

Дещо про випрямлячі на 2000 В

Переклад: Олександр Титенко, асистент каф. ПРЕ, РТФ, КПІ ім. І. Сікорського
Редагування: Наталія Апостолюк, директор, Мастек Електронікс ЛТД
 E-mail: info@mastek.com.ua

У статті розглядаються високовольтні випрямлячі на 2000 В — ключові компоненти для сучасної енергетики, електромобілів та промисловості. Детально проаналізовано їхню принципову важливість, ключові параметри ефективності та основні сфери застосування. Матеріал містить огляд конкретних рішень від компанії WeEn Semiconductors.

ВИСOKOBOЛТНІ ВИПРЯМЛЯЧІ

Що таке випрямляч на 2000 вольт?

Випрямляч на 2000 В — це спеціальний діод для перетворення змінного струму в постійний в електричних системах, що працюють при дуже високих напругах. Принцип роботи полягає в наступному — струм вільно протікає в одному напрямку, а у зворотному напрямку майже повністю його блокує, при цьому до нього може прикладатися зворотна напруга (*Maximum Repetitive Reverse Voltage, VRRM*), яку діод може витримувати багаторазово.

Випрямляч на 2000 В призначений для використання в жорстких умовах з великим навантаженням і створений для роботи при значній величині зворотної напруги, що робить його незамінним

компонентом для систем заряджання електромобілів і в пристроях відновлюваної енергетики, а також промислового та медичного обладнання, а також сучасної побутової електроніки.

Чому випрямлячі на 2000 В мають вирішальне значення в сучасній електроніці?

Зростання ринку випрямлячів на 2000 В обумовлене глобальним попитом на підвищення ефективності та більшу густину потужності, особливо в секторах *відновлюваної енергетики* та *електромобілів (Electric Vehicle, EV)*. Зі збільшенням напруги в системах з метою покращення продуктивності, компоненти з вищою номінальною напругою необхідні для забезпечення безпеки та надійності.

У таких сферах застосування, як *бортові зарядні пристрої для електромобілів на 800 В* або *сонячні інвертори на 1500 В*, робота при вищих напругах зменшує величину струму, необхідного для отримання тієї ж вихідної потужності. Це значно скорочує втрати енергії у вигляді тепла ($P = V_f \cdot I_f$).

Використання випрямляча з вищою напругою також дозволяє застосовувати тонші та легші кабелі, що призводить до створення менших, ефективніших та економніших систем. Запас міцності, який забезпечують ці компоненти, також зменшує ризик потенційних стрибків напруги, що є особливо важливим під час генерації відновлюваної енергії.

На централізованих станціях заряджання для електромобілів (рис. 1) зарядні пристрої, розташовані найдалі від джерела живлення, може мати кабелі довжиною 20–30 метрів. Швидкі зміни навантаження в таких довгих лініях, що мають велику паразитну індуктивність, можуть призвести до стрибків напруги (>1700 В), що можуть пошкодити діоди ORing і вимагають застосування методів пом'якшення, ефективним методом яких є використання діодів Oring 2000 В (рис. 2).

КЛЮЧОВІ ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЛЯ ВИПРЯМЛЯЧІВ НА 2000 В

Ефективність та комутаційні втрати

Ефективність та надійність застосування безпосередньо залежать від показників ефективності випрямляча. Для розробників зарядних пристроїв для електромобілів або сонячних інверторів розуміння цих параметрів є ключовим для досягнення показників ефективності. Найважливішими є пряма напруга (V_f) та струм витоку (I_f).

Пряма напруга

Це невелике падіння напруги, яке спостерігається, коли випрямляч увімкне-



Рис. 1. Централізована станція заряджання для електромобілі

ний і проводить струм. Це падіння напруги призводить до втрат провідності, тому нижче значення V_f завжди краще.

Струм витоку

Це невеликий струм, який протікає через випрямляч у вимкненому/блокованому стані. Він значно впливає на споживання енергії в режимі очікування та збільшує теплове навантаження системи, особливо при високих робочих температурах. У високовольтних системах низький струм витоку має вирішальне значення для максимальної ефективності.

Теплові характеристики та надійність

Здатність випрямляча відводити тепло так само важлива, як і його електрична ефективність. Погані теплові характеристики знижують надійність і термін служби всієї системи живлення. Основні показники теплових характеристик і надійності включають робочу температуру переходу ($T_{j,max}$), тепловий опір (R_{th}) та стійкість до лавинного пробою (лавинна здатність).

Робоча температура переходу

Це максимальна внутрішня температура, яку напівпровідник випрямляча може безпечно витримувати під час роботи. Вище значення $T_{j,max}$ забезпечує більший запас міцності та підвищує термін служби пристрою, а випрямлячі з такими значеннями будуть міцнішими та надійнішими в умовах високих температур, наприклад, всередині герметичного корпусу зарядного пристрою для електромобілів.



Рис. 2. Імпульс напруги 1700 В, виміряний на зарядній станції для електромобілів

Тепловий опір

Цей показник говорить, наскільки ефективно тепло відводиться від внутрішнього напівпровідникового переходу. Низький тепловий опір забезпечує краще охолодження пристрою, а отже, дозволяє використовувати менші та дешевші радіатори.

Лавинна здатність

Цей показник вимірює здатність випрямляча витримувати короточасні перенапруги. Висока лавинна здатність є особливо важливою в таких сферах застосування, як виробництво відновлюваної енергії (сонячної, вітрової тощо), де часто трапляються стрибки напруги,

оскільки вона захищає пристрій від катастрофічних несправностей.

ОСНОВНІ СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ ВИПРЯМЛЯЧІВ 2000 В

Системи швидкого заряджання постійним струмом

Ці потужні станції створені для подачі постійного струму безпосередньо на акумулятор автомобіля з метою прискорення заряджання. Потужні напівпровідники керують струмом між мережею та автомобілем, допомагаючи мінімізувати втрати енергії, підвищити ефективність заряджання та забезпечити надійну роботу систе-

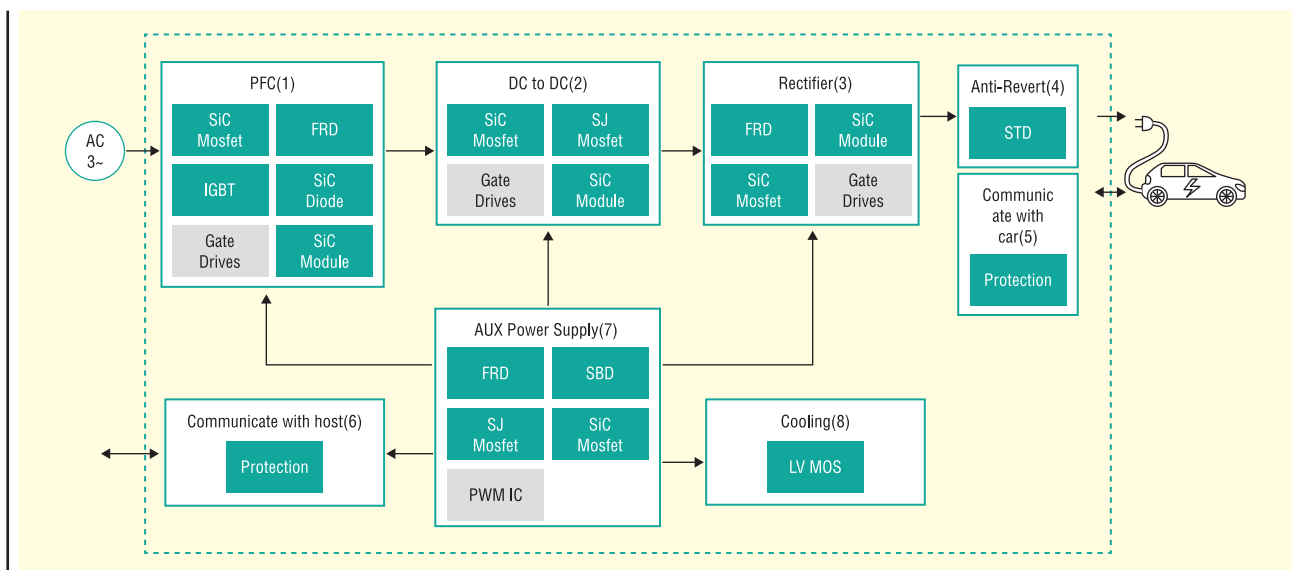


Рис. 3. Потужні напівпровідники керують струмом між мережею та автомобілем

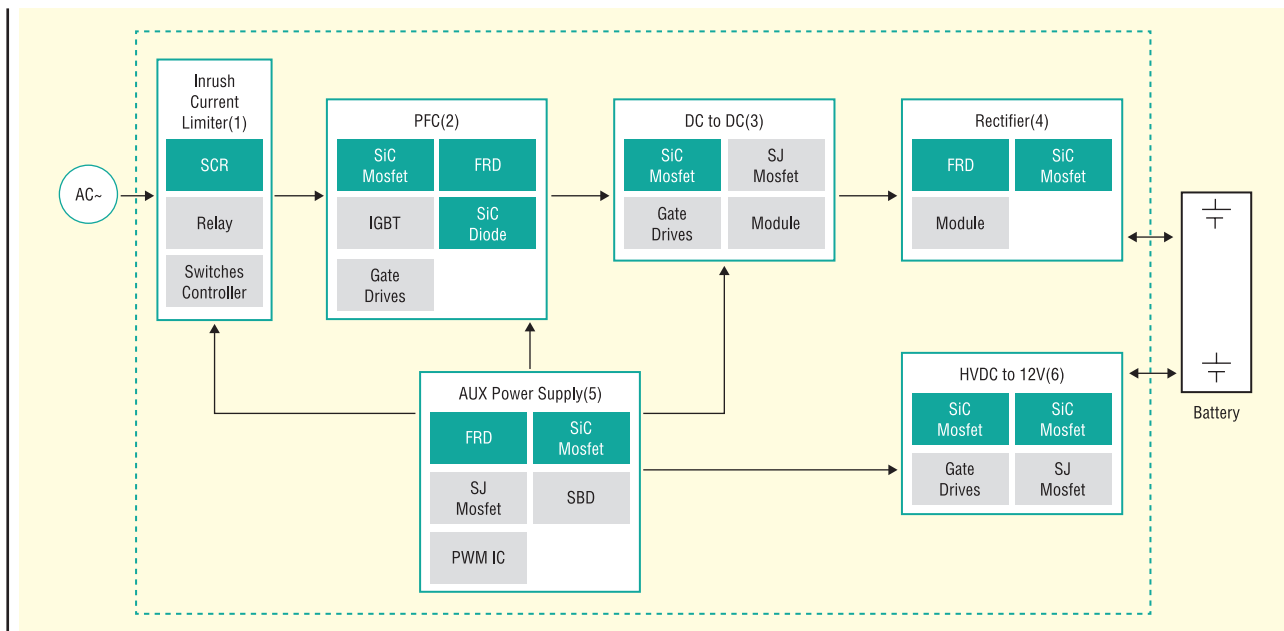


Рис. 4. Вбудований зарядний пристрій

ми. Вони також захищають акумулятор від стрибків напруги та перегріву, сприяючи збільшенню терміну служби акумулятора та безпеці заряджання в цілому (рис. 3). Модулі потужних випрямлячів на 2000 В перетворюють змінний струм мережі в високовольтний постійний струм. Важливе значення мають теплові характеристики та ефективність, а випрямлячі з низькими втратами забезпечують швидшу подачу енергії та надійність.

Вбудовані зарядні пристрої в електромобілях

Автомобільна промисловість переходить на архітектури з напругою 800 В і вище, що створює значний попит на випрямлячі з напругою 2000 В і вище. Робота при вищих напругах не тільки зменшує вагу автомобіля (як зазначено вище, завдяки використанню кабелів меншого розміру), але й дозволяє значно скоротити час заряджання. Скорочення часу заряджання має вирішальне значення для зменшення побоювань щодо заряджання та сприяння поширенню електромобілів. Ці випрямлячі є критично важливим компонентом як бортових, так і зовнішніх систем заряджання.

Вбудований зарядний пристрій (*On-Board Charger, OBC*) перетворює змінний струм від стандартної зарядної станції в постійний струм, необхідний для заряджання основної батареї (рис. 4).

Як було раніше сказано, вища номінальна напруга випрямляча на 2000 В забезпечує важливий запас міцності проти коливань в електромережі, а його висока ефективність мінімізує втрати

енергії та накопичення тепла в герметичному корпусі зарядного пристрою, підвищуючи загальну надійність.

Виробництво енергії з відновлюваних джерел

Для виробництва енергії з відновлюваних джерел напруга в системі була підвищена до 1500 В і навіть вище, щоб максимізувати ефективність. Оскільки підвищення напруги дозволяє знизити силу струму, випрямлячі з вищою напругою зменшують втрати енергії в довгих кабелях від сонячних панелей або вітрових турбін.

Сонячні інвертори

Для генерації фотоелектричної енергії необхідні інвертори, які перетворюють постійний струм, що надходить від фотоелектричних батарей, на змінний струм для електромережі. У інверторі використовуються випрямлячі для безпечного керування високою вхідною напругою (1500 В постійного струму), яка використовується в промислових сонячних електростанціях. Використання випрямлячів на 2000 В забезпечує менші втрати енергії та вищу ефективність, а також більшу потужність, що надходить до електромережі (рис. 5).

Перетворювачі для вітрових турбін

На відміну від сонячних панелей, вітрові турбіни генерують змінний струм, однак ця потужність є змінною і потребує перетворення на частоти, сумісні з мережею — 50 або 60 Гц, залежно від країни. За цей процес відповідають перетворювачі потужності всередині вітрових турбін, які спочатку випрямляють

вихідну потужність генератора до високовольтного постійного струму.

Міцність і висока лавинна здатність випрямлячів на 2000 В є життєво важливими для забезпечення того, щоб перетворювач міг витримувати стрибки напруги й надійно працювати протягом десятиліть у жорстких умовах.

Вторинне промислове та медичне застосування

Хоча сектори електромобілів та відновлюваної енергії є ключовими рушіями, високовольтні випрямлячі відіграють важливу роль у багатьох традиційних галузях промисловості та медицини.

Промислові джерела живлення

У важкому промисловому обладнанні для зварювання, плазмового різання та електростатичних фільтрів (*Electrostatic Precipitators, ESP*) випрямлячі використовуються для перетворення змінного струму мережі в високовольтний постійний струм. Цей постійний струм необхідний для підтримки потужної дугової печі (наприклад, у виробництві скла або сталі) або, у випадку *ESP*, для створення сильного електростатичного поля для контролю забруднення. У цих складних умовах найважливішими факторами є міцність і довготривала надійність випрямляча.

Медичне діагностичне обладнання

Медичні системи, зокрема рентгенівські генератори, використовують випрямлячі напруги на 2000 В у схемах мультиплікатора напруги. Ці схеми генерують

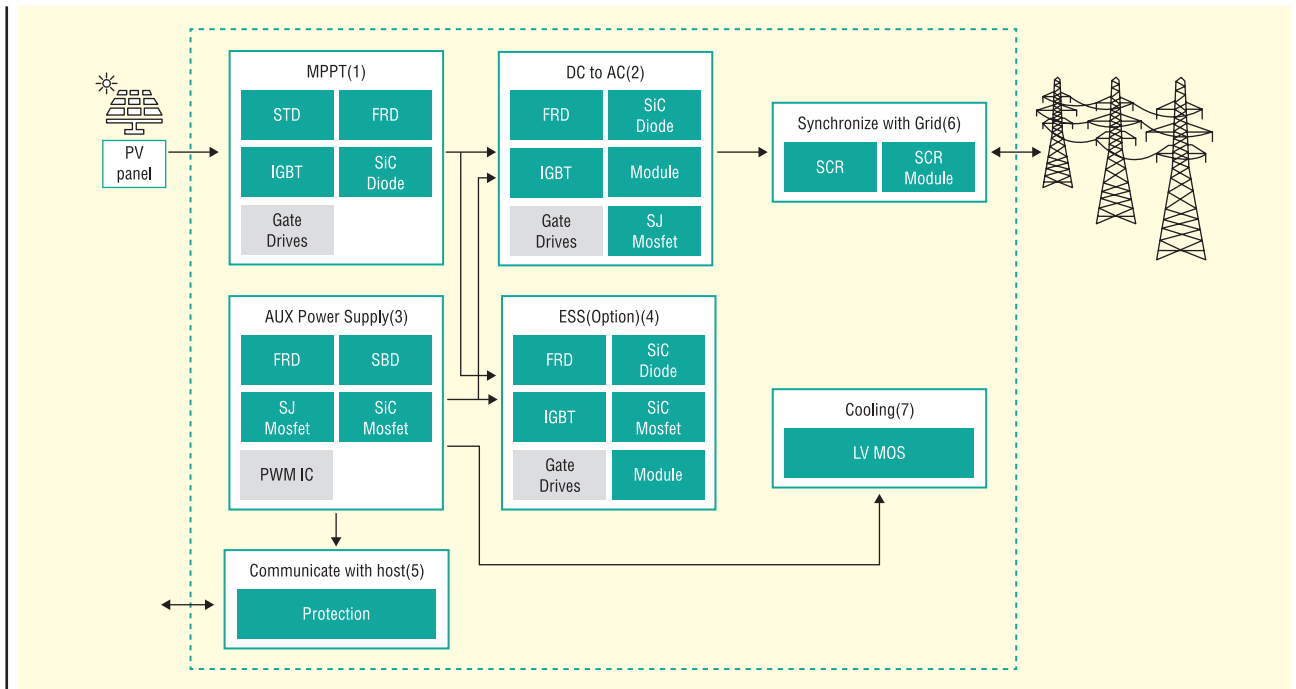


Рис. 5. Ілюстрація того, як силові напівпровідники сприяють ефективній роботі фотоелектричного інвертора

стабільну високу напругу постійного струму, необхідну для коректного функціонування. Для цих застосувань стабільність роботи та низький рівень електричних завад є визначальними факторами при виборі випрямляча, оскільки діод повинен забезпечувати стабільний вихідний сигнал для отримання чіткого та точного зображення для діагностичних цілей.

ВИПРЯМЛЯЧІ НА 2000 В ВІД WEEN SEMICONDUCTORS

Компанія WeEn Semiconductors пропонує широкий асортимент високоефективних випрямлячів на 2000 В (рис. 6). Вони розроблені для задоволення потреб енергосистем нового покоління в секторах електромобілів, відновлюваної енергетики та промисловості. В них використовуються як передові кремнієві, так і карбідні технології.

Випрямлячі WeEn Semiconductors безпосередньо покращують продуктивність на рівні системи, а завдяки зосередженню на ключових показниках, таких як малий час зворотного відновлення (t_r), низька пряма напруга (V_f) та малий тепловий опір (R_{th}), ці компоненти дозволяють конструкторам досягти вищої ефективності, збільшити густину потужності та підвищити загальну надійність.

WND90P20W

WND90P20W — це надійний стандартний силовий діод, розроблений для



Рис. 6. Серія випрямлячів на 2000 В від WeEn Semiconductors забезпечує зниження прямого падіння напруги (voltage drop, VF) на 5% та покращення теплового опору на 20%

високих застосувань, таких як зовнішні зарядні пристрої для електромобілів та випрямлення вхідного струму. Він розрахований на високий середній прями́й струм 90 А та має високу здатність витримувати пусковий струм, що робить його ідеальним для систем, які зазнають значних стрибків напруги.

WND60P20W

WND60P20W розроблений з урахуванням ефективності та надійності та забезпечує середній прями́й струм 60 А. Основні переваги включають незначне падіння прямої напруги та мінімальний струм витоку, що допомагає зменшити втрати потужності та покращити

теплові характеристики в таких застосуваннях, як вхідні випрямлячі та байпасні діоди.

Додаткову інформацію щодо продукції компанії Ampleon можна отримати, звернувшись до офіційного дистриб'ютора в Україні — ТОВ «Мастек Електронікс ЛТД»:

**03124, м. Київ,
пр.в. Ю. Матушак, 3, оф. 307,
тел./факс: (044) 451-60-80,
(067) 919-51-15,
(098) 451-60-80,**

**office@mastek.com.ua,
info@mastek.com.ua,
alexandr@mastek.com.ua,
www.mastek.com.ua**