

Запропонований винахід відноситься до галузі електропостачання, а більш докладніше - до схеми придушення гармонік, і може бути застосований в електричних мережах змінної напруги від 6 кВ і вище. Відомі і застосовуються в електричних мережах змінної напруги активні фільтри для компенсації вищих гармонік (ВГ) напруги та струму, які містять три основні елементи: блок аналізу і вимірювання ВГ, блок генерації протигармонік (вищих гармонік, які знаходяться у протифазі з ВГ електричної мережі) і силовий блок для передачі генерованих протигармонік в електричну мережу. [Жежеленко Й.В. «Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий.» 4-е изд., М., Энергоатомиздат, 2000, с.246-249].

Також відомі магнітні синтезатори які виконують функцію активних фільтрів, які містять три основні елементи: блок аналізу; силовий блок синтезаторів напруги; блок пасивних фільтрів вищих гармонік. [The Datawave Magnetic Synthesizer As a Solution to Harmonics //Liebert Corporation, 1997. - 6p.].

Переважна більшість активних фільтрів і магнітних синтезаторів застосовується в електричних мережах низької - до 1000В - напруги, тобто там, де як раз і генеруються в більшості ВГ. Деяка частина активних фільтрів знаходить використання в електричних мережах середньої напруги 6-10кВ.

У відомих активних фільтрів є такі недоліки: блок генерації протигармонік і силовий блок розраховані на повну потужність ВГ; недостатньо якісна компенсація ВГ в електричних мережах середньої напруги 6-10кВ у зв'язку з використанням в силовому блоці підвищуючого силового трансформатора; пристрої призначені тільки для компенсації вищих гармонік і не компенсують асиметрію, коливання і відхилення напруги, також не забезпечує компенсацію реактивної електроенергії. У відомих магнітних синтезаторів є такі недоліки: маленька потужність (не більше декількох Кіловатів); недостатня компенсація гармонік.

Як прототип обрано активний фільтр для компенсації вищих гармонік напруги та струму електричної мережі, який містить блок аналізу і вимірювання вищих гармонік, вхід якого з'єднано з електричною мережею, а вихід з'єднано з входом блоку генерації протигармонік; вихід блоку генерації проти гармонік з'єднано з входом силового блоку передачі генерованих гармонік в електричну мережу; вихід силового блоку з'єднано з електричною мережею (Жежеленко Й.В. «Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий.» 4-е изд., М., Энергоатомиздат, 2000, с.246-249), який є найближчим до запропонованого винаходу по технічній суті і результату, що досягається.

Активний фільтр - прототип має тіж самі вищевказані блоки аналізу і вимірювання ВГ, генерації протигармонік і силовий блок, а також ті самі недоліки, наведені вище в пп. 1, 2.

Відзначимо, що коли фільтр компенсує ВГ в електричній мережі низької напруги (до 1000В), то силовий блок утворюють силові дроселі (по одному у кожній фазі). Якщо ж фільтр компенсує ВГ в мережі середньої напруги, 6-10кВ, то силовий блок утворює підвищуючий силовий трансформатор, до вторинної обмотки низької напруги якого підключено вихід блоку генерації протигармонік, а первинна його обмотка підключена до мережі середньої напруги 6-10кВ. Додатковим недоліком останнього варіанту фільтру - прототипу є те, що внаслідок трансформації змінюються дещо параметри генерованих протигармонік - їх форма і фаза, що спричиняє неповну або недостатню компенсацію ВГ в мережі 6-10кВ.

В основу винаходу поставлена задача удосконалити конструкцію активного фільтра, у якому за рахунок застосування нових блоків досягається: підвищення ефективності компенсації всіх переключувань електроенергії (асиметрія, коливання, відхилення напруги, наявність вищих гармонік), компенсація реактивної енергії в електричній мережі середньої напруги, зменшення потужності блоку генерації протигармонік, спрощення силового блоку фільтра.

Поставлена задача вирішується тим, що активний фільтр для компенсації вищих гармонік напруги і струму електричної мережі, що містить силовий блок з виходом для з'єднання з електричною мережею, з'єднаною також із входом блоку аналізу і виміру вищих гармонік, вихід якого з'єднаний із входом блоку генерації протигармонік, вихід якого з'єднаний із силовим блоком, додатково містить блок завдання напруги, блок трансформаторів струму статора і блок трансформаторів струму ротора, блок трансформаторів напруги ротора і датчик положення ротора, при цьому як силовий блок використана асинхронна електрична машина з фазним ротором, блок генерації протигармонік виконано у вигляді додаткового малопотужного збудника на основі транзисторів IGBT.

Сутність активного фільтра, що заявляється, пояснюється кресленням, де на Фіг. зображено трифазну електричну мережу середньої напруги 1 (наприклад 6-10кВ), джерело скривлень електроенергії 2 і активний фільтр компенсації скривлень в цій мережі. До активного фільтра входять такі блоки: Блок завдання напруги 3, виконаний у виді мікропроцесорного пристрою введення даних, блок трансформаторів струму статора 4.1-4.3, блок трансформаторів струму ротора 5.1-5.3, блок датчика положення ротора 6, виконаний у виді імпульсного датчика положення, блок трансформаторів напруги ротора 7; виходи цих блоків з'єднано з входом блоку аналізу і вимірювання протигармонік 8. Вихід блоку аналізу і вимірювання протигармонік з'єднано з входом блоку генерації протигармонік 9. Блок 9 виконано у вигляді малопотужного височастотного збудника на основі транзисторів IGBT. Вихід блоку генерації протигармонік з'єднано з обмотками ротора 10.1.1-10.1.3. Обмотки статора 10.2 з'єднано з електричною мережею 1. Обмотки ротора 10.1.1-10.1.3 і ротора 10.2 складають асинхронну машину з фазним ротором 10.

Запропонований активний фільтр працює таким чином: Трифазна електрична мережа 1 середньої напруги (наприклад, 6-10кВ) з фазами А,В,С живить навантаження (на Фіг. воно не зображено), серед якого є струмоприймачі, що генерують в мережу 1 скривлення електроенергії, при цьому скривлюється напруга мережі 1. До блоку аналізу і вимірювання протигармонік 8 надходять сигнали пропорційні значенням напруги АДФ з блоку 3; сигнали пропорційні значенням статорного струму АДФ з ТС 4.1-4.3; сигнали пропорційні значенням роторного струму АДФ з ТС 5.1-5.3; сигнали пропорційні положенню ротора АДФ з блоку 6; сигнали пропорційні напруги ротора з ТН 7. На основі цього розраховується існуюча напруга мережі 1. З появою переключувань електроенергії в мережі 1 відбувається неузгодженість між існуючою і заданою (бажаною) напругою статора. Також у блоку 8 відбувається розрахунок необхідного значення напруги блоку генерації протигармонік 9, що забезпечує компенсацію всіх переключувань електроенергії. З блоку 7 надходить також зворотній зв'язок значення напруги

блоку генерації протигармонік, що забезпечує підтримку напруги блоку генерації протигармонік у завданому значенні. Генеровані протиперекручування напруги з блоку генерації протигармонік надходять на обмотки ротора 10.1.1-10.1.3 АДФ 10. Ротор машини обертається з певною кількістю обертів на хвилину за рахунок електроенергії, яка надходить до статора 10.2 машини 10 з мережі 1 і за рахунок електроенергії, яка надходить з блоку генерації протигармонік 9. Потужність блоку 9 становить 5-7% від номінальної потужності машини. Блок генерації протигармонік відіграє роль малопотужного (не більше кількох десятків кВт) збудника, який забезпечує протікання протиперекручувань струму в обмотках 10.1.1-10.1.3 машини 10. В наслідок цього в обмотці статора 10.2 машини 10 генеруються протиперекручування струму належної величини. Генерація протиперекручувань необхідної потужності статором 10.2 АДФ 10 в мережу 1 означає підсилення протиперекручувань малої потужності, які подаються в обмотки ротора 10.1.1-10.1.3 машини 10 від малопотужного збудника 9. Підсилення здійснюється за рахунок електроенергії, яка споживається машиною 10, - її статором, - з мережі 1. Завдяки цій електроенергії і збудження ротора останній обертається з підсинхронною швидкістю обертання, що як раз і призводить до генерації протиперекручувань в мережу 1. Зміна частоти напруги блоку 9 приводить до зміни підсинхронної швидкості обертання ротора АДФ. Завдяки підтримки необхідного значення статорної напруги АДФ 10 відбувається необхідна компенсація реактивної електроенергії. Слід зазначити, що вищі гармоніки струму генерують здебільшого в мережі низької напруги 400 В або 600-800В (змінної напруги). Генераторами ВГ струму в основному є вентиляльні перетворювачі змінної напруги в постійну напругу. Вентильні перетворювачі живляться від вторинних обмоток групових силових трансформаторів 6/0,4кВ, або ж від вторинних обмоток індивідуальних вентильних трансформаторів 6/0,4-0,8кВ. Первинні обмотки цих силових трансформаторів живляться від мережі 6кВ (або 10кВ). Вищі гармоніки струму, генеровані в мережу низької напруги (до 1000 В), шляхом трансформації у «своїх» трансформаторах попадають в мережу 1 середньої напруги 6-10кВ, від якої живляться силові трансформатори. В свою чергу електромережі 6-10кВ через потужні силові трансформатори живляться від високовольтних - 110-220кВ - ліній електропередачі (ЛЕП-110, 220). Вищі гармоніки струму з однієї мережі 6-10кВ через живлячий силовий трансформатор попадають в ЛЕП-110, а через неї - до інших мереж 6-10кВ, які через свої трансформатори приєднані до цієї ж ЛЕП-110. Отже вищі гармоніки струму попадають до конкретної мережі середньої напруги 6-10кВ як з боку низької напруги (до 1000В), так і з боку високої напруги 110 або 220кВ. Частина вищих гармонік струму може генеруватися струмоприймачами, які живляться безпосередньо від мережі 1 середньої напруги.

В більшості випадків від мережі середньої напруги 6-10кВ живиться один (або більше) асинхронний електродвигун з фазним ротором виробничого механізму. Іноді до такої мережі підключений асинхронний з фазним ротором електрогенератор. Тоді такий асинхронний двигун або генератор доцільно використати як асинхронну машину 10, при цьому вартість запропонованого активного фільтру мінімальна. Якщо такої нагоди немає, то застосовують спеціальну (окрему) асинхронну машину з фазним ротором, але малої потужності, бо така асинхронна машина - за звичай це асинхронний електродвигун - не несе ніякого механічного навантаження. Ще раз зазначимо, що блок 8 в запропонованому фільтрі виконано, як малопотужний збудник машини 10, потужність якого складає в різних умовах 10..50кВт, в той час як у відомих активних фільтрах блок 8 розраховано на повну потужність ВГ, яка становить сотні кВт (навіть іноді до 1МВт). Малопотужний збудник 8 легше виконати і ним легше керувати, що сприяє якнайповнішій компенсації ВГ в мережі 1.

Існують всі підстави для широкого застосування запропонованого активного фільтру в мережах середньої напруги 6-10кВ, в яких має місце високий рівень скривлень електроенергії, що завдає значної економічної шкоди (значних збитків) як окремим підприємствам, так і народному господарстві в цілому.

