

МОДЕЛЮВАННЯ СИМЕТРУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ НА БАЗІ АКТИВНИХ ФІЛЬТРІВ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Розроблено цифрові моделі симетрувальної установки на базі активного фільтра в MATLAB Simulink.

Ключові слова: симетрувальна установка, активний фільтр, компенсаційний струм.

Abstract

Digital models of the balancing installation based on an active filter were developed in MATLAB Simulink.

Keywords: balancing device, active filter, compensating current.

Вступ

Несиметрія напруги один із головних параметрів якості електроенергії [1, 2]. Причиною виникнення несиметрії являється як і не оптимальне підключення однофазних споживачів так і виникнення аварійних режимів. Наявність несиметрії напруги в мережі з часом призводить до зменшення надійності та ефективності роботи мережі та обладнання, зростання втрат потужності в лініях електропередач та трансформаторних підстанціях, зменшення пропускної здатності ліній живлення. Для усунення даного шкідливого явища можна застосовують активні фільтри (АФ), які компенсують спотворення, що вносяться в мережу нелінійним навантаженням [3, 4]. Ефективність застосування активних фільтрів підтверджується математичним моделюванням.

Результати дослідження

Математична модель АФ складається із блоків:

- вимірювальні канали ВК1 та ВК2;
- лінійних реакторів L_f ;
- розрахункового блоку P ;
- блоку широтно-імпульсної модуляції ШІМ;
- автономного інвертора напруги.

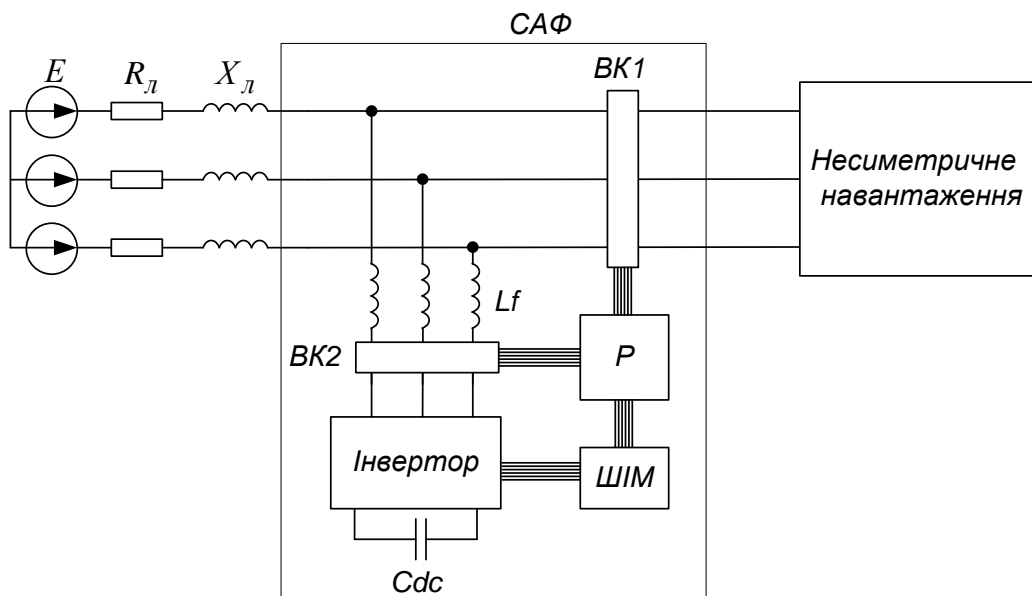


Рисунок 1 –Схема силового активного фільтра приєднаного до мережі

Для використання активного фільтра в якості симетрувального пристрою необхідно розробити блок визначення компенсувальних струмів Р який буде компенсувати струм зворотної та нульової послідовності.

Для визначенні струму нульової послідовності достатньо просумувати миттєві значення струму навантаження.

При визначенні струму зворотної послідовності можна використати матрицю Фортеск'ю, але при даному підході затримка визначення струму буде перевищувати 2/3 періоду, тому для отримання миттєвих струмів зворотної послідовностей використаємо лінійні перетворення миттєвих синусоїдних струмів.

$$i_2(t) = \frac{1}{\sqrt{6}}(i_\alpha(t) + i'\beta(t)), \quad (1)$$

де $i_\alpha(t) = \frac{1}{\sqrt{6}}(2i_A(t) - i_B(t) - i_C(t))$, $i'\beta(t) = \frac{1}{\sqrt{2}}(i'_B(t) - i'_C(t))$ – миттєві струми в системі $\alpha\beta$ -

координат.

Але використанні даних виразів ми отримаємо компонувальний струм фази А. Для визначення компенсувального струму фази В та С необхідно знайти струм зворотної послідовності відносно інших фаз використавши вираз (1).

Блок визначення компенсувальних струмів має вигляд:

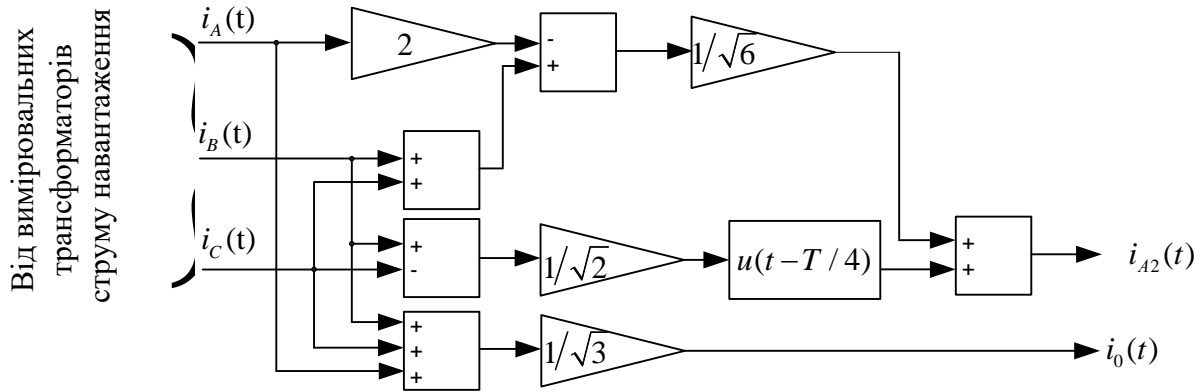


Рисунок 2 – Блок визначення компенсувальних струмів

Для визначення компенсувального струму зворотної послідовності можна фази В та С можна змінювати чергування фаз.

Тоді система керування активним фільтром для симетрування навантаження набуває вигляду [5].

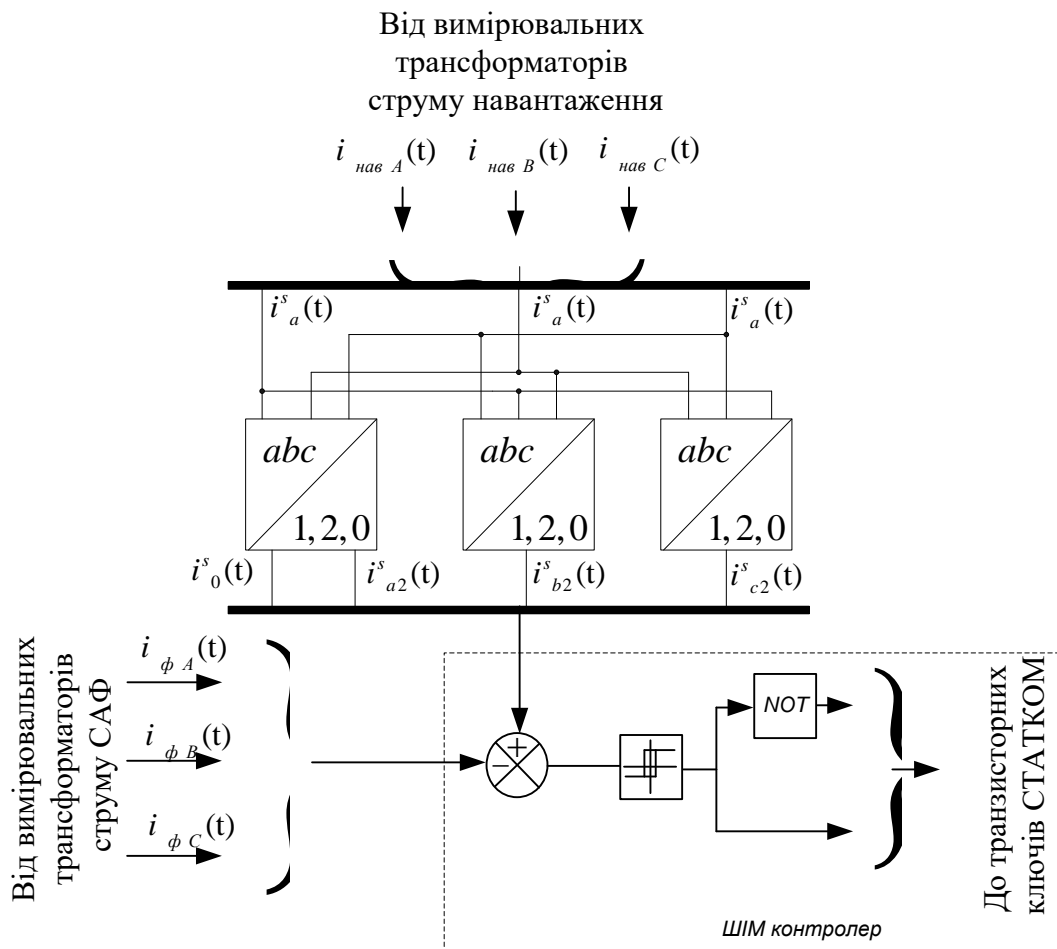


Рисунок 3 – Система керування активним фільтром для симетрування навантаження

Для перевірки адекватності запропонованої схеми проведемо її моделювання в MATLAB Simulink.

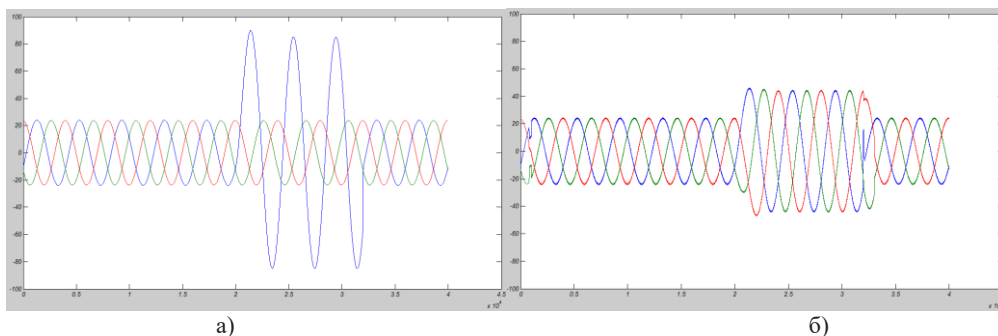


Рисунок 4 – Струми навантаження а) та струми мережі б) при роботі активного фільтра

На рисунку 4 а) та б) показано струми навантаження та струми мережі з при роботі активним фільтром. Дослід проводився шляхом включення однофазного навантаження в момент часу 0,2 с. З рисунка 4 б) видно, що фільтр компенсував несиметрію навантаження. Значення струму зворотної послідовності в усталеному режимі становить 0,13 А.

Висновки

За отриманими аналітичними виразами, що описують роботу АФ на основі мостового інвертора, розроблена система управління перерозподілу фазних навантажень. Пристрій забезпечує ефективне зниження несиметрії режиму в мережі. АФ також усуває несиметрію напруг мережі живлення, викликану несиметричним споживанням навантаження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Півняк Г. Г., Жежеленко І. В., Папаїка Ю. А. Енергетична ефективність систем електропостачання : монографія. Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка», 2018. 148 с.

2. Бурбело М. Й. Електромагнітна сумісність і керування якістю електроенергії в системах електропостачання : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання. Вінниця : ВНТУ, 2023. 159 с.

3. Ягуп Е. В. Оптимізація режиму несиметричної трифазної системи з використанням активного фільтра та модифікованого алгоритму управління. *Вісник НТУ «ХПИ», серія «Нові рішення в сучасних технологіях»*. 2016. №42(1214). С. 124-128.

4. Ягуп В. Г., Ягуп К. В. Моделювання та оптимізація режимів систем енергопостачання та електроспоживання : навч. посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 183 с.

5. Лобода Ю. В. Система керування статичними компенсаторами реактивної потужності в несиметричних несинусоїдних режимах розподільних мереж. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Вінницький національний технічний університет, Вінниця, 2020

Лобода Юрій Васильович — ст. викладач каф. електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: loboda@vntu.edu.ua

Ковальський Богдан Юрійович — студент групи ЗЕЕ-19б, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bogdankovalskij2016@gmail.com

Yurii Vasyliovych Loboda -- is a senior lecturer at the Department of Electrical Power Consumption Systems and Energy Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine. e-mail: loboda@vntu.edu.ua

Bohdan Yuriyovych Kovalsky — student of group ЗЕЕ-19b, Faculty of Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bogdankovalskij2016@gmail.com