струм, повністю безпечний для самих примхливих приладів.

*Рівень шуму*

Класичні генератори працюють на постійних високих оборотах та сильно шумлять. Інверторні моделі оснащені «розумною» електронікою, яка регулює оберти двигуна в залежності від навантаження. Якщо ви підключили лише одну лампочку, генератор працюватиме на мінімальних оборотах, видаючи ледь чутний гул. Це робить їх ідеальними для відпочинку на природі або використання поряд із будинком.

*Економічність та екологічність*

Завдяки автоматичному регулюванню оборотів інверторний генератор споживає значно менше палива. Як наслідок, він виробляє менше вихлопних газів, що робить його більш доброзичливим до довкілля.

*Компактність та вага*

Найчастіше інверторні генератори мають компактніші розміри і меншу вагу в порівнянні з традиційними моделями аналогічної потужності, що робить їх більш мобільними та зручними в транспортуванні.

Генератор бензиновий інверторний HYUNDAI HHY 2050Si показаний на **рис.2**.

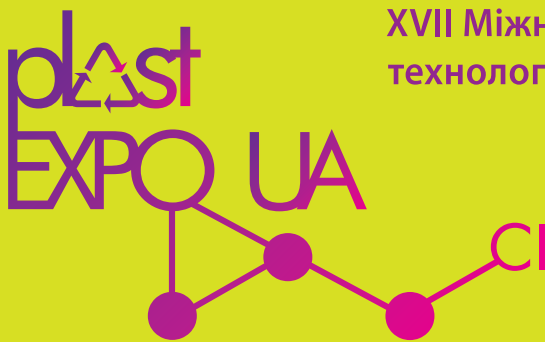
**Рис.2****Висновок: коли варто вибрати інвертор?**

Незважаючи на більш високу ціну, інверторний генератор – це виправдане вкладення грошей, якщо вам необхідне джерело живлення для:

- чутливої електроніки: комп'ютери, телевізори, сучасні котли опалення;
- комфортного відпочинку на природі: де важлива тиша та компактність;

- резервне живлення для дому: для безпечного підключення всіх побутових приладів.

Для «грубих» завдань, наприклад, на будівництві, де потрібно запитати бетонозмішувач або потужний перфоратор, може бути достатньо і класичного генератора. Але для решти інверторна технологія пропонує сучасне, тихе і безпечне рішення.



## XVII Міжнародна спеціалізована виставка технологій та обладнання для переробки полімерів



### 26-28 травня 2026

Генеральний інформаційний партнер:



**Місце проведення:**  
 МВЦ, м. Київ,  
 Броварський пр-т, 15,  
 станція метро «Лівобережна»

+38 (066) 921-47-51  
[plast@iec-expo.com.ua](mailto:plast@iec-expo.com.ua),  
[1212@iec-expo.com.ua](mailto:1212@iec-expo.com.ua)  
[www.iec-expo.com.ua](http://www.iec-expo.com.ua)



Зарядні пристрої (ЗУ) з вихідною потужністю 18...100 Вт (а також 120 Вт і вище) з одним або декількома виходами USB Type-A і Type-C, що мають підтримку протоколів швидкої зарядки (USB PD3.0/3.1, USB BC1.2, UFCS T/TAF 083-20 Huawei S/FCP, Oppo D/FCP та інші), набули широкого поширення серед споживачів, яким важливо оперативнo та з мінімальними втратами забезпечити працездатність своїх цифрових пристроїв.

## Елементи для швидкого заряджання

Ігор Семенов, м. Київ

Такі ЗУ зазвичай використовуються для підзарядки акумуляторів ноутбуків, смартфонів, планшетів, розумного годинника, навушників AWS та іншої портативної техніки. Крім того, в останні роки багато провідних світових виробників смартфонів перестали комплектувати свою продукцію зарядними пристроями. Це призводить до ефекту «хокейної ключки», дозволяючи компактнішим ЗУ, що забезпечує швидкий заряд, стати основним напрямком у своєму сегменті ринку.

У досконалішій конструкції зарядних пристроїв використовуються широкозонні (WBG) силові напівпровідникові прилади 3-го покоління (GaN HEMT, D/E), що дозволяють скоротити втрати в процесі перетворення енергії і, як наслідок, зменшити розміри і не допустити підвищення температури, що може призвести до опіків користувача. На **рис.1** наведено функціональну схему ЗУ з функцією швидкої зарядки.

Зворотньоходові (Flyback) і резонансні (LLC) – топології, що найчастіше використовуються в перетворювачах потужності для пристроїв швидкої зарядки. Як правило, зворотньоходова топологія використовується в ЗУ з вихідною потужністю менше 65 Вт, а LLC – 90 Вт і вище, що дозволяє забезпечити необхідну енергоефективність стандартами. Дещо більшу популярність технології ACF-Flyback (з активним обмеженням напруги) серед ЗУ се-



редньої потужності забезпечує нижча, відносно LLC, вартість компонентів.

Компанія *Jiangsu JieJie Microelectronics (JIEJIE)* пропонує для ЗУ з функцією швидкого заряджання наступні компоненти:

- MOV та TVS для захисту від імпульсів перенапруги вхідних ланцюгів;
- діоди що швидко відновлюються (**табл.1**);
- супресори для захисту сигнальних ланцюгів та ліній живлення вихідних роз'ємів USB від електростатичного розряду (**табл.2**);
- високовольтні MOSFET для первинної сторони перетворювача та коректора коефіцієнта потужності (**табл.3**);
- МОП-транзистори для синхронного випрямляча та комутації вихідної потужності (**табл.4** та **табл.5**).

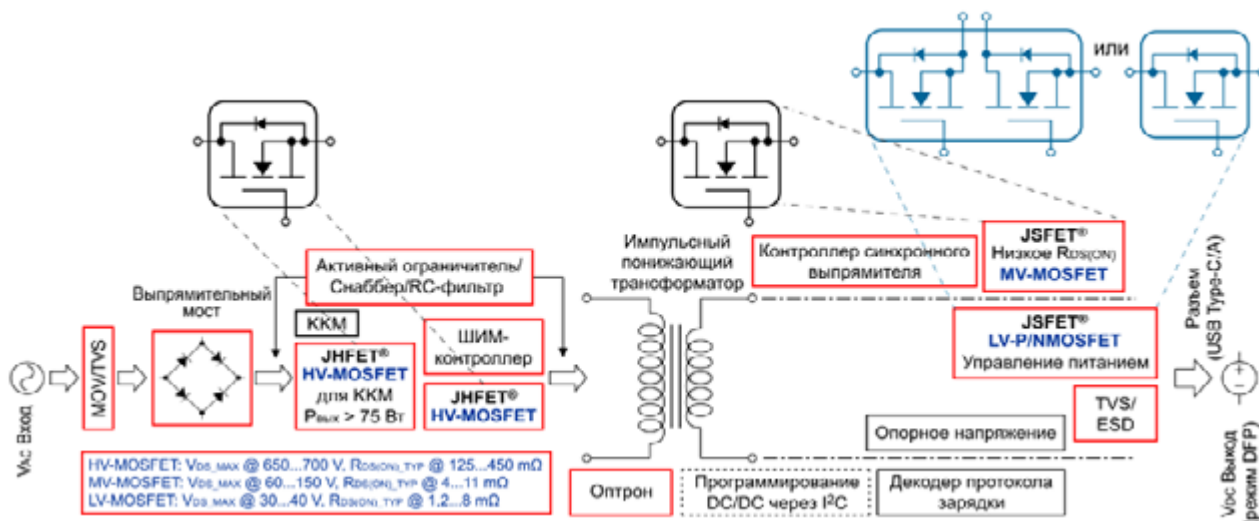


Рис. 1

Таблиця 1.

Найменування	Середній прямий струм $I_{F(AV)}$ , А	Пряма напруга $V_F$ , В	Імпульсний прямий струм $I_{FSM}$ , А	Час відновлення $t_r$ , нс	Ємність переходу $C_j$ , пФ	Корпус	Потужність зарядного пристрою, Вт
RS1010FL	1,0	1,3	25	500	7	SOD-123FL	20...65
RS1MAF	1,0	1,3	30	500	7	SMAF	20...65
RS3MB	3,0	1,3	100	500	30	SMB	90...120
US5M	5,0	1,7	125	75	35	SMC	90...120

Таблиця 2.

Найменування	Напруга, В			Струм імпульсу IPP, А	Потужність розсіювання імпульсу, Вт	Місткість переходу $C_j$ , пФ	Корпус	Захист
	Робоча $V_{RWM}$	Пробою $V_{BR}$	Розряду $V_{ESD}$					
<b>Односпрямовані</b>								
JEU24P3	24,0	26,0	±30000	200	5100	750	DFN2x2-3L	VBUS
JEU12N3	12,0	13,0		180	4500	950		
JEU12T2BL	12,0	13,0		20	500	90	SOT23	CC0 / CC1
JEU05T2B	5,0	6,0	±15000	18	350	150		
<b>Двоспрямовані</b>								
JEB12C	12,0	13,0	±30000	12	350	1,0	SOD-323	D+ / D-
JEB03CX	3,3	3,6		20				

Таблиця 3.

Найменування	Струм стоку $I_D$ при $T_C = 25^\circ\text{C}$ , А	Максимальна напруга затвора $V_{GS}$ , В	Опір переходу $R_{DS(ON)}$ при $V_{GS} = 10\text{ В}$ , мОм		Загальний заряд затвора $Q_g$ , нКл	Вхідна ємність $C_{ISS}$ , пФ	Корпус	Потужність зарядного пристрою, Вт
			Ном.	Макс.				
JMH65R190APLN	17,4	±30	169	190	38	1560	DFN8080-4L	>100
JMH65R190AF	20		170				TO-220FP-3L	
JMH65R290APLN	10,0	±20	262	290	22	1056	DFN8080-4L	≤100
JMH65R290ACFP	12,0	±25	260				TO-220FP-NL	
JMH65R430APLN	10,4	±30	370	430	18,4	703	DFN8080-4L	≤65
JMH65R430AK	11,2		TO-252-3L					
JMH65R430AF	11,2		TO-220FP-3L					
JMH65R430ACFP	11,2		TO-220FP-NL					
JMH65R980AFFD	4,0	±20	895	980	10,1	343	TO-220FP-3L	≤20
JMH65R980AK	4,0	±20	900				9,7	

Таблиця 4.

Найменування	Напруга «стік-витік» $V_{DS}$ , В	Струм стоку $I_D$ при $T_C = 25^\circ\text{C}$ , А	Номинальна гранична напруга затвора $V_{th}$ , В	Опір переходу $R_{DS(ON)}$ при $V_{GS} = 10\text{ В}$ , мОм		Загальний заряд затвора $Q_g$ , нКл	Вхідна ємність $C_{ISS}$ , пФ	Корпус	Потужність зарядного пристрою, Вт
				Ном.	Макс.				
JMSL0609AP	60	13,6	1,7	7,5	9,5	17,2	1083	SOP-8L	<65
JMSL0609AG	60	43	1,5	7,2	9,4	16,6	1087	PDFN5x6-8L	
JMSL1003AG	100	135	1,6	2,8	3,4	78	4646		≥100
JMSL1004BG	100	117	1,7	3,4	4,1	62	3709		≥65
JMSL1006AG-13	100	108	1,9	4,7	5,9	42	2604		
JMSH1007AG-13	100	102	2,7	5,3	6,6	38	2369		<65
JMSL1008AG	100	93	1,7	6,0	7,6	34	2200		
JMSL1009AG	100	77	1,7	7,0	8,2	25	1314		
JMSL1010AG	100	58	1,9	8,0	10,0	26	1535		
JMSL1018AG	100	35	1,9	14,5	18,2	13	769		
JMSL1018AP	100	8,1	1,9	15,8	19,8	12,7	769		

Таблиця 5.

Найменування	Напруга «стік-витік» VDS, В	Струм стоку ID при TC = 25 °C, А	Номинальна гранична напруга затвора Vth, В	Опір переходу RDS(ON) при VGS = 10 В, мОм		Загальний заряд затвора Qg, нКл	Вхідна ємність CISS, пФ	Корпус	Потужність зарядного пристрою, Вт
				Ном.	Макс.				
P-канал									
JMTQ080P03A	-30	-45	-1,8	5,7	7,4	59	3367	PDFN3x3-8L	≥3
JMTQ100P03A	-30	-40	-1,6	7,5	9,4	68	3766		<3
N-канал									
JMSL0302AU-13	30	145	1,7	1,2	1,5	39	2975	PDFN3x3-8L	≥5
JMSL0302BU-13	30	135	1,6	1,5	1,9	40	2526	PDFN3x3-8L	
JMSL0303AU-13	30	119	1,6	1,8	2,2	32	2091	PDFN3x3-8L	
JMSL0402AU-13	40	119	1,5	2,0	2,5	36	2131	PDFN3x3-8L	≥5
N+N-канал									
JMSL0315AUD-13	30	36	1,7	8,8	11,0	7,7	468	PDFN3x3-8L-D	≤2

Зазначимо, що асортименти продукції JIEJIE не обмежується цим списком. Компанія виробляє не тільки дискретні напівпровідникові прилади, а й інтегральні схеми: регулятори напруги (LDO), детектори витоку струму, розумні перемикачі та інші компоненти

Загальні параметри діодів JJM, що швидко відновлюються, представлених в **табл.1**:

- зворотна напруга VRRM = 1000 В;
- струм витоку IR = 5.0 мкА;
- діапазон робочих температур -55...+150°C.

Діапазон робочих температур супресорів, представлених у **табл.2**, становить -55...+125°C.

Як ключ первинної сторони ШІМ-перетворювача і коректора коефіцієнта потужності (ККМ, PFC) компанія JIEJIE пропонує високовольтні (HV) МОП-транзистори SJ (Super Junction, суперперехід), виконані на передовій технологічній платформі JHFET® (**табл.3**). Наприклад, транзистор JMH65R190APLN, вироблений за цією технологією, при напрузі «стік-витік» 650 В і вхідній ємності всього 333 пФ забезпечує дуже малий опір відкритого каналу, що дорівнює 169 мОм. Всі SJ MOSFET проходять тест UIS (Unclamped Inductive Switching – перемикання індуктивності без обмеження напруги).

Загальні параметри високовольтних MOSFET, перерахованих у **табл.3**:

- N-канал;
- технології SJ та JHFET®;
- напруга «стік-витік» VDS = 650 В;
- номінальна гранична напруга затвора Vth = 3.5 В (діапазон 2.5...4.5 В);
- робоча температура кристала Tj = -55...+150°C.

Для роботи синхронного випрямляча вторинної сторони ЗУ та комутації струму на виході компанія JIEJIE пропонує середньо- та низьковольтні транзистори MV (**табл.4**) та LV (**табл.5**), а також траншейні MOSFET SGT з екранованим затвором, виконані за сучасною технологією JSFET®. Вони здатні працювати з напругою в діапазоні 30...200 В і мають ультранизкий опір відкритого каналу, наприклад, у транзистора JMSL0302AU цей параметр становить 1.2 мОм. У поєднанні з малим зарядом затвора такі транзистори забезпечують найкращі значення FOM (Figure Of Merit – метрика якості, що дорівнює

добутку значень опору відкритого каналу та загального заряду затвора).

Завдяки надзвичайно малим значенням ємнісних характеристик та чудовій зоні SOA (безпечної робочій зоні) ці транзистори ефективні в додатках з м'яким і жорстким режимами перемикачів, а також з паразитними стрибками напруги при роботі з індуктивними навантаженнями, електромагнітними перешкодами та іншим.

MV- та LV-транзистори JIEJIE, як і високовольтні, під час виробництва проходять тест UIS.

Загальні параметри високовольтних SJ MOSFET, перерахованих у **табл.3** та **табл.4**:

- технології SGT та JSFET®;
- максимальна напруга затвора VGS ±20;
- діапазон робочих температур кристала Tj = -55...+150°C.

Продукція JIEJIE застосовується в багатьох областях, у тому числі таких, як побутова електроніка, комп'ютери та периферійні пристрої, промислові, комунікаційні та автомобільні системи. Щоб переконаватися, що всі МОП-транзистори, що випускаються, відповідають суворим вимогам окремих додатків, компанія доклала величезних зусиль для вивчення ринків і потреб клієнтів.

Через постійне прагнення споживачів до компактності, зарядні пристрої для мобільних додатків стають дедалі меншими. Характеристики JSFET або JHFET дозволяють легко впоратися з таким завданням, забезпечивши надійну тривалу експлуатацію та найкращу енергоефективність і при цьому не збільшувати вартість продукції.

При виготовленні компонентів використовуються різні корпуси (низькопрофільні PDFN3x3/5x6/8x8, класичні TO-220/247/251/252/263, SOP 8 та інші), матеріали та застосовуються різні способи з'єднання виведень з кристалом, оптимізовані для роботи з високим рівнем електричної напруги та підтримки низького термічного опору.

Завдяки статичним та динамічним електричним властивостям запатентованих технологічних платформ JSFET та JHFET продуктивність SJ та SGT MOSFET виробництва JIEJIE знаходиться на рівні світового класу, а відповідність вимогам RoHS та відсутність галогенів є обов'язковим стандартом для МОП-транзисторів, що випускаються цією компанією.

У статті розглядаються особливості серії трифазних діодних мостів SKBPC75 компанії SUNCO з Китаю.

## Модулі діодних мостів із підвищеною стійкістю до перевантажень



Олександр Колесніченко,  
м. Київ

Застосування готових діодних мостів, замість набору дискретних елементів, має ряд переваг, серед яких:

- менші габарити;
- простота монтажу;
- вища надійність, оскільки електричні з'єднання між діодами захищені корпусом модуля від зовнішніх впливів.

Компанія SUNCO (Китай) розпочала випуск нової серії діодних мостів SKBPC75, призначеної для побудови випрямлячів трифазного струму. Кожен модуль містить у собі 6 чіпів діодів підвищеної потужності.

Принципова електрична схема та розташування висновків модулів серії SKBPC75 показані на **рис.1**.

У даній лінійці застосовано важливе удосконалення: грані напівпровідникових кристалів покриті шаром скла, завдяки чому забезпечуються більш висока надійність, довговічність та стабільність параметрів зі збільшенням температури.

З боку виведень корпусу модулі залиті компаундом, а на протилежному боці розташовується металева

пластина, що забезпечує тепловий контакт із тепловідведенням. Для кріплення до тепловідведення центром корпусу передбачено отвір. Конструкція виведень не призначена для встановлення на друковані монтажні плати, до них припаюють гнучкі дроти.

Номінальне значення випрямленого струму для всіх модулів серії SKBPC75 становить 75 А. Особливо слід відзначити їхню високу перевантажувальну здатність: імпульсне значення випрямленого струму може досягати 800 А. Модулі, що входять в серію, мають найменування виду SKBPC75xx. Щоб дізнатися максимальне значення зворотної напруги для діодів, потрібно дві останні цифри помножити на 100 В. SUNCO випускає мости, для яких зазначений параметр складає 600, 800, 1000, 1200, 1400 та 1600 В.

У моделей SKBPC7506/12 падіння напруги на кожному діоді в прямому напрямку при струмі 37.5 А становить 1.1 В, а у SKBPC7514 і SKBPC7516 – 1.2 В. Ємність р-п-переходу дорівнює 315 пФ, цей параметр вимірюється на частоті 1 МГц при доданій до діода зворотної напрузі

4 В постійного струму. Настільки мала ємність дозволяє використовувати модулі в інверторних перетворювачах напруги, що працюють на високих частотах. Робочий діапазон температур переходу лежить у межах -55...+150°C.

Модулі діодних мостів SKBPC75 підходять для застосування в побутовій та професійній техніці, джерелах живлення, зварювальних апаратах та інших подібних пристроях. Можливість роботи на високих частотах дозволить зменшити розміри трансформаторів, що використовують, завдяки чому апаратура стане більш компактною.

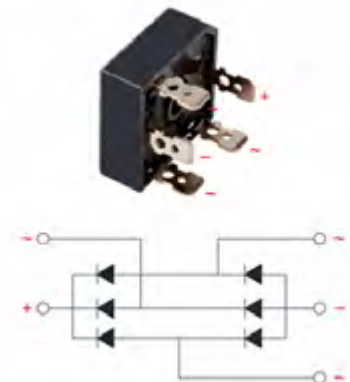


Рис. 1

**SEA** ІННОВАЦІЇ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ **HAM 30 РОКІВ** м. Київ, вул. Кравцівська, 13-Б  
 тел.: +38 (044) 291-00-41 sea.com.ua, info@sea.com.ua

**Постачання:** Електронні компоненти • Джерела живлення • Світлодіодна продукція та оптоелектроніка • Обладнання для енергетики • Електротехнічна продукція  
 Кабельно-провідникова продукція • Обладнання для промислової автоматизації  
 Вимірвальні прилади • Поквильне обладнання та матеріали для пайки • Сонячна енергетика

**Виробництво:** Світлофори та технічні засоби керування дорожнім рухом • Паркувальне обладнання і системи • Система управління м'яким освітленням • Система диспетчеризації ліфтів  
 Плати зі світлодіодами для LED освітлення • WIM - системи динамічного зважування транспортних засобів

**Послуги:** Комерційні розробки • Проектування та виготовлення друкованих плат  
 Контрактне виробництво • Модернізація та обслуговування паркінгів

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

**PHENIX CONTACT ETI :hager ZUBR**

**ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ПРОДУКЦІЯ**

**Shopelletric** +380 99 652 00 46  
 Ми постачаємо те, що вам потрібно shopelletric.com

**DISCON** Найбільший склад вентиляторів в Україні

+38 (068) 418-91-28 Viber, Telegram sales@discon.ua www.discon.ua

IGBT та SiC модулі

Охолоджувальний профіль **LURAL** 300x80x1500 мм, ширина до 300 мм та більше.  
 Лідер у виробництві охолоджуючого алюмінієвого профілю

5В (40А, 60А) для світлодіодних екранів

Доставка товару зі світових інтернет магазинів

**Трансформатор сервис**

Наше підприємство виготовляє високоякісні масляні і сухі трансформатори, що гарантують надійне і безвідмовне електропостачання з низькими втратами.

тел: +38(0382)78-93-07  
 тел: +38(0382)78-94-50  
 факс: +38(0382)71-79-95  
 e-mail: sales@transl.com.ua

29016, Україна, м. Хмельницький, проспект Миру, 101-Б  
 www.transl.com.ua

**«Компанія ОЛЬВІЯ»**  
 Корпуса пластикові. Клавіатура гнучкова. Кабельно-провідникова продукція.

(044) 503.3323 (044) 599.7350 (067) 504-7654 korus.kiev@gmail.com ICSS: 268-782-777 korus.kiev.ua

Україна, г. Київ, ул. Ушинського, 4.

**ВСЕ ДЛЯ СИЛОВОЇ ЕЛЕКТРОНИКИ ТА АВТОМАТИКИ**

діоди, тиристори, триоди, IPM, IGBT; джерела струму та напруги LEM; запобіжники BUSSMANN; конденсатори електролітичні ВНС, гніздові, висковольтні; резистори середньої та великої потужності; мікропроцесори; електромагнітні реле; вентилятори радіальні та центробіжні; обладнання для шафок; ключі вимкнчі, датчі тиску, рієж, вологості; світлові та звукові сигналізатори; UF та IR промислові лампи PHILIPS.

Для пошти: 04211, Київ-211, а/с 97  
 E-mail: kiev@dacpol.com, www.dacpol.com  
 Тел./факс: (380 44) 501 93 44, GSM: (380 50) 447 39 12

**IX Міжнародна спеціалізована виставка технологій, обладнання та матеріалів для аддитивного виробництва та 3D друку**

**Addit EXPO 3D**

**Актуально для 3D стоматології**

**26-28 травня 2026**

Місце проведення: МВЦ, м. Київ, Броварський пр-т, 15, станція метро «Лівобережна»

+38 (095) 268-05-87 helen@iec-expo.com.ua www.iec-expo.com.ua

# Багатофункціональне реле контролю напруги в 3-фазних мережах з LCD-дисплеєм



## HRN-100/2

Багатофункціональне реле HRN-100/2 призначене для контролю мінімального ( $U_{\min}$ ) та максимального ( $U_{\max}$ ) рівнів напруги, частоти, асиметрії, послідовності, обриву фаз та нейтралі.

- вимірює дійсне ефективне значення напруги змінного струму (True RMS)
- історія п'яти останніх аварійних станів, доступна для перегляду ретроспективно
- пломбована прозора кришка для дисплея та елементів керування
- 3- або 4-провідне підключення
- контролює високу та низьку напругу, частоту, асиметрію, послідовність, обрив фаз та нейтралі у 3-фазній мережі
- живлення від контрольованої напруги
- обидва контакти можна налаштувати індивідуально

### Режим вихідного контакту

Вибір режиму спрацювання контакту при фіксації аварії — замикаючий або розмикаючий (режим Fail Safe / Non Fail Safe)

Режим	Стан ОК	Стан аварії
Fail Safe	15&25  18&28	15&25  18&28
Non Fail Safe	15&25  18&28	15&25  18&28

Діапазон напруги живлення та вимірювання	$U_{LN}$ - 90 - 288 V, (45-65 Hz) $U_{LL}$ - 155 - 500 V, (45-65 Hz)
Регульована асиметрія	Абсолютна: 5 - 99 V AC / у відсотках: 2 - 50%
Точність вимірюваної напруги та частоти	+/- 5V; 0,3 Hz
Кількість контактів	2xCO (AgSnO2)
Номинальний струм	5A / AC1
Механічний/електричний ресурс	$1 \times 10^7$ / $1 \times 10^5$
Робоча температура	-10.. +60 °C
Габаритні розміри	90 x 36 x 66,5 мм
Регульована затримка $T_{ON}$	0,5 - 999 с
Регульована затримка $T_{OFF}$	0,1 - 999 с
Фіксована затримка	<100 мс (зникнення U, чергування фаз), <500 мс (обрив нейтралі)



Для перегляду сторінки продукту з детальною інформацією скористайтесь QR-кодом

ETI Україна

04128, м. Київ, вул. Мрії, 19  
тел. +38 (044) 494-21-80, 82  
www.eti.ua

**ETI**

SWITCH TO  
A SAFE FUTURE

Київ Травень 26-28  
Україна 2026



Виставка систем охорони та безпеки

# Expert Security

БЕЗПЕКА ЗОВСІМ ПОРЯД



Місце проведення:  
МВЦ, м. Київ,  
Броварський пр-т, 15,  
станція метро «Лівобережна»

☎ +38 (050) 403-66-91  
+38 (050) 770-36-75  
✉ expert@iec-expo.com.ua  
🌐 www.expert-security.com.ua