

Винахід належить до електротехніки і стосується релейного захисту електроустановок.

Найважчим видом uszkodження електроустановок є короткі замкнення (КЗ), які приводять до uszkodження електроустановок внаслідок термічної і електродинамічної дії струму КЗ, який перевищує номінальні значення струмів у 10 - 20 і більш разів, порушення стійкості енергосистем та перерв електропостачання споживачів.

Відомі засоби і пристрої релейного захисту, які використовують мікропроцесорну базу і алгоритми функціонування, за якими проводять розрахування амплітуди і фази гармонічної складової промислової частоти [1]. До їх недоліків слід віднести відносно великі витрати часу на фільтрацію (період нагляду до 20мс) і на формування ортогональних проекцій (5мс).

Для зниження впливу випадкових факторів використовують захисти, які реагують на декілька параметрів одночасно. До таких захистів належать дистанційні захисти і захисти, які засновано на аналізованні векторних діаграм напруг і струмів [2].

Найближчим технічним рішенням до запропонованого є "засіб захисту ліній високої напруги" [2], який обрано як прототип.

При цьому засобі здійснюють вимірювання напруги і струму, їх аналого - цифрове перетворення, на першому етапі виявляють аварійну ситуацію щодо відхилення вимірюваних значень напруги, струму і кута між ними від номінальних, а на другому етапі визначають вектори напруги, струму і за виглядом векторної діаграми ідентифікують характер uszkodження та приймають рішення щодо вимикання лінії.

До недоліків цього засобу слід віднести запізнювання побудування векторних діаграм, оскільки перший етап (виявлення аварійної ситуації) продовжується до моменту перевищення вимірюваних значень параметрів допустимих значень, а другий етап (побудування векторних діаграм) починається через декілька мілісекунд після початку КЗ.

Запропонованим винаходом вирішується задача підвищення ефективності функціонування релейного захисту, зокрема, скорочення часу спрацювання захисту і підвищення стійкості функціонування. Для вирішування поставленої задачі у способі релейного захисту електроустановки здійснюють вимірювання струму і напруги, здійснюють їх аналого - цифрове перетворення, визначають вектори струму і напруги, порівнюють одержані векторні діаграми із раніше розрахованими векторними діаграмами номінальних та аварійних режимів, визначають характер режиму і, з урахуванням стану суміжних елементів, вимикають електроустановку з витримкою часу або без витримки часу, визначення векторів струму і напруги здійснюють у реальному масштабі часу безперервно на ковзних часових інтервалах, при цьому кожний наступний інтервал перекриває частину попереднього; зсований на фіксовану величину, що є частиною величини інтервалу, при цьому, протягом кожного інтервалу через рівні проміжки часу проводять не менш, як три вимірювання поточних значень струму і напруги, а амплітуду напруги U_m , амплітуду періодичної складової повного струму I_{nm} , кут між векторами напруги і струму φ для кожного інтервалу визначають для кожної фази мережі за такими співвідношеннями:

$$U_m = \frac{U_k}{\sin \alpha_k}$$

$$I_{nm} = \frac{i_k - i_{k-2}}{2 \cos(\alpha_{k-2} + \delta - \varphi) \sin \delta}$$

$$\varphi = \arctg \frac{(i_k - i_{k-2}) \cos(\alpha_{k-2} + \frac{\delta}{2}) - 2(i_{k-1} - i_{k-2}) \cos \frac{\delta}{2} \cos \alpha_{k-1}}{2(i_{k-1} - i_{k-2}) \cos \frac{\delta}{2} \sin \alpha_{k-1} - (i_k - i_{k-2}) \sin(\alpha_{k-2} + \frac{\delta}{2})}$$

де: U_k , i_k , i_{k-1} , i_{k-2} - поточні значення напруг і струму на момент k - го вимірювань α_k , α_{k-1} , α_{k-2} - фазові кути кривої напруги;

δ - кутовий зсув між двома суміжними вимірюваннями.

Безперервно вимірюють частоту, фіксують момент переходу кривої напруги через нуль, формують сигнали синхронного часу у електричних радіах за співвідношенням

$$\alpha = 2\pi f \tau,$$

де τ - інтервал часу з моменту переходу кривої напруги через нуль, кратний тривалості часового інтервалу між двома суміжними вимірами значення струму.

Виміряні значення струму коректують з урахуванням нелінійності магнітної системи трансформаторів струму, фільтрацію результатів вимірювань здійснюють на рівні векторних діаграм.

Поставлену задачу найбільш ефективно може бути реалізовано за допомогою нового пристрою релейного захисту електроустановки, який містить вимірювальні перетворювачі струму і напруги, аналого-цифровий перетворювач, запам'ятовувальний пристрій, вузол обчислення параметрів векторних діаграм і вузол порівняння векторних діаграм із раніше розрахованими векторними діаграмами номінального і аварійного режимів, вузол прийому зовнішньої інформації, логічний пристрій та виконавчий орган, при цьому, до нового пристрою введено: вузол корекції значення струму, вузол виділення періодичної складової струму і формувальник динамічних векторних діаграм, вузол відображення векторних діаграм.

Суттєві ознаки запропонованих винаходів, що відрізняють їх від прототипу, складаються для засобу в тому, що визначення векторних діаграм здійснюють у реальному масштабі часу безперервно на ковзних часових інтервалах, при цьому кожний наступний інтервал перекриває частину попереднього і зсунутий на фіксовану величину, при цьому протягом кожного інтервалу через рівні проміжки часу, проводять декілька вимірювань поточних значень струму і напруги, а амплітуду напруги U_m , амплітуду періодичної складової

повного струму I_{nm} , кут ϕ між векторами напруги і струму для кожного інтервалу визначають для кожної фази мережі по співвідношеннях, що їх зв'язують, при цьому частоту мережі вимірюють безперервно, фіксуючи момент переходу кривої напруги через нуль і формуючи сигнали синхронного часу у електричних радіанах.

Виміряні значення струму коректують з урахуванням нелінійності магнітної системи трансформаторів струму.

Фільтрацію результатів вимірювань здійснюють на рівні векторних діаграм.

Обчислювання векторних діаграм у реальному масштабі часу дає можливість обчислити параметри режиму ушкодження протягом десятих часток мілісекунди ще до досягнення поточними значеннями струмів і напруг значень, що перевищують номінальні, і цим на порядок збільшити швидкодію захисту, при цьому з вхідного сигналу, який містить, як правило, аперіодичну складову струму КЗ, виділяють періодичну складову.

Обчислення параметрів векторної діаграми у реальному масштабі часу дозволяє протягом короткого інтервалу точної трансформації накопичити декілька десятків варіантів векторних діаграм, здійснити їх фільтрацію і швидко обробку з метою виключення випадкових значень і підвищення достовірності.

Фільтрація значень вхідних величин на рівні векторних діаграм дозволяє виключити недостовірні вимірювання, при яких абсолютні значення струмів і напруг знаходяться у зоні достовірних значень, але складають неможливу векторну діаграму.

Корекція вимірюваних значень струму з урахуванням нелінійності магнітної системи трансформаторів струму дозволяє підвищити достовірність вхідних сигналів, що особливо важливо для захистів з витримкою часу, коли трансформатори струму виходять з інтервалів точної трансформації.

Безперервне вимірювання поточного значення частоти в електричній мережі дозволяє підвищити точність обчислювань з використанням тригонометричних функцій фазових кутів напруги і струму при відхиленні частоти від 50Гц.

Суттєві ознаки запропонованого пристрою, які відрізняють його від прототипу, містяться у введенні в структуру пристрою нових вузлів та їх взаємозв'язків, таких як: вузол вимірювання частоти, вузол формування сигналів синхронного часу, вузол корекції значення струму, вузол виділення періодичної складової струму і формування динамічних векторних діаграм та вузол відображення векторних діаграм. Причому, входи вузла виділення періодичної складової струму і формувальника векторних діаграм зв'язано з виходами аналого - цифрового перетворювача напруги, вузла корекції значень струму, вхід якого зв'язано з виходом аналого - цифрового перетворювача струму, вузла формування сигналів синхронного часу, а виходи зв'язано з входом вузла фільтрації векторних діаграм і вузла відображення векторних діаграм.

Винахід пояснюється кресленням блок - схеми пристрою, який реалізує засіб, що заявляється.

Нижче розглянемо більш детально блок - схему пристрою і його роботу.

Представлена на фіг.1 блок - схема пристрою, який реалізує засіб, що заявляється, містить датчик 1 напруги і датчик 2 струму, блоки 3, 4 – аналого - цифрові перетворювачі відповідно напруги і струму, блок 5 - вузол корекції значень струму, який враховує насичення магнітної системи трансформаторів струму під час коротких замкнень, блок 6 - вузол вимірювання частоти, блок 7 - вузол формування сигналів синхронного часу, блок 8 - вузол виділення періодичної складової струму і формування динамічних векторних діаграм напруг і струмів, блок 9 - вузол фільтрації векторних діаграм, блок 10 - вузол порівняння динамічних векторних діаграм з векторними діаграмами номінального і аварійного режимів; блок 11 - запам'ятовувальний пристрій, блок 12 - логічний пристрій, блок 13 - вузол прийому зовнішньої інформації, блок 14 - блок вимикання, блок 15 - вузол відображення векторних діаграм, блок 16 - вимикач. При цьому, входи вузла 8 зв'язано з виходами аналого - цифрового перетворювача напруги 3, вузла корекції значень струму 5, вхід якого зв'язаний з виходом аналого - цифрового перетворювача струму 4, вузла формування сигналів синхронного часу 7, а виходи зв'язано із входом вузла фільтрації векторних діаграм 9 і вузла відображення векторних діаграм 15.

Пристрій працює таким чином: аналогові значення поточних значень напруги і струму перетворюють у цифрові значення у аналого - цифрових перетворювачах напруги 3 і струму 4, після чого у вузлі 5 здійснюють корекцію вхідної величини струму з урахуванням нелінійності трансформатора струму, а у вузлах 6 та 7 здійснюють вимірювання частоти і формування сигналів синхронного часу. У фіксовані моменти часу значення напруг, струмів і синхронного часу фаз електроустановки надходять до вузла 8, де за даними поточного і двох попередніх вимірювань вирішують систему рівнянь із трьома невідомими:

$$i_{k-2} = i_{nm} \sin(\alpha_{k-2} - \phi_k) + i_a$$

$$i_{k-1} = i_{nm} \sin(\alpha_{k-1} - \phi_k) + i_a$$

$$i_k = i_{nm} \sin(\alpha_k - \phi_k) + i_a$$

де: i_a - аперіодична складова струму КЗ; ϕ_k - кут зсуву струму в мережі КЗ.

Для кожної фази обчислюють амплітуди і кути векторів напруги і струму фаз з урахуванням постійного кута зсуву ЕРС фаз $2\pi/3$ електричних радіан, визначеного геометрією трьохфазних генераторів. У вузлах 9 і 10 шляхом порівняння з розрахованими параметрами векторних діаграм, що зберігаються у запам'ятовувальному пристрої, здійснюють фільтрацію недопустимих значень і розпізнавання режиму роботи.

Запропоновані винаходи пройшли апробацію у рамках виконання науково - практичної роботи і підтвердили ефективність обчислення векторних діаграм у реальному масштабі часу, що дало можливість обчислювати параметри режиму ушкодження протягом десятих часток мілісекунди ще до досягнення

поточними значеннями струмів і напруг значень, що перевищують номінальні, і цим на порядок збільшити швидкодію захисту.

Джерела інформації, які взято як аналог і прототип:

1. Федосеев А. М. Релейная защита электроэнергетических систем. Релейная защита сетей. М. Энергоатомиздат, 1984 с. 264 - 269(Аналог).

2. Патент РФ №2119706, 6Н02Н 3/38. Способ защиты линий высокого напряжения(прототип).

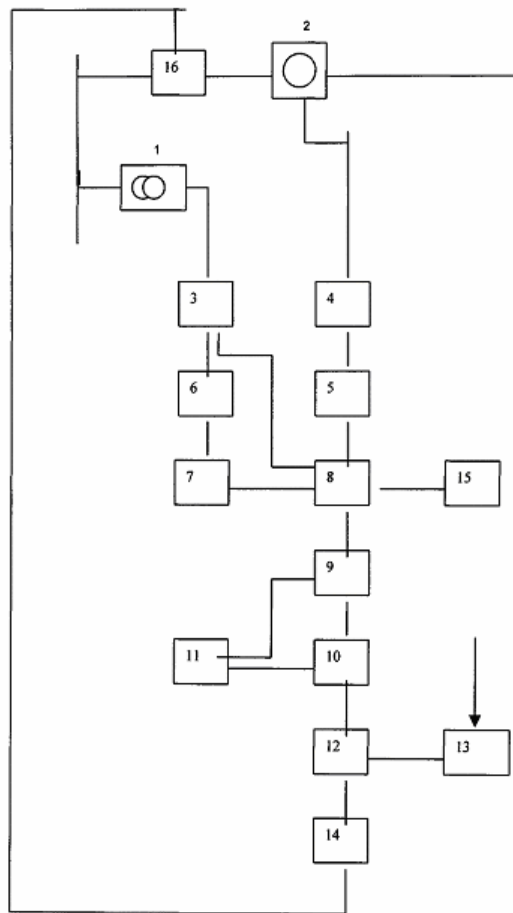


Fig.1