

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12188933>

## МОДЕЛЬ ТРЕХФАЗНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ВЫПОЛНЕНА С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА SIMPOWERSYSTEMS.

Пулатов Б.М<sup>1</sup>., Пулатова Ч.Т.<sup>2</sup>.

1. Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, доцент кафедры «Электрические станции, сети и системы» г. Ташкент, Узбекистан

2. Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, ассистент кафедры «Энергосбережение и энергетический аудит» г. Ташкент, Узбекистан

e-mail: [b.pulatov27@gmail.com](mailto:b.pulatov27@gmail.com)

### АННОТАЦИЯ

*В статье рассматривается составление модели трехфазной электрических сетей в режиме трехфазного короткого замыкания. С помощью библиотеки SimPowerSystems составлена модель трехфазной электрической сети. Представлена модель трехфазной электрической сети с соответствующей электропередачей, которая предусматривает два возможных нарушения режима в форме трехфазного короткого замыкания. Показан график изменения токов и напряжений с помощью осциллограммы. Получено, что в точке короткого замыкания значение напряжения равно нулю, а ток короткого замыкания достигает максимального значения.*

*In article analyzes the operation of electrical networks in the three-phase short circuit mode. With the help of SimPowerSystems package, a model of a three-phase electrical network has been compiled. Shown Model, which created corresponds to the transmission scheme and provides for two possible violations of the mode in the form of a three-phase short circuit. The graph of current and voltage changes is shown using an oscillogram. At the short circuit point, the voltage value is zero and the short circuit current has reached the maximum value.*

**Ключевые слова:** SimPowerSystems; электроснабжения, режим; энергосистема, нагрузка, трехфазного короткого замыкания.

## **ВВЕДЕНИЕ:**

Для анализа работы электрических сетей в режиме трехфазного короткого замыкания предлагается испытать простейшую систему передачи электрической энергии, состоящую из трехфазного источника электрической энергии, повышающего трансформатора, линии электропередачи, понижающего трансформатора и потребителя электрической энергии.

Электрических сетей в режиме трехфазного короткого замыкания два возможных нарушения режима на входных зажимах второго трансформатора и короткого замыкания на шинах вторичной обмотки того же трансформатора. Все измерительные блоки состоят из датчика тока или напряжения, преобразователя мгновенного значения соответствующей величины в действующее значение, осциллографа и цифрового индикатора[3,6].

## **ЛИТЕРАТУРА И МЕТОДОЛОГИЯ:**

Трехфазное короткое замыкание осуществляется с помощью трехфазного выключателя, который подключен в месте ожидаемого короткого замыкания. В окне параметров выключателя необходимо задать переходное сопротивление замкнутых контактов. Это сопротивление должно иметь минимальное значение.[1,2,3].

Расчет токов короткого замыкания производится по обычной методике путем исключения магнитных связей в системе. Рекомендуется привести цепь к линии электропередачи. Реальные значения токов короткого замыкания источника электрической энергии и вторичной обмотки второго трансформатора следует вычислить, используя коэффициент трансформации трансформаторов[1,3,6].

При анализе осциллограмм токов следует обратить внимание на изменение тока непосредственно после момента короткого замыкания. По изменению мгновенного значения тока можно определить его свободную составляющую и постоянную времени переходного процесса. Рекомендуется это использовать при анализе переходного процесса в простейшей системе при трехфазном коротком замыкании[3, 6].

## **РЕЗУЛЬТАТЫ:**

Используя библиотеки SimPowerSystems набрать в трехфазном исполнении модель системы электроснабжения, схема которой представлена на рисунке.

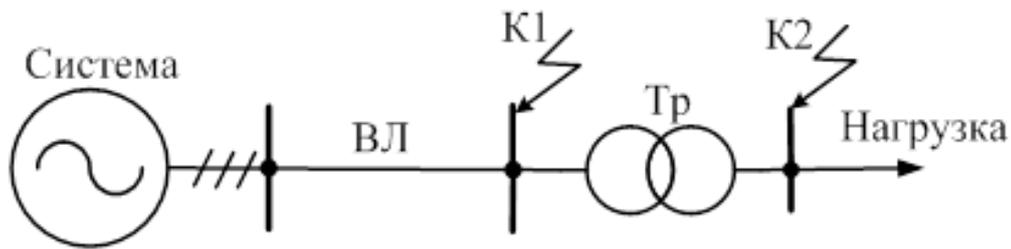


Рис. 1

Технические данные трансформатора:

Тип: ТДЦ-2500/110.

Мощность: 2.5 МВА.

Напряжение: ВН - 110 кВ, НН – 6.6 кВ

$U_k$  - 10.5 %.

$\Delta P_{кз}$  - 22 кВт.

$I_0$  – 13 %.

Расчет параметров модели воздушной ЛЭП **Phase Series RLC Branch**:

$$I_{НОМ} = \frac{S_{НОМ}}{\sqrt{3}U_{НОМ}} = \frac{2500\text{кВА}}{\sqrt{3} * 110\text{кВ}} = 13.1216 \text{ A}$$

$$F_{ЭК} = \frac{I_{НОМ}}{j_{НОМ}} = \frac{13.1216}{1.1} = 11.9287 \text{ мм}^2$$

$$r_{уд} = \frac{\rho}{F_{пр}} = \frac{32}{70} = 0.4571 \text{ Ом/км}$$

$$X_{ВЛ} = x_{уд} * l_{ВЛ} = 0.41 * 100 = 41 \text{ Ом}$$

$$R_{ВЛ} = r_{уд} * l_{ВЛ} = 0.4571 * 100 = 46.71 \text{ Ом}$$

Расчет параметров модели трансформатора **Three-Phase Transformer (Two Windings)**

$$x_m = \frac{u_k \% * U_H^2}{100 * S_H} = \frac{10.5 * 110^2}{100 * 2.5} = 508.2 \text{ Ом}$$

$$r_m = \frac{\Delta P_{кз} * U_H^2}{S_{НОМ}^2} = \frac{22 \text{ кВт} * 110^2 (\text{кВ})^2}{2.5^2 (\text{МВА})^2} = 42.592 \text{ Ом}$$

$$x_1 = x_2 = 0,5 x_m = 254.1 \text{ Ом}$$

$$r_1 = r_2 = 0,5 r_m = 21.296 \text{ Ом}$$

$$x_\mu = 500 \text{ Ом}$$

### 3 Phase Parallel RLC Load

$$S_{нагр} = 0.8 * S_{транс} = 0.8 * 2.5 = 2 \text{ МВА}$$

$$P = \cos \varphi * S = 0.85 * 2 = 1.7 \text{ МВА}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = 1.0535 \text{ МВА}$$

Модель системы 3 Phase Source

$$X_{ВН} = \frac{U_{НОМ}}{\sqrt{3} I_K} = \frac{110}{\sqrt{3} * 50} = 1.27 \text{ Ом}$$

$$R_{сист} = \frac{X_{ВН}}{5} = 0.254 \text{ Ом}$$

Модель, составленная в SimPowerSystems:

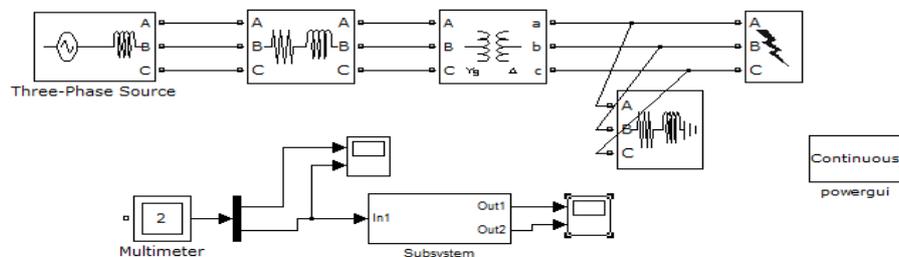


Рис. 2. Короткое замыкание в точке K1

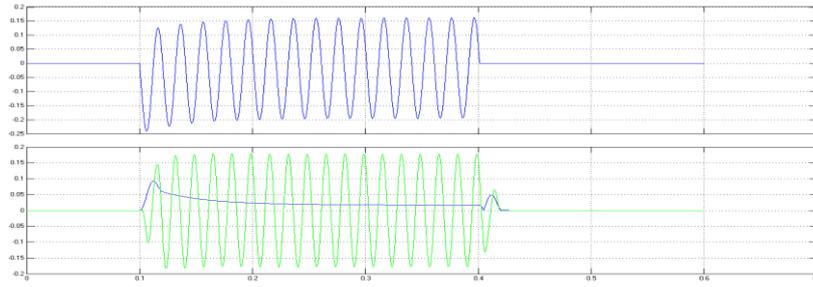


Рис.3. Осциллограмма тока фазы А

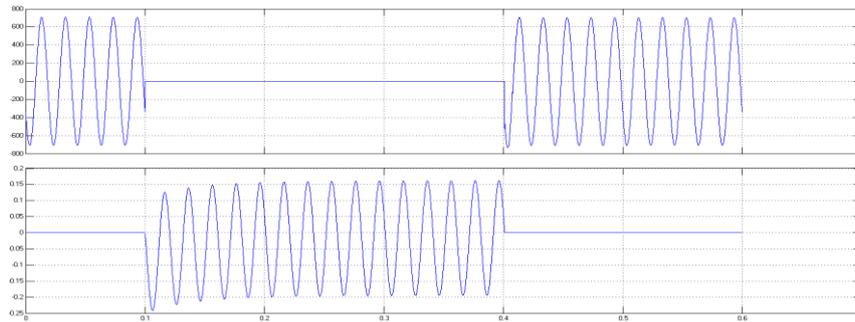


Рис.4. Осциллограмма напряжения фазы А

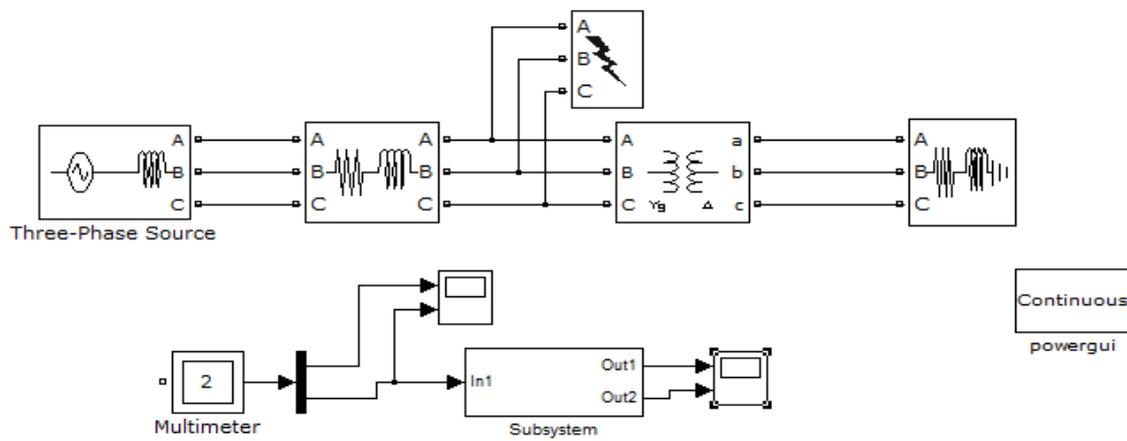


Рис.5. Короткое замыкание в точке К2

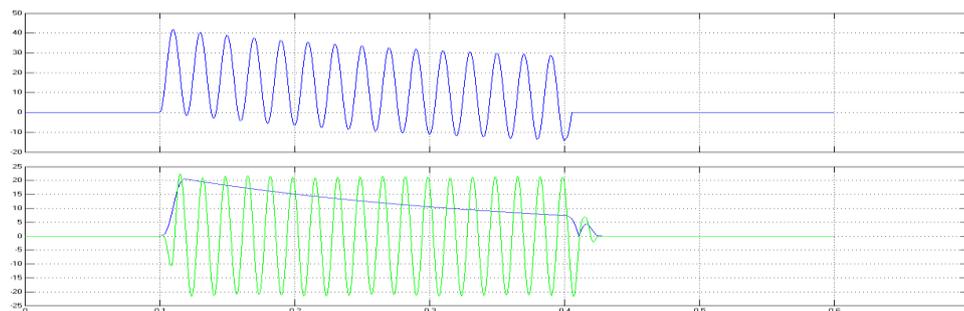


Рис.6. Осциллограмма тока фазы А

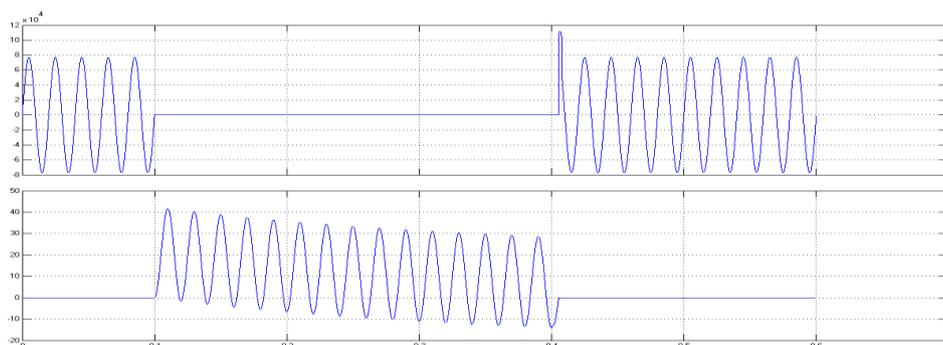


Рис.7 Осциллограмма напряжения фазы А

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Таким образом, созданная модель, соответствует схеме электропередачи и предусматривает два возможных нарушения режима в форме трехфазного короткого замыкания. График изменения токов и напряжения показаны с помощью осциллограмм. В точке короткого замыкания значение напряжения равно нулю, а ток короткого замыкания достигает максимального значения.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. К.Р. Аллаев Электромеханические переходные процессы. -Т.: ТашГТУ, 2008. - 287 с.
2. И.В. Черных Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. 2-издание, 2017 год, 288 стр.
3. В. Я. Горячев Электромагнитные переходные процессы Лабораторный практикум, Пенза, Издательство ПГУ-2009.
4. “Matlab-Modelling, Programming and Simulations”, edited by Emilson Pereira Leite. Published by Sciyо 2017.
5. Kenneth R.Baker. “Optimization Modeling with Spreadsheets”, Second Edition. Copyright 2015 by John Wiley&Sons,Inc.
6. Пулатов Б.М., Каёмов Ж.А., С помощью библиотеки simulink и simpowersystems составлено модель трехфазной электрической сети. Энергетика и энергосбережение: теория и практика, 2018г. 257.1-257.5
7. Pulatov B.M, Shanazarov A.E. 2020. Optimization Of Modes Of The Electric Power Systems By Genetic Algorithms. E3S Web of Conferences 216, 01099 (2020)RSES <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021601099>.