

УДК 621.311

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕПОЛНОФАЗНОГО РЕЖИМА ЛИНИИ ПРИ ДАЛЬНЕЙ ПЕРЕДАЧЕ

ГАШИМОВ А.М., БАБАЕВА А.Р.

Институт Физики НАН Азербайджана

Феррорезонансные процессы возникают в блочных (трансформатор-линия-трансформатор), полублочных (трансформатор-линия или линия-трансформатор) и электропередачах с отпайкой. В неполнофазных режимах ЛЭП возникают перенапряжения при однофазном или двухфазном включениях. Эти перенапряжения возникают в блочной схеме, если имеющийся в линии трансформатор и автотрансформатор имеют обмотку, замкнутую в треугольник. В таких схемах для ограничения перенапряжений при неполнофазных режимах предусмотрены размыкание и отказ от треугольника на трансформаторах и автотрансформаторах [1]. Размыкание треугольника осуществляется на период коммутации. Однако при коммутации увеличивается время сопровождения с увеличением перенапряжений.

Поскольку анализируется защита от неполнофазного режима линии, считается целесообразным рассматривать и вопросы моделирования неполнофазного режима линии с автотрансформатором с третичной обмоткой, соединенной в треугольник. Целью этой разработки - описание расчетной формулы и алгоритма для компьютерного моделирования изучаемого явления и их апробации к предполагаемому алгоритму защиты от перенапряжений связанные неполнофазным режимом ЛЭП. Адаптация различных по характеру моделей, таких, как модель феррорезонанса на электропередачах с отпайкой и модель этого же явления на блочных или полублочных схемах, является непростой задачей с точки зрения как составления алгоритма, так и соответствующей программы. Без надлежащего алгоритма нельзя обеспечить необходимый уровень качества компьютерного моделирования и практического решения задачи защиты от неполнофазного режима с учетом нелинейного фактора, как насыщения автотрансформатора, поверхностного эффекта и коронирования проводов линии и ОПН. Алгоритм расчета необходимо составить так, чтобы он имел блоки коммутации выключателей и вычисления напряжения и токов в элементах линии и РУ, которые обеспечивают постоянную согласованность между коммутационной и элементной моделями. Коммутационной моделью являются логические работы выключателя, а элементной моделью, соответственно, элементы расчетной схемы. Использование коммутационной и элементной модели позволяет с помощью единого алгоритма осуществить расчет неполнофазной работы ЛЭП с автотрансформаторами по схеме, представленной на рис. 1.

Для этого выделяются узловые точки в схеме, в которой показан автотрансформатор и коммутационный аппарат.

Для автотрансформатора можно составить матричные уравнения, которые соответствуют схеме, представленной на рис. 1, а.

$$\begin{aligned}
 u_n &= \frac{d\psi_n}{dt} - L \frac{di_n}{dt} - r_n i_n \\
 u_1 - u_n &= \frac{d\psi_1}{dt} + L \frac{di_1}{dt} + r_1 i_1
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

$$0 = \frac{d\psi_0}{dt} - L_3 \frac{di_{03}}{dt} - r_3 i_{03}$$

где ψ_1, ψ_n, ψ_0 - потокосцепления, относящиеся к обмоткам продольной, общей и третичной и шунта намагничивания в нулевой последовательности; L_1, L_n, L_0 - индуктивности, соответствующие продольной, общей и третичной обмоткам автотрансформатора; r_1, r_n, r_3 - активные сопротивления продольной, общей и третичной обмотки автотрансформатора; u_1, u_n, i_1, i_n - напряжения и токи соответственно, относящиеся к продольной и общей обмоткам автотрансформатора; $u_1 \cdot u_n^{-1} = k, \psi_1 \cdot \psi_n^{-1} = k$ - коэффициент трансформации, $\psi_1 \cdot \psi_n$ - параметры обмотки, которые приведены к продольной обмоткам автотрансформатора.

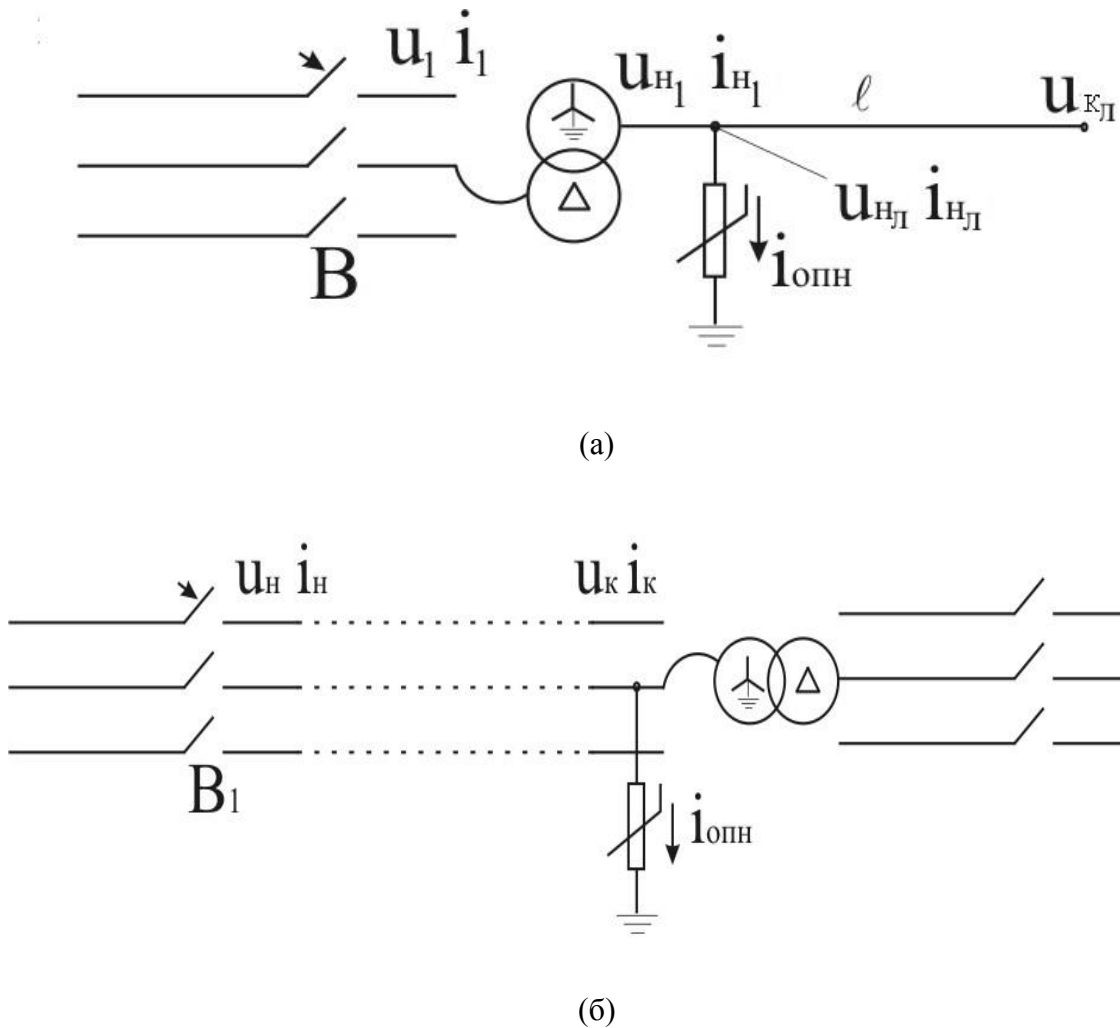


Рис.1. Расчетные схемы для компьютерного моделирования неполнофазного режима ЛЭП с автотрансформатором

Переменные и коэффициенты являются матрицами и имеют вид:

$$u_1 = \begin{vmatrix} u_{1A} \\ u_{1B} \\ u_{1C} \end{vmatrix}, \quad u_n = \begin{vmatrix} u_{nA} \\ u_{nB} \\ u_{nC} \end{vmatrix}, \quad \psi_1 = \begin{vmatrix} \psi_{1A} \\ \psi_{1B} \\ \psi_{1C} \end{vmatrix}, \quad \psi_2 = \begin{vmatrix} \psi_{2A} \\ \psi_{2B} \\ \psi_{2C} \end{vmatrix}, \quad \psi_0 = \begin{vmatrix} \psi_{0A} \\ \psi_{0B} \\ \psi_{0C} \end{vmatrix}$$

$$i_1 = \begin{vmatrix} i_{1A} \\ i_{1B} \\ i_{1C} \end{vmatrix}, \quad i_2 = \begin{vmatrix} i_{nA} \\ i_{nB} \\ i_{nC} \end{vmatrix}, \quad L_1 = \begin{vmatrix} L_{111} & 0 & 0 \\ 0 & L_{122} & 0 \\ 0 & 0 & L_{133} \end{vmatrix},$$

$$L_n = \begin{vmatrix} L_{n11} & 0 & 0 \\ 0 & L_{n22} & 0 \\ 0 & 0 & L_{n33} \end{vmatrix}, \quad r_1 = \begin{vmatrix} r_{111} & 0 & 0 \\ 0 & r_{122} & 0 \\ 0 & 0 & r_{133} \end{vmatrix}, \quad r_2 = \begin{vmatrix} r_{n11} & 0 & 0 \\ 0 & r_{n22} & 0 \\ 0 & 0 & r_{n33} \end{vmatrix}.$$

Для учета тока намагничивания автотрансформатора используем выражения [2]:

$$i_\mu = 0,7\psi + 0,3\psi^{13}$$

Для узловой точки можно записать:

$$i_1 + i_n + i_0 = i_\mu \quad (2)$$

или

$$\frac{di_1}{dt} + \frac{di_n}{dt} + \frac{di_0}{dt} = \frac{di_\mu}{dt} = f(\psi) \frac{d\psi_0}{dt} \quad (3)$$

$$\psi_0 = \psi_1 - \psi_n \quad \text{или} \quad \frac{d\psi_0}{dt} = \frac{d\psi_1}{dt} - \frac{d\psi_n}{dt} \quad (4)$$

Для получения расчетных выражений необходимо вычислить ψ . Поэтому, уравнения (1) запишем в следующем виде:

$$\begin{aligned} \frac{di_n}{dt} &= L_n^{-1} \left(-u_n + \frac{d\psi_n}{dt} - r_n i_n \right) \\ \frac{di_1}{dt} &= L_1^{-1} \left(u_1 - u_n - \frac{d\psi_1}{dt} - r_1 i_1 \right) \\ \frac{di_{03}}{dt} &= L_3^{-1} \left(\frac{d\psi_0}{dt} - r_3 i_{03} \right) \end{aligned} \quad (5)$$

С учетом системы (4) и (5) уравнения (3) выглядят в следующем виде:

$$\begin{aligned} -L_n^{-1} \cdot u_n + L_n^{-1} \frac{d\psi_n}{dt} - L_n^{-1} \cdot r_n i_n + k^{-1} \cdot L_1^{-1} \cdot (u_1 - u_n) - k^{-1} L_1^{-1} \frac{d\psi_1}{dt} - \\ - L_1^{-1} \cdot k^{-1} \cdot r_1 \cdot i_1 + L_3^{-1} \cdot k^{-1} \frac{d\psi_0}{dt} - L_3^{-1} \cdot k^{-1} \cdot r_3 \cdot i_{03} = f(\psi) \frac{d\psi_0}{dt} \end{aligned}$$

так как $L_n^{-1} = k^{-1} \cdot L_1^{-1}$, тогда

$$\begin{aligned}
& -L_H^{-1} \cdot u_H + i_H^{-1} \left(\frac{d\psi_H}{dt} - \frac{d\psi_1}{dt} \right) - L_H^{-1} \cdot r_H i_H + L_H^{-1} \cdot u_1 - L_H^{-1} u_H - L_H^{-1} r_1 i_1 + \\
& + L_3^{-1} \cdot k^{-1} \frac{d\psi_0}{dt} - L_3^{-1} \cdot k^{-1} \cdot r_3 \cdot i_{03} = f(\psi_0) \frac{d\psi_0}{dt}
\end{aligned}$$

или

$$\begin{aligned}
& L_H^{-1} (u_1 - 2u_H) - L_H^{-1} \frac{d\psi_0}{dt} - L_H^{-1} (r_1 i_1 - r_H i_H) + \\
& + L_3^{-1} \cdot k^{-1} \frac{d\psi_0}{dt} - L_3^{-1} \cdot k^{-1} r_3 i_{03} = f(\psi_0) \frac{d\psi_0}{dt}
\end{aligned}$$

отсюда можно записать:

$$\frac{d\psi_0}{dt} = \left[f(\psi_0) + L_H^{-1} - L_3^{-1} k^{-1} \right]^{-1} \left[L_H^{-1} (u_1 - 2u_H + r_1 i_1 + r_H i_H) \right] \quad (6)$$

В матричном виде:

$$\begin{aligned}
\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \psi_A \\ \psi_B \\ \psi_C \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \sigma_A & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_B & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_C \end{bmatrix}^{-1} \left(\begin{bmatrix} L_{HA}^{-1} & 0 & 0 \\ 0 & L_{HB}^{-1} & 0 \\ 0 & 0 & L_{HC}^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{1A} - 2u_{HA} \\ u_{1B} - 2u_{HB} \\ u_{1C} - 2u_{HC} \end{bmatrix} + \right. \\
& \left. + \begin{bmatrix} r_{1A} & 0 & 0 \\ 0 & r_{1B} & 0 \\ 0 & 0 & r_{1C} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{1A} \\ r_{1B} \\ r_{1C} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} r_{HA} & 0 & 0 \\ 0 & r_{HB} & 0 \\ 0 & 0 & r_{HC} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{HA} \\ r_{HB} \\ r_{HC} \end{bmatrix} \right) \quad (7)
\end{aligned}$$

Учитывая, что $\frac{d\psi}{dt} = f(\psi) \frac{di_\mu}{dt}$, тогда систему уравнений (7) необходимо

решить с учетом функции $f(\psi)$. Полученные из системы уравнений переменные также приведены к продольным обмоткам, поэтому после вычисления необходимо их привести к соответствующим напряжениям. Для осуществления расчета с указанной системой уравнений их необходимо дополнить уравнениями линии, которые вместе с этими уравнениями составляют полную систему, где число уравнений равно числу неизвестных.

Если за автотрансформатором в схеме имеется ОПН и коммутация осуществляется выключателем B (рис.1, а), тогда для определения u_H, i_H и $i_{ОПН}$ используют второе уравнение системы (8) [3, 4].

$$\begin{aligned}
& \left(1 + hz \sum_{k=1}^4 G_k \right) \cdot u_{d2} + (z + z_s) i_{d2} = v_{p2}; \\
& - \left(1 + hz \sum_{k=1}^4 G_k \right) \cdot u_{d2} + (z + z_s) i_{d2} = v_{q2}.
\end{aligned} \quad (8)$$

При этом можно записать:

$$i_{н,л} = i_n - i_{ОПН}, \quad (9)$$

Если ОПН имеется на стороне высокого напряжения автотрансформатора, тогда (рис.1,б)

$$i_k = i_{ОПН} + i_1 \quad (10)$$

Моделирование узловой точки с обрывом провода ЛЭП. Ранее были рассмотрены математические модели узловых точек коммутации, с РУ трансформатором и автотрансформатором и т.д. и алгоритмы для учета этих точек при компьютерном моделировании неполнофазного режима ЛЭП. Однако, при численных экспериментах феррорезонансного процесса возникает необходимость вычисления напряжений и токов при обрыве фазы ЛЭП.

В соответствии с этим, при разработке алгоритма моделирования феррорезонансных процессов составляются расчетные уравнения узловых точек с обрывом фазы ЛЭП. Для обеспечения многовариантности получаемой системы уравнений была рассмотрена двухцепная линия. Расчетная схема показана на рис.2.

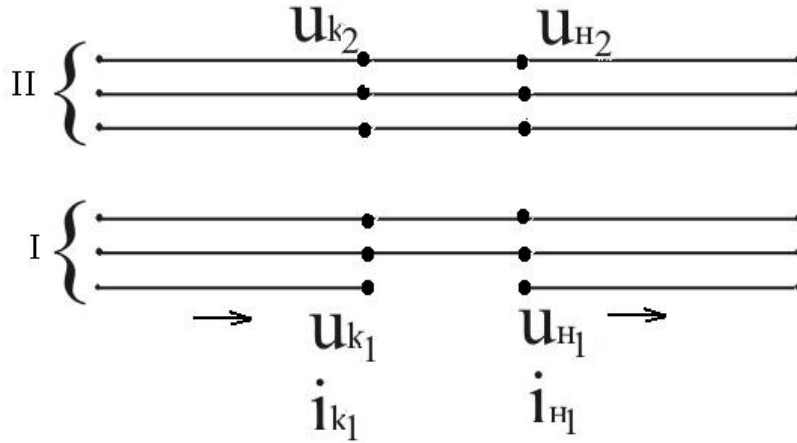


Рис.2. Расчетная схема обрыва провода ЛЭП

В случае обрыва фазы А на первой линии двухцепной ЛЭП, с учетом условия $i_{K_{1A}} = 0, i_{H_{1A}} = 0, u_{K_{1A}} \neq u_{H_{1B}}, u_{K_{1B}} = u_{H_{2B}}, i_{K_{1C}} = i_{H_{1C}}, i_{K_{1B}} = i_{H_{1B}}, u_{K_{2A,B,C}} = u_{H_{2A,B,C}}, i_{K_{2A,B,C}} = i_{H_{2A,B,C}}$, можно записать:

$$\begin{pmatrix} u_{K_{1A}} \\ u_{K_{1B}} \\ u_{K_{1C}} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & z_{13} \\ z_{21} & z_{22} & z_{23} \\ z_{31} & z_{32} & z_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ i_{K_{1B}} \\ i_{K_{1C}} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} z_{14} & z_{15} & z_{16} \\ z_{24} & z_{25} & z_{26} \\ z_{34} & z_{35} & z_{36} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i_{K_{2A}} \\ i_{K_{2B}} \\ i_{K_{2C}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_{p_{1A}} \\ v_{p_{1B}} \\ v_{p_{1C}} \end{pmatrix}; \quad (11)$$

$$\begin{pmatrix} u_{H_{1A}} \\ u_{H_{1B}} \\ u_{H_{1C}} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & z_{13} \\ z_{21} & z_{22} & z_{23} \\ z_{31} & z_{32} & z_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ i_{H_{1B}} \\ i_{H_{1C}} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} z_{14} & z_{15} & z_{16} \\ z_{24} & z_{25} & z_{26} \\ z_{34} & z_{35} & z_{36} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i_{H_{2A}} \\ i_{H_{2B}} \\ i_{H_{2C}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_{q_{1A}} \\ v_{q_{1B}} \\ v_{q_{1C}} \end{pmatrix};$$

(12)

$$\begin{array}{l}
\left. \begin{array}{l} u_{K_{2A}} \\ u_{K_{2B}} \\ u_{K_{2C}} \end{array} \right| + \left. \begin{array}{l} z_{44} \quad z_{45} \quad z_{46} \\ z_{54} \quad z_{55} \quad z_{56} \\ z_{64} \quad z_{65} \quad z_{66} \end{array} \right\| \left. \begin{array}{l} i_{K_{2A}} \\ i_{K_{2B}} \\ i_{K_{2C}} \end{array} \right| + \left. \begin{array}{l} z_{41} \quad z_{42} \quad z_{43} \\ z_{51} \quad z_{52} \quad z_{53} \\ z_{61} \quad z_{62} \quad z_{63} \end{array} \right\| \left. \begin{array}{l} 0 \\ i_{K_{1B}} \\ i_{K_{1C}} \end{array} \right| = \left. \begin{array}{l} v_{p_{11A}} \\ v_{p_{11B}} \\ v_{p_{11C}} \end{array} \right| ; \\
- \left. \begin{array}{l} u_{H_{2A}} \\ u_{H_{2B}} \\ u_{H_{2C}} \end{array} \right| + \left. \begin{array}{l} z_{44} \quad z_{45} \quad z_{46} \\ z_{54} \quad z_{55} \quad z_{56} \\ z_{64} \quad z_{65} \quad z_{66} \end{array} \right\| \left. \begin{array}{l} i_{H_{2A}} \\ i_{H_{2B}} \\ i_{H_{2C}} \end{array} \right| + \left. \begin{array}{l} z_{41} \quad z_{42} \quad z_{43} \\ z_{51} \quad z_{52} \quad z_{53} \\ z_{61} \quad z_{62} \quad z_{63} \end{array} \right\| \left. \begin{array}{l} 0 \\ i_{H_{1B}} \\ i_{H_{1C}} \end{array} \right| = \left. \begin{array}{l} v_{q_{11A}} \\ v_{q_{11B}} \\ v_{q_{11C}} \end{array} \right| .
\end{array}$$

где индексы I и II относятся соответственно к первой и второй цепи ЛЭП, а 1,2,...6 означают номера фаз, начиная от I первой цепи и кончая номером 6 II цепи ЛЭП.

Из уравнения (11) в начале определяются одинаковые переменные, относящиеся к здоровым фазам. При этом (11) можно записать:

$$\begin{array}{l}
\left. \begin{array}{l} u_{K_{1B}} \\ u_{K_{1C}} \end{array} \right| + \left. \begin{array}{l} z_{22} \quad z_{23} \\ z_{32} \quad z_{33} \end{array} \right\| \left. \begin{array}{l} i_{K_{1B}} \\ i_{K_{1C}} \end{array} \right| + \left. \begin{array}{l} z_{25} \quad z_{26} \\ z_{35} \quad z_{36} \end{array} \right\| \left. \begin{array}{l} i_{K_{2B}} \\ i_{K_{2C}} \end{array} \right| + \left. \begin{array}{l} z_{24} i_{K_{2A}} \\ z_{34} i_{K_{2A}} \end{array} \right| = \left. \begin{array}{l} v_{p_{1B}} \\ v_{p_{1C}} \end{array} \right| \\
- \left. \begin{array}{l} u_{H_{1B}} \\ u_{H_{1C}} \end{array} \right| + \left. \begin{array}{l} z_{22} \quad z_{23} \\ z_{32} \quad z_{33} \end{array} \right\| \left. \begin{array}{l} i_{H_{1B}} \\ i_{H_{1C}} \end{array} \right| + \left. \begin{array}{l} z_{25} \quad z_{26} \\ z_{35} \quad z_{36} \end{array} \right\| \left. \begin{array}{l} i_{H_{2B}} \\ i_{H_{2C}} \end{array} \right| + \left. \begin{array}{l} z_{24} i_{H_{2A}} \\ z_{34} i_{H_{2A}} \end{array} \right| = \left. \begin{array}{l} v_{q_{1B}} \\ v_{q_{1C}} \end{array} \right|
\end{array} \quad (13)$$

Учитывая, что $u_{1B} = u_{H_{1B}}, u_{H_{1C}} = u_{H_{1C}}, i_{K_{1B}} = i_{H_{1B}}, i_{K_{1C}} = i_{H_{1C}}, i_{K_{2B}} = i_{H_{2B}}, i_{K_{2C}} = i_{H_{2C}}$, получим:

$$\begin{array}{l}
\left. \begin{array}{l} u_{K_{1B}} \\ u_{K_{1C}} \end{array} \right| = \left. \begin{array}{l} u_{H_{1B}} \\ u_{H_{1C}} \end{array} \right| = 0,5 \left. \begin{array}{l} v_{p_{1B}} - v_{q_{1B}} \\ v_{p_{1C}} - v_{q_{1C}} \end{array} \right| \\
2 \left. \begin{array}{l} z_{22} \quad z_{23} \\ z_{33} \quad z_{33} \end{array} \right\| \left. \begin{array}{l} i_{K_{1B}} \\ i_{K_{1C}} \end{array} \right| + 2 \left. \begin{array}{l} z_{25} \quad z_{26} \\ z_{35} \quad z_{36} \end{array} \right\| \left. \begin{array}{l} i_{K_{2B}} \\ i_{K_{2C}} \end{array} \right| + 2 \left. \begin{array}{l} z_{24} i_{H_{2A}} \\ z_{34} i_{H_{2A}} \end{array} \right| = \left. \begin{array}{l} v_{p_{1B}} + v_{q_{1B}} \\ v_{p_{1C}} + v_{q_{1C}} \end{array} \right|
\end{array} \quad (14)$$

Из уравнения (11) аналогичным образом можно получить:

$$\begin{array}{l}
\left. \begin{array}{l} u_{K_{2B}} \\ u_{K_{2C}} \end{array} \right| = \left. \begin{array}{l} u_{H_{2B}} \\ u_{H_{2C}} \end{array} \right| = 0,5 \left. \begin{array}{l} v_{p_{11B}} - v_{q_{11B}} \\ v_{p_{11C}} - v_{q_{11C}} \end{array} \right| \\
2 \left. \begin{array}{l} z_{55} \quad z_{56} \\ z_{64} \quad z_{66} \end{array} \right\| \left. \begin{array}{l} i_{K_{21B}} \\ i_{K_{21C}} \end{array} \right| + 2 \left. \begin{array}{l} z_{52} \quad z_{53} \\ z_{62} \quad z_{63} \end{array} \right\| \left. \begin{array}{l} i_{K_{1B}} \\ i_{K_{1C}} \end{array} \right| + \left. \begin{array}{l} z_{54} i_{H_{2A}} \\ z_{64} i_{H_{2A}} \end{array} \right| = \left. \begin{array}{l} v_{p_{11B}} + v_{q_{11B}} \\ v_{p_{11C}} + v_{q_{11C}} \end{array} \right|
\end{array} \quad (15)$$

Из системы уравнений (14) и (15) определяют переменные, относящиеся к здоровым фазам, затем, используя (11) и (12), найдем:

$$\begin{array}{l}
u_{K_{1A}} = v_{p_{1A}} - z_{12} i_{K_{1B}} - z_{13} i_{K_{1C}} - z_{14} i_{K_{2A}} - z_{15} i_{K_{2B}} - z_{16} i_{K_{2C}} \\
u_{H_{1A}} = z_{12} i_{H_{1B}} + z_{13} i_{H_{1C}} + z_{14} i_{H_{2A}} + z_{15} i_{H_{2B}} + z_{16} i_{H_{2C}} - v_{q_{1A}}
\end{array} \quad (16)$$

После определения $u_{K_{1A}}, u_{H_{1A}}$ вычисляются $i_{K_{1A}}$ и $i_{H_{1C}}$.

Полученные уравнения позволяют осуществить расчет феррорезонансных процессов и их защиты в двухцепных линиях при обрывах фаз.

Таким образом, получены расчетные формулы для некоторых характерных узловых точек, необходимые при численных экспериментах неполнофазной работы линии и организации ее защиты. Полученные формулы позволяют в едином алгоритме осуществлять компьютерное моделирование феррорезонансных перенапряжений от разброса фаз, при включении линии, обрыве провода и одновременно учитывать срабатывание ОПН в многопроводной ЛЭП.

-
1. Тиходеев Н.Н., Шур С.С. Изоляция электрических сетей / Методика выбора статистической координаты и приведения к норме, Л.: Энергия, 1979, с.228-261.
 2. Артемьев Д.Е., Тиходеев Н.Н., Шур С.С. Статические основы выбора изоляции линий электропередачи высших классов напряжения. М.: Энергия, 1965, 215 с.
 3. Гашимов А.М., Дмитриев Е.В., Пивчик И.Р. Численный анализ волновых процессов в электрических сетях. Новосибирск: Наука, 2003, 147с.
 4. Джуварлы Ч.М., Рустамов С.А., Гашимов А.М., Дмитриев Е.В., Демирташ М.М. Расчеты электромагнитных процессов при неполнофазном включении линии электропередачи 110кВ с ненагруженными трансформаторами // Электричество.- 2004. №8, с.16-22.

UZAQ ELEKTRİK VERİLİŞ XƏTLƏRİNDƏ XƏTTİN TAMFAZLI OLMAYAN REJİMİNİN MODELƏŞDİRİLMƏSİ

HƏŞİMOV A.M., BABAYEVA A.R.

Xəttin tamfazlı olmayan işinin ədədi eksperimentlərinin və onun mühafizəsinin təşkili üçün xarakterik olan bir sıra düyün nöqtələri üçün hesabat formulları alınmışdır. Onlar xəttin qoşulmasında fazların səpələnməsindən, məftillərin qırılmasından yaranan ferrozonans ifrat gərginliklərinin kompüter modelləşdirilməsini və çoxməftilli elektrik veriliş xətlərində, eyni zamanda qeyri-xətti ifrat gərginlik məhdudlaşdırıcısını nəzərə almağa imkan verir.

MODELING OF OPEN-PHASE OPERATING CONDITION OF LINE AT LONG-DISTANCE TRANSMISSION

HASHIMOV A.M., BABAYEVA A.R.

Computation formulas have been obtained for some typical knots, which are necessary for numerical experiments of open-phase operation of line and organization of its protection. Such formulas allow performing in a whole algorithm computer modeling of ferroresonance overvoltages from dispersion of phases at switching-on of line, break of wire and at the same time take into account start-up of overvoltage limiter in multi-wire ETL.