

# Радіо КОМПОНЕНТИ

№2

професійна електроніка



## Серії HEP 100-1000 Вт Безвентиляторні блоки живлення для суворих умов експлуатації

- Безвентиляторне виконання і повністю герметичний корпус
- Висока ефективність
- Широкий діапазон робочих температур
- Витримують вібрації до 10G
- Модель з вихідною напругою 100 В (серія HEP-1000)
- 6 років гарантії

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





# RADIODETALI

Радіоринок,  
Караваєві Дачі,  
вул. Ушинського, 4,  
**Павільйон 9В**  
(067) 445 77 72  
**Павільйон 9В+**  
(068) 599 56 99

**Інтернет-магазин**  
вул. Ушинського, 4,  
(067) 462 2271



radiodetail.com.ua

# RED EXPERT

Онлайн-платформа від компанії Würth Elektronik,  
яка спрощує процес вибору компонентів  
і моделювання робочих характеристик



- Вибір і моделювання дроселя для DC/DC-перетворювачів
- Фільтри за 20-ма електричними та механічними параметрами
- Доступ до повних специфікацій компонентів з програми
- Порівняння залежностей індуктивність/струм і температура/струм для різних компонентів
- Дані засновані на реальних вимірюваннях
- Швидке замовлення безкоштовних зразків з програми
- Доступна на семи мовах
- Працює без реєстрації

## THE WORLD'S MOST ACCURATE AC LOSS MODEL

\*  
НАЙТОЧНІША  
В СВІТІ МОДЕЛЬ ВТРАТ  
ПРИ ЗМІННОМУ СТРУМІ

#RED EXPERT

*WE speed up  
the future*



[www.we-online.com/redexpert](http://www.we-online.com/redexpert)



Сімметрон  
Україна

Ексклюзивний дистриб'ютор Würth Elektronik в Україні

[www.symmetron.ua](http://www.symmetron.ua)

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

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

# Радіо КОМПОНЕНТИ

професійна електроніка

Видається з липня 1998 р.  
№2 (107) 2023

Науково-популярний журнал  
Зареєстрований Державним Комітетом  
інформаційної політики, телебачення  
та радіомовлення України  
сер. КВ, № 3132, 23.08.98 р.

Київ, Видавництво «Радіоаматор»

## Редакційна колегія:

О.Ю. Саулов (голова)  
Ю.А. Коваль,  
К.Ю. Лупич,  
Е.А. Салахов,  
С.В. Латиш

## Адреса редакції:

Київ, вул. Краківська, 13А

## Адреса для листів:

ra@sea.com.ua,  
http://www.electrician.com.ua

## Видавець:

### Видавництво «Радіоаматор»

**В.В. Моторний**, директор,  
val@sea.com.ua  
Верстка та дизайн СПД Фурса К.В.  
Реклама lat@sea.com.ua

### Адреса видавництва «Радіоаматор»

Київ, Краківська, 13А

**Підписано до друку:** 19.05.2023 р.  
**Дата виходу в світ:** 22.05.2023 р.  
**Формат 60x84/8. Ум. друк. арк. 7,54**  
**Облік. вид. арк. 4,62.**  
**Загальний тираж** 1800 прим.  
**Зам.** Ціна договірна.  
**Передплатний індекс 48727, 8045.**

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

Реферується ВІНІТИ.  
Журнал «Радіокомпоненти», м. Київ.  
Видавництво «Радіоаматор»,  
Україна, м. Київ, вул. Краківська, 13А.

Повний або частковий передрук  
матеріалів у інших виданнях можливий  
лише за письмової згоди ДП «Видавництво  
«Радіоаматор». За зміст реклами і оголо-  
шень несе відповідальність рекламодавець.

© Видавництво «Радіоаматор», 2023



## Шановні читачі!

Цей випуск нашого журналу присвячений проведенню 3-х цільових виставок у МВЦ м. Києва. Нарешті після річного періоду простою через російську агресію в Україні відновлюється виставкова діяльність. Це якнайбільше свідчить про нашу незламність.

Слава Україні!

На даний час зі змістом статей номерів журналу «Радіо Компоненти» за 2022-2023 рр. можна ознайомитись на сайті журналу <http://www.electrician.com.ua>.

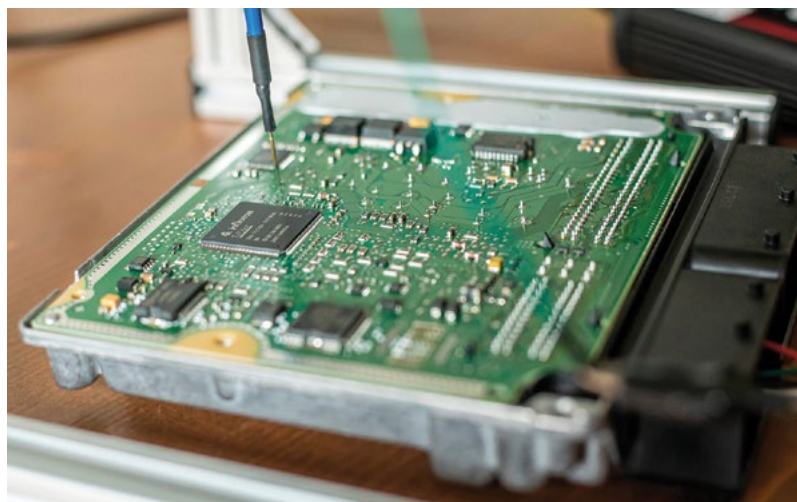
Для цього треба зайти в розділ «Новини» сайту, вибрати новину про вихід номера журналу «Радіо Компоненти», що цікавить Вас, і перейти за посиланням, яке міститься в конкретній новині.

Аналогічно можна ознайомитись зі змістом статей номерів журналу «Електрик. Міжнародний електротехнічний журнал» та журналу «Радіоаматор. Міжнародний радіоаматорський журнал».

Нагадуємо вам, що продовжується передплата нашого журналу на 2023 р. Підписатися можна з будь-якого номера журналу. Нині «Радіо Компоненти» – це одне з найдешевших і найдоступніших видань з питань електроніки в Україні.

Будемо раді бачити вас серед наших передплатників.

## Редколегія журналу «Радіокомпоненти».







- 1 Від редакції
- 2 Зміст

### Новини

- 3 Новини виробників електроніки

### Компоненти

#### та їх застосування

- 7 Переваги ЕС-вентиляторів для підвищення енергоефективності бізнесу
- 8 Стабілітрони – просте вирішення складних проблем  
Володимир Рентюк
- 12 Комплексний підхід до розробки нової екосистеми від Microchip  
Олег Возний
- 16 Особливості з'єднувачів USB 4.0, що застосовуються від портативної електроніки до систем ШІ  
Андрій Семенов

### Джерела живлення

- 18 TEL 15(WI)N та TEL 15(WI)N-HS: ультракомпактні 15-ватні DC/DC перетворювачі DIP-16  
Дмитро Левчук
- 20 Революційні прозорі сонячні панелі можуть замінити вікна!

### Системи керування

- 22 Як мікроконтролери можуть розкрити весь потенціал проектів електрифікації

### Системи телекомунікації

- 24 Світова криза оптоволокна. Або попереджені – захищені  
Андрій Кашкаров

### Системи передачі даних

- 26 Високошвидкісні системи передачі даних  
Микола Роцин

### Інформація

- 30 Візитні картки



**ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИН  
ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ**

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

- Більш ніж 6 млн. товарів в каталозі
- Термін постачання - 3-4 тижні
- Відсутня мінімальна сума замовлення
- Безкоштовна доставка по Україні
- Спеціальні умови для дистриб'юторів

03110, Київ,  
вул. Солом'янська, 3Б,  
оф. 104  
Тел./факс: (044) 520-19-13,  
(044) 520-19-15,  
(044) 520-19-16  
[info@evocom.ua](mailto:info@evocom.ua)



**РЕКОН**

постачання електронних компонентів

[Http://www.rekkon.kiev.ua](http://www.rekkon.kiev.ua)

e-mail:[info@rekkon.kiev.ua](mailto:info@rekkon.kiev.ua)

04073, Україна, Київ,  
вул. Семена Скляренка, 9, оф. 401.  
(044) 490-92-50 (багатокан.), 494-27-08

	<a href="http://www.atmel.com">www.atmel.com</a> мікропроцесори та мікроконтролери, пам'ять
	<a href="http://www.analog.com">www.analog.com</a> мікросхеми для лічильників електроенергії, ЦАП та АЦП
	<a href="http://www.maxim-ic.com">www.maxim-ic.com</a> порти I/O, інтерфейси, засоби безпеки
	<a href="http://www.microchip.com">www.microchip.com</a> мікропроцесори та мікроконтролери, пам'ять
	<a href="http://www.ti.com">www.ti.com</a> мікропроцесори периферія, мікросхеми логіки
	<a href="http://www.wiznet.co.kr">www.wiznet.co.kr</a> модулі передачі даних із вбудованими протоколами
	<a href="http://www.irf.com">www.irf.com</a> діоди, транзистори, тиристори, силова електроніка
	<a href="http://www.meanwell.com">www.meanwell.com</a> AC/DC та DC/DC перетворювачі, джерела живлення
	<a href="http://www.winstar.com.tw">www.winstar.com.tw</a> індикатори LCD символні та графічні
	<a href="http://www.sumida.com">www.sumida.com</a> індуктивності вивідні та поверхневого монтажу
	<a href="http://www.tsi.com">www.tsi.com</a> GPS-приймачі, антени, готові GPS-вироби
	<a href="http://www.samwha.co.kr">www.samwha.co.kr</a> конденсатори електrolітичні різних серій
Royal-Ohm	<a href="http://www.royalohm.com">www.royalohm.com</a> резистори SMD вивідні, силові, резисторні зборки
	<a href="http://www.molex.com">www.molex.com</a> телекомунікаційні роз'єми, оптоволоконні компоненти
	<a href="http://www.hubersuhner.com">www.hubersuhner.com</a> роз'єми височастотні кабелі, перехідники

Фірма «РІЧЕЛ» спеціалізується на постачанні електронних компонентів на ринок України загальною номенклатурою понад 30 тисяч найменувань. Постачальниками є відомі світові бренди, які виробляють свою продукцію у 36 країнах світу. Деякі комплексні поставки електронних компонентів надходять безпосередньо із заводів-виробників, та гарантують оптимальні ціни та терміни поставки. Спеціальні умови для розробників забезпечують нашим покупцям постійний доступ до новинок виробників. Завдяки високій технічній компетенції працівників відділу продажів, фірма «РІЧЕЛ» гарантує своїм клієнтам швидку та професійну технічну підтримку. Власне виробництво збудовано на базі автоматичного установника М60 від компанії Mechatronika. Автомат М60 оснащений механічною системою центрування компонентів на льоту, що дозволяє встановлювати QFP, PLCC і BGA з кроком до 0.5мм. М60 має камеру для зчитування реперних знаків з плати та візуального навчання при програмуванні нової продукції та оснащений автоматичним дозатором пасти або клею, що дозволяє працювати без трафаретного принтера.



### Завдяки квантовим технологіям створено синтезатор радіосигналів наступного покоління

У багатьох типах метрологічного та радіокомунікаційного обладнання використовуються пристрої, які називаються синтезаторами сигналів. І чим стабільніше генерується ними сигнал, чим ближче його реальна форма до ідеальної, тим більш точні вимірювання можна проводити за його допомогою або передавати-приймати більшу кількість інформації. Однак, чим більша якість роботи забезпечує синтезатор частот, тим складнішою є його схема, реалізована на традиційних електронних компонентах. Плюс до цього, такі синтезатори вимагають постійного калібрування та рекалібрування з метою компенсації впливу температурних змін.

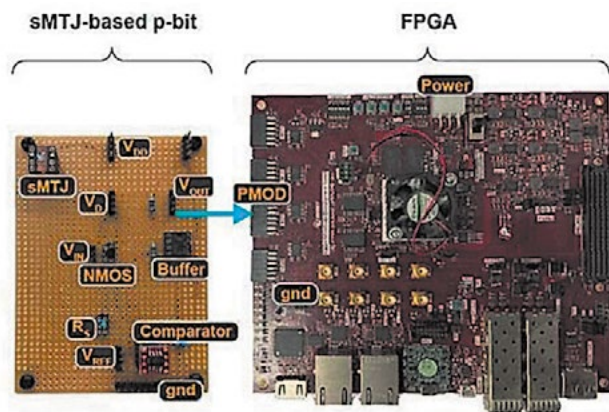
Але нещодавно дослідники з американського Національного Інституту Стандартів і Технологій (National Institute of Standards and Technology, NIST), спільно зченими з Колорадського університету в Боулдері, створили перший у своєму роді квантовий синтезатор частот, що генерує сигнал потужністю вище -30 dBm, характеристики якого максимально дуже близькі до ідеальних.

Створений дослідниками прогамований квантовий синтезатор здатний генерувати сигнал мікрохвильового діапазону. Точність форми сигналу становить 22 мВ RMS на частоті 1005 ГГц. Така точність на цілих 25% перевищує точність найкращих із вже існуючих синтезаторів частот. Сам синтезатор є інтегральною схемою, розміром 10 на 10 мм, яка охолоджується до температури в 4 Кельвіна і на якій знаходиться 4500 переходів Джозефсона. Всі ці переходи з'єднані в схему генератора RF-JAWS (RF Josephson arbitrary waveform synthesizer), який підключений до чотирьох пристроїв-диплексерів, що складаються з декількох надпровідних елементів.

Проведені виміри показали, що створений синтезатор і рахунок використання квантових явищ здатний генерувати сигнал практично ідеальної форми із заданою амплітудою та частотою.

### Вчені продемонстрували масштабовану архітектуру спинтронного імовірного комп'ютера

Дослідники з університету Тохоку, університету Мессини та Каліфорнійського університету в Санта-Барбарі розробили та продемонстрували працездатність спинтронного імовірного комп'ютера (р-комп'ютера), побудованого на базі нової архітектури, що масштабується, зі стохастичними спинтронними пристроями. Наявність спинтронних імовірних пристроїв дозволяє цьому комп'ютеру досить легко справлятися з важкими обчислювальними завданнями пев-



них типів, включаючи завдання комбінаторної оптимізації та глибинного машинного навчання.

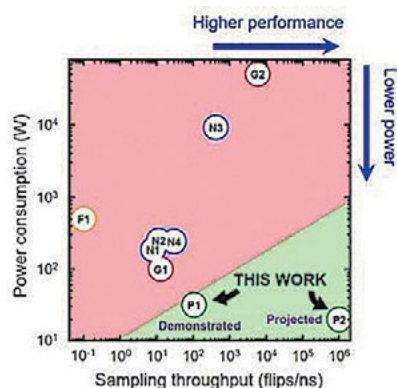
Основою р-комп'ютера є стандартні стохастичні блоки, звані імовірнісними бітами (р-біти). На відміну від бітів звичайних і навіть квантових комп'ютерів, які можуть перебувати в декількох фіксованих станах, р-біти можуть бути десь у проміжку між цими станами. Р-комп'ютер може працювати при кімнатній температурі і вирішувати ймовірні алгоритми, що широко використовуються в завданнях певного роду.

Раніше дослідники з університету Тохоку продемонстрували, що р-біти можуть бути досить просто створені на базі спинтронних пристроїв, які називаються стохастичними магнітними тунельними переходами (stochastic magnetic tunnel junctions, sMTJ). Однак, у минулих дослідженнях вченим вдалося лише створити поодинокі р-біти та вивчити особливості їхнього функціонування.

Зараз вчені продемонстрували, що sMTJ р-біти можуть бути об'єднані зі звичайними електронними компонентами і прогамованими матрицями логічних елементів (FPGA). Комбінація «sMTJ + FPGA» дозволяє вибудовувати з р-бітів цілі спинтронні мережі, які здатні вирішувати складніші завдання, ніж поодинокі р-біти.

Далі вчені зробили порівняння роботи їх дослідного зразка р-комп'ютера з роботою класичних обчислювальних систем на базі графічних процесорів та спеціалізованих тензорних процесорів. Порівняння проводилося на задачі моделювання квантового відпалу (simulated quantum annealing, SQA) і, незважаючи на свій «експериментальний і досвідчений» статус, р-комп'ютер продемонстрував величезну перевагу з точки зору обчислювальної потужності та кількості витраченої на обчислення енергії.

«Наявний у нас в даний час «sMTJ + FPGA» р-комп'ютер є лише першим прототипом з дискретними електронними компонентами, - розповідає професор Шунсюке Фуками. - Майбутні ж р-комп'ютери будуть системами, в яких



р-біти будуть інтегровані з напівпровідниками, пристроями магнітної пам'яті та іншими необхідними компонентами. Звичайно, все це вимагатиме участі у розробці фахівців у галузі фізики, матеріалознавства, проектування гібридних схем та фахівців, здатних складати відповідні алгоритми».

### На основі мемристорів розроблено перший процесор Байєса для штучного інтелекту

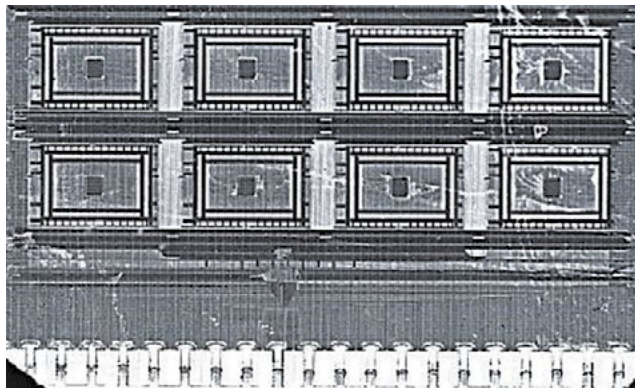
За минулі кілька років технології глибокого машинного навчання та інші технології, що лежать в основі штучного інтелекту, зробили якісний ривок з погляду їхньої продуктивності та функціональності. Проте процес навчання та експлуатації нейронних мереж все ще потребує багато часу, енергії та обчислювальних потужностей. Тому вчені та інженери у всьому світі намагаються розробити альтернативні апаратні засоби, які можуть забезпечити більш швидку та ефективну роботу моделей штучного інтелекту, що збільшить їхню стабільність та дозволить використовувати їх повсюдно.

До таких груп належить і зведена група з кількох французьких наукових установ, яка нещодавно закінчила створення так званого байєсівського процесора, що забезпечує роботу деяких алгоритмів штучного інтелекту, заснованих на теоремі Байєса. І найцікавішим є те, що в основу цього процесора лягли матриці з мемристорів, що дало цьому процесору найвищу енергоефективність у порівнянні з традиційними методами.

Мемристори є одними із відносно нових видів базових електронних компонентів. Їхня відмінність полягає у тому, що вони здатні запам'ятовувати у вигляді їх електричного опору значення струму, що протікав через них раніше. Таким чином, мемристори можуть виступати відразу в двох ролях – як осередки пам'яті і як обчислювачі, що виконують обробку інформації. Це, у свою чергу, дозволяє реалізувати за їх допомогою принципи зберігання та обробки інформації, схожі з принципами роботи людського мозку.

Новий процесор Байєса містить 2048 мемристорів з оксиду гафнію і 30080 традиційних кремнієвих польових транзисторів (MOSFET). Робота цього процесора була оцінена досить поширеним завданням з розпізнавання жестів. І новий процесор впорався з цим завданням, використавши в тисячі разів менше енергії, ніж традиційне рішення на основі мікроконтролера.

Зараз французькі дослідники закінчили проекту-



вання та запустили етап виробництва нового варіанту байєсовського процесора, що має значно більшу кількість ресурсів. Паралельно з цим ведеться робота щодо адаптації інших підходів машинного навчання до нових апаратних засобів. І, цілком імовірно, що в недалекому майбутньому нові процесори стануть основою медичних пристроїв, систем безпеки та різних датчиків, здатних контролювати всі аспекти життя, що нас оточує, починаючи від стану здоров'я людини до ходу промислових виробничих процесів.

### На найменшому у світі «вінілі» записано частину новорічної мелодії

У науковій спільноті вже давно склалася традиція відзначати наближення Різдва та Нового року створенням мініатюрних чудес відповідної тематики. У 2022 році вчені з DTU створили «найменший у світі звукозапис», щось схоже на класичний вініловий диск, на якому вигравіровано частину відомої різдвяної мелодії.



Цей диск, діаметром всього в 40 мікронів (тисячних часток міліметра), створений на полімерній основі, має всі необхідні атрибути: лейбл, що знаходиться в центрі, і концентричну спіральну звукову доріжку, що містить перші 25 секунд пісні «Rockin' Around the Christmas Tree». Він був виготовлений за допомогою комерційного пристрою NanoFrazor, який, як каже його назва, є нано-фрезерним верстатом, здатним відокремлювати крихітну кількість матеріалу від цільного шматка, надаючи йому заданої форми.

Мало того, що висока роздільна здатність пристрою NanoFrazor дозволила створити зображення лейбла в центрі диска, вона дозволила й закодувати стереозвук в одній доріжці, зміни ширини доріжки містять звук лівого каналу, а зміни глибини доріжки – правого каналу. Звичайно, звук з такого крихітного диска неможливо відтворити за допомогою звичайного плеєра. На це здатний лише сам пристрій NanoFrazor, або ще більш дорогий атомно-силовий мікроскоп, що сканує, з наконечником, заточеним до одноатомної товщини.

Природно, що створення крихітного звукового диска не несе ніякої практичної цінності. Але все це демонструє вражаючі можливості пристрою NanoFrazor, який здатний швидко та якісно створювати різні наноструктури з найвищою точністю.

«Насамперед ми плануємо розробити та виготовити нові мініатюрні магнітні датчики, здатні детектувати електричні струми, що поточні в головному мозку живих істот, – пишуть дослідники з DTU. – Також ми плануємо використовувати NanoFrazor для високоточного створення наноструктурованих поверхонь, за допомогою яких ми зможемо краще контролювати та керувати поширенням електронних хвиль».



### Нова технологія компанії LG забезпечує камери смартфонів функцією повноцінного оптичного зуму

Лише у камерах лічених одиниць моделей смартфонів використовується функція оптичного масштабування, яка називається зумом. Камери решти смартфонів мають так званий цифровий зум, коли масштаб зображення змінюється шляхом збільшення



розміру кожного пікселя. При всій дешевизні та практичності такий метод призводить до втрат якості, при великому збільшенні зображення стає гранульованим або. Однак, все це може невдовзі змінитися завдяки роботі фахівців LG Innotek, які розробили новий модуль камери для смартфонів під назвою Optical Telephoto Zoom Camera Module.

У камерах із оптичним зумом зазвичай встановлено кілька оптичних модулів з різними фокусними відстанями. Це, звичайно, дозволяє отримувати більш якісні зображення, але це обмежує користувача лише кількома фіксованими значеннями збільшення масштабу. Крім цього, додаткові оптичні модулі займають простір в об'ємі смартфона, який, в іншому випадку, міг бути використаний під батарею, наприклад.

Новий модуль камери компанії LG створений саме для запобігання озвучених вище незручностей та обмежень. Він, як і звичайна камера, інтегрується в задню частину смартфона, не збільшуючи габаритів корпусу. Але він дозволяє плавно вибирати масштаб зображення від 4 до 9, що стало можливим за рахунок фізичного переміщення лінзи. При цьому дальність таких переміщень вимірюється мікрометрами, тисячними частками міліметра.

Також у модуль вже інтегрована технологія стабілізації зображення Optical Image Stabilizer, яка дозволяє позбутися розмиття під час зйомки з довгою фокусною відстанню. Ця оптична стабілізація дозволяє отримувати більш якісні знімки в порівнянні з методами цифрової стабілізації, які компенсують рух камери невеликим збільшенням масштабу зображення. В даний час фахівці компанії LG Innotek спільно зі спеціалістами Qualcomm Technologies працюють над програмним забезпеченням модуля Optical Telephoto Zoom Camera Module, яке включатиме такі функції, як авто-фокус, авто-витримка, автоматичний баланс білого та автоматична корекція оптичних спотворень.

Новий модуль камери буде продемонстрований вперше на виставці CES у найближчий час, може тоді і стане доступна інформація щодо термінів появи цього модуля в нових смартфонах.

### Новий метал-полімерний композит дозволить друкувати міцніші наноструктури

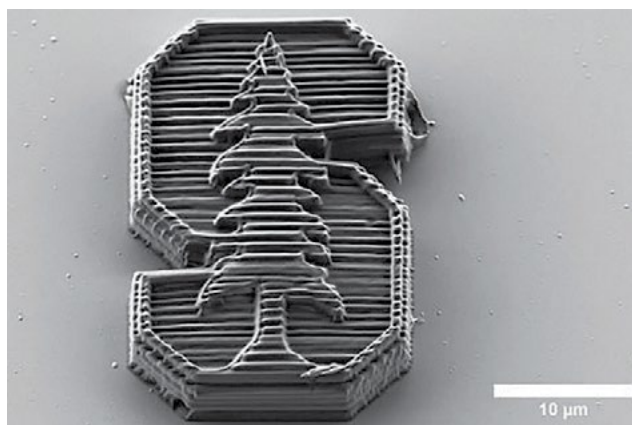
В даний час технології тривимірного друку використовуються не тільки в будівництві, машино- та авіабудуванні. За

їх допомогою також друкуються наноструктури, такі крихітні, що їх неможливо побачити неозброєним оком, і нещодавно розроблений композитний матеріал може забезпечити швидший друк таких наноструктур, а самі наноструктури будуть набагато твердішими і міцнішими, ніж це було можливо раніше.

Розроблений вченими зі Стенфордського університету композитний матеріал складається із сполучної основи (полімерної смоли), в обсязі якої знаходяться крихітні металеві частинки з невеликою кількістю атомів, і називаються ці частинки металевими нанокластерами.

Процес друку, що використовується, є стандартним процесом двофотонної літографії. Світло двох лазерів спрямоване всередину об'єму рідкої смоли, і коли два промені сходяться в одній точці, там відбувається хімічна реакція і полімеризується смола, набуваючи твердості. Переміщуючи промені лазерів та фокусуєчи їх у заданих точках, можна створювати крихітні об'єкти з будь-якою складною формою та внутрішньою структурою.

При такому методі тривимірного друку елементи створюваних об'єктів не є монолітними, вони є тривимірними ґратами з крихітних елементів. Ґрати з нового композитного матеріалу, як показали проведені випробування, виявилися здатними до поглинання вдвічі більшої кількості енергії від зовнішнього впливу, ніж решітки з простих полімерних матеріалів, які зазвичай використовуються для такого процесу тривимірного друку. Залежно від типу решітки, елементи наноструктур витримували підвищені навантаження без деформації, інші деформувалися, поглинаючи енергію впливу, а потім поверталися до своєї початкової форми.



Додатковим бонусом стало те, що металеві нанокластери виступили своєрідним каталізатором, який значно прискорює реакцію полімеризації. У середньому ці реакції протікали у 100 разів швидше, ніж за відсутності каталізатора, і це дозволило суттєво прискорити процес друку.

«В даний час є великий інтерес до проектування та створення різних структур, призначених для виконання механічної роботи, – пишуть дослідники. – Наш новий матеріал ідеально підходить для цього. Плюс, його здатність до опору зовнішнім впливам дозволить виготовляти з нього свого роду захисні оболонки для великих елементів, виготовлених з інших та менш міцних матеріалів».



Вибір ЕС вентиляторів для системи HVAC (Опалення, вентиляція та кондиціонування (ОВІК)) вашого підприємства може окупитися безліччю способів.

# Переваги ЕС-вентиляторів для підвищення енергоефективності бізнесу

# SUNON®

(Матеріали статті надані компанією Дискон)

## Ось деякі з переваг ЕС вентиляторів:

- **Збільшений повітряний потік:** ЕС-вентилятори можуть переміщати повітря більш ефективно, ніж традиційні двигуни змінного струму, а це означає, що ви отримуєте більше повітря за тієї ж кількості енергії.

- **Зниження витрат на технічне обслуговування:** Вентилятори ЕС вимагають меншого обслуговування, ніж традиційні двигуни змінного струму, оскільки в них менше частин, що рухаються.

- **Підвищена енергоефективність:** ЕС-вентилятори економлять до 70% енергії, що споживається двигунами змінного струму, що робить їх привабливим варіантом для тих, хто хоче підвищити ефективність та знизити експлуатаційні витрати.

- **Більше контролю:** ЕС-вентилятори пропонують багато налаштувань швидкості, що дозволяє більш ефективно контролювати потік повітря та температуру в приміщенні. Це означає, що ви можете налаштувати параметри відповідно до конкретних потреб, гарантуючи, що комфорт та енергоефективність будуть йти пліч-о-пліч.



## Нове покоління ЕС вентиляторів MagLev – енергозберігаючі та безшумні рішення для осьових вентиляторів

Осьові ЕС вентилятори SUNON у виконанні MagLev – серія CF доступні у 4 типорозмірах: 60x60x25 мм, 70x70x25 мм, 80x80x25 мм, 92x92x25 мм.

### Переваги:

- 88% економії енергії.
- Потік повітря збільшився на 74%.
- Теплові характеристики покращено на 70%.
- Виконання з IP захистом від пилу та води – IP21 на запит.

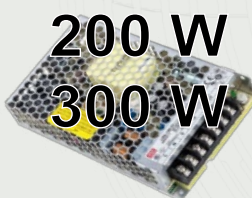
### Сфера використання:

- Комерційні морозильні камери та холодильники.
- Побутові холодильники
- Машинне обладнання та інструменти.
- Медична промисловість.



## SUNON ebmpapst

Найбільший  
склад вентиляторів  
в Україні



**MW**  
MEAN WELL



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

+38 (068) 418-91-28  
sales@discon.ua

Viber, Telegram  
www.discon.ua



IGBT та SiC модулі



Реле

**OMRON** **H** **FUJITSU**

електромагнітне, електромеханічне, твердотільне



**SCHUKAT**  
electronic



Доставка товару  
зі світових інтернет магазинів



У поставках дискретних компонентів далеко не останнє місце займають стабілітрони малої та середньої потужності. Використання стабілітронів, завдяки низькій ціні та малим габаритам, зменшує собівартість та спрощує загальне рішення пристрою, скорочує простір на платі, підвищує надійність кінцевої системи та скорочує час її виходу на ринок.

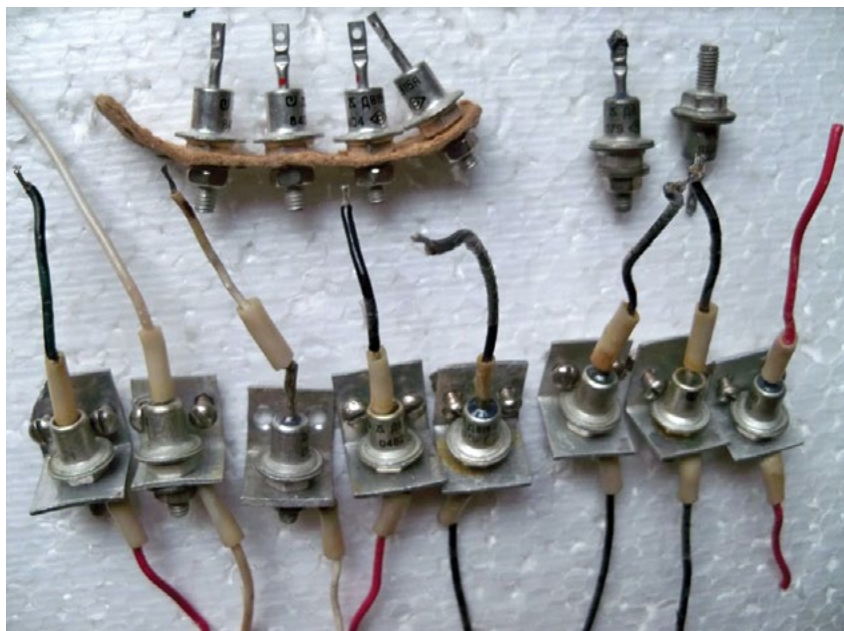
## Стабілітрони – просте вирішення складних проблем

Володимир Рентюк, м. Запоріжжя

### Дещо з теорії

Активна частина стабілітрона являє собою напівпровідниковий р-п перехід. В даний час як основний матеріал при формуванні їх р-п-переходу в стабілітронах використовують кремній. Кремній входить до групи IV періодичної таблиці і через те, що він у чистому стані є поганим провідником він класифікується як «напівпровідник». Однак, коли до напівпровідника додаються контрольовані кількості певних домішок, він стає кращим провідником електрики. Залежно від типу домішки, що додається в основний напівпровідник, її провідність може набувати двох різних форм, звані р і n типом відповідно. На [рис.1](#) показана напівпровідникова структура: а) структура кристалічних ґрат з чистого кремнію; б) провідність n-типу; в) провідність р-типу.

Провідність n типу у напівпровіднику дуже схожа на провідність, пов'язану з дрейфом вільних електронів у металі. У чистому кремнії при кімнатній температурі вільних електронів дуже мало, щоб проводити струм. Однак існують способи введення вільних електронів у кристалічні ґрати. Така провідність досягається додаванням контрольованих кількостей домішок елементів групи V, таких як, наприклад, фосфор. Атоми п'ятивалентного фосфору, які у решітчасту структуру, не потрібні для утворення ковалентних зв'язків, відповідно вони дають додаткові електрони. Ці домішки називаються донорними домішками, оскільки вони «віддають» вільний електрон ґратам, а сама провідність – «електронній». Ці донорські



електрони при додатку електричного поля можуть вільно переміщатися по всьому кристалу ([рис.1,б](#)). Позначення «n» для цього типу провідності має на увазі «негативні» носії заряду.

У провідності р-типу заряди, які переносять електричний струм через кристал, є позитивними, звідси і «р» (від англ. positive). Однак ми знаємо, що електричний струм у будь-якому матеріалі – це спрямований потік електронів і що у твердому тілі немає рухомих позитивно заряджених носіїв. Позитивні носії заряду можуть існувати у газах та рідинах у формі позитивних іонів, але не у твердих тілах. Позитивний характер протікання струму в напівпровідниковому кристалі можна розглядати як рух так званих дірок у ковалентних ґратах ([рис.1,в](#)). Ці дірки переміщуються в електрично-

му полі так, ніби вони є позитивними носіями.

Провідність р-типу в напівпровідниках виникає в результаті додавання до напівпровідникового кристала кремнію акцепторних домішок (елементів III групи), таких як, наприклад, бор. У цьому випадку атоми бору з трьома валентними електронами потрапляють у ґрати чотиривалентного кремнію. Оскільки ковалентні зв'язки не можуть бути створені лише трьома електронами, кожен акцепторний атом залишає дірку в ґратах, що є наслідком дефіциту одного електрона. Ці дірки легко приймають електрони, запроваджені зовнішніми джерелами. Коли зовнішнє коло підключено, електрони з джерела струму «заповнюють» ці дірки з негативного. Саме цей дрейф позитивно заряджених дірок пояснює термін провідність р-типу.