

## МОДЕЛІ СИМЕТРУВАННЯ СТРУМІВ І НАПРУГ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ ФРИЗЕ

Під несиметричним режимом трифазної електричної мережі розуміють такий режим, під час якого умови роботи фаз є неоднаковими.

Несиметрія напруг і струмів призводить до виникнення несиметричних режимів трифазної електричної мережі і, як наслідок, додаткових втрат активної потужності в електричних мережах, зменшення їх пропускної здатності, терміну експлуатації електрообладнання. Споживачі електричної енергії також впливають на її якість, зокрема на симетрію напруг і струмів. Такий взаємний вплив електрообладнання і живлячої системи визначають терміном “електромагнітна сумісність”. Отже, симетрування напруг і струмів є однією з важливих складових вирішення проблеми електромагнітної сумісності.

У роботі вказано, що за допомогою теорії Фризе можна знайти струм симетрувальної установки (СУ), ін'єкцію якого необхідно здійснити в електричну мережу для отримання компенсації реактивної потужності (КРП) з повним симетруванням навантажень. Проте засади розширення теорії Фризе разом із частотним аналізом можуть бути застосовані для моделювання процесу симетрування струмів і напруг.

Отримана модель знаходження міжфазних потужностей СУ (рис. 1) для симетрування струмів:

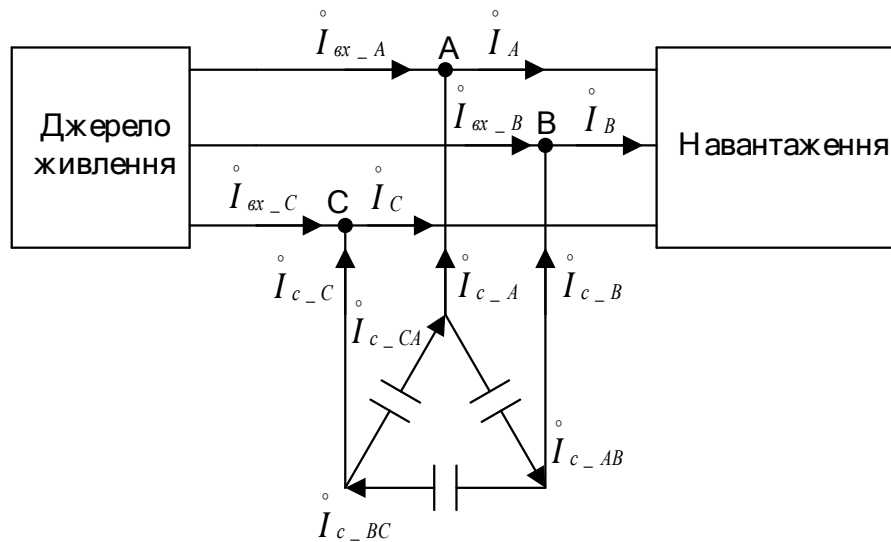


Рис. 1. Схема КРП з симетруванням струмів за допомогою компенсаційної установки (КУ)

Вектор-стовпець фазних струмів КУ (рис. 1) розраховується за наступним співвідношенням:

$$\bar{I}_c = \begin{bmatrix} \overset{\circ}{I}_{c\_A} \\ \overset{\circ}{I}_{c\_B} \\ \overset{\circ}{I}_{c\_C} \end{bmatrix} = \bar{I} - \frac{P - j \cdot Q_{\text{вх}}}{3U^2} \cdot \bar{U}, \quad (1) \text{ де}$$

$\bar{I} = \left[ \overset{\circ}{I}_A, \overset{\circ}{I}_B, \overset{\circ}{I}_C \right]^T$  – вектор-стовпець струмів фаз А, В і С у навантаженні;

$\bar{U} = \left[ \overset{\circ}{U}_A, \overset{\circ}{U}_B, \overset{\circ}{U}_C \right]^T$  – вектор-стовпець струмів фаз А, В і С у навантаженні;

$U_\phi = U_A = U_B = U_C$  – діюче значення фазної напруги, В;

$Q_{\text{вх}}$  – вхідна реактивна потужність (ВРП), очікувана на ввіді електричної мережі після симетрування, вар.

Міжфазні потужності СУ знаходяться таким чином:

$$Q_{ab} = -2U_\phi I_{c\_A} \cdot \cos \left( \arg(\overset{\circ}{I}_{c\_A}) - \arg(\overset{\circ}{U}_C) - \frac{\pi}{6} \right);$$

$$Q_{bc} = -2U_{\phi} I_{c-B} \cdot \cos\left(\arg(I_{c-B}) - \arg(U_A) - \frac{\pi}{6}\right); \quad (2)$$

$$Q_{ca} = -2U_{\phi} I_{c-A} \cdot \cos\left(\arg(I_{c-A}) - \arg(U_A) - \frac{\pi}{6}\right).$$

Для розв'язання задачі симетрування напруг була розглянута ділянка електричної мережі разом із еквівалентними опорами в лініях між джерелом живлення і навантаженням (рис. 2).

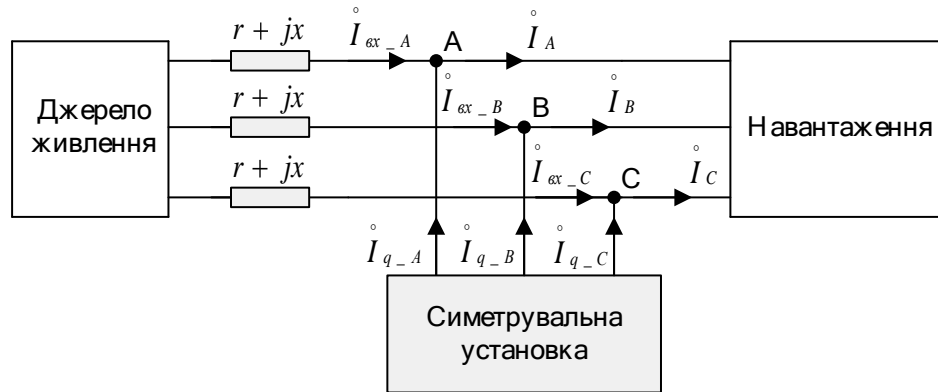


Рис. 2. Схема симетрування напруг компенсаційною СУ

Визначено, що для отримання потрібної фазної напруги  $\overset{\circ}{U}_{\phi}$  необхідно увімкнути СУ з наступною фазною потужністю:

$$\overset{\circ}{S}_{q-\phi} = \overset{\circ}{U}_{\phi} \overset{\circ}{U}_{S-\phi}^* \overset{\circ}{Y}_l - \overset{\circ}{U}_{\phi}^2 \left( \overset{\circ}{Y}_{\phi} + \overset{\circ}{Y}_l \right), \quad (3) \text{ де}$$

$\overset{\circ}{Y}_{\phi}$  – еквівалентна фазна провідність навантаження, См;

$\overset{\circ}{Y}_l$  – еквівалентна фазна провідність лінії живлення, См;

$\overset{\circ}{U}_{S-\phi}$  – фазна напруга джерела живлення, См.

Крім того, отримано методику обчислення оптимальних аргументів фазних напруг, очікуваних після симетрування, завдяки якій можна здійснити більш якісне симетрування напруг.

Розширення теорії Фризе разом із частотним аналізом кіл змінного струму дає змогу отримати моделі симетрування напруг і струмів, котрі можуть бути використаними для керування СУ.