

Объединение параллельных и последовательных активных фильтров и способы управления ими

Выполнен анализ компоновки параллельных и последовательных активных фильтров и способов управления ими. Рассмотренные фильтры, обладая высоким быстродействием, позволяют эффективно управлять качеством электроэнергии при искаженном напряжении сети и нелинейных потребителях с динамической нагрузкой.

активный фильтр, качество электроэнергии, высшие гармоники

Введение. Широкое использование нелинейных и несимметричных потребителей, включающих мощные управляемые и диодные выпрямители, регуляторы напряжения, мощные электрические реле и сварочное оборудование требует разработки и внедрения систем коррекции формы кривых тока и напряжения и поддержания его стабильности и симметрии.

Один из перспективных методов решения указанной проблемы является применение параллельных и шунтовых (последовательных) активных фильтров (ПАФ, ШАФ). При этом возможно их отдельное и совместное использование.

© А.А. Колб, 2012

Если на объединенный последовательно-параллельный фильтр возложить еще и регулирование величины и знака реактивной мощности и симметрирование трехфазной нагрузки, то можно поддерживать в сети стабильное синусоидальное напряжение с требуемым значением $\cos\varphi$.

Целью работы является анализ компоновки параллельных и последовательных активных фильтров и способов управления ими.

Материалы и результаты исследования. Компенсация искажений напряжений и токов в сети основана на использовании управляемых последовательного источника напряжения на базе трансформатора T_r (рис 1, а) или параллельного источника тока с помощью ПАФ, реализованного на основе АИН со свойствами источника тока. Причем вносимые ими искажения должны находиться в противофазе с имеющимися искажениями напряжения и тока сети и компенсировать их.

Последовательный активный фильтр представляет собой управляемый генератор напряжения и является эффективным средством компенсации колебаний и несимметрии напряжения, а также фильтрации высших гармоник напряжения сети. Если, например, напряжение сети несинусоидально и как показано на рис. 1,а условно содержит 5-ю гармонику, то напряжение источника компенсирующего напряжения U_k должно находиться в противофазе с указанной гармоникой (рис. 1,а). В общем случае компенсирующее напряжение должно повторять в противофазе разность мгновенного значения напряжения сети и ее первой гармоники.

Параллельный активный фильтр является регулируемым источником тока и предназначен для фильтрации высших гармоник тока, симметрирования трехфазной нагрузки, а также регулирование величины и знака реактивной мощности сдвига первых гармоник. Поэтому место подключения ПАФ – ближе к источнику искажений. Если, например, нагрузкой является трехфазный мостовой преобразователь, то при значительной индуктивности в цепи выпрямленного тока из сети потребляется ток

практически прямоугольной формы (рис. 1,б). При этом ПАФ должен генерировать в сеть ток в противофазе, равный разности мгновенного тока сети и его первой гармоники (рис. 1,б).

Последовательный и параллельный активные фильтры (рис. 2) выполняются на базе АИН с высокой частотой коммутации ключей, что позволяет с высокой точностью воспроизводить достаточно сложные формы кривых задания тока или напряжения компенсации, путем аппроксимации их средними значениями на каждом интервале коммутации. В соответствии с теорией Котельникова для компенсации тока сети всех гармоник входного тока трехфазного мостового выпрямителя вплоть, например, до 49-й гармоники, относительная величина которой в спектре составляет примерно 2%, необходима частота коммутации ключей инвертора 5 кГц, что вполне допустимо для современных IGBT транзисторов, допускающих частоту коммутации более 20 кГц.

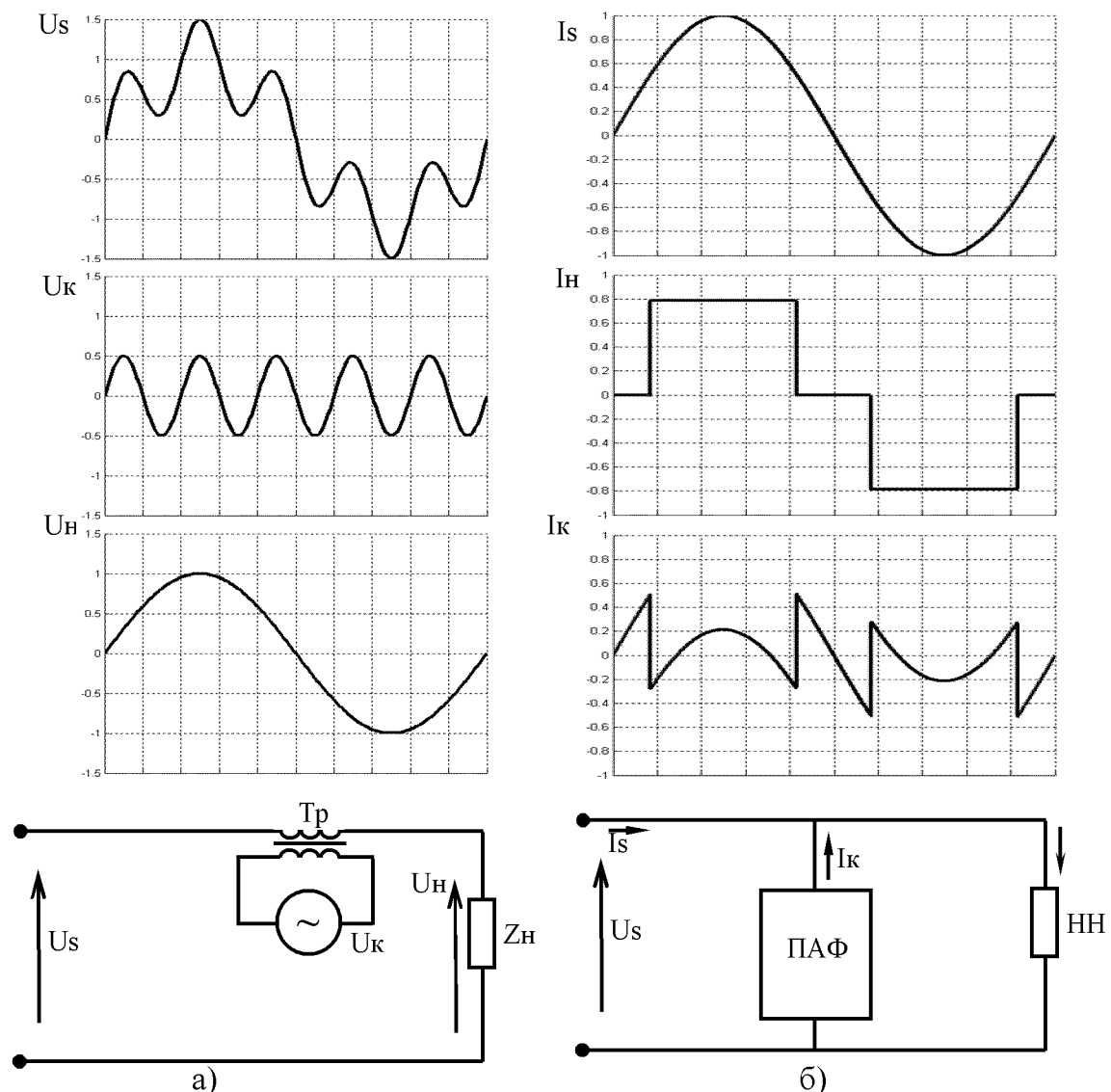


Рисунок 1 – Шунтовой (последовательный) (а) и параллельный (б) активные фильтры (ШАФ, ПАФ)

Перспективным направлением является совместное использование последовательного и параллельного активных фильтров (рис. 3). Применение в последовательном фильтре выходного трансформатора позволяет объединить их цепи в

звене постоянного тока общим конденсатором. На стороне низкого напряжения ПАФ подключается без использования трансформатора Тр.

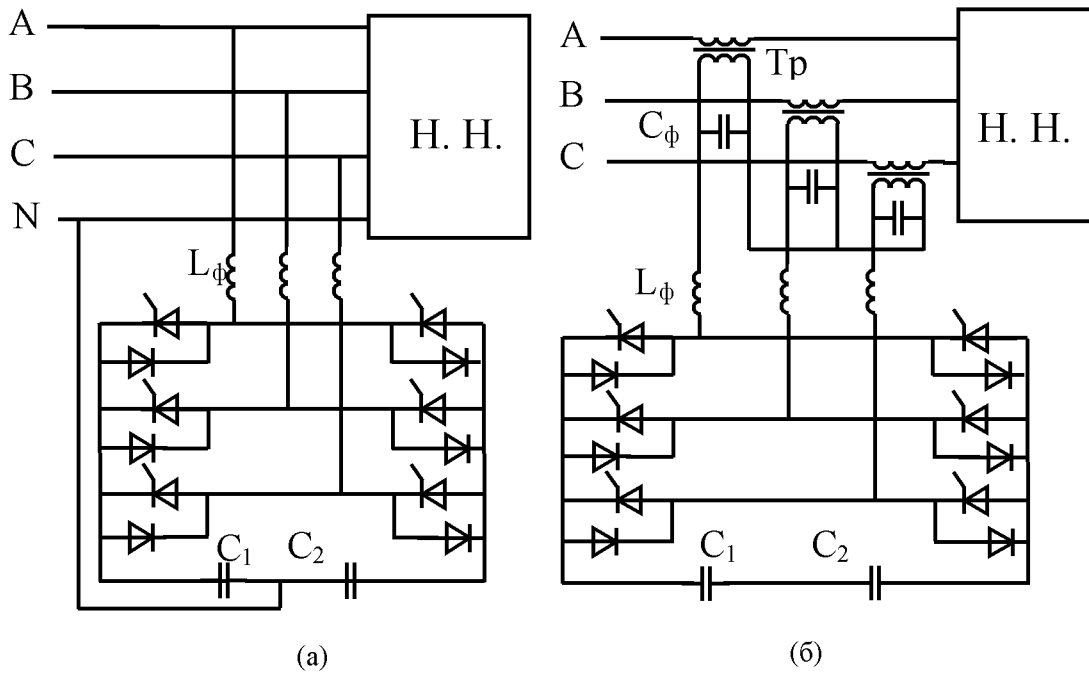


Рисунок 2 – Схемы подключения параллельного (а) и последовательного (б) активных фильтров

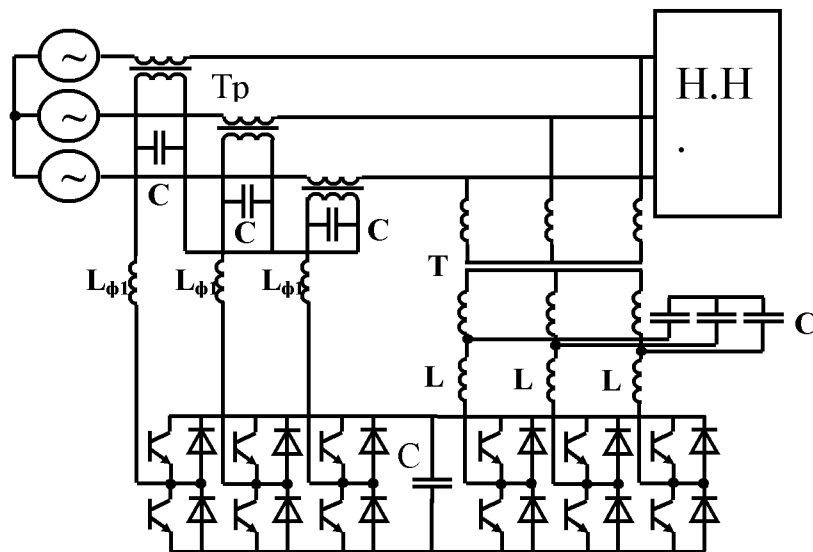


Рисунок 3 – Совместное подключение последовательного и параллельного активных фильтров

При этом с помощью последовательного фильтра (фильтра напряжения) можно отфильтровать гармоники напряжения сети, устранить его асимметрию и колебания. Существенным преимуществом последовательного фильтра является устранение искажений напряжения сети независимо от природы их возникновения. Поэтому этот фильтр включается непосредственно возле источника питания.

Параллельные активные фильтры могут одновременно решать такие задачи: фильтрацию высших гармоник тока нелинейной нагрузки; симметрирование трехфазной нагрузки и косвенно напряжения сети и связанное с этим снижение практически до нуля тока нейтрали; компенсация реактивной мощности сдвига первых

гармоник, забезпечиваючи задане значення $\cos\varphi$. Приоритет указаних функцій може програмуватися. Важливою особливістю конструкції ПАФ є блочний принцип нарощування виможуваної установленної потужності. Якщо вимагається компенсація неактивних складових потужності, коли ток компенсації вище допустимого ПАФ, то вся потужність фільтра використовується для виконання функцій з найвищим пріоритетом, щоб виключити його пере навантаження.

При наявності в графіку споживання статическої складової реактивної потужності її можна скомпенсувати пасивними фільтрами, а також відфільтрувати домінуючі в спектрі гармоніки току. Використовуючи комбінований фільтр, складений з пасивного і активного фільтрів можна зменшити вимоги до допустимому току ПАФ.

Точність і швидкодія компенсації неактивних складових повної потужності залежить в основному від способу формування керуючого параметра. Найпростіше ця задача вирішується використанням методів I_x , I_y теорії миттєвонної потужності на основі узагальнених (результуючих) векторів току і напруги [1, 2].

Сформувати керуючий сигнал, пропорційний високим гармонікам і несиметрії напруги мережі можна також на основі узагальненого вектора напруги мережі в нерухомій α , β системі координат. При цьому різниця миттєвих значень напруг U_α , U_β і їх основної гармоніки - пропорційно указаним спотворенням.

Висновки.

1. Об'єднання паралельних і послідовних активних фільтрів (фільтрів току і напруги) на основі АИН з високою частотою комутації ключів інвертора, керувані по миттєвим значенням неактивних складових потужності, дозволяють ефективно керувати якістю електроенергії при спотворенні напруги мережі і нелінійних споживачах з динамічним навантаженням.

2. Цепі послідовного і паралельного активного фільтрів виконують відповідно роль фільтрів напруги мережі і току навантаження, можуть бути об'єднані по цепі постійного току загальним конденсатором.

Список літератури

1. Колб, А.А. Системи групового живлення приводів з ємкісними накопичувачами, оснащені паралельними активними фільтрами [Текст] / А.А. Колб // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – Одеса: ОНПУ. - 2011. - Вип. 03 (79). – С. 404-407.
2. Колб, А.А. Компенсація реактивної потужності і стабілізація вихідного напруги тягових підстанцій [Текст] / А.А. Колб // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна. – Вип. 10, 2006. – С. 14-17.

А. Колб

Об'єднання паралельних і послідовних активних фільтрів і способи керування ними

Виконаний аналіз складу паралельних і послідовних активних фільтрів і способів керування ними. Розглянуті фільтри, маючи високу швидкодію, дозволяють ефективно керувати якістю електроенергії при спотворенні напруги мережі й нелінійних споживачах з динамічним навантаженням.

A. Kolb

Combining parallel and series active filters and their control

The analysis of the composition of parallel and series active filters and control methods by them is executed. The above filters having high speed, can effectively control the quality of electric power at the voltage distortion and non-linear network customers with a dynamic load.

Одержано 19.09.12

