

УДК 621.314.1: 519.718.2

ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНЗИСТОРНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА З МОДУЛЬНОЮ СТРУКТУРОЮ

К. т. н. О. Ф. Бондаренко¹, к. т. н. Ю. В. Бондаренко², к. т. н. П. С. Сафронов³,
О. О. Калошин²

¹НТУУ «Київський політехнічний інститут», м. Київ;

²Донбаський державний технічний університет, м. Лисичанськ;

³Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса

Україна

bondarenkoaf@gmail.com

Проведено аналіз транзисторного перетворювача з модульною структурою з точки зору надійності його функціонування. В результаті аналізу виявлено особливості досліджуваного перетворювача, які мають вирішальне значення для забезпечення надійної роботи. Обрано заходи для підвищення надійності функціонування пристрою та обґрунтовано їх доцільність.

Ключові слова: транзисторний перетворювач, модульна структура, надійність, відмова.

Однією з найважливіших експлуатаційних характеристик будь-якого електронного пристрою є надійність його роботи. Особливо критичним цей показник є для електронних пристроїв, що мають у своєму складі дискретні напівпровідникові прилади, зокрема транзистори, які характеризуються доволі низьким наробітком до відмови порівняно з переважною більшістю елементів електронних схем [1]. В багатьох випадках підвищення технічних параметрів пристроїв (наприклад, плавність регулювання, точність відтворення форми сигналу тощо) за рахунок збільшення кількості транзисторів призводить до значного зниження надійності їх функціонування.

Об'єктом даного дослідження є транзисторний перетворювач з модульною структурою, призначений для регулювання струму в установках контактного мікрозварювання (рис. 1). Силова частина перетворювача містить кілька уніфікованих модулів (комірок), кожен з яких, у свою чергу, має два транзистори типу MOSFET [2]. При цьому збільшення кількості комірок, що входять до складу перетворювача, підвищує точність регулювання струму та енергоефективність [3, 4]. Проте залишається питанням вплив збільшення кількості комірок на надійність роботи перетворювача.

Метою роботи є виявлення особливостей досліджуваного перетворювача, які мають вирішальне значення для забезпечення надійності його функціонування, а також обрання ефективних заходів для підвищення надійності.

При проведенні аналізу досліджуваного перетворювача до уваги необхідно взяти наступні найбільш вагомі фактори:

- спосіб з'єднання комірок між собою;
- спосіб керування комірками;
- ймовірності відмов різного роду;
- наслідки відмов.

Врахування способу з'єднання комірок в модульній структурі є дуже важливим для правильного обрання заходів підвищення надійності, оскільки заходи, які є ефективними при послідовному з'єднанні комірок, можуть навіть зменшити надійність при їх паралельному з'єднанні. В даному випадку з метою

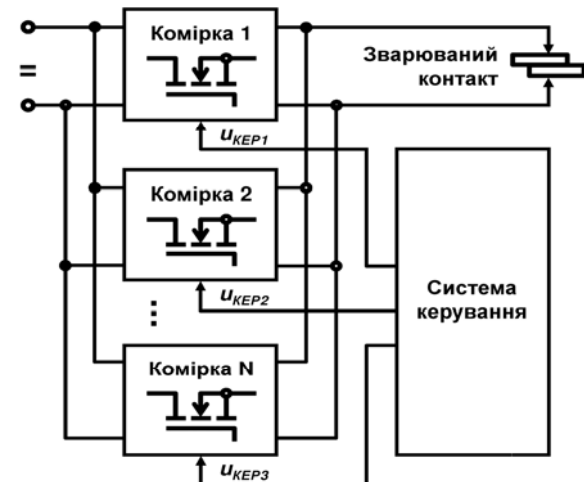


Рис. 1. Досліджуваний перетворювач забезпечення можливості регулювання зварювального струму великої амплітуди (сотні ампер – одиниці кілоампер) транзисторні комірки силової частини перетворювача з'єднані паралельно.

Спосіб керування комірками також має важливе значення. Силова частина досліджуваного перетворювача загалом відтворює в навантаженні форму зварювального струму у відповідності до еталонного сигналу, який являє собою складний імпульс із пласкою вершиною та фронтами, що змінюються за ступеневими законами [2]. При цьому керування кожною коміркою має здійснюватися окремо. Тобто комірki мають вмикатися не одночасно, а поступово, одна за одною, по мірі наростання еталонного сигналу, по суті являючи собою окремі джерела струму. Недоліком такого способу керування з точки зору надійності є нерівномірність навантаження комірок в часі: ті, що вмикаються раніше, перебувають в робочому стані довше, і, відповідно, мають більший знос.

Обираючи заходи підвищення надійності, необхідно передбачити, якого роду відмови є більш вірогідними в конкретному випадку – обрив чи коротке замикання. Для транзисторних комірок причина відмов обох типів може бути однаковою – аварійне збільшення струму через транзистор. Тому і ймовірності обриву та короткого замикання також можна вважати приблизно однаковими.

Потрібно відзначити, що з метою підвищення відмовостійкості схема перетворювача від початку спроектована таким чином, що у випадку відмови будь-якої комірки в роботу вступає наступна і процес формування струму в навантаженні продовжується [2]. Втім, хоча пристрій при цьому не втрачає працездатності, наслідком відмови однієї або кількох комірок є зменшення максимальної потужності, на яку він розрахований.

Таким чином, на основі проведеного аналізу транзисторного перетворювача з модульною структурою, можна обрати конкретні заходи для підвищення надійності його роботи. Ефективним засобом представляється резервування шляхом введення певної надлишкової кількості комірок. При цьому необхідно мати на увазі, що резервування в даному випадку буде дієвим тільки при відмовах типу «обрив» і за умови застосування засобів захисту від короткого замикання, оскільки комірki в схемі з'єднані паралельно. Треба також зазначити, що простішим в реалізації для даного перетворювача є «холодне» резервування, при якому резервні комірki не беруть участі в роботі в нормальному (не аварійному) режимі. Інші способи резервування потребують ускладнення системи керування, бо при відмові однієї чи кількох комірок вони передбачають перерозподіл загального струму між справними комірками з автоматичною зміною рівня максимального струму комірки, тоді як логіка роботи схеми вимагає його жорсткого завдання на постійному рівні. Окрім резервування, доцільною представляється реалізація алгоритму керування, за якого відбуватиметься періодична зміна порядку ввімкнення комірок з метою забезпечення рівномірності навантаження комірок в часі і, відповідно, рівномірності їх зносу. Задля зменшення зносу також не зайвим буде передбачити недовантаження транзисторів комірок по струму. Крім того, підвищити загальну надійність пристрою можна шляхом підбору транзисторів комірок з більшим ресурсом роботи.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Боровиков С. М., Цырельчук И. Н., Троян Ф. Д. Расчет показателей надежности радиоэлектронных средств. – Минск: БГУИР, 2010. – 68 с.
2. Бондаренко Ю. В. Багатокомірковий транзисторний перетворювач зі спільним використанням безперервного та імпульсного керування для контактного мікрозварювання // Дис. ... канд. техн. наук: 05.09.12. – Алчевськ, 2012. – 148 с.
3. Бондаренко Ю. В., Сидорець В. М., Сафронов П. С., Бондаренко О. Ф. Оцінка точності регулювання струму багатокоміркового транзисторного перетворювача з комбінованим керуванням // Технічна електродинаміка. – 2012. – № 2. – С. 67–68.
4. Бондаренко Ю. В., Бондаренко А. Ф., Сафронов П. С., Сидорець В. Н. Оптимизация структуры многоячейкового транзисторного преобразователя с комбинированным управлением // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2012. – № 2. – С. 16–21

O. F. Bondarenko, Yu. V. Bondarenko, P. S. Safronov, O. O. Kaloshyn

Measures for improving operational reliability of transistor convertor with modular structure

The analysis of transistor converter with modular structure in terms of its operational reliability was carried out. As a result, the particularities of the studied converter, which have crucial importance for ensuring its reliable operation, were found out. The measures for improving operational reliability of the device were chosen and their advisability was substantiated.

Keywords: *transistor converter, modular structure, reliability, refusal.*