

функції тощо. Такі зміни не потребують ніяких технічних витрат, тому що вони здійснюються на програмному рівні.

5. Універсальність. Ця особливість цифрових пристроїв в більшій мірі стосується розробників, а не експлуатацію. Використовуючи універсальний процесорний модуль, відкоригувавши вхідні та вихідні кола, змінюючи алгоритм функціонування, можна створювати різні типи захистів та автоматики.

6. Значно менші габарити та менші затрати електротехнічних матеріалів. Один невеликий за розміром цифровий пристрій може замінити цілу групу складних реле, виконаних на напівпровідниках або електромеханічних елементах.

7. Можливість самодіагностики. Алгоритми функціонування сучасних цифрових пристроїв захисту, особливо складних, обов'язково включають функцію самодіагностики, яка періодично здійснює контроль справності всіх складових пристрою.

8. Простота експлуатації. Під час проведення планових профілактичних робіт перевіряються загальні характеристики функціонування.

Висновки. На основі виконаних досліджень пропонуємо ширше впроваджувати ЦПРЗ у тому числі і вітчизняних виробників таких як Київприлад (ЦПРЗ серії МРЗС), Релсіс (ЦПРЗ серії РЗЛ), Хартонінкор (ЦПРЗ серії Діамант) у мережу електропостачання міст. Це сприятиме сталому розвитку міст.

МОДЕЛЮВАННЯ УСТАЛЕНИХ РЕЖИМІВ В ТРЬОХ ФАЗАХ НА ОСНОВІ ОДНОЛІНІЙНОЇ ПОТОКОВОЇ МОДЕЛІ СТАЛОГО РЕЖИМУ

Чередниченко І.Д.

Науковий керівник – Дьяков Є.Д., канд. техн. наук, доцент

Відмінною особливістю потокової моделі є те, що розрахунковий вектор, який визначається на кожній ітерації при вирішенні нелінійної системи рівнянь усталених режимів, включає потоки активної і реактивної потужності в умовних початкових гілках і модулях вузлових напруг. Принципова відмінність потокової моделі сталого режиму від моделі на основі рівнянь вузлових напруг - виключення з вектора шуканих змінних кутів напруги відносно базисного вузла. Розмірність розв'язуваної системи рівнянь більше, але її обумовленість і збіжність у порівнянні з методами на основі рівнянь вузлових напруг краще.

Другий закон Кірхгофа принципово дозволяє записати два контурних рівняння, якщо рівняння використовує тільки кути напруг. По аналогії може бути записано і рівняння для модулів напруги. Фактично

роль другого контурного рівняння виконує одне з рівнянь падіння напруги для ліній. Якщо всі гілки умовно розділити на пов'язані з деревом графа і на гілки, які утворюють замкнуті контури в графі електричної мережі, то рівняння падіння напруги для гілок, що утворюють замкнуті контури, і контурні рівняння для модулів напруги будуть лінійно залежні. Очевидно, що рівняння падіння напруги для лінії будуть простіше, ніж контурні рівняння, їх запис і використання простіше алгоритмизувати. З цієї причини використовуються тільки контурні рівняння для кутів напруг.

По суті запропонована модель сталого режиму висловлює перший і другий закон Кірхгофа через розрахунковий вектор невідомих $X = \{P_n, Q_n, V\}$. При цьому зберігається поділ на вузли навантаження, вузли генерації і балансуєчі вузли. Вихідними даними описаної задачі є активна і реактивна потужності для PQ вузлів або активна потужність і напруга для PV вузлів. Ці дані збігаються з даними для розрахунку встановлених режимів із застосуванням рівнянь вузлових напруг.

У якості початкових наближень активна і реактивна потужності початку гілок приймаються рівними нулю. Модулі напруг приймаються рівними номінальному значенню.

При таких початкових умовах ітераційна процедура має цікаву особливість. Результатом першої ітерації є розрахунок поточкорозподілу при номінальних напругах у відсутності втрат. Кожна наступна ітерація починає уточнювати значення напруг і потоки потужностей з урахуванням втрат. Цим пояснюється висока збіжність методу. Оскільки втрати як правило багато менше в порівнянні з потоками потужності по лініях, то результат першої ітерації близький до точки вирішення.

У якості режимної моделі потокова модель має низку переваг. Передача потоковою моделюванням не чутлива до неоднорідності параметрів схеми заміщення мережі, її система рівнянь істотно краще обумовлена. Це дозволяє враховувати зв'язок з нульовими опорами, без фіктивних топологічних змін схеми.

У запропонованій потокової моделі є і ряд недоліків.

По-перше, розмірність завдання розрахунку усталеного режиму на основі потокової моделі буде перевищувати розмірність завдання на основі рівнянь вузлових напруг.

По-друге, потрібно шукати замкнуті контури в графі мережі, що вносить додаткову складність в алгоритм складання рівнянь і уповільнює розрахунок. Однак на сьогоднішній день існують готові алгоритми пошуку замкнутих контурів в графі, у них є програмні реалізації,

тому пошук замкнених контурів не вносить складнощі в програмну реалізацію розрахунку встановлених режимів.

Пошук контурів в графі безумовно створює додаткове обчислювальне навантаження і буде сповільнювати розрахунок. При сучасному рівні розвитку обчислювальної техніки розглядати швидкість розрахунку одного режиму недоцільно, оскільки один режим електричної мережі вважається не більше декількох секунд.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА МІСЬКОМУ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТІ

Сухін В.Е.

Науковий керівник – Карюк А.О., ст. викладач

В даний час для живлення допоміжних ланцюгів рухомого складу міського електротранспорту використовуються лужні акумуляторні батареї (АБ) з номінальною напругою 24 В. Для постійної підзарядки АБ і живлення допоміжного електрообладнання використовуються машинні або статичні перетворювачі, потужність яких знаходиться в межах 2 - 3 кВт. Причому перетворювачі підключені до контактної мережі на протязі всього періоду роботи рухомого складу. При цьому витрата електроенергії на допоміжні потреби може становити до 10% від загальної витрати електрорухомим складом [1-2].

Необхідно відзначити, що постійний заряд АБ при постійній напрузі живлення не є оптимальним і може сприяти зниженню експлуатаційної надійності батареї. Існують і більш оптимальні способи заряду АБ, але через складність конструктивного виконання на рухомому складі вони не знайшли свого застосування [3].

При використанні імпульсних конденсаторів надвисокої енергоємності з'явилася можливість вдосконалення системи електроживлення допоміжного електроустаткування.

Імпульсні конденсатори надвисокої енергоємності (ІКЕ) з енергетичними і габаритними показниками займають проміжне положення між двома традиційними накопичувачами електричної енергії: електrolітичними конденсаторами великої місткості і хімічними джерелами струму (акумуляторними елементами і батареями). Ці конденсатори мають електричну ємність в межах від одиниць до сотень фарад, яка перевищує ємність відомих конденсаторів в сотні разів і більше.

Накопичена в ІКЕ енергія:

$$W = C U^2/2,$$

де C - ємність ІКЕ; U - напруга заряду ІКЕ.

Ця енергія вимірюється десятками і навіть сотнями кілоджоулів.