

CHIP NEWS

Творіть з нами
нові технології



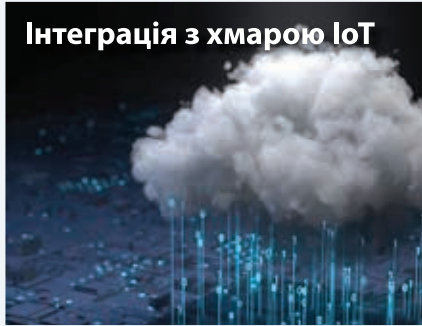
www.rbtronic.com.ua

- Надійні компоненти для BEES ... стор. 10
- Правильний вибір осцилографа ... стор. 14
- Інструменти для професіоналів ... стор. 20
- Герметичні роз'єми CNLinko ... стор. 24
- Захист критичної інфраструктури ... стор. 28
- SiC модулі в електроприводах ... стор. 32

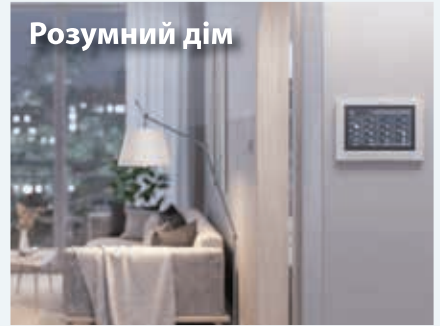
Розширений бездротовий зв'язок



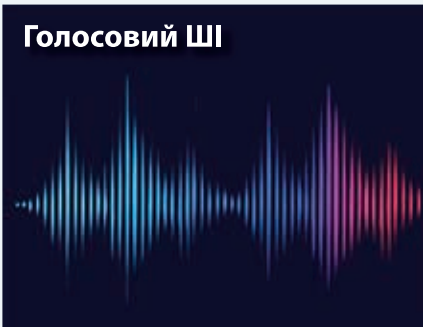
Інтеграція з хмарою IoT



Розумний дім



Голосовий ШІ



Безпека IoT



ML та периферійні обчислення



Промисловий IoT



Машинний зір



ESP

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

№ 10 (235), 2024 р.

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

ЗМІСТ

НОВИНИ

Новини світу електронних компонентів 4

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ

Фолькер Кнак (Volker Knack),
Рюдігер Мейер (Rüdiger Meyer)
Маттіас Шредер (Matthias Schröder)
Надійні компоненти для акумуляторних
систем зберігання енергії 10

ВИМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА

Переклад: Вадим Потапенко
Редагування: Віктор Бутирін
5 поширених помилок під час купівлі
бюджетного осцилографа 14

СИСТЕМИ ПРОМИСЛОВОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Трансформація промислової автоматизації
за допомогою некерованих комутаторів 18

ОБЛАДНАННЯ ТА ІНВЕНТАР

Інструменти, що створені для професіоналів 20

ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ КОМПОНЕНТИ

Олексій Старанов
Герметичні роз'єми CNLinko 24

СИСТЕМИ ЗВ'ЗКУ

Захист критичної інфраструктури 28

СИЛОВА ЕЛЕКТРОНІКА

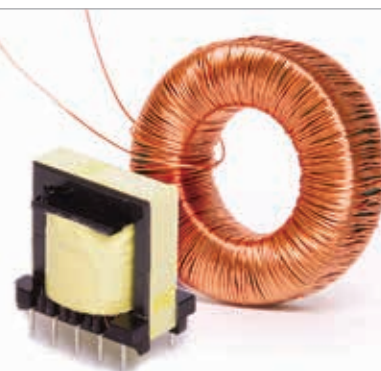
Carsten Schreiter (Карстен Шрайтер)
Переклад та редагування: Сергій Поліщук
Semikron Danfoss: компактні та ефективні
перетворювачі для електроприводів
на основі модулів з карбідом кремнію 32

www.adcgr.com

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



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



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

ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ

Прогнозування раптових відмов джерел живлення36

Прецизійне джерело-вимірювач GSM7-20H10 GWInstek.40

ВИРОБНИЦТВО ЕЛЕКТРОНІКИ: ОБЛАДНАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Переклад: Володимир Рентюк

Проблеми технології монтажу в отвори оплавленням42

Джеффри Лю (Jeffery Liu)

Адитивне виготовлення виробів авіакосмічного та оборонного призначення.48

ПЛІС

ПЛІС на платформах HiTech Global та їхні особливості52

НА ДОПОМОГУ РОЗРОБНИКУ

Прамїт Нандї (Prमित Nandy)

Переклад та редагування:

Нїкїта Єзерський

Інтегруйте своє рішення керування двигунами для оптимізації форм-фактора та продуктивності58

Перспективи розвитку технології виявлення та розпізнавання об'єктів із нелінійними електричними властивостями в маскувальних середовищах62

Мїхаель Пітерс (Michael Peters)

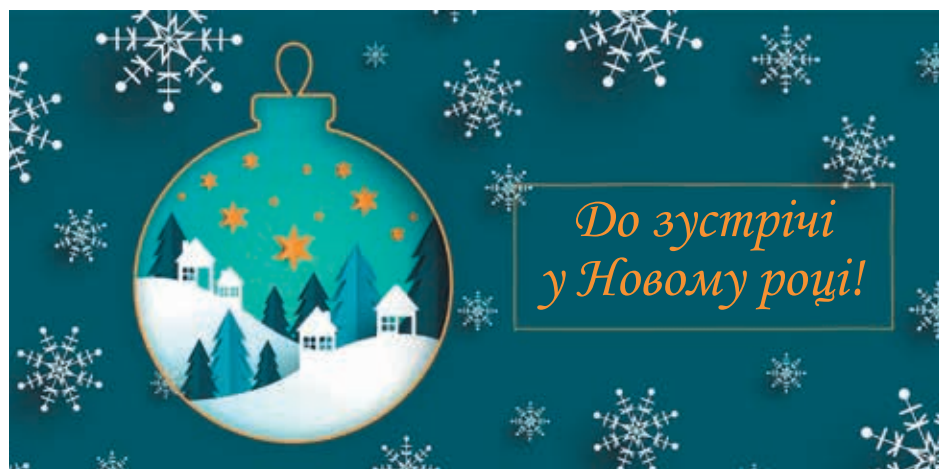
Вимірювання сили струму навантаження за допомогою ІС цифрового керування електроживленням по шині PMBus. Частина 266

«CHIP NEWS»-2024 (зміст журналу за 2024 рік)72

ВІЗИТКИ77

ВИСТАВКИ82

ІНФОРМАЦІЙНА СТОРІНКА.....84





Захисні покриття для електроніки

Прозоре акрилове захисне покриття для друкованих плат ECS Plastic 70

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



Застосування

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

Важливо

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



Поліуретанове вологозахисне покриття ECS URETHANE-CLEAR 71

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



Застосування

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

Важливо

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



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

Новини світу електронних компонентів

РОЗШИРЕННЯ ПОРТФОЛІО ГОТОВИХ ЄМНІСНИХ СЕНСОРНИХ КОНТРОЛЕРІВ

Готові сенсорні контролери — це швидкий і простий спосіб перейти від механічних кнопок до сучасних сенсорних кнопок або дисплеїв. З випуском 12-кнопочкового сенсорного контролера MTCH2120 компанія **Microchip Technology** надає дизайнерам простий шлях для реалізації можливостей сенсорних кнопок в інтерфейсах користувачів. Готовий сенсорний пристрій з низьким енергоспоживанням та водонепроникністю інтегрований в уніфіковану екосистему Microchip, що спрощує процес проектування та полегшує перехід від інших готових рішень до сенсорних реалізацій на базі мікроконтролерів. MTCH2120 — це перший з майбутнього сімейства сен-

сорних контролерів на базі I²C з комплексною екосистемою проектування.

MTCH2120 забезпечує надійний сенсорний досвід незалежно від шумів і вологи, пропонує при цьому високу гнучкість для адаптації до індивідуальних вимог продукту.

Функції низького енергоспоживання дозволяють об'єднувати кнопки в групи, що зменшує активність сканування і знижує енергоспоживання, дозволяючи кнопкам залишатися повністю працездатними.

Особливості та екосистема MTCH2120 включають наступне:

- Функцію Easy Tune, яка автоматично налаштовує чутливість і рівні фільтрів на основі оцінки шуму в реальному часі, усуваючи необхідність громіздкого налаштування порогових значень.

- Плагін MPLAB[®] Harmony Host Code Configurator, який усуває необхідність реалізації протоколу I²C на хості та забезпечує пряме підключення до мікропроцесорів Microchip MCU і MPU.
- Перевірку проектування за допомогою MPLAB Data Visualizer.
- Можливості для розширювача портів I²C.
- Доступ до сенсорної бібліотеки Microchip і сумісність з нею, що зводить до мінімуму необхідність в складному програмному забезпеченні та роботі з прошивкою для розробника, допомагаючи скоротити цикли проектування.
- Тестувальну плату розробника MTCH2120, яка постачається з хост-мікроконтролером SAM C21 на борту для інтеграції в прототипи «з коробки».

MTCH2120 є першим в сімействі MTCH від Microchip, що підтримує інтерфейс I²C, а нещодавно випущені MTCH1010, MTCH1030 і MTCH1060 пропонують таку ж високу продуктивність сенсорного вводу і нескладний інтерфейс GPIO. Сімейство MTCH2XXX додасть ще більше рішень з гнучким керуванням по шині, роблячи простоту використання, що забезпечується екосистемою design-in, доступною для інших ринків.

www.microchip.com

РОЗШИРЕННЯ СТЕКІВ РІШЕНЬ POLARFIRE[®] FPGA TA SOC

Розвиток Інтернету речей, промислової автоматизації та інтелектуальної робототехніки, а також поширення рішень для медичної візуалізації на інтелектуальну периферію зробили розробку таких типів рішень з обмеженим енергоспоживанням і тепловими обмеженнями складнішою, ніж будь-коли раніше.

Для вирішення важливих завдань прискорення циклів розробки продуктів і полегшення складних процесів розробки компанія **Microchip Technology** випустила стеки рішень PolarFire[®] FPGA і SoC для інтелектуальної робототехніки та медичної візуалізації. Ці нові продукти базуються на вже наявних стеках інтелектуального вбудованого зору, промислових периферійних та інтелектуальних периферійних комунікаційних стеках Microchip.

Стеки рішень містять прошивку та IP-ядра для комп'ютерного зору 4K60 зі штучним інтелектом, різноманітний набір готових до використання інтерфейсів датчиків і камер, а також інтегроване обладнання для високошвидкісних протоколів Ethernet. Ядра, сумісні з ROS-2 в режимі реального часу, полегшують завдання робототехніки зі сприйняття та перетворення координат. Стеки пропонують чутливі до часу промислові мережеві протоколи OPC/UA, широкую підтримку операційних систем та асиметричну обробку, що широко використовується в промисловій



автоматизації. Набори для розробки програмного забезпечення забезпечують високий рівень кастомізації та підтримують різноманітні середовища розробки, орієнтовані на C/C++, RTL та популярні фреймворки машинного навчання, зокрема SmartHLS™ IDE, VectorBlox™ Accelerator SDK та Libero® SoC Design Suite, сертифікований для проєктів, що потребують функціональної безпеки за стандартом IEC61503 SIL 3. Стеки рішень об'єднують найбільш енергоефективні та безпечні в галузі ПЛІС середнього класу PolarFire FPGA і PolarFire SoC FPGA, багатий набір апаратних і програмних рішень із засобами захисту від кіберзагроз, які дають розробникам систем свободу для інновацій в області медичної візуалізації та робототехніки.

«Наші клієнти мають нагальну потребу в значних інноваціях у сфері безпечної, функціонально безпечної промислової автоматизації з підтримкою штучного інтелекту та портативної медичної візуалізації, яка забезпечує безпрецедентну обчислювальну потужність на найменших фізичних площах, які зазнають теплового навантаження та є дуже враз-

ливими до загроз кібербезпеки, — сказав Шакіл Піра (Shakeel Peera), віцепрезидент з маркетингу та стратегії підрозділу ПЛІС компанії Microchip. — З цієї метою ми надаємо розробникам у цих сегментах можливість використовувати енергоефективне обладнання та настроювані стеки рішень з кінцевою метою швидкого розгортання інтелектуальної медичної візуалізації та автономних роботів».

Одним з прикладів інноваційних стеків рішень Microchip є нещодавно анонсований сенсорний міст PolarFire FPGA Ethernet, який працює з платформою обробки датчиків NVIDIA® HoloScan.

Завдяки здатності передавати дані датчиків у реальному часі до NVIDIA HoloScan та платформ NVIDIA IGX і NVIDIA Jetson для периферійного штучного інтелекту та робототехніки, сенсорний міст відкриває нові хмарні сервіси, дозволяє робити висновки на основі штучного інтелекту/машинного навчання та сприяє впровадженню машинного навчання в медицині, промисловості та автомобілебудуванню.

www.microchip.com

ІЗОЛЬОВАНІ DC/DC-ПЕРЕТВОРЮВАЧІ

Компанія **MEAN WELL** отримала позитивні відгуки щодо DC/DC-конверторів із широким діапазоном вхідних напруг потужністю 6, 15, 20 і 30 Вт у корпусі розміром 1"×1" після їх випуску. Для задоволення потреби у більш потужних рішеннях, MEAN WELL почав виробництво нових серій потужністю 40 Вт — SKMW40 (з одним виходом) та DKMW40 (з подвійним виходом).

Основні характеристики серій SKMW40 і DKMW40: стандартизована розпіновка та компактний розмір, що забезпечують оптимальне рішення для кінцевого обладнання з обмеженим простором; ультраширокі діапазони вхідних напруг стандарту «4:1» (9–36 В DC та 18–75 В DC); ультраширокий діапазон робочих температур (–40...+80 °C); ізоляція між входом і виходом 2000 В DC; повний набір захистів; внутрішня заливка силіконовим гелем, що сприяє кращому розсіюванню тепла та продовженню терміну служби, а також забезпечує захист від пилу, вологи та вібрацій. Завдяки

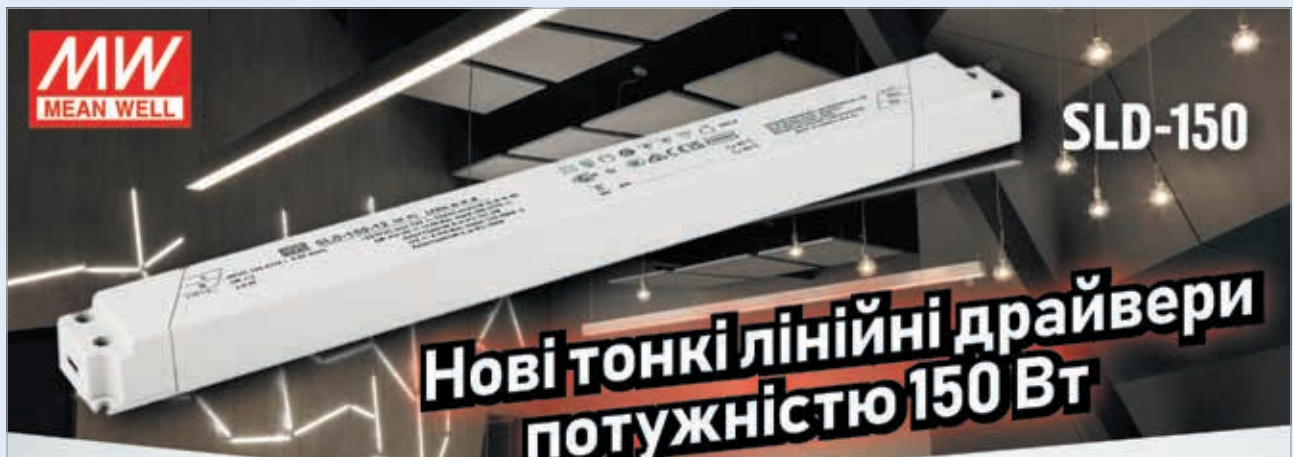
цим характеристикам нові перетворювачі підходять для встановлення в телекомунікаційному обладнанні, системах промислової автоматизації, розподілені живлення, на різноманітному транспорті тощо.

www.meanwell.com

КОМПАКТНІ ПРОМИСЛОВІ ПАНЕЛЬНІ ПК

Компанія **Phoenix Contact** розширює свій асортимент в області людино-машинного інтерфейсу (ЛМІ) та промислових комп'ютерів. Компактні панельні ПК з лінійки продукції VL3 PPCS заповнюють прогалину між ЛМІ TP 6000 і WP 6000 та промисловими блоковими й панельними комп'ютерами серії VL3.

Нові пристрої мають такий самий зовнішній вигляд та ідентичні механічні розміри, як і вищезгадані ЛМІ. Це полегшує монтаж і не має помітної різниці з погляду керування. Основна технологія нових панельних ПК відповідає технології компактних блокових ПК з лінійки продукції VL3 UPC. Виробники та ко-



MEAN WELL SLD-150

**Нові тонкі лінійні драйвери
потужністю 150 Вт**

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

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

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

30 РОКІВ НАЙКРАЩЕ

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

За 24 години виготовимо Ваше замовлення

Власне виробництво у м. Львів



ТОВ «Крієйтів Лоджікс»
www.pcb24.com.ua

pcbprint24@gmail.com
068 614 38 28

ного кабелю також здійснюється без інструментів за допомогою клем для друкованої плати з технологією Push-in. Ви можете вибрати між фіксованим і вставним з'єднанням Push-in. Розподільні коробки M12 Push-Pull не тільки забезпечують швидкий монтаж, але й гарантують надійну експлуатацію завдяки перевіреним технологіям безпеки та довговічності. Вони удоро- та вібростійкі та сертифіковані за ступенем захисту IP65 і IP67.

www.phoenixcontact.com

СИСТЕМА РУХОМОГО СКЛАДУ НОВОГО ПОКОЛІННЯ, КЕРОВАНА ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ

Компанія **Advantech** представила свою останню новинку для залізничної галузі ITA-580G — надійну систему штучного інтелекту призначену для рухомого складу.

ITA-580G — це передова система, оснащена процесором Intel® Core™ 11-го покоління і платою Advantech MXM GPU з новітнім вбудованим графічним процесором NVIDIA®, покликана сприяти цифровій трансформації залізничного сектору, даючи змогу використовувати передові рішення штучного інтелекту, як-от виявлення перешкод, підрахунок людей і моніторинг пантографів.

5+-річний цикл постачання забезпечує постійну доступність продукту, знижує ризик старіння і захищає інвестиції в технології, що вкрай важливо для підтримки стабільності роботи та планування майбутніх модернізацій.

Залізнична галузь стрімко впроваджує цифрові технології та штучний інтелект стає найважливішим засобом підвищення ефективності та безпеки. Залізничні компанії впроваджують інтелектуальні залізничні системи, які використовують ШІ для аналізу даних у режимі реального часу. Комп'ютер ITA-580G компанії Advantech призначений для вирішення цих складних завдань, забезпечуючи потужні обчислення і функції штучного інтелекту, необхідні для оптимізації роботи та захисту пасажирів.

Розроблена для роботи в складних умовах залізничної промисловості, система ITA-580G відповідає суворим стандартам EN 50155, EN 45545, EN 61373, EN 50121-3-2 й EN 50121-4,

www.chipnews.com.ua

ристовачі установок отримують переваги від високої масштабованості між лініями продукції і багаторазового використання перевірених технологій. Завдяки широким можливостям підключення та різноманітним варіантам розширення, компактні панельні ПК підходять для будь-якого застосування.

VL3 PPCS пропонує гнучкість панельного ПК для візуалізації високого класу і завдань периферійних систем промислового Інтернету речей. Компактний форм-фактор дозволяє встановлювати його у невеликі корпуси з малою монтажною глибиною. Промисловий дизайн містить пасивне охолодження, твердотілі накопичувачі та сенсорні екрани, якими можна керувати в рукавичках. Цей панельний ПК розширює асортимент панельних ПК VL3 до п'яти варіантів розміру екрана.

Пристрої VL3-PPCS з 12-дюймовим екраном мають датчик руху з можливістю індивідуального налаштування. Це дозволяє автоматично вимикати дисплей

за відсутності персоналу. Це економить енергію та подовжує термін служби екрана.

www.phoenixcontact.com

РОЗПОДІЛЬНІ КОРОБКИ M12

Нові розподільні коробки M12 зі швидкою системою фіксації Push-Pull від Phoenix Contact встановлюють новий стандарт в технологіях автоматизації. Вони забезпечують можливість інтуїтивного монтажу без використання інструментів. Магістральні кабелі та з'єднувачі M12 можна зручно та безпечно підключати напряму. Це економить значну кількість часу і забезпечує прості та надійні кабеліні з'єднання.

Обмежений простір і висока щільність кабелів часто ускладнюють підключення кабелів датчиків/виконавчих пристроїв. Технологія з'єднання без інструментів зменшує кількість необхідних кабелів. M12 Push-Pull робить можливим зручне та

надійне з'єднання шляхом простого введення. Стандартизована за IEC 61076-2-010 швидка система фіксації тепер також доступна в розподільних коробках M12. Завдяки цьому можна скоротити час монтажу на 80 відсотків проти гвинтових з'єднань. Подвійний контур нарізи M12 дозволяє підключати класичні гвинтові з'єднувачі M12 або інноваційні з'єднувачі M12 Push-Pull. Асортимент продукції включає пластикові коробки з чотирма, шістьма і восьмима портами для одинарного і подвійного призначення, зі світлодіодом і без нього. В асортименті також є варіанти з попередньо зібраним підключенням магістрального кабелю, з'єднувачем M23 або штекерним з'єднанням на кришці для самостійного монтажу. З'єднувальну коробку можна встановити на основу колодку за допомогою фіксатора — зовсім без гвинтів. Фіксуючі гачки забезпечують надійну фіксацію. З'єднувальну коробку також можна зняти без інструментів, якщо її потрібно замінити. Підключення магістраль-

K206

Електронні компоненти

Все для виробництва та ремонту зі складу та на замовлення

www.k206.net

+38 096 77-99-665



забезпечуючи надійну роботу в жорстких умовах. Широкий діапазон вхідної напруги (24–110 В постійного струму) і безвентиляторна конструкція системи гарантують безперебійну роботу навіть за екстремальних температур від –40 до 70 °С.

ITA-580G від Advantech — це не просто потужна обчислювальна платформа, це наріжний камінь для майбутнього «розумних» залізниць. Забезпечуючи роботу рішень, заснованих на штучному інтелекті, як-от аналіз даних у реальному часі, виявлення перешкод і моніторинг пантографів, вона допомагає залізничним операторам скоротити витрати, підвищити безпеку та якість обслуговування загалом. Його передові можливості забезпечують ефективне управління ресурсами, складання графіків і оптимізацію технічного обслуговування, що дає змогу залізничним операторам зайняти провідні позиції в революції «розумних» залізниць, забезпечуючи надійність і безпеку роботи.

Основні характеристики ITA-580G:

- Платформа Intel® Core™ H-Series 11-го покоління з процесором RM590E.

- Безвентиляторна конструкція з підтримкою модуля GPU форм-фактора MXM 3.1 Type A/B з вбудованим GPU NVIDIA®.
- Графічний аналіз у реальному часі для рішень із застосуванням штучного інтелекту.
- Модуль GPU MXM відповідає стандартам EN 50155 і EN 50121-3-2/EN 50121-4.
- Модулі SKY-MXM забезпечують термін служби продукту понад 5 років.
- Широкий діапазон вхідного живлення 24 - 110 В постійного струму, що відповідає стандарту EN 50155.

www.advantech.com

РОЗШИРЕННЯ СЕРІЇ MIC-7 ЕКСТРЕМАЛЬНИМ SKU MIC-770 V3

Компанія **Advantech** оголосила про поповнення в лінійці продуктів MIC-7: *MIC-770 V3 Extreme SKU* — безвентиляторний комп'ютер, призначений для роботи в жорстких умовах.

Ця компактна система, оснащена новітніми процесорами

Intel® Core™ і 12/13/14-го покоління з роз'ємом LGA1700 і чипсетом Intel® R680E/H610E, забезпечує високопродуктивні обчислення з безліччю інтерфейсів вводу/виводу і гнучкі можливості розширення завдяки модулям i-Modules і технології iDoor. Завдяки оптимізованому безвентиляторному дизайну і передовому тепловому рішенню MIC-770 V3 Extreme SKU забезпечує надійну роботу без повітряного потоку, гарантуючи ефективне відведення тепла. Це робить його дуже надійним у складних промислових умовах і віддалених місцях.

MIC-770 V3 Extreme SKU — це дуже компактний модульний ПК, розроблений для забезпечення чудової продуктивності в умовах, коли традиційні системи охолодження на основі повітряного потоку неможливі. У складних умовах, як-от високоточне інспекційне обладнання або зварювальні ділянки із залізною тирсою, необхідні надійні та міцні рішення. MIC-770 V3 Extreme SKU, оснащений новітніми процесорами Intel® Core™ 12/13/14-го покоління, забезпечує виняткову обчислювальну потужність для виконання складних багатоза-

дачних робочих навантажень, як-от автоматизація виробництва, керування обладнанням та автоматизація процесів. Завдяки передовому тепловому рішенню Advantech, він здатний працювати за температури до 35 °С з процесором потужністю 65 Вт і до 50 °С з процесором потужністю 35 Вт. Ця інноваційна конструкція забезпечує стабільну роботу в екстремальних умовах, де відсутній повітряний потік, зберігаючи оптимальну функціональність процесора, що вкрай важливо для завдань машинного зору та автоматизованого контролю. MIC-770 V3 Extreme SKU гарантує надійну та довговічну роботу за максимальної потужності та ефективності, що робить його ідеальним вибором для вимогливих промислових застосувань.

Щоб задовольнити різноманітні потреби додатків автоматизації машин, серія MIC-770 V3 пропонує гнучкі можливості розширення завдяки опціям Flex I/O, iDoor та i-Module від Advantech. Наприклад, Advantech пропонує низку опцій i-Module для забезпечення потужних можливостей розширення, включно з 1-слотовими, 2-слотовими, 3-слотовими, 4-сло-



RADIODETAILI



ВЕЛИКИЙ ВИБІР

РАДІОДЕТАЛЕЙ!

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

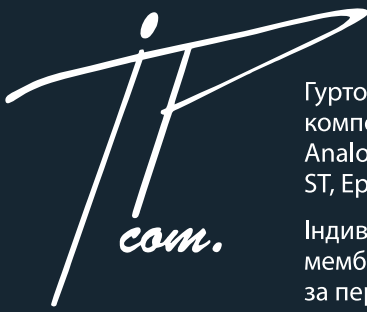
«Радіоринок», Караваєві Дачі, вул. Ушинського, 4

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

Павільйон 9В+
(068) 599 56 99

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

RADIODETAILI.COM.UA



ТОВ «АЙПІ-КОМ»

Гуртове постачання широкого спектра електронних компонентів відомих брендів: Xilinx, Intel (Altera), Analog Devices, Texas Instruments, NXP, Microchip, ST, Epcos, Vishay, Sharp, KLS тощо

Індивідуальна розробка та виготовлення мембранних плівкових клавіатур різної складності за персональними вимогами замовника

☎ моб.: 098-980-48-38

☎ иl1982
✉ иl82@ukr.net
🌐 ip-com.net.ua

транспортних засобів на відстані до 380 метрів, використовуючи конфігурації системи з вісьмома передавачами та вісьмома приймачами. Мікросхема RASiC MMiC дозволяє каскадувати декілька пристроїв на низьких частотах, зменшуючи потребу в дорогих радіочастотних матеріалах на друкованій платі. Крім того, CTRX8191F має оптимізовану конструкцію запуску на корпусі, що полегшує використання недорогих хвилеводних антен. Крім того, найсучасніший цифровий ФАПЧ забезпечує високу гнучкість у формуванні складних форм хвиль з найкоротшим часом зворотного ходу на ринку (< 1 мкс).

Крім того, Infineon пропонує комплексний комплект для розробки радарів під назвою SARKiT, який полегшує швидке проектування та розгортання радіолокаційних систем. SARKiT базується на модулі прототипування датчиків CTRX8191F, який підтримує різні конфігурації систем, в тому числі передачу необроблених даних АЦП, проміжних результатів ШПФ або радіолокаційних виявлень через інтерфейс Gigabit Ethernet. Приклади коду та графічний інтерфейс користувача забезпечують швидке створення прототипів і проектування, що дозволяє розробникам швидко та ефективно реалізовувати свої концепції радіолокаційних систем. До комплекту також входить хвилеводна антена, яка може бути легко замінена на спеціальну антену відповідно до конкретних вимог замовника.

www.infineon.com

товими, додатковими модулями зберігання та модулями розширення GPU. Така гнучкість дає змогу клієнтам задовольнити свої потреби, чи то додавання додаткових карт, збільшення обсягу пам'яті, чи то підвищення обчислювальної потужності. У разі поєднання MIC-770 V3 Extreme SKU з і-модулями його міцність і надійність із розширеною функціональністю забезпечують ідеальне рішення для високошвидкісного опрацювання даних, Edge AI inference, глибокого навчання та інших критично важливих застосувань.

MIC-770 V3 Extreme SKU розроблено як надійне рішення, що відповідає широкому спектру промислових потреб. Міцна конструкція корпусу і литий алюмінієвий радіатор забезпечують захист від вібрацій і ударів, а пасивне теплове рішення гарантує безшумну роботу і скорочення обсягу тех-

нічного обслуговування завдяки відсутності повітряного потоку. Пило- та брудозахищеність ще більше підвищують його довговічність у суворих умовах. Система також підтримує Windows 11, включно з Windows 11 IoT Enterprise LTSC з 10-річною підтримкою і підвищеною безпекою, забезпечуючи просте управління і захист системи.

www.advantech.com

НОВА РАДІОЛОКАЦІЙНА МІКРОСХЕМА

Здатність виявляти пішоходів у щільному міському середовищі наразі є викликом для наступного рівня автоматизованого та автономного водіння. Щоб відповідати вимогам автономного водіння класів від L2+ до L4, визначених

SAE, розробка нового покоління 4D-радарів та радарів з можливістю формування зображень має вирішальне значення. Саме тому компанія **Infineon Technologies AG** випустила фінальні зразки своєї RASiC™ CTRX8191F, нової сучасної 28-нм радіолокаційної MMiC. CTRX8191F був спеціально розроблений для задоволення вимог автоматизованого та автономного водіння і пропонує високу продуктивність при низькій вартості системи. Як результат, пристрій дозволяє розробляти радіолокаційні модулі візуалізації наступного покоління.

Радіолокаційна мікросхема MMiC CTRX8191F забезпечує вищу продуктивність і ще краще співвідношення сигнал/шум порівняно з попередніми поколіннями. Такий рівень продуктивності необхідний для виявлення вразливих учасників дорожнього руху та

MICRODIS
www.microdis.net

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



Роман Прокопець
Менеджер з продажу

Microdis Electronics GmbH
Rheinauer Straße 1
68766 Hockenheim
Germany

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





- технічна підтримка, надання літератури, консультації інженера та інше.
- підбір оптимального рішення для вашого завдання (співвідношення технічних можливостей обраного контролера або іншого пристрою та ціни);
- постачання одиничних зразків на стадії розробки;
- отримання спеціальної ціни під ваш проект при серійному виробництві;
- при серійному виробництві резервування на складі у місті Дніпро необхідної вам позиції у необхідних кількостях.

www.rbtronic.com.ua



Надійні компоненти для акумуляторних систем зберігання енергії

Фолькер Кнак (Volker Knack), Phoenix Contact Electronics GmbH

Рюдігер Мейєр (Rüdiger Meyer), Phoenix Contact GmbH & Co. KG

Маттіас Шредер (Matthias Schröder), Phoenix Contact GmbH & Co. KG

E-mail: ua-office@phoenixcontact.com

Надійне енергопостачання з відновлюваних джерел можливе лише за умови зберігання надлишків для використання в періоди низької сонячної активності або вітру. У парку All Electric Society в місті Бломберг, Східна Вестфалія, компанія Phoenix Contact демонструє, як об'єднання секторів може сприяти електрифікації суспільства (рис. 1).

Зміна клімату та геополітичні кризи сприяють інтеграції відновлюваної електроенергії з вітру та сонця в енергосистеми. Однак ці джерела енергії нестабільні та не доступні цілодобово. Сонце не завжди світить, і бувають періоди, коли вітру мало або взагалі немає. Гнучкі рішення, такі як акумуляторні системи зберігання енергії, можуть інтегрувати пропозицію відновлюваних джерел, зберігаючи енергію, коли вона виробляється, і подаючи її в електромережу, коли вона необхідна. У парку

All Electric Society в Бломберзі акумуляторна система зберігання енергії потужністю 1.2 МВт·год робить саме це й пропонує різні варіанти застосування для надійної роботи, а також економії витрат на електроенергію. Для забезпечення постійної доступності та надійної роботи акумуляторної системи зберігання енергії компанія Phoenix Contact покладається на електронні компоненти власного виробництва, наприклад, для керування рішенням для зберігання енергії. Компанія, що базується в

Бломберзі, розробляє свій асортимент продукції для систем зберігання енергії вже кілька років і постійно розширює його. В основі всіх розробок лежать високі вимоги до якості, довгострокової надійності та високого рівня безпеки під час експлуатації. Ці вимоги мають найвищий пріоритет (рис. 2).

ГІБРИДНІ, АКУМУЛЯТОРНІ ТА SPE-РОЗ'ЄМИ ДЛЯ НАДІЙНОГО З'ЄДНАННЯ

Коли мова заходить про створення акумуляторних систем зберігання електроенергії, зазвичай першими розглядають акумуляторні елементи та силову електроніку. Однак системи зберігання енергії — це складні системи, які складаються з великої кількості технічних компонентів. Для безпечного та надійного функціонування всієї системи необхідна велика кількість електричних з'єднань, наприклад, для живлення, передавання сигналів і даних. Компанія Phoenix Contact пропонує широкий спектр технологій з'єднання. Залежно від конструкції акумуляторної системи, може бути корисним комбінування трьох перерахованих типів з'єднань. В цьому випадку мова йде про гібридні роз'єми, які часто розробляються за модульним принципом. Це означає, що бажану кількість і властивості окремих контактів можна гнучко комбінувати та інтегрувати в корпус. Також можна вибрати одну з декількох версій, щоб задовольнити необхідні вимоги до механічної та електричної стабільності та безпеки (рис. 3).

Як альтернатива описаному гібридному підходу, системи часто підключаються дискретно. Для передавання електроенергії з напругою до 1500 В постійного струму використовуються



Рис. 1. У парку All Electric Society в Бломберзі Phoenix Contact демонструє, як об'єднання секторів може сприяти електрифікації суспільства

Empowering the All Electric Society



Безмежні можливості електричного майбутнього світу

All Electric Society — це наше бачення майбутнього, яке пропонує науково обґрунтовані відповіді на великі глобальні виклики нашого часу: зміни клімату та всесвітнє прагнення до сталого розвитку. Усі технічні продукти та рішення для впровадження All Electric Society вже готові. Від нас усіх залежить, чи скористаємося ми ними зараз. Тому що разом ми можемо досягти більшого на шляху до світу, у якому варто жити кожному.

Детальніше:
ТОВ “Фенікс Контакт”
<https://phoe.co/AES-UA>



Рис. 2. Встановлений у парку All Electric Society контейнер для акумуляторів з енергоємністю 1.25 МВт·год створює необхідну гнучкість електромережі. Шафи керування в контейнері оснащені компонентами Phoenix Contact

спеціальні роз'єми для акумуляторних батарей з силою струму понад 300 А. З'єднувачі для акумуляторних батарей виробництва Phoenix Contact мають сертифікат UL 4128. Для передавання даних в системах зберігання енергії акумуляторних батарей вже створюються нові рішення, засновані на перевірених стандартах IEC 63171 Single Pair Ethernet. Цей надійний і високопродуктивний роз'єм вирізняється своїми невеликими розмірами та високою пропускну здатністю (рис. 4).

СЕРТИФІКОВАНЕ ПРОГРАМНО-АПАРATНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ВВЕДЕНИМИ РЕСУРСАМИ

Шафи керування, які зазвичай можна розділити на функціональні блоки, можуть бути обладнані за допомогою комплексного рішення для виробництва шаф керування Complete line. Лінійка Complete line містить повний асортимент продукції для всіх функцій в шафі керування — від джерел безперебійного живлення з вбудованим резервним акумулятором, клемних колодок до захисних реле з примусовими контактами, які забезпечують функціональну безпеку. Інтуїтивно зрозуміла робота з узгодженими апаратними компонентами економить час під час планування, встановлення, запуску та обслуговування, що знижує експлуатаційні витрати (рис. 5).

Різні системи керування системами зберігання енергії повинні безпечно взаємодіяти одна з одною або, ще

краще, бути об'єднані в одну систему керування. Керовані комутатори серії FL Switch 2000, пропонують всі необхідні мережеві функції. Завдяки інтегрованій технології безпеки перевірені контролери PLCnext Control з відкритою екосистемою PLCnext Technology усувають потребу в спеціальних контролерах безпеки. Таким чином, стандартні функції і рішення, пов'язані з безпекою, до SIL 3 відповідно до IEC 62061, а також PL e відповідно до EN ISO 3849-1 можуть бути реалізовані разом в середовищі розробки PLCnext Engineer. На додаток до створення коду відповідно до IEC 61131-3, використання мов високого рівня і Matlab Simulink допомагає забезпечити швидшу та безпечну розробку всього керуючого програмного забезпечення акумуляторних систем зберігання енергії.

Система керування feed-in встановлює зв'язок між акумуляторними системами зберігання енергії та мережею



Рис. 3. Швидка та надійна технологія з'єднання Push-in скорочує час встановлення, запуску та обслуговування

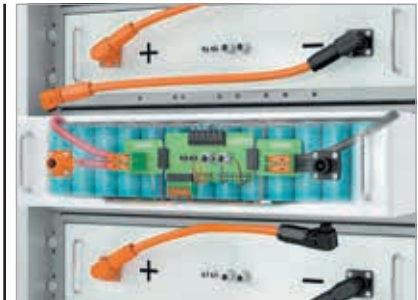


Рис. 4. Акумуляторні модулі в системі зберігання енергії потребують технології з'єднання для живлення, передавання сигналів і даних

загального користування. Для користувачів, які не мають власного рішення, Phoenix Contact пропонує сертифікований програмно-апаратний комплекс на базі технології PLCnext. Це рішення гарантує, що інженерні зусилля, необхідні для керування мережею, залишаються низькими. Дотримання всіх технічних вимог до підключення забезпечує надійну роботу системи та просте підключення до мережі. Інтелектуальні рішення автоматизації забезпечують низькі експлуатаційні витрати. Завдяки попередньо



Рис. 5. Phoenix Contact пропонує високоякісні інструменти, програмне забезпечення та компоненти для планування та встановлення шаф керування в системах зберігання акумуляторних батарей



Рис. 6. Стандартизована апаратна структура сертифікованого контролера входу електростанції від Phoenix Contact

запрограмованому програмному забезпеченню системи накопичення енергії можна швидко ввести в експлуатацію. Відкриті інтерфейси системи керування також дають змогу розширювати її відповідно до потреб замовника (рис. 6).

360-ГРАДУСНА БЕЗПЕКА ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД КІБЕРАТАК

3 жовтня 2024 року набула чинності директива NIS 2, яка посилює пра-

АКТИВНО ФОРМУЄМО ПЕРЕХІД ДО ALL ELECTRIC SOCIETY

Компанія **Phoenix Contact** пропонує інноваційні продукти, рішення та експертизу в галузі цифровізації для електрифікації, створення мереж та автоматизації всіх секторів економіки та інфраструктури. З моменту заснування сімейної компанії в 1923 році оптимізація енергетичних потоків стала основною сферою діяльності Phoenix Contact. All Electric Society — це глобальне суспільство, в якому відновлювана і доступна електрична енергія доступна в достатній кількості. Шлях до цього лежить через всебічну електрифікацію, створення мереж та автоматизацію всіх відповідних сфер життя та роботи. Тому Phoenix Contact дає можливість користувачам і суспільству активно впливати на цю трансформацію за допомогою численних продуктів, рішень і послуг.

вила IT-безпеки для операторів критичної інфраструктури (KRITIS). Пасивність у впровадженні IT-безпеки вважається недбалістю, оскільки директива NIS 2 зобов'язує до дій. Оскільки профілактика є більш економічно ефективною, ніж ліквідація наслідків кібератак, Phoenix Contact пропонує сертифіковані TÜV продукти, послуги та семінари з безпеки. Комплексні рішення з безпеки можуть бути адаптовані до індивідуальних застосувань і вимог безпеки.

Однією з проблем для акумуляторних систем зберігання енергії є міжнародні ланцюги розробки та постачання. Модулі, необхідні для всієї системи, часто розробляються та виготовляються на підприємствах, які географічно віддалені одне від одного. Повне рішення

створюється лише під час остаточної збірки на об'єкті користувача, який може знаходитися в будь-якій точці світу. Тому виробники систем зберігання акумуляторних батарей потребують партнерів, які також працюють на міжнародному рівні та мають глобальний досвід та виробничі потужності, щоб забезпечити найкращу можливу підтримку. Важливо, щоб компоненти відповідали всім відповідним міжнародним і місцевим стандартам і мали відповідні дозволи.

Більш детальна інформація за посиланням:

<https://www.phoenixcontact.com/uk-ua/haluzi/komponenty-akumulyatoriv> **CN**



Технології з'єднання для систем накопичення енергії

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

Детальніше: https://phoe.co/energy_storage_technologies

ТОВ "Фенікс Контакт"

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



5 поширених помилок під час купівлі бюджетного осцилографа

Переклад: Вадим Потапенко

Редагування: Віктор Бутирін, директор, Юнітест

E-mail: Victor_Butyryn@unitest.com

Вибір осцилографа, що оптимально підходить для ваших потреб, — непросте завдання, особливо в умовах обмеженого бюджету. Кожен хоче витратити гроші раціонально, щоб економія була розумною і без шкоди якості виконуваних вимірювань (рис. 1). У статті йде мова про найпоширеніші помилки, яких припускаються під час купівлі дешевих осцилографів. Сподіваємося, що вона допоможе читачам уникнути їх.

Наведемо п'ять найпоширеніших помилок під час купівлі дешевих осцилографів:

- економія на смузі пропускання;
- вибір USB-осцилографа;
- недооцінка важливості зручності експлуатації;
- недооцінка важливості сервісного обслуговування.

ПОМИЛКА № 1: ЕКОНОМІЯ НА СМУЗІ ПРОПУСКАННЯ

Паспортна смуга пропускання осцилографа — це частота, на якій досліджуваний сигнал синусоїдальної форми послаблюється за рівнем на -3 дБ (амплітуда сигналу зменшується на 30%).

Незважаючи на очевидний факт, що смуга пропускання вважається основним критерієм під час купівлі осцилографа, люди часто недооцінюють всю серйозність наслідків неправильного вибору. Багато хто розмірковує: «Якщо я працюю з сигналами частотою 10 МГц, значить осцилографа 30 МГц буде достатньо?». Насправді такого осцилографа буде достатньо тільки для вимірювання сигналів синусоїдальної форми, тому що сигнал прямокутної форми складається з сигналу синусоїдальної форми фундаментальної частоти й нескінченної кількості непарних гармонійних складових. Тому відоме правило, яке говорить, що «Пропускна здатність осцилографа повинна втричі перевищувати частоту сигналу», на всі випадки не підходить.

Для дослідження цифрових сигналів за допомогою сучасних осцилографів основного призначення існує таке хороше правило: смуга пропускання має щонайменше в п'ять разів перевищувати найбільшу тактову частоту досліджуваного пристрою. Такий осцилограф підійде для вимірювання сигналу аж до п'ятої гармонійної складової з його мінімальним ослабленням. П'ята гармоніка вкрай важлива для визначення загальної форми досліджуваного цифрового сигналу. Тому для повноцінного та якісного вимірювання цифрових сигналів пропускна здатність осцилографа повинна в п'ять разів перевищувати фундаментальну частоту досліджуваних цифрових сигналів.

Для вимірювання аналогових сигналів до пропускної здатності осцилографа висуваються більш м'які вимоги. На одній третині паспортної пропускної здатності осцилографа ослаблення досліджуваних сигналів буде мінімальним. Тому для подібних досліджень можна обмежитися осцилографом із пропускною здатністю, що втричі перевищує частоту аналогового сигналу.

Це допомагає визначити частотні складові досліджуваного сигналу. Усі осцилографи мають амплітудно-частотну характеристику (АЧХ) у смузі пропускання нижніх частот, яка знижується за високих частот, як показано на рисунку 2.

Під час вибору смуги пропускання осцилографа раціонально брати прилад із запасом на майбутнє, наприклад, якщо надалі буде потрібно досліджувати сигнали більшої частоти.

Навіть припустившись помилки та придбавши осцилограф із недостатньою смугою пропускання, можна буде збільшити його пропускну здатність, але це поширюється тільки на моделі певних виробників. Наприклад, серед осцилографів *Keysight InfiniiVision серії 1000X*



Рис. 1. Вибір осцилографа в умовах обмеженого бюджету, що оптимально підходить для ваших потреб, — непросте завдання

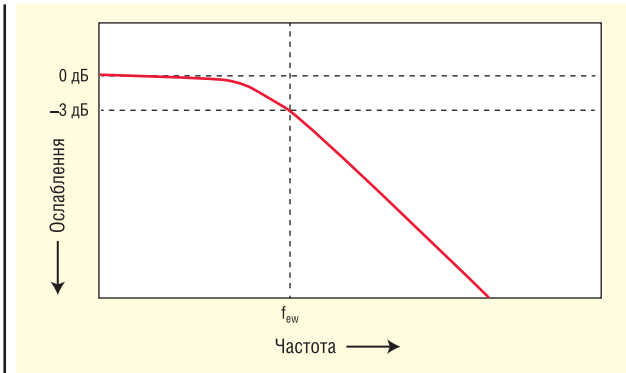


Рис. 2. Осцилограф із гаусівською АЧХ

(рис. 3) є моделі 70 МГц, які можна досить просто і недорого модернізувати до моделей 100 МГц, придбавши додаткову програмну ліцензію.

У більшості осцилографів із паспортною смугою пропускання 1 ГГц так звана амплітудно-частотна характеристика Гауса за своїми характеристиками близька до однополюсного фільтра нижніх частот.

Послаблення сигналу на частоті -3 дБ призводить до 30-відсоткової похибки амплітуди. Виходить, що під час дослідження синусоїдального сигналу розмахом 1 В і частотою 100 МГц осцилограф зі смугою пропускання 100 МГц покаже розмах напруги в межах 700 мВ (-3 дБ = $20 \text{ Log}(0.707/1.0)$). Таким чином, неможливо отримати точні результати вимірювання сигналів, значущі частоти яких знаходяться біля меж пропускну здатності осцилографа. Завжди пам'ятайте такі правила:

- Для досліджень цифрового сигналу необхідний осцилограф зі смугою пропускання щонайменше в 5 разів більшою за фундаментальну частоту.
- Для досліджень аналогового сигналу потрібен осцилограф зі смугою пропускання щонайменше в 3 рази більшою за фундаментальну частоту

ПОМИЛКА № 2: ВИБІР USB-ОСЦИЛОГРАФА

На перший погляд, багатьом може здатися, що USB-осцилограф — вдалий варіант окремого вимірювального приладу, тому що він менший, компактніший і, як очікується, обійдеться дешевше. Однак кожен власник такого USB-осцилографа незабаром усвідомлює, що необхідне додаткове обладнання, зокрема комп'ютер і, в деяких випадках, генератор сигналів, і в підсумку весь цей комплект виявляється

громіздким, важким і незручним. Все це займає набагато більше місця на робочому столі, ніж окремий осцилограф. Якщо функціональних можливостей USB-осцилографа виявляється недостатньо, доводиться йти на додаткові витрати. Окремий осцилограф об'єднує в собі одразу кілька приладів, зокрема генератор сигналів, аналізатор протоколів послідовних шин, аналізатор амплітудно-частотної характеристики тощо, заощаджуючи гроші, і місце на робочому столі.

Інший недолік, характерний для USB-осцилографів, полягає в тому, що вони не мають зручного керування на передній панелі. Хороший окремий осцилограф, навпаки, пропонує дуже зручне та інтуїтивно зрозуміле керування. Комп'ютер не можна назвати ідеальним варіантом для керування і роботи з осцилографом. Або меню розташовані в незручних місцях, або графічний інтерфейс користувача (*Graphical User Interface, GUI*) досить складний. І, зрозуміло, немає окремих кнопок і ручок керування. Крім цього, можливості масштабування USB-осцилографів досить обмежені, найчастіше це всього 1-2-5-кратне збільшення повного діапазону. Ще один недолік осцилографів з портами USB полягає в тому, що вони зазвичай мають більш обмежений діапазон досліджуваних сигналів, ніж окремі осцилографи. Деякі моделі підходять для дослідження сигналів максимум 5 В.

Зупиняючи свій вибір на USB-осцилографі, необхідно розуміти, що ви позбавляєте себе такої переваги, як постійне оновлення результатів на екрані, що дає змогу бачити рідкісні події та аномалії. Наприклад, осцилограф Keysight серії 1000X має швидкість оновлення сигналів на екрані 50 000 осцилограм на секунду, що дає змогу розглянути більше деталей сигналу. З USB-осцилографом замість моментально оновлюваних результатів на екрані доведеться самостійно натискати клавішу на клавіатурі, чекати, знову натискати та знову чекати. Швидкість оновлення в USB-осцилографа набагато нижча у всіх сенсах. Ви можете не помітити й не зареєструвати глітчів, не внести відповідні зміни в досліджуване обладнання, а хіба не це перша та головна причина купівлі осцилографа? Сам осцилограф не підтримує пряму передачу даних через порт USB. Він спочатку записує дані, що реєструються, у вбудований буфер і тільки потім передає їх на комп'ютер.

У вартість USB-осцилографа необхідно закладати витрати на ноутбук, розділовий трансформатор і з'єднувальні кабелі. Тому, якщо взяти повну реальну вартість такого осцилографа та порівняти її з вартістю окремого осцилографа, що об'єднує в собі все необхідне, різниця вийде невеликою. Тоді навіщо купувати USB-осцилограф, коли можна взяти повноцінний професійний окремий осцилограф за тією ж ціною?



Рис. 3. Осцилографи Keysight InfiniiVision серії 1000X

ПОМИЛКА № 3: НЕДООЦІНКА ВАЖЛИВОСТІ ЗРУЧНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

К оли ми чуємо про «зручність використання», «зручність керування» і «простота» — це не просто гучні слова. Наскільки зручно буде користуватися осцилографом і наскільки висока при цьому вийде продуктивність праці, не менш важливо, ніж просто характеристики осцилографа. Не можна недооцінювати важливість зручного та інтуїтивно зрозумілого графічного інтерфейсу користувача, ручок швидкого налаштування осцилографа і довідкової служби, яку можна в будь-який момент швидко відкрити та дізнатися все необхідне. Краще витратити більше часу на дослідження сигналів, ніж на освоєння осцилографа зі складним керуванням.

Варто зазначити, що поняття зручності суб'єктивне. Це не просто чітко прописана в паспорті осцилографа характеристика, за якою можна порівнювати моделі різних виробників. Це узагальнене поняття.

Під зручністю використання, зокрема, маються на увазі такі властивості екрана, як якість, що дає змогу бачити навіть найдрібніші складові сигналу. Серед інших таких властивостей можна відзначити швидкість оновлення сигналів на екрані, розмір і роздільну здатність екрана, кути огляду, кольоровий або чорно-білий, режими користувача, наприклад, змінні та режим довгого післясвітіння екрана.

Інтуїтивний графічний інтерфейс, ручки та кнопки

Зручний осцилограф має ручки, за допомогою яких можна швидко налаштовувати всі часто використовувані змінні, включно з чутливістю по вертикалі (В/поділ.), положенням по вертикалі, швидкістю розгортки, положенням по горизонталі та варіантами запуску за умовою (рис. 4).

Наприклад, під час дослідження хочеться мати можливість швидко виконувати перетворення Фур'є.

Швидкі перетворення Фур'є (ШПФ) застосовуються для аналогових вхідних каналів або арифметичних операцій. Наявність ручки або кнопки на передній панелі осцилографа, за допомогою якої можна швидко налаштувати потрібний параметр, може здатися дрібницею, але ця дрібниця насправді набагато прискорить процес вимірювання і заощадить час.

Багатомовний графічний інтерфейс і вбудована служба довідки

Кожному хочеться працювати з осцилографом знайомою мовою. Якщо виникає питання про призначення і правила використання тієї чи іншої функції осцилографа, дуже зручно прочитати опис такої функції знайомою мовою. У деяких осцилографах, зокрема моделях Keysight серії 1000X, достатньо

просто натиснути й тримати кілька секунд будь-яку кнопку на панелі осцилографа, щоб отримати короткий опис функції.

ПОМИЛКА № 4: НЕДООЦІНКА ВАЖЛИВОСТІ СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Багато хто думає так: «Осцилограф — це простий прилад, навіщо мені сервіс!» Але що робити, якщо з купленим осцилографом почнуться проблеми? Що якщо попадеться бракований осцилограф або він зламається протягом гарантійного терміну? Або що робити, якщо в осцилографі відсутня функція, яка повинна була бути? Деякі люди вже тільки після купівлі починають розуміти, що проблема їхнього осцилографа не вважається гарантійним випадком, або наскільки складно домогтися від сервісного центру заміни або ремонту осцилографа. Обов'язково перевірте служби техпідтримки та сервісний центр виробника осцилографа, щоб переконатися, що подібних проблем не виникне.

Оцінка виробника

Ви чули про цього виробника осцилографа? Яка в нього репутація? Виробник має бути відомою компанією з хорошою репутацією і сервісними центрами. Виробник зарекомендував себе як професіонал у своїй галузі? Деякі люди роблять помилку, купуючи дешевий осцилограф і не замислюючись, що виробник може виявитися ненадійним, важкодоступним або непрофесійним. Необхідно завжди враховувати якість програмного забезпечення, доступні сервісні послуги та досвід на ринку вимірювальних приладів.

Які навчальні та довідкові матеріали входять до комплекту осцилографа?

У комплект більшості недорогих осцилографів входить тільки посібник з експлуатації. Крім цього, у багатьох осцилографах немає вбудованої довідки, тож доведеться самостійно шукати відповідь на кожне запитання в посібнику або Інтернеті. Тому звертайте увагу на будь-які навчальні та довідкові матеріали, що входять до комплекту осцилографа. Це може виявитися справжньою проблемою для всіх без винятку покупців недорогих осцилографів, але особливо для людей, які купують осцилографи, наприклад, для навчальних закладів, і розраховують на наявність вбудованих засобів імітації сигналів.

Чи має виробник місцеві сервісні центри?

Купуючи осцилограф, варто віддавати перевагу виробникам, які мають широку мережу сервісних центрів, до яких можна за потреби звернутися. Вибравши такого виробника,



Рис. 4. На передній панелі осцилографа повинні бути ручки та кнопки для налаштування всіх основних змінних

можна бути впевненим, що в будь-який момент отримаєте потрібну допомогу.

Яка вартість сервісного обслуговування?

Деякі виробники можуть перебувати дуже далеко і не мати місцевих сервісних центрів. Відправлення осцилографа в далеко розташований сервісний центр, по-перше, займе багато часу, а по-друге, дорого обійдеться. Сервісні центри інших виробників можуть працювати через третіх осіб, що також затягне час. Вибирайте виробника, відомого своїми якісними й хорошими осцилографами, тоді менше шансів, що він зламається, а також виробника, який випускає програмне забезпечення, що легко оновлюється.

Стандартний гарантійний термін становить 3 роки, але за бажання зазвичай можна замовити розширену гарантію.

ПОМИЛКА № 5: ВИБІР ПРИЛАДУ ТІЛЬКИ НА ОСНОВІ ЙОГО ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Може здатися, що порівняння заявлених виробниками осцилографів характеристик — це логічний спосіб пошуку відповідної моделі. Але одні цифри характеристик не дадуть повного уявлення про прилад. Потрібно намагатися копати глибше, вміти читати між рядків і ставити запитання.

Приклад: чи дає заявлена довжина запису повне уявлення про прилад?

Довжина запису осцилографа визначає кількість часу, протягом якого він може захоплювати сигнал з певною частотою дискретизації (рис. 5). Якщо необхідно захоплювати довгий за часом сигнал, при цьому оцифровуючи його з високою частотою дискретизації, можна витратити багато грошей на осцилограф з більшою довжиною запису або купити осцилограф із сегментованою пам'яттю. Сегментована пам'ять збільшує загальний час захоплення сигналу осцилографом, розділяючи доступну пам'ять на невеликі сегменти, як показано на рисунку 5б. Такий режим захоплення сигналу разом із декодуванням протоколів послідовних шин і вибраним варіантом запуску за умовою чудово підходить для ефективного дослідження послідовних інтерфейсів.

Можна подумати, що чим більше, тим краще, але ж не завжди стільки насправді потрібно. Зайве тягне за собою додаткові витрати. Пам'ятайте, що глибока пам'ять може уповільнити та ускладнити роботу з осцилографом. У деяких моделях осцилографів довжина запису автоматично максимальна. Вибір на користь осцилографа із сегментованою пам'яттю — це раціональний варіант ефективного використання пам'яті та збереження високої продуктивності.

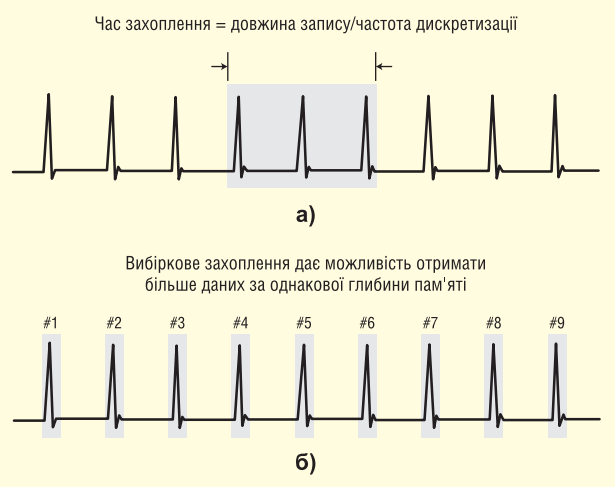


Рис. 5. Захоплення сигналу осцилографом: традиційне захоплення сигналу (а); захоплення сигналу з сегментованою пам'яттю (б)

Серед інших характеристик осцилографа заслуговують на увагу власний рівень шуму, максимальний діапазон досліджуваного сигналу, мінімальне налаштування В/поділ. і можливість швидких перетворень Фур'є.


ВИСНОВОК

Купуючи осцилограф, не робіть поширених помилок, які роблять інші покупці. Можна знайти недорогий осцилограф високої якості без компромісу з функціональними можливостями, смугою пропускання та зручністю використання. Можна придбати професійний осцилограф у виробника, який надає якісну підтримку та навчання. Просто копніть трохи глибше, ніж просто таблиця характеристик осцилографа, і ви знайдете саме ту модель, яка ідеально підійде.

Щоб дізнатися більше про професійні осцилографи Keysight InfiniiVision серії 1000X для точних вимірювань та отримати додаткову інформацію щодо продукції компанії Keysight Technologies, звертайтеся до її офіційного дистриб'ютора в Україні — компанії Юнітест:


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

CN



КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ
АВТОРИЗОВАНИЙ ДИСТРИБ'ЮТОР В УКРАЇНІ
продаж • навчання • сервіс

ТОВ «ЮНІТЕСТ»
вул. Олесь Гончара, 6
04053, м. Київ, Україна
тел: +38 (044) 272-60-94
тел./факс: +38 (044) 272-60-95
e-mail: web@unitest.com
http://www.unitest.com



Авторизований дистриб'ютор

Трансформація промислової автоматизації за допомогою некерованих комутаторів

Комутатори Ethernet — це ключ до з'єднання всіх видів обладнання та ефективного керування автоматикою. Відповідно до різних функцій і сценаріїв застосування промислові комутатори зазвичай діляться на керовані та некеровані. Зазвичай некеровані комутатори здебільшого використовують для внутрішньої мережі машин і обладнання, а керовані — для зв'язку в середині мережі машин і обладнання та на заводах.

ПРОСТЕ КЕРУВАННЯ БЕЗ ВТРАТИ ПРОДУКТИВНОСТІ

Складне керування та висока вартість керованих Ethernet-комутаторів відлякують багатьох потенційних споживачів, тоді як некеровані Ethernet-комутатори, хоча й прості у використанні, але не здатні розв'язувати складні завдання керування мережею. Особливо це стосується пріоритетної передачі даних PROFINET, ізоляції трафіку VLAN та інших ключових функцій. Підприємствам потрібен комутатор, який ідеально поєднує в собі простоту використання, економічність і розширені можливості керування мережею.

ПЕРЕОСМИСЛЕННЯ НЕКЕРОВАНИХ КОМУТАТОРІВ: ДОСТУПНІ, НАДІЙНІ ТА PROFINET-ІНТЕГРОВАНІ

Знаючи потреби ринку, компанія Advantech об'єднала багатий досвід і технологічні досягнення та з гордістю представила *дві нові серії некерованих комутаторів*: серію EKI-NI (рис. 1) і серію EKI-271X (рис. 2). Ці комутатори вирізняються доступною ціною та простотою використання, а також враховують передачу пріоритетів PROFINET і сегментацію VLAN, що руйнують уявлення про традиційні некеровані комутатори.

Серія EKI-NI з функцією розпізнавання даних PROFINET Class A (PROFINET CC-A conformance level compliant)

реалізує функцію пріоритетного керування потоками даних PROFINET. Крім того, вони мають високу стійкість до електромагнітних завад і пройшли сер-

тифікацію ESD/EFT/Surge Level 4, демонструючи свою стабільність і надійність у складних промислових умовах.

Серія EKI-271X оснащена простою конфігурацією VLAN, яка дає змогу легко реалізувати групову ізоляцію та захист даних за допомогою простих перемикачів без професійного керування. Завдяки високому рівню захисту EMC 4, цей продукт популярний у системах автоматизації виробництва, зберігання енергії, системах відеоспостереження та інших галузях, що вимагають високої безпеки.



Рис. 1. Некеровані комутатори серії EKI-NI



Рис. 2. Некеровані комутатори серії EKI-271X

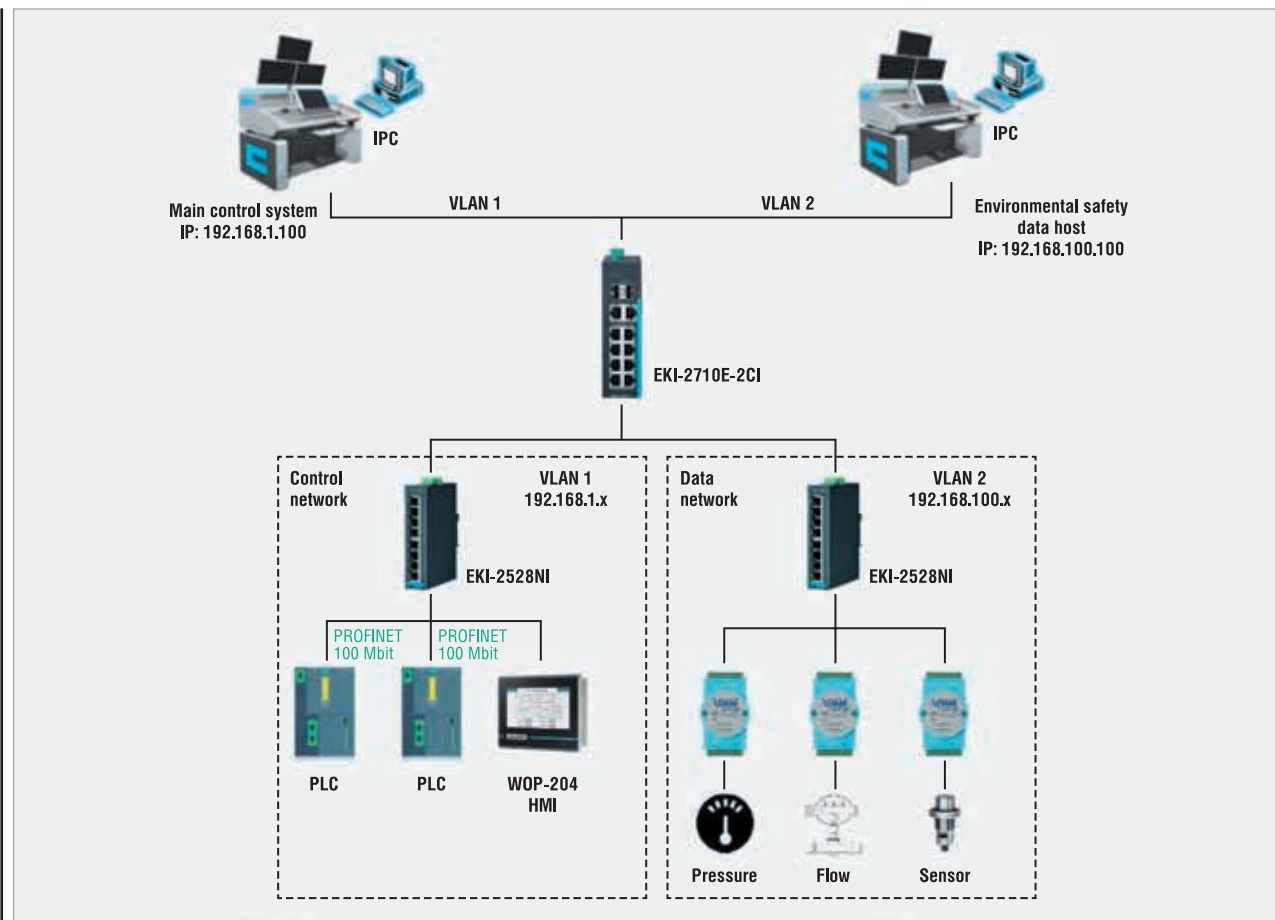


Рис. 3. Застосування некерованих промислових Ethernet-комутаторів у фармацевтичному обладнанні

ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ: БАЛАНС МІЖ БЕЗПЕКОЮ ДАНИХ І ПРОДУКТИВНІСТЮ В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ, ПЛАВНИЙ ПЕРЕХІД ВІД КЕРОВАНИХ КОМУТАТОРІВ

Випуск цих двох нових некерованих промислових Ethernet-комутаторів, безсумнівно, забезпечує більш економічні рішення для промислових користувачів, які дедалі більше уваги приділяють надійності промислового зв'язку та безпеці даних.

Наприклад, у типовому сценарії застосування на підприємствах фармацевтичного машинобудування поєднання цих двох продуктів вирішує первісну потребу в керованих комутаторах для задоволення попиту, пропонуючи нові ідеї для більшості промислових користувачів з аналогічним типом попиту.

Як показано на функціональній схемі (рис. 3), у типових застосуваннях, як-от фармацевтичне обладнання, існує потреба як в ізоляції безпеки даних, так і в керуванні пріоритетами потоків даних.

По-перше, коли фармацевтичне обладнання виробника встановлюють на

виробничому майданчику, крім необхідності реалізувати зв'язок через мережу керування між обладнанням керування, таким як ПЛК у фармацевтичному обладнанні, й головним комп'ютером, необхідно також забезпечити підтримку зв'язку для стороннього обладнання, яке збирає дані про екологічну безпеку, пов'язані з виробництвом, через мережу екологічних даних. Хоча дані керування та екологічні дані передаються через один і той самий промисловий комутатор Ethernet, ці два типи даних необхідно ізолювати та шунтувати, щоб уникнути втручання в роботу обладнання керування з боку стороннього обладнання. Некерований комутатор Advantech EKI-2710E можна використовувати для ефективного поділу потоку даних шляхом конфігурації портів, які використовуються для цих двох типів даних, у дві різні зони за допомогою дип-перемикачів VLAN. Таким чином, безпека даних, як і раніше, ефективно забезпечується, навіть якщо не використовується дорожчий керований комутатор.

По-друге, необхідне керування пріоритетом даних у всій мережі. Мережа керування містить у собі ключові пристрої

керування, як-от ПЛК, що використовують протокол PROFINET для передавання команд керування, а також інші пристрої, як HMI, які використовують стандартний Ethernet для передавання даних, відображення та інших функцій. На цьому етапі, якщо керування пріоритетами на основі ідентифікації типу пакетів неможливе, то через мережеві конфлікти може виникнути затримка в реакції керування, що призведе до хибних спрацьовувань під час збоїв обладнання, що може негативно позначитися на ефективності виробництва.

Використання некерованого комутатора Advantech EKI-2528NI дає змогу скористатися підтримкою розпізнавання даних PROFINET класу А для забезпечення пріоритетної передачі даних PROFINET без затримок. Цей крок також дає змогу використовувати некеровані комутатори для виконання функцій, які раніше могли виконувати тільки керовані комутатори, що є потужним балансом між продуктивністю та економією коштів.

Матеріал надано ПРОКСИС™
www.proxis.ua

CN

Інструменти, що створені для професіоналів

У світі електротехнічних проєктів, що швидко змінюється, інструменти відіграють ключову роль у визначенні успіху та ефективності роботи. Інструменти компанії WAGO — це вершина німецької інженерної думки, відома своєю точністю та інноваціями, серед них: спеціалізовані обтискні інструменти для гільз, універсальні інструменти для зачищення одножильних і багатожильних проводів, спеціалізовані викрутки та інструменти для роботи з клемними колодками. Кожен інструмент WAGO є підтвердженням його надійності та старанного виготовлення.

Цифрові та автоматизовані процеси все більше й більше визначають повсякденну роботу з виробництва шаф керування. Однак, усупереч усій цій цифровізації, більша частина роботи з виготовлення шаф, як і раніше, пов'язана з ручним складанням! Той факт, що понад 70% монтажних робіт виконують вручну, робить оптимізацію розміщення механічних компонентів і прокладання дротів ще важливішою. Той, хто покладається на високоякісні та функціональні інструменти, може значно скоротити час і зробити робочі процеси ефективнішими.

Зняття ізоляції або обтискання наконечників дротів — у всіх цих роботах, пов'язаних з електромонтажем в будівлях і складанням шаф, професіоналам необхідні інструменти, яким можна довіряти навіть у критичних ситуаціях. Перевагами нових інструментів WAGO є їхня перевірена якість, функціональність і ергономічність.

Переваги:

- проста, точна, безпечна робота;
- економія часу і надійність процесу;
- економічність та екологічність.

Виробництво шаф керування потребує продуманої стратегії, оскільки майже половина всього виробничого часу витрачається на прокладання проводів. Компанія WAGO пропонує повний асортимент приладдя, покликаний прискорити та полегшити цей процес для технічного фахівця.

Переваги:

- квадратне газонепроникне обтискання за допомогою WAGO Vario-strip, незалежно від рівня кваліфікації користувача;

- безпечний і швидкий пошук несправностей у панелях керування за допомогою контрольно-вимірних приладів.

ЗНЯТТЯ ІЗОЛЯЦІЇ

Інструмент для зняття ізоляції одножильних і багатожильних провідників: для зачищення дротів компанія WAGO розробила інструменти з урахуванням різноманітних потреб професіоналів, які працюють як з одножильними, так і з багатожильними проводами. Універсальність цих інструментів забезпечує точне та легке зачищення, знижуючи ризик пошкодження провідників. Ергономічний дизайн забезпечує зручне

- широкий вибір пристосувань для різання та зачищення різних типів проводів і кабелів, представлених на сучасному ринку;
- зручні штабельовані набори для легкої стандартизації;

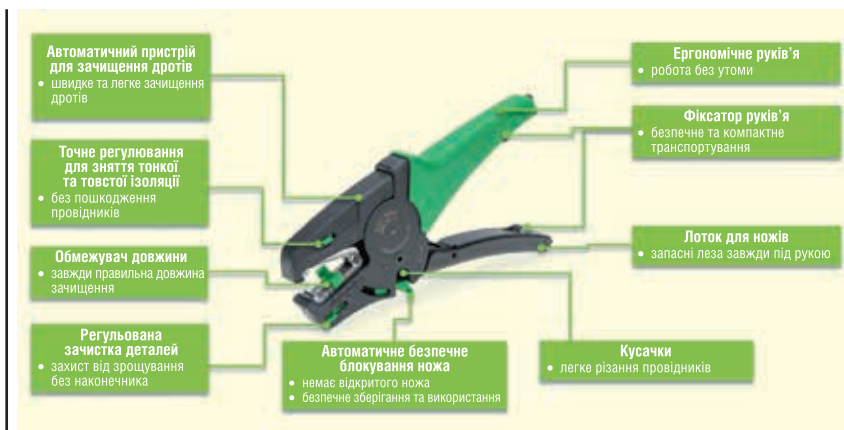


Рис. 1. Пристрій для зачищення дротів Quickstrip Vario (206-1125); 0.03–16 мм²



Рис. 2. Стрипер для кабелю передавання даних (206-1451); Ø 4.5–10 мм



Рис. 3. Кліщі для зняття зовнішньої ізоляції з кабелів керування

захоплення, що робить тривале використання зручним. Незалежно від того, з якими провідниками ми маємо справу — одножильними або багатожильними, — інструменти для зачищення дротів WAGO забезпечують точність, надійність і оптимізацію робочого процесу для всіх електротехнічних проєктів.

Використання інструментів WAGO економить час і витрати, оскільки робота виконується швидко, а кількість помилок зменшується. Використовуючи нові інструменти WAGO (робота інтуїтивно зрозуміла і проста), можна швидко і надійно ізолювати, наприклад, кабелі датчиків, не пошкоджуючи жили кабелів.

Наведемо деякі з них:

- Конструкція кліщів для зачищення дротів Quickstrip Vario (206-1125, рис. 1) — це витвір мистецтва. Для зачищення дротів перерізом від 0.03 до 16 мм² необхідний лише один інструмент. Quickstrip Vario працює надзвичайно точно. Тепер, щоб запобігти розщепленню багатожильних дротів, достатньо однією кнопкою встановити опцію «залишити на кінці дроту шматок ізоляції».
- Стрипер 206-1451 (для кабелю даних Ø 4.5–10 мм, рис. 2). Він розроблений спеціально для ізованих ПВХ кабелів передавання даних із тонкою зовнішньою оболонкою (наприклад: Cat 5, 6, 7, 8, кабель кручена пара).
- Кліщі для зняття зовнішньої ізоляції з кабелів керування (рис. 3):
 - діаметром від 3.2 до 4.4 мм (206-1481);
 - для товстих кабелів діаметром від 4.4 до 7 мм (206-1482).

Швидке і безпечне зняття зовнішньої ізоляції з проводів — одне з найважливіших завдань електромонтажника. Тому WAGO пропонує нові кліщі для зняття ізоляції у двох версіях. Перший варіант був спеціально розроблений для сигнальних кабелів меншого діаметру. Геометрія леза цього інструменту адаптована до діапазону діаметрів від 3.2 до 4.4 мм.

Обидва інструменти підходять практично для всіх типів кабелів: кабелів з безгалогенного поліуретану для датчиків (виконавчих пристроїв), дуже гнучких кабелів TPE-U, кабелів керування, кабелів з поліуретану, кабелів з ПВХ, багатожильних кабелів, екранованих та неекранованих.

Переваги:

- швидке і безпечне зняття ізоляції;
- автоматичне підстроювання під діаметр кабелю, регулювання не потрібне;
- зручне зняття ізоляції з довгих кабелів;
- завдяки змінним лезам збільшений термін служби.

ОБТИСКАННЯ КАБЕЛІВ

Обтискні інструменти WAGO для кінцевих гільз проводів: точність має першорядне значення для електричних з'єднань, й інструменти WAGO втілюють цей принцип. Інструменти виходять за рамки базових вимог, забезпечуючи послідовне і надійне обтискання, яке гарантує оптимальну провідність і довговічність з'єднань. Ергономічний дизайн підвищує зручність використання, даючи електрикам впевненість у досягненні результатів професійного

рівня. Прагнення компанії WAGO до досконалості знаходить своє відображення в цих обтискних інструментах, що пропонують поєднання функціональності та простоти використання.

Обтискні інструменти для наконечників Variocrimp 4 (206-1204, рис. 4) і Variocrimp 16 (206-1216, рис. 5) запресовують кабельні наконечники в квадрат, що дає змогу швидко під'єднувати та від'єднувати кабелі, котрі при цьому не застрягають у клемі. Інструменти газонепроникно зв'язують кабельні муфти, створюючи безпечне електричне з'єднання.

Доповнюють цю лінійку інструментів обтискний інструмент 25 (206-1225, рис. 6) і обтискний інструмент 50 (206-1250, рис. 7).

ВИКРУТКИ ТА ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ РОБОТИ З КЛЕМНИМИ КОЛОДКАМИ

Клемні блоки є складовою частиною електроустановок, і компанія WAGO визнає це, пропонуючи спеціально розроблені викрутки та інструменти для роботи з ними. Викрутки (рис. 8) вирізняються оптимальним крутним моментом і зручністю в

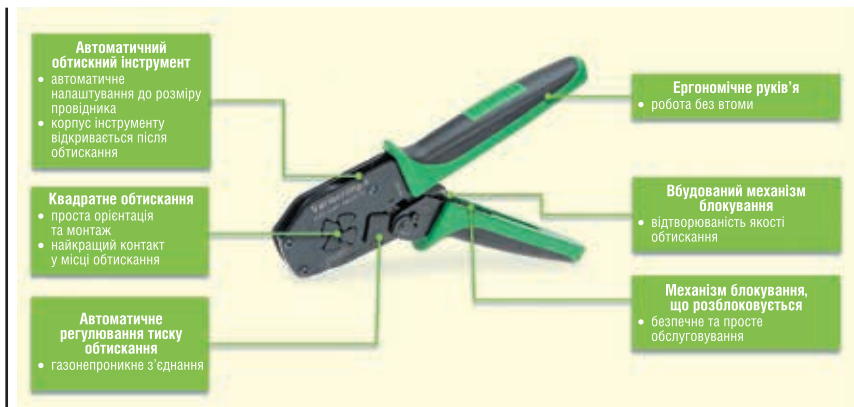


Рис. 4. Обтискний інструмент Variocrimp 4 (206-1204); 0.25–4.0 мм² (AWG 20-12)



Рис. 5. Обтискний інструмент Variocrimp 16 (206-1216); 6, 10, 16 мм² (AWG 10, 8, 6)

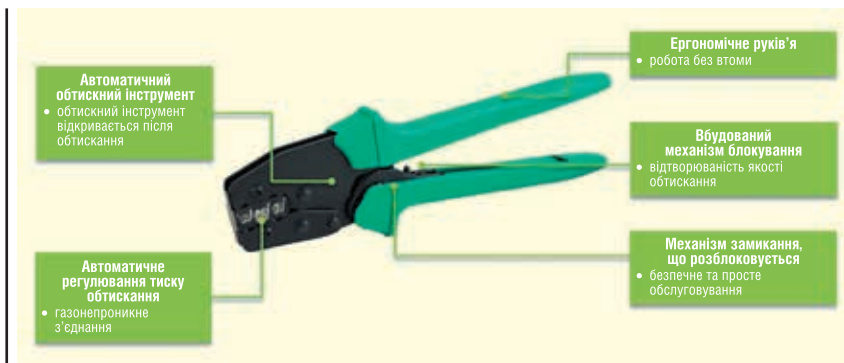


Рис. 6. Обтискний інструмент 25 (206-1225); 10, 16, 25 мм² (AWG 8, 6, 4)



Рис. 7. Обтискний інструмент 50 (206-1250); 35, 50 мм² (AWG 2 і 1)



Рис. 8. Викрутка для роботи з клемними колодкам

користуванні, забезпечуючи надійне затягування клем. Вони доповнюють асортимент робочих інструментів, забезпечуючи зручність роботи з клемними колодками. Разом усі ці інструменти забезпечують ефективність і точність, необхідні під час роботи з клемними з'єднаннями, що робить продукцію WAGO кращим вибором для професіоналів у цій галузі.

про прагнення WAGO забезпечити професіоналів інструментами, що підвищують точність, надійність і загальну ефективність. І як наслідок цього з'являється можливість збільшити рівень електротехнічних проєктів за допомогою інструментів WAGO, де кожне з'єднання є свідченням прагнення бренду до досконалості майстерності та інновацій.

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

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

СИСТЕМА WAGO MULTI CONNECTION SYSTEM ПРОДОВЖУЄ РОЗВИВАТИСЯ

Щоб забезпечити повний асортимент роз'ємів для друкованих плат з важливою технологією з'єднання без використання інструментів, компанія **WAGO** постійно вдосконалює систему **MULTI CONNECTION SYSTEM**. Серед новинок — 1-жильні гніздові роз'єми з важелями з відстанню між контактами 5 мм, а також 1-жильні гніздові роз'єми з важелями з відстанню між контактами 7.5 мм. Завдяки технології **Push-in CAGE CLAMP®** можна безпосередньо вставляти одножильні та багатожильні провідники з наконечниками. Доступні штекерні та гніздові роз'єми зі 100% захистом від неправильного підключення та інтерфейсом «Classic».

1-жильний роз'єм **MCS MIDI** (серії 2231 і 2721) дозволяє інтуїтивно зрозуміло завдяки своїй важливій технології робити з'єднання «плата-плата» і «дріт-дріт» без використання інструментів. Розроблений із відстанню між контактами 5 мм, він вміщує провідники з перерізом від 0.2 до 2.5 мм². Для додаткової зручності, особливо при польових з'єднаннях, штекерний наконечник можна легко зняти та під'єднати вручну без використання інструментів. Це особливо зручно в тих випадках, коли доступ до місця прокладання кабелю ускладнений або обмежений. 1-жильний роз'єм **MCS MIDI** ідеально підходить для застосувань, де потрібен захищений від дотиків вихід пристрою з гніздовим роз'ємом **THT** для з'єднань «плата-плата» або «дріт-дріт».

Новий 1-жильний роз'єм **MCS MIDI** (серії 2232 і 2722) з відстанню між контактами 7.5 мм дозволяє підключати 3-фазні джерела живлення для пристроїв, що працюють за напруги до 500 В (IEC), а також 600 В відповідно до стандарту **UL 1059**, підтримуючи номінальний струм 20 А для міжнародних ринків. 1-жильні роз'єми типу «гніздо» оснащені важелями для інтуїтивно зрозумілого і простого з'єднання без інструментів.

Роз'єм для друкованої плати, що не потребує інструментів, з відстанню між контактами 7.5 мм є ідеальним доповненням до більших серій **MAXI 6** і **MAXI 16** та пропонує економічно вигідну альтернативу для пристроїв з низькими вимогами до потужності і компактною конструкцією.

www.wago.com

WAGO

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



ТОВ МІКРОПРИЛАД

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

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

email: sales@micropribor.com.ua

www.micropribor.com.ua

Герметичні роз'єми CNLinko

Олексій Старанов, менеджер з продажу, «Філул Електрик, лтд»
E-mail: oleksii.staranov@filur.net

В статті йде мова про продукцію **компанії CNLINKO**, що спеціалізується на виробництві високоякісних електричних з'єднувачів і кабельних компонентів. Компанія заснована у 2006 році в Китаї та пропонує продукцію для промислових, комунікаційних та енергетичних систем. CNLINKO відома своєю широкою лінійкою роз'ємів для важких умов експлуатації, зокрема з'єднувачів для автоматизації, енергетичних установок та автомобільних систем.

За напрямками та галузями використання продукцію компанії CNLINKO можна поділити на такі основні групи:

- роз'єми для промислових систем — для автоматизації, контролю і телекомунікацій;
- з'єднувачі для важких умов експлуатації — стійкі до вологи, пилу та механічних пошкоджень;
- кабельні з'єднання — високоякісні роз'єми для кабелів у різних галузях;
- захисні компоненти — для забезпечення надійності електричних з'єднань.

Роз'єми компанії CNLinko поділяють на три основні категорії:

- силові роз'єми (рис. 1);
- сигнальні роз'єми (RJ45, Optic) (рис. 2);
- роз'єми для передавання інформації (USB, HDMI) (рис. 3).

За типом з'єднання вони поділяються на такі серії: BD, DH, LP, YA, YF, YM, YT, YU, YW, YZ. Надалі деякі роз'єми розглянемо більш детально.

СИГНАЛЬНІ РОЗ'ЄМИ СЕРІЇ YT-RJ45 (ETHERNET)

Сигнальні роз'єми серії YT-RJ45 (Ethernet) (рис. 4) мають наступні характеристики:

- інтерфейс — роз'єм RJ45 для швидкого передавання даних Ethernet;
 - матеріали корпусу — високоякісний метал або інженерний пластик для міцності та захисту;
 - захист — високий ступінь герметизації (IP65/IP67), що забезпечує водонепроникність;
 - швидкість передачі даних — до 10 Гбіт/с, залежно від моделі;
 - температурний діапазон — працюють в екстремальних умовах температур від -40 до $+80$ °C.
- Особливості:*
- швидке підключення — надійний механізм фіксації для зручного під'єднання/від'єднання;
 - компактний дизайн — підходить для обмежених просторових умов;
 - стійкість до зовнішніх впливів — висока міцність до механічних ударів і вібрацій;
 - сумісність — підтримує різноманітні кабелі Ethernet.



Рис. 3. Роз'єм для передавання інформації компанії CNLINKO



Рис. 4. Роз'єм для передавання інформації компанії CNLINKO

Переваги:

- надійність у складних умовах — ідеальний вибір для промислового використання, де потрібен захист від вологи та пилу;
- довговічність — високоякісні матеріали забезпечують тривалий термін служби;
- універсальність — підходить для телекомунікацій, автоматизації, транспорту та інших сфер.
- простота у використанні — мінімізує час на обслуговування завдяки швидкому монтажу.

Ця серія стала популярною серед користувачів завдяки своїй надійності, високій продуктивності та адаптивності до різних умов експлуатації.

СЕРІЯ CNLINKO LP — ОПТИМАЛЬНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ПРОМИСЛОВИХ СИСТЕМ

Коли йдеться про надійність, функціональність і довговічність, роз'єми серії CNLinko LP (рис. 5) стають іде-



Рис. 1. Силовий роз'єм компанії CNLINKO



Рис. 2. Сигнальний роз'єм компанії CNLINKO



Рис. 5. Роз'єм серії CNLinko LP

альним вибором. Вони забезпечують ефективну передачу живлення, сигналів та даних у найрізноманітніших промислових середовищах.

Зроблено для складних завдань

Серія LP відрізняється високим ступенем захисту IP65/IP67, що гарантує відмінну роботу навіть у суворих умовах. Ці роз'єми невразливі до пилу, вологи й механічних пошкоджень, забезпечуючи стабільну роботу вашого обладнання.

Технології, що випереджають час

Високоякісні матеріали, використані у виробництві, забезпечують корозійну стійкість і тривалий термін служби. Роз'єми доступні у різних конфігураціях, включаючи моделі з кількістю контактів від 2 до 12, що дозволяє адаптувати їх до ваших потреб. Вони також здатні передавати струм до 30 А та напругу до 800 В.

Переваги роз'ємів CNLinko LP:

- надійний захист — дедалю підходять для використання у складних умовах;
- гнучкість — великий вибір конфігурацій для різних типів підключення;
- ефективність — забезпечують швидкий і зручний монтаж;
- міцність — розроблені для тривалої та безперебійної роботи.

Чому обирають CNLinko LP?

Роз'єми серії LP — це інвестиція у продуктивність і безпеку вашого обладнання. Вони використовуються в різноманітних сферах: від автоматизації до енергетики, демонструючи високу якість і надійність у кожному проекті. Оберіть CNLinko LP — і отримаєте рішення, яке працює бездоганно навіть у найскладніших умовах (відео 1)!

СЕРІЯ CNLINKO DH — ІДЕАЛЬНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ СКЛАДНИХ УМОВ

Вибираючи обладнання для професійних систем, важливо враховувати кожну деталь. Роз'єми серії CNLinko DH (рис. 6) створені саме для таких завдань — вони забезпечують надійність,



довговічність і ефективність у роботі навіть в найсуворіших умовах.

Надійний партнер у будь-яких обставинах

Серія DH вирізняється високим ступенем захисту IP67 та IP68, що робить ці роз'єми ідеальними для використання в агресивному секторі. Пил, вода чи екстремальні температури — ці роз'єми залишаються працездатними та забезпечують безперервний зв'язок.

Готові до будь-яких викликів

Корпуси роз'ємів серії CNLinko DH виготовлені з високоякісних матеріалів, що стійкі до корозії та механічних пошкоджень. А їхня конструкція дозволяє легко та швидко виконувати монтаж без додаткових інструментів. Завдяки широкому вибору конфігурацій, ці роз'єми підходять для передавання живлення, сигналів і даних, адаптуючись до будь-яких специфічних потреб вашого проєкту.



Рис. 6. Роз'єми серії CNLinko DH



Відео 2: Встановлення фіксуючих промислових роз'ємів



Рис. 7. Роз'єм серії CNLinko BD



Рис. 8. Роз'єм серії CNLinko YM



Рис. 9. Роз'єми серії CNLinko YW

Переваги, які говорять самі за себе:

- універсальність — підходять для різних систем і пристроїв;
- забезпечують стабільну роботу навіть у найвимогливіших умовах;
- ергономіка — модульний дизайн дозволяє легко налаштувати роз'єми під конкретні потреби;
- висока продуктивність — розраховані на передачу струму до 30 А та напруги до 800 В.

Чому обирають CNLinko DH?

Ці роз'єми — вибір професіоналів, які цінують якість та довговічність. Серія DH допомагає уникнути збоїв у роботі, гарантуючи високу продуктивність і надійність на кожному етапі. Оберіть CNLinko DH і переконайтесь, що ваше обладнання працює бездоганно навіть у найскладніших умовах (відео 2)!

СЕРІЯ CNLINKO BD — КОМПАКТНІСТЬ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ

Серія BD від CNLinko (рис. 7) поєднує компактний дизайн з високою функціональністю, забезпечуючи ефективність навіть у обмеженому просторі. Ці роз'єми ідеально підходять для застосувань, де потрібні компактні рішення без компромісів щодо якості.

Основні характеристики:

- мініатюрний розмір — ідеально для систем із обмеженим простором;
 - надійний захист — стандарт IP65/IP67 для безпечної експлуатації у важких умовах;
 - універсальність — підходять для передачі живлення, сигналів і даних.
- Переваги:*
- простота монтажу завдяки інноваційній конструкції;
 - висока стійкість до зносу і впливу навколишнього середовища;
 - компактний, але міцний корпус для тривалої роботи.

Серія BD — це вибір для тих, хто цінує компактність, продуктивність і довговічність. Ідеальне рішення для сучасних систем із високими вимогами до простору та надійності.

СЕРІЯ CNLINKO YM — РОЗ'ЄМИ ДЛЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ

Серія YM від CNLinko (рис. 8) створена саме для тих, хто шукає надійність та універсальність у підключеннях. Ці роз'єми відмінно підходять для передачі живлення, сигналів і даних у різних галузях.

Основні характеристики:

- висока міцність — корпус забезпечує стійкість до механічних пошкоджень;
 - захист IP67 — ідеальні для роботи в умовах підвищеної вологості та пилу;
 - модульність — різні варіанти контактів для гнучкого використання.
- Переваги:*
- універсальність — широкий спектр застосувань у промисловості та електроніці;
 - легкість монтажу — ергономічний дизайн для швидкого встановлення;
 - довговічність — висока якість матеріалів для тривалої експлуатації.

Серія YM — це поєднання технологій і надійності, що гарантує стабільну роботу навіть у найскладніших умовах. Обирайте CNLinko YM, щоб отримати максимальну ефективність у ваших системах!

СЕРІЯ CNLINKO YW — РОЗ'ЄМНА СИСТЕМА ДЛЯ СКЛАДНИХ УМОВ

Серія CNLinko YW (рис. 9) розроблена для забезпечення надійного підключення у важких промислових умовах. Завдяки передовим технологіям і винятковій міцності, ці роз'єми ідеально підходять для складних середовищ, де потрібна максимальна продуктивність і довговічність.

Основні характеристики:

- міцна конструкція — корпус із металевого сплаву забезпечує високу стійкість до ударів, вібрацій і механічних навантажень;
 - захист IP68 — максимальний рівень захисту від пилу та води для роботи в екстремальних умовах;
 - різноманітність контактів — доступні моделі з 3 до 12 контактів, що забезпечує універсальність застосування;
 - стабільна робота в діапазоні від -40 до +85 °С.
- Переваги:*
- надійність у важких умовах — конструкція, яка витримує вплив агресивних середовищ, включаючи морську воду та хімічні речовини;
 - простота експлуатації — зручний механізм блокування для швидкого і безпечного підключення;
 - довговічність — високоякісні матеріали забезпечують багаторічну експлуатацію без втрати характеристик;
 - гнучкість застосування — ідеальні для передачі потужності, сигналів і даних у різних галузях.

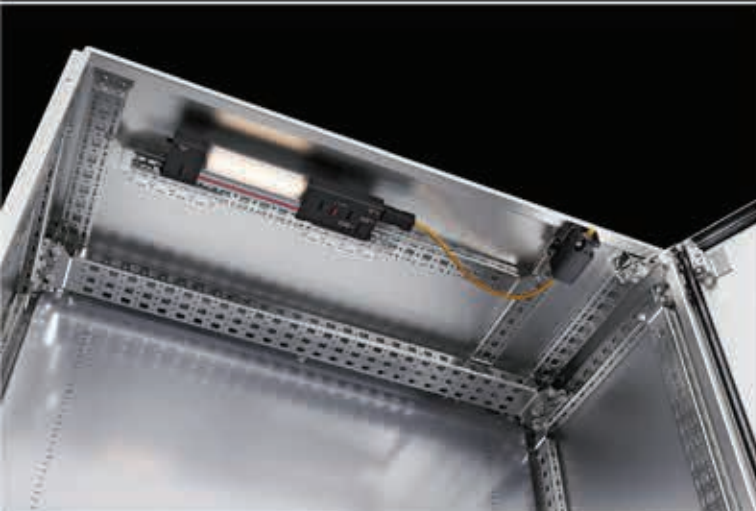
CNLinko YW забезпечує безперебійну роботу обладнання навіть у найскладніших умовах. Їхній високий рівень захисту, виняткова міцність і легкість у використанні роблять їх незамінним вибором для промислових і технічних завдань. Обирайте CNLinko YW — рішення, яке відповідає сучасним вимогам якості, надійності та безпеки!

Більш детальну інформацію щодо продукції компанії CNLINKO можна отримати, звернувшись до її офіційного постачальника на території України — компанії «Фігур Електрик, ЛТД»:

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

CN

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



наші контакти: office@rittal.com.ua • 044 536 99 44

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES

FRIEDHELM LOH GROUP



Захист критичної інфраструктури

В статті наведено приклад, як за допомогою модулів u-blox компанія МохуByte значно покращила своє комплексне рішення для захисту об'єктів критичної інфраструктури.

Сучасне суспільство покладається на безперебійне та передбачуване постачання енергії, води та транспортного сполучення. Проте, коли їхня критична інфраструктура виходить з ладу, наслідки можуть бути дуже серйозними. Відновлення послуг може зайняти дні або навіть тижні, ставлячи під загрозу промисловість і життя цивільного населення, особливо якщо, наприклад, постраждала лікарня.

З цієї причини фізичні напади на об'єкти критичної інфраструктури, такі як залізниці, газо-, нафто- та водопроводи та кабелі електропередач, викликають постійне занепокоєння. Один з останніх прикладів такого вандалізму стався в Грюнхайде, Німеччина. Об'єктом нападу стала електростанція компанії Tesla поблизу Берліна, де зловмисники підпалили електроопору. Хоча німецькі законодавці запровадили захисні механізми, такі як «парасольковий» закон KRITIS, щоб захистити інфраструктуру країни від саботажу та зловмисників, на практиці потрібно зробити ще більше.

МохуByte, компанія, що працює переважно в Німеччині та Австрії, була заснована для захисту критично важливої інфраструктури (оптоволоконні кабелі, водопроводи та газопроводи) за допомогою Інтернету речей та хмарних обчислень. Компанія також надає експертизу в галузі інноваційних алгоритмів штучного інтелекту (її засновники

виграли AI-CUP, баварсько-французьку ініціативу з підтримки підприємців, які займаються штучним інтелектом).

Від самого початку ідеї засновників вигравали державне фінансування, національні та регіональні конкурси на кращі проекти. Вони також привернули увагу великих операторів газових та енергетичних мереж, компаній, що займаються безпекою та оптоволоконном, які зрештою стали їхніми клієнтами. Деякі з цих клієнтів входять до консорціуму найбільших німецьких операторів газових мереж.

Доступ до об'єктів критичної інфраструктури здійснюється переважно через люки та шафи — отвори люків знаходяться на одному рівні з землею, тоді як шафи стоять над землею. МохуByte розробила рішення для захисту люків.

Пристрій Secure Ultra Low Power IoT (SULPI) компанії МохуByte забезпечує підключення до хмари через датчики, розміщені в люку для доступу (наприклад, магніт на кришці). Він інтегрується з центрами керування операціями, викликаючи тривогу у відповідь на незвичну активність. Для підвищення ефективності та безпеки можуть бути впроваджені додаткові механізми, зокрема інтелектуальний аналіз даних і контролер із захищеним звантаженням і пам'яттю, що доступна лише для виконання.

Розглянемо виклики, з якими зіткнулася компанія МохуByte, та те, як модулі u-blox допомогли їх подолати.

ВИКЛИК № 1: ПОГОДНІ УМОВИ, МІСЦЕ РОЗТАШУВАННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ

Більшість люків знаходяться під впливом навколишнього середовища і розташовані на тисячах кілометрів інфраструктури (рис. 1). Щоб виявляти, реєструвати та повідомляти про кожне порушення цих люків та інфраструктури під ними, SULPI повинна бути стійкою до комбінації факторів. До них відносяться несприятливі погодні умови, ізольовані внутрішні та зовнішні локації, а також зовнішні події, які можуть порушити її роботу:

- **Погодні умови.** У такій країні, як Німеччина, погодні умови дуже різняться. Тому SULPI має бути надійним у діапазоні температур від -20 до 40 °C. Дощ також є фактором, який потрібно враховувати, оскільки він перешкоджає передачі сигналу. Крім того, SULPI має надійно працювати навіть під водою під час повені.
- **Внутрішні та зовнішні розташування.** SULPI розміщується всередині люка, під землею, оточений товстим бетоном і металом товщиною від 20 до 30 см (рис. 2). Приймання сигналу стає одним з головних викликів. З огляду на розгалужену мережу трубопроводів по всій країні, ці люки часто розташовані у дуже віддалених і важкодоступних місцях, що призводить до низького рівня приймання сигналу.
- **Випробування.** Оператори трубопроводів обирають вдале поєднання місць для тестування SULPI та визначення впливу сигналів, від



Рис. 1. Люки можуть бути розташовані в різних місцях та на великій відстані



Рис. 2. SULPI розміщується всередині люка, під землею, оточений товстим бетоном і металом

сільських до міських умов. Приклади містять ділянки, де трактор часто проїжджає над люком, навіть паркуючись на ньому, або міські локації, як, наприклад, перед церквою.

ВИКЛИК № 2: АТ-КОМАНДИ, ПОСІБНИКИ З ІНТЕГРАЦІЇ ТА СТАНДАРТИ

Оскільки МохуByte поєднує стек програмного забезпечення з іншою бібліотекою, основним викликом було узгодження наступних елементів для досягнення ідеального рішення:

- АТ-команди (*Attention*) для керування модемами.
- Посібники з інтеграції для полегшення включення конкретних пристроїв (або частин) у більші системи або застосування.
- Стандарти зв'язку для визначення протоколів, форматів та інструкцій для обміну даними між пристроями, в тому числі системами. На етапі проектування компанія тестувала різні стандарти зв'язку.
- Максимальна швидкість передачі даних або швидкість передачі для протоколів зв'язку, щоб максимізувати швидкість.
- Найнижче споживання енергії, коли SULPI перебуває в режимі «сну».

ВИКЛИК № 3: РОЗМІР

Компанія МохуByte вимагала тестування різних стільникових модулів (включаючи розміри), що дозволило б гнучко створювати стеки та забезпечувати сумісність PIN-кодів. Сумісність та модульність були основними вимогами. Таким чином, експерименти з різними модулями з однаковою зменшеною площею на етапі проектування мали вирішальне значення.

ВИКЛИК № 4: ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БАТАРЕЇ

Компанія МохуByte прагне надати своїм клієнтам рішення, які не потребують особливого обслуговування, оскільки щороку замінювати батареї незручно і не по кишені. Мінімальна вимога, яку вони висувують, — це щонайменше п'ять років автономної роботи, що є основною метою компанії. Втім, МохуByte завжди ставила собі за мету десять років.

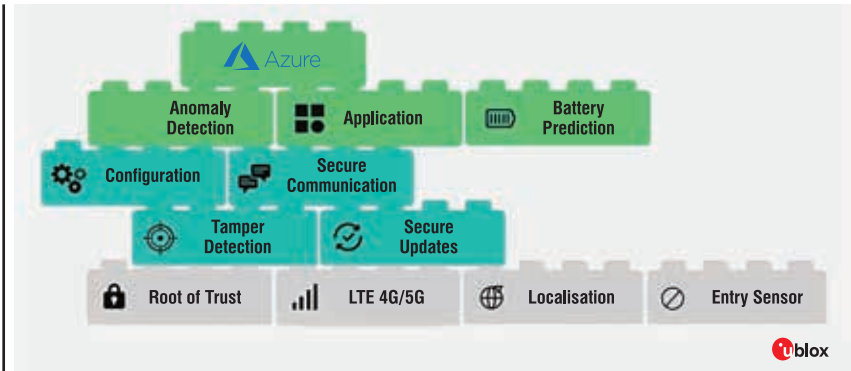


Рис. 3. Архітектура SULPI

Проблема, з якою зіткнулася МохуByte, полягала в енергоспоживанні. Характер необхідного апаратного забезпечення не дозволяв зробити багато коригувань, щоб знизити енергоспоживання до мінімуму і, таким чином, задовольнити вищезгадані вимоги.

SULPI ЗУСТРІЧАЄТЬСЯ З U-BLOX

Архітектура SULPI (рис. 3) побудована на фундаментальних блоках, які виконують основні функції, такі як конфігурація, безпечний зв'язок, виявлення несанкціонованого втручання та безпечне оновлення.

На додаток до цих функцій, ця архітектура також полегшує зв'язок на рівні програм з різними хмарами, включаючи Microsoft Azure, AWS, Google або навіть локальні хмари. Інтегруючи інші алгоритми штучного інтелекту, SULPI може, наприклад, прогнозувати споживання заряду акумулятора. Що стосується апаратного забезпечення, то також можна встановлювати різні датчики та вибирати адаптер або PCP для розміщення більшої кількості датчиків на платі.

Для безперебійної роботи SULPI потрібен стільниковий модуль для передачі всієї інформації в хмару

Бенедикт Швінд (Benedict Schwind), генеральний директор (CEO) МохуByte, вперше зіткнувся зі стільниковими модулями u-blox у 2020 році, коли познайомився з серією *SARA-R5* в університеті. Початковий підхід передбачав тестування зі стандартними наборами для розробки.

Задоволений якістю, продуктивністю та надійністю модулів u-blox, він переконався, що вони дуже доступні за ціною, з відмінним сервісом і підтримкою з боку технічних фахівців u-blox. Він вирішив інтегрувати їх у SULPI (рис. 4). Пізніше МохуByte також оцінила модулі u-blox як зручні завдяки їх невеликій площі, широкому вибору, адаптивності та простоті використання.

Варто згадати ще одну перевагу, пов'язану з географією виробництва модулів. Модулі розробляються в Швейцарії, а виробляються в Австрії (серія *SARA-R5*). Ця внутрішня характеристика, яку спеціально вимагають клієнти, є головною перевагою для МохуByte. Зараз, коли ринок переходить від пе-

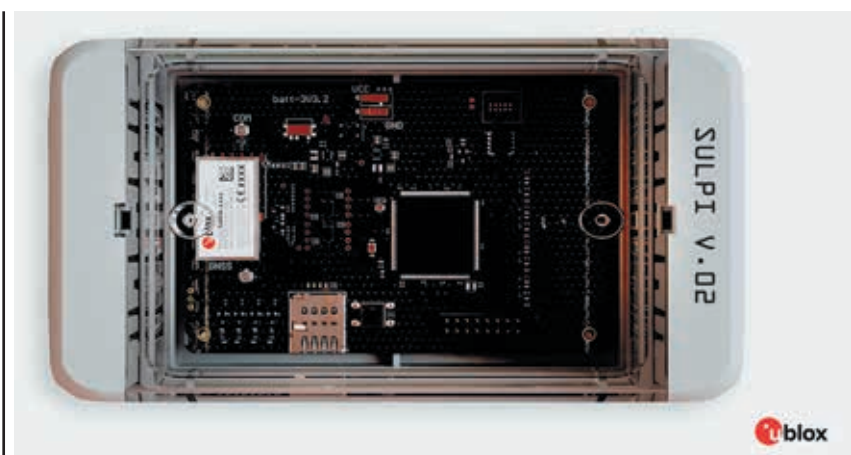


Рис. 4. Модуль u-blox серії SARA-R5, інтегрований у SULPI

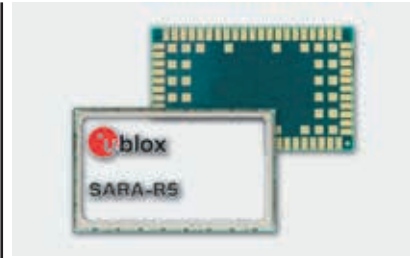


Рис. 5. Модуль u-blox серії SARA-R5

реважно китайського до європейського обладнання, модулі u-blox виявилися чудовим союзником для MoxyByte.

Результат № 1

За допомогою модулів u-blox *SARA-R510S*, *SARA-R510M8S* та *SARA-R540S* (рис. 5) компанія MoxyByte пододала виклики, пов'язані з погодними умовами, місцем розташування та зовнішніми факторами. Наразі MoxyByte розгорнула мережу пристроїв для виявлення незвичайної активності на об'єктах критичної інфраструктури Німеччини.

Нагода пересвідчитись у надійності SULPI сталася цього року. У перші кілька тижнів 2024 року температура в Німеччині коливалася від -20 до 0 °C, а на долинах випало багато снігу. Навіть за цих екстремальних умов дані показали повноцінний рівень приймання сигналу.

Результат № 2

Компанія MoxyByte також визнала *ubxlib* надзвичайно корисною. Ця хостова бібліотека C від u-blox функціонує як бібліотека драйверів. MoxyByte перенесла її на різні RTOS та мікроконтролери, використовуючи як драйвер стільникового модуля. Проблема полягала в тому, щоб інтегрувати її з іншим стеком, який бібліотека не підтримувала. Це вимагало написання та перенесення файлів для забезпечення сумісності та функціональності. Завдяки *ubxlib*, MoxyByte максимізувала темпи виконання, зазначені в посібнику з команд AT, уникнувши необхідності розробляти драйвер AT.

Хоча цей процес був пов'язаний з певними труднощами, зусилля окупилися, і тепер система працює безперебійно. Завдяки *ubxlib* те, що могло б зайняти у MoxyByte три місяці розробки, було завершено менш ніж за три тижні.

Ще одна перевага, яку отримує MoxyByte, полягає в тому, що модулі u-blox, такі як SARA-R55040S, підтримують новий діапазон *450 MI*.

Ще однією перевагою є безпека, яку забезпечують модулі u-blox завдяки бездротовому оновленню та автоматичному резервуванню.

Результат № 3

Сумісність модулів u-blox була однією з головних переваг для MoxyByte, особливо під час проектних тестів, таких як споживання заряду батареї, де модулі можна було легко поміняти місцями, щоб отримати різні результати.

«Ми прагнули до сумісності та функціональності модулів, оскільки використовували вільні стеки дизайну, що вимагають сумісності PIN-кодів», — сказав Бенедикт Швінд, генеральний директор MoxyByte.

Результат № 4

Щоб подолати проблему тривалості життя батареї, потрібно мінімізувати енергоспоживання, коли рішення не використовується. Якщо перевести його в режим очікування, SULPI може майже не споживати заряд батареї протягом днів, тижнів або навіть місяців.

Модулі u-blox були надзвичайно корисними для досягнення цілей компанії MoxyByte, оскільки вони адаптуються до цього режиму сну і знижують енергоспоживання до мінімуму, коли це найбільше потрібно.

РУХ ВПЕРЕД

Майбутнє MoxyByte виглядає досить перспективним, оскільки її рішення для критичної інфраструктури може бути адаптоване до інших середовищ і відповідати різним цілям. Наразі до компанії звернулися два потенційні клієнти, які потребують підвищеної точності позиціонування: один — для відстеження човнів на регатах, а інший — для моніторингу люксових транспортних засобів.

Аналогічно, інші клієнти просили рішення для подвійного застосування, наприклад, для виявлення витоків газу (з датчиками, які перевіряють ідеальність фітингів, підтримують необхідний тиск і виявляють протікання) або для моніторингу рівня води (з датчиками для вимірювання рівня води).

Щоб дізнатися більше про модулі u-blox, що були представлені в цій статті, та отримати додаткову інформацію щодо продукції компанії u-blox, звертайтеся до її офіційного дистриб'ютора в Україні — компанії Мікродіс Електронікс ГмБХ:

тел.: (067) 475-81-86,
Roman.Prokopets@microdis.net,
www.microdis.net

НОВИЙ GNSS-ЧИП ДЛЯ НОСИМИХ ПРИСТРОЇВ

Компанія **u-blox** представила новий GNSS-чип з наднизьким енергоспоживанням, який є значним проривом у компактній та ефективній технології позиціонування. *UBX-M10150-CC GNSS* готовий революціонізувати дизайн компактних носимих пристроїв, таких як спортивні та розумні годинники, пропонуючи безпрецедентне поєднання розміру, ефективності та продуктивності.

UBX-M10150-CC відповідає потребам виробників пристроїв, які шукають високоточне рішення для позиціонування, що мінімізує енергоспоживання та подовжує час роботи від батареї. Він оснащений передовою технологією *LEAP (Low Energy Accurate Positioning)*, яка забезпечує енергоспоживання всього *10 мВт*. У поєднанні з інтелектуальною адаптацією до умов сигналу, *LEAP* дозволяє знизити енергоспоживання на *50%* порівняно з попередніми чипами *M10*, а це означає, що користувачі можуть довше насолоджуватися своїми пристроями без частого підзарядження.

Ця мікросхема з наднизьким енергоспоживанням і високою точністю має найменший форм-фактор. Маючи розміри всього *2.39 x 2.3 x 0.55 мм*, *UBX-M10150-CC* полегшує створення витонченого і тонкого дизайну виробів, дозволяючи виробникам створювати більш привабливі та зручні носимі пристрої.

UBX-M10150-CC може бути компактним, але він оснащений функціями, які покращують роботу користувача. Функція зменшення багатопроменевих завад підвищує точність позиціонування, особливо в складних міських умовах, де часто трапляються віддзеркалення сигналу. Мікросхема навіть має режим для плавання у відкритій воді, що стане у пригоді любителям водних видів спорту, які бажають відстежувати свою активність.

Додаткові переваги надає мікропрограма чипа з можливістю оновлення, що дозволяє з часом впроваджувати нові функції та можливості, підвищуючи ціннісну пропозицію кінцевого продукту. Крім того, продукт постачається з підтримкою *Android* та *SUPL* для легкої інтеграції.

Перші зразки цього інноваційного GNSS-чипа доступні вже зараз, що дозволяє виробникам негайно його інтегрувати та тестувати.

www.u-blox.com

НВП «ТЕХНОСЕРВІСПРИВІД»

Авторизований сервіс-партнер Danfoss Drives в Україні

www.semismart.com.ua, semikron@ukr.net, service_danfoss@ukr.net
(044) 458 47 66, (067) 463 46 62, (095) 284 96 62



Офіційний представник в Україні



7-е покоління IGBT

Новий еталон
для електроприводів

www.semikron-danfoss.com

GENERATION
IGBT
7

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

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

Особливості

Нижча напруга насичення $V_{ce,sat}$

Підвищена здатність витримувати перевантаження до 175 °C

Втрати на комутацію і dv/dt оптимізовані для електроприводів

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

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



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



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



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

Semikron Danfoss: компактні та ефективні перетворювачі для електроприводів на основі модулів з карбідом кремнію

Carsten Schreiter (Карстен Шрайтер), Semikron Danfoss

Переклад та редагування: Сергій Поліщук, к.т.н, с.н.с., Інститут електродинаміки (ІЕД) НАН України

E-mail: sp.tsdrive@gmail.com

Як було зазначено раніше, MOSFET з карбідом кремнію виявилися комерційно прийнятною альтернативою кремнієвим IGBT у сферах сонячної енергетики, систем зберігання енергії, зарядних пристроїв для електромобілів. Усі ці сфери застосування завдячуючи певним перевагам SiC модулів, а саме зменшенню розмірів та ваги пристроїв на їх основі, компенсують будь-яке збільшення вартості напівпровідникового матеріалу. Наряду з цим промислові моторні електроприводи, що масово використовуються, вимагають недорогих, надійних силових напівпровідників на рівні пристрою. Проте зростання глобальних витрат на електроенергію та нормативні вимоги не тільки до наявності гармонік, відмінних від основної як на вході, так і виході перетворювальних пристроїв мотивують розробників та проектувальників до пошуку більш ефек-

тивних рішень. Це, у поєднанні з появою модулів SiC з можливістю витримувати коротке замикання, означає, що модулі SiC займуть важливе місце в класичних моторних електроприводах. Саме цьому аспекту застосування модулів SiC присвячена ця стаття.

ПРИКЛАД ЗАСТОСУВАННЯ ІНВЕРТОРА ДЛЯ ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСА

Інверторна сторона стандартного електропривода, що з'єднується з двигуном, створює певні проблеми при впровадженні SiC. Тут, на відміну від прикладу з активним випрямлячем (*Active Front End, AFE*), необхідно враховувати кілька обмежень та ключових вимог:

- інвертор повинен витримувати короткі замикання;

- dv/dt повинен бути обмежений (наприклад, <5 кВ/мкс), щоб уникнути пошкодження двигуна;
- частоту перемикачів необхідно обмежити, щоб забезпечити прийнятний рівень втрат інвертра та уникати надмірних струмів витоку в екранованих кабелях двигуна.

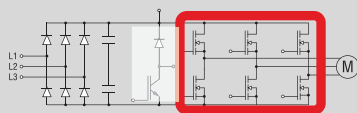
Здатність транзисторів SiC витримувати коротке замикання також є критично важливою умовою. Однак останні покоління SiC можуть забезпечити коротке замикання протягом кількох мікросекунд, що робить їх прийнятним варіантом для інверторів електроприводів. Як видно зі схеми на рисунку 6, тут відсутні елементи фільтра, які можна було б зменшити завдяки збільшенню частоти перемикачів. Однак у цьому варіанті застосування SiC транзистори також можуть надавати цінні переваги.

Це ілюструє зразковий моторний привод зі змінним крутним моментом потужністю 15 кВт (20 к.с.), який часто зустрічається на практиці, з наступними параметрами:

- напруга постійного струму: 560 В;
- вихідна напруга: 355 В;
- струм на виході: 26 А;
- перевантаження: 110%/1 хв.
- PF : 0.98 (двигун з постійними магнітами);
- вихідна частота: 50 Гц;
- частота модуляції: $S_i/S_iC=5$ кГц (dv/dt обмежено 5 кВ/мкс);
- $R_{th(c-q)}$: 0.31 К/Вт;
- температура радіатора: 50 °С.

Selected Power Modules:

- IGBT Module: SK35DGD12T7ETE2_HPTP, 35A, C1B
- SiC Module: SK50DMDL120RM04ETE2_HPTP, 18mΩ, C1B



Limitations for standard drive with unknown motor and cable length

- dv/dt cannot be increased to limit over voltage at motor terminals (reflected wave)
- $\rightarrow R_g$ adjusted to have 5kV/μs voltage rise time for both
- f_c cannot be increased to limit leakage current (shielded motor cable, etc)



Рис. 6. Традиційна схема застосування інвертора для відцентрового насоса

* Закінчення. Початок див. CHIP NEWS, № 9, 2024.

Operating Conditions:

- Centrifugal Pump
- Motor: VEM PM motor, 356V, 15kW, 25.5A, cos(phi)=0.98, 50Hz
- Drive: $V_{DC}=560V$, $f_{sw}=5kHz$, $dv/dt=5kV/\mu s$, $T_a=50^\circ C$, $OL=110\%/1min$
- Load characteristics: quadratic torque, $T-I-n^2$ beyond approx. 20%

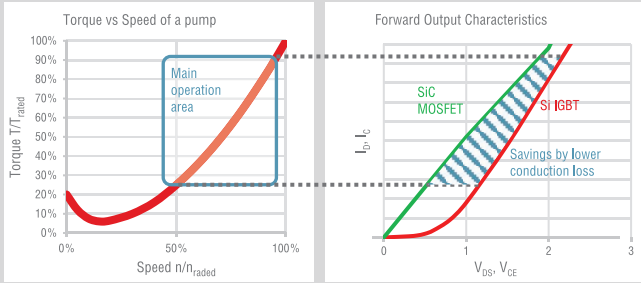


Рис. 7. Характеристика крутного моменту насоса та воль-амперна характеристика силових модулів

Базовий модуль живлення Si IGBT для цього порівняння використовує останнє покоління (7-е) 1200 В/35 А IGBT у корпусі SEMITOP E2. Вибраний модуль SiC MOSFET використовує MOSFET з напругою 1200 В/18 мОм. Цей MOSFET є останнім 4-м поколінням (від ROHM Semiconductor) з номінальною можливістю короткого замикання 2 мкс ($V_G = 18 V$, $T_J = 150^\circ C$, $V_{DC} = 720 V$) при використанні в силових модулях Semikron Danfoss. Для обох прикладів модулів резистори затворів транзисторів було обрано таким чином, щоб обмежити dv/dt до 5 кВ/мкс. Навантаження – відцентровий насос з квадратичними характеристиками крутного моменту, як показано на рисунку 7. Реальні насоси працюють в основному в діапазоні швидкостей від 40% до 80%. Ця робоча зона відповідає діапазону струмів, де SiC MOSFET має менші втрати, ніж Si IGBT.

Оскільки швидкість перемикання MOSFET сповільнюється до 5 кВ/мкс, відмінність втрат на перемикання незначна в порівнянні з використанням IGBT. Однак, завдяки лінійним прямим характеристикам, MOSFET демонструє набагато менші втрати провідності. Втрати та ефективність для всього приводу потужністю 15 кВт при безпосередній заміні модуля Si на модуль SiC показано на рисунку 8 для Si IGBT (сірий) і SiC MOSFET (червоний). Результати показують явну перевагу у втратах для SiC у відповідному діапазоні швидкостей. Втрати в приводі, оснащеному SiC, на 0.7% менше, ніж у версії Si на низькій швидкості й на 22% менше на повній (рис. 8а). Це дорівнює збільшенню загальної ефективності на 0.6% на низькій швидкості та на 0.5% на високій швидкості. Рисунок 8б ілюструє потужність втрат та ККД перетворюю-

вача для електропривода при еквівалентних умовах використання модулів у перетворювачі Danfoss FC-102 (в тому числі втрати вхідного діодного випрямляча, конденсаторів ланки постійного струму та інвертора). Ці значення можна порівняти до реальної економії,

подивившись на час роботи, витрачений при різних робочих швидкостях приводу. Оцінка річного навантаження базується на типовому застосуванні приводу промислового насоса (рис. 9).

Якщо розрахувати втрати в кожній точці навантажувальної характерис-



▪ Replace Si losses with SiC losses from previous calculation

Result:

- Reduction of watt loss by up to 22%
- Up to 0.7%-points increase in drive efficiency

a)

Comparison:

- Identical switching speed, 5kHz and 5kV/μs
- Identical cooling
- Simulation Tool: [Semikron Danfoss SemiSel](#)

Result:

- Typical operation range of a pump 40-80% load
- More than 40% lower losses from 40% to 80% speed
- Up to 0.6 to 1% boost in efficiency between 40% and 80% of speed

b)

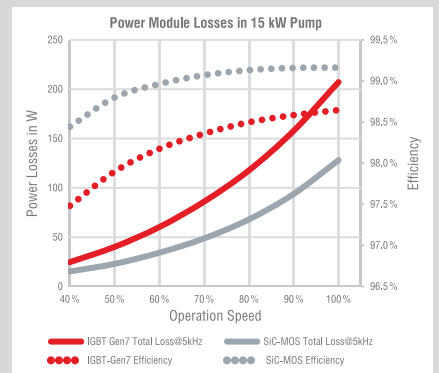
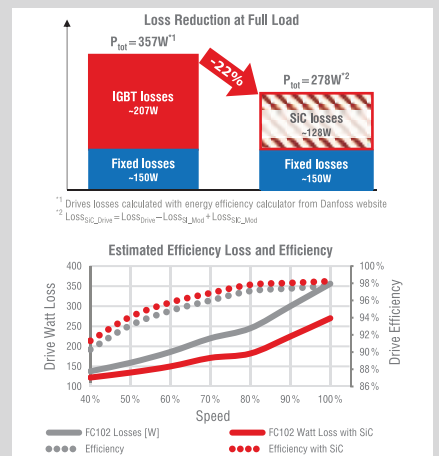


Рис. 8. Приклад застосування інвертора для відцентрового насоса — ККД та втрати потужності: прогнозовані втрати та ККД перетворювача при безпосередній заміні модуля Si на модуль SiC (а); потужність втрат та ККД перетворювача для електропривода при еквівалентних умовах використання модулів у перетворювачі Danfoss FC-102 (б)

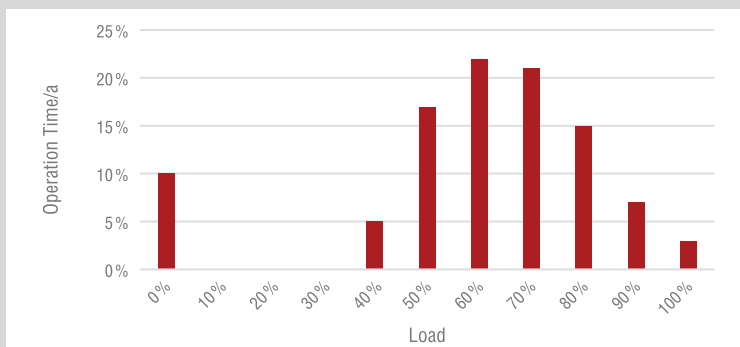


Рис. 9. Графік роботи привода промислового насоса

тики, то сумарну енергію, втрачену за один рік, можна розрахувати для кожного електропривода відповідно.

Так, наприклад, за один рік перетворювач, оснащений SiC, має лише 377 кВт-год накопичених витрат енергії порівняно з приводом, оснащеним Si, що становлять 651 кВт-год. Таке скорочення споживання енергії на 42% має реальні екологічні та фінан-

сові наслідки. Викиди парникових газів щорічно скорочуються на 125 кг-СО₂ (Global Mix, 2023). Підвищена вартість приводу, оснащеного SiC, компенсується через рік у такій країні, як Німеччина (0.20 євро/кВт-год, 2023 рік), або менш ніж за три роки в такій країні, як Сполучені Штати Америки, які мають значно нижчі витрати на електроенергію. Нарешті, використання SiC має фі-

зичні переваги, оскільки за допомогою модулів SiC можна зменшити габарити при еквівалентній номінальній потужності. Подальше моделювання показало, що нижчі втрати потужності напівпровідників з SiC дозволяють зменшити об'єм радіатора до 71% при тому ж підвищенні температури. Для промислових приводів це означає, що потік повітря та кількість вентиляторів охолодження можна зменшити. Крім того, панель і корпус, в які встановлюється перетворювач, можуть бути меншими та легшими, що зменшує витрати на матеріали, логістику та встановлення. І навпаки, при збереженні однакової теплової конструкції вихідна потужність для даного розміру інвертора приводу двигуна може бути збільшена до 25% (рис. 10).

СИЛОВІ МОДУЛІ SiC

Для задоволення потреб виробників приводів компанія Semikron Danfoss

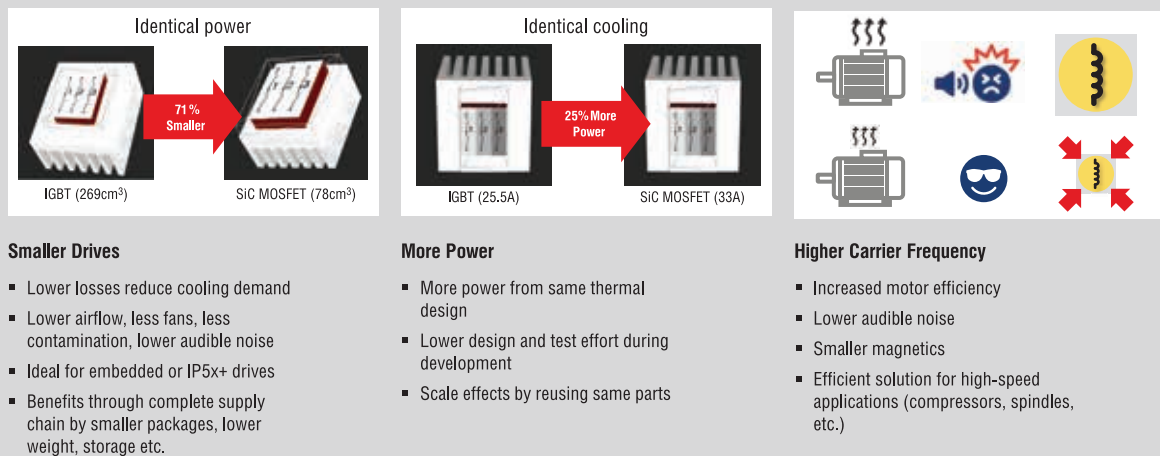


Рис. 10. Переваги використання SiC модулів: зменшення втрат, компактність, якість та комфорт

- Latest Gen 4 SiC Trench MOSFET from ROHM
- Unipolar gate control (0/18Vdc)
- Short-circuit capability (2μs/150°C/720V/18V)
- Pin compatible to standard CIB/sixpacks in SEMITOP E and MiniSKiiP
- MiniSKiiP: Sintered and up to 175 °C T_{J,max} continuous operation
- Superior thermal performance

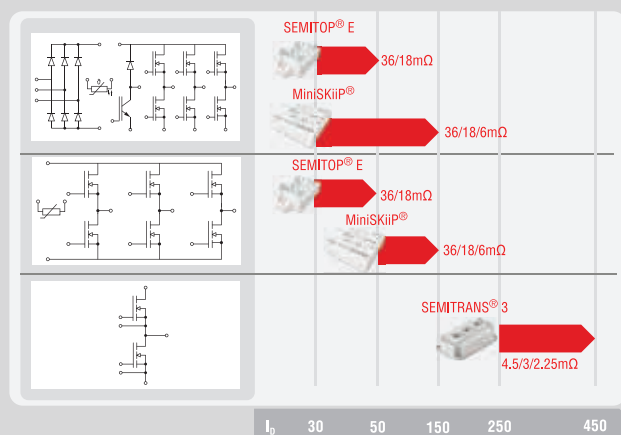


Рис. 11. Силові модулі SiC для електроприводів

Selected Power Modules:

- IGBT Module: SK50GD12T7ETE1_HPTP, 50A
- SiC Module: SK50MD120RM04TE1_HPTP, 18mΩ
- Both selected to withstand a certain number of power cycles
- Same dv/dt, 8kHz, V_{DC}=560V
- Simulation Tool: [Semikron Danfoss SemiSel](#)



RESULT for a single axis

	Avg. Loss	Efficiency	Annual Energy cost savings*	Annual CO ₂ Reduction**
IGBT Gen7	86.7W	96.9%		
SiC	44.7W	98.4%		
Savings	48.4%	1.6%	35€	78kg

- Almost 50% lower power losses
- Smaller drives, less panel space, benefits in logistics, ...
- Less panel cooling required

* 250d/16h, 0.20€/kWh, Source: VDW-Bayern Studie (Prognos) – Internationaler Energiepreisvergleich Oktober 2023
 ** Emission factors from IEA

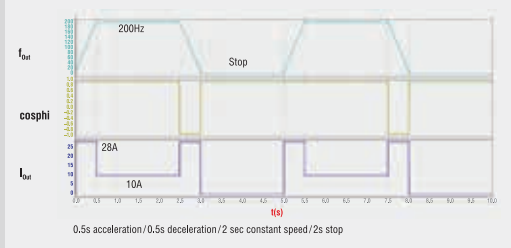
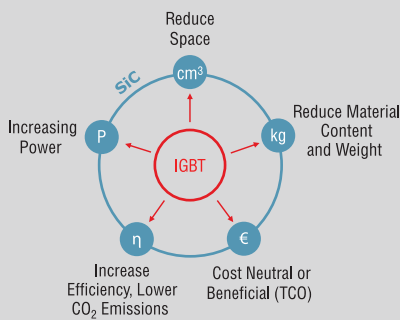


Рис. 12. Використання SiC у сервоприводах та роботизованих електроприводах



- SiC can provide cost neutrality or even advantage when looking at system and Total Cost of Ownership (TCO)
- SiC provides impressive benefits even at low switching speed and dv/dt
- Proven packages simplify implementation into production, service, etc.

SiC is THE choice for the next generation of motor drives!

Рис. 13. Перетворювачі для електроприводів на основі модулів з карбідом кремнію — нові ступені свободи в дизайні

ВИСНОВОК

Отже, наведені в статтях приклади застосування SiC додають розробникам нові можливості, завдяки яким при переході на SiC виграють як виробники, так і кінцеві користувачі.

Для спеціальних приводів (рис. 12), таких як високошвидкісні двигуни, що використовуються для турбокомпресорів, можна отримати ще більші переваги. В таких застосуваннях доречно не обмежуватися згаданими тут обмеженнями dv/dt та частотами перемикання. Зрозуміло, що порівняння вартості не має сенсу, якщо робити це на рівні модуля. Аналіз має бути розширений, щоб включити систему приводу та загальну вартість обладнання. У цьому випадку SiC приносить загальні переваги, які виправдовують більш високу вартість модуля. Завдяки високій продуктивності та новій надійності SiC є розумним вибором для наступних поколінь промислових моторних електроприводів (рис. 13).

пропонує силові модулі SiC в загальних топологіях і пакетах (рис. 11). SEMITOP E, MiniSKiiP та SEMITRANS Classic доступні з новітнім Gen. 4 SiC MOSFET від ROHM, що забезпечують можливість короткого замикання та уніполярне керування затвором. Ці пристрої сумісні з існуючими пристроями Si і доступні з

високопродуктивною попередньо нанесеною термопастою.

Для найвищої надійності термоциклів спечені чипи доступні в корпусі MiniSKiiP. Це дозволяє використовувати SiC у системах із значними піками перевантаження, таких як сервоприводи або роботизовані електроприводи (рис. 12).

Video Series: Motor Drive Myths

- [SiC Never Pays Back!](#)
- [SiC is Too Expensive!](#)
- [SiC Must Be Fast!](#)
- [SiC Is Not Robust!](#)
- [SiC Is Too Complicated!](#)



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

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

Прогнозування раптових відмов джерел живлення

Відмови пристроїв живлення, як правило, створюють ефект доміно, що призводить до системних збоїв і втрати даних, а також до пошкодження серверів і обладнання. У статті розказано, як використовувати інтегральну мікросхему MP5515 [1] для захисту твердотільних накопичувачів (Solid-State Drive, SSD) від раптового вимкнення живлення.

У разі втрати живлення накопичувача SSD виникають три основні проблеми:

- втрата користувацьких даних;
- втрата інформації про перетворення флеш-пам'яті;
- підвищений ризик фізичного пошкодження, коли на твердотільний диск впливають сильні вібрації або раптово зникає живлення під час читання або запису, головка SSD може подряпати носій.

КЕРУВАННЯ НАКОПИЧЕННЯМ І ВИДАВАННЯМ ЕНЕРГІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ MP5515

Інтегральний контролер керування живленням (*Power Management Integrated Circuit, PMIC*) MP5515 [2] дає змогу створювати компактні та ефективні рішення для обслуговування резервного енергоспоживання SSD-накопичувачів, енергонезалежних здвоєних вбудованих модулів пам'яті (*Non-Volatile Dual In-Line Memory Module, NVDIMM*) та інших подібних пристроїв. До складу IC входять танталові конденсатори, що мають вищу надійність, ніж суперконденсатори. Крім того, MP5515 може оцінювати працездатність схеми для забезпечення безпеки даних.

Контролер MP5515, що використовує метод накопичення високовольтної енергії, обмежує струм підвищувального, знижувального та вхідного каскадів, має блокувальний захист від реверсу вхідного струму та здійснює моніторинг відмов у колі живлення. Для запуску системи потрібен тільки один дросель і невеликий опір у колі зворотного зв'язку за напругою.

Під час нормальної роботи MP5515 накопичує енергію у високовольтних конденсаторах. У разі виявлення збою пристрій передає енергію з накопичувального конденсатора на шину живлення, унаслідок чого система отримує стабільне резервне джерело енергії.

Інші ключові особливості IC MP5515:

- широкий діапазон вхідних напруг: 2.7–18 В;
- напруга накопичувача (конфігурована): до 32 В;
- рівень струму обмеження по входу I_{IN} (конфігурований): до 6 А;
- обмеження струму навантаження понижувального каскаду: 5 А;
- регульована швидкість наростання напруги V_B ;

- обмеження вхідного струму за допомогою вбудованого MOSFET: $R_{DS_ON} = 14$ мОм;
- захист від перенапруги на вході op (OVP);
- захист від реверсу струму (RCP);
- індикатор відмови вхідного живлення;
- перевірка працездатності резервного конденсатора;
- моніторинг напруги, струму і температури.

Застосування контролера MP5515, що випускається в корпусі QFN-30 (5 × 5 мм), дає змогу звести до мінімуму кількість стандартних зовнішніх компонентів. Він забезпечує зв'язок за протоколом I²C і має вбудований аналого-цифровий перетворювач (АЦП). Нижче стратегічні переваги MP5515 у питанні зберігання та оброблення енергії розглянуті більш детально.

РЕАКЦІЯ НА РАПТОВУ ВІДМОВУ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ

Для того, щоб звести до мінімуму втрату даних, MP5515 оснащено схемою виявлення скидання живлення, що містить конденсатор із високою густиною енергії. Інтегроване рішення із застосуванням MP5515 показано на рисунку 1. На SSD-накопичувачі модуль електронного запобіжника E-fuse безперервно контролює напругу. У разі її зниження до встановленого порога модуль сигналізує про раптовий зовнішній збій, і запобіжник відключає коло живлення.

Можливості схеми захисту надають достатньо часу для передавання даних із кешу в енергонезалежну флеш-пам'ять NAND. Далі конденсатор формує коло розряду; щойно живлення вмикається знову, він швидко заряджається.

E-FUSE — ІНТЕГРОВАНІЙ ДВОНАПРАВЛЕНИЙ ПІДВИЩУВАЛЬНО-ПОНИЖУВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ

У традиційній схемі резервування, що забезпечує достатню кількість енергії, потрібне під'єднання діода, а також пони-

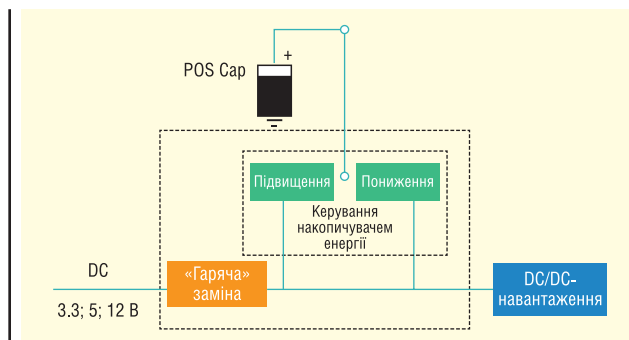


Рис. 1. Інтегральне рішення з MP5515

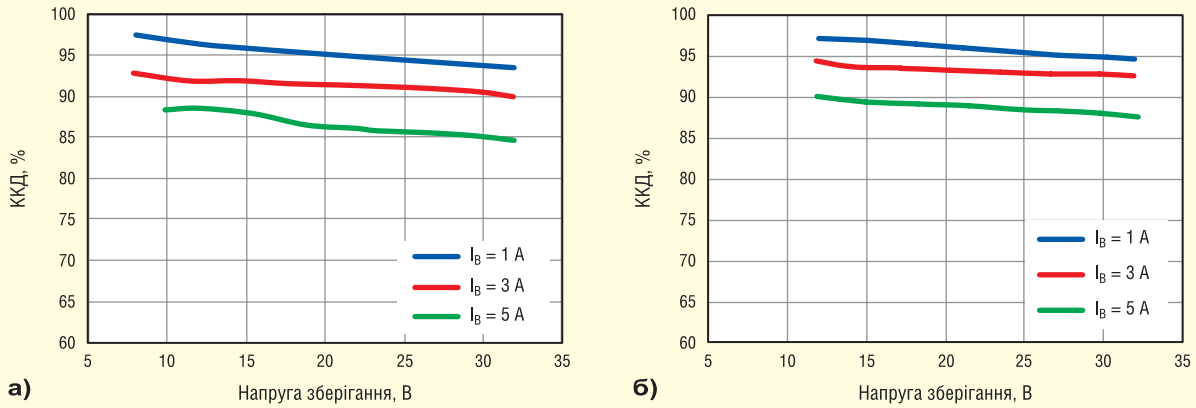


Рис. 2. ККД понижувального каскаду MP5515: $V_B = 7.5 \text{ В}$, $L = 10 \text{ мкГн}$ (а); $V_B = 10 \text{ В}$, $L = 10 \text{ мкГн}$ (б)

жувального та підвищувального каскаду між входом і виходом розподільного контуру. Використання в такій конфігурації п'яти (або більше) MOSFET-транзисторів і діодів збільшує енергоспоживання і, відповідно, знижує ефективність перетворення. Для роботи ІС MP5515, як правило, достатньо вбудованого MOSFET з опором каналу 14 мОм для обмеження вхідного струму.

У разі аварійного вимкнення живлення починає працювати вбудований двоспрямований підвищувально-понижувальний перетворювач MP5515, що містить три польові транзистори, що допомагає скоротити втрати потужності за збереження мінімальних габаритів рішення. На рисунку 2а показано залежність ефективності MP5515 від напруги зберігання в режимі очікування, коли V_B становить 7.5 В, а на рисунку 2б — аналогічна крива за $V_B = 10 \text{ В}$.

найменше чотирьох чипів зі складними периферійними апаратними схемами та програмними технологіями. MP5515

є інтегрованим рішенням, що передбачає застосування одного зовнішнього індуктора і невеликої кількості інших

ЗМЕНШЕННЯ НАКОПИЧУВАЛЬНОГО КОНДЕНСАТОРА

Відповідно до закону збереження енергії, зі зростанням напруги на накопичувальному конденсаторі його ємність знижується. Особливості схеми MP5515 дають змогу збільшити напругу на накопичувачі до 36 В. Завдяки цьому за постійного споживання енергії ємність можна зменшити до 2.5 мФ і, відповідно, отримати менший еквівалентний послідовний опір ESR. За нормальних умов накопичувальний конденсатор має номінальну напругу 18 В і ємність 8.4 мФ.

ВИСОКОІНТЕГРОВАННИЙ ЧИП

Традиційні рішення зазвичай вимагають узгодження параметрів що-

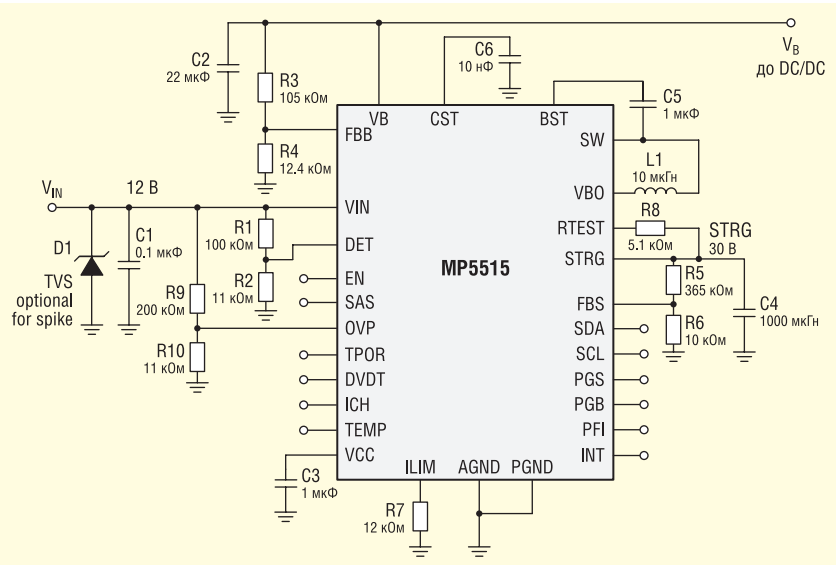
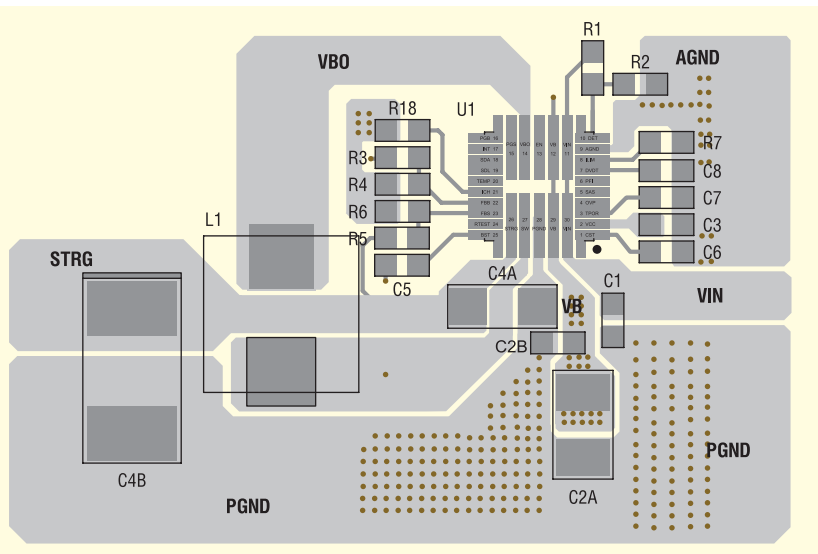


Рис. 3. Типова схема включення MP5515 з елементами обв'язки



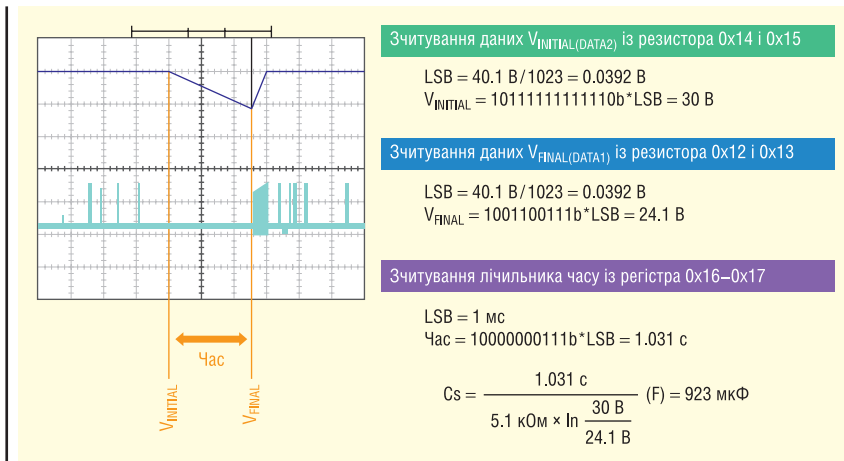


Рис. 5. MP5515 – тестування накопичувального конденсатора

елементів обв'язки. На рисунку 3 наведено типову схему ввімкнення MP5515, а топологія друкованої плати показана на рисунку 4.

ОЦІНКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ КОНДЕНСАТОРА

Під час роботи SSD-накопичувача конденсатор старіє, відповідно, ємність, що запасає енергію, з часом зменшується через велику кількість циклів заряджання і розряджання. Для розв'язання цієї проблеми контролер MP5515 оснащено вбудованим модулем оцінювання працездатності конденсатора, що використовує зовнішній резистор розряджання, під'єднаний між виводами STRG і RTEST. Отримані результати зберігаються в регістрі даних і зчитуються через інтерфейс I²C.

Користувач може вивести та розрахувати ємність накопичувача енергії відповідно до закону збереження енергії, щоб визначити, чи слід замінювати конденсатор. На рисунку 5 показано приклад таких обчислень для даних $V_{INITIAL}(DATA2)$, $V_{FINAL}(DATA1)$ і лічильника часу, що використовуються для оцінки ємності.

ШВИДКИЙ ПЕРЕХІД У РЕЗЕРВНИЙ РЕЖИМ

Режим зниження підтримує функцію обмеження максимального вихідного струму. На кожному циклі комутації MOSFET-транзистор верхнього плеча (HS-FET) не відкривається доти, доки струм індуктора не впаде до рівня обмеження. Керування з постійним часом увімкнення (*Constant-On-Time, COT*) використовується, коли двонаправлений конвертор вивільняє енергію з накопичувальних конденсаторів. Це зводить до мінімуму падіння напруги під час переходу пристрою з режиму заряджання в резервний режим. На рисунку 6 показано процес подавання резервного живлення в разі вимкнення V_{IN} за різних

навантажень на шину (струм по V_B становить 1 або 5 А).

На рисунку 7 більш детально продемонстровано процес вимкнення MP5515. На рисунку 8 показано, що MP5515 підтримує широкий діапазон частот (270 кГц – 1.25 МГц), що дає змогу використовувати різні індуктивності.

ГНУЧКЕ НАЛАШТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПО I²C

Контролер MP5515 легко налаштовується за допомогою графічного інтерфейсу I²C GUI та може реалізовувати функції забезпечення надійності. На додаток до ключових можливостей MP5515, розглянутих раніше, функції гнучкого налаштування параметрів передбачають:

- оцінку працездатності накопичувального конденсатора;
- 10-розрядний АЦП для детектування напруги, струму і температури;
- підвищення рівня накопичення енергії;
- регульовану частоту комутації в режимі зниження;
- контроль відновлення вхідного сигналу;
- моніторинг стану системи;
- керування маскою переривання.

На рисунку 9 представлено тестувальний набір EVKT-USB12C-02. На рисунку 10 показано схему захисту від збоїв системи живлення з використанням MP5515, MP5470 і MP28167-A.

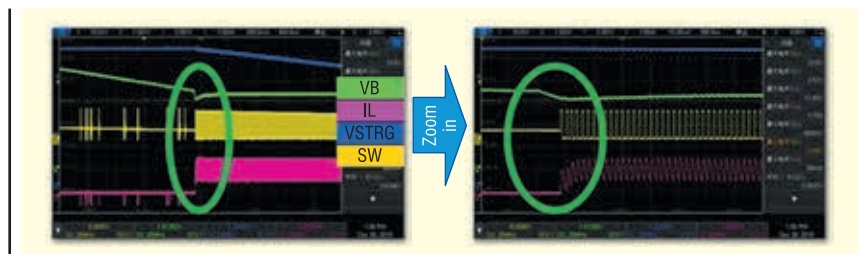


Рис. 7. Перехідний процес під час скидання живлення

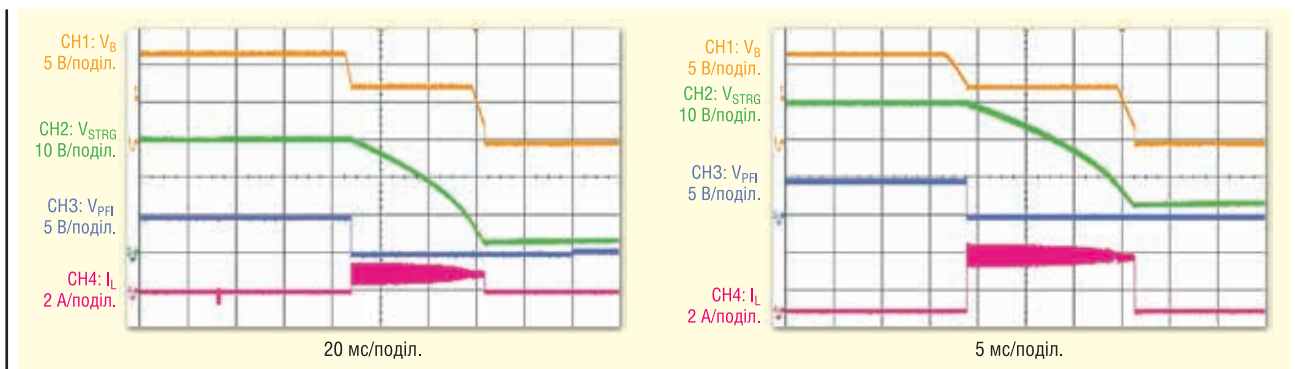


Рис. 6. Вимкнення системи

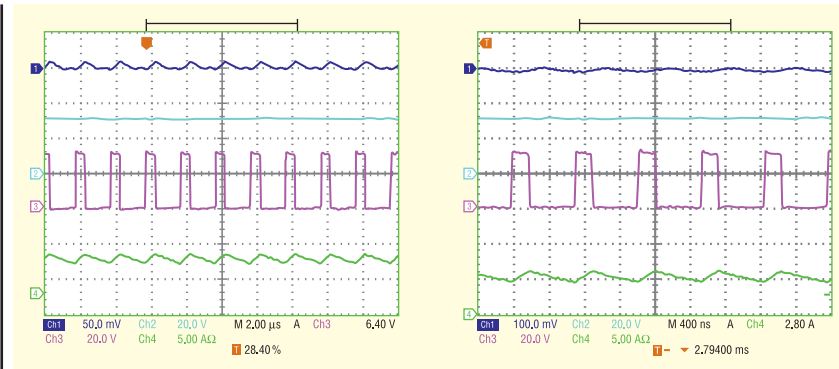


Рис. 8. Широкий частотний діапазон



Рис. 9. Інтерфейс зв'язку MPSEVKT-USB12C-02

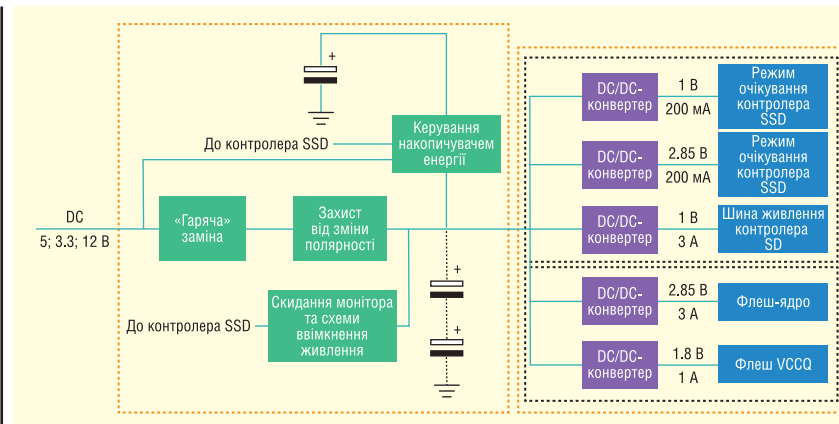


Рис. 10. Схема захисту від збоїв кола живлення

На додаток до MP5515 [2] компанія MPS [3] також пропонує контролери MP5505, MP5512 та інші рішення для захисту від зникнення живлення.

ВИСНОВОК

Захист SSD-накопичувачів від раптового вимкнення живлення має вирішальне значення для підтримання стабільної роботи багатьох пристроїв, що підключаються послідовно. Компанія MPS продовжує розширювати свою присутність на цьому ринку, випускаючи системи зберігання енергії, адаптовані для застосувань, що вимагають довгострокової стабільної експлуатації. Насамперед це транспорт, мережеві комунікації, обладнання для автомати-

зації виробництва, системи відеоспостереження, інтелектуальний моніторинг в автомобілях і центри обробки даних. Компанія MPS пропонує широкий клас пристроїв, призначених для керування живленням, — MP5515, MP5470, MP28167-A, MP5505 і MP5512, здатних забезпечити стабільне енергоспоживання і захист від збоїв.

Література:

1. <https://www.monolithicpower.com/en/mp5515.html>
2. https://www.monolithicpower.com/en/documentview/productdocument/index/version/2/document_type/Datasheet/lang/en/sku/MP5515/document_id/3930/
3. www.monolithicpower.com

РАДІОМАГ

МЕРЕЖА МАГАЗИНІВ РАДІОДЕТАЛЕЙ

www.radiomag.com.ua

Прецизійне джерело-вимірювач GSM7-20H10 GWInstek

Компанія Good Will Instrument Co. виробляє GSM7-20H10 — 4-квadrантне прецизійне джерело-вимірювач (sourceme- ter), що забезпечує високу стабільність і точність відтворення елек- тричної потужності постійного струму та одночасно виконує вимірювання як мультиметр з максимальною розрядністю 6.5. Під час роботи прилад може бути використаний як прецизійне джерело напруги, джерело струму, а також як вольтметр, ам- перметр та омметр, що є оптимальним для оцінювання харак- теристик компонентів у виробничих застосуваннях, зокрема й для тесту виробів напівпровідникової архітектури, органічних матеріалів, сучасних систем енергоощадного освітлення, пас- сивних компонентів, аналізу характеристик наноматеріалів та інших досліджень.

Джерело-вимірювач GSM-20H10 (рис. 1, табл. 1, 2) забезпечує робо- ту в діапазоні $\pm 210 \text{ В} / \pm 1.05 \text{ А}$ /до 22 Вт, водночас у першому і третьому квадран- тах прилад є джерелом живлення для по- давання каліброваної напруги і струму в навантаження. У другому і четвертому квадрантах прилад функціонує як наван- таження для внутрішнього розсіюван- ня енергії. Значення напруги, струму та опору можуть бути виміряні під час ро- боти функції джерела живлення або під час відбору потужності від навантажен-

ня з точністю $\pm 0.012\%$ (DC V) і розділь- ною здатністю 1 мкВ/10 пА/10 мкОм.

GSM7-20H10 підтримує швидкість вибірки до 50 000 точок/с. Ця важлива перевага над конкурентами дає йому змогу точно аналізувати та характери- зувати параметри пристрою, що тес- тується (ПТ) (Device under Test, DUT). Завдяки великому графічному РК-екрану з діагоналлю 11 см усі налаштуван- ня приладу, параметри та результати вимірювань чітко відображаються на дисплеї. Функція SDM (Source Delay

Measure) дає змогу активувати затрим- ку запуску вибірки під час вимірювань, щоб запобігти захопленню нестабіль- ного сигналу і в такий спосіб унеможли- вили збирання некоректних даних та не- правильне оцінювання підсумків тесту. Передбачено чотири вбудовані режими відтворення послідовностей на виході (Linearstair, Logstair, SRC-MEM, Custom), які забезпечують підтримку видачі про- філю на інтервалі до 2500 точок.

З метою безпечної роботи внутріш- ньої схеми GSM-20H10 забезпечує режими OVP/OTP (захист від перенапру- ги/перегріву). Алгоритм і налаштування функції OVP (Overvoltage Protection) дає змогу оператору самостійно визначати необхідний діапазон OVP. Режим OTP (Overtemperature Protection) призначе- ний для ефективного запобігання по- милкам і проблемам вимірювань, зумов- лених температурним дрейфом під час процесу тестування. Можливості дис- танційного керування (ДК) і програму- вання приладу підтримують стандартні команди SCPI і представлені у вигляді ін- терфейсів RS-232, USBTMC, LAN для за- доволення різних потреб у віддаленому керуванні. Також передбачено варіант виконання приладу з гніздом інтерфейсу GPIB (тільки заводське встановлення).

За сукупністю своїх технічних ха- рактеристик, функціональністю, вимірю- вальними ресурсами, підтримуваними командами програмування і масогаба- ритними параметрами джерело-вимі- рювач GSM7-20H10 є 100%-вим варі- антом заміни KEITHLEY 2400.

Короткий опис функціональності

- Джерело:
- Два діапазони роботи: $\pm 210 \text{ В} / \pm 1.05 \text{ А}$ /до 22 Вт:
 - $U_{\text{вих}}$ до $\pm 21 \text{ В}$, $I_{\text{вих}}$ $\pm 1.05 \text{ А}$;
 - $U_{\text{вих}}$ до $\pm 210 \text{ В}$, $I_{\text{вих}}$ $\pm 105 \text{ мА}$.
 - Режим «Послідовність» — 2500 точок.
 - Захист від перенапруги/перегріву.
- Вимірювач:
- Базова похибка вимірювань 0.012%.
 - Регульована частота дискретизації.
 - Режим SDM — затримка запуску.
 - 2-, 4-, і 6-провідна схема підключення.
 - Вибір роздільної здатності індикації.



Рис. 1. Зовнішній вигляд джерела-вимірювача GSM7-20H10

Таблиця 1. Типові вимірювальні застосування GSM7-20H10 і завдання тестування		
Мікросхеми та електронні кола		
1	Мікросхеми	Зняття BAX (IV test), I/O кривих (графіки характеристики залежності параметрів)
Компоненти		
1	Діоди	Пряма напруга, прямий струм, максимальна зворотна напруга, постійний зворотний струм
2	Біполярний транзистор (BJT)*	Зняття BAX (IVtest), графіки характеристики залежності параметрів
3	MOSFET*	Зняття BAX (IVtest), графіки характеристики залежності параметрів
4	IGBT*	Зняття BAX (IVtest), графіки характеристики залежності параметрів
Акумулятори/фотоелектронні установки		
1	Літієві батареї	Зняття BAX (IVtest), графіки «заряд-розряд»
2	Сонячні панелі	Зняття BAX (IVtest), навантажувальний графік «розряд»
Матеріали		
1	Графен**	Зняття BAX (IVtest), I/O кривих
2	Вуглецеві нанотрубки**	Зняття BAX (IVtest), I/O кривих
Примітки.		
* Вуглецеві нанотрубки (ВНТ) — модифікація вуглецю, що є порожнистими циліндричними структурами діаметром від десятків до кількох десятків нанометрів і завдовжки від одного мікрметра до кількох сантиметрів, які складаються з однієї або кількох згорнутих у трубку графенових площин. Одностінні вуглецеві нанотрубки застосовують під час виготовлення літій-іонних батарей мобільних телефонів та інших гаджетів, гнучких сенсорних дисплеїв, шин та інших автомобільних деталей, наливних підлог, спортивних снарядів, акумуляторів для електромобілів і багато чого іншого.		
** У цьому виді тестів потрібне використання двох GSM7-20H10 (SMU1 + SMU2).		

- П'ять вбудованих математичних функцій.
- Допусковий контроль.

Чотири вбудовані режими вихідної послідовності

Джерело-вимірювач GSM7-20H10 забезпечує чотири режими прецизійного відтворення вихідної послідовності з дискретною зміною форми: лінійні сходи (*Linearstair*), логарифмічні сходи (*Logstair*), SRC-MEM (з внутрішньої пам'яті приладу) і призначений для користувача тип (*Custom*).

За допомогою цих режимів видачі форми користувачі можуть за потреби швидко генерувати вигляд вихідних даних потрібної форми. Загальна кількість точок у послідовності становить 2500.

Функції захисту OVP/OTP

З метою реалізації безпечної роботи джерело-вимірювач GSM7-20H10 оснащений захистами OVP, OTP. Передбачений програмно-апаратний алгоритм дії OVP (захист від перевантаження за напругою) дає змогу операторові самостійно визначати ділянку OVP (у межах робочого діапазону напруги), а захист від перегріву/ OTP ефективно запобігає помилкам, спричиненим дрейфом температури під час процесу тестування.

Регульована швидкість вимірювань

Частота дискретизації GSM7-20H10 є регульованою. Таким чином, дослідник може задати швидкість вибірки в діапа-

зоні значень 0.01 PLC-10 PLC відповідно до вимог своїх вимірювань.

PLC являє собою число періодів мережі електроживлення, наприклад, для частоти змінного струму $f = 50$ Гц: 1 PLC = 20 мс, 2 PLC = 40 мс тощо.

Затримка вимірювань — функція SDM «Джерело»

Статус виходу у функції «Джерело» одразу після активації є нестабільним, а отже, і параметри, що видаються приладом у цьому стані. За замовчуванням GSM7-20H10 починає вимірювання одразу після увімкнення виходу джерела, але оператор може встановити часову затримку для запуску вимірювань тільки після завершення періоду нестабільності, щоб отримати вірогідні та точні результати. Діапазон встановлення часу затримки вимірювань становить 0–9999.999 с.

Опір: 2-, 4- і 6-дротове підключення

Крім режиму 2-дротових вимірювань, GSM7-20H10 також забезпечує 4- і 6-дротове під'єднання ПД для вимірювання опору в разі віддаленого під'єднання навантаження. Ефект впливу опору сполучних дротів виключає 4-дротова схема вимірювань, забезпечуючи точне вимірювання малих опорів < 100 Ом за високих тестових струмів.

Поєднання 4-дротової схеми вимірювань у конфігурації 6-дротового під'єднання та захист характеристик у функції омметра усувають паразитний ефект внутрішнього паралельного опору, реалізуючи вимірювання опору з'єднувальним дротом малого перерізу.

Вибір роздільної здатності індикації

Число розрядів індикації дисплея GSM7-20H10 — це змінний параметр. Користувач має змогу вибрати потрібну роздільну здатність (кількість розрядів дисплея) з низки значень: 3.5; 4.5; 5.5 або 6.5 залежно від завдання тестування або умов вимірювального завдання.

Математичні операції

У меню GSM7-20H10 передбачено п'ять вбудованих функцій обчислень для вимірювань: потужність, компенсація зсуву опору (Om), коефіцієнт напруги відсічення (*V C Eoff-Collector Emitter Voltage Cutoff*), обчислення коефіцієнта α варистора (*Varistor Alpha* — як показника ступеня в характеристиці BAX компонента) і процентне відхилення (% Deviation).

Таблиця 2. Переваги та важливі особливості GSM7-20H10		
Переваги	Можливості	Результат і користь
Зниження витрат на придбання додаткового обладнання	Основні функції/параметри аналогічні основним моделям затребування на, а ціна нижча Використання стандартних інтерфейсів RS-232, USBTMC, LAN (опція GPIB) і наборів команд дає змогу швидко освоїти прилад і замінити модель іншого бренду	Зниження фінансових витрат і підвищення прибутку Завдяки різноманітності інтерфейсів немає проблем із підтримкою програмування та дистанційного керування
Зростання ефективності та вірогідності тестування	Частота дискретизації вимірювань досягає 50 000 точок/с. Відображення кривої вимірювання: у функції «Послідовність» додається відображення графіка на додаток до індикації чисельних значень на екрані.	Більша кількість відліків за одиницю часу — точніші вимірювання Дозволяє оператору візуально сприйняти результати вимірювання у вигляді кривої характеристики
Підвищення системної безпеки	Функції OVP/OTP: захист від перенапруги (OVP) підтримує діапазон U, заданий користувачем, захист від перегріву (OTP) забезпечує внутрішній термоконтроль	Деякі види захисту роблять вимірювання точнішими та безпечнішими
Зручність реєстрації та аналізу ПД під час тестування	Встановлення вихідних параметрів за допомогою клавіш зі стрілками ▲/▼ і числовими клавішами: інтуїтивно зрозумілий дизайн інтерфейсу керування забезпечує зручне введення необхідних значень параметрів і швидкий початок роботи Великий графічний TFT (11 см) дисплей відображає список параметрів, заданих оператором: налаштування, параметри, результати тощо виводяться на ПК без підключення до ПК	Інтуїтивно зрозуміле меню і керування приладом, швидкі налаштування, ефективні вимірювання Більший екран (порівняно з конкурентами) дає змогу отримувати детальну інформацію, зчитувати дані та працювати ефективніше

Проблеми технології монтажу в отвори оплавленням

Джеффри Лю (Jeffery Liu)

Переклад: Володимир Рентюк

Інрузивне паяння, або технологія наскрізного оплавлення, — це процес, у якому компоненти, що монтуються в наскрізні отвори, припаюються до друкованої плати з використанням технології оплавлення. Позитивний ефект від її впровадження досягається тим, що штирковий вивід вводиться у відбиток пасту, нанесеної всередину металізованого отвору. Це дає змогу заощадити час і витрати. Технологія може призначатися для монтажу електронних компонентів виробів широкого вжитку, обладнання зв'язку, в автомобілебудуванні, промисловості тощо, але має особливості застосування.

ВСТУП

Інрузивне паяння, або технологія наскрізного оплавлення (*Through-Hole Reflow, THR*), у стандартах і технічній літературі відома як метод «паста в отворах» (в англійському варіанті *Paste-In-Hole*, або *Pin-In-Paste*). Цей метод більш звичний для технології монтажу на поверхню (*Surface Mount Technology, SMT*), але за виконання низки умов дає змогу паяти вивідні електронні компоненти, зокрема й одночасно з компонентами технології для поверхневого монтажу (*Surface-Mountable Device, SMD*), причому, що особливо важливо, в один прохід і з однаковим профілем оплавлення.

Це робить процес паяння більш економічним не тільки за витратою основних і допоміжних матеріалів, а й за прямими витратами та часом, оскільки паяння хвилиною або ще дорожче 100%-е ручне паяння тут більше не потрібні. Річ у тім, що за всенародної любові до SMT-компонентів вивідні елементи

знову завойовують популярність, що насамперед пов'язано з вимогами щодо механічної міцності для роз'ємів і модулів. Тому паяння в отвори стає дедалі популярнішим не тільки в компанії EMS (*Electronic Manufacturing Services*)¹, а й у компанії з невеликими виробничими об'ємами під час випуску вузлів на друкованих платах зі змішаною технологією монтажу, особливо там, де вивідними компонентами переважно виступають інтерфейсні або силові роз'єми. Однак вивідні електронні компоненти, які плануються монтувати за технологією THR, мають відповідати низці обов'язкових вимог.

ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРЕВАГИ РОЗ'ЄМІВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЇ THR

Основна вимога до з'єднувачів для монтажу в наскрізний отвір як силових, так і Ethernet, — витримувати високі температури під час паяння оплавленням. Це стосується не тільки самого роз'єму, що має пластиковий корпус, а й, якщо йдеться про інтерфейсні Ethernet, вбудованих у них компонентів, наприклад світлодіодів, де і сам кристал (чип), і корпус із выводами вельми чутливі до високих температур. Ще однією вимогою до конструкції є забезпечення

того, щоб під час оплавлення тепло могло досягати всіх точок місця паяння з однаковим температурним градієнтом і з однаковим підсумковим результатом. Ну й остання умова, яку необхідно врахувати, — це можливість встановлення компонентів (у разі автоматизованого складання (збірки)) за допомогою обладнання для захоплення і розміщення. Виробникам необхідно пам'ятати, що забезпечити якість і довготривалу надійність паяного з'єднання можна тільки за умови правильної організації процесу збірки.

У цій статті на прикладі паяння спеціально розроблених компанією Würth Elektronik інтерфейсних високошвидкісних Ethernet-роз'ємів WE-RJ45 THR (Order Code 74980104400) [1] (рис. 1) буде більш детально роз'яснено, які вимоги висуваються до компонентів та до конструкції друкованої плати, а також розглянуті аспекти технології THR для групового паяння. Основна увага буде приділена питанню про те, що необхідно покращити або змінити для отримання хороших результатів під час використання електронних компонентів, що монтуються в отвори в рамках технології THR.

Матеріал корпусу

У сучасних роз'ємах, призначених для паяння в отвори, для виготовлення корпусу переважно використовують пластик — нейлон або полібутилентерефталат (*polybutylene terephthalate, PBT*). Оскільки температура плавлення цих матеріалів становить відповідно +220 °C (нейлон) і +223 °C (PBT), то під час паяння хвилиною вони можуть витримувати короткі періоди високої температури. Але під час паяння оплавленням за часу витримки 20 с за температури лквідусу (температура початку рідкої фази металу, тобто точка переходу припою в рідкий стан) +217 °C ці матеріали

¹ EMS, Electronic Manufacturing Services — послуги з виробництва електронних компонентів або виробництво окремих компонентів для будь-яких електронних продуктів, як правило, охоплюють повний цикл від конструювання та розроблення прототипу до постачання готового компонента замовнику.

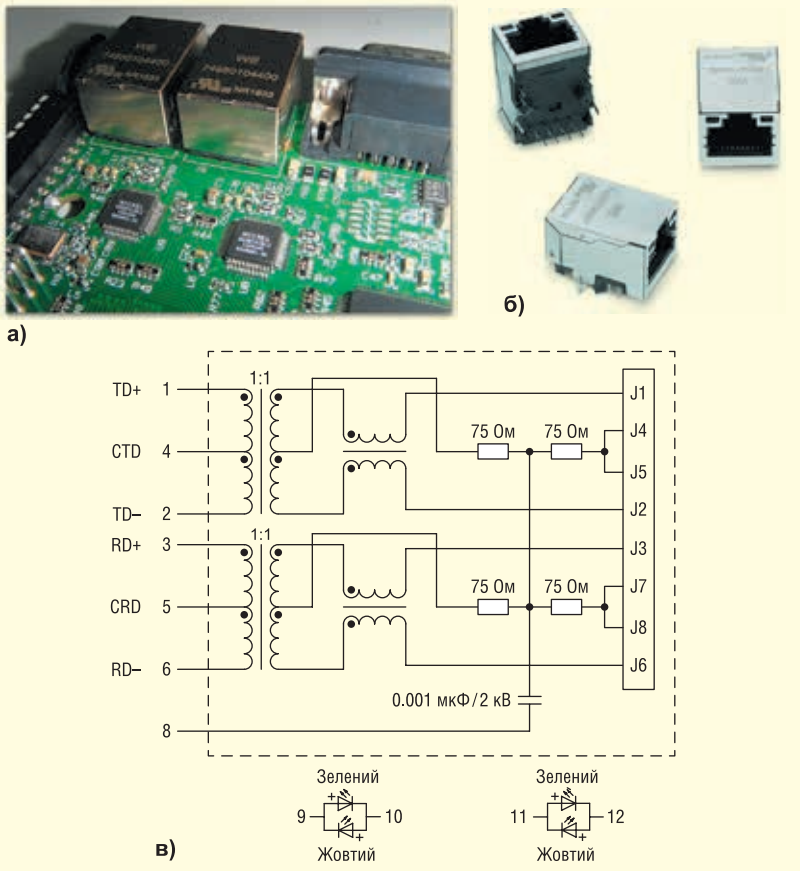


Рис. 1. Роз'єми WE-RJ45 THR (Order Code 74980104400) компанії Würth Elektronik: демонстраційна плата з елементами під технологію THR (а); зовнішній вигляд (б); схема електрична принципова (в)

можуть не витримати. Таким чином, для паяння оплавленням зазвичай обирають елементи в корпусах із рідкокристалічних полімерів (*Liquid Crystal Polymer, LCP*), оскільки вони мають високу температуру плавлення +330 °C і, що не менш важливо для групового паяння, низьке поглинання вологи.

Зазор між корпусом і друкованою платою

Для того, щоб створити кращий повітряний потік між роз'ємом і друкованою платою, для компонентів із монтажем в отвори передбачено зазор між корпусом і друкованою платою, який забезпечить достатньо місця для нанесення паяльної пасти. Не можна забувати й про те, що конструкція корпусу компонента має забезпечувати можливість автоматичної оптичної перевірки (*Automatic Optical Inspection, AOI*) паяного з'єднання і відсутність його прямого контакту з паяльною пастою під час процесу оплавлення.

З урахуванням сказаного, зазвичай відступ від друкованої плати для роз'євів RJ45 становить 0.5 мм. Однак

для покращення результатів паяння компанія Würth Elektronik розробила вивідні роз'єми RJ45 під технологію THR із зазором у межах 1.2–1.6 мм, як показано на рисунку 2.

Довжина виводів

Ще один не менш важливий аспект розглянутих як приклад роз'євів RJ45 для їхнього ІЧ-паяння — довжина виводів. Якщо контакти занадто довгі, відстань між паяльною пастою і друкованою платою буде надто великою, що призведе до утворення кульок припою на голівці контактів і знизить якість паяння (рис. 3). Занадто короткі контакти почнуть занурюватися в друковану плату. Саме паяне з'єднання виглядатиме нормальним, але результати паяння не відповідатимуть критеріям IPC-A-610 [2] (рис. 4).

Стандарт IPC-A-610 є найпоширенішим документом серед виробників електроніки в усьому світі та містить візуальні критерії якості проведення різних технологічних операцій для трьох класів електронних виробів: побутова електроніка, промислова електроніка, спецтехніка. А також передбачає вимо-



Рис. 2. Встановлення роз'єму RJ45 для технології THR із конструктивно забезпеченим збільшеним зазором

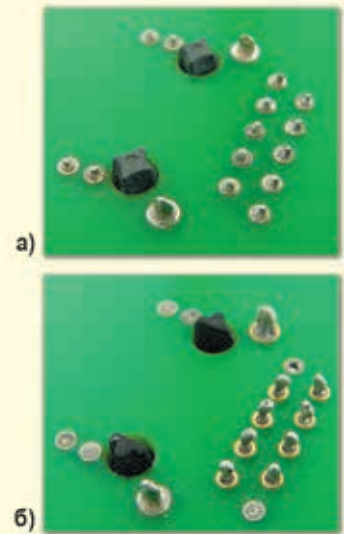


Рис. 3. Встановлення роз'єму RJ45 для технології THR із конструктивно забезпеченим збільшеним зазором

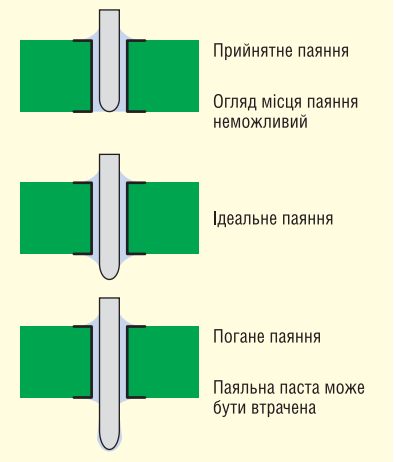


Рис. 4. Порівняння паяння електронного компонента з різною довжиною виводів

ги до безсвинцевих і традиційних олов'яно-свинцевих паяних з'єднань, орієнтації компонентів, механічних пристроїв для кріплення, визначає візуальні крите-

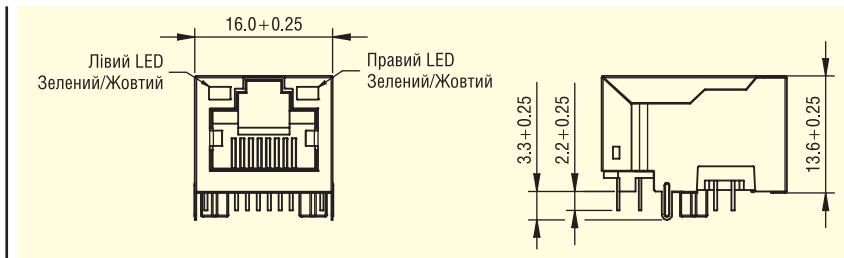


Рис. 5. Креслення роз'єму WE-RJ45 THR. Розміри вказано в мм

рії якості відмивання, маркування, якості нанесення вологозахисних покриттів і вимоги до основи друкованих плат.

В ідеалі, для того щоб досягти хороших результатів паяння, виводи повинні виступати з плати на 0.2–0.8 мм. Довжина виводів роз'єму WE-RJ45 THR становить 2.2 мм, що робить його для технології THR сумісним із товщиною друкованої плати 1.4–2 мм (рис. 5).

Вибір типу електронного компонента

Не всі типи електронних компонентів, зокрема й узяті нами для прикладу роз'єми RJ45, можуть застосовуватися для технології THR, до того ж навіть у тому разі, якщо в них використовується належний матеріал, дотримано відступ від плати та наявна відповідна довжина виводів. Для деяких із наявних конструкцій, за дотримання вимог типового технологічного процесу паяння, температура, яка зазвичай використовується, не розплавить паяльну пасту так, щоб вона сформувала паяне з'єднання в отворах під виводи. Виходячи з досвіду компанії Würth Elektronik, паяні з'єднання, які розташовані на відстані понад 1 мм від зовнішніх країв роз'єму RJ45, не будуть паятися належним чином, оскільки паяльна паста повністю не розплавиться під дією типової температури плавлення.

ЯК ВИКОРИСТОВУВАТИ ЕЛЕКТРОННІ КОМПОНЕНТИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЇ THR

Процес оплавлення повинен виробляти прийнятні наскрізні паяні з'єднання, які відповідають стандарту IPC. Паяні з'єднання не повинні мати пустот, але утворювати галтельний перехід (галтель припою), (рис. 6).

Що стосується друкованої плати, під час її проектування найретельнішим чином мають бути продумані такі етапи:

- компоновання елементів на друкованій платі;
- конструкція трафарету для нанесення паяльної пасти;

- трафарет має гарантувати, що на наскрізний отвір для досягнення якості паяного з'єднання після оплавлення буде нанесено відповідну до цього отвору кількість паяльної пасти;
- процес друку має бути максимально оптимізований;
- профіль оплавлення має бути сумісним із компонентами поверхневого монтажу.

Компоновання друкованої плати

По-перше, повинен бути визначений і правильно обраний діаметр отвору, причому він повинен бути оцінений з урахуванням покриття. Якщо діаметр отвору в друкованій платі виявиться занадто малим, буде вкрай важко встановити компонент на друковану плату, а менший об'єм припою, що цілком природно для невеликого отвору, може призвести до недостатньо якісного паяного з'єднання між виводом і друкованою платою.

З іншого боку, занадто великий отвір може спричинити меншу стійкість деталі до обробки плати перед паянням оплавленням. Крім того, великі отвори вимагають більше припою. У цьому випадку компанія Würth Elektronik рекомендує вибирати діаметр отвору так, як це показано на рисунку 7. Основа вибору діаметра отвору для друкованої плати D_{hole} описується формулою: $D_{hole} = D_{pin} + 0.3$ мм, де D_{pin} — найбільший розмір виводу за перерізом або діаметр.

Рекомендовану схему розташування контактних майданчиків ділянок внесено в усі специфікації компанії на елементи, розроблені під технологію THR, як показано на рисунку 8.

Розрахунок об'єму паяльної пасти

Перед конструюванням трафарету, для того, щоб визначити апертуру вікна і його товщину, необхідно розрахувати об'єм паяльної пасти. При цьому слід пам'ятати, що приблизно половину об'єму припою становить метал, а решта 50% — флюс, який виділяється і виго-

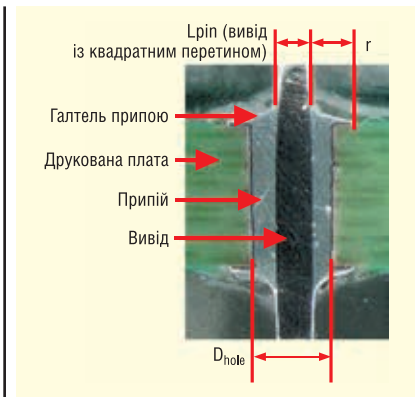


Рис. 6. Приклад правильного паяного з'єднання для монтажу в отвір

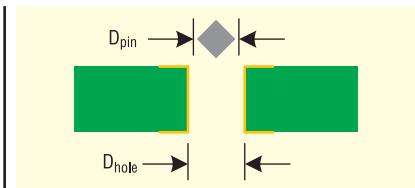


Рис. 7. Правило вибору отвору для друкованої плати

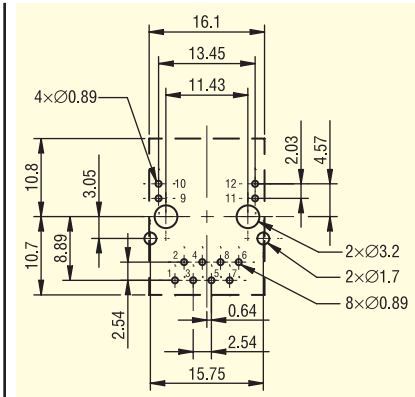


Рис. 8. Рекомендована схема розміщення та конфігурації отворів зі специфікації на роз'єм WE-RJ45 THR. Розміри вказано в мм

рає під час процесу оплавлення. Отже, щоб отримати достатньо припою для контактних майданчиків та отворів, потрібно використовувати подвійну кількість паяльної пасти. Загальний об'єм паяльної пасти V_{paste} розраховується за об'ємом отвору V_{hole} мінус об'єм виводу V_{pin} і сюди ще додається об'єм на галтель V_{fillet} для верхнього та нижнього боку друкованої плати (для наскрізного отвору їх дві).

Формула має вигляд:

$$V_{paste} = 2(V_{hole} - V_{pin} + 2V_{fillet}), \quad (1)$$

де

$$V_{hole} = \pi/4 \times D_{hole}^2 \times T, \quad (2)$$

$$V_{pin} = L_{pin} \times W_{pin} \times T, \quad (3)$$

$$V_{\text{fillet}} = 0.215 \times r^2 \times 2\pi \times (0.2234 \times r + 0.5 W_{\text{pin}}) \quad (4)$$

Тут D_{hole} — діаметр отвору; L_{pin} , W_{pin} — сторони прямокутного перерізу виводу (для виводу з круглим перерізом замінюються діаметром виводу); T — товщина друкованої плати; r — радіус галтели припою.

Як практичний приклад проведемо розрахунок об'єму паяльної пасти для використаного як ілюстрація роз'єму WE-RJ45 THR [1].

Розміри виводу $L_{\text{pin}} \times W_{\text{pin}} = 0.4 \times 0.4$ мм.

Рекомендований виробником діаметр отвору для друкованої плати для виводів роз'єму WE-RJ45 THR — $\varnothing 0.89$ мм.

Як плату вибираємо типовий скло-текстоліт марки FR-4 товщиною 1.6 мм.

Діаметр контактного майданчика: 1.4 мм.

Креслення роз'єму WE-RJ45 THR наведено на рисунку 5, а рекомендована схема розміщення та конфігурації отворів — на рисунку 8. Зовнішній вигляд друкованої плати для розміщення роз'єму WE-RJ45 THR з контактними отворами та майданчиками показано на рисунку 9.

Згідно з рівнянням (2) маємо:

$$V_{\text{hole}} = \pi/4 \times (0.89 \text{ мм})^2 \times 1.6 \text{ мм} = 0.9954 \text{ мм}^3.$$

Далі за формулою (3) і (4) отримуємо:

$$V_{\text{pin}} = 0.4 \times 0.4 \times 1.6 \text{ мм} = 0.256 \text{ мм}^3,$$

$$V_{\text{fillet}} = 0.215 \times [(1.4 - 0.89) \text{ мм}]^2 \times 2\pi [0.2234 \times (1.4 - 0.89) \text{ мм} + 0.5 \times 0.4 \text{ мм}] = 0.110 \text{ мм}^3.$$

І нарешті, підставляючи отримані об'єми у формулу (1), отримуємо необхідний нам об'єм паяльної пасти:

$$V_{\text{paste}} = 2(0.9954 \text{ мм}^3 - 0.256 \text{ мм}^3 + 2 \times 0.110 \text{ мм}^3) = 1.9188 \text{ мм}^3.$$

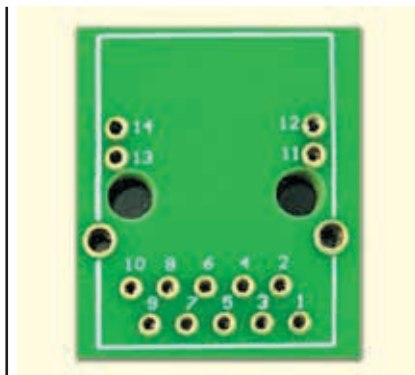


Рис. 9. Топологія друкованої плати для розміщення роз'єму WE-RJ45 THR

Розробка трафарету

Трафарет для нанесення паяльної пасти на контактні майданчики друкованої плати є важливим елементом у процесі паяння наскрізних отворів методом оплавлення. Завдання трафарету полягає в тому, що він повинен доставляти належну кількість паяльної пасти в наскрізний отвір під час процесу її нанесення. Відповідно, площа апертури трафарету визначається необхідним об'ємом пасти та припою. Апертура може мати форму прямокутника, кола або будь-яку іншу.

Вимоги до нанесення паяльної пасти із застосуванням трафаретів також описано у стандарті IPC-A-610. Для визначення максимальної товщини фольги трафарету мають бути враховані розміри мінімальної апертури трафарету і витримані такі співвідношення щодо її розмірів. Схема та співвідношення для визначення максимальної товщини трафарету наведені на рисунку 10.

Ширина максимальної апертури трафарету до його товщини має бути більшою або дорівнювати 1.5. Найважливішим фактором є отримання достатньої кількості пасти для паяння. Наприклад, якщо товщина T трафарету становить 0.15 мм, то площа його апертури S_{aperture} у загальному випадку має бути:

$$S_{\text{aperture}} = (V_{\text{paste}} - V_{\text{hole}})/T. \quad (5)$$

Для розглянутого нами випадку ми матимемо:

$$S_{\text{aperture}} = (1.9188 \text{ мм}^3 - 0.9954 \text{ мм}^3)/0.15 \text{ мм} = 6.15 \text{ мм}^2.$$

Тут об'єм отвору V_{hole} слід віднімати, оскільки він був заповнений після друку. Таким чином, ми можемо спроектувати апертуру трафарету як $S_{\text{aperture}} = 2.2 \text{ мм} \times 2.8 \text{ мм} = 6.15 \text{ мм}^2$. Рекомендована схема трафарету для товщини трафарету 0.15 мм вказана у всіх специфікаціях на роз'єм WE-RJ-45 THR, як видно на рисунку 11.

Нанесення паяльної пасти

Для технології THR, що описується, існують різні способи нанесення паяльної пасти на друковану плату. На відміну від звичайного процесу з елементами для монтажу на поверхню, паяльну пасту потрібно не тільки наносити на контактні майданчики, а й заповнити отвори для виводів. Для цього необхідно переконаватися, що паста з припоєм правильно втиснута в отвори. Це можна зробити за допомогою одного або декількох кроків:

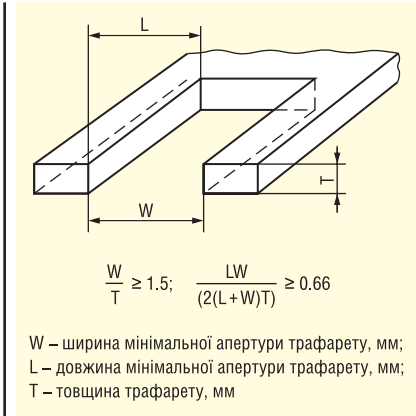


Рис. 10. Схема та співвідношення для визначення максимальної товщини трафарету

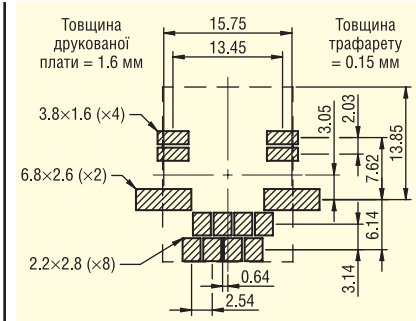


Рис. 11. Рекомендоване виконання трафарету для нанесення паяльної пасти для роз'єму WE-RJ-45 THR згідно з [2]. Розміри вказано в мм

- Подвійне нанесення паяльної пасти. На першому етапі паяльна паста в повному обсязі наноситься з верхнього боку друкованої плати. На другому етапі нанесення додаткової паяльної пасти не використовуватимуть. Замість цього паяльна паста під час першого друку буде втиснута глибше в отвори.
- Друк за допомогою різних трафаретів. Суть цього методу полягає в тому, що ви використовуєте два трафарети. Перший трафарет наносить пасту з припоєм тільки для наскрізних отворів, не зачіпаючи контактні майданчики навколо них. Другий трафарет наносить паяльну пасту на отвори та контактні майданчики. На відміну від подвійного нанесення, паста наноситься на друковану плату на обох етапах друку. Другий крок також можна використовувати для нанесення паяльної пасти на майданчики для інших SMT-компонентів друкованої плати. Однак для наших тестів із роз'ємами WE-RJ-45 THR ми цей метод не оцінювали.

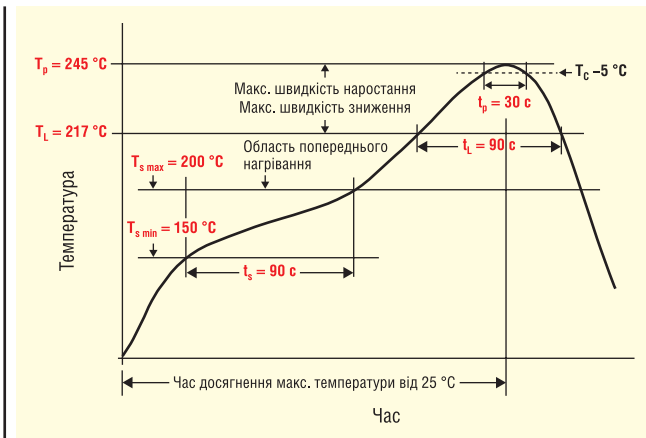


Рис. 12. Профіль опалвлення, що використовується для елементів компанії Würth Elektronik для технології THR

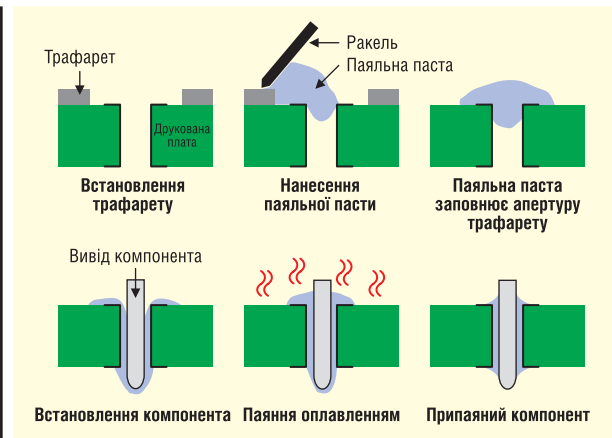


Рис. 13. Спрощена схема технологічного процесу THR з профілем опалвлення для верифікації запропонованої технології

Таблиця 1. Повні параметри профілю опалвлення під технологію THR		
Параметр профілю	Позначення	Числовий показник
Мінімальна температура попереднього нагрівання	T_{s_min}	+150 °C
Максимальна температура попереднього нагрівання	T_{s_max}	+200 °C
Час попереднього нагрівання t_s від T_{s_min} до T_{s_max}	t_s	60–120 c
Швидкість підвищення температури на ділянці T_L – T_p		3 °C/c max
Температура лівідусу	T_L	+217 °C
Час витримки при температурі вище T_L	t_L	60–150 c
Максимальна температура паяння	T_p	У специфікації
Час витримки в межах -5 °C від заданої максимальної температури	t_p	20–30 c
Швидкість зниження температури на ділянці T_p – T_L		6 °C/c max
Час досягнення максимальної температури від 25 °C		8 хв max
Число циклів опалвлення		2 цикли max

варто застосовувати пасту з високою в'язкістю. Паяльна паста з високою в'язкістю може легко вдавлюватися в отвори під час процесу друку. Для тестів компанія Würth Elektronik використовувала пасту на основі стандартного безсвинцевого припою на основі олова, срібла та міді SAC — Sn96.5/Ag3/Cu0.5.

Профіль опалвлення

Компанія Würth Elektronik пропонує профіль опалвлення на основі рекомендацій стандарту IPC/JEDEC JSTD-020E [3]. Цей профіль показано на рисунку 12, а в таблиці 1 подано його параметри. Додатково на рисунку 13 показано спрощену схему технологічного процесу, з якою було проведено верифікацію запропонованої технології.

Для перевірки якості паяння компонентів за технологією THR у повному обсязі може використовуватися базовий стандарт IPC-A-610. Випробування засновані на критеріях прийнятності електричних компонентів для паяних з'єднань вивідних компонентів. У контексті верифікації запропонованої техно-

- Трафарет із витравленими заглибленнями. Ще одне цікаве рішення — застосування ступінчастого трафарету. Перший шар трафарету призначений для нанесення пасти з припоєм на всі SMT-компоненти. Другий ступінчастий шар трафарету використовується на другому етапі винятково для того, щоб нанести паяльну пасту на отвори, а також на їхні контактні майданчики. На його нижньому боці він має вигравіювані заглиблення, тож уже підготовлені майданчики SMT-компонентів захищені від розмивання.

Для розглянутих роз'ємів RJ45 для нанесення на отвори ми розрахували мінімальну товщину шару паяльної пасти 0.15 мм. Однак якщо інші SMT-компоненти слід паяти з товщиною пасти 0.1 мм (наприклад, для економії об'єму паяльної пасти), то ми рекомендуємо використовувати ступінчастий трафарет. Для області, в якій припаяно вивідний компонент за технологією THR, товщина трафарету становить 0.15 мм, для всіх інших областей він матиме товщину 0.1 мм.

Паяльна паста

На ринку пропонуються найрізноманітніші види паяльної пасти, вибір класу якої має здійснюватися з урахуванням розміру частинок припою. Вибір розміру частинок паяльної пасти має враховувати мінімальний крок електронних компонентів, що використовуються, і розмір апертур у трафареті для нанесення паяльної пасти. Ширина апертури трафарету, згідно має бути не меншою, ніж п'ять діаметрів частинок припою, крім того, для виготовлення з опалвленням через отвір

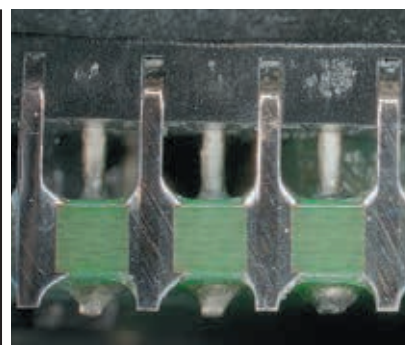


Рис. 14. Результат паяння (поперечний переріз)

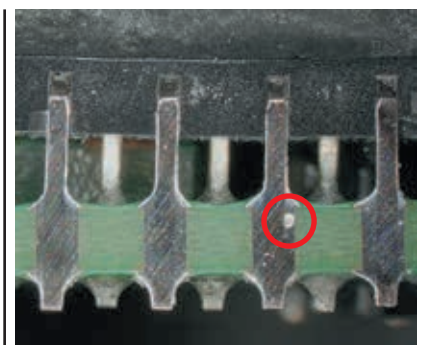


Рис. 15. Повітряна порожнина (поперечний переріз)

логії невидимі ділянки паяних з'єднань перевірялися за допомогою полірованих зрізів поперечного перерізу. Критеріями оцінки якості паяння, які були взяті за основу, були:

- наявність не менше 75% покриття припоєм з обох боків виводів (рис. 14);
- наявність не більше 30% повітряних порожнин (рис. 15);
- 100%-е змочування на поверхні отвору і виводу компонента.

Результати паяння роз'ємів WE-RJ45 THR і верифікація технології THR

Пілотна партія роз'ємів WE-RJ45 компанії Würth Elektronik під технологію THR була встановлена на тестові друковані плати, візуально перевірена згідно з процедурою стандарту IPC-A-610E і прийнята на підставі критеріїв прийнятності електричних вивідних компонентів для паяних з'єднань через наскрізні отвори. Для паяння роз'ємів використовувався профіль, показаний на рисунку 12 з уточненням за таблицею 1. Отримані результати дають повну впевненість у життєздатності та продемонстрували прийнятність розглянутої

в цій статті та запропонованої компанією Würth Elektronik інтрузивної технології.

ВИСНОВОК

У статті, написаній на основі керівництва із застосування технології наскрізного оплавлення [4] від компанії Würth Elektronik, з доповненнями та поясненнями перекладача, розглянуті критичні питання, які необхідно враховувати під час використання цього процесу паяння вивідних компонентів, зокрема й на друкованих платах змішаної технології монтажу.

У статті проаналізовано всі аспекти проблеми застосування технології наскрізного оплавлення (*Through-Hole Reflow*) від компанії Würth Elektronik, починаючи з критеріїв вибору компонентів, особливостей конструювання друкованої плати, трафарету для нанесення паяльної пасти та закінчуючи технологічним процесом паяння з вибором відповідного профілю для групового паяння.

На підставі наведених результатів практичного оцінювання якості паяння можна зробити висновок, що технологія оплавлення стосовно монтажу через

наскрізні отвори не тільки життєздатна, а й дуже корисна, адже вона дає змогу заощадити час, основні та допоміжні матеріали й скоротити витрати на оплату праці робітників. Зазначена технологія не обмежується наведеним прикладом і може використовуватися для найширшого спектра застосувань, зокрема для монтажу електронних компонентів виробів широкого вжитку, обладнання зв'язку, а також в автомобілебудуванні, промисловості тощо.

Література:

1. Liu J. WE-RJ45 LAN for Through-Hole Reflow. Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG. https://www.we-online.com/catalog/media/o180061v410%20ANP078_EN_a.pdf
2. WE-RJ45 LAN Through Hole Reflow. https://www.we-online.com/en/components/products/WE-LAN-RJ45_THR
3. IPC-A-610G. Acceptability of Electronic Assemblies. <https://www.ipc.org/TOC/IPC-A-610G.pdf>
4. IPC/JEDEC J-STD-020E. Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Non-hermetic Surface Mount Devices. December 2014.

CN



Нові блоки живлення потужністю 120–600 Вт з функцією ДБЖ

Серії LAD



- Вихідні напруги 13.8, 27.6, 41.5 та 55.2 В з можливістю регулювання в межах -20%...+5% (основний канал СН1)
- Вбудований зарядний пристрій та схема ДБЖ
- Контроль робочих станів (сигнали TTL): АС ОК; батарея відключена, заряд 100% або повний розряд; невірна полярність батареї
- Функції вкл/викл вхідної напруги та батареї
- Примусовий режим ДБЖ для обслуговування батареї
- Захист від реверсного підключення батареї (без пошкоджень)
- Діапазон робочих температур від -20 до +60°C
- Розробка відповідно до стандарту GB17945
- 3 роки гарантії
- Доступна ціна та короткий термін виробництва!

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



SEA | ІННОВАЦІЇ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ



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

Адитивне виготовлення виробів авіакосмічного та оборонного призначення

Нещодавно компанія Harris Corp. (підрядник МО США) провела пряме порівняльне випробування надрукованих на 3D-принтері схем РЧ-підсилювача й антен та аналогічних конструкцій на друківаних платах (ДП; РСВ), виготовлених традиційними методами. Обидві схеми, виконані методом адитивного виготовлення, працювали так само добре, як і реалізовані на традиційних ДП, а друкувалися на кілька днів швидше, ніж за звичайного виготовлення. Ця демонстрація була покликана показати придатність електроніки, створеної прецизійним 3D-друком, для оборонного та авіакосмічного застосування.

Під час співпраці з компанією Nano Dimension, виробником 3D-принтерів для друкованої електроніки, інженери Harris вирішили з'ясувати, наскільки РЧ-схеми, створені за допомогою адитивного виготовлення (3D-друку), можна порівняти зі схемами, виготовленими за звичайними технологічними процесами. Дослідження охоплювало проектування та імітаційне моделювання схем, їх виготовлення та випробування. Цілі, поставлені командою Harris, полягали в тому, щоб вивчити використання 3D-друку для функціональних РЧ-схем, продемонструвавши порівняння характеристик надрукованих на 3D-принтері та виготовлених звичайними методами схем. Об'єктами випробувань для перевірки концепції стали підсилювач на робочу частоту 2 ГГц і РЧ-антена з робочою частотою 5.2 ГГц. У цій статті наводяться подробиці та експериментально отримані результати дослідження з обговоренням їхнього значення у виготовленні РЧ-виробів.

Образно висловлюючись, спектр застосування продукції Harris — від океану до орбіти. Компанія постачає критично важливі системи для зв'язку, інформування та захисту і є лідером у галузі тактичного зв'язку, РЕБ, авіоніки, керування повітряним рухом, космічних і розвідувальних, а також метеорологічних рішень. Наразі Harris, яка створює схеми і системи для передачі даних, відео та голосу на далекі відстані, зосередилася на підвищенні мобільності та робочих характеристик систем, одночасно займаючись скороченням часу і витрат на проектування, що особливо важливо у випадку складних оборонних і космічних систем. Звідси й інтерес компанії до адитивного виготовлення.

Це дослідження з використання адитивного виготовлення в розробленні РЧ-схем для бездротових систем є частиною спільного проекту з Ізраїльським управлінням підтримки інновацій (Israel Innovation Authority, IIA) і фондом космонавтики

Флориди (Space Florida Foundation) — партнерством, яке сприяє науковим дослідженням, розробкам і комерціалізації авіакосмічних і технологічних проектів. Компанія Nano Dimension отримала від IIA грант на співпрацю з Harris у сфері застосування 3D-друку в електронних модулях. Мета проекту — продемонструвати, що 3D-друк двосторонніх багатосарових схем, що об'єднують силові кола, цифрові та РЧ-сигнали, може покращити масогабаритні характеристики, знизити потужність споживання і вартість (*Size, Weight, Power, and Cost, SWaP-C*) космічних систем.

ПОБУДОВА РАДІОЧАСТОТНОЇ СХЕМИ

Створення РЧ-компонентів для складних систем, як правило, є комплексним процесом, що складається з безлічі етапів. Досягнення оптимальних характеристик компонента і системи відбувається ітеративно: створюється проект, потім прототип схеми, цей прототип випробується для виявлення недоліків, у проект вносяться зміни, після чого створюється і випробується черговий прототип. Так повторюється доти, доки не буде знайдена оптимальна конструкція. Цей процес забирає багато часу та грошей. Разом з електронними компонентами, що становлять основу автомобільних, оборонних, споживчих і медичних пристроїв, сама можливість застосувати 3D-друк у створенні прототипів ДП та інших компонентів лише за кілька годин і прямо «на місці» — незалежно від складності схеми — економить час і гроші та сприяє швидким інноваціям.



Рис. 1. Зовнішній вигляд 3D-принтера DragonFly



Рис. 2. Датчик дотику Phytес, надрукований на 3D-принтері DragonFly

Для виготовлення друкованих схем за допомогою 3D-друку для цього дослідження, Harris скористалася принтером DragonFly («Бабка»), який випускається компанією Nano Dimension (рис. 1) і являє собою першу комерційну систему адитивного виготовлення друкованої електроніки. DragonFly пропонує практично необмежені можливості зі створення щільно скомпонованих електронних прототипів і швидкого виконання ітерацій проектування. Система з високою роздільною здатністю друкує одночасно метал і полімер для ДП і прецизійної електроніки на кшталт датчиків, РЧ-схем, антен, литих міжз'єд-

нань (molded interconnects) і частин, що виготовляють на замовлення, до яких відносяться смарт-картки, RFID-схеми та інші вироби для ідентифікації, а також їхні масиви (*arrays*) (рис. 2). За допомогою DragonFly можна виготовити схеми та системи з жорстким корпусуванням, поєднаним із гнучкими ДП, і зробити все це в єдиному процесі друку, без використання кабелів і з'єднувачів.

Harris вибрала в партнери Nano Dimension тому, що 3D-принтер DragonFly сконструйований таким чином, щоб кардинально скоротити час і вартість розробки, забезпечуючи при цьому виробництво складних електронних систем, які не можуть бути виготовлені звичайними методами. У принтері застосовуються струмопровідні срібні та діелектричні чорнила, спеціально призначені для тривимірного друку електроніки. Щоб оцінити придатність 3D-друку для РЧ-систем, Harris спроектувала, змодельовала та випробувала РЧ-підсилювач, надрукований на 3D-принтері, та порівняла його з підсилювачем, виготовленим звичайним методом ДП з основою зі склотекстоліту FR4. І підсилювач, і антена були спроектовані із застосуванням програмного забез-

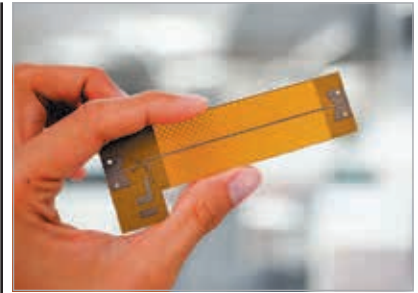


Рис. 3. РЧ-підсилювач, надрукований за допомогою системи DragonFly Pro

печення для імітаційного моделювання ЕМ-полів. Щойно було змодельовано і задано діаграми спрямованості антени, файл було перетворено і завантажено в DragonFly для 3D-друку. У результаті виготовлена схема практично повністю відповідала вихідному проекту, демонструючи очікувану функціональність.

РЧ-підсилювач (рис. 3) був виготовлений фахівцями Harris в єдиному процесі друку, який зайняв близько 10 год і передбачав використання випущених Nano Dimension струмопровідних і діелектричних чорнил з наночастинками срібла. Компоненти були вручну припаняні до ДП розмірами 101 × 38 × 3 мм.

eSUN®

Філаменти для 3D-друку

<https://altwaylab.com/>

Схеми, які традиційно виготовляли, на-
впаки, довелося відправити на стороннє
підприємство, а цей процес зазвичай
займає від кількох днів до тижнів. Під-
силювач, надрукований за допомогою
DragonFly, був розрахований на 2 ГГц
і демонстрував близькі до результатів
моделювання характеристики до 6 ГГц.
АЧХ виявилася піднятою порівняно з
очікуваною і порівняною з АЧХ підси-
лювачів, виготовлених на основах з FR4
звичайними методами.

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ

Для того щоб оцінити якість зробле-
ної на 3D-принтері РЧ-схеми і пор-
івняти її зі схемами на традиційних ДП,
фахівці Harris виміряли малосигнальний
коефіцієнт посилення, зворотні втрати
на вході і виході у кожного підсилю-
вача. Інженери Harris визначили, що
РЧ-схеми, надруковані адитивним мето-
дом, вийшли такими ж, як і виготовлені
традиційними способами, що наочно
показує придатність технології 3D-друку
для створення функціональних РЧ-схем.

На рисунку 4 порівнюється кое-
фіцієнт посилення надрукованого на
3D-принтері та звичайного підсилювачів,
різниця становить менше ніж 1 дБ

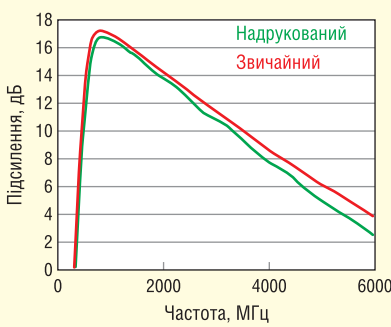


Рис. 4. Коефіцієнт посилення підсилювача, виготовленого на 3D-принтері та звичайним способом

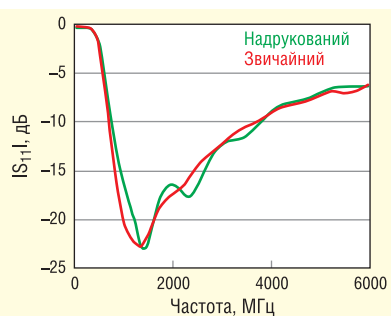


Рис. 5. Параметр |S22| підсилювачів, виготовленого на 3D-принтері та звичайним способом

на 4700 МГц і менше ніж 1.3 дБ на
6000 МГц. Знижене підсилення на-
друкованого підсилювача зумовлене
підвищеними втратами в діелектрику
і провідниках ліній передачі. На ри-
сунку 5 наведено порівняння за па-
раметром |S11| двох прототипів, що
не виявляє істотних відмінностей між
характеристиками підсилювачів у смузі
10–6000 МГц. Аналогічно зіставлення
за параметром |S22| двох підсилювачів,
показане на рисунку 6, відображає
практично однакові частотні характе-
ристики. Ці результати та висновки ком-
панія Harris представила на конферен-
ції IEEE Radio & Wireless в м. Орlando.

З огляду на отримані робочі харак-
теристики, а також можливість швидкого
і доступного виготовлення прототипів,
Harris продовжує розвивати технології
3D-друку, зокрема проводить випро-
бування в реальних польових умовах,
таких як космічний простір. Крім на-
земного тестування на безвідмовність,
розроблені компанією Harris з викорис-
танням принтера DragonFly апаратні
засоби доставлені на Міжнародну кос-
мічну станцію, де проходять випробову-
вання на здатність встановлення зв'язку
зі станцією стеження за супутниками
Harris у Флориді. Цей проєкт дозво-
ляє забезпечити систематичний аналіз
створених 3D-друком матеріалів для
космічних систем, які особливо часто
застосовуються в наносупутниках.

ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ АВІАКОСМІЧНОЇ ТА ОБОРОННОЇ ГАЛУЗЕЙ

Результати проведеного дослідження
продемонстрували широкі можли-
вості адитивного методу виготовлення
електроніки для різних галузей промис-
ловості, в тому числі авіакосмічної та
оборонної. Вони показують придатність
надрукованої на 3D-принтері електро-
ніки для РЧ-схем, що свідчить про здат-



Рис. 6. 5G-антена, надрукована на замовлення на 3D-принтері компанією Nano Dimension



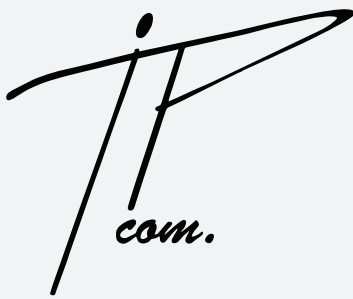
Рис. 7. 5G-антена, надрукована на замовлення на 3D-принтері компанією Nano Dimension

ність цієї технології відігравати важливу
роль у просуванні систем малих супут-
ників і супутників на низькій навколо-
земній орбіті (*low Earth orbit, LEO*). Існує
безліч варіантів застосування цих супут-
ників, від високошвидкісного доступу в
Інтернет до мереж «Інтернету речей».
Технологія 3D-друку може відігравати
вирішальну роль практично у всіх аспек-
тах наукового дослідження, проектуван-
ня і виготовлення, пропонуючи відчутні
переваги, такі як продуктивність, швидко
розроблення і можливість друку склад-
них форм, недосяжних за традиційних
процесів виготовлення.

Компанії Harris і Nano Dimension
продовжують покращувати ВЧ-характе-
ристики у надрукованих на 3D-принтері
схем та роблять ці пристрої компакт-
нішими та щільніше скомпонуваними.
Можливість перегляду конструювання
схем — навіть із залученням ДП на гнуч-
ких основах і використанням унікальних
геометричних форм — ось головна пе-
ревага адитивного виготовлення, що
дає змогу створювати форми, недосяжні
за традиційного виготовлення.

ВИСНОВОК

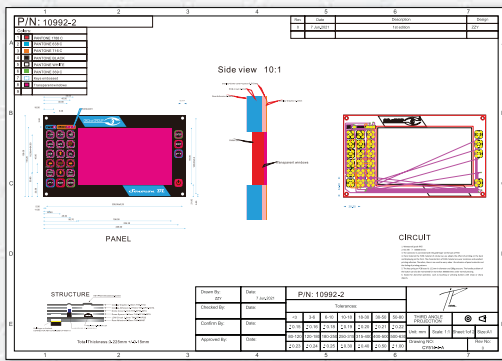
Надрукована на 3D-принтері елек-
троніка має цілу низку переваг.
Можливість власного 3D-друку РЧ-еле-
ктроніки та антен значно скорочує
час і вартість створення прототипів і пе-
ревірки нових концепцій. За допомогою
3D-друку можна створювати антени, за
характеристиками схожі з традиційно
виготовленими, що послужить каталі-
затором швидкого прогресу в галузі
радіозв'язку (рис. 7). 3D-друк дає змогу
створювати ще компактніші та легші
антени в жорсткому корпусі, суміщен-
ому з гнучкими схемами, та усунути
потребу в кабелях та з'єднувачах. Крім
того, що ця технологія скорочує вар-
тість і час виготовлення, вона здатна
послабити загрозу порушення прав ін-
телектуальної власності. **СН**



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

Виготовлення мембранних, плівкових клавіатур та приладових лицьових панелей

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



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



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

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

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

ПЛІС на платформах HiTech Global та їхні особливості

Тривалий час програмовані логічні інтегральні схеми (ПЛІС) відходили на другий план, поступаючись першістю мікроконтролерам, оскільки їх простіше програмувати і для цього можна застосувати високорівневі мови. Однак за належного вміння запрограмувати ПЛІС її швидкодії та якості роботи немає рівних. У статті мова піде про декілька платформ, що використовують ПЛІС на основі кристалів Xilinx від компанії HiTech Global. Також, публікація знайомить з особливостями архітектури та основними характеристиками ПЛІС сімейства Xilinx.

Компанія HiTech Global виробляє IP-ядра, плати для тестування і прототипування на основі ПЛІС Xilinx/AMD і Intel, модулі для конкретних застосувань (DSP, оброблення, відео тощо) і високотехнологічні системи для конкретних застосувань. Архітектура Xilinx UltraScale містить великі матриці з високим числом логічних комірок, забезпечуючи продуктивність системного рівня класу ASIC для застосувань, які потребують високої пропускної здатності вводу/виводу, пам'яті, аналізу великого потоку даних, DSP і високої продуктивності обробки пакетів (табл. 1).

Виходячи з порівняльних характеристик сімейств ПЛІС Xilinx, найкращим варіантом для платформ є ПЛІС Virtex, яку застосовано у двох із наведених платформ, у третій із платформ, що розглядаються,

може бути використано або Virtex, або Kintex ПЛІС, залежно від комплектації.

Сімейства ПЛІС серій Virtex і Kintex засновані на технології high-k metal gate (HKMG) — сучасній високопродуктивній 28-нм технології з низьким енергоспоживанням. У кристалах програмованої логіки всіх сімейств нового покоління Xilinx передбачена єдина уніфікована архітектура, яка є результатом подальшого розвитку архітектури ПЛІС Virtex-6. ПЛІС Xilinx забезпечують значне підвищення продуктивності системи з пропускною здатністю до 2.9 Тбайт/с; близько 2 млн логічних елементів, а також 5.3 ТМАК/с DSP, споживаючи при цьому на 50% менше енергії, ніж цифрові пристрої, побудовані на базі попереднього покоління сімейства ПЛІС, що пропонує реальну альтернативу використанню ASSP і ASIC [1–3].

Завдяки уніфікованій архітектурі нового покоління ПЛІС, існує можливість вибрати для реалізації проектного пристрою та подальшого серійного виробництва кристал з оптимальним поєднанням обсягів логічних ресурсів, спеціалізованих апаратних блоків, швидкодії та споживаної потужності.

Розглянемо докладніше кожну з пропонуєваних платформ компанії HiTech Global.

ПЛАТФОРМА HTG-840-2

HTG-840 — це налагоджувальна плата з FPGA Xilinx Virtex UltraScale VU440, що забезпечує доступ до найбільшої щільності вентилів FPGA в одному кристалі для різноманітних розробок і створення прототипів ASIC і SOC. Ця платформа оптимальна і для застосувань, що вимагають високопродуктивних обчислень.

На відміну від плати HTG-830 попереднього покоління архітектура HTG-840 передбачає чотири роз'єми мезонінної карти (FMC) FPGA з високою чіткістю (HPC), сумісних із Vita 57.1. Роз'єми FMC забезпечують доступ до 640 односторонніх входів/виходів FPGA (320 LVDS) і 12 GTN (16.3 Гбіт/с) послідовних трансиверів. Роз'єм Z-RAY надає доступ до 16 послідовних трансиверів GTN (а також до контактів керування і напруги) для застосувань, що потребують великої кількості концентрованих послідовних входів/виходів, як-от Hybrid Memory Cube (HMC), QSFP+, SFP+, FireFly, CXP тощо. Плата HTG-840 оснащена двома 72-бітними роз'ємами ECC DDR4 SODIMM, що підтримують до 32 Гбайт пам'яті SDRAM (по 16 Гбайт через кожен роз'єм).

HTG-840 може використовуватися в режимі PCI Express або в автономному режимі, живлячись через стандартний 6-контактний роз'єм Molex PCIe. Ця платформа призначена для застосувань, що вимагають високопродуктивних обчислень (рис. 1, 2).

Характеристики HTG-840:

- 1 × Xilinx Virtex UltraScale XCVU440 FPGA (XCVU440-2FLGB2377E або -3speed grade);

Таблиця 1. Порівняльна продуктивність сімейств ПЛІС Xilinx

Параметри/Сімейство ПЛІС	Spartan	Artix	Kintex	Virtex	Kintex UltraScale	Virtex UltraScale
Кількість логічних елементів	102000	215000	478000	1955000	1451000	5541000
Розмір блокової оперативної пам'яті, Мбайт	4.2	13	34	68	76	133
Кількість секцій DSP	160	740	1920	3600	5520	2880
Продуктивність DSP* GMAC/с	176	929	2845	5335	8180	4268
Кількість приймачів-передавачів	–	16	32	96	64	120
Швидкість приймача-передавача, Гбіт/с	–	6.6	12.5	28.05	16.3	30.5
Сумарна пропускна здатність послідовних приймачів-передавачів, Гбіт/с	–	22	800	2784	2086	5616
Інтерфейс PCI Express	–	–	1	4	6	6
Інтерфейс пам'яті, Мбіт/с	800	1066	1866	1866	2400	2400
Кількість елементів вводу/виводу	400	500	500	1200	832	1456
Підтримувана напруга елементів вводу/виводу, В	1.2–3.3	1.2–3.3	1.2–3.3	1.2–3.3	1.2–3.3	1.2–3.3

* Вимірюється в GMAC за одиницю часу, де GMAC — гігаоперації множення-накопичення, кількість операцій за секунду.

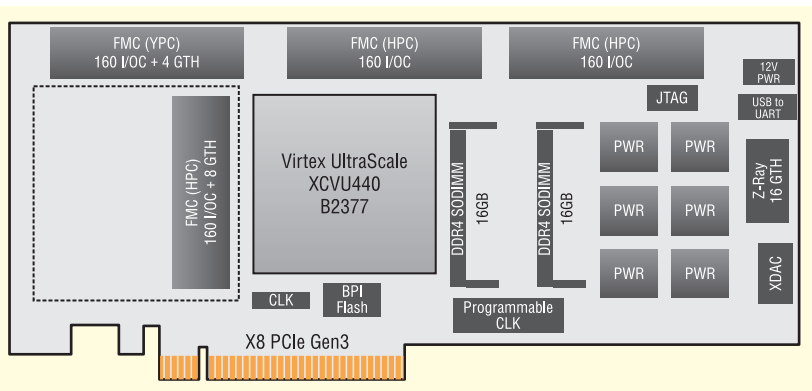


Рис. 1. Блок-схема платформи HTG-840-2

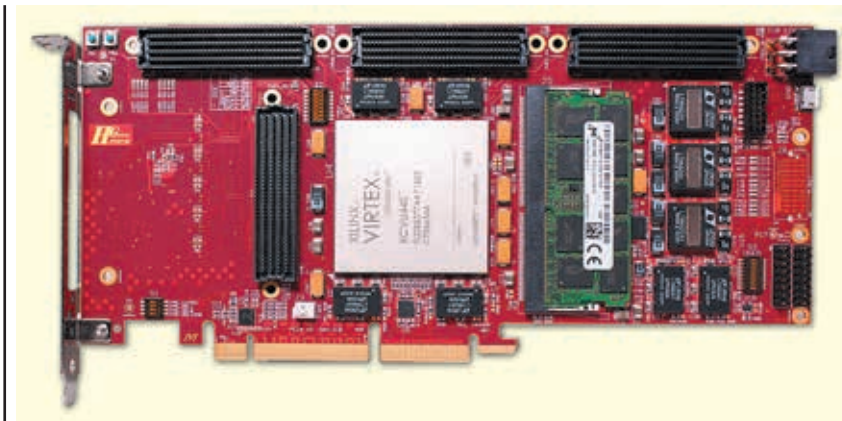


Рис. 2. Зовнішній вигляд платформи HTG-840-2

чів вбудованої ПЛІС Virtex 7. Наявність понад 100 різних готових модулів FMC розширює функціональні можливості плати для різних застосувань.

8 lane PCI Express 2-го покоління підтримується за допомогою жорстко запрограмованих контролерів всередині ПЛІС Virtex 7.

Компонування плати, продуктивність ПЛІС Virtex 7, високошвидкісні послідовні приймачі-приймачі (що використовуються для інтерфейсу PNY), гнучкий вбудований атенуатор синхронізації/тремтіння, а також IP-ядро PCI Express Gen3, що конфігурується, дають змогу використовувати плату для застосувань PCI Express Gen3. Плата FPGA HTG-700 Virtex 7 може застосовуватися або в модемі PCI Express (підключеному до хост-ПК/сервера), або в автономному режимі (живлення від зовнішнього ATX або настінного адаптера живлення (рис. 3, 4).

Характеристики HTG-V7-PCIE-690-2:

- ПЛІС Xilinx Virtex-7 V2000T, 585T або X690T;
- масштабований за допомогою модуля ПЛІС HTG-777 для забезпечення вищої щільності вентилів ПЛІС;
- 8 ліній PCI Express Gen2 edge з чипом для очищення від джиттера;
- мезонінні роз'єми x3 ПЛІС (FMC);
- FMC #1: 80 LVDS (160) вводів/виводів і 8 послідовних GTx (12.5 Гбіт/с);
- Приймачі-передавачі:
- фізичне розташування мезонінних роз'ємів дає змогу підключати дочірні плати FMC, що мають легкий доступ до плати через передню панель;
- 4 порти SMA (16 SMA, що забезпечують 4 Txp/Txr/Rxp/Rxp), синхронізовані зовнішніми генераторами імпульсів;
- пам'ять DDR3 SODIMM з підтримкою до 8 Гбайт (постачається з модулем 2 Гбайт);

- 8 × PCI Express Gen 3;
- 2 × 72-бітні ECC DDR4 SODIMM сокетів (до 32 Гбайт);
- 4 × FMC роз'єми, що забезпечують доступ до 640 односторонніх FPGA входів/виходів і 12 GTx серійних трансиверів;
- 1 × Z-RAY високошвидкісний роз'єм із 16 GTx (30.5G) серійними трансиверами, входами/виходами та контактами керування напругою;
- XDAC headers;
- 1 × USB порт UART;
- 1 × BPI Flash для конфігурації;
- 1 × JTAG порт для налаштування і налагодження;
- програмовані генератори;
- 1 × IP захист кола;
- габарити: 9.5 × 4.25";
- підтримує як режим роботи PCI Express, так і автономні операції (для автономної роботи використовується адаптер живлення 12 В/8 А).

ходить для створення прототипів ASIC/SOC, високопродуктивних обчислень, високопродуктивного опрацювання зображень, розроблення PCI Express 2-го і 3-го покоління, розроблення ПЛІС загального призначення та/або застосувань, що потребують високошвидкісних послідовних приймачів-передавачів (до 12.5 Гбіт/с).

Три роз'єми FMC з великою кількістю контактів (HPC) забезпечують доступ до 480 входів/виходів і 24 високошвидкісних послідовних приймачів-передавачів

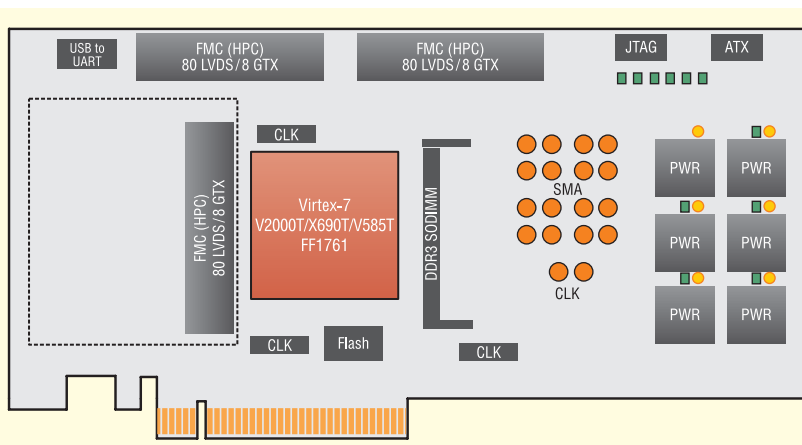


Рис. 3. Блок-схема платформи HTG-V7-PCIE-690-2

ПЛАТФОРМА HTG-V7-PCIE-690-2

HTG-700: платформа розробки Xilinx Virtex-7 PCI Express Virtex-7

Платформа HTG-700 на базі Xilinx Virtex-7 V2000T, V585 або X690T під-

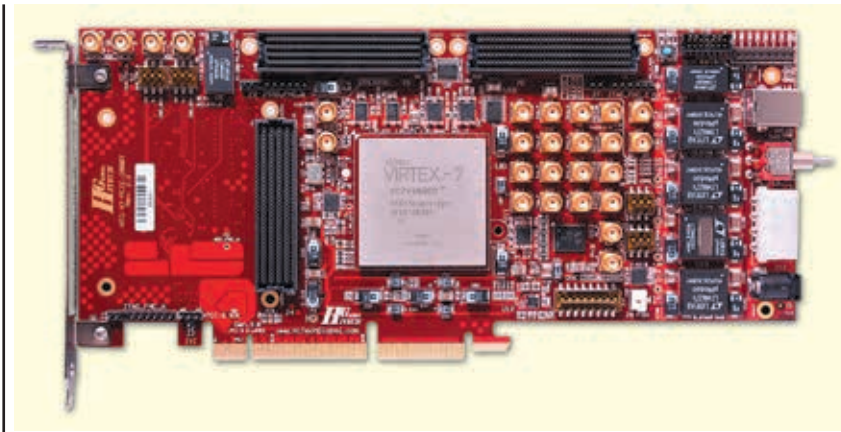


Рис. 4. Зовнішній вигляд платформи HTG-V7-PCIE-690-2

- програмовані генератори (Silicon Labs Si570) для різних інтерфейсів;
- конфігурація за допомогою вбудованої флеш-пам'яті JTAG або Micron G18;
- міст від USB до UART;
- джерела живлення ATX і постійного струму для PCI Express і автономних операцій;
- світлодіоди та кнопки;
- розмір: 9.5 × 4.25".

ПЛАТФОРМА HTG-VKU-PCIE-095

HTG-830: платформа розробки Virtex/Kintex UltraScale

HTG-830, оснащена однією ПЛІС Xilinx Virtex UltraScale (VU190 або VU095) або Kintex UltraScale (KU115), забезпечує доступ до широкого діапазону щільності вентилів ПЛІС, гігабітних послідовних приймачів-передавачів і входів/виходів загального призначення для різноманітних програмованих застосувань.

Архітектура HTG-830 забезпечує просте й універсальне функціональне розширення завдяки двом роз'ємам Vita 57.4 (FMC+), одному сумісному з Vita 57.1 (FMC) мезонінному роз'єму FPGA з великою кількістю контактів і одному вставному пристрою Z-Ray. Роз'єми FMC+/FMC забезпечують доступ до 344 входів FPGA і до 32 послідовних приймачів-передавачів GTN (16G) і 20 послідовних приймачів-передавачів GTY (30,5G). Високопродуктивний Z-Ray-шифратор/інтерпозер теж надає доступ до 16 послідовних приймачів-передавачів GTY (а також виводів керування і напруги) для застосувань, які потребують великої кількості концентрованих послідовних операцій вводу/виводу, як-от НВМ, 100 Гбайт Ethernet (QSFP28), 120 Гбайт

(CXP і Firefly), 40 Гбайт Ethernet (QSFP+), 25 Гбайт Ethernet (SFP28) 0 10 Гбайт Ethernet (SFP+).

HTG-830 оснащена одним 72-розрядним роз'ємом ECC DDR4 SODIMM, що підтримує пам'ять SDRAM об'ємом до 16 Гбайт (плату постачають з одним модулем SODIMM об'ємом 8 Гбайт) (рис. 5).

Платформа HTG-830 може використовуватися в PCI Express і автономному режимі та живитися від 6-контактного роз'єму Molex PCIe. У таблиці 2 наведено пристрої, які підтримуються ПЛІС.

Розширювана платформа ПЛІС (Extensible FPGA Framework, EFW) надає розробникам ПЛІС перевірений набір рішень для підвищення продук-

тивності, включно з компонентами фізичного інтерфейсу, призначеними для модулів, драйверами пристроїв і API-інтерфейсами для модуля HiTech Global HTG-830 PCIe. EFW економить місяці розроблення та налагодження, даючи змогу розробникам пропустити тяжку та трудомістку фазу інтеграції IP-ядра, перевірки інтерфейсу та розроблення вбудованого ПЗ (рис. 6).

Характеристики HTG-VKU-PCIE-095:

- 1 Xilinx Virtex або UltraScale ПЛІС Kintex у корпусі B2104;
- кінцева точка PCI Express покоління 3;
- 1 DDR4 ECC з підтримкою сокетів SODIMM (до 16 Гбайт — постачається з 4 Гбайт без ECC);
- високошвидкісний роз'єм x1 Z-RAY з 16 послідовними приймачами-передавачами GTY (30.5G), контактами вводу-виводу та керування напругою (використовується для таких модулів, як НВМ HiTech);
- порти x2 FMC+ (Vita 57.4), що забезпечують доступ до 320 входів FPGA, до 22 GTN (16G) і 20 послідовних приймачів-передавачів GTY (30.5G) (модулі FMC, сумісні з Vita 57.1, під'єднуються до портів FMC+, сумісних з Vita 57.4);
- порт x1 FMC (Vita 57.1), що забезпечує доступ до 22 входів/виходів FPGA і 10 послідовних приймачів GTN;
- колектори XDAC;
- x1 USB-порт для UART;

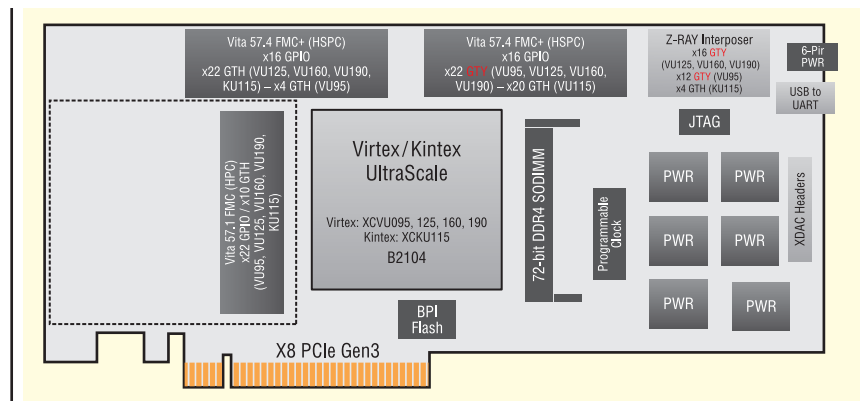


Рис. 5. Блок-схема платформи HTG-VKU-PCIE-095

Таблиця 2. Підтримувані пристрої ПЛІС					
	XCVCU095	XCVCU125	XCVCU160	XCVCU190	XCVCU115
Логічні комірки (кбайт)	941	1 253	1 621	1 880	1 451
Блок RAM (Мбайт)	60.8	88.6	115.2	132.9	75.9
Секції DSP	768	1200	1560	1800	5520
Блоки PCI Express	4	4	4	6	6
Interlaken	6	6	9	9	0
100G Ethernet	4	6	7	9	0
Приймачі-передавачі GTN 16 Гбайт/с	32	40	40	40	64
Приймачі-передавачі GTY 30.5 Гбайт/с	32	36	36	36	0
Кількість пінів I/O (HP)	650	650	650	650	598

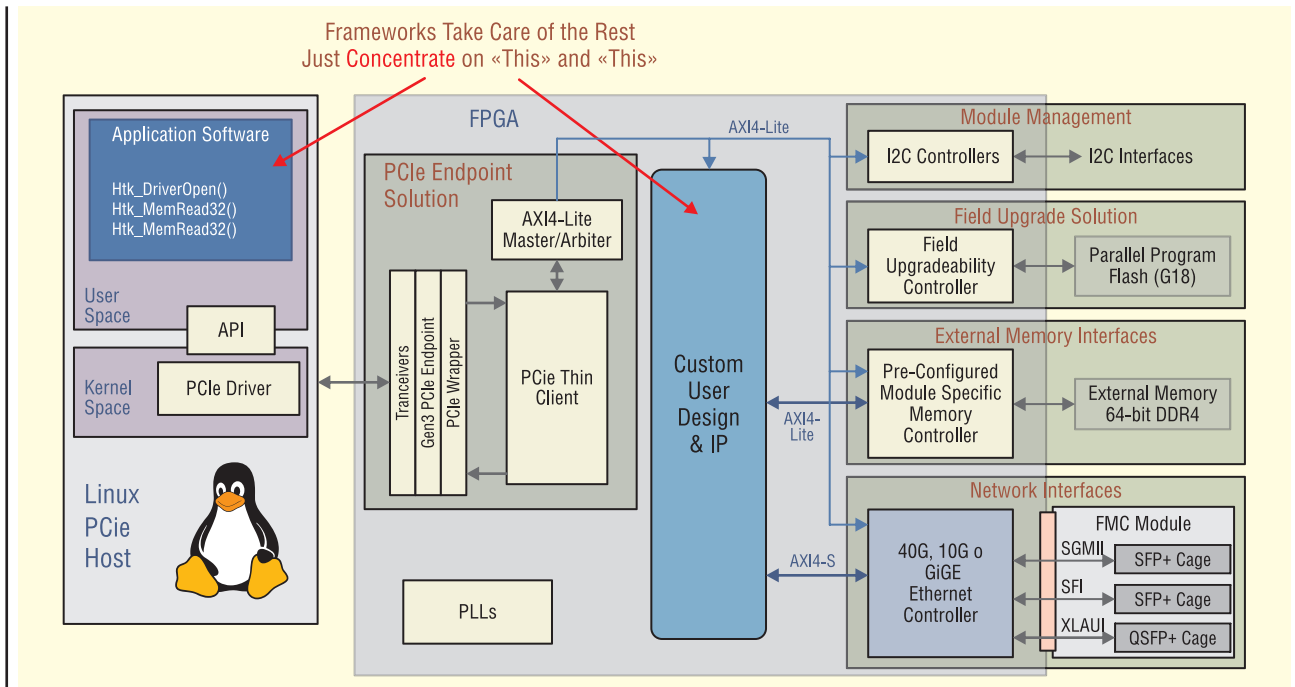


Рис. 6. Функціональна схема роботи платформ

- x1 порт JTAG для налаштування і налагодження;
- флеш-пам'ять VPI для конфігурації;
- програмовані генератори;
- схема захисту IP;
- розмір: 9.5 x 4.25";
- підтримує як PCI Express, так і автономні операції;
- адаптер живлення 12 В/8 А для автономної роботи (рис. 7).

У таблиці 3 наведено розподіл вводу/виводу через роз'єми FMC+/FMC і Z-RAY на різних моделях плат з їх коротким описом.

Перелічимо деякі важливі особливості HiTech Global HTG-K800 Kintex UltraScale модуля FPGA PCIe:

- Інтегровані, перевірені апаратні рішення для розробки мереж 1G/10G/40G.

- Модуль HTG-830 забезпечує просте розширення функціональності за допомогою 2 роз'ємів Vita 57.4 (FMC+) і роз'єму Vita 57.1 (FMC). Зокрема на основі HTG-830 можна реалізувати контролери DMA, Ethernet MAC і ПК, інтерфейс додаткових PCIe, між'єднання AXI4, контролери DDR4 і флеш-пам'яті.

- Фреймворки в комплекті:
 - всі опції: інтерфейс додатку PCIe x4/x8 PCIe Gen3, майстер/арбітр AXI4-Lite для інтерфейсу з відображенням пам'яті, контролер із можливістю оновлення в польових умовах (FU) для внутрішньосистемного програмування флеш-пам'яті та контролер I²C;
 - на основі обраних опцій: синтезовані двійкові файли та повні бібліотеки моделювання для GigE, 10G із низькою затримкою, 10G із наднизькою затримкою, 10G із екстремально низькою затримкою або 40G Ethernet.
- Уніфікований графічний інтерфейс для всього EFW з підтримкою сценаріїв.
- Найнижчі початкові витрати при розробці комплексних рішень 1G, 10G і 40G з використанням UltraScale ПЛІС Kintex.
- Вихідний код Linux, драйвери пристроїв і API-інтерфейси для інтерфейсу PCIe і контролера DMA.



Рис. 7. Зовнішній вигляд платформи HTG-VKU-PCIE-095

Таблиця 3. Короткий опис розподілів вводу/виводу через роз'єми FMC+/FMC і Z-RAY на різних моделях				
	FMC_A (фронтальна панель)	FMC+_B (зверху ліворуч)	FMC+_C (зверху праворуч)	Z-RAY
VU095	22 GPIOs 10 GTH	160 GPIOs 14 GTH	160 GPIOs 16 GTY	12 GTY
VU125	22 GPIOs 10 GTH	160 GPIOs 22 GTH	160 GPIOs 20 GTY	16 GTY
VU160	22 GPIOs 10 GTH	160 GPIOs 22 GTH	160 GPIOs 20 GTY	16 GTY
VU190	22GPIOs 10 GTH	160 GPIOs 22 GTH	160 GPIOs 20 GTY	16 GTY
KU115	22 GPIOs 10 GTH	160 GPIOs 22 GTH	160 GPIOs 20 GTH	4 GTH

Таблиця 4. Типи та зміст застосовуваних фреймворків

Пакетний зміст фреймворку	Тип фреймворку			Необхідний модуль FMC	
	Базовий рівень	1G	10G		40G
Драйвери пристроїв Linux і API-інтерфейси (джерело)	•	•	•	•	–
Оболонка кінцевої точки PCIe x8 Gen3 на основі жорсткої IP-адреси PCIe (Verilog)	•	•	•	•	–
Тонкий клієнт PCIe для доступу до пам'яті з відображенням (список мереж)	•	•	•	•	–
AXI4-полегшений майстер і арбітр із 32-розрядною площиною керування для доступу до регістрів (Verilog)	•	•	•	•	–
32-розрядний ведений пристрій AXI4-Lite для інтеграції користувацьких блоків (Verilog)	•	•	•	•	–
Контролер флеш-пам'яті G18 для внутрішньосистемних польових оновлень (FuP) (список мереж)	•	•	•	•	–
Контролери I ² C (список мереж)	•	•	•	•	–
Контролер SPI (Verilog)	•	•	•	•	–
Цільові контролери DDR4 з оболонкою AXI4 (Verilog)	•	•	•	•	–
Гігабітний MAC з інтерфейсом 1000Base-X (список мереж)		•	•	•	FMC-X4SFP+
Низька, наднизька та екстремально низька затримка, 10G Ethernet — опція (список мереж), затримка, оптимізована для додатків фінансового ринку			•		FMC-X4SFP+ FMC-SFP-OC
40G Ethernet, 128-бітний канал передачі даних (список мереж), область, оптимізована для низького використання ресурсів				•	FMC-X2QSFP+ FMC-SFP-OC

Примітка. Також доступні IP-ядра GigE, 10G і 40G UDP/IP з механізмом розвантаження (UOE).

- Спрощене ліцензування для всіх IP-ядер і драйверів FPGA на основі єдиних ресурсів (з одного джерела).

ПЛАТФОРМА ETHERNET 1G, 10G І 40G З МОДУЛЕМ HTG-830 PCIE

Розширювана платформа FPGA (EFW) надає розробникам FPGA перевірений набір рішень для підвищення продуктивності, разом із компонентами фізичного інтерфейсу, орієнтованими на модулі, драйверами пристроїв і API-інтерфейсами для модуля HiTech Global HTG-830 PCIe.

Фреймворки економлять місяці на розробку і налагодження, даючи змогу розробникам пропустити виснажливий і трудомісткий етап інтеграції IP-ядра, перевірки інтерфейсу і розробки вбудованого ПЗ [4]. У таблиці 4 наведено застосовувані фреймворки та їхній зміст для різних типів.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОДУКТИВНОСТІ ПЛАТФОРМ HITECH GLOBAL

Платформа реалізує 32-розрядний інтерфейс доступу до регістрів, сумісний з AXI4-Lite, для операцій, не пов'язаних з DMA (одиначне читання/запис). Комплексні рішення PCIe для інтерфейсу HTG x8 Gen3 PCIe.

Повне, повністю параметризоване 32-розрядне з'єднання AXI4-Lite з ведучим і підлеглим пристроєм у вихідному

коді (Verilog) для доступу до регістру. Цільові та повністю перевірені інтерфейси Ethernet HTG-830 з використанням рішень Gigabit Ethernet з оптимальною затримкою 10 і 40 Гбіт/с. Такі інтерфейси Ethernet надаються за допомогою модулів HiTech Global HTG-FMC-X4SFP+, HTG-FMC-X2QSFP+ і HTG-FMC-SFP-OC FMC. Базові генератори пакетів L2 і засоби перевірки (список мереж) додано для швидкої перевірки інтерфейсу через графічний інтерфейс. Гігабітні, 10- і 40-Гбіт/с IP-ядра механізму розвантаження UDP/IP (UOE) також доступні для прискорення апаратного протоколу.

Реалізовано паралельну флеш-пам'ять на HTG через інтерфейс PCIe на високих швидкостях. Інтеграція контролера FuP дає змогу користувачеві модифікувати свій виріб у польових умовах за допомогою PCIe.

Гнучкі контролери I²C і SPI з інтерфейсом хоста AXI4-Lite для керування периферійними пристроями. 64-біт програмні драйвери Linux є у вихідному коді. Вони дають змогу реєструвати запити доступу і переривання з боку периферійних пристроїв.

У пакеті присутні бібліотеки функцій мови C з вихідним кодом. У цій же бібліотеці можна знайти приклади перевірки доступу до регістрів і виявлення переривань API у вихідному коді.

Крім цього, компанія надає додаток з графічним інтерфейсом (тільки для Linux) для керування та налаштування всіх EFW компонентів [5].

Платформи HiTech Global мають широке призначення, вони насамперед орієнтовані на розробку та прототипування ASIC і SOC і можуть бути використані для розробки застосунків, що вимагають високопродуктивних обчислень.

АРХІТЕКТУРА ПЛІС XILINX ULTRASCALE

Пристрої Virtex UltraScale забезпечують максимальну продуктивність та інтеграцію за 20 нм, разом із пропускну здатністю послідовного вводу/виводу та логічною ємністю. Як єдина в галузі високопродуктивна ПЛІС на 20-нм технологічному вузлі, це сімей-

Таблиця 5. Основні покращення параметрів ПЛІС Virtex UltraScale

Найменування параметра	Покращення
Програмована системна інтеграція	До 5.5 М коміроч 20-нм системної логіки, 3D-мікросхеми 2-го покоління Вбудований 100G Ethernet MAC і пропрієтарний протокол 150G Interlaken для міжчипових з'єднань
Підвищена продуктивність системи	Підвищення швидкості на 2 градації з високим коефіцієнтом використання
	Приймачі-передавачі 30G для з'єднання чип-чип, чип-оптоволокну, 28G для об'єднувальних плат
	Приймачі-передавачі 16G з підтримкою об'єднувальної плати та зменшенням енергоспоживання у 2 рази
Зниження вартості специфікації	DDR4 інтерфейс 2400 Мбіт/с для надійної роботи за різних PVT
	Зниження вартості до 50%, що відповідає половині вартості одного порту для систем Nx100G
	Інтеграція VCXO і PLL знижує вартість компонентів синхронізації
Загальне зниження енергоспоживання	DDR4 інтерфейс 2400 Мбіт у середньому класі швидкості
	До 40% менша споживана потужність порівняно з попереднім поколінням
Зменшення часу проектування та налагодження	Покращене компонування логічних комірок зменшує споживану динамічну потужність
	Сумісність із пристроями Kintex UltraScale для забезпечення масштабованості
	«Безшовний» перехід від 20-нм планарних транзисторів до 16-нм FinFET (транзистор розроблений Intel)
	Спільно оптимізовано з Vivado Design Suite для прискорення проектування та налагодження

ство використовують для застосувань, починаючи від мереж 400G і закінчуючи великомасштабним прототипуванням ASIC, а також для застосунків із високопродуктивними обчисленнями [6]. У таблиці 5 наведено параметри Virtex UltraScale, характеристики яких було значно покращено.

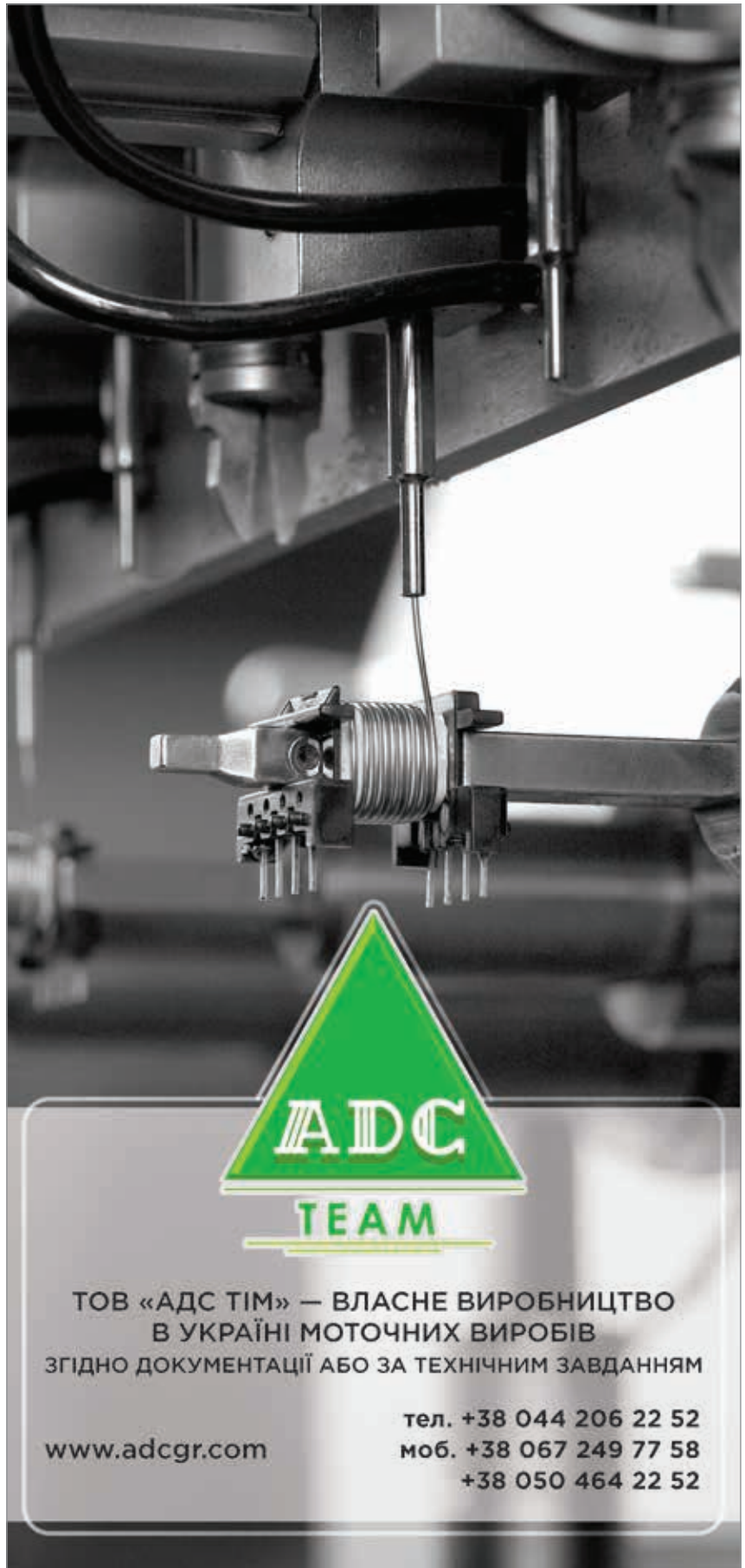
У цій статті ми розглянули використання ПЛІС останніх поколінь компанії Xilinx. У них, порівняно з попередніми поколіннями, збільшено пропускну здатність вводу/виводу та об'єм вбудованої пам'яті, а також зросла швидкість виконання операцій DSP і зменшився час обробки пакетів даних [7, 8].

Платформи, що базуються на ПЛІС UltraScale, використовують до 90% ресурсів ПЛІС, що відповідає аналогічному показнику ASIC.

Покращення параметрів ПЛІС вдалося домогтися багато в чому завдяки переходу від застарілих на сьогодні 20-нм планарних транзисторів до транзисторів FinFET і завдяки використанню сучасних технологій 3D чипів.

Література:

1. HTG-840: Virtex UltraScale PCIe/SOC Development Platform. www.hitechglobal.com/Boards/Virtex-UltraScale-SOC.htm
2. HTG-700: Xilinx Virtex-7 PCI Express Development Platform. www.hitechglobal.com/boards/virtex7_v2000f.htm
3. HTG-830: Virtex/Kintex UltraScale Development Platform. www.hitechglobal.com/boards/Virtex-UltraScale-FPGA.htm
4. Extensible FPGA Framework (EFW) For HiTech Global HTG-K800 Kintex-UltraScale PCIe FPGA Module. www.hitechglobal.com/Download/EFW-HTG_830-PCIe_PB_v2_0-HTG.pdf
5. Зотов В. Особенности архитектуры нового поколения ПЛИС с архитектурой FPGA фирмы Xilinx // Компоненты и технологии. 2010. № 12.
6. Leibson S., Mehta N. Xilinx UltraScale: The Next-Generation Architecture for Your Next-Generation Architecture, WP435 (v1.0). July 8, 2013. <https://fpga.eetrend.com/files-eetrend-xilinx/download/201307/4273-8724-wp435-sailingsiultrascalejiagoubaipishu.pdf>
7. 7 Series FPGAs Data Sheet: Overview. Product Specification. DS180 (v2.6). https://docs.amd.com/v/u/en-US/ds180_7Series_Overview
8. Зотов В. Проектирование цифровых устройств, реализуемых на базе ПЛИС FPGA фирмы Xilinx, с использованием средств CORE Generator // Компоненты и технологии. 2006. № 12. 2007. № 1. **CN**



ТОВ «АДС ТІМ» – ВЛАСНЕ ВИРОБНИЦТВО
В УКРАЇНІ МОТОЧНИХ ВИРОБІВ
ЗГІДНО ДОКУМЕНТАЦІЇ АБО ЗА ТЕХНІЧНИМ ЗАВДАННЯМ

www.adcgr.com

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

Інтегруйте своє рішення керування двигунами для оптимізації форм-фактора та продуктивності

Прамїт Нандї (Pramit Nandy), Microchip Technology

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

Майбутнє керування двигунами обіцяє захопливі перспективи, адже технології продовжують еволюціонувати. Системи керування двигунами стають дедалі ефективнішими, інтелектуальнішими, точнішими та більш взаємопов'язаними. Постійні дослідження і розробки, а також вдосконалення напівпровідникових технологій, алгоритмів керування та системної інтеграції сприятимуть подальшому підвищенню складності систем керування двигунами як в апаратному, так і в програмному аспектах.

Електродвигуни широко використовуються в різних сферах застосування, які є складовою частиною нашого сучасного способу життя та значно впливають на нього. Майже половина електроенергії у світі споживається системами, що містять електродвигуни та системи керування ними. З огляду на це, виробники електродвигунів зобов'язані дотримуватися політики енергоспоживання та енергоефективності. Крім того, їх заохочують використовувати екологічно чисті матеріали та впроваджувати сталі виробничі процеси. Така зміна пріоритетів стимулює створення більш енергоефективних електродвигунів, електроніки та алгоритмів, які дозволяють двигунам функціонувати з вищим ККД, зберігаючи при цьому компактну конструкцію. Ці тенденції свідчать про безперервний прогрес у технологіях двигунів з метою підвищення їх ефективності, продуктивності та сталості у найрізноманітніших застосуваннях.

ТЕНДЕНЦІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ КЕРУВАННЯ ДВИГУНАМИ

Перехід до електричних транспортних засобів та попит на енергое-

фективні системи стимулюють широке впровадження електродвигунів у різних галузях. Двигуни вже не обмежуються традиційними сценаріями використання. На рисунку 1 наведено приклади сучасних застосувань електродвигунів.

Інтеграція двигунів з технологіями Інтернету речей (IoT) та штучного інтелекту (AI) відкриває шлях до прогно-

зованого технічного обслуговування, контролю в реальному часі та вдосконалення показників продуктивності. Зростаючий акцент на енергоефективності спонукає до створення високоефективних двигунів із застосуванням інноваційних конструкцій та високоякісних матеріалів, що сприяє зменшенню енергоспоживання та викидів вуглецю.

Компактні та легкі двигуни стають дедалі важливішими, особливо в галузях автомобілебудування, авіакосмічній промисловості, промислових застосуваннях, а також у деяких споживчих пристроях, де простір та масогабаритні обмеження є критичними. Розвиток алгоритмів керування двигуном, як-от модельно-прогнозне керування та розширене безсенсорне керування, підвищує продуктивність, точність та гнучкість роботи двигуна.



Рис. 1. Приклади застосування електродвигунів

Integrated Motor Driver



Рис. 2. Склад інтегрованого драйвера двигуна

ЩО ТАКЕ ІНТЕГРОВАНІ ДРАЙВЕРИ ДВИГУНІВ?

Останні тенденції в області керування двигунами сприяють розвитку технологій, зокрема використанню інтегрованих драйверів двигунів. Інтегровані драйвери містять усі функції керування й аналогового інтерфейсу, необхідні для реалізації складних алгоритмів керування двигунами. Зазвичай вони містять високопродуктивний мікроконтролер (MCU), здатний виконувати безсенсорне векторне керування (*Field Oriented Control, FOC*), трифазний драйвер затворів MOSFET та, інколи, трансивер для комунікації (рис. 2).

ЩО ЗУМОВЛЮЄ ПОТРЕБУ В ІНТЕГРОВАНІХ ДРАЙВЕРАХ ДВИГУНІВ?

Інтегровані драйвери двигунів відіграють ключову роль у різноманітних галузях та варіантах застосування. Попит на них зростає завдяки їхній здатності спростити проектування, знизити витрати, підвищити продуктивність, заощадити простір, покращити надійність та забезпечити легку інтеграцію з іншими системами. Вони пропонують комплексне рішення для ефективних, компактних та надійних застосувань керування двигунами в багатьох галузях (рис. 3).

Інтегровані драйвери двигунів суттєво покращують продуктивність, енергоефективність та безпеку в автомобільних, промислових та електромобільних системах. В автомобілебудуванні вони вдосконалюють електропідсилювач керма (*Electric Power Steering, EPS*), гальмівні системи, системи опалення, вентиляції та кондиціонування (HVAC), а також системи охолодження двигуна. У промислових умовах вони забезпечують точне керування робототехнікою, акумуляторними насосами, компресорами та верстатами. В електромобілях ці мікроконтролери оптимізують керування двигуном, керування батареєю, рекуперативне гальмування, теплове керування та енергоефективність системи, а також забезпечують діагностику та безпеку.

Нижче наведено ключові причини, чому інтегровані драйвери двигунів є необхідними для широкого кола застосувань:

- **Спрощене системне проектування.** Інтегровані драйвери об'єднують функції керування двигуном, периферію та інтерфейси в одному чипі. Це спрощує проектування системи, знижує кількість компонентів і усуває потребу у зовнішніх схемах керування, заощаджуючи час і зусилля інженерів.
- **Економічна доцільність.** Інтеграція численних функцій у одному мікро-

контролері може знизити загальну вартість системи. Використання інтегрованого рішення зазвичай обходиться дешевше, ніж застосування окремих компонентів для керування двигуном, особливо у великосерійному виробництві.

- **Економія простору.** Мініатюризація — ключова тенденція сучасної електроніки. Інтегровані драйвери двигунів пропонують компактне рішення, поєднуючи кілька функцій в одному чипі. Це дозволяє заощаджувати площу плати, що є важливим для застосувань із жорсткими габаритними обмеженнями, зокрема в портативних пристроях, автомобільних системах та робототехніці.
- **Надійність і безпека.** Інтегровані драйвери часто містять вбудовані функції безпеки, якот виявлення несправностей, захист від перевантажень по струму та керування нагріванням, що підвищує надійність системи й забезпечує безпечну експлуатацію. Завдяки внутрішній інтеграції швидкість реакції на несправності вища, а надійність реагування — вища, ніж у разі використання окремих компонентів, інтегрованих на рівні плати.
- **Підключення та інтеграція.** Багато інтегрованих драйверів двигунів оснащені вбудованими інтерфейсами зв'язку, що спрощує їх інтеграцію в більші системи або застосування IoT. Це забезпечує безперебійну комунікацію, дистанційний моніторинг та керування, збільшуючи гнучкість системи та надаючи можливості для отримання даних і аналітики.

Завдяки компактним розмірам, економічності, сучасним алгоритмам керування та вбудованим функціям безпеки мікроконтролери з інтегрованим керуванням двигуном стали критично важливими для зазначених секторів,

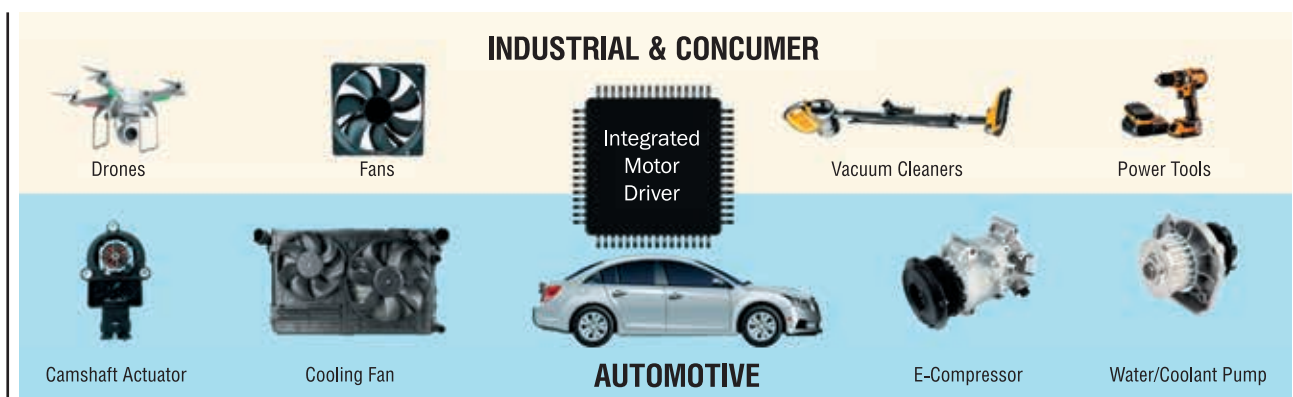


Рис. 3. Сфери застосування інтегрованих драйверів двигунів

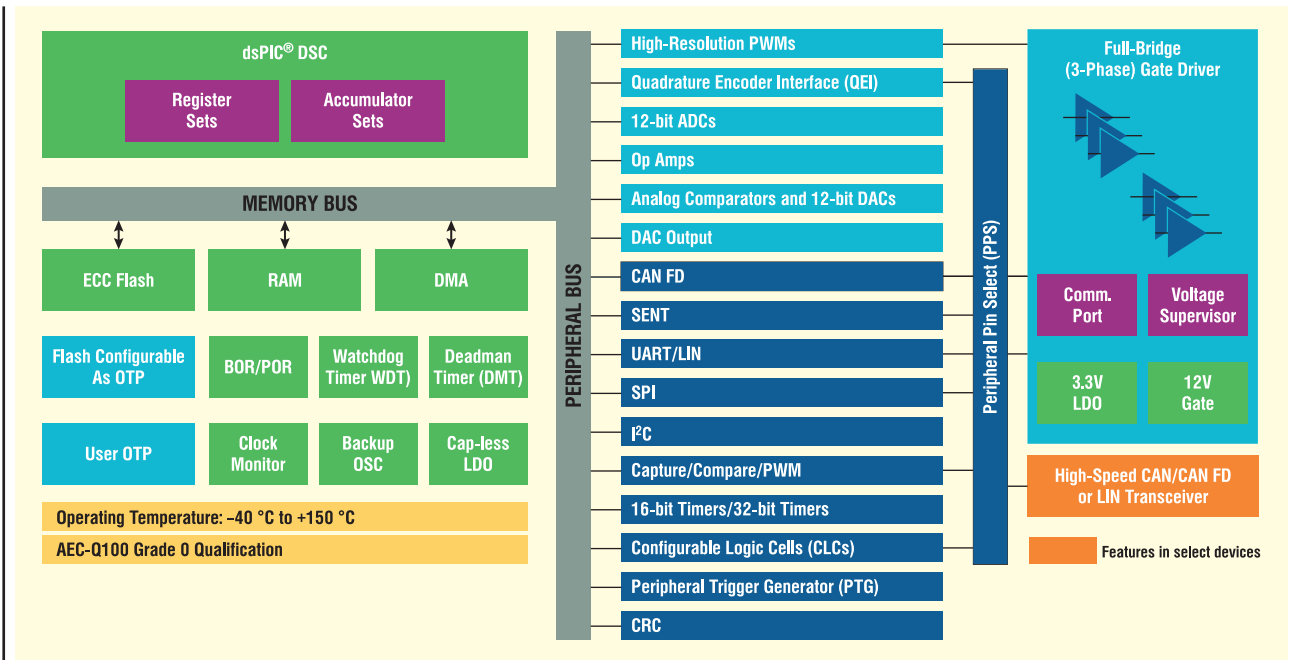


Рис. 4. Схема інтегрованого драйвера двигуна

сприяючи підвищенню продуктивності, енергоефективності, надійності та загальної інтеграції систем.

РІШЕННЯ ВІД MICROCHIP TECHNOLOGY

Компанія Microchip Technology представила нову серію інтегрованих драйверів двигунів на базі цифро-аналогових контролерів dsPIC® (*Digital Signal Controller, DSC*). Ці пристрої створені для спрощення впровадження ефективних вбудованих систем керування двигунами в реальному часі в засто-

суваннях, де простір є критичним фактором. Інтегровані драйвери (рис. 4), що поєднують dsPIC33 DSC, повномостовий драйвер затворів MOSFET та опційний трансивер LIN чи CAN FD, спрощують проектування, зменшують кількість компонентів, розмір друкованої плати (*Printed Circuit Board, PCB*) та загальну складність системи.

Ці інтегровані драйвери можуть житися від одного джерела напруги до 29 В (робоча напруга) і витримують перехідні процеси до 40 В. Вони забезпечують високу продуктивність ЦП (70–100 МГц) та оптимізовані для ефективного реалізації безсенсорного

векторного керування (*Field Oriented Control, FOC*) та інших просунутих алгоритмів керування двигунами. Вбудований стабілізатор напруги низького падіння (*Low Dropout, LDO*) на 3.3 В живить dsPIC DSC, усуваючи потребу у зовнішньому LDO.

ЕКОСИСТЕМА ТА ПІДТРИМКА

Для прискорення процесу розробки компанія Microchip пропонує комплексну екосистему ПЗ та інструментів для апаратної розробки в галузі керування двигунами (рис. 5). [dsPIC33CK](#)

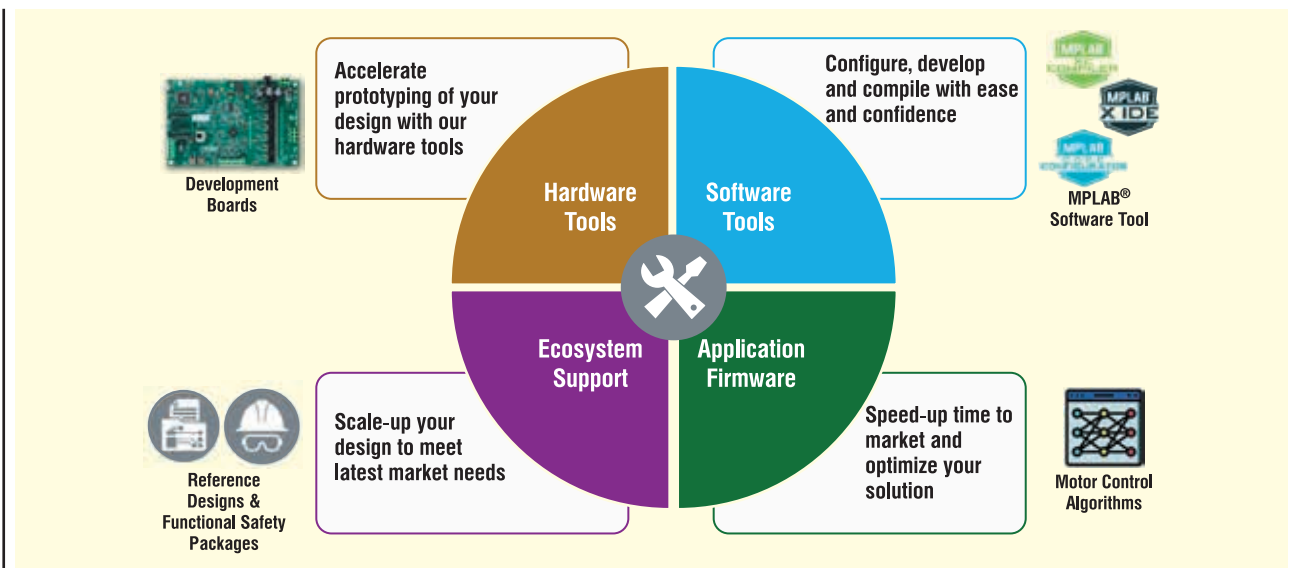


Рис. 5. Комплексна екосистема ПЗ та інструментів для апаратної розробки в галузі керування двигунами

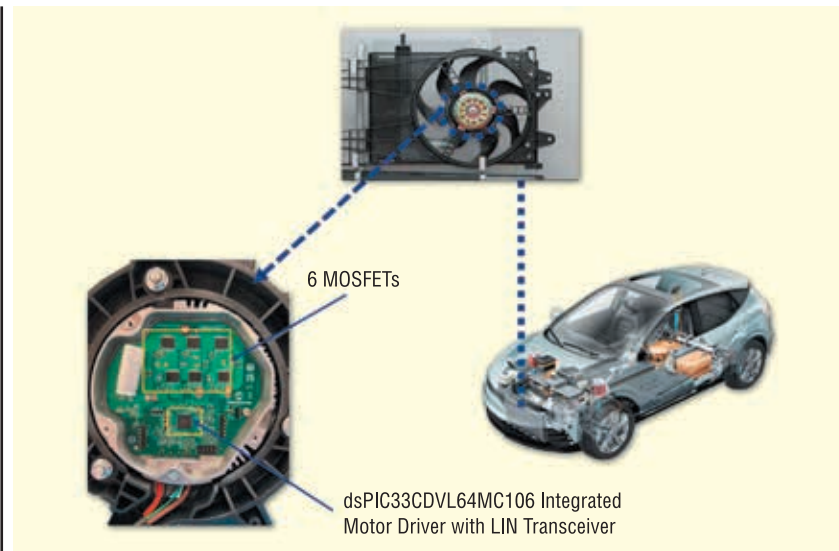


Рис. 6. Референсний проєкт для автомобільного вентилятора охолодження, що використовує dsPIC33CDVL64MC106 з інтегрованим драйвером двигуна та LIN-трансивером

Motor Control Starter Kit (MCSK) та *MCLV-48V-300W Development Board* — дві нові плати розробки на базі dsPIC33 з інтегрованими драйверами двигунів, що пропонують гнучкі можливості керування та швидке прототипування.

Програмний інструмент *MPLAB® motorBench® Development Suite* з графічним інтерфейсом (GUI), що надається безкоштовно, допомагає автоматично визначити ключові параметри двигуна, налаштувати коефіцієнти ПІД-регуляторів і генерувати вихідний код. Остання версія v2.45 пропонує нову функцію Zero-Speed/Maximum Torque (ZS/MT), яка максимізує крутний момент двигуна без необхідності використання датчиків Холла чи магнітних сенсорів.

Microchip також пропонує безкоштовні *MPLAB® Device Blocks* для MATLAB® Simulink®, які дають змогу генерувати оптимізований код із моделей для dsPIC DSC та інших MCU Microchip. Портфель референсних проєктів на базі dsPIC DSC для керування двигунами, що постійно розширюється, містить численні готові до використання рішення, що пришвидшують розробку. На рисунку 6 наведено приклад референсного проєкту для автомобільного вентилятора охолодження, що використовує dsPIC33CDVL64MC106 з інтегрованим драйвером двигуна та LIN-трансивером.

Детальнішу інформацію про інтегровані драйвери двигунів на базі dsPIC DSC можна знайти на відповідній вебсторінці: [dsPIC® DSC-Based integrated motor drivers](#).

ВИСНОВОК

Майбутнє керування двигунами обіцяє захопливі перспективи, адже технології продовжують еволюціонувати. Системи керування двигунами стають дедалі ефективнішими, інтелектуальнішими, точнішими та більш взаємопов'язаними. Постійні дослідження і розробки, а також вдосконалення напівпровідникових технологій, алгоритмів керування та системної інтеграції сприятимуть подальшому підвищенню складності систем керування двигунами як в апаратному, так і в програмному аспектах.

Зі зростанням апаратної складності зростає попит на інтегровані драйвери двигунів, що містять контролер, трифазний драйвер MOSFET та засоби комунікації. Така інтеграція сприятиме забезпеченню високої потужності і точності, що робить їх придатними для широкого спектру застосувань — від промислового обладнання до електромобілів. Завдяки наявності комунікаційних інтерфейсів ці інтегровані драйвери можна без проблем упроваджувати у мережеве середовище, що робить можливим дистанційне керування та моніторинг.

Інтегровані драйвери двигунів від Microchip Technology — це комплексне рішення для керування двигунами, що пропонує високу продуктивність, адаптивність та підключення. Вони є яскравим прикладом відданості компанії Microchip впровадженню інноваційних та ефективних рішень, які відповідають постійно мінливому технологічному ландшафту.

ІНТЕГРОВАНА ТА КОМПАКТНА МІКРОСХЕМА ДЛЯ СИСТЕМОЇ БАЗИ CAN FD ДЛЯ ЗАСТОСУВАНЬ З ОБМЕЖЕНИМ ПРОСТОРОМ

Збільшення кількості підключених пристроїв на автомобільному та промисловому ринках стимулює попит на рішення дротового зв'язку з вищою пропускну здатністю, меншою затримкою та підвищеною безпекою. Надійні та безпечні комунікаційні мережеві рішення є життєво важливими для передавання та обробки даних за призначенням. Компанія **Microchip Technology** оголосила про випуск нового сімейства системних базових мікросхем (System Basis Chips, SBC) ATA650x CAN FD з повністю інтегрованим високошвидкісним CAN FD трансивером і 5-V стабілізатором напруги з низьким падінням напруги (Low-Drop Voltage, LDO), які доступні в компактних 8-, 10- і 14-контактних корпусах.

SBC з інтерфейсом CAN FD ATA650x мають мініатюрні розміри: 2 мм × 3 мм для корпусів VDFN8, 3 мм × 3 мм для корпусів VDFN10 і 3 мм × 4.5 мм для корпусів VDFN14. Завдяки вбудованому високошвидкісному трансиверу CAN FD, SBC підтримують швидкість передачі та приймання даних до 5 Мбіт/с.

Надійне рішення для застосування в умовах обмеженого простору і низького енергоспоживання, ці SBC демонструють дуже низьке енергоспоживання, а типовий струм очікування складає всього 15 мкА. SBC ATA650x дозволяють керувати напругою живлення V_{CC} за допомогою сигналів шини, що зменшує споживання струму автомобільними електронними блоками керування (Electronic Control Unit, ECU). Для подальшого зниження енергоспоживання SBC можуть відключати живлення мікроконтролера, вимикаючи LDO в сплячому режимі.

Функції безпеки, доступні в пристроях ATA650x, містять функції відмовостійкості, захисту та діагностики для забезпечення надійного зв'язку по шині в сучасних мережах. Пристрої ATA650x, розроблені для захисту від електростатичного розряду (Electrostatic Discharge, ESD) і оснащені функціями електромагнітної сумісності (Electromagnetic Compatibility, EMC), є надійними рішеннями для застосування в суворих умовах експлуатації.

www.microchip.com

Перспективи розвитку технології виявлення та розпізнавання об'єктів із нелінійними електричними властивостями в маскувальних середовищах

Застосування технології виявлення та розпізнавання об'єктів з нелінійними електричними властивостями в маскувальних середовищах (середовищах з великим відсотком природніх завод), попри можливість отримання радіолокаційних зображень, не дає змоги однозначно ідентифікувати позначки цілей, які спостерігаються. У статті подано загальну характеристику проблемних питань, пов'язаних із розпізнаванням об'єктів за радіолокаційними зображеннями, і запропоновано перспективні шляхи їхнього розв'язання.

Серед технічних засобів виявлення та просторової локалізації об'єктів, що містять елементи з нелінійними електричними властивостями (ОНЕВ), найбільшого поширення набули нелінійні радіолокаційні станції (НРЛС). Вони успішно використовуються під час розв'язання широкого кола завдань, починаючи від загальних наукових і закінчуючи суто прикладними. Серед них — виробнича дефектоскопія, пошук вибухових пристроїв з електронним управлінням підриву, радіомоніторинг господарських угідь із можливим місцезнаходженням заіржавілих бомб, фугасів, мін тощо, пошук малогабаритних автономних радіоелектронних засобів несанкціонованого знімання інформації, застосування спеціальних медичних радіомаркерів, маркування та контроль руху товарів на підприємствах та складах, пошук людей, які зазнали лиха, визначення місцеположення технічних засобів, що потерпіли катастрофу, пошук захованих металевих конструкцій, запобігання зіткненню автомобілів, посадка літальних апаратів на аеродроми без авіадиспетчера, стеження за рухомими об'єктами, на яких виникають випадкові контакти електропровідних елементів конструкції, проведення огляду на пунктах пропуску тощо.

Однак у низці випадків потрібні більш ефективні засоби, особливо під час вирішення таких завдань, як інформаційна безпека, порятунок людей, які зазнають лиха, і боротьба з тероризмом (рис. 1).

Для підвищення ефективності пропонується комплексувати принципи радіобачення та нелінійної радіолокації.

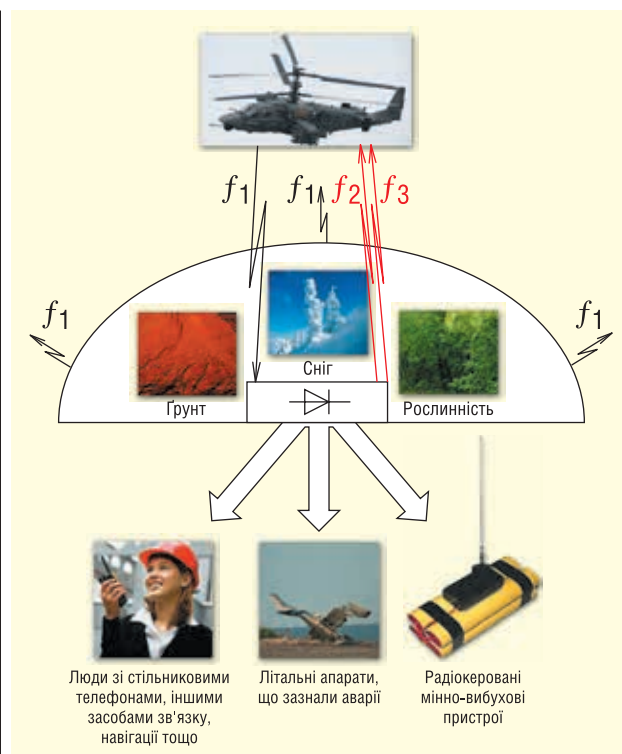


Рис. 1. Застосування технології виявлення та розпізнавання ОНЕВ в маскувальних середовищах на частоті зондувального сигналу f_1 , його другої f_2 і третьої f_3 гармонік

Це дає змогу вести мову про технологію виявлення і розпізнавання ОНЕВ, яка може бути реалізована на практиці в нелінійній радіолокаційних станціях із синтезованою апертурою антени (НРСА). До теперішнього часу теоретична складова розглянутого підходу в нелінійній радіолокації представлена досить широко. Подібне вдосконалення технічних засобів нелінійної радіолокації в досліджуваній науково-технічній галузі повністю відповідає тенденції, загальній для радіолокації загалом, яка полягає в переході до радіобачення, під яким розуміють виявлення, визначення просторового положення і розпізнавання об'єктів спостереження в радіодіапазоні з детальною оптичних систем.

Застосування технології виявлення і розпізнавання ОНЕВ в маскувальних середовищах характеризується такими важливими перевагами.

По-перше, комплексування принципів радіобачення і нелінійної радіолокації одночасно забезпечує високу кутову роздільну здатність і збільшення дальності виявлення об'єктів.

По-друге, сформоване радіолокаційне зображення (РЛЗ) має підвищену інформативність, оскільки є суперпозицією вхідних сигналів системи оброблення на носійній частоті зондувального сигналу $f_1 = f_0$, а також частотах гармонік $f_2 = 2f_0$ і $f_3 = 3f_0$. Тут зміна кольоропередавання РЛЗ на частотах $2f_0$ і $3f_0$ дає наочне уявлення про розташування об'єктів із нелінійними електричними властивостями відносно елементів навколишнього простору (рис. 2).

По-третє, пошук, виявлення і просторова локалізація ОНЕВ забезпечуються як на відкритій місцевості, так і в маскувальних середовищах (у рослинності, у різних спорудах, під завалами, шаром снігу або ґрунту) незалежно від ступеня освітленості та погодних умов.

По-четверте, незначні маса і геометричні розміри дають змогу встановлювати їх на різні типи носіїв, зокрема малогабаритні безпілотні літальні апарати (БЛА).

Однак отримане НРСА радіолокаційне зображення, що є розподілом нелінійної ефективної площі розсіювання на площині в координатах «дальність — поперечна дальність», хоча й містить докладну інформацію про стан спостережуваних ОНЕВ у момент зондування, саме по собі нічого не дає — необхідне додаткове опрацювання радіолокаційних сигналів гармонік в інтересах розв'язання задачі розпізнавання та формулювання висновків щодо приналежності об'єкта до того чи іншого типу (класу) цілей. У цьому контексті формування РЛЗ є лише одним з етапів вилучення інформації про об'єкти, що спостерігаються, де найскладнішим буде процес їхнього розпізнавання.

Результати розпізнавання ОНЕВ на РЛЗ надалі можуть скласти основу операцій їхньої класифікації, встановлення взаємозв'язку з іншими об'єктами, забезпечити виконання процедур оцінювання основних кількісних характеристик електрофізичних параметрів, визначення стану та характеру функціонування радіолокаційних цілей, що спостерігаються.

Попри широкі дослідження, проведені в галузі нелінійної радіолокації, наразі наявні знання зосереджені здебільшого в галузі теоретичних досліджень. При цьому відсутній адекватний опис алфавіту й ознак розпізнавання об'єктів із нелінійними електричними властивостями, які можуть скласти основу математичного та програмного забезпечення перспективних нелінійних РЛС із повною автоматизацією процесу функціонування, починаючи від формування зондувального сигналу (ЗС) і закінчуючи видачею оператору готового результату для ухвалення рішення. Це свідчить про важливість, своєчасність та актуальність детального опрацювання питань, так чи інакше пов'язаних із розпізнаванням об'єктів у нелінійній радіолокації.

Очевидно, між можливістю радіобачення на гармоніках зондувального радіолокаційного сигналу, з одного боку, і математичним забезпеченням сучасних нелінійних локаторів для ідентифікації ОНЕВ, яке не дає змоги розв'язувати задачі багатоальтернативного розпізнавання цілей на сформованих радіолокаційних зображеннях, — з іншого, є наукова суперечність. Її подолання вимагає розв'язання прагматичної проблеми наукового обґрунтування та експериментального підтвердження працездатності методів, моделей і методик формування ознакового простору ОНЕВ, які є базовим

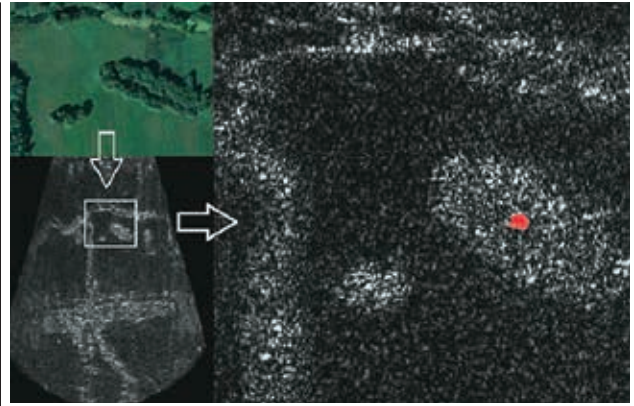


Рис. 2. Радіолокаційне зображення підвищеної інформативності

компонентом математичного та програмного забезпечення технічних засобів нелінійної радіолокації та дають змогу в умовах переходу до радіобачення ефективно розв'язувати задачі розпізнавання цілей, що візуалізуються на РЛЗ.

Звідси випливає необхідність у дослідженнях, що мають на меті обґрунтування та розроблення технічних і алгоритмічних рішень, спрямованих на досягнення практичної реалізованості автоматичного розпізнавання цілей НРСА, а також оцінку ефективності результатів досліджень і формулювання основних рекомендацій щодо їх практичного використання.

Для досягнення зазначеної мети необхідно визначити основні шляхи вдосконалення системи оброблення сигналів, що забезпечують розширення інформаційних можливостей технічних засобів нелінійної радіолокації, обґрунтувати раціональні способи оброблення радіолокаційних сигналів гармонік і формування набору суттєвих ознак, що характеризують відмінності між цілями, розробити алгоритми ухвалення рішень щодо класифікації виявлення ОНЕВ із можливістю одночасного нарощування простору ознак розпізнавання та провести експеримент з їх класифікацією.

Суть розпізнавання тут полягає в тому, щоб установити приналежність ОНЕВ до певного типу (класу) завдяки аналізу радіолокаційних сигналів гармонік, які розсіяні цілями й містять інформацію про їхні характерні особливості. У цих умовах для якісного розпізнавання об'єктів, що містять елементи з нелінійними електричними властивостями, необхідне апіорі вірогідне формування ознак, що характеризують відмінності між цілями, і вибір найсуттєвіших із них із конкретизацією сфер їхнього визначення та врахуванням параметрів функціонування застосовуваних технічних засобів.

Водночас усупереч відсутності принципових обмежень, опис простору ознак розпізнавання ОНЕВ пов'язаний із низкою труднощів технічного й технологічного характеру. Найсуттєвішими серед них є такі.

По-перше, функціонування нелінійних РЛС тільки на другій або тільки на третій гармоніці ЗС зумовлює неможливість розпізнавання ОНЕВ без застосування спеціальних заходів. Річ у тім, що відмінності електрофізичних властивостей напівпровідникових компонентів радіоелектронної апаратури та контактних з'єднань типу «метал-окис-метал» однозначно визначають інтенсивність тих чи інших частотних складових спектра розсіяного радіолокаційного сигналу, і порівняння рівнів сигналів другої й третьої гармонік, які приймають НРЛС, дає змогу сформулювати висновок про передбачуваний тип нелінійності об'єкта, за яким ведеться спостереження. В умовах, коли порівняння неможливо реалізувати

лізувати, може знадобитися, наприклад, аналіз людиною-оператором коливань звукових частот, що отримуються завдяки виділенню обвідної сигналу радіолокаційного сигналу, який приймає НРЛС.

По-друге, відсутні реальні зразки НРЛС із реалізованим режимом синтезування апертури антени. Це робить неможливим проведення безпосередніх натурних експериментів і ускладнює інтерпретацію результатів, які отримують непрямим шляхом завдяки комп'ютерному моделюванню та імітації процесу виявлення ОНЕВ у лабораторних умовах спеціально сконструйованим макетом, що послідовно виконує основні процедури формування радіолокаційних зображень на частотах другої та (або) третьої гармонік ЗС.

По-третьє, під час розсіювання ОНЕВ радіолокаційних сигналів гармонік не виконується принцип суперпозиції. Якщо припустити, що НРСА опромінює об'єкт двома монохроматичними сигналами з амплітудами S_{01} , S_{02} і початковими фазами φ_{01} , φ_{02} на частотах f_{01} і f_{02} відповідно (одним на частоті другої гармоніки ЗС, іншим — на частоті третьої гармоніки):

$$s_1(t) = S_{01} \cos(2\pi f_{01} t + \varphi_{01}), \quad (1)$$

$$s_2(t) = S_{02} \cos(2\pi f_{02} t + \varphi_{02}), \quad (2)$$

то результат формування розсіяного сигналу за ідеально квадратичної вольтамперної характеристики ОНЕВ:

$$i(t) = k_n s_n^2(t), \quad (3)$$

де $s_n(t) = s_1(t) + s_2(t)$ — сигнал, що падає на ОНЕВ (зондувальний сигнал); $i(t)$ — струм, сформований у колах ОНЕВ; k_n — деякий коефіцієнт пропорційності, який залежить від електрофізичних властивостей об'єкта, що описуватиметься виразом:

$$\begin{aligned} i(t) &= k_n (S_{01} \cos(2\pi f_{01} t + \varphi_{01}) + S_{02} \cos(2\pi f_{02} t + \varphi_{02}))^2 = \\ &= k_n S_{01}^2 (\cos(2\pi f_{01} t + \varphi_{01}))^2 + 2k_n S_{01} S_{02} \cos(2\pi f_{01} t + \varphi_{01}) \cos(2\pi f_{02} t + \varphi_{02}) + \\ &+ k_n S_{02}^2 (\cos(2\pi f_{02} t + \varphi_{02}))^2 = \\ &= k_n / 2 (S_{01}^2 + S_{02}^2) + k_n S_{01} S_{02} \cos(2\pi(f_{01} - f_{02})t + \varphi_{01} - \varphi_{02}) + \\ &+ (k_n S_{01}^2) + 2\cos(4\pi f_{01} t + 2\varphi_{01}) + k_n S_{01} S_{02} \cos(2\pi(f_{01} + f_{02})t + \varphi_{01} + \varphi_{02}) + \\ &+ (k_n S_{02}^2) / 2\cos(4\pi f_{02} t + 2\varphi_{02}). \end{aligned} \quad (4)$$

Як показує аналіз правої частини виразу (4), сума двох одностотних сигналів породжує п'ять спектральних складових у розсіяному сигналі на частотах 0, $f_{01} - f_{02}$, $f_{01} + f_{02}$, $2f_{01}$ і $2f_{02}$.

Очевидно, за одночасного впливу на ОНЕВ суми сигналів відгук на кожен із них залежить від характеру та інтенсивності інших сигналів. Якщо додати до цього апріорну невизначеність щодо характеру нелінійності ОНЕВ, завдання аналітичного опису розсіяних цілями електромагнітних коливань істотно ускладнюється.

По-четверте, процес нелінійного перетворення радіолокаційних сигналів не обмежується одним лише збагаченням їхнього спектрального складу. Неминуче присутні при цьому негативні чинники (поглинання слабкого сигналу сильним, перекресні спотворення, інтермодуляція та амплітудно-фазова конверсія) спотворюють обвідну:

$$S_p(t) = G(t) s_1(t) = G(t) S_{01} \cos(2\pi f_{01} t + \varphi_{01}), \quad (5)$$

де $G(t)$ — деяка притаманна ОНЕВ модульовальна (спотворювальна) функція, і вимагають обґрунтовано відповісти на запитання, у якій ділянці опрацювання сигналів буде найбільш раціональним — у тимчасовій чи в частотній. Крім того, згідно з рівністю Парсеваля:

$$\int_{-\infty}^{\infty} s_p^2(t) dt = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} |\dot{S}_p(j\omega)|^2 d\omega, \quad (6)$$

де $\dot{S}_p(j\omega)$ — спектр сигналу $s_p(t)$, за однієї й тієї самої енергетики радіолокаційного сигналу залежно від обраного способу оброблення, застосованого технічного рішення та безпосередньо оброблюваного інформативного параметра виходять результати, які вельми істотно різняться між собою.

По-п'яте, спектр прийнятого радіолокаційного сигналу не є нескінченним. Він зосереджений в околицях другої і третьої гармонік ЗС і визначається смугою пропускання приймача НРЛС. Цей факт зумовлює ухвалення рішень щодо типів нелінійностей об'єктів, що спостерігаються, із залученням підходів, які передбачають відновлення, наприклад, часових залежностей із використанням зворотного перетворення Фур'є за обмеженими спектральними емпіричними даними.

По-шосте, жорсткі обмеження масо-габаритних показників, що визначаються як використанням НРЛС у поточному форматі, так і розміщенням на мобільній базі (наприклад, на борту БЛА), диктують необхідність обґрунтування теоретичних положень та розроблення з опорою на них нових технічних рішень із модернізації апаратної частини техніки нелінійної радіолокації завдяки використанню прогресивних досягнень у галузі технологій виробництва радіоелектронної апаратури та її елементів, висування необхідних вимог до обчислювальних засобів і програмного забезпечення, а також заміни сукупності наявних антен для випромінювання носійної частоти ЗС f_0 і приймання ехо-сигналів гармонік ($2f_0$, $3f_0$), конструктивно об'єднаних у єдиному блоці, на одну універсальну малогабаритну приймально-передавальну надширокопосмугову антену.

Таким чином, розв'язання перерахованих труднощів у доступній для огляду перспективі дасть змогу створити математичне, алгоритмічне та програмне забезпечення, необхідне для впровадження в технологію виявлення й розпізнання ОНЕВ в маскувальних середовищах повного циклу опрацювання інформації про об'єкти дистанційного зондування аж до їхнього автоматичного розпізнання в масштабі часу, близькому до реального. Така технологія насамперед потрібна в МО, МВС і МНС через те, що є універсальним засобом розв'язання завдань, які дотепер залишалися або такими, які важко розв'язувати, або такими, які не розв'язуються зовсім. **СН**

НОВИЙ TFT LCD ДИСПЛЕЙ ДЛЯ ПРОМИСЛОВИХ ЗАСТОСУВАНЬ

Компанія **Winstar** представила новий високопродуктивний 2.8-дюймовий TFT LCD модуль WF28KTZAJDNG0, спеціально розроблений для промислових застосувань. WF28KTZAJDNG0 оснащений проекційно-емнісною сенсорною панеллю (PCAP) і технологією O-Film, яка забезпечує широкі кути огляду. TFT дисплей обладнаний драйвером ST7789V і підтримує SPI інтерфейс для швидкої та надійної передачі даних. Сенсорна панель базується на драйвері CF1124 і підтримує інтерфейс I²C, забезпечуючи плавну та чутливу роботу сенсора з підтримкою одного дотику.

Розроблений для роботи у складних умовах промислового середовища, WF28KTZAJDNG0 ідеально підходить для таких застосувань, як портативні медичні монітори.

Номенклатура продукції складається з символічних, графічних і кольорових PKI, TAB, COG, TFT та OLED індикаторів.

www.winstar.com.tw



www.eurocom-c.com
info@eurocom-c.com
044 33 44 575

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



Вимірювання сили струму навантаження за допомогою ІС цифрового керування електроживленням по шині PMBus

Частина 2

Міхаель Пітерс (Michael Peters)

ТОЧНІСТЬ

Вимірювання струму є точним лише настільки, наскільки точні його складові. У більшості систем точність важлива для діапазону струмів від середніх до сильних. У деяких системах потрібна хороша точність при малому навантаженні; це означає, що сигнал у вимірювальній колі дуже малий. Ми можемо виділити чотири складові, що впливають на точність: вимірювальний елемент, компонування плати, підсилювач сигналу і внутрішні вимірювальні кола мікросхеми.

Перш ніж докладніше розповісти про точність, необхідно дати визначення терміна TUE. Повно нескоригована похибка, або TUE (*Total Unadjusted Error*) — це специфікація, зазначена в технічному описі на кожну ІС сімейства LTC297x. Нормується TUE окремо для вимірювання напруги та струму. TUE — це сумарна похибка, що містить похибку внутрішнього джерела опорної напруги (ДОН), похибки коефіцієнтів передавання та зміщення буферних і підсилювальних каскадів, які перебувають у внутрішніх колах між входами V_{SENSE} або I_{SENSE} і цифровою частиною мікросхеми. TUE — це найгірша похибка у відсотках від показань READ_IOUT або READ_VOUT у всіх режимах роботи ІС і в усьому допустимому діапазоні температур. Вона усуває ускладнені обчислення окремих складових усередині ІС, що впливають на точність, як-от похибки V_{REF} ($V_{ДОН}$) і аналого-цифрового перетворювача (АЦП). Зовнішні компоненти — струмовимірювальні підсилювачі та резистори, що відносяться до них, шунти,

омічний опір обмотки дроселя, а також сигнал I_{MON} вносять свої власні похибки і повинні враховуватися в загальному бюджеті похибок.

Як було сказано раніше, найкращу точність має резистивний вимірювальний елемент, розміщений у вихідному колі (колі навантаження). Зазвичай задається допуск його опору ($R_{зм}$) в 1%. Такі резистори недорогі та доступні. Діапазон опорів зазвичай становить від 0.5 мОм до десятків мОм. Щоб визначити потрібний опір, необхідно враховувати діапазон струму, що становить інтерес, і бажану точність на обох межах цього діапазону. Під час протікання струму через $R_{вимір}$ на ньому виникає невелике падіння напруги, ΔV . Це саме той сигнал, який необхідно виміряти та перерахувати в силу струму за законом Ома. Бажано отримати досить сильний сигнал для хорошої точності при малому навантаженні; однак при великих навантаженнях виникне значне падіння напруги, що може негативно позначитися на характеристиках живлення. Ми припускаємо, що напругу негативного зворотнього зв'язку (НЗЗ) для стабілізатора знімають із самого навантаження, тобто коло НЗЗ під'єднано прямо до

його полюсів. Тоді враховується будь-яке падіння напруги у вихідному колі стабілізатора — як у провіднику, що живить навантаження, так і у зворотному шляху струму (у «землі»). Шунт $R_{вимір}$ розташований всередині петлі НЗЗ стабілізатора. У неї також включений і будь-який друкований провідник плати, що вносить у коло навантаження своє падіння напруги.

Далі наведено приклад, що стосується точності. Припустимо, джерело електроживлення розраховане максимум на 10 А і потрібна хороша точність за малих струмів, не нижче 100 мА. Рекомендується вибирати падіння напруги на шунті при номінальному навантаженні не вище 50 мВ. Якщо шунт охоплений петлею зворотного зв'язку, ви можете допустити більше падіння напруги на ньому. Недоліком такого великого сигналу є втрата енергії у вимірювальному елементі. Це основний компроміс при виборі опору шунта. $R_{вимір}$ розраховується за напругою сигналу при номінальному струмі навантаження — у нашому прикладі це 50 мВ/10 А або 5 мОм. Припустимо, ми обираємо опір вимірювального резистора 5 мОм з допуском 1%.

Похибка при цьому становитиме 1% (допуск резистора) + 0.3% (TUE з тех-

Таблиця 2. Розрахована точність вимірювання струму

Струм навантаження	Напруга сигналу	TUE для LTC2972/2974/2975	Допуск резисторашунта, %	Похибка READ_IOUT, %	Похибка READ_IOUT, мА
				відносна	абсолютна
100 мА	500 мкВ	60 мкВ	1	±13	±13
100 мА	500 мкВ	60 мкВ	0.1	±12.1	±12
10 А	50 мВ	0.3%	1	±1.3	±130
10 А	50 мВ	0.3%	0.1	±0.4	±40

* Закінчення. Початок див. CHIP NEWS, № 9, 2024.

Таблиця 3. Розрахована похибка вимірювання за допомогою IC LTC2977/LTC2979/LTC2980/LTM2987 із зовнішнім струмовимірювальним підсилювачем (біт `adc_hires = 0`)

Струм навантаження	Напруга сигналу (на шунті)	$K_{\text{підс}}$	Напруга на вході V_{SENSE}	TUE, %	Похибка струмовимірювального підсилювача, %	Похибка результату READ_VOUT, %	Похибка, приведена до струму навантаження, mA
						відносна	абсолютна
100 mA	500 мкВ	20	10 мВ	25	17	±42	±42
100 mA	500 мкВ	100	50 мВ	5	17	±22	±22
10 A	50 мВ	20	1 В	0,25	0,17	±0.42	±42
10 A	50 мВ	100	5 В	0.25	0.17	±0.42	±42

нічного опису) або 1.3% — за умови напруги сигналу понад 20 мВ для мікросхем LTC2972/LTC2974/LTC2975, що відповідає струмам навантаження більше ніж 4 А. При напрузі сигналу нижче 20 мВ зазначена TUE становить ± 60 мкВ. При струмі навантаження 100 mA на шунті створюється сигнал, що дорівнює $0.1 \times 0.005 = 500$ мкВ. При малому навантаженні похибка набагато вища: тут вона дорівнює $\pm 12\%$ ($60 \text{ мкВ}/500 \text{ мкВ}$) і в ній переважає TUE, а допуск резистора (шунта) слабо впливає на точність. Абсолютна похибка, яку він вносить, становить лише ± 12 mA. TUE пояснюється похибками внутрішнього ДОН і АЦП. Вибір резистора з меншим допуском забезпечує набагато кращу точність (табл. 2).

Попереднє обговорення стосується більшості мікросхем сімейства LTC297x за напруги на лініях живлення нижче 6 В, коли виводи ISENSE IC LTC2972/LTC2974/LTC2975 можна під'єднати безпосередньо до вимірювального елемента, уникаючи застосування зовнішнього струмовимірювального підсилювача. Якщо напруга на лінії живлення вища за 6 В, то для більшості мікросхем сімейства такий підсилювач необхідний. Винятком є IC LTC2971, вона допускає безпосереднє під'єднання виводів ISENSE до лінії під напругою до ± 60 В. TUE у LTC2971 становить 0.6%, що вдвічі більше, ніж у LTC2972, LTC2974 і LTC2975, проте її виводи IOOUT_SNS можна під'єднати безпосередньо до вимірювальних резисторів під напругою до ± 60 В.

Застосовуючи мікросхеми LTC2977, LTC2979, LTC2980, LTM2987 для вимірювання вихідного струму (у навантаженні) при напрузі живлення вище 6 В, можна подавати сигнал з несиметричного виходу струмовимірювального підсилювача на виводи V_{SENSE} . Можна використовувати будь-який канал, а біт `adc_hires` потрібно залишити нульовим за замовчуванням. Результат вимірювання вихідного струму зчитується з регістра READ_VOUT і має перерахуватися з вольт в ампер. Важливо розуміти, що на вході V_{SENSE} ви маєте у своєму розпорядженні більший динамічний діапазон сигналу, ніж обмежений розмахом у 170 мВ діапазон на вході I_{SENSE} мікросхем LTC2974/LTC2975. Це дає змогу підвищити коефіцієнт підсилення струмовимірювального підсилювача — $K_{\text{підс}}$ для отримання більшої напруги сигналу, оскільки на вивід V_{SENSE} можна подати до 6 В ($V_{\text{SENSE}} \ll V_{\text{SENSE}}^{\text{макс}}$ «заземлений»). Параметр, який слід враховувати, — це вхідна напруга зміщення струмовимірювального підсилювача ($V_{\text{зміщ}}$). Саме $V_{\text{зміщ}}$ помножена на коефіцієнт підсилення $K_{\text{підс}}$ задає похибку зміщення на виході струмовимірювального підсилювача. Якщо $V_{\text{зміщ}}$ становить 85 мВ (LTC6101), а коефіцієнт підсилення $K_{\text{підс}}$ дорівнює 100, похибка зміщення на виході може досягати 8.5 мВ. TUE для входу V_{SENSE} за сигналу нижче 1 В становить 2.5 мВ, вище 1 В — 0.25%. Коефіцієнт підсилення $K_{\text{підс}}$ потрібно встановити низьким, щоб звести до мінімуму похибку зміщення на виході, але водночас досить високим, щоб використати переваги великого динамічного діапазону входу V_{SENSE} . За такого $K_{\text{підс}}$ похибка, внесена струмовимірювальним підсилювачем, є фіксованою адитивною, в районі одиниць мВ. Похибка,

приведена до сили вихідного струму, показана в останньому стовпчику таблиці 3, яка ілюструє приклад $R_{\text{вимір}} = 5$ мОм.

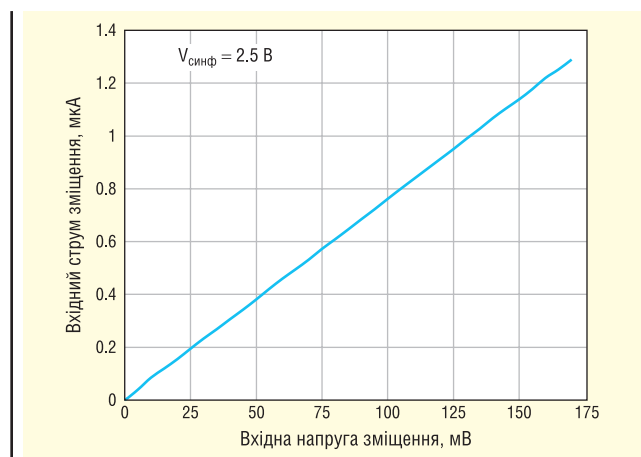
У таблиці 3 наочно показано, що зовнішні струмовимірювальні підсилювачі забезпечують доволі хорошу точність за високих напруг сигналу на шунті, але вносять велику похибку за низьких рівнів сигналу.

Точне вимірювання струму стає можливим за досить високої напруги сигналу. Ця напруга ΔV , що отримується від вимірювального елемента, має бути досить високою, щоб перевищити будь-які шуми, завади та помилки, які вносяться самою мікросхемою та іншими джерелами, такими як компонування ДП. Оцініть відношення сигнал/шум (SNR), перед цим визначившись, наскільки важлива для вас точність при малому навантаженні. Оптимальне відношення сигнал/шум можна розрахувати з урахуванням найнижчої напруги сигналу, що забезпечує прийнятну точність щодо найменшої сили струму в діапазоні вимірювання.

Для досягнення найвищої точності найкраще створити найбільший можливий сигнал і звести до мінімуму похибки від компонентів і компонування ДП. Тобто використовувати високий опір $R_{\text{вимір}}$ з малим допуском. Також можна розглянути варіант калібрування зчитуваного результату вимірювання. За відомої сили струму навантаження візьміть значення READ_IOUT, відкоригуйте параметр IOOUT_CAL_GAIN, щоб звести до мінімуму похибку в результатах вимірювання, що зчитуються, збережіть усі змінні параметри в EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*) мікросхеми через команду STORE_USER_ALL.

Точність вимірювання за допомогою шунта

Перевага методу вимірювання за допомогою шунта полягає в тому, що він точніший, ніж метод з омичним опором обмотки дроселя (DCR), оскільки допуск резистора-шунта зазвичай близько 1% або нижче. Його температурний коефіцієнт опору досить низький порівняно з коефіцієнтом для опору

Рис. 10. Характеристика струму зміщення на вході I_{SENSE}

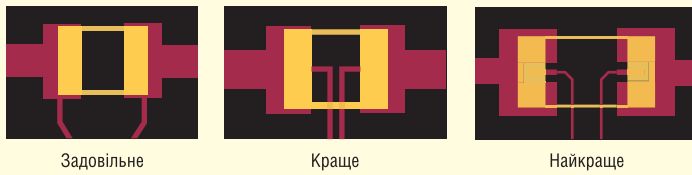


Рис. 11. Варіанти компоновки резисторів-шунтів на платі

обмотки. Однак навіть якщо ви купите резистори з дуже малим допуском, перевагу можна звести нанівещь неправильним компонованням ДП і паянням.

Недолік цього методу в тому, що він вносить втрати через падіння напруги на шунті. Від цього виділяється тепло і знижується напруга у вихідному колі (на навантаженні). Як згадувалося раніше, вплив падіння напруги на шунті значною мірою послаблюється завдяки розміщенню шунта всередині петлі H33, що дає змогу контуру регулювання стабілізатора зменшити втрату напруги на навантаженні до незначного рівня.

Резистори R_{ϕ} мають бути рівного опору, тоді напруга зміщення нуля на вході з'явиться тільки через вхідний струм зміщення IC LTC297x. Непідібрані пари резисторів R_{ϕ} , коли по них тече вхідний струм IC, вносять похибку виключно через свої допуски. Як правило, їхні опори обирають нижче 1 кОм (рис. 10).

КОМПУВАННЯ

Неважливо, чи плануєте ви використовувати для вимірювання струму дискретний вимірювальний резистор, чи опір обмотки дроселя — при великому навантаженні особливу роль відіграє компоновка. Воно має найбільший потенціал у зменшенні впливу падінь напруги в паяннях з'єднаннях, завдяки чому знімання сигналу з резистора може бути ефективним. Найкраще уникати таких під'єднань сигнальних провідників до контактних майданчиків резистора, за яких свій вплив мають падіння напруги між

точками знімання сигналу. Якщо ви порівняєте компоновання на рисунку 11, то в прикладі з під'єднанням сигнальних провідників до внутрішніх частин майданчиків вплив падінь напруги буде незначним або взагалі відсутнім, оскільки в цих ділянках майданчиків протікає слабкий струм або його зовсім немає. У «задовільному» компонованні сигнал схильний до впливу падінь напруги через те, що точки знімання сигналу (бічний бік майданчика) частково розташовані на шляху струму.

На ринку доступні 4-вывідні вимірювальні резистори (рис. 12). Вони мають два виводи для вмикання в силове коло і два виводи для знімання сигналу за схемою Кельвіна. Для варіантів застосувань, що вимагають хорошої точності вимірювання струмів понад 20 А (або близько того), існують 4-вывідні вимірювальні резистори з металевого сплаву, що мають опір аж до 100 мкОм. Для резисторів із вищим опором деякі виробники вказують менший допуск, ніж у низькоомних, тож ваш основний вибір при цьому — використовувати 1 мОм/0.1% або ж 400 мкОм/0.5%.

Застосування IC LTC2977/TC2979/LTC2980/LTM2987 для вимірювання вихідного струму

Можливості вимірювання струму у мікросхем LTC2977, LTC2979, LTC2980, LTM2987 обмежені. Їх можна налаштувати для вимірювання струму в непарних каналах, тобто в 1-м, 3-м, 5-м і 7-м каналах. При такому налаштуванні для каналу має бути встановлений режим з високою роздільною здатністю

(Hi-Res Mode) — це біт 9 у регістрі MFR_CONFIG_LTC2977. Режим дає змогу подавати на вивід V_{SENSEM} напругу до 6 В. Виводи V_{SENSEP} і V_{SENSEM} можна під'єднати до обмотки дроселя (у разі методу DCR) або резистора-шунта ($R_{\text{вимір}}$).

Парні канали не підтримують цю функцію, і напруга на виводі V_{SENSEM} (у каналах 0, 2, 4 і 6) має перебувати в діапазоні ± 100 мВ щодо «землі».

У цьому режимі єдина функція, що надається каналом, — це зчитування результату вимірювання струму для телеметрії. Встановлення біта `adc_hires` в «1» викидає вивід `VOUT_EN` і блокує всі види реакції на несправність (*Fault*) (рис. 13). Що стосується IC LTC2977, то, по суті, такий режим переводить канал у стан «вимкнено», і зчитується тільки напруга на вимірювальному елементі (у мВ).

Мікросхеми LTC2977, LTC2979, LTC2980, LTM2987 не мають зручного регістра `READ_IOUT`, а водночас і регістра для зберігання опору DCR або $R_{\text{вимір}}$. Замість нього використовується команда `READ_VOUT` для отримання необроблених значень диференціальної напруги сигналу. Контролеру (хосту) системи необхідно обчислити силу струму на основі цих значень, розділивши їх на опір вимірювального резистора (або обмотки). Зверніть увагу, що ці значення дано у форматі L11, а не L16. Якщо для зчитування використовується системний хост або ПЛІС (FPGA)/ЦП (CPU), вони повинні виконати математичні операції для перерахунку результатів вимірювання з мілівольт на мілі-

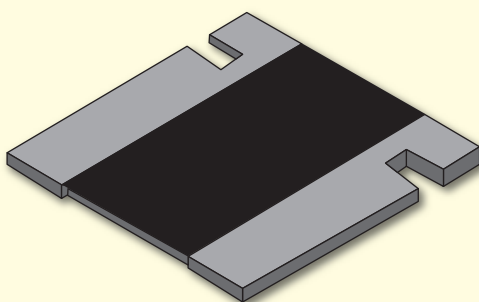


Рис. 12. Чотирививідний вимірювальний резистор

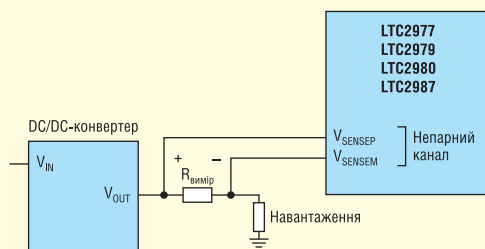


Рис. 14. При вимірюванні сили струму виводи V_{SENSE} використовуються для знімання диференціального сигналу

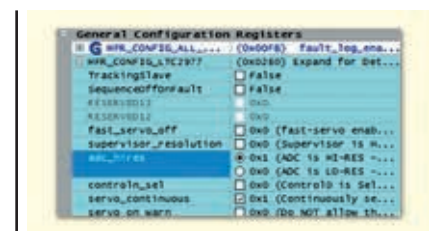


Рис. 13. Біт `adc_hires` у регістрі MFR_CONFIG

ампери або ампер (рис. 14). Нотатка щодо застосування AN135 містить приклад програмного коду для перерахунку шістнадцятикових чисел у форматі L11 у числа з рухомою крапкою.

ПЗ LTpowerPlay має зручну функцію, яка перетворює ці значення (у мВ) на результат вимірювання сили струму (у мА). Є масштабний коефіцієнт, який можна використовувати для отримання із вмісту регістра READ_VOUT скоригованого результату. Функція доступна у вкладці **Setup** у вікні **Config**.

Значення, введене в полі **VOUT Display Scaling**, має дорівнювати $1/R_{\text{вимір}}$. Якщо використовується зовнішній струмовимірювальний підсилювач, необхідно встановити масштабний коефіцієнт таким, що дорівнює $1/(K_{\text{підс}}/R_{\text{вимір}})$. Є поле **Display Units**, в якому можна змінити одиницю виміру з вольт на ампер, змінивши букву V на A. Ці зміни дають змогу відобразити перерахований результат вимірювання струму, який відповідає фактичній силі струму через опір вимірювального елемента в колі навантаження. Наприклад, якщо $R_{\text{вимір}}$ дорівнює 10 мОм (0.01 Ом), то VOUT Display Scaling дорівнює 100. Тепер регістр READ_VOUT повідомлятиме результат вимірювання в мА, зі співвідношенням 100 мА на кожний мВ сигналу, вимірюваного мікросхемою. У наведеному прикладі (рис. 15, 16) струм навантаження 592 мА протікає у лінії живлення з $R_{\text{вимір}}$ 10 мОм, а на мікросхему надходив сигнал 5.92 мВ.

Примітка. Масштабні коефіцієнти/поправки зміщення у вкладці **Setup** збе-

рігаються не в незалежну пам'ять мікросхеми, а у файли з розширенням .proj.

Оскільки диференціальна напруга сигналу ($V_{\text{SENSE}p_n} - V_{\text{SENSE}m_n}$, де n — номер каналу) обмежена діапазоном ± 170 мВ, вимірювальний елемент потрібно обирати таким чином, щоб падіння напруги на ньому не перевищувало цієї межі. На цих виводах допускається синфазна напруга до 6 В. Наприклад, якщо очікуваний струм навантаження до 3 А, то вимірювальний резистор 50 мОм забезпечує сигнал у 150 мВ, допускаючи підвищення сили струму до 3.4 А. Це чудово з погляду точності, тому що у вас є сильний сигнал, але 150 мВ — це досить велике падіння напруги в колі навантаження. У цьому полягає основний компроміс, з яким ви стикаєтесь під час вибору між точністю вимірювання струму і втратою напруги на навантаженні. Замикати петлю зворотного зв'язку слід завжди на навантаженні. Це дає змогу стабілізатору або контуру регулювання самої IC керування живленням коригувати вихідну напругу (на навантаженні), домагаючись її правильного значення.

Для прикладу, один із непарних каналів було виділено для вимірювання вихідного струму. Канал 7 вимірює вихідний струм $I_{\text{вих}}$ каналу 6, напруга живлення 3 В (рис. 17).

Коли непарні канали переведені в режим високої роздільної здатності АЦП (*Hi-Res Mode*), не можна використовувати вивід VOUT_EN і вимкнути функцію спостереження (*Supervisor Function*), тому неможливо швидко виявити перевантаження за струмом. Однак, можна спостерігати характер споживання струму (*Supervise Current*) у будь-якому каналі (в режимі низької роздільної здатності АЦП), якщо ви використовуєте струмовимірювальний підсилювач, а несиметричний сигнал з його виходу подає на вивід $V_{\text{SENSE}p}$. При цьому канал, якому належить цей вивід, виділяється для спостереження за вихідним сигналом струмовимірювального підсилювача. Затримка поширення сигналу визначатиметься сумою затримок у струмовимірювальному підсилювачі, затримок, що вносяться IC керування живленням, і будь-яких затримок, які можуть вносити пасивні компоненти (точніше — RC-кола). Затримка IC залежить від її налаштувань, від того, чи встановлено реакцію на несправність (*Fault Response*) як негайне вимкнення, чи вимкнення після витримки паузи, що підвищує несприйнятливості до завад (*Deglitched Off*), а також від налаштування числа затримок (*Delay Count*).

Channel	Value
U0:0 - LTC2977	1.2004 V
U0:1	1.5001 V
U0:2	1.8002 V
U0:3	1.9995 V
U0:4	2.5002 V
U0:5	2.7003 V
U0:6	2.9995 V
U0:7	+453.125 mA

Рис. 17. Показання READ_VOUT 7 каналу, перераховані в мА

СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА СПОЖИВАННЯМ СТРУМУ

Захист від перевантаження за струмом може бути бажаним на лініях, що живлять дорогі компоненти. У мікросхеми LTC2974/LTC2975 вбудовано схеми для спостереження вихідного струму (*Current Supervisors*). Спеціалізована апаратна частина дає змогу налаштувати канал на вимкнення, якщо ця схема виявить перевантаження за струмом (надструм; *overcurrent, OC*) або «просідання» струму (*undercurrent, UC*). Ці мікросхеми мають функцію спостереження як напруги, так і струму — інакше кажучи, канал буде вимкнено, якщо вихідна напруга або вихідний струм вийдуть за встановлені користувачем межі (рис. 18). Схеми спостереження за напругою і струмом усередині мікросхеми логічно об'єднані на вихід VOUT_EN. У таблиці 1 в [1] вказано всі мікросхеми розглянутого сімейства, що мають цю функцію.

Схеми спостереження за несправністю (*Fault Supervision*) є компараторами з вибіркою, пороговий рівень яких налаштовується користувачем. Вибірка компаратора проводиться кожні 12.1 мкс і на основі заданих користувачем налаштувань дає змогу знизити сприйнятливості до імпульсних завад (*Deglitch*). Схема спостереження зреагує тільки в тому разі, якщо несправність зберігається впродовж кількох послідовних проміжків часу (званих *delay_count*). По суті, це часовий фільтр. Можна вибрати до семи проміжків *delay_count*, що забезпечує затримку відгуку без завад (*Deglitch Response*) на надструм у 84 мкс, що дає змогу схемі не помічати швидких імпульсних завад, водночас виявляючи несправність, що дає триваліші сигнальні імпульси. Будь-які RC-фільтри,

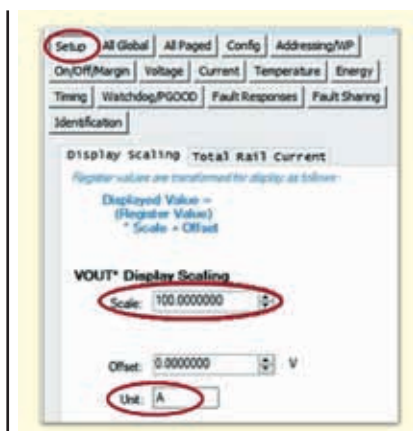


Рис. 15. Масштабування і зміна одиниць у вкладці **Setup**

Parameter	Value
MFR_VOUT_PEAK_LTC	+0.000 A
READ_VOUT	+592.041 mA
MFR_VOUT_MIN_LTC	+0.000 A

Рис. 16. У таблиці телеметрії тепер скориговане показання READ_VOUT (мА)

Parameter	Value
OUT_OC_FAULT_LIMIT	30.000 A
OUT_UC_FAULT_LIMIT	5.000 A
OUT_OC_FAULT_RESPONSE	0.000 A
OUT_UC_FAULT_RESPONSE	(User) Error
OUT_OC_FAULT_RESPONSE	(User) Deglitched Off Retry

Рис. 18. Межі вихідного струму $I_{\text{вих}}$ для видавання сигналу попередження або несправності

розміщені між навантаженням і мікросхемою, вносять додаткову затримку. Хоча фільтр і знижує амплітуду будь-яких імпульсних завод, він додає затримку до часу відгуку схеми спостереження. Пропонована в технічному описі постійна часу становить 1/10 частоти вибірки, але все ж вона не настільки велика, щоб затримка у фільтрі набагато перевищила час відгуку схеми спостереження. Для джерел електроживлення без імпульсних завод, які потребують швидкої реакції на надструм, можна вибрати RC-фільтр із номіналами 200 Ом/10 нФ, тобто 2 мкс затримки. Для джерел електроживлення із зашумленим виходом вибір RC-фільтра з номіналами 1 кОм/0.1 мкФ дає затримку в 100 мкс. Хоча вона може здатися і великою, це набагато швидше, ніж оновлення відліку АЦП, яке може становити близько 100 мс.

Спостереження за зниженням сили струму виявить слабкий або зворотний струм на виході. Низьке споживання струму нормальне для малопотужних навантажень, і тоді виявлення несправності — зниження сили струму (*UC Fault*) — може бути зайвим. Проте вимірюються, зокрема, й негативні значення вихідного струму. Хоча виявлення просідання струму зазвичай не використовується, його можна застосувати для реагування на зворотний струм, задавши від'ємне значення параметра `IOUT_UC_FAULT_LIMIT`. Щоб вимкнути виявлення осідань струму, виберіть через команду `IOUT_UC_FAULT_RESPONSE`

(продовження безперервної роботи), а параметру `IOUT_UC_FAULT_LIMIT` задайте велике від'ємне значення, яке за замовчуванням дорівнює -1 А.

Хоча IC LTC2971/LTC2972 не мають функції виявлення несправності — надструму (*OC fault*), але вони мають функцію попередження про неї (*OC warning*), яка на основі отриманого від АЦП результату вимірювання вихідного струму «підтягне» вивід `ALERTB` до низького рівня. Попередження від вихідних каналів «підтягнуть донизу» вивід `ALERTB` і оновлять вміст регістра `STATUS_IOUT`. Функція «зав'язана» на вихід АЦП, унаслідок чого відгук буде повільнішим, і це має на увазі її застосування як індикатора стану, що працює через фізичний вивід IC і регістр `PMBus`. Можна зв'язати виводи `ALERTB` і `CONTROL`, щоб вимкнути канал. Або ж на сигнал `ALERTB` може відповідати зовнішній мікроконтролер, виконавши переривання і вимкнувши канал через вивід `CONTROL` або видавши команду в шину `PMBus`. Недолік зв'язування виводів `ALERTB` і `CONTROL` у тому, що будь-яке попередження (*Warning*) або несправність (*Fault*) призведе до вимкнення каналу.

У разі використання виводів `TSENSE` в IC LTC2971, LTC2972, LTC2974, LTC2975 для компенсації впливу температурної залежності опору обмотки дроселя викидати канали можна і за заданою температурою, що являє собою ще одну форму спостереження. За кожним каналом можна під конкретні вимоги налаштувати поріг сигналу несправності в разі перегріву (*Overtemperature Fault*), межі для сигналів попередження (*Warning Limits*) і реакцію на несправність (*Fault Response*). Тобто їх можна застосувати для вимкнення окремого каналу, і це не глобальні налаштування (не для всієї IC).

тувати поріг сигналу несправності в разі перегріву (*Overtemperature Fault*), межі для сигналів попередження (*Warning Limits*) і реакцію на несправність (*Fault Response*). Тобто їх можна застосувати для вимкнення окремого каналу, і це не глобальні налаштування (не для всієї IC).

Про формат L11 результату вимірювання струму

Результат, що зчитується з IC керування живленням, представлений шістнадцятковим числом у форматі L11. Байдуже, чи зчитуєте ви вміст регістра `READ_VOUT` з IC LTC2977 (у режимі високого розрізнення АЦП), чи регістра `READ_IOUT` з IC LTC2975, LTC2974, LTC2972 або LTC2971, число у форматі L11 — це число зі знаком, яке складається з 5-бітового порядку та 11-бітної мантиси.

Формат L11 враховує полярність вимірюваного струму. Оскільки числом у цьому форматі присилено знак, з регістрів `READ_IIN` і `READ_IOUT` можна надати системному хосту інформацію про напрямок струму. У мікросхем LTC2974/LTC2975 є порогові рівні просідання вихідного струму. Завдання від'ємного значення такого рівня може виявитися корисним для вимкнення каналу, у який втікає занадто сильний зворотний струм.

Щодо формату L11 потрібно відзначити один момент: розмір дискретного кроку результату. У технічному описі IC LTC2971, LTC2972, LTC2974, LTC2975 є таблиця, у якій перелічено розміри

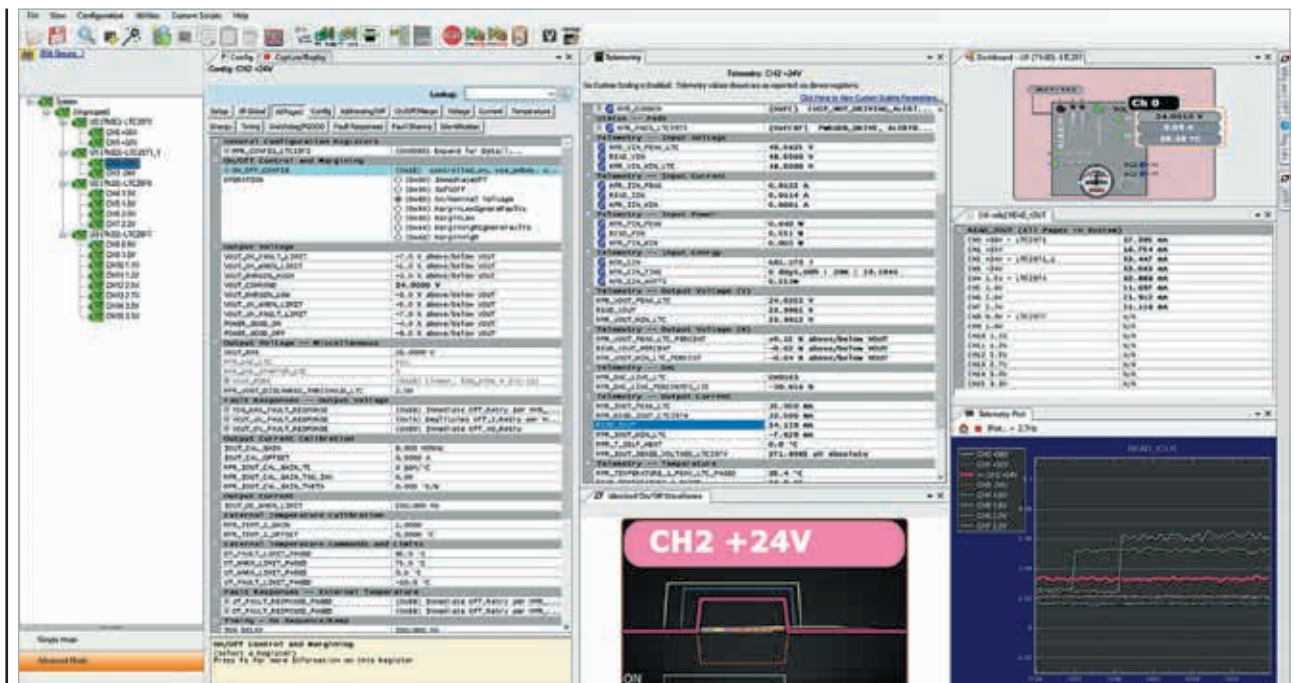


Рис. 19. Варіанти компонування резисторів-шунтів на платі

кроку результату READ_IOUT у широкому діапазоні струмів. Шістнадцятковий формат L11 визначає притаманний йому розмір кроку, не пов'язаний з АЦП мікросхеми або будь-якими іншими апаратними обмеженнями. Для порівняння, у таблиці також перераховано розміри кроку результату, що повертається за командою MFR_READ_IOUT. Цей результат представлений нестандартним форматом і забезпечує покращену роздільну здатність із кроком 2.5 mA для сили струму, вищої за 2 A. Діапазон обмежений до ± 81.92 A. Якщо хосту (ПЛІС/ЦП) необхідно перетворити дані у форматі L11 на результат із рухомою точкою, він може звернутися до будь-якого з цих регістрів. Регістр READ_IOUT дає найкращу роздільну здатність для струмів нижче за 2 A і не має обмеження в 81.92 A, а значення з MFR_READ_IOUT будуть округлені до найближчого числа, кратного 2.5 mA.

ПРОГРАМУВАННЯ ІС КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯМ І ПЗ LTPOWERPLAY

Що стосується всього сімейства мікросхем LTC297x, програмування ІС керування живленням та успішне перше увімкнення обладнання може бути дуже корисним. Найпростіший шлях — використання LTpowerPlay. ПЗ LTpowerPlay працює на Windows, завантажити його можна безкоштовно. ПЗ має вбудовану утиліту програмування, яка бере збережені дані з налаштуваннями та записує їх в EEPROM мікросхеми. Після ввімкнення живлення мікросхема автоматично завантажує вміст EEPROM у свою оперативну пам'ять (ОЗП) і готова до автономної роботи.

Незалежно від того, новачок ви в LTpowerPlay або вже досвідчений користувач, дізнайтеся, як налаштовувати, проектувати, оцінювати, діагностувати та налагоджувати за допомогою програмного засобу налаштування та налагодження джерел електроживлення LTpowerPlay (рис. 19). Якщо ви не плануєте використовувати LTpowerPlay для програмування або телеметрії, то альтернативним варіантом буде завантаження прикладів коду C для плат Arduino. Приклади коду надано в zip-архіві LTSketchbook.

Кроки для створення файлу .proj:

- Переконайтеся, що кожній ІС керування живленням присвоєно унікальну адресу на шині PMBus (прив'язка апаратної частини).

- Задайте для кожного каналу параметр IOUT_CAL_GAIN. Це опір $R_{\text{вимір}}^{\text{вимір}}$ обмотки дроселя або розрахункова напруга сигналу I_{MON} .
- Задайте параметр IIN_CAL_GAIN для кожної ІС, що вимірює силу струму на вході (для ІС LTC2971/LTC2972/LTC2975).
- Налаштуйте параметри, пов'язані з температурою (наприклад, MFR_IOUT_GAIN_TC, MFR_IOUT_CAL_GAIN_TAU_INV, MFR_IOUT_CAL_GAIN_THETA).
- Задайте параметр IOUT_OC_FAULT_LIMIT і налаштуйте IOUT_OC_FAULT_RESPONSE (для ІС LTC2974/LTC2975).
- Задайте параметр IOUT_UC_FAULT_LIMIT і налаштуйте IOUT_UC_FAULT_RESPONSE (для ІС LTC2974/LTC2975).

Порада. Використовуйте майстер налаштування (Configuration Wizard) у LTpowerPlay, для спрощення створення файлу.

ВИСНОВОК

ІС цифрового керування електроживленням LTC297x від ADI є PMBus-сумісними мікросхемами змішаного сигналу, які можуть вимірювати силу струму на своїх входах і в навантаженнях та спостерігати характер споживання струму. У статті було представлено різні методи вимірювання сили струму, серед них — резистор-шунт, омичний опір обмотки дроселя та сигнал з виходу I_{MON} . Набір функцій мікросхем цього сімейства доповнює можливість вимірювання струму, надаючи ще один рівень захисту у вигляді спостереження за надструмом/просіданням струму, з видачею сигналу про несправність. Ці мікросхеми надають будь-якому джерелу живлення можливість спостереження та вимірювання напруг і струмів. Такі функції дуже бажані для ліній живлення дорогих компонентів. Мікросхеми LTC297x можна налаштовувати через регістри по шині PMBus, що додає гнучкості при внесенні змін в проектувану плату на будь-якому етапі проектування і навіть в польових умовах.

Література:

1. Пітерс М. Вимірювання сили струму навантаження за допомогою ІС цифрового керування електроживленням по шині PMBus. Частина 1 // CHIP NEWS. 2024. № 8 (223).



RiLineX

Це нещодавно розроблена відкрита платформа для систем розподілу електроенергії від Rittal.

Нова система шин спрощує раніше трудомісткий процес збирання шаф, забезпечуючи економію часу до 30% на проектування та 50% на збирання.



«CHIP NEWS»-2024

(зміст журналу за 2024 рік)

МІКРОПРОЦЕСОРИ та МІКРОКОНТРОЛЕРИ

Росс Сатчелл (Ross Satchell);
переклад та редагування:
Ірина Приходько

**Мікроконтролери PIC і AVR
спрощують периферію**

Саїд Тасімуддін (Syed Thaseemuddin),
Шрідхар Чаннагірі (Shridhar Channagiri);
переклад та редагування:

Ірина Приходько

**Інструменти для швидкого створення
прототипів із використанням
32-розрядних мікроконтролерів**

**Створені за технологією SOTB
мікроконтролери Renesas працюють
на енергії, яку отримують
із навколишнього середовища**

**Мікроконтролери, що підвищують
продуктивність та кібербезпеку
для IoT та вбудованих додатків**

Джошуа Боуен (Joshua Bowen);
переклад та редагування: Ірина Приходько
**Керування IoT за допомогою
8-розрядних мікроконтролерів**

Переклад: Володимир Рентюк
**Застосування мікроконтролера RA6T1
компанії Renesas Electronics
для прогнозного технічного
обслуговування електродвигунів**

Томохіко Отсу (Tomohiko Ohtsu),
Коджі Урусіма (Koji Urushima)
**Мікроконтролери початкового рівня:
RL78/G23 відповідають вимогам
епохи Інтернету речей**

Стефані Пінтерік (Stephanie Pinteric),
Уейн Фріман (Wayne Freeman);
переклад та редагування:
Нікіта Єзерський
**Еволюція аналогової функціональності
8-розрядного мікроконтролера
та його інноваційна роль в електроніці**

Сергій Надеждін
**Мікроконтролери RX671
Renesas Electronics**

Прамїт Нанді (Prमित Nandy);
переклад та редагування: Нікіта Єзерський
**Розширення можливостей керування
в реальному часі за допомогою
обчислювальної потужності dsPIC33A DSC
від Microchip Technology**

СИЛОВА ЕЛЕКТРОНІКА та ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ

Марко Хонсберг (Marco Honsberg),
Ніклас Хофстоттер (Niklas Hofstötter);
переклад та редагування:
Володимир Павловський

**IGBT драйвер із підвищеною стійкістю
ізоляції для напруг до 1500 В
постійного струму для 2- та 3-рівневих
промислових застосувань**

Ерік Персон (Eric Persson);
переклад та редагування:
Віталій Шевченко
**Перспективи використання
GaN-технології для керування
електроприводом**

Переклад та редагування: Віктор Бутирін
**10 порад щодо підвищення
продуктивності системи тестування
з джерелами живлення**

**Модульні джерела живлення
MEAN WELL серії NMP**

**PM32F407 — рішення живлення
для систем зв'язку від компанії Geehy**

Мін Чжоу (Ming Zhou),
Андреа Піччоні (Andrea Piccioni);
переклад та редагування: Віталій Шевченко
**SiC-прилади в коректорі коефіцієнта
потужності зарядної станції електромобілів**

Д.К. Сінгх (D.K. Singh),
Давид Жан (David Zhan)
**Підвищення ефективності системи
батарейного резервування за допомогою
знижувально-підвищувального контролера**

**XLG-240/320-48-ABV — драйвери
світлодіодів для сільськогосподарського
освітлення 240 і 320 В**

Райнер Вайс (Rainer Weiss),
Штефан Хаузер (Stefan Häuser);
переклад та редагування:
Володимир Павловський
**IGBT 7-го покоління — практичний
погляд на переваги електроприводів**

Ануп Бхалла (Anup Bhalla);
переклад та доповнення:
Володимир Рентюк
Ви за SiC чи кремній?

**Частина 6. Використання польових
SiC-транзисторів у блоках живлення
центрів обробки даних
і телекомунікаційного обладнання**

Джордж Уорд (George Ward); переклад та редактування: Євген Тетерев, Віталій Шевченко Карбід-кремнієві компоненти компанії Microchip для промисловості, авіації та оборонної сфери	3, 4	Володимир Рентюк AC/DC-блоки живлення лінійки 305RAC компанії MORNSUN. Надійність у будь-яких умовах	8
Мультикіловатні керовані джерела живлення MEAN WELL: унікальні рішення для сучасних промислових установок	4–6	Брайан Лу (Brian Lu); переклад та редактування: Юрій Скрипка Високовольтні системи постійного струму: «зелена» енергетика та FMPS	8
Переклад та редактування: Володимир Павловський Силова електроніка для джерел живлення	4	Переклад та редактування: Володимир Павловський Semikron Danfoss: силова електроніка вітрових турбін. Енергія вітру	8
С. Й. К. Х. Теувен (S. J. C. H. Theeuwen), Дж. Х. Куреші (J. H. Qureshi); переклад та редактування: Роман Горелков LDMOS-технологія для радіочастотних підсилювачів потужності	4	Carsten Schreiter (Карстен Шрайтер); переклад та редактування: Сергій Поліщук Semikron Danfoss: компактні та ефективні перетворювачі для електроприводів на основі модулів з карбідом кремнію	9, 10
Переклад та редактування: Володимир Павловський Semikron Danfoss: сонячна енергетика та системи енергозберігання	5	Штефан Бушхорн (Stefan Buschhorn), Клаус Фогель (Klaus Vogel) Модернізація силових модулів для підвищення густини потужності та терміну служби	9
Hri Хоу Тан (Ngee Hou Tan), Томас Бір (Thomas Beer), переклад та редактування: Віталій Шевченко Усе, що потрібно, — вибрати інтегральне рішення	5	Безпечна система з'єднань для тягових батарей BCON+	9
Стів Робертс «Хакінг» AC/DC-конвертера	5	Прогнозування раптових відмов джерел живлення	10
Переклад та редактування: Володимир Павловський Semikron Danfoss: зарядні пристрої для електромобілів	6	Прецизійне джерело-вимірювач GSM7-20H10 GWInstek	10
Сучетан Сваруп Вайдьянатх (Suchethan Swaroop Vaidyanath), Джон Дороса (John Dorosa); переклад: Володимир Рентюк Проектування трансформатора для 15-Вт зворотногоходового перетворювача з кількома виходами	6	НА ДОПОМОГУ РОЗРОБНИКУ / ІНЖЕНЕРНА ПРАКТИКА	
Стів Робертс (Steve Roberts) Електроживлення домашнього медичного обладнання	6	Артем Терейковський Осердя з порошкових матеріалів	1–5, 9
Ву Вейцян (Wu Weiqiang); переклад та редактування: Юрій Скрипка Особливості та приклади застосування високовольтних джерел живлення постійного струму CSP-3000	7	Юрій Петропавловський Компоненти для систем Індустрії 4.0 та Інтернету речей від Texas Instruments	1
Брендон Хелан (Brendan Whelan) Як вибрати джерело опорної напруги	7	Олег Вальпа Модуль радіозв'язку nRF24L01 для Інтернету речей	2
Огляд силових промислових запобіжників компанії Littelfuse	7–9	Володимир Ханейчук PCBA — перший «запуск»	5
Євген Силантьєв Драйвери затвора силових ключів сімейства CoolGaN GIT HEMT від компанії Infineon Technologies	7	Валентин Володін Розрахунок та оптимізація RC-демпфера для симістора	5
		Компанія Nortroll підвищує рівень керування електромережами за допомогою простого в інтеграції рішення для позиціонування	5
		Міхаель Пітерс (Michael Peters) Вимірювання сили струму навантаження за допомогою IC цифрового керування електроживленням по шині PMBus Частина 1 Частина 2	8 9, 10

Прамiт Нандi (Prमित Nandy); переклад та редактування: Нiкiта Єзерський iнтегруйте своє рiшення керування двигунами для оптимiзацiї форм-фактора та продуктивностi	10	Переклад: Вадим Потапенко; редагування: Віктор Бутирiн Оптимiзацiя налаштувань для пiдвищення чутливостi аналізатора спектра. Пiдвищення чутливостi вимiрювань спектра є ключем до вимiрювання низькорiвневих сигналiв	9
Перспективи розвитку технологiї виявлення та розпiзнавання об'єктiв iз нелiнійними електричними властивостями в в маскувальних середовищах	10	5 поширених помилок пiд час купiвлi бюджетного осцилографу	10
ЕЛЕКТРОМЕХАНIЧНI КОМПОНЕНТИ		ДРУКОВАНI ПЛАТИ: ПРОЄКТУВАННЯ, ВИРОБНИЦТВО	
Майкл Радау (Michael Radau) Мiнiмальнi зусилля при встановленнi, максимальна безпека з'єднання	1	Закарайа Петерсон (Zachariah Peterson); переклад та редактування: Олександр Соколовський Рекомендацiї з проєктування шестишарових друкованих плат	2
Рiшення компанiї SV Microwave/Amphenol у галузi радiочастотних з'єднань	2	Закарайа Петерсон (Zachariah Peterson); переклад та технiчне редактування: Олександр Соколовський Аналіз цiлiсностi живлення за допомогою програмного забезпечення для проєктування друкованих плат	3
Кива ДжуриНСький Покриття радiочастотних з'єднувачiв	3, 4	Закарайа Петерсон (Zachariah Peterson) Посiбник для початкiвцiв з цiлiсностi живлення друкованих плат: вiд плати до корпусу	4
Клеми WAGO Green Range 221. З турботою про майбутнє	4	Девiд Марракчi (David Marrakchi) Altium Designer: iнтуїтивне та iнтелектуальне проєктування друкованих плат рiзної складностi	7
Франк Кьольске (Frank Kölske) Оптоволоконнi технологiї зв'язку в польових умовах	5	Тара Данн (Tara Dunn) Збiрка гнучких друкованих плат. Осмислення розмiщення компонентiв	8
Огляд новинок компанiї Fischer Connectors	6	Девiд Марракчi (David Marrakchi) Чек-лист для розробникiв друкованих плат. Як досягти цiлiсностi високошвидкiсних сигналiв	9
WAGO GELBOX: захист з'єднувачiв вiд вологи	7	ДАТЧИКИ	
Проста iнтеграцiя ODU AMC® серiї T завдяки новим розеткам	7	Удосконаленi акселерометри зi штучним iнтелектом пiдвищують продуктивнiсть та ефективнiсть додаткiв	3
З'єднувач PUSH WIRE Inline Splicing Connector серiї 2773 вiд WAGO	8	iнерцiальнi модулі компанiї Xsens. Математичнi алгоритми разом iз сучасними MEMC-технологiями як надiйне розв'язання задач орієнтацiї та навігацiї	6
Високовольтнi електричнi з'єднувачi компанiї GES High Voltage	8	Кріс Гудалл (Chris Goodall), Сара Кармайкл (Sarah Carmichael), Боб Цаннелл (Bob Scannell) Гiроскопи в прецизiйних навігацiйних системах: яку технологiю обрати?	6
Олексiй Старанов Герметичнi роз'єми CNLinko	10	Олександр Шведов ToF сьогоднi. Отримання 3D-зображення: необхiдне чи надмiрне	6
ВИМIРЮВАЛЬНА ТЕХНIКА		Володимир Рентюк Датчики XENSIV PAS CO2 компанiї Infineon вимiрюють найважливіше	8
Переклад та редактування: Віктор Бутирiн iнтерпретацiя та застосування поняття ймовiрностi перехоплення при спектральному аналізi в реальному часi	2, 3	iНОВАЦIї	
Переклад та редактування: Віктор Бутирiн Прискорення тестування електромагнiтної iнтерференцiї з використанням сканування в режимi реального часу	4	MIC-733-AO — система для значного прискорення розробки генеративного ШИ	4
Переклад: Вадим Потапенко; редагування: Віктор Бутирiн Система Scienlab Charging Discovery System	5		
Переклад: Вадим Потапенко; редагування: Віктор Бутирiн 7 крокiв для пiдвищення продуктивностi вимiрювань цифровим мультиметром	6		

Бернд Хайдтманн (Bernd Heidtmann), Набіл Хан (Nabeel Khan) Швидка і проста розробка точки доступу Wi-Fi 6E з GNSS-приймачем u-blox M10	4	Ральф Бісмайер (Ralf Bißmeier) Підходи до рішень для одноплатних комп'ютерів з високими вимогами	4
ШІ в роздрібній торгівлі: 5 способів розширити можливості бізнесу	6	Роберт Перкел (Robert Perkel); переклад та редактування: Ірина Приходько Удосконалення вбудованих систем за допомогою логіки та гнучкого периферійного обладнання	5
Прамїт Нанді (Pramit Nandy), Віджай Бапу (Vijay Baru); переклад та редактування: Нікіта Єзерський Бездротове заряджання дозволяє впроваджувати Індустрію 4.0 за допомогою мобільних роботів	7	ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ (IoT)	
Cincoze DA-1200: ПК для шлюзу IIoT — компактний та енергоефективний	7	Колін Дуган (Colin Duggan); переклад та редактування: Роман Горелков Попередження та виявлення кібератак на мережеві пристрої	1
ВИРОБНИЦТВО ЕЛЕКТРОНІКИ: МАТЕРІАЛИ		Володимир Рентюк Короткий путівник бездротовими технологіями «Інтернету речей». Частина 3. Wi-Fi Частина 4. Великий радіус дії	1 2
Андрій Григоревський Рекомендації щодо конформного покриття	3	ТРАНСПОРТ	
Андрій Григоревський Зміцнюючі матеріали для аерокосмічної та військової електроніки	4	Теплове моделювання для систем швидкого заряджання високої потужності електромобіля	7
Андрій Григоревський Конформне покриття — посібник із застосування	5	Архітектура з'єднань для електротранспорту наступного покоління	8
Андрій Григоревський Огляд деяких матеріалів від компанії MG Chemicals	6	Розширення можливостей автономного транспорту та контролери штучного інтелекту	9
КОНСТРУКТИВИ		ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ та ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ	
Як обрати ідеальну електричну шафу для ваших потреб	2	Портативна електростанція AceOn PES 3600 Вт — ваш надійний, потужний помічник. Фахівці з акумуляторних систем зберігання енергії рекомендують	7
10 порад від Rittal щодо вибору електричної шафи	5	Рюдїгер Мейер (Rüdiger Meyer) Акумуляторні накопичувачі енергії в контексті економіки замкнутого циклу. Роль технології електричного з'єднання	7
Виклики та інноваційні рішення у виробництві харчових продуктів	7	Фолькер Кнак (Volker Knack), Рюдїгер Мейер (Rüdiger Meyer), Маттіас Шредер (Matthias Schröder) Надійні компоненти для акумуляторних систем зберігання енергії	10
Пластикова шафа AX від RITTAL — екстрим у квадратах	9	ПЛІС	
ОПЕРАЦІЙНІ ПІДСИЛЮВАЧІ		Ілля Тарасов Огляд сімейства Xilinx Artix UltraScale+ і перспективи застосування ПЛІС Xilinx початкового рівня	2
Ендрю Спаркс (Andrew Sparks, aka Sparko); переклад та редактування: Олексій Панфьоров Дискретні операційні підсилювачі компанії Sparkos Labs для підсилення аудіосигналів. Операційні підсилювачі на інтегральних мікросхемах мертві. Це ми їх вбили	8	Ілля Тарасов Огляд характеристик ПЛІС Xilinx Versal	3
Переклад та редактування: Олексій Панфьоров Дискретні операційні підсилювачі. Чому вони кращі за інтегральні мікросхеми	9	ПЛІС на платформах HiTech Global та їхні особливості	10
Підсилювачі з автоматичним встановленням нуля	9	СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ та ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ	
БВУДОВАНІ СИСТЕМИ		Дарсі Пулен (Darcy Poulin); переклад та редактування: Роман Горелков Що таке Wi-Fi 7 і чому він важливий?	6
Neosys Drone Mission Computer FLYC-300 — бортовий комп'ютер для БПЛА	1		

Мортен Стрьом (Mårten Ström) Всеперепазонні GNSS-приймачі покращують точність позиціонування, навігації та синхронізації. Ось як це відбувається	9	СИСТЕМИ ПОЗИЦІОНУВАННЯ	
Захист критичної інфраструктури	10	Бернд Хайдтманн (Bernd Heidtmann) Сучасні GNSS/GPS діапазони: перехід від односмугових до двосмугових	2
ВИРОБНИЦТВО ЕЛЕКТРОНІКИ: ОБЛАДНАННЯ та ТЕХНОЛОГІЇ		ПАМ'ЯТЬ	
Джеффри Лю (Jeffery Liu); переклад: Володимир Рентюк Проблеми технології монтажу в отвори оплавленням	10	Хенрік Ніхольм (Henrik Nyholm), Джейкоб Лунн Лассен (Jacob Lunn Lassen); переклад та редактування: Ірина Приходько Проектування вбудованих систем підвищеної надійності. Проблеми виявлення несправностей в SRAM під час експлуатації	6
Адитивне виготовлення виробів авіакосмічного та оборонного призначення	10	АУДІО- та ВІДЕОКОМПОНЕНТИ і ТЕХНІКА	
АНТЕНИ		Олексій Панфьоров Duelund Coherent Audio: спадщина звукової досконалості	1
Переклад: Вадим Потапенко; редагування: Віктор Бутирін Просте керівництво з вибору антени	7	ВІЙСЬКОВА ТЕХНІКА	
Переклад: Вадим Потапенко; редагування: Віктор Бутирін Розрахунок коефіцієнта калібрування антени та відхилення	8	Концентратор живлення і передачі даних Fischer KEYSTONE™. Легко носити. Легко під'єднувати. Легко керувати	1
МЕРЕЖІ, СИСТЕМИ, АПАРАТУРА		ОБЛАДНАННЯ та ІНВЕНТАР	
Крейг Міллер (Craig Miller), Дразен Дрінч (Drazen Drinic) 4G LTE vs 5G: боротьба із занепадом мереж 2G і 3G	3	Інструменти, що створені для професіоналів	10
Міхаель Радау (Michael Radau) Використання наявної інфраструктури для однопарного Ethernet (SPE). Збереження енергії, ресурсів та матеріалів	3	АЦП і ЦАП	
ПРОМИСЛОВІ ПК/СИСТЕМИ ПРОМИСЛОВОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ		Абхілаша Кавлі (Abhilasha Kawle), Васім Шайх (Wasim Shaikh) Переваги використання АЦП CTSD у прецизійних сигнальних колах	2
Про промислові ПК та корпуси. Відмінності застосування промислових корпусів та промислових комп'ютерів	8	САПР Валентин Володін Багатоваріантний аналіз у LTspice	6
Перетворення промислової автоматизації за допомогою некерованих комутаторів	10	ІНТЕРФЕЙСИ	
ОПТОЕЛЕКТРОНІКА Володимир Рентюк, Геннадій Штрапенін Оптрони від Würth Elektronik iSos: високоякісна оптоелектроніка для безпечної ізоляції кіл	7	Лі Голдберг (Lee Goldberg); переклад та редактування: Роман Горелков У чому різниця між шинами I²C та I³C?	3
Зменшення габаритів інверторів за допомогою оптронів Renesas	7	CHIP CLUB	
ПАСИВНІ КОМПОНЕНТИ		Переклад та редактування: Юлія Ямненко Епоха штучного інтелекту: AI-чипи до 2034 року	1
Александр Шайє (Alexandre Chaillet), Евелін Хуанг (Evelyn Huang) Схеми для усунення брязкоту контактів механічних перемикачів	9	РИНОК ЕЛЕКТРОНІКИ/ДИСТРИБ'ЮЦІЯ	
ЕЛЕМЕНТИ ЗАХИСТУ		Нові рішення для безпеки, живлення та АЦП від Analog Devices	3
Райан Шихен (Ryan Sheahan) Як підвищити надійність та ефективність розумних термостатів	1	Canyon Development — ми підтримуємо інновації	5
		Кент Бейкер (Kent Baker) u-blox: три питання про права інтелектуальної власності, які слід задати постачальнику стільникових модулів	7
		Огляд новинок компанії u-blox	8

ЕЛЕКТРОННІ КОМПОНЕНТИ

від провідних виробників світу,
зі складу та під замовлення

Гнучкі ціни



ТОВ "АДС ТІМ"

Україна, 03680, м. Київ
пров. Ю. Матушак, буд. 3
+38 (044) 361-46-78, 206-22-52
+38 (067) 249-77-58, (050) 464-22-52
zapros@adcgr.com www.adcgr.com

ТОВ Аіронікс КОМПОНЕНТ

тел.: +38 044 384-17-55
+38 044 501-07-29
+38 044 501-80-09
info.aironics@gmail.com

- електронні компоненти
- друковані плати
- виготовлення дослідних зразків приладів
- контрактне виробництво
- перетворювачі частоти до 11 кВт (Україна) до 220 кВт (Китай)

м. Київ, вул. О. Довженка, 3
www.aironics.com.ua
www.aironics.prom.uaАД
Га

ТОВ «АЙПІ-КОМ»

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

моб.: 098-980-48-38

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

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

**ОПЕРАТИВНІ ПОСТАВКИ
ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ**

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

www.asanza.com
Китай «АНЬЗА»

Соня Су

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

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

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

61072, Україна, Харків, вул. Тобольська 42 оф. 222
тел.: 057-757-2859, факс: 057-728-1808
050-323-3763, 067-575-4440, 068-618-7777
http://www.ferrite.com.ua E-mail: ferrite@ukr.net

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

B I S

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

ВЕРІКОМ КОМПОНЕНТ

- Виробництво друкованих плат від 1 шт
- Контрактне виробництво
- Власний склад електронних компонентів
- Покриття плат лаком і компаундами
- Відповідаємо вимогам стандарту ISO 9001:2015

Україна, м. Київ
вул. Марії Каніст, 2а, оф. 114
URL: www.verikom.kiev.ua

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

WINTEX (044) 5036112
(067) 2983455
Професійний ремонт (050) 2665517

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

03150, Київ, вул. Велика Васильківська, 80

www.wintex.com.ua

ДП «Гальванотехніка» ПАТ «Київський завод "Радар"»
ТОВ «НВЦ друкованих плат»

Виготовлення друкованих плат:

- одно-, дво- та багатшарових 3^{го}- 5^{го} класів складності;
- жорсткогнучких друкованих плат, гнучких кабелів;
- друкованих плат на металі (алюміній, мідь).

Швидке виготовлення (від 3-х днів).

Висока якість. Оптимальне співвідношення ціна/якість.
Послуги по монтажу плат.

03680, м. Київ, вул. Предславинська, 35
тел.: (044) 592-5467, 528-2068, 528-3656
http://plata.com.ua
order@plata.com.ua



Прямі поставки від виробника



Комплексні поставки електронних комплектуючих

- Автоматика
- Датчики
- Джерела живлення
- Компоненти і модулі СВЧ
- Мікросхеми
- Рознімачі
- Реле
- Системи бездротового зв'язку
- Системи відображення інформації
- Хімічні джерела струму

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

www.grandelectronic.com
office@grandelectronic.com

Бульвар Вацлава Гавела, 8
м. Київ, 03124

Незалежний постачальник електронних компонентів



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

www.evocom.ua

email: info@evocom.ua
tel. (044) 520 19 13



дистрибуція електронних компонентів
контрактне виробництво

08298, смт. Коцюбинське
вул. Пономарьова, 7

www.eurocom-c.com

Тел. +38 044 33 44 575

E-mail: info@eurocom-c.com

IMRAD
Електронні компоненти

Електронні компоненти провідних світових виробників зі складу в Києві та на замовлення

Інформаційна та технічна підтримка

- 03113, Україна, м. Київ вул. Шутова 9, офіс 211
- Тел. (044) 495-21-09, 490-91-59 факс: (044) 495-21-10 E-mail: imrad@imrad.kiev.ua www.imrad.com.ua

K206
Електронні компоненти

Все для виробництва та ремонту зі складу та на замовлення

www.k206.net
+38 096 77-99-665



ТОВ "ДЕЛЛІ"
МОНТАЖ SMT ТА SMT ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ

79060, м. Львів,
вул. Наукова, 5-А, корп. Е
Тел.: +38 (032) 245-75-72
+38 (067) 672-27-40
E-mail: basarab@delly.info



ДРУКОВАНІ ПЛАТИ

ТЕРМІНОВЕ ВИРОБНИЦТВО ВІД 1-ГО ДНЯ!

Одно-, дво-, багатшарові друковані плати, плати на алюмінієвій основі з технологічними показниками відповідно до вимог міжнародного стандарту IPC-A-600

Мембранні клавіатури

- мембранні клавіатурні панелі
- лицеві і накладні панелі

www.pcbetal.com

ТОВ «PCB-ЕТАЛ»
28000, Кіровоградська обл.,
м. Олександрія, вул. Заводська, 1

Для замовлення:
Тел.: +38 (050)268-95-73
e-mail: pcb@etal.ua

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



Інтегральні Комплексні Системи

Контрактне виробництво електроніки

+38 (050) 469-12-07 info@incos.kiev.ua www.incos.kiev.ua

Київ, вул. Бориспільська, 9, корпус 111

Радіодеталі зі складу – 35 000 найменувань!



Усе для розробки, ремонту та виробництва електроніки!

Від резистора до мікропроцесора, радіомонтажний інструмент та вимірювальні прилади, підбір аналогів та консультації.

www.ims.kh.ua тел.: (073) 757 25 22 (23), (098) 028 89 17
e-mail: imskharkov@gmail.com (057) 732 04 50, 732 01 76

we who are not as others



Телефон: 044 501 90 90

Е-mail: info@cogito.com.ua



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

[044] 599.7550 [044] 503.3323 KORPUS.KIEV@GMAIL.COM
ICOM: 268-782-777
03113, м. Київ, вул. Дружківська, 12 А korpus.kiev.ua

<http://melsys.com.ua>



- контрактне виробництво електроніки
- монтаж і виготовлення друкованих плат
- виготовлення трафаретів

ТОВ "Мелсис"
Київ, вул. Новозабарська, 2/6, оф. 204
info@melsys.com.ua


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

Партнерство в електроніці



03142, м. Київ, вул. Омеляна Прицака, 4, офіс 101
Тел.: 044 392-93-86, Факс: 044 392-93-87
www.micropribor.com.ua sales@micropribor.com.ua

www.otladka.com.ua



- Автоматизований SMD монтаж друкованих плат
- Фрезерування панелей, корпусів та пластику
- 3D-друк

+38 050 447-12-58 +38 098 661-97-97



PCBA

КОНТРАКТНИЙ
ВИРОБНИК ЕЛЕКТРОНІКИ
ПІД ЗАМОВЛЕННЯ

+38 044 338 97 73
info@pcba.com.ua
pcba.com.ua



м. Київ, пров. Ю. Матушак, 3, оф. 307
тел. +38 (044) 451-60-80 info@mastek.com.ua
моб. +38 (067) 919-51-15 www.mastek.com.ua

Авторизований дистриб'ютор
NXP, AMPLEON, WeEn в Україні

Microdis Electronics GmbH
Rheinauer Straße 1
68766 Hockenheim
Germany

MICRODIS

Дистриб'ютор електронних компонентів

Роман Прокопець
Менеджер з продажу

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

www.microdis.net




microchip.com

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



За 24 години виготовимо Ваше замовлення

ТОВ «Крейтив Лоджікс»
www.pcb24.com.ua

Власне виробництво у м. Львів
pcbprint24@gmail.com
068 614 38 28



Зручний онлайн РСВ-калькулятор
мінімальне замовлення - 5 шт.

Постачання:
- друковані плати FR-4;
- алюмінієві друковані плати;
- трафарети для паяльної пасту;
- паяльна паста;
- припій.

Сайт: pcbttut.com
e-mail: pcbttut@pcbttut.com
+38 (067) 674 99 14

вбудовані процесорні плати

COMexpress
Qseven
PC-104
ETX



ПРОКСИС

промислові комп'ютери та системи

www.proxis.ua
+380(44)4675977
+380(44)5995977

РАДІОМАГ
МЕРЕЖА МАГАЗИНІВ РАДІОДЕТАЛЕЙ

Львів Київ Харків
Одеса Дніпро

www.rcscomponents.kiev.ua
+38(044)299-77-55 sales@radiomag.com.ua

- мікросхеми
- транзистори
- діоди і діодні містки
- GSM, GPS, GPRS
- паяльне обладнання
- вимірювальне обладнання
- блоки живлення
- роз'єми
- інструмент
- пасивні компоненти
- батарейки та акумулятори та багато іншого

Rich E1
electronic components

ТОВ "РИЧЕЛ"

Поставки електронних компонентів
Асортимент зі складу та технічна підтримка

вул. Семена Склярєнка, 9, оф. 201
04073, м. Київ
info@rekon.kiev.ua
http://rekon.kiev.ua

тел.: +38 (044) 490-92-50
факс: +38 (044) 494-27-08

SEA ІННОВАЦІЇ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ 30

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

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

Виробництво: Світлоформи та технічні засоби управління дорожнім рухом • Автоматизована система обліку
та контролю енергоресурсів • Паркувальне обладнання і системи • WIM - системи динамічного зважування
транспорті • Світлодіодні екрани та медіафасоди SEA • Система керування місцям освітлення
Комплексна система диспетчеризації ліфтів • Джерело безперебійного живлення

Послуги: Великоузлове складання обладнання • Просктування друкованих плат
Виробництво друкованих плат • Конфрактно виробництво електроніки • SMD і DIP монтаж
компонентів • Комерційні розробки • Просктування, монтаж, модернізація, технічне
обслуговування паркувальних комплексів, світлофориків та WIM об'єктів

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

ЕЛЕКТРОННІ КОМПОНЕНТИ
ТА
КОНТРАКТНЕ ВИРОБНИЦТВО

SMD UKRAINE

03057, м. Київ, вул. Желязова, 2-А,
корт. 7, кім. 303

тел.: (044) 223-12-42
(073) 705-70-05
(096) 705-70-05

info@smdua.in.ua www.smdua.in.ua

RADIODETAILI

- Паяльне обладнання
- Вентилятори
- Трансформатори
- Реле
- Конденсатори
- Резистори
- Світлодіодне обладнання
- Акумулятори
- Блоки живлення
- Мобільні аксесуари

КУПУЙ ВИГІДНО radiodetaili.com.ua

RAINBOW TECHNOLOGIES

Rainbow Technologies – офіційний дистриб'ютор і постачальник в Україні:

MICROCHIP, MAXIM, INFINEON, WINBOND, ALTERA, SAMSUNG (LED), LEDIL, VISHAY, ANALOG DEVICES, TEXAS INSTRUMENTS

04112, Україна, м. Київ, вул. Дегтярівська, 62, оф. 46
Тел./факс: +38 (044) 290-41-69, 290-41-82
e-mail: cov@rainbow.com.ua

Промислові та IT-шафи, щити, електронні системи, системи контролю мікроклімату, струморозподільче обладнання, всепогодні шафи та комплексні рішення для ЦОД, ПЗ EPLAN

Ріттал ТОВ - вул. Київська, 68, 08132, Вишневе, Київська обл.
Тел. +380 (44) 536 99 44 E-mail: office@rittal.com.ua
www.rittal.com.ua

Semisvit
Create with us

ТОВ "СЕМІСВІТ"
вул. Б. Хмельницького, 16-22, оф. 504-Г
01601, м. Київ, Україна
тел./факс: +380 44 586-2580
www.semisvit.com.ua
info@semisvit.com.ua

Електронні компоненти зі всього світу.
Створюйте з нами!

ЛИВАРНИЙ ЗАВОД «СТОЛИЧНИЙ»

Перший український виробник припоїв з флюсом та без флюсів за європейськими стандартами

e-mail: office@lzs.com.ua
тел.: +38067-594-60-02, +38067-621-70-77

LZS.COM.UA

НВП ТЕХНОСЕРВІСПРИВІД
ВСЕ ДЛЯ СИЛОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

Діоди та містки,
 діодні, тиристорні, IGBT модулі,
 силові напівпровідники (**SEMİKRON**),
 конденсатори косинусні, імпульсні, моторні
 (**ELECTRONICON**)
 Продаж, ремонт перетворювачів частоти,
 пристроїв плавного пуску (**DANFOSS**)

Для пошти: 04211, Київ-211, а/с 141
 Тел./факс: (044) 458-47-66, 456-19-57
 E-mail: tsdrive@ukr.net, Web: www.tsdrive.com.ua

Електронні компоненти Рознімачі З'єднувачі

ТЕХПРОГРЕСС
 www.tpss.com.ua

ТОВ «КП «Техпрогрес»
 04070, м. Київ,
 вул. Ігорівська, 8/10-А, оф. 38
 (044) 461-91-00

TMS PROJECT

Контрактне виробництво
 Сертифіковано ISO9001
 Постачання електронних компонентів

Якісно
 Швидко Дешево

Україна, Київ
 вул. Марії Капніст, 2а, оф. 114
 тел./факс: (044) 501-9335
 URL: www.tmsproject.com.ua
 E-mail: sales@temys.kiev.ua

ELFA DISTRELEC
 ПОСТАВКИ ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ
 ЗІ СКЛАДУ У ЄВРОПІ

ТОК ЕЛЕКТРОНІК
 спеціальний дистрибутор в Україні

04083, м. Київ
 вул. Вікентія Хворьки, 16/14
 склад 10/8

www.distrelec.biz
 e-mail: ukrajntok-el.com
 oksana@tok-el.com

Тел: +38 066 781 66 11
 +38 093 896 40 88

Trafaret

Полімерні трафарети для SMD монтажу

www.trafaret.net.ua
 e-mail: order@trafaret.net.ua
 тел. 063-851-12-76, 098-871-58-76

PHOENIX CONTACT

phoenixcontact.com

ФІЛУР ЕЛЕКТРИК

Електронні компоненти
 Технологічне обладнання, інструменти, матеріали
 Комплектуючі для Hi-Fi та Hi-End

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

+38 (066) 496 75 75
 +38 (044) 495 75 75
 office@filur.net

КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИБАДИ
 АВТОРИЗОВАНИЙ ДИСТРИБ'ЮТОР В УКРАЇНІ
 продаж • навчання • сервіс

ТОВ «ЮНІТЕСТ»
 вул. Олеся Гончара, 6
 04053, м. Київ, Україна
 тел: +38 (044) 272-60-94
 тел./факс: +38 (044) 272-60-95
 e-mail: web@unitest.com
 http://www.unitest.com

KEYSIGHT TECHNOLOGIES
 Авторизований дистрибутор

ЮСТАС

Електронні компоненти провідних світових виробників:
 конденсатори всіх типів, транзистори, теристори,
 мікросхеми, діоди, діодні мости, кварци,
 індикаторна продукція всіх типів, вентилятори,
 механічні елементи, кабельна продукція

justas@ipm.lviv.ua
 justas_k@ukr.net

Магазин "Електронних компонентів"
 79018, м. Львів, вул. Героїв УПА, 40,
 т/ф (032) 237-31-82, (032) 238-94-41
 повнединок - субота з 10.00 до 18.00

http://justas-electronics.com.ua
 +38 (093) 020-40-51

ЕЛЕКТРОНІКА • ЕЛЕКТРОТЕХНІКА • АВТОМАТИКА

CHIP NEWS

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЖУРНАЛ
 ВИДАЄТЬСЯ З 2001 РОКУ

03061, Київ,
 просп. Відрадий, 10

t.me/chipnewsua
 info@chipnews.com.ua
 www.chipnews.com.ua

XXIII МІЖНАРОДНИЙ ПРОМИСЛОВИЙ ФОРУМ-2025

МІЖНАРОДНІ СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ВИСТАВКИ

-  МЕТАЛООБРОБКА
-  УКРЗВАРЮВАННЯ
-  УКРВТОРТЕХ
-  ГІДРАВЛІКА
ПНЕВМАТИКА
-  ПІДШИПНИКИ
-  УКРИТВО
-  АВТОМАТИЗАЦІЯ
І РОБОТОТЕХНІКА
-  БЕЗПЕКА
ВИРОБНИЦТВА
-  ЗРАЗКИ, СТАНДАРТИ
ЕТАЛОНИ, ПРИЛАДИ
-  ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНЕ
СКЛАДСЬКЕ ОБЛАДНАННЯ
-  ІНДУСТРІАЛЬНІ
ПАРКИ


ufi
Approved
Event



Генеральний
інформаційний партнер:

**ОБЛАДНАННЯ
ІНСТРУМЕНТИ**
для професіоналів

27-29
травня



МІСЦЕ ПРОВЕДЕННЯ:
м. Київ, Броварський пр-т, 15
станція метро «Лівобережна»

+38 (095) 268-05-85,
+38 (096) 505-52-66
plast@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua



Київ Травень 27-29
Україна 2025



Виставка систем охорони та безпеки

Expert Security

БЕЗПЕКА ЗОВСІМ ПОРЯД



МІСЦЕ ПРОВЕДЕННЯ:
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



ВИСТАВКИ 2024

Назва	Сайт	Організатор	Місто	Дата проведення*
Kyiv Maker Faire	https://kyiv.makerfaire.com/	ГО «Мейкер Хаб»	Київ	02.03.2024
GreenExpo	www.greenexpo.com.ua	Євроіндекс	Київ	23.05–24.05.2024
Міжнародний промисловий форум	www.iec-expo.com.ua/pf-2024.html	МВЦ	Київ	28.05–30.05.2024
Addit EXPO 3D	www.iec-expo.com.ua/addit-2024.html	МВЦ	Київ	28.05–30.05.2024
Expert Security	https://expert-security.com.ua/	МВЦ	Київ	28.05–30.05.2024
SECURITY 2.0	www.bezpeka.ua	Євроіндекс	Київ	02.10–03.10.2024
ELECTRO INSTALL	www.iec-expo.com.ua/ei-2024.html	МВЦ	Київ	15.10–17.10.2024
E-Comps+DigiTec	www.iec-expo.com.ua/ecom-2024.html	МВЦ	Київ	15.10–17.10.2024
EcoEnergy Expo	www.iec-expo.com.ua/ee-2024.html	МВЦ	Київ	15.10–17.10.2024
Енергетика в промисловості	www.iec-expo.com.ua/ep-2024.html	МВЦ	Київ	15.10–17.10.2024

* Інформація отримана від організаторів виставок. Можливі зміни в залежності від ситуації.

РОЗМІРИ РЕКЛАМНИХ БЛОКІВ

1 сторінка (200×270 мм)*
 2/3 сторінки (112×240 мм)
 1/2 сторінки (170×120/83.5×240 мм)
 1/3 сторінки (54×240/112×120/170×80 мм)
 1/4 сторінки (112×100 мм)
 1/6 сторінки (54×120/112×60/127×55 мм)
 «Візитка» (80×40 мм)

* Для усунення неточностей при обрізанні, розмір реклами, яка подається, повинен бути 210×280 мм (дообрізний формат з урахуванням «вильотів» по 5 мм з кожного боку, які краще заповнити основним фоном реклами). Значимі символи (текст, логотип та інші елементи оформлення, які гарантовано не повинні потрапити під обрізку) не повинні підходити до краю сторінки менш ніж на 10 мм (післяобрізний формат сторінки 200×270 мм).

Редакція журналу «CHIP NEWS» приймає до розміщення тільки повнокольорові рекламні блоки, розміри яких повинні в точності відповідати розмірам, наведеним у таблиці.

Текст реклами повинен бути виключно українською мовою.

ВИМОГИ ДО РЕКЛАМНИХ І АВТОРСЬКИХ МАТЕРІАЛІВ

Рекламні матеріали приймаються **тільки українською мовою в форматах «.eps» або «.tif» (300 dpi)**. Кольорова модель — **СМΥК**. Сумарний процент фарб — не більше 300%. Якщо в форматі «.eps» є впроваджені растрові зображення, вони також повинні мати роздільну здатність 300 dpi і кольорову модель СМΥК. **Всі шрифти обов'язково повинні бути переведені в криві.**

Авторські матеріали. Текст статті приймається в форматі «.doc» (Microsoft Word). Всі рисунки повинні бути підготовлені **тільки в форматах «.eps»**, фотографії — в форматі **«.tif» (300 dpi)**, кольорова модель — **СМΥК** і надані окремими файлами. Кожен рисунок повинен мати підписуючий підпис і посилання на нього в статті. Якщо в статті є таблиці, то кожна таблиця повинна мати назву, посилання на неї в статті і надаватись в форматах «*.doc» або «*.xls».



НВП «ТЕХНОСЕРВІСПРИВІД»

Авторизований сервіс-партнер Danfoss Drives в Україні

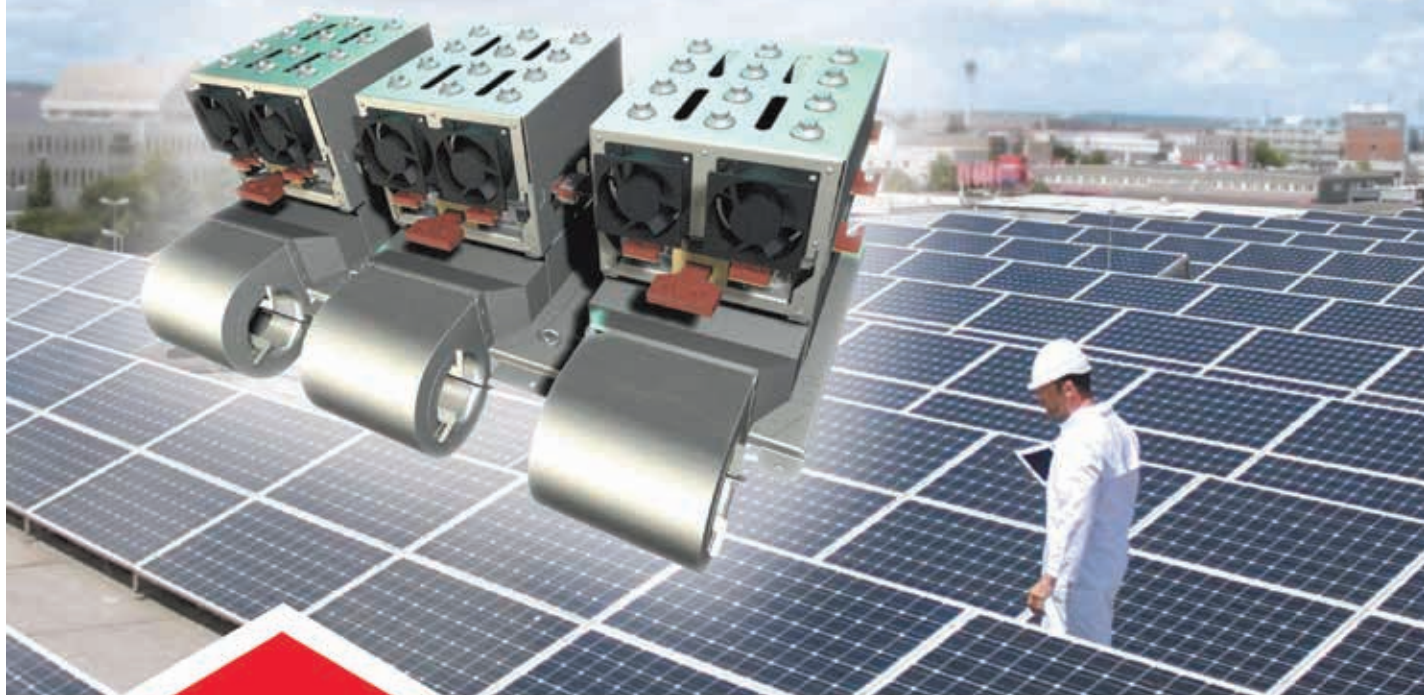
www.semismart.com.ua, semikron@ukr.net, service_danfoss@ukr.net

(044) 458 47 66, (067) 463 46 62, (095) 284 96 62



Офіційний представник в Україні

1500 Vdc для сонячної енергетики? У нас є будь-які рішення!



Сонячні інвертори

1500 Vdc

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

3-рівневі
силві модулі та збірки:

SEMİTOP

MiniSKİiP

SKİM 4

SEMİX 5

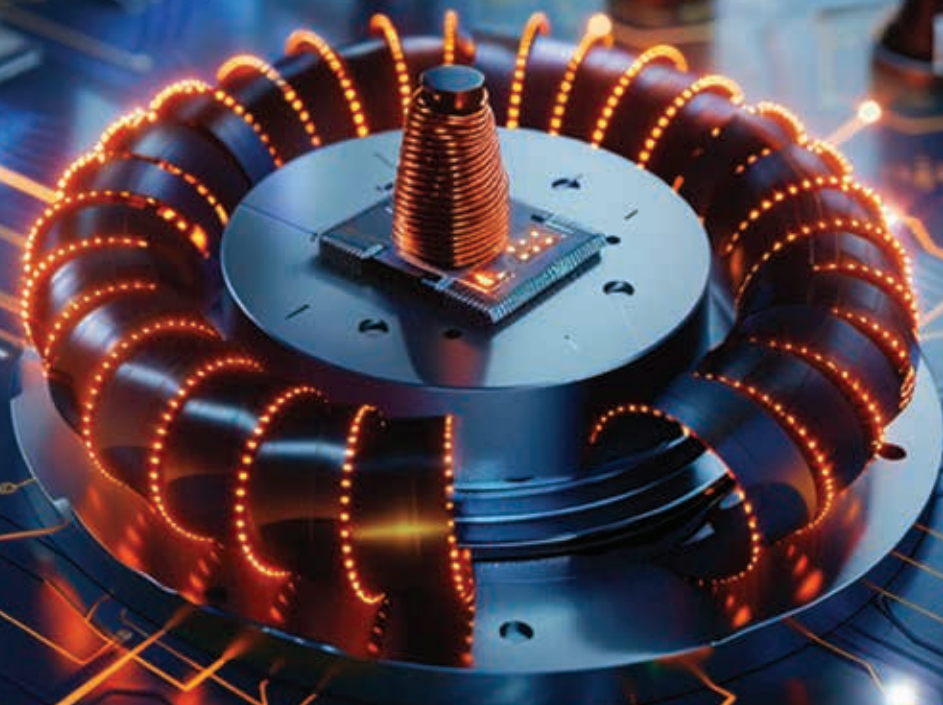
SEMİTRANS 10

IPM SKİiP4

2L і 3L інвертори 20 кВт – 1,5 МВт



Осердя, фурнітура, моточні вироби вимірювальні трансформатори струму



ТОВ «НВП АСТЕРА»

61072, Україна, м. Харків, вул. Тобольська, 42, оф. 222,

факс: (+38) 057-728-1808,

тел.: (+38) 057-757-2859, (+38) 050-323-3763,

(+38) 067-575-4440, (+38) 068-616-7777

e-mail: ferrite@ukr.net

www.ferrite.com.ua