

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ОДНОФАЗНОГО ТА ДВОФАЗНОГО КОРЕКТОРІВ КОЕФІЦІЄНТА ПОТУЖНОСТІ

П. С. Ганчев, к. т. н. П. С. Сафонов

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Україна, м. Київ
p.s.safronov@gmail.com

Надано базову схему двофазного коректора коефіцієнта потужності на основі підвищувальних перетворювачів постійної напруги та проведено порівняльний аналіз однофазного коректора коефіцієнта потужності і двофазного коректора коефіцієнта потужності з почерговим керуванням за пульсаціями вхідного струму, коефіцієнтом потужності, вартістю, складністю проектування і використання та ефективністю.

Ключові слова: коректор коефіцієнта потужності, перетворювач з почерговим керуванням, режим керування за середнім струмом, підвищувальний перетворювач, коефіцієнт потужності.

Підвищення коефіцієнта потужності є актуальною задачею у сфері силової електроніки. У пристроях, де для живлення використовується джерело змінного струму, наприклад у комп'ютерах, телекомунікаційних системах тощо, застосовуються переважно однофазні діодні випрямники. У таких класичних перетворювачах вхідна змінна напруга перетворюється на постійну, а вихідна напруга пропускається через конденсатор фільтра з великою ємністю. Цей конденсатор призначається для мінімізації пульсацій вихідної напруги, але при цьому він впливає на вхідний струм, знижуючи коефіцієнт потужності. Він вносить спотворення у вхідний струм, тобто спричиняє переривчастий вхідний струм, який споживається з мережі живлення з синусоїдальною напругою. Конденсатор споживає переривчастий струм лише тоді, коли вхідна напруга перевищує напругу на конденсаторі, що виникає на піках напруги в мережі. Таким чином, через використання конденсатора фільтра коефіцієнт потужності суттєво знижується, зменшується доступна потужність та збільшуються втрати. Для розв'язання цієї задачі застосовуються різноманітні способи корекції коефіцієнта потужності, серед яких найбільш перспективним є використання коректорів коефіцієнта потужності (ККП) [1].

Метою цієї роботи є порівняння однофазного ККП з двофазним ККП з почерговим керуванням.

Популярною базовою схемою для активної корекції коефіцієнта потужності є підвищувальний перетворювач. Він споживає постійний вхідний струм, але цим струмом можна керувати — наприклад, за допомогою режиму керування за середнім струмом [2]. При цьому, однак, у вхідному струмі наявні пульсації, обумовлені котушкою індуктивності, що використовується у підвищувальному перетворювачі. Ці пульсації можна мінімізувати за допомогою двофазного ККП, принципова схема якого показана на рис. 1.

Двофазний ККП з почерговим керуванням — це система активної корекції коефіцієнта потужності, яка використовує два підвищувальні перетворювачі для зменшення пульсацій вхідного струму та поліпшення коефіцієнта потужності. У цій системі обидва перетворювачі працюють зі зсувом 180° по фазі, що дозволяє їм працювати у взаємодії з іншими елементами системи для зменшення пульсацій та оптимізації роботи системи живлення. Почергове керування дозволяє вимикати та вмикати кожен перетворювач у відповідний момент часу, що сприяє більш ефективному використанню енергії та зменшенню втрат в системі. Вхідний струм двофазного ККП складається зі струмів двох індуктивностей. Оскільки струми індуктивностей не збігаються за фазою, вони компенсують один одного та, відповідно, зменшують пульсації у вхідному струмі ККП [3].

Для автоматичного регулювання як однофазного, так і двофазного ККП напруга помилки між вихідною напругою та опорною напругою подається на пропорційно-інтегральний регулятор (ПІ-регулятор), що обчислює значення помилки як різницю між виміряною вихідною напругою та заданою вихідною напругою. ПІ-регулятор використовується для мінімізації помилки змінної стану, що

регулюється. Для отримання сигналу керування транзисторами VT1 та VT2 використовується модуляційний сигнал трикутної форми фіксованої частоти.

Часові діаграми вхідної напруги, вхідного струму та струмів індуктивностей, отриманих за допомогою імітаційного моделювання, наведені на рис. 2.

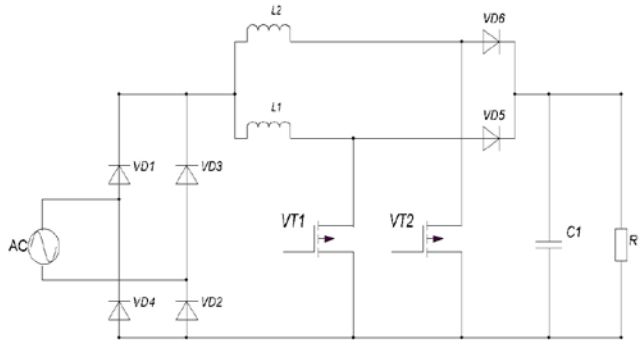


Рис. 1. Двофазний ККП з почерговим керуванням

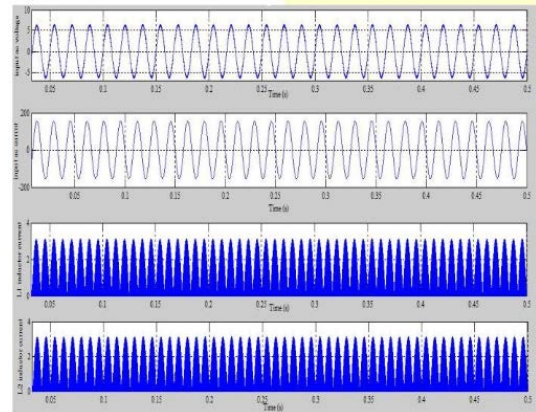


Рис. 2. Часові діаграми напруги та струмів

Застосування такого двофазного ККП забезпечує поліпшення якості споживаного струму, зниження втрат енергії та оптимізацію роботи електронних пристроїв, в яких він використовується.

Із порівняння однофазного ККП та двофазного ККП з почерговим керуванням можна зробити наступні висновки:

- однофазний ККП може мати значні пульсації вхідного струму через використання одного перетворювача. Зменшити ці пульсації можуть вхідні фільтрувальні конденсатори, але все одно вони можуть бути помітними. Двофазний ККП з почерговим керуванням зменшує пульсації вхідного струму завдяки використанню двох підвищувальних перетворювачів, які працюють зі зсувом фаз;
- використання однофазного ККП може обмежити можливості поліпшення коефіцієнта потужності, особливо в умовах великого навантаження, двофазний ККП з почерговим керуванням забезпечує кращі можливості для поліпшення коефіцієнта потужності через ефективне управління двома підвищувальними перетворювачами;
- через простоту конструкції однофазний ККП може бути менш витратним у виробництві та експлуатації ніж двофазний ККП з почерговим керуванням, більш складний у розробленні та використанні через необхідність керування двома підвищувальними перетворювачами;
- ефективність однофазного ККП може бути обмеженою в умовах високих навантажень та пульсацій вхідного струму, двофазний ККП з почерговим керуванням може забезпечити кращу ефективність, особливо при великих навантаженнях та високих вимогах до умов електропостачання.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Muhammad H. Rashid, *Power Electronics Handbook*, Academic Press, 2001.
2. Wa Ma, Mingyu Wang, Shuxi Liu et al. Stabilizing the average-current-mode-controlled boost PFC converter via washout-filter-aided method, *IEEE Transactions on Circuits and Systems-II, Express Briefs*, 2011, vol. 58, no. 9.
3. Saubhik Maulik, Pradip Kumar Saha, Goutam Panda. Power Factor Correction by interleaved boost converter using PI controller, *International Journal of Engineering Research and Applications*, 2013, vol. 3, iss. 5, p. 918-922.

P. S. Hanchev, P. S. Safronov

Comparative analysis of single-phase and two-phase power factor correctors

The paper presents the basic scheme of a two-phase power factor corrector based on DC-DC boost converters, and offers a comparative analysis of a single-phase power factor corrector and a two-phase interleaved power factor corrector by input current ripple, power factor, cost, design and use complexity, and efficiency.

Keywords: power factor corrector, interleaved converter, average current mode control, boost converter, power factor.