

МОДЕЛЬ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСИМЕТРИЧНОГО РЕЖИМУ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАЧІВ У ЧОТИРИПРОВІДНИХ МЕРЕЖАХ

Положенцев К.О.

Науковий керівник – Охріменко В.М., канд.техн.наук, доцент.

Чотирипровідні розподільні електричні мережі отримали широке розповсюдження в системах електропостачання міст і промислових підприємств. Їхньою основною перевагою є можливість забезпечення електричною енергією як трифазних, так і однофазних споживачів. Система електропостачання забезпечує подачу споживачам напруги симетричної за фазами. Але електроспоживачі, в силу великої питомої ваги однофазного навантаження і його випадкового характеру, порушують симетрію трифазної системи, що призводить до додаткових втрат як в системі електропостачання, так і в системі електроспоживання. Одним з актуальних є завдання аналізу несиметричного режиму як на етапі проектування розподільних чотирипровідних мереж, так і при їхній експлуатації.

Метою даної роботи було розроблення моделі чотирипровідної системи електропостачання для дослідження несиметричних режимів і розрахунків припустимих параметрів несиметрії навантаження.

На рисунку 1 наведено схему моделі, для розрахунку режимів якої використано метод симетричних складових.

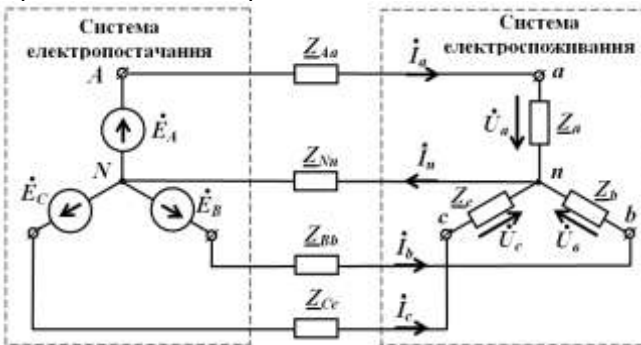


Рисунок 1 – Розрахункова схема моделі

Вихідні дані для розрахунку: ЕРС джерела живлення $\dot{E}_A, \dot{E}_B, \dot{E}_C$; опори лінії живлення: $Z_{Aa}, Z_{Bb}, Z_{Cc}, Z_{Nn}$; опори фаз споживача Z_a, Z_b, Z_c . Режим роботи електроспоживача розраховується за відомими співвідношеннями [1]. Послідовність розрахунку.

Напряга зміщення нейтралі: $\dot{U}_{Nn} = \frac{\dot{E}_A \underline{Y}_{a\Sigma} + \dot{E}_B \underline{Y}_{b\Sigma} + \dot{E}_C \underline{Y}_{c\Sigma}}{\underline{Y}_{a\Sigma} + \underline{Y}_{b\Sigma} + \underline{Y}_{c\Sigma} + \underline{Y}_{Nn}}$.

Струм у фазі a електроспоживача:

$$\dot{I}_a = (\dot{U}_A - \dot{U}_{Nn})(\underline{Y}_{Aa} + \underline{Y}_a)$$

Струми у фазах b і c розраховуються за аналогічними формулами.

Напряги на фазах споживача \dot{U}_a , \dot{U}_b і \dot{U}_c розрахуємо із співвідношень закону Ома.

Далі розраховуються симетричні складові [1] напруги:

$$\begin{aligned} \dot{U}_1 &= \frac{1}{3} (\dot{U}_a + a\dot{U}_b + a^2\dot{U}_c); \quad \dot{U}_2 = \frac{1}{3} (\dot{U}_a + a^2\dot{U}_b + a\dot{U}_c); \\ \dot{U}_0 &= \frac{1}{3} (\dot{U}_a + \dot{U}_b + \dot{U}_c). \end{aligned}$$

За даними напруг і струмів отримаємо потужності фаз споживача:

$$\tilde{S}_a = \dot{U}_a \cdot \dot{I}_a^*, \quad \tilde{S}_b = \dot{U}_b \cdot \dot{I}_b^*, \quad \tilde{S}_c = \dot{U}_c \cdot \dot{I}_c^*.$$

Припустивши, що система електроспоживання має лінійні параметри, можна вважати, що $U_{1(1)} = U_1$, $U_{2(1)} = U_2$, $U_{0(1)} = U_0$. Тоді можемо розрахувати коефіцієнти несиметрії напруг за зворотною і за нульовою послідовностями

$$K_{2U} = U_2/U_1; \quad K_{0U} = \sqrt{3}U_0/U_1.$$

Задаючи діапазон зміни параметрів складових опорів фаз споживача електричної енергії ($Z = R \pm jX$) отримаємо шукані залежності:

$$\begin{aligned} \text{коефіцієнтів несиметрії } K_{2U} &= f(Z_a, Z_b, Z_c); \quad K_{0U} = f(Z_a, Z_b, Z_c); \\ \text{втрат потужності в лінії живлення } \Delta P &= f(Z_a, Z_b, Z_c); \quad \Delta P = f(K_{2U}, K_{0U}); \\ \text{втрат потужності в фазах споживача } \Delta P_{\text{сп}} &= f(Z_a, Z_b, Z_c); \quad \Delta P_{\text{сп}} = f(K_{2U}, K_{0U}); \\ \text{коефіцієнта потужності } \cos\varphi &= f(Z_a, Z_b, Z_c); \quad \cos\varphi = f(K_{2U}, K_{0U}). \end{aligned}$$

Висновки. Наведені співвідношення дозволяють провести дослідження несиметричних режимів роботи електроспоживача, дослідити припустимі границі зміни активних і реактивних складових навантажень фаз, виконати оцінку додаткових втрат електричної енергії.

1. Основы теории цепей : учебн. для вузов / Г. В. Зевеке, П. А. Ионкин, А. В. Нетушил, С. В. Страхов. – Москва, «Энергия», 1975. – 752 с.