

# СУЧАСНІ СПОСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ СХЕМ ДВУНАПРАВЛЕНИХ КЛЮЧІВ МАТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЗМІННОГО СТРУМУ

Трунов А.А., студент, Панухник П.П., студент, Бовкунович В.С., к.т.н., ст. викладач

НТУУ «КПІ», кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

**Вступ.** Матричні перетворювачі (МП) відносяться до систем прямої передачі енергії від джерела до навантаження, шляхом формування бажаної вихідної напруги з частин вхідної напруги джерела живлення змінного струму [1]. Таке перетворення напруги виконується без накопичення енергії в проміжній ланці постійного струму, що дозволяє уникнути використання у структурі МП конденсаторів великої ємності, а отже призводить до значного зменшення розмірів перетворювача, а також розширення діапазону робочих температур та терміну служби. На теперішній час МП починають широко використовуватись в приводах змінного струму. Питанням проектування та дослідження МП приділяють велику увагу в країнах з високорозвиненими технологіями. Особливу увагу звертають на реалізацію структур силових ключів [2].

**Мета роботи.** Огляд відомих способів реалізації структур силових ключів матричних перетворювачів.

**Матеріали дослідження.** Структура силової частини сучасних МП складається з 9-ти двунаправлених ключів (ДК). Оскільки, на теперішній час, ідеального силового ключа змінного струму не існує, то реалізація структури ДК основана на використанні однонаправлених напівпровідникових діодів та транзисторів. Суттєвою проблемою в реалізації ДК є забезпечення необхідних комутаційних можливостей, пов'язаних з характеристиками діодів та транзисторів, а це створює суттєві перепони у поширенні МП.

Розглянемо існуючі структури двунаправлених ключів:

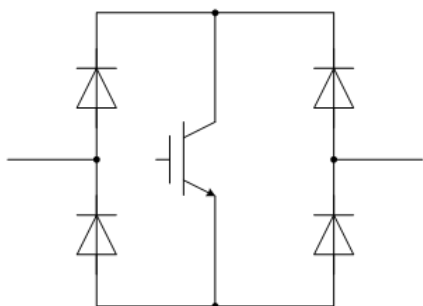


Рисунок 1 – Діодний мостовий ключ

**Діодний мостовий ключ** (рис. 1) складається з одного транзистору (зазвичай IGBT) та одного драйвера керування. Основним недоліком такої схеми є послідовне включення трьох пристроїв, що збільшує статичні втрати в ключі. Крім цього, існують проблеми пов'язані з комутацією ключів. При використанні алгоритму керування «включення до виключення», у зв'язку з кінцевим часом запирання діодів, ключі різних фаз можуть бути одночасно відкритими, що призведе

до короткого замикання фаз джерела живлення. У разі використання алгоритму «виключення перед включенням» відсутнє коло, що забезпечує безперервне протікання струму індуктивного навантаження, що в свою чергу призводить до недопустимих перенапруг на ключах та інших елементах кола. В такому випадку додатково необхідно встановлювати кола захисту.

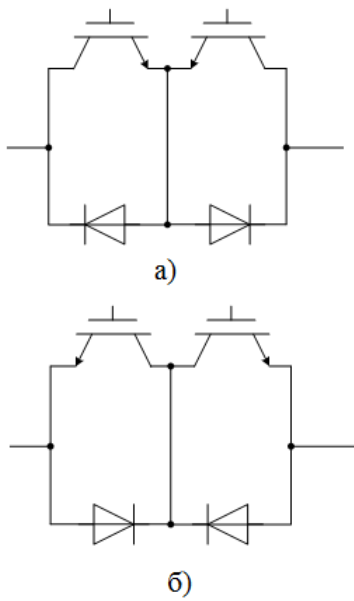


Рисунок 2 –  
Зустрічно включені  
транзистори та  
діоди: а) зі спільним  
емітером;  
б) зі спільним  
колектором

**Зустрічно включені транзистори та діоди** (рис. 2) дозволяє контролювати протікання струму в обох напрямках для забезпечення безпечної комутації струму навантаження під час переключення вхідних фаз. Крім цього, в даній структурі ДК знижуються втрати на провідність, оскільки одночасно відкриті тільки послідовно включені діод та транзистор. В залежності від схеми включення транзистора, можлива реалізація зі спільним емітером або зі спільним колектором. Остання дозволяє зменшити кількість ізольованих джерел живлення драйверів.

**Антипаралельне включення IGBT** (рис. 3) потребує додатково послідовно включених діодів в колі колекторів транзисторів, через те що звичайні IGBT, можуть блокувати зворотню напругу не більше 20 В. Але цей недолік можливо усунути використовуючи RB-IGBT (Reverse Blocking IGBT) ключі [3], які дозволяють виключити діоди та отримати симетричні вольт-амперні характеристики при обох полярностях напруги. Основною перевагою такої схеми ДК є те, що можна зменшити кількість напівпровідникових елементів, а отже знизити втрати на провідність. Сучасні RB-IGBT ключі дозволяють працювати при напрузі 1200 В та струмі до 100 А, падіння напруги при цьому складає лише 3В.

**Висновки:** Загальний огляд відомих схем реалізації двунаправлених ключів для матричних перетворювачів показав, що існуючі рішення мають ряд недоліків, які потребують вирішення. На теперішній час перспективною схемою реалізації ДК є антипаралельне включення з RB-IGBT структурою, оскільки володіє наступними перевагами: найменшим часом необхідним на комутацію ключів, та втратами на напівпровідникових елементах.

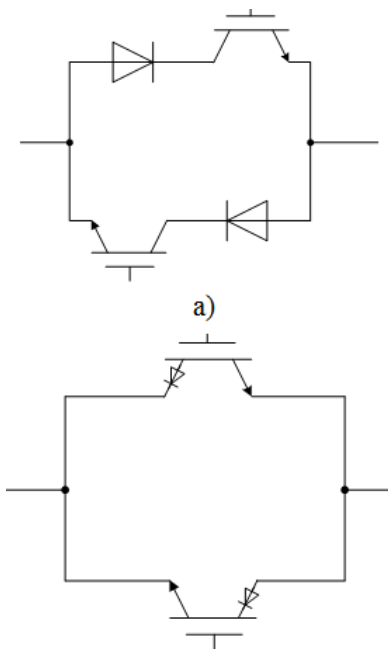


Рисунок 3 –  
Антипаралельне  
включення:  
а) IGBT з  
послідовним  
діодом;  
б) RB-IGBT

#### Перелік посилань

1. Климов В. П. Современные направления развития силовых преобразователей переменного тока / В. П. Климов // Практическая силовая электроника. – 2007. – № 25.
2. A Matrix Converter IGBT Bi-Directional Switching Module. [www.semelab.com](http://www.semelab.com).
3. Application Characteristics of an Experimental RB-IGBT Module. Powerex Incorporated, USA; Mitsubishi Electric Power SDW, Japan, IEEE. 2004.