

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-

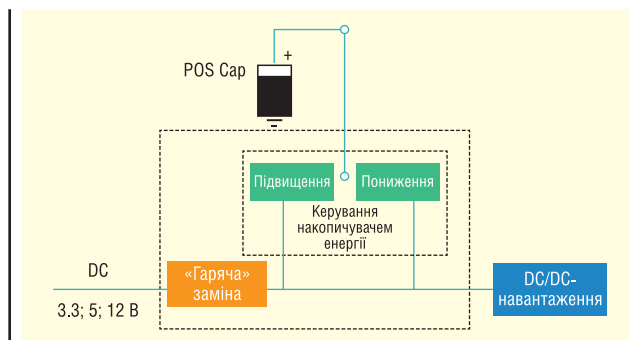


Рис. 1. Інтегральне рішення з MP5515

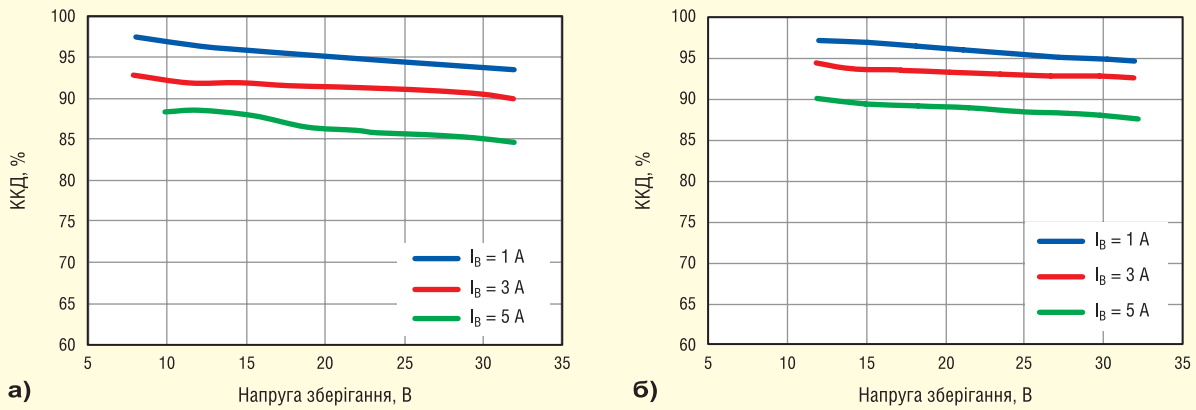


Рис. 2. ККД понижувального каскаду MP5515: $V_B = 7.5 \text{ В}$, $L = 10 \text{ мкГн}$ (а); $V_B = 10 \text{ В}$, $L = 10 \text{ мкГн}$ (б)

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-

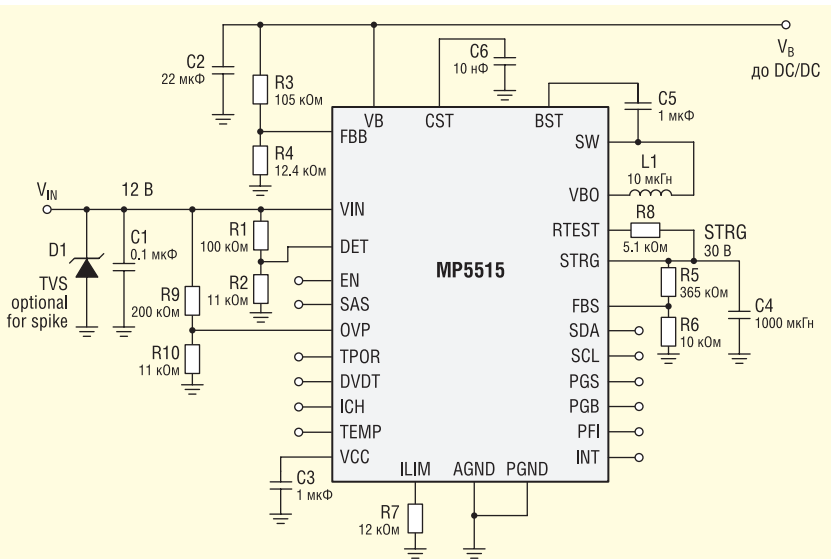


Рис. 3. Типова схема включення MP5515 з елементами обв'язки

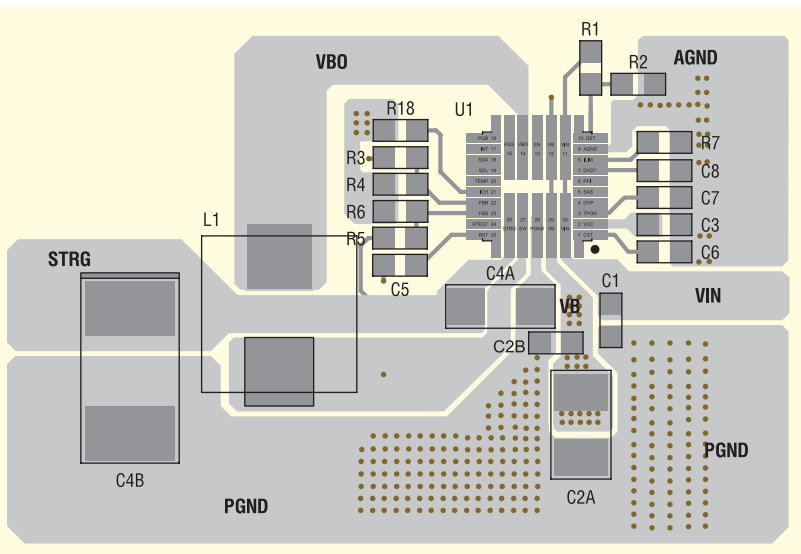


Рис. 4. Топологія друкованої плати MP5515

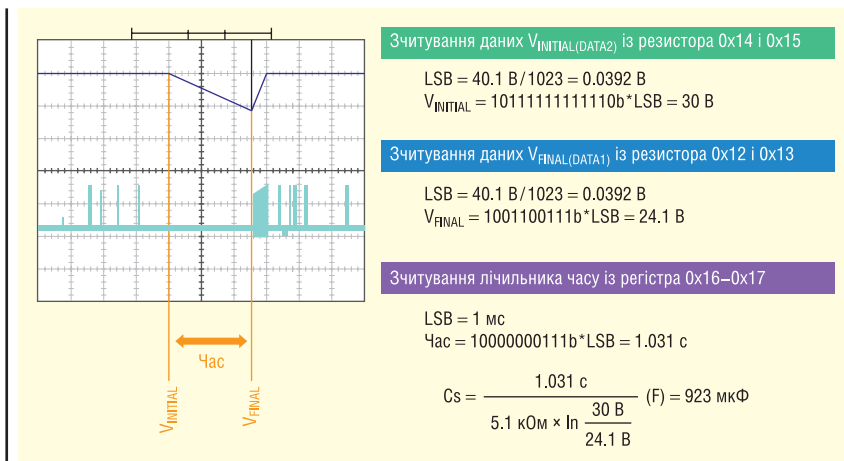


Рис. 5. MP5515 – тестування накопичувального конденсатора

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-USBI2C-02. На рисунку 10 показано схему захисту від збоїв системи живлення з використанням MP5515, MP5470 і MP28167-A.

елементів обв’язки. На рисунку 3 наведено типову схему вимкнення 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 выводами 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

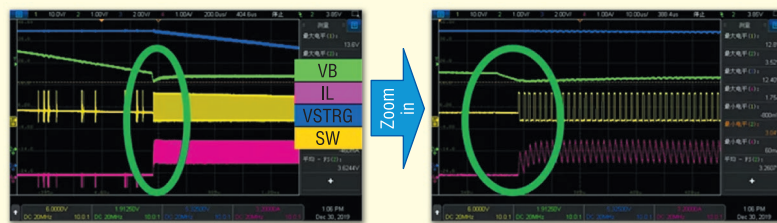


Рис. 7. Перехідний процес під час скидання живлення

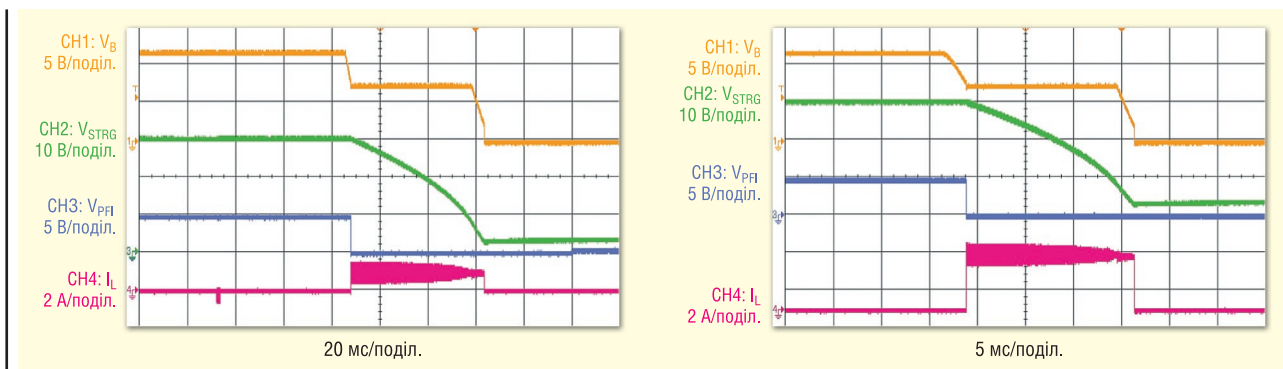


Рис. 6. Вимкнення системи

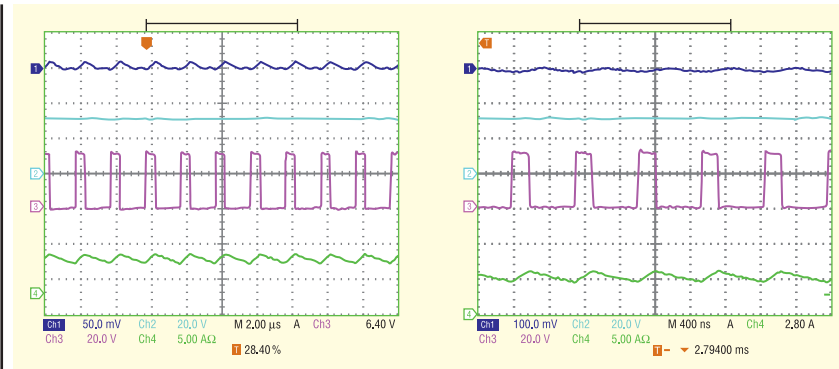


Рис. 8. Широкий частотний діапазон



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

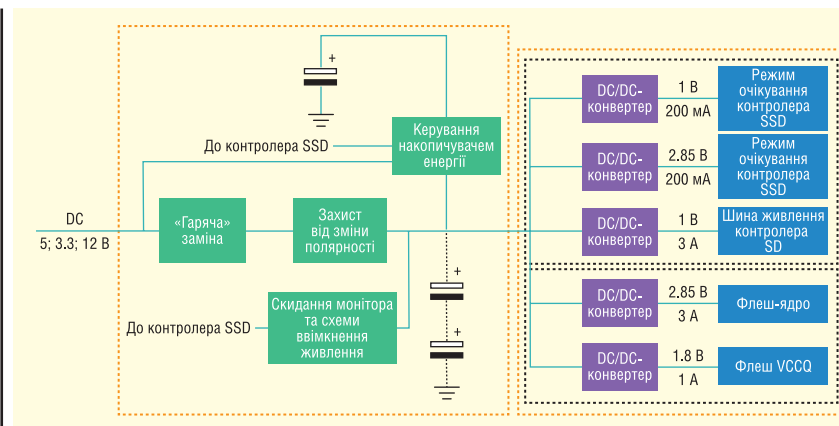


Рис. 10. Схема захисту від збоїв кола живлення

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