



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **111395** (13) **U**
(51) МПК (2016.01)
H02J 3/24 (2006.01)
G01R 31/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 04575	(72) Винахідник(и): Лежнюк Петро Дем'янович (UA), Рубаненко Олександр Євгенійович (UA), Сікорська Олена Вікторівна (UA), Комар Вячеслав Олександрович (UA)
(22) Дата подання заявки: 25.04.2016	(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.11.2016	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.11.2016, Бюл.№ 21	

(54) СПОСІБ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З РОЗОСЕРЕДЖЕНИМ ГЕНЕРУВАННЯМ

(57) Реферат:

Спосіб оптимального керування режимами розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням включає використання вимірювання напруги в контрольованих вузлах електричної мережі, вимірювання струмів в перерізах та частоти в системі, визначення чутливості параметрів режиму роботи системи до зміни вузлових потужностей, формування сигналу керувального впливу на пристрій регулювання під навантаженням трансформатора, пропорційному збитку від понад нормованого відхилення поточного значення частоти від номінального значення, додавання сигналу, який пропорційний економічному збитку, від понаднормованого відхилення величини частоти від номінального значення до сигналу, пропорційного збитку від відхилення перетоків потужностей по контрольованих перерізах і отримання сумарного сигналу, який пропорційний збитку поточного режиму, порівняння отриманого сигналу із сигналом, пропорційним до величини нормативного значення технічних втрат електроенергії, обумовлених властивостями та технологічними умовами роботи електричної мережі, який є уставкою регулювання. Створюють базу можливих режимів розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням, формують вектор сигналів керувальних впливів на пристрій регулювання під навантаженням трансформатора шляхом ранжування трансформаторів з пристроєм регулювання під навантаженням за їх впливом на зменшення потужності в розподільних електричних мережах від максимального до мінімального, вибирають з вектора сигналів керувальних впливів перший керувальний вплив, який відповідає зменшенню втрат потужності, відповідно до вибраного сигналу керувальних впливів з бази можливих режимів вибирають відповідні еквіваленти режимів для розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням, перевіряють відповідність значень напруг у вузлах розподільної електричної мережі з розосередженим генеруванням до вимог нормативних документів з якості електричної енергії за допомогою сертифікованого програмного забезпечення, далі з вибраних еквівалентів режимів розподільних мереж з розосередженим генеруванням вибирають лише ті, при яких напруги задовольняють вимогам з якості електричної енергії, далі з вибраних режимів за допомогою сертифікованого програмного забезпечення вибирають той режим, при якому забезпечується максимальне відбирання потужності від розосередженого джерела енергії, далі за допомогою сертифікованого програмного забезпечення обчислюють режим розподільних електричних мереж з розосередженими джерелами енергії, який відповідає регулюванню наступних з вектора

UA 111395 U

сигналів керувальних впливів трансформатором, знову звертаються до бази можливих режимів розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням і перевіряють виконання умов якості електричної енергії та максимального відбору поточної потужності розосереджених джерел енергії, у разі виконання умов з не порушення вимог по напрузі у вузлах розподільної мережі з розосередженими джерелами енергії, максимального допустимого відбирання генерованої потужності з розосереджених джерел енергії в розподільній мережі, мінімальних втрат активної потужності в розподільній мережі з розосередженими джерелами енергії реалізують розрахований сигнал, у разі, якщо не досягається виконання однієї з умов, керувальні впливи не реалізують.

Корисна модель належить до області електротехніки і може знайти застосування в автоматизованих системах керування режимами електричних мереж з розосередженими джерелами енергії в режимі реального часу.

Відомий спосіб управління режимом роботи електроенергетичної системи (ЕЕС) [Котов І.А. 5
Оперативная интеллектуальная поддержка решений диспетчера энергообъединения. - Дисс. канд. техн. наук. - Киев, 1994. – 248 с.], який включає регулювання перетоками потужностей по гілках схеми основної електричної мережі ЕЕС у відповідності з певними продукційними правилами обробки вхідних сигналів та порівняння останніх з уставками припустимих та необхідних перетоків потужності. В цьому способі вимірюють значення напруг у контрольних 10
вузлах навантаження та значення струмів на контрольних ділянках, далі перетворюють ці сигнали в значення потужностей, які перетікають по мережі, порівнюють ці сигнали з уставками припустимих та необхідних перетоків та визначають склад керуючих впливів на схему основної мережі контрольного ЕЕС.

Недоліком такого способу є низька точність керування режимами та надійність розподільних 15
електричних мереж з розосередженим генеруванням через неврахування динамічних параметрів цих мереж під час їх функціонування в режимі реального часу.

Відомий спосіб регулювання режиму роботи энергооб'єднання (патент України № 50434, м. кл. Н02J3/24. Бюл. № 10, 2002 р.) включає регулювання режиму на основі вимірювання 20
величини напруги в контрольованих вузлах електричної мережі, вимірювання струмів в перерізах та частоти в системі, визначення чутливості параметрів режиму роботи системи до зміни вузлових потужностей, формування сигналу, пропорційного до економічного збитку від роботи системи до зміни вузлових потужностей, додавання його з сигналом, пропорційним до збитків від відхилення перетоків потужностей по контрольованих перерізах порівнюють отриманий сигнал із сигналом, пропорційним до величини допустимих, економічно 25
обґрунтованих збитків, обумовлених властивостями та технологічними умовами роботи електричної мережі, який є уставкою регулювання, та формування сигналів на зміну структури електричної мережі ЕЕС в залежності від цього порівняння.

Головним недоліком такого способу є неврахування того, що складовими частинами умов, в 30
яких доводиться приймати оптимальні рішення, є неточність та невизначеність вхідної інформації відносно параметрів режиму розподільних електричних мереж з розосередженими джерелами енергії.

Найбільш близьким аналогом є спосіб регулювання режиму роботи електроенергетичної системи (Патент України № 29420, м. кл. Н02J3/24. Бюл. № 10, 2008 р.), який включає 35
вимірювання величини напруги в контрольованих вузлах електричної мережі, вимірювання струмів в перерізах та частоти в системі, визначення чутливості параметрів режиму роботи системи до зміни вузлових потужностей, формування сигналу (в подальшому сигнал керувального впливу на пристрій регулювання під навантаженням (ПРПН) трансформатора), пропорційного до економічного збитку від роботи системи до зміни вузлових потужностей, додавання його з сигналом, пропорційним до збитків від відхилення перетоків потужностей по 40
контрольованих перерізах, порівняння отриманого сигналу із сигналом, пропорційним до величини допустимих, економічно обґрунтованих збитків, обумовлених властивостями та технологічними умовами роботи електричної мережі, який є уставкою регулювання, та формування сигналів на зміну структури електричної мережі ЕЕС в залежності від цього порівняння та одночасний контроль коефіцієнта якості функціонування ПРПН, який 45
визначається за формулою:

$$k_{\text{як.ф.ті}} = a_1 \cdot k_{\text{втрат}} + a_2 \cdot k_{\text{рес}}$$

де i - порядковий номер трансформаторів в системі;

a_1, a_2 - вагові коефіцієнти.

Коефіцієнт втрат знаходять за виразом:

$$50 \quad k_{\text{втрат}} = \frac{\Delta P_{\text{неопт}} - \Delta P_{\text{опт}}}{\Delta P_{\text{опт}}},$$

де $\Delta P_{\text{неопт}}$ - зростання втрат потужності внаслідок відмов в роботі трансформатора.

Коефіцієнт залишкового ресурсу визначається за виразом:

$$k_{\text{рес.}} = k_1 \cdot \left(1 - \frac{n_2 - n_1}{n_2}\right),$$

n_1 - це кількість потрібних перемикачів регулятора під напругою трансформатора;

n_2 - це залишкова кількість гарантованих заводом перемикачів регулятора під напругою трансформатора;

k_1 - це коефіцієнт ресурсу без врахування кількості потрібних перемикачів регулятора під напругою трансформатора та залишкової кількості гарантованих заводом перемикачів регулятора під напругою трансформатора.

Недоліком такого способу є низька точність регулювання через неврахування вартості втрат електроенергії, які зумовлені роботою мережі в неоптимальному режимі через невідповідність показників якості електроенергії ГОСТу 13109-97 в розподільних електричних мережах з розосередженим генеруванням, викликаній відсутністю поточних даних про параметри режимів цих мереж.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення способу оптимального керування режимами розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням, в якому шляхом формування сигналу, отриманого з урахуванням параметрів еквівалентного поточному режиму та пропорційного до вартості втрат електроенергії та збитків від поза нормованого відхилення показників якості електричної енергії, спричинених неповнотою поточних значень параметрів режиму, з'являється можливість підвищити точність формування керуючих впливів, що приводить до зменшення втрат потужності в розподільних електричних мережах, покращення показників якості електричної енергії та підвищення надійності розподільних електричних мереж.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі оптимального керування нормальними режимами електроенергетичної системи, вимірюють напруги в контрольованих вузлах електричної мережі, вимірюють струми в перерізах та частоту в системі, визначають чутливість параметрів режиму роботи системи до зміни вузлових потужностей, формують сигнал, пропорційний економічному збитку від наднормованого відхилення поточного значення частоти від номінального значення, додають сигнал, який пропорційний економічному збитку, від наднормованого відхилення величини частоти від номінального значення до сигналу, пропорційного збиткам від відхилення перетоків потужностей по контрольованих перерізах і отримують сумарний сигнал, пропорційний збиткам поточного режиму, порівнюють отриманий сигнал із сигналом, пропорційним до величини нормативного значення технічних втрат електроенергії, обумовлених властивостями та технологічними умовами роботи електричної мережі, який є уставкою регулювання, причому спочатку створюється база можливих режимів розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням, формується вектор сигналів керувальних впливів на ПРПН трансформатора шляхом ранжування трансформаторів з ПРПН за їх впливом на зменшення потужності в розподільних електричних мережах від максимального до мінімального, вибирається з вектора сигналів керувальних впливів перший керувальний вплив, який відповідає зменшенню втрат потужності, відповідно до вибраного сигналу керувальних впливів з бази можливих режимів вибираються відповідні еквіваленти режимів для розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням, перевіряється відповідність значень напруг у вузлах розподільної електричної мережі з розосередженими джерелами енергії (РДЕ) до вимог нормативних документів з якості електричної енергії за допомогою сертифікованого програмного забезпечення, далі з вибраних еквівалентів режимів розподільних мереж з розосередженим генеруванням вибираються лише ті, при яких напруги задовольняють вимогам з якості електричної енергії, далі з вибраних режимів за допомогою сертифікованого програмного забезпечення вибирається той режим, при якому забезпечується максимальне відбирання потужності від РДЕ, далі за допомогою сертифікованого програмного забезпечення обчислюється режим розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням, який відповідає регулюванню наступних з вектора сигналів керувальних впливів, трансформатором, знову звертаються до бази можливих режимів розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням і перевіряється виконання умов якості електричної енергії та максимального відбору поточної потужності РДЕ. У разі виконання умов з не порушення вимог по напрузі у вузлах розподільної мережі з розосередженими джерелами енергії, максимального допустимого відбирання генерованої потужності з розосереджених джерел енергії в розподільній мережі, мінімальних втрат активної потужності в розподільній мережі з розосередженими джерелами енергії реалізується розрахований сигнал. У разі, якщо не досягається виконання однієї з умов, керувальні впливи не реалізуються.

Спосіб здійснюється наступним чином.

Спочатку створюють базу можливих режимів розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням, за допомогою оперативного-інформаційного комплексу (ОІК) вимірюють напруги в контрольованих вузлах електричної мережі, вимірюють струми в перерізах та частоту в системі, визначають чутливість параметрів режиму роботи системи до зміни

вузлових потужностей, формують сигнал, який пропорційний економічному збитку від наднормованого відхилення поточного значення частоти від номінального значення, додають сигнал, який пропорційний економічному збитку, від наднормованого відхилення величини частоти від номінального значення до сигналу, який пропорційний збиткам від відхилення перетоків потужностей по контрольованих перерізах і отримують сумарний сигнал, який пропорційний збиткам поточного режиму, порівнюють отриманий сигнал із сигналом, пропорційним до величини нормативного значення технічних втрат електроенергії, обумовлених властивостями та технологічними умовами роботи електричної мережі, який є уставкою регулювання, формують вектор сигналів керувальних впливів на ПРПН трансформатора та ранжують трансформатори з ПРПН за їх впливом на зменшення значення втрат потужності в розподільних електричних мережах від максимального до мінімального, вибирають з вектора сигналів керувальних впливів перший керувальний вплив який відповідає зменшенню втрат потужності, відповідно до вибраного сигналу керувальних впливів з бази можливих режимів вибирають відповідні еквіваленти режимів для всіх розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням, перевіряють виконання умов з не порушення вимог по напрузі у вузлах розподільної мережі з розосередженими джерелами енергії, максимального допустимого відбирання генерованої потужності з розосереджених джерел енергії в розподільній мережі, мінімальних втрат активної потужності в розподільній мережі з розосередженими джерелами енергії. У разі виконання цих умов реалізують розрахований сигнал.

У випадку не виконання умов обчислюють режим розподільних електричних мереж, який відповідає регулюванню наступним, з вектора сигналів керувальних впливів, трансформатором. Знову звертаються до бази можливих режимів розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням і перевіряють виконання умов якості електричної енергії, максимального відбору поточної потужності РДЕ та мінімальних втрат активної потужності в розподільній мережі з РДЕ. У разі виконання всіх цих умов реалізують розрахований сигнал. У випадку не виконання умов, обчислюють режим розподільних електричних мереж, який відповідає регулюванню наступним, з вектора сигналів керувальних впливів, трансформатором. Знову звертаються до бази можливих режимів розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням і перевіряють виконання умов якості електричної енергії та максимального відбору поточної потужності РДЕ і так далі. У разі, якщо при всіх доцільних, за умови зменшення поточних втрат активної потужності, сигналах керувальних впливів не досягається виконання умов якості та максимального відбору поточної потужності РДЕ, керувальні впливи не реалізують.

Таким чином, при використанні запропонованого способу забезпечується максимальна ефективність в процесі оптимального керування режимами розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням в умовах неповноти початкових даних про режими розподільних електричних мережах з розосередженим генеруванням.

40 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб оптимального керування режимами розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням, який включає використання вимірювання напруги в контрольованих вузлах електричної мережі, вимірювання струмів в перерізах та частоти в системі, визначення чутливості параметрів режиму роботи системи до зміни вузлових потужностей, формування сигналу керувального впливу на пристрій регулювання під навантаженням трансформатора, пропорційного економічному збитку від наднормованого відхилення поточного значення частоти від номінального значення, додавання сигналу, який пропорційний економічному збитку, від наднормованого відхилення величини частоти від номінального значення до сигналу, пропорційного збиткам від відхилення перетоків потужностей по контрольованих перерізах і отримання сумарного сигналу, який пропорційний збиткам поточного режиму, порівняння отриманого сигналу із сигналом, пропорційним до величини нормативного значення технічних втрат електроенергії, обумовлених властивостями та технологічними умовами роботи електричної мережі, який є уставкою регулювання, який **відрізняється** тим, що спочатку створюють базу можливих режимів розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням, формують вектор сигналів керувальних впливів на пристрій регулювання під навантаженням трансформатора шляхом ранжування трансформаторів з пристроєм регулювання під навантаженням за їх впливом на зменшення потужності в розподільних електричних мережах від максимального до мінімального, вибирають з вектора сигналів керувальних впливів перший керувальний вплив, який відповідає зменшенню втрат потужності,

відповідно до вибраного сигналу керувальних впливів з бази можливих режимів вибирають відповідні еквіваленти режимів для розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням, перевіряють відповідність значень напруг у вузлах розподільної електричної мережі з розосередженим генеруванням до вимог нормативних документів з якості електричної енергії за допомогою сертифікованого програмного забезпечення, далі з вибраних еквівалентів режимів розподільних мереж з розосередженим генеруванням вибирають лише ті, при яких напруги задовольняють вимогам з якості електричної енергії, далі з вибраних режимів за допомогою сертифікованого програмного забезпечення вибирають той режим, при якому забезпечується максимальне відбирання потужності від розосередженого джерела енергії, далі за допомогою сертифікованого програмного забезпечення обчислюють режим розподільних електричних мереж з розосередженими джерелами енергії, який відповідає регулюванню наступних з вектора сигналів керувальних впливів, трансформатором, знову звертаються до бази можливих режимів розподільних електричних мереж з розосередженим генеруванням і перевіряють виконання умов якості електричної енергії та максимального відбору поточної потужності розосереджених джерел енергії, у разі виконання умов з не порушення вимог по напрузі у вузлах розподільної мережі з розосередженими джерелами енергії, максимального допустимого відбирання генерованої потужності з розосереджених джерел енергії в розподільній мережі, мінімальних втрат активної потужності в розподільній мережі з розосередженими джерелами енергії реалізують розрахований сигнал, у разі, якщо не досягається виконання однієї з умов, керувальні впливи не реалізують.

Комп'ютерна верстка М. Мацело

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601