

УДК 621.3

Галаган І. В.

Науковий керівник канд. техн. наук, доцент Белоха Г.С.
кафедра електропостачання

ДОСЛІДЖЕННЯ АКТИВНОГО ГІБРИДНОГО ФІЛЬТРУ ЯК КОМПЕНСАТОРА ВПЛИВУ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ У РОЗПОДІЛЬНІЙ МЕРЕЖІ

Анотація: Стаття присвячена дослідженню активного гібридного фільтру для компенсації нелінійних трифазних навантажень, таких як вентильні перетворювачі. Цифровим моделювання отримані осцилограми роботи гібридного фільтру та склад гармонік струму, отримано значення THD, що менше 5% встановлених стандартом.

Abstract: The article is devoted to the study of an active hybrid filter to compensate for nonlinear three-phase loads, such as valve transducers. Digital simulations obtained waveforms of the hybrid filter and the composition of harmonics of the current, obtained THD values that are less than 5% of the standard.

Ключові слова: реактивна потужність, якість струму, гібридні фільтри

Вступ. Суттєвим фактором споживання реактивної потужності вузлами навантаження є наявність в їхньому складі вентильних перетворювачів їхня схема наведена на рисунку 1. Для живлення електроприймачів постійного струму, як правило, використовують силові напівпровідникові випрямлячі струму, виконані на основі напівпровідникових діодів (некерованих) чи силових тиристорів. Силові випрямлячі струму споживають реактивну потужність із мережі змінного струму, що є внутрішньою особливістю перетворювачів струму, оскільки зумовлене переважно фазового принципу керування напівкерованими напівпровідниковими вентильми[1-2].

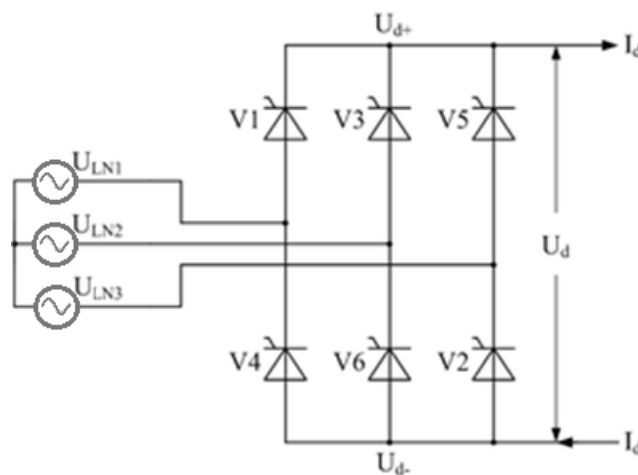


Рисунок 1 – Силова схема вентильного перетворювача

Існують три основні групи методів підвищення якості електроенергії В першу чергу, це раціоналізація засобів електропостачання, до цієї групи відносять підвищення потужності мережі, живлення нелінійних споживачів підвищеним напругою і ін. Друга

група передбачає обмеження впливу приймача на мережу живлення шляхом впливу на сам приймач.

Третя група передбачає використання пристроїв корекції якості, або, інакше кажучи, регуляторів одного або декількох показників якості електроенергії або пов'язаних з ними параметрів споживаної потужності. До третьої групи можна віднести наступні способи:

- застосування в якості пристроїв компенсації конденсаторних батарей;
- застосування статичних джерел реактивної потужності;
- застосування пристроїв активної фільтрації;
- застосування систем компенсації, що складаються з декількох перерахованих пристроїв, що працюють паралельно.

Серед ознак активного споживача виділяють можливість регулювання електроспоживанням, яку асоціюють, перш за все, із забезпечення балансу активної потужності в системі. Водночас актуальним є також завдання забезпечення балансів реактивної потужності оператором розподільної мережі з метою підтримання оптимальних рівнів напруг у вузлах мережі, підвищення запасу стійкості роботи вузлів навантаження тощо, яке вирішують, як правило, встановленням у вузлах навантаження джерел реактивної потужності. У цьому плані активна поведінка споживача обмежується встановленням засобів компенсації реактивної потужності, а на можливостях регулювання рівня споживання реактивної потужності активним споживачем не акцентується.

Використання гібридних фільтрів є компромісним технічним рішенням, що поєднує переваги традиційних пасивних і активних фільтрів порівняно малої потужності. Вони відносяться до третьої групи методів підвищення якості електроенергії[3].

Мета – дослідження активного гібридного фільтру як компенсатора впливу реактивної потужності вентильних перетворювачів.

Гібридний фільтр, який зображений на рисунку 2, являє собою групу пристроїв активної та пасивної фільтрації. Активна фільтрація являє собою двухполюсник з керованим вихідним повним опором[4]. Пасивна фільтрація являє собою LC-фільтр. Схема підключення гібридного фільтру паралельна.

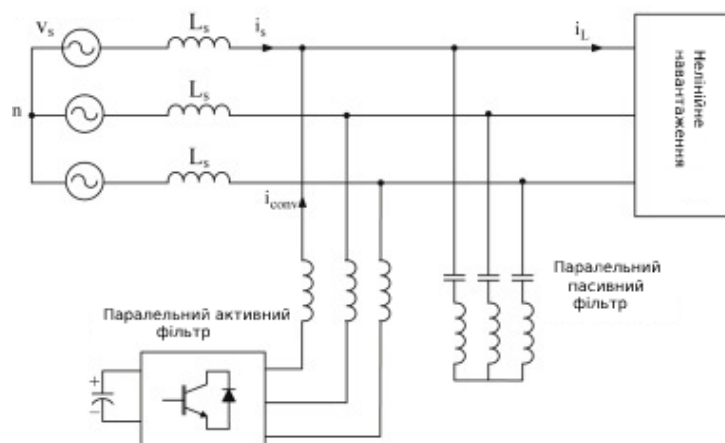


Рисунок 2 – Схема гібридного фільтру

Принцип компенсації полягає в тому, що активний фільтр генерує в протифазі гармоніки, які вирівнюють синусоїду струму (сам фільтр підключений паралельно). Пасивний фільтр для вирівнювання гармонік при перемиканні вентилів[5].

Схема фільтра являє собою мостовий повністю керований випрямляч з ємністю на виході, нелінійне навантаження представлено у вигляді некерованого мостового трифазного випрямляча.

Пасивна частина налаштована на першу гармоніку 20 кГц перемикання вентилів.

На рисунку 3 представлені осцилограми роботи гібридного фільтра, що отримані цифровим моделюванням.

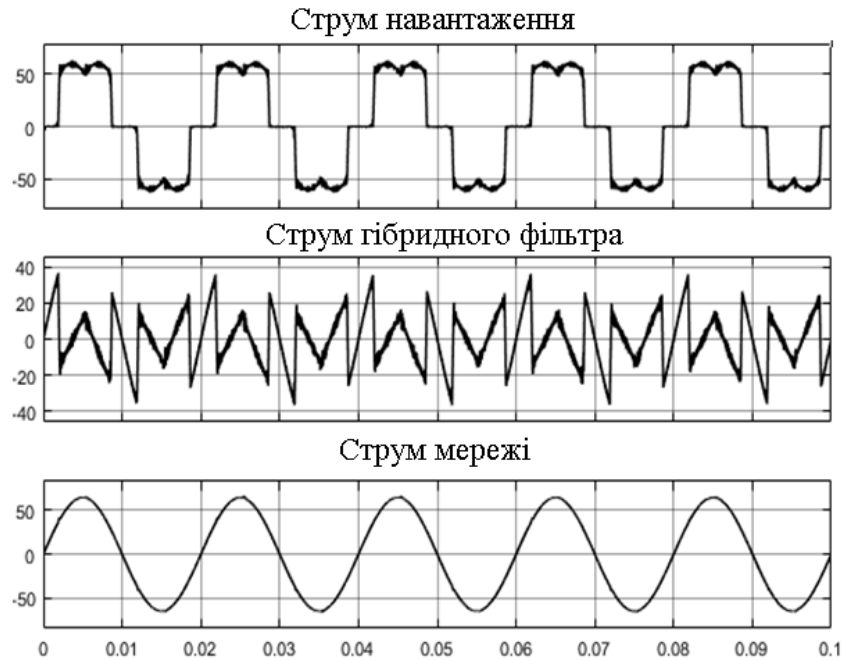
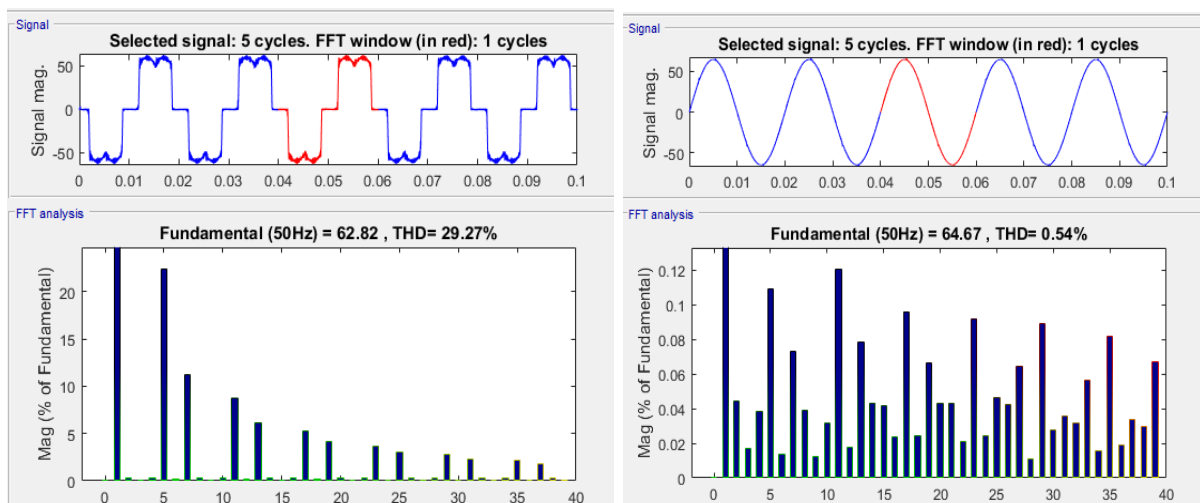


Рисунок 3 – Осцилограми роботи гібридного фільтра

Осцилограма струму, яке споживає вентильний перетворювач несинусоїдна, струм гібридного фільтра виробляє гармоніки в протифазі гармонікам вентильного перетворювача.

Струм споживаний з мережі є синусоїдним.

На рис. 4 представлено спектр струму мережі та струму навантаження. Отриманий за допомогою розкладання у ряд Фур'є до 40ї гармоніки.



a)

b)

Рисунок 4 – Спектр струму мережі та струму навантаження до компенсації(а) та після(б)

Представлено графік струму який споживає нелінійне навантаження та коефіцієнт гармонійних спотворень THD струму навантаження який дорівнює 30%. Норма THD дорівнює 5% згідно стандарту[1].

Нижче ми бачимо роботу нашого фільтра і відповідно синусоїда після його роботи та показники THD, що дорівнюють 0,54%. Даний показник вже відповідає нормі.

Висновки

У якості пристрою для покращення якості споживаного струму мережі та компенсації реактивної потужності був обраний гібридний паралельний активний фільтр.

Застосування гібридного паралельного активного фільтра в системі електропостачання дозволяє повністю компенсувати реактивну потужність і вищі гармоніки струму.

THD складає менше 1% після компенсації гібридним фільтром, до компенсації він складав 30%.

Список використаної літератури.

1. The IEEE Standards Association. IEEE 519-2014. Режим доступу: <https://standards.ieee.org/standard/519-2014.html>
2. А. О. Семенов, О. О. Семенова, Д. О. Козін. Активні фільтри. Режим доступу : <http://pd.onu.edu.ua/index.php/2306-7039/article/view/217922>
3. Колб А.А. Гибридные фильтры в устройствах управления качеством электроэнергии. / А. А. Колб // Электромеханичні і енергозберігаючі системи. Тематичний випуск «Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія й практика»– Кременчук: КрНУ, 2012. – Вип. 3/2012 (19).
4. Akagi H. Active Filters and Energy Storage Systems for Power Conditioning in Japan / Akagi H. // Power Electronics Systems and Applications, 2004 Hong Kong, China, 2004 – p.80-88.
5. Г.С Белоха, І.С Шевченко. Способи регулювання струму мережі в системах керування електроприводом з активним фільтром - Вісник східноукраїнського національного університету, 2021