

2. Basics of Synchronous reluctance motor. Learn Engineering : веб-сайт. URL: <https://learnengineering.org/basics-of-synchronous-reluctance-motor.html> (дата звернення: 10.03.2021).

3. How synchronous reluctance motor work? Learn Engineering : веб-сайт. URL: <https://learnengineering.org/how-synchronous-reluctance-motor-work.html> (дата звернення: 03.03.2021).

4. How Tesla model - 3's electric motor works and it's details. Learn Engineering : веб-сайт. URL: <https://learnengineering.org/how-tesla-model-3-s-electric-motor-works-and-it-is-details.html> (дата звернення: 03.03.2021).

5. Tesla Model 3's motor - The Brilliant Engineering behind it. Learn Engineering : веб-сайт. URL: https://www.youtube.com/watch?v=esUb7Zy5Oio&ab_channel=LearnEngineering (дата звернення: 10.03.2021).

6. Haataja J., Pyrhönen J. (2003) Permanent Magnet Assisted Synchronous Reluctance Motor: an Alternative Motor in Variable Speed Drives. In: Parasiliti F., Bertoldi P. (eds) Energy Efficiency in Motor Driven Systems. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-55475-9_16

УДК 621.316.1

ФІЛЬТРИ СТРУМІВ НУЛЬОВОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ З РЕГУЛЮВАННЯМ СТРУМУ ФІЛЬТРАЦІЇ

Поліщук А.О., здобувач вищої освіти, гр. МЕМп-201

Безручко В.М., к.т.н., доцент

Національний університет «Чернігівська політехніка»

Розвиток технологій призвів до збільшення використання однофазних електроприймачів у системах електропостачання, які споживають несинусоїдальний струм, це в свою чергу спричиняє погіршенню якості електроенергії. Тому стала актуальна проблема усунення негативного впливу вищих гармонік в системі електропостачання, для цього почали використовувати фільтри різних типів, серед яких фільтри струмів нульової послідовності. Принцип роботи фільтрів описано в статті [1].

На практиці в сучасній системі електропостачання більшість електроприймачів мають нелінійну вольт-амперну характеристику. При значній частці нелінійних навантажень в мережі струм в нульовому провіднику може перевищувати фазний струм навіть при симетричному розподілі навантажень між фазами. Цей ефект виникає внаслідок наявності в гармонійному складі фазного струму, що споживають однофазні нелінійні електроприймачі, гармонік, які кратні трьом.

Принцип дії фільтрів струму нульової послідовності на спеціальній конструкції автотрансформатора. Обмотки такого автотрансформатора з'єднані таким чином, щоб забезпечити зустрічне їх з'єднання відносно струмів нульової послідовності. Інакше кажучи обмотки автотрансформатора з'єднані таким чином, щоб струм нульової послідовності, що протікає по обмоткам, не створював магнітного потоку в магнітопроводі, а струми прямої та зворотної послідовності, навпаки, створювали магнітний потік. При цьому опір фільтру струмам нульової послідовності майже нульовий (приблизно дорівнює активному опору обмотки, $\sim 10 \div 20 \text{ мОм}$), а опір струмам прямої та зворотної послідовності на $5 \div 8$ порядків більше (дорівнює індуктивному опору обмоток).

На рисунку 2.1 зображена спрощена схема системи електропостачання без ФСНП та при його ввімкненні в мережу. При включенні ФСНП шунтує усі гармоніки, які утворюють нульову послідовність. Це призводить до зменшення напруги цих гармонік. Нульову послідовність утворюють гармоніки кратні трьом (3, 9, 15 та інші) та несиметричні складові інших гармонік

зокрема основної гармоніки. Тому даний пристрій також дозволяє зменшувати несиметрію напруг.

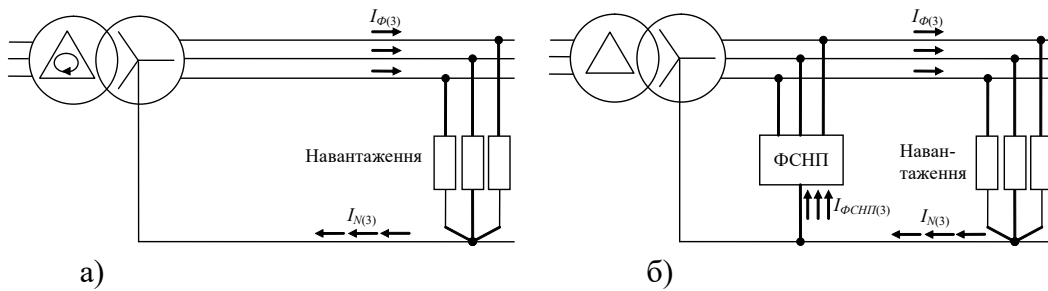


Рисунок 2.1 – Схема без ФСНП (а) та при його ввімкненні ФСНП (б) з зображенням струмів гармонік, які кратні трьом

Проблеми при експлуатації виникають при збільшенні долі нелінійного обладнання в мережі. Це призводить до збільшення струму через фільтр. Через те що у фільтра відсутня можливість управління струмом фільтр може перевантажитись і бути відключеним автоматикою, що залишить мережу без фільтрації в загалі.

Для того, щоб додати можливість керувати струмом в схемі з ФСНП можна підключити послідовно допоміжний дросель, рисунок 2.2, який буде виконувати роль додаткового індуктивного опору[2]. Сумарний опір нульової послідовності фільтра збільшиться, тому струм через фільтр зменшиться.

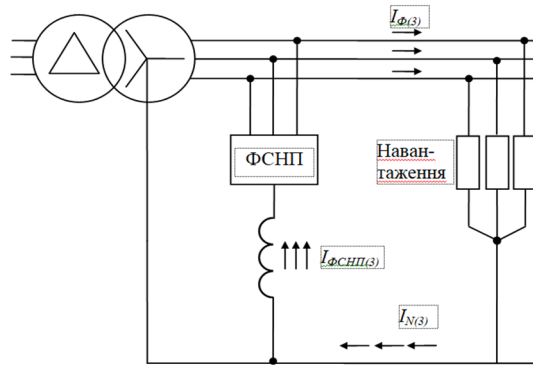


Рисунок 2.2 – Схема ФСНП з допоміжним дроселем та зображенням струмів гармонік, які кратні трьом

Дросель це додатковий елемент, що збільшує вартість системи, тому раціональним є передбачення додаткового елемента безпосередньо в конструкції фільтра. Розглянемо найрозповсюджені схеми фільтрів приведені на рисунку 1.1 [1].

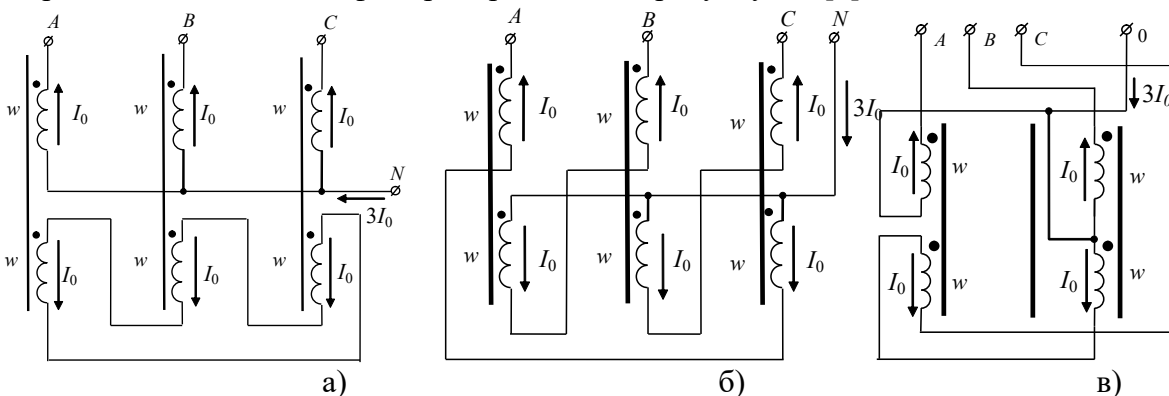


Рисунок 1.1 – Схеми ФСНП типів (а) зірка-трикутник, (б) зигзаг, (в) частковий зигзаг

Данні схеми можна вдосконалити додавши ланку, що призведе до зниженню струму вищих гармонік, приклад удосконаленої схеми зображений на рисунку 1.2 (для інших типів схем за тим самим принципом).

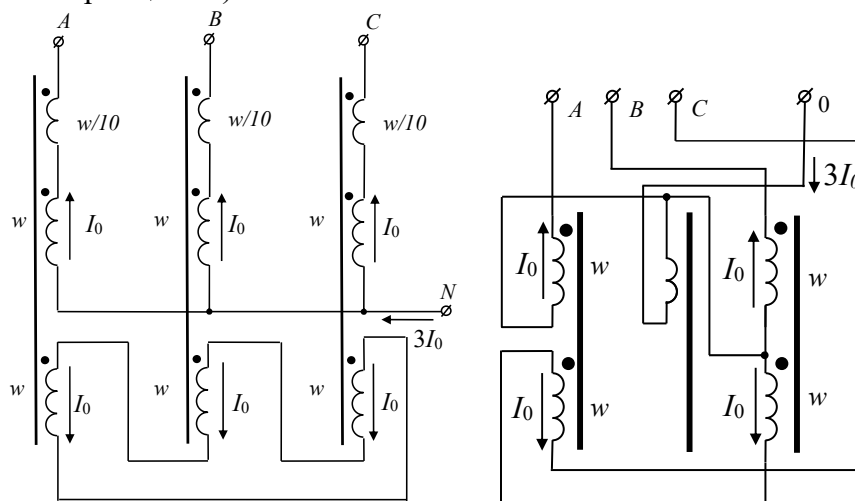


Рисунок 1.2 – Вдосконалені схеми ФСНП

Через те, що сучасна технологія виробництва обмоток фільтра потребує використання спеціалізованих намоточних станків, кілька додаткових витків майже не вплине на швидкість виготовлення. Тому собівартість фільтра майже не зміниться.

Список використаних джерел

1. Сравнительный анализ трехфазных фильтров токов нулевой последовательности автотрансформаторного и трансформаторного типа
2. Забезпечення якості електроенергії. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня "спеціаліст" та "магістр" за спеціальністю "Електричні системи і мережі" / Укл.: Безручко В.М. – Чернігів: ЧНТУ, 2014. – 344 с. Секція: електричної інженерії та інформаційно-вимірювальних технологій

УДК 621.316

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО ПАКЕТУ МАТЛАВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З ФОТОЕЛЕКТРИЧНИМИ СТАНЦІЯМИ

Терещенко Д. О., здобувач вищої освіти, гр. МЕМп-201
 Науковий керівник: **Буйний Р. О.**, к.т.н., доцент
 Національний університет «Чернігівська політехніка»

В даний час фотоелектричні станції (ФЕС) набувають популярності і їх встановлена потужність в енергосистемі України постійно збільшується, тому на етапі їх проектування виникає проблема передпроектного аналізу режимів роботи. Для вирішення подібних задач можна застосовувати різні програмні пакети, серед яких найбільш розповсюдженими є: MATLAB Simulink, DIgSILENT PowerFactory та Siemens PSS/E.

Достатньо можливостей для вирішення подібних задач має програмний пакет MATLAB Simulink (бібліотека SimPowerSystems). Для цього в ньому є спеціальний блок «PV Array» (див. рисунок 1), який представляє собою масив фотоелектричних модулів (ФЕМ), з'єднаних послідовно та паралельно. За рахунок такого з'єднання можна набрати будь-яку необхідну