



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **68719** (13) **U**
(51) МПК
H02J 3/24 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2011 10891	(72) Винахідник(и): Лежнюк Петро Дем'янович (UA), Килимчук Антон Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 12.09.2011	(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.04.2012	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.04.2012, Бюл.№ 7	

(54) СПОСІБ КОМПЕНСАЦІЇ ВЗАЄМОВПЛИВУ НЕОДНОРІДНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

(57) Реферат:

Спосіб компенсації взаємовпливу неоднорідних електричних мереж полягає в вимірюванні величини напруги в контрольованих вузлах електричної мережі, визначенні транзитних та загальносистемних втрат електричної потужності в лініях електропередач в електричних мережах, визначенні величини зрівнювальної електрорушійної сили, вибиранні параметрів встановлювального крос-трансформатора, визначенні чутливості параметрів режиму роботи системи до зміни вузлових потужностей. Визначають узагальнений показник неоднорідності усієї електроенергетичної системи, встановлюють реальний вплив крос-трансформатора на сумарні втрати потужності в електроенергетичній системі і втрати від транзитних перетікань, змінюють поточні параметри встановлених крос-трансформаторів на оптимальні.

UA 68719 U

Корисна модель належить до області електроенергетики, а саме управління режимами електроенергетичних систем.

Відомий спосіб оптимізації поточкорозподілу потужності в неоднорідних електричних мереж (ЕМ) є використання трансформаторів з поздовжньо-поперечним регулюванням (ТППР) з двома-трьома групами регульованих вольтододаткових трансформаторів, які включаються послідовно в колах заземлення нейтралей автотрансформаторів [Холмский В.Г. Расчет и оптимизация режимов электрических сетей / Холмский В. Г. - М.: Высш. школа, 1975. - 280 с.].

В цьому способі: вибирають місце установки ТППР; вимірюють напруги в контрольованих вузлах електричної мережі; вимірюють струми в контрольованих перерізах; визначають чутливість параметрів режиму роботи системи до зміни вузлових потужностей; визначають параметри і межі регулювання пристрою регулювання; корегують установку відгалужень трансформаторів з пристроєм регулювання без збудження (ПБЗ), що потрапляють в зону дії цього пристрою.

Недоліком такого способу є: низька ефективність регулювання внаслідок: не врахування (при ранжуванні трансформаторів, які приймають участь в процесі регулювання параметрів режиму ЕЕС, у відповідності до їх регулюючого ефекту) впливу трансформаторів на загальносистемні втрати потужності; не врахування вартості втраченої електричної енергії в результаті роботи по ремонтній схемі, не врахування вартості понаднормованих технічних втрат потужності, які спричинені відхиленням поточного значення технічних втрат активної потужності від їх нормативного значення, а також від вартості електроенергії та від часу між перемиканнями.

За найближчий аналог вибраний спосіб оптимізації неоднорідних електричних мереж - використання крос-трансформаторних технологій (Ольшванг М.В. Особенности кросс-трансформаторной технологии транспортирования энергии по сетям 110-765 кВ / Ольшванг М.В. // Электро. - 2004, - №2. - С. 52), в якому: встановлюють КТ (крос-трансформатор); визначають транзитні та загальносистемні втрати ЕМ; вибирають параметри встановлювального КТ; визначають величину зрівнювальної електрорушійної сили (е.р.с.); вимірюють напруги в контрольованих вузлах електричної мережі; визначають чутливість параметрів режиму роботи системи до зміни вузлових потужностей.

Таким чином, лінійний регулятор, здійснює витіснення транзитних потоків потужності з мереж нижчої напруги в мережі вищої напруги, а також оптимізує поточкорозподіл в режимах максимальних навантажень.

Недоліки даного способу: недостатня ефективність роботи ЕЕС через: не врахування впливу неоднорідності електричних мереж ЕЕС та взаємовпливу паралельно працюючих неоднорідних ЕМ на загальносистемні показники, такі як: сумарні втрати активної потужності в електроенергетичній системі, втрати від транзитних перетоків потужності; непостійного значення встановленого кута зсуву фаз, а саме, при максимальному режимі роботи мережі фазовий кут має одне значення, при мінімальному режимі інше, а при різних значеннях величини транзитної потужності, кут зсуву фаз змінюється.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення способу компенсації взаємовпливу неоднорідних електричних мереж, який шляхом розташування крос-трансформаторів в таких місцях електричної мережі, які відповідають максимальному значенню чутливості узагальненого показника неоднорідності до місця розташування цього регулятора, а також шляхом такої зміни параметрів крос-трансформаторів, що змінюють потоки потужності по лініях електропередач електроенергетичної системи, яка наближає реальний поточкорозподіл до розподілу потоків потужності в однорідній мережі та зменшує додаткові втрати електроенергії, викликані неоднорідністю магістральних і розподільних електричних мереж, а це приводить до підвищення ефективності роботи електроенергетичної системи за рахунок: врахування впливу неоднорідності електричних мереж ЕЕС та взаємовпливу паралельно працюючих неоднорідних ЕМ на загальносистемні показники, такі як: сумарні втрати активної потужності в електроенергетичній системі, втрати від транзитних перетоків потужності; при постійному значенні встановленого кута зсуву фаз.

Поставлена задача вирішується так, що в способі компенсації взаємовпливу неоднорідних електричних мереж: вимірюють величини напруги в контрольованих вузлах електричної мережі, визначають транзитні та загальносистемні втрати електричної потужності в лініях електропередач в електричних мережах, визначають величину зрівнювальної електрорушійної сили, вибирають параметри встановлювального крос-трансформатора, визначають чутливість параметрів режиму роботи системи до зміни вузлових потужностей, причому, згідно з запропонованим способом, додатково: спочатку визначають узагальнений показник неоднорідності усієї ЕЕС; далі визначають чутливість узагальненого показника неоднорідності

до місця установки крос-трансформатора; далі визначають місце установки крос-трансформатора, за максимальним значенням чутливості узагальненого показника неоднорідності до місця його установки; далі встановлюють крос-трансформатор у визначене місце; далі, після визначення чутливості параметрів режиму роботи системи до зміни вузлових потужностей, визначають оптимальний модуль зрівнювальної е.р.с. і кут зсуву фаз напруг на шинах контрольованої підстанції, значення якого є постійним і еквівалентним зменшенню неоднорідності ЕЕС; далі виконують контрольний розрахунок узагальненого показника неоднорідності; далі встановлюють реальний вплив крос-трансформатора на сумарні втрати потужності в ЕЕС і втрати від транзитних перетікань; далі, в разі необхідності, змінюють поточні параметри встановлених крос-трансформаторів на оптимальні.

За допомогою корисної моделі підвищується ефективність роботи електроенергетичної системи за рахунок: врахування впливу неоднорідності електричних мереж ЕЕС та взаємовпливу паралельно працюючих неоднорідних ЕМ на загальносистемні показники, такі як: сумарні втрати активної потужності в електроенергетичній системі, втрати від транзитних перетоків потужності та за рахунок постійної величини встановленого кута зсуву фаз.

На кресленні представлений фрагмент схеми електроенергетичної системи з електричними мережами вищої і нижчої напруг, з автотрансформаторами АТ1 та АТ2, з крос-трансформатором КТ, напрямок зрівнювальної електрорушійної сили ($\dot{E}_{зр}$) в контурі та послідовність дій з компенсації взаємовпливу неоднорідних електричних мереж у вигляді алгоритму.

Спосіб реалізується наступним чином: визначають узагальнений показник неоднорідності усієї ЕЕС за формулою

$$\gamma = M_t x r^{-1} - x_B r_B^{-1} M_t, \quad (1)$$

де r_B , x_B - діагональні матриці активних і реактивних опорів гілок ЕЕС, r , x - активна та реактивна складові матриці опорів вузлів, M_t - транспонована матриця з'єднань гілок у вузлах; визначають чутливість узагальненого показника неоднорідності до місця установки крос-трансформатора; далі визначають місце установки крос-трансформатора, за максимальним значенням чутливості узагальненого показника неоднорідності до місця його установки; далі встановлюють крос-трансформатор у визначене місце; далі вимірюють величини напруги в контрольованих вузлах електричної мережі; визначають загальносистемні втрати активної потужності, використовуючи програму розрахунку усталеного режиму; визначають втрати від транзитних перетоків потужності за формулою

$$\Delta \dot{S}_B = T \dot{S}, \quad (2)$$

де $\Delta \dot{S}_B$ - вектор сумарних втрат у гілках схеми; \dot{S} - вектор потужностей у вузлах; T - матриця коефіцієнтів розподілу втрат потужності у гілках схеми в залежності від потужності у вузлах схеми, коефіцієнти якої показують, яку частку в сумарних втратах в i -й гілці складає протікання по ній потужності до кожного вузла схеми, і кожний i -й рядок якої визначається

$$T_i = (\dot{U}_t M_{\Sigma i}) \hat{C}_i \dot{U}_d^{-1}, \quad (3)$$

де \dot{U}_t - транспонований вектор напруг у вузлах включаючи і базисний; \dot{U}_d - діагональна матриця напруг у вузлах включаючи і базисний; $M_{\Sigma i}$ - i -й вектор-стовпець матриці з'єднань гілок у вузлах включаючи і балансуєчий; \hat{C}_i - i -й вектор-рядок матриці розподілу струмів у вузлах по гілках схеми; розраховують значення зрівнювальної е.р.с. в контурах схеми ЕЕС, за формулою

$$\dot{E}_{зр} = j v r_B M_{\alpha}^{-1} \dot{J}, \quad (4)$$

де $v = N_{\alpha} x_{B\alpha} r_{B\alpha}^{-1} - x_k r_k^{-1} N_{\alpha}$ - матриця показників неоднорідності ЕЕС відносно контурів; r_B , x_B - діагональні матриці опорів гілок дерева схеми ЕЕС; r , x - діагональні матриці опорів контурів;

M_{α} , N_{α} - матриці з'єднань гілок у вузлах і контурах дерева схеми ЕЕС; \dot{J} - вектор струмів у вузлах схеми ЕЕС у базовому режимі; далі на основі формули (4) визначають оптимальний модуль зрівнювальної е.р.с. та оптимальний параметр встановлюваного крос-трансформатора, а саме - кут зсуву фаз (значення коефіцієнта трансформації крос-трансформатора є постійною величиною і еквівалентне зменшенню неоднорідності ЕЕС); визначають чутливість параметрів режиму роботи системи до зміни вузлових потужностей; визначають оптимальний модуль

зрівнювальної е.р.с. і кут зсуву фаз напруг на шинах контрольованої підстанції, значення якого є постійним і еквівалентним зменшенню неоднорідності ЕЕС; далі, вводячи в схему електричної мережі контурну зрівнювальну е.р.с, тобто встановлюючи на крос-трансформаторі визначене постійне оптимальне значення коефіцієнта трансформації, змінюють потоки потужності в електроенергетичній системі встановленим лінійним регулятором, виконують контрольний розрахунок узагальненого показника неоднорідності за формулою (1); встановлюють реальний вплив крос-трансформатора на сумарні втрати потужності в ЕЕС і втрати від транзитних перетікань; далі, в разі необхідності, змінюють поточні параметри встановлених крос-трансформаторів на оптимальні.

Таким чином, при використанні такого способу, зростає ефективність роботи електроенергетичних систем: за рахунок врахування та зменшення впливу неоднорідності електричних мереж, за рахунок зменшення взаємовпливу паралельно працюючих неоднорідних електричних мереж на загальносистемні показники та за рахунок зменшення сумарних втрат активної потужності в електроенергетичній системі шляхом перерозподілу і зменшення додаткових потоків потужності, зумовлених транзитними потоками потужності і взаємовпливом електричних мереж. Пропонований спосіб дозволяє ефективно використати вплив електрорушійної сили крос-трансформатора на поточкорозподіл потужності для розвантаження мережі нижчої напруги і завантаження мережі вищої напруги, в результаті чого підвищуються ефективність використання крос-трансформатора в електроенергетичній системі та якість функціонування цієї системи в цілому.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб компенсації взаємовпливу неоднорідних електричних мереж, що полягає в вимірюванні величини напруги в контрольованих вузлах електричної мережі, визначенні транзитних та загальносистемних втрат електричної потужності в лініях електропередач в електричних мережах, визначенні величини зрівнювальної електрорушійної сили, вибиранні параметрів встановлювального крос-трансформатора, визначенні чутливості параметрів режиму роботи системи до зміни вузлових потужностей, який **відрізняється** тим, що: спочатку визначають узагальнений показник неоднорідності усієї електроенергетичної системи, після чого визначають чутливість узагальненого показника неоднорідності до місця установки крос-трансформатора, далі визначають місце установки крос-трансформатора, за максимальним значенням чутливості узагальненого показника неоднорідності до місця його установки, встановлюють крос-трансформатор у визначене місце, після визначення чутливості параметрів режиму роботи системи до зміни вузлових потужностей, визначають оптимальний модуль зрівнювальної електрорушійної сили і кут зсуву фаз напруг на шинах контрольованої підстанції, значення якого є постійним і еквівалентним зменшенню неоднорідності електроенергетичної системи, виконують контрольний розрахунок узагальненого показника неоднорідності, встановлюють реальний вплив крос-трансформатора на сумарні втрати потужності в електроенергетичній системі і втрати від транзитних перетікань, змінюють поточні параметри встановлених крос-трансформаторів на оптимальні.

