Аналіз технічних проблем у низьковольтному високострумовому підвищувальному перетворювачі 3.3 В на 24 В/600 Вт

Переклад: Олександр Титенко, асистент каф. ПРЕ, РТФ, КПІ ім. І. Сікорського
Редагування: Андрій Мартинов, НВП ЄВРОКОМ КОМПОНЕНТС
E-mail: info@eurocom-c.com

Як приборкати струм у 200 А при розробці підвищувального перетворювача? У цій статті розглянуто два дієвих підходи: багатофазне паралельне з'єднання та зміна архітектури живлення. Дізнайтеся, як правильний вибір компонентів та компонування плати рятує проєкт від перегріву.

ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ДО ЦИФР: ПРОБЛЕМИ ВІД ВЕЛИКИХ СТРУМІВ ПРИ НИЗЬКИХ НАПРУГАХ

В промислових контролерах, електроінструментах та бортових системах нових автомобілів на альтернативних видах палива, все частіше зустрічаються джерела живлення потужністю 600 Вт з вхідною напругою 3.3 В і вихідною напругою 24 В. При цьому основну проблему інженерам створює великий струм. При потужності 600 Вт максимальний струм дорівнює приблизно 182 А при вхідній напрузі 3.3 В, а з урахуванням втрат струм може сягати 200 А. Що це означає? Струм споживання звичайної побутової техніки становить близько десятка ампер, тоді як це джерело живлення повинно витримувати струм, еквівалентний споживанню електроенергії більше ніж десятком домогосподарств.

Проблеми, пов'язані з великим струмом, є очевидними: щоб витримувати такий великий струм друкована плата повинна мати доріжки шириною не менше 30 мм з густиною міді 2 унції на квадратний фут (товщина міді 70 мкм); омічні втрати в MOSFET різко зростають зі збільшенням струму, а ККД може впасти нижче 85%; якщо конструкція системи охолодження буде працювати некоректно, компоненти будуть пошкоджені через надмірне нагрівання.

ОБМЕЖЕННЯ ТРАДИЦІЙНИХ РІШЕНЬ: ЧОМУ BOOST ТОПОЛОГІЯ НЕ ВИТРИМУЄ НАВАНТАЖЕННЯ?

Зіткнувшись із великим струмом, багато інженерів спочатку бажають використати традиційну BOOST топологію. Ця топологія має просту структуру та відпрацьоване керування, що робить її поширеним рішенням для підвищення напруги. Однак при струмі 200 А її недоліки будуть тільки рости.

Один MOSFET навряд чи зможе забезпечити необхідний струм у 200 А. Якщо обрати MOSFET на 100 А, то для забезпечення струму понад 200 А зазвичай потрібно паралельно з`єднати 3–4 таких MOSFET. Але паралельне з'єднання призведе до проблем з розподілом струму — нерівномірний розподіл струму призведе до перевантаження окремих MOSFET. Також важко підібрати дроселі для великого струму, оскільки вони повинні бути обмотані мідною фольгою, що збільшує їхні розміри та вартість, і, при цьому, знижує ККД через втрати в міді. Навіть якщо проблеми з компонентами вирішені, загальні втрати все одно можуть перевищувати 100 Вт, а радіатор буде займати значну частину загального об'єму блоку живлення.

АЛЬТЕРНАТИВНІ РІШЕННЯ ПРОБЛЕМ

Багатофазне паралельне з'єднання: розділення великого струму на декілька менших

Логіка вирішення проблеми великого струму полягає в розподілі навантаження. Наприклад, можна вирішити проблему використанням багатофазного паралельного рішення BOOST для розподілення 200 А на 4 канали по 50 А, кожен з яких керується незалежно.

Багатофазне паралельне з'єднання має три очевидні переваги: кожен канал працює при струмі лише у 50 А, що спрощує вибір MOSFET; завдяки фазовому чергуванню можна значно зменшити пульсації напруги на вході та виході, а об'єм фільтра можна зменшити вдвічі; якщо один канал виходить з ладу, інші канали можуть автоматично розподілити струм між собою, що підвищує надійність системи.

З погляду вибору компонентів, головним є MOSFET. MOSFET, оптимізовані для роботи при низькій напрузі та великому струмі, мають низький опір у включеному стані, що дозволяє ефективно зменшити втрати, та високу стабільність, що дозволяє вирішити проблему розподілу струму під час паралельного з'єд-

нання. Наприклад, MOSFET серії HKT від Hottech у корпусі D2PAK, мають велику теплопровідність, мале підвищення температури при струмі 50 А і не потребують додаткових радіаторів.

Переробка архітектури: перехід від підвищення до пониження

Якщо варіант застосування дозволяє (наприклад, системи з батарейним живленням), то переробка архітектури системи є більш ґрунтовним рішенням. З'єднавши послідовно кілька батарей 3.3 В, вхідну напругу можна збільшити до 26.4 В, і в цей момент вхідний струм при потужності 600 Вт становить близько 23 А.

Після підвищення напруги топологію можна змінити з підвищувальної на понижувальну. Понижувальна топологія більш ефективна при тій самій потужності, а зменшений струм спрощує вибір компонентів, проєктування друкованої плати та забезпечення теплового режиму. Однак це рішення вимагає керування послідовно з'єднаними батареями та підходить тільки для живлення від батарей.

ПОРАДИ З УНИКНЕННЯ ПОМИЛОК ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ТА КОМПОНУВАННІ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ

Незалежно від того, яке рішення обрано, тепловий режим та компонування друкованої плати залишаються проблемою.

При прокладанні доріжок друкованої плати, в першу чергу, збільште площу мідної фольги стоку MOSFET до щонайменше до 10 см^2, а потім просвердліть 3–5 теплових отворів для з'єднання з внутрішнім шаром мідної фольги, що передає тепло на всю друковану плату; під час багатофазного паралельного з'єднання MOSFET слід розташовувати симетрично, щоб забезпечити однакову довжину шляху струму та зменшити помилки розподілу струму; якщо дозволяє простір, над MOSFET можна прикріпити теплопровідну прокладку товщиною 0.5 мм і під'єднати її до металевого корпусу, щоб вона стала додатковим радіатором.

Для низьковольтних рішень, таких як 3.3 В до 24 В/600 Вт, Hottech пропонує відповідні MOSFET та технічну підтримку. MOSFET серії HKT, з їх низьким опором та високою стабільністю, можуть вирішити основні проблеми багатофазного паралельного з'єднання; водночас Hottech може надати результати теплового моделювання та посібники з компонування друкованих плат, щоб допомогти інженерам швидко реалізувати свої рішення.

ВИСНОВОК

Проблема перетворення 3.3 В у 24 В/600 Вт полягає в балансуванні струмового навантаження та ефективності системи. Рішенням є або розподіл струму за допомогою багатофазного паралельного з'єднання, або зменшення струму шляхом зміни архітектури. Вибір відповідних компонентів може значно полегшити досягнення цього балансу. MOSFET серії HKT від Hottech, що мають низькі втрати та високу стабільність, є мостом для вирішення проблем низької напруги та високого струму. Якщо ви також стикаєтеся з подібними проблемами при проєктуванні пристроїв низької напруги та великого струму, спробуйте почати з розподілу струму або зміні архітектури, а потім підберіть відповідні компоненти. Пересвідчитись, що проблема може бути вирішена досить легко.

Додаткову інформацію щодо продукції компанії Hottech Semiconductor, що була представлена в цій статті, можна отримати в офіційного дистриб'ютора в Україні — ТОВ «НВП ЄВРОКОМ КОМПОНЕНТС»:
тел./факс: (044) 33-44-575,
e-mail: info@eurocom-c.com,
www.eurocom-c.com CN

Hottech Semiconductor (Hottech; Heketai) — китайська semi-fabless-компанія, що розробляє, корпусує та постачає дискретні напівпровідникові компоненти та аналогові IC. Заснована в Шеньчжені в 1992 році.

Hottech постачає: MOSFET (N-канальні, P-канальні, Super Junction, високовольтні); діоди (Шотткі, TVS, випрямні, Зенерівські, швидко- та надшвидковідновлювані); біполярні транзистори; IC лінійних джерел живлення; IC захисту Li-Ion акумуляторів; чип-резистори; чип-конденсатори.

Вироби Hottech застосовуються в джерелах електроживлення, освітлювальних пристроях, медичній електроніці, побутовій техніці, зв'язку, системах безпеки та охорони, промавтоматиці, автомобільній електроніці.

МОРОЗОСТІЙКІ ЛІТІЄВІ АКУМУЛЯТОРИ

Пошук нових типів акумуляторів сьогодні став одним із ключових завдань матеріалознавства та енергетики. Сучасна електроніка вимагає джерел живлення, які були б не тільки потужними, але й безпечними, гнучкими, стійкими до екстремальних температур і менш залежними від дефіцитних металів. На цьому тлі все більше уваги привертають органічні матеріали, які ще нещодавно вважалися надто нестабільними для практичного застосування в літієвих батареях.

До цього часу ринок майже повністю спирався на літій-іонні елементи з катодами з урахуванням нікелю чи кобальту. Ці технології добре відпрацьовані, але мають серйозні обмеження, пов'язані з екологією, вартістю та ризиками при механічних ушкодженнях. Китайські дослідники запропонували принципово інший підхід, замінивши традиційні неорганічні катоди на органічні полімери, здатні забезпечити порівнянну енергетичну віддачу.

Робота була виконана науковими колективами під керівництвом професорів Сюнь Іньхуа (Xu Yunhua) та Хуан Фей (Huang Fei). Вченим вдалося продемонструвати першу повноцінну літієву батарею, в якій катодом служить спеціально розроблений полімер n-типу. Раніше подібні матеріали стикалися з двома фундаментальними проблемами: вони розчинялися в електроліті і мали низьку електричну провідність, що робило їх непридатними для реальних пристроїв.

Ключовим елементом нової розробки є органічний полімер під назвою PBFDO. Його структура дозволила одночасно забезпечити стабільність в електроліті та ефективне перенесення заряду. Завдяки цьому органічний катод перестав бути лабораторним експериментом і перетворився на робочий компонент акумулятора.

Одним із найбільш вражаючих результатів стала механічна стійкість батареї. Акумулятор зберігав ємність при згинанні, розтягуванні і стисканні, що особливо важливо для гнучкої електроніки, пристроїв, що носяться, і «розумного» одягу.

Особливу увагу також привертає температурна стійкість нового акумулятора. Він стабільно функціонує за екстремального холоду до −70 °C і зберігає працездатність при нагріванні до +80 °C.

www.eeo.news