

МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДЛЯ ПОБУДОВИ МОДЕЛЕЙ СТАТИЧНИХ БАГАТОПРОВІДНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Лободзинський В.Ю., ас., Ілліна О.О., ас.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра теоретичної електротехніки

Губчук А.Є., студент

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації енергосистем

Вступ. Багатопровідні лінії електропередачі є статичними елементами, струмопровідні частини які мають електромагнітні зв'язки. Якщо винести з'єднання цих струмоведучих частин за межі даної системи, то лінії відрізняються один від одного тільки характером взаємоіндуктивних зв'язків. Для кабельних ліній, крім того, можна брати до уваги ємнісний зв'язок між кабелями, що для більшості важливих випадків можна зробити звичайним чином, врахувавши власні і взаємні ємності проводів у П-подібній схемі заміщення після урахування взаємоіндуктивних зв'язків. Ці припущення призводять до того, що струм, який входить у кабель, дорівнює струму, що виходить з нього.

Існуючі підходи до вирішення проблеми моделювання у фазних координатах базуються на теорії багатополісників [1, 2, 3] або на спрощеному уявленні трифазних кабельних ліній у вигляді груп однофазних кабелів. Основна складність моделювання полягає у розв'язці магнітозв'язаних ланцюгів, і якщо взяти за основу підхід синтезу схем заміщення однофазних кабелів, то можна отримати досить гнучкий алгоритм формування моделей різних кабельних ліній електропередачі за допомогою повнозв'язних схем заміщення, що містять RLC – елементи [4, 5, 6].

Метою роботи є використання теорії багатополісників для моделювання статичних багатопровідних елементів для розрахунків різних режимів, реалізованих набором RLC-елементів.

Матеріали та результати досліджень.

Як багатопровідна лінія розглядається трифазна кабельна лінія електропередачі, яка складається з трьох однофазних кабелів. У випадку моделювання статичних багатопровідних елементів виникають деякі складності, а саме близькість кабелів один від одного і неможливість простого обчислення індуктивних і взаємоіндуктивних опорів і часткових ємностей. Разом з тим, довідкові характеристики трифазних кабельних ліній містять опори прямої послідовності та значення часткових ємностей кабелю [7, 8].

Для набору n одножильних екранованих кабелів необхідно врахувати взаємоіндуктивний вплив кабелів, а також ємності екранів окремих кабелів по відношенню один до одного і до землі (параметри кабелю в повітрі і кабель в землі при цьому, будуть суттєво відрізнятися) і ємності жила-екран кожного кабелю (рис. 1).

відрізняються від виразів для суцільного циліндричного провідника значеннями внутрішніх активного та індуктивного опорів;

- мала відстань між екранами сусідніх кабелів призводить до необхідності врахування ефекту близькості і визначення взаємних опорів $Z_{i,j}$ для екранів кабелів стає непростим завданням.

Висновок.

На основі рівнянь зв'язку падінь напруг і струмів, розроблений узагальнений методологічний підхід для побудови моделей статичних багатопровідних елементів для розрахунків різних режимів, реалізованих набором RLC-елементів. Багатопровідна система з n проводів, кожен з яких має взаємоіндуктивні зв'язки з іншими, може бути заміщена схемою, складеної RLC-гілками; число цих гілок дорівнює $2n(2n-1) / 2$, а їх провідності визначаються з матриці провідностей багатопровідної системи.

Перелік посилань

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. – 9-е изд., перераб. и доп. – М.: «Высшая школа», 1996. – 638 с.
2. Абраменкова Н.А., Воропай Н.И., Заславская Т.В. Структурный анализ электроэнергетических систем в задачах моделирования и синтеза. – Новосибирск: Наука, 1990. – 125 с.
3. Берман А.П. Расчет несимметричных режимов электрических систем с использованием фазных координат // Электричество. 1985. № 12. С. 6–12.
4. Шидловский А.К., Щерба А.А., Подольцев А.Д., Кучерявая И.Н., Золотарев В.М., Василец Л.Г. Компьютерное моделирование волновых процессов в высоковольтной кабельной линии с неоднородными параметрами // Техн. електродинаміка. – 2007. – № 1. – С. 3–13.
5. Щерба А.А., Подольцев А.Д., Кучерявая И.Н., Золотарев В.М., Карпушенко В.П., Антоненко Ю.А., Василец Л.Г. Математическое моделирование и численный расчет неоднородных электрических полей, удельных потерь и плотности поверхностных зарядов в полиэтиленовой модифицированной изоляции высоковольтных силовых кабелей // Техн. електродинаміка. Тем. вип. «Силовая електроніка та енергоефективність». – 2006. – Ч. 2. – С. 85–89.
6. Gudmundsdottir U.S. Field test and simulation of a 400 kV crossbonded cable system / U.S. Gudmundsdottir, B. Gustavsen, C.L. Bak, W. Wiechowski, F.F. da Silva // IEEE Transactions on Power Delivery. – 2011. – Vol. 26 (3). – pp. 1403–1470.
7. Tleis N. Power systems modelling and fault analysis. – Elsevier, 2008. – 367 p.
8. Wedepohl L.M. Wilcox D. J. Transient analysis of underground power-transmission system – system model and wave propagation characteristics // Proceedings of IEE. – 1973. – Vol. 120. – No. 2. – Pp. 253–260.
9. Lobodzinskiy V., Maślak L. Mathematical modeling of the three-phase high-voltage cable lines under the theory of multiterminal networks // Computational Problems of Electrical Engineering (CPEE), 2015 16th International Conference on. – IEEE, 2015. – С. 96–98.
10. Щерба А.А., Лободзинский В.Ю. Математическое моделирование электромагнитных процессов в трехфазной кабельной линии электропередачи при разных транспозициях экранов однофазных кабелей // Технічна електродинаміка. Тем. вип. "Силовая електроніка та енергоефективність". – 2011. – Ч. 2. – С. 271–276.
11. Ball E.H. Sheath overvoltages in high-voltage cables resulting from special sheathbonding's connections / E.H. Ball, E. Ochini, G. Luoni // IEEE Trans., PAS. 1965. Vol 84, № 10. – pp. 974–988.