

УДК 621.316

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ СРЕДНЕГО  
НАПРЯЖЕНИЯ В MATLAB SIMULINK  
MODELING MEDIUM VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK IN MATLAB  
SIMULINK

Новаш И.В., к-т техн. наук, доцент, Мешкова А.Н.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

I. Novash, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, A. Meshkova

Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

*Аннотация: В среде динамического моделирования MatLab Simulink разработана модель распределительной сети среднего напряжения. Выполнены расчеты нормального и аварийных режимов работы сети.*

*Abstract: A model of the medium voltage distribution network has been developed in the dynamic modeling environment MatLab Simulink. Calculations of normal and emergency operation modes of the network have been performed.*

Ключевые слова: распределительная сеть, моделирование, режимы работы.

Keywords: distribution network, modeling, operating modes.

## ВВЕДЕНИЕ

Для изучения режимов работы распределительных сетей 6–35 кВ необходимо создать математическую модель, позволяющую в полном объеме рассмотреть переходные процессы при различных повреждениях в исследуемой сети. Такая модель должна быть максимально близка к реальной, учитывать состав оборудования и его номинальные параметры, физические и геометрические параметры проводов, емкостные сопротивления линий электропередачи, а также иные факторы, влияющие на процесс протекания переходного процесса.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Разработаем математическую модель распределительной сети 10 кВ (рисунок 1), позволяющую исследовать переходные процессы при повреждениях в сети с изолированной нейтралью. Такая модель должна быть максимально близка к реальной, учитывать параметры проводов, емкостное сопротивление линии.

Исследуемая сеть включает в себя систему, трансформатор связи (Т) мощностью 10 МВА, воздушную линию электропередачи (ЛЭП), выполненную проводом АС-35/6,2, и нагрузку (Н) мощностью 6,5 МВт.

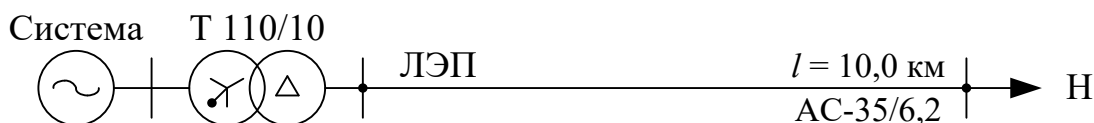


Рисунок 1 – Моделируемая сеть 10 кВ

Исследования режимов работы распределительной сети в нормальном и аварийных режимах будем выполнять в среде динамического моделирования MatLab Simulink [1, 2].

Для моделирования воспользуемся следующими стандартными блоками:

- энергосистема – блок Three-Phase Source;
- силовой трансформатор – блок Three-Phase Transformer;
- линия электропередачи – блок Three-Phase Series RLC Branch;
- емкостное сопротивление сети – блок «Three-phase parallel RLC branch»;
- нагрузка – блок Three-Phase Series RLC Load.

Для исследования переходного процесса необходимо иметь сведения о мгновенных величинах токов, протекающих в сети. Для этих целей моделирование датчиков тока выполним с помощью блоков Current measurement (рисунок 2), позволяющий снимать величины токов, как в каждой фазе, так и тока, протекающего через трансформатор тока нулевой последовательности.

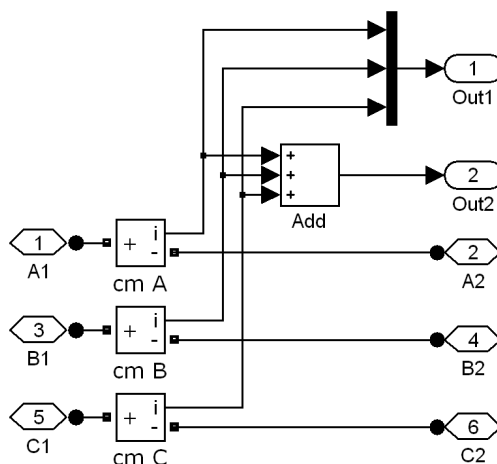


Рисунок 2 – Модель измерительного органа тока

С учетом приведенных выше сведений, построим математическую модель исследуемой распределительной сети 10 кВ в MatLab Simulink, которая будет иметь вид, представленный на рисунке 3. В разработанной модели учтены особенности переходных процессов в силовом трансформаторе, учтена емкость и индуктивность линии в зависимости от ее длины, сечения провода.

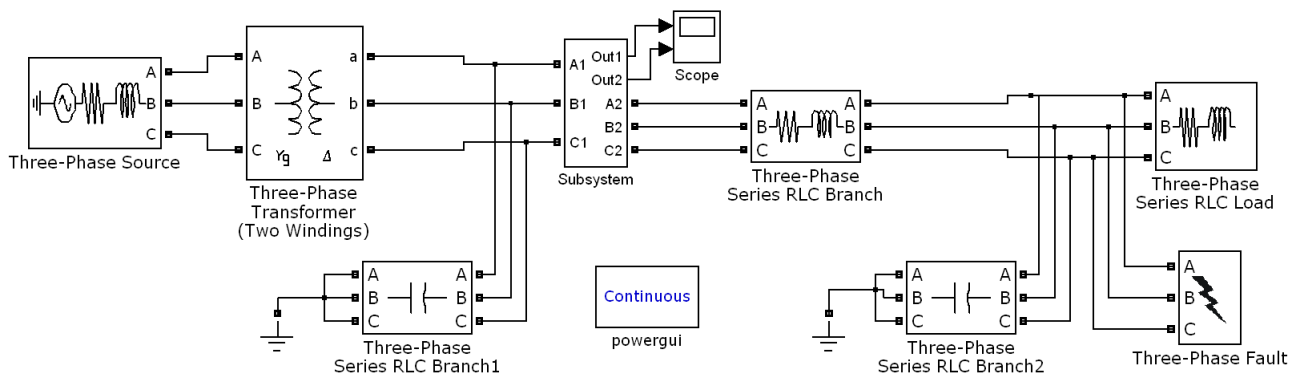


Рисунок 3 – Модель распределительной сети 10 кВ в MatLab Simulink

Приведем результаты расчетов мгновенных значений фазных токов и тока, протекающего через трансформатор тока нулевой последовательности, в нормальном режиме работы сети (рисунок 4), при двухфазном (рисунок 5) и трехфазном (рисунок 6) коротком замыкании в распределительной сети, а также при однофазном замыкании на землю (рисунок 7).

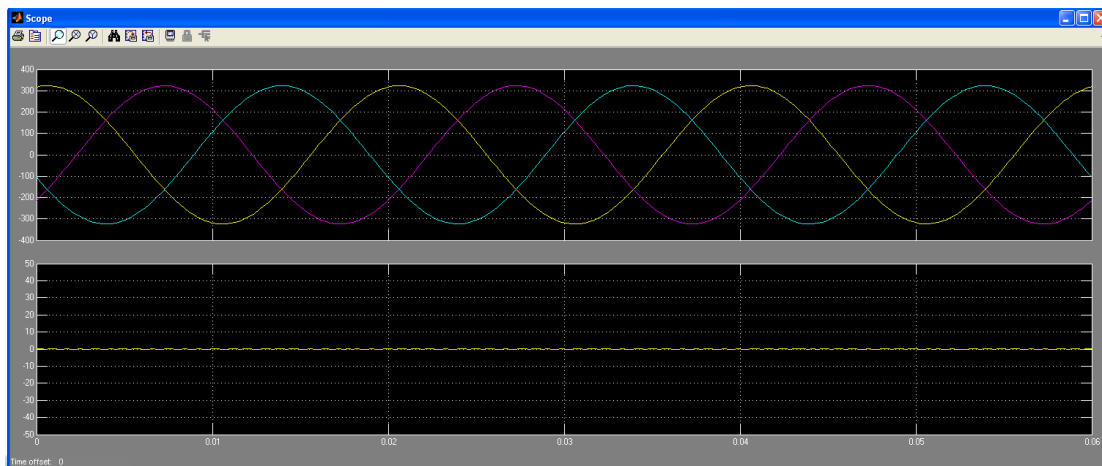


Рисунок 4 – Результаты моделирования в нормальном режиме работы сети

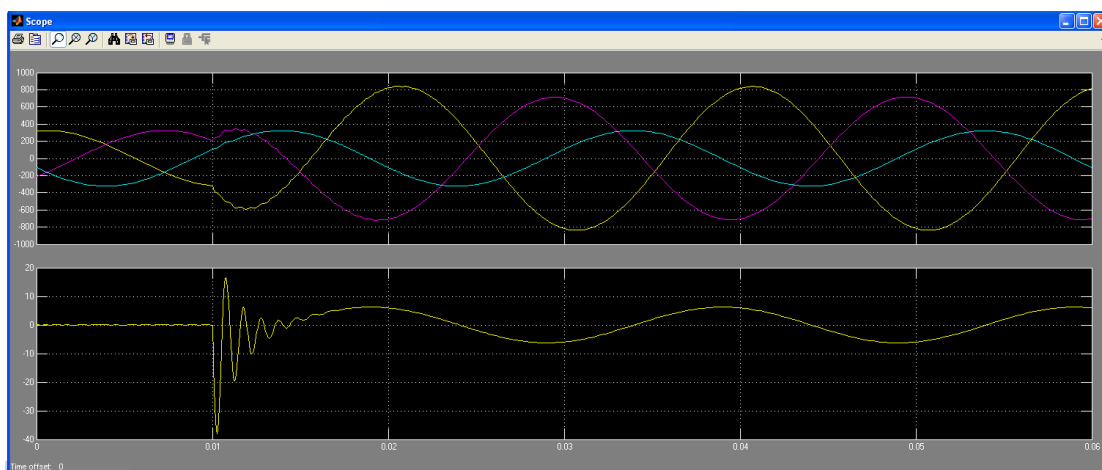


Рисунок 5 – Результаты моделирования при двухфазном КЗ между фазами *A* и *B*

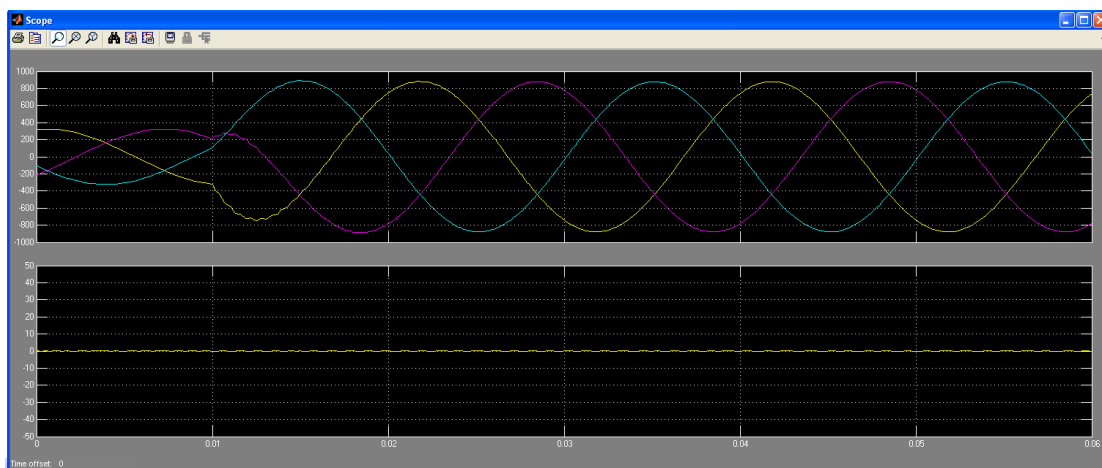


Рисунок 6 – Результаты моделирования при трехфазном КЗ

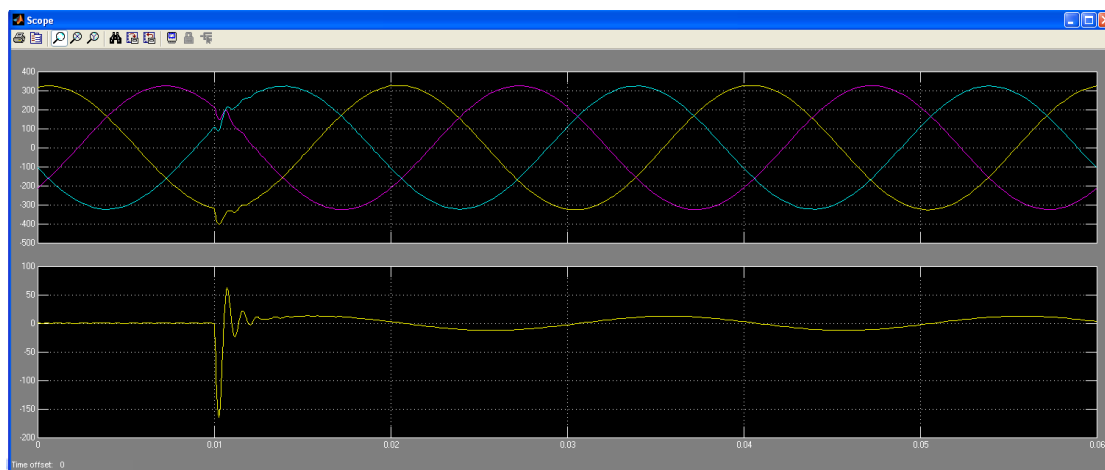


Рисунок 7 – Результаты моделирования при однофазном замыкании на землю

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В среде динамического моделирования MatLab Simulink разработана структурная модель исследования режимов работы распределительных сетей среднего напряжения, учитывающая особенности переходных процессов в силовом трансформаторе, емкость и индуктивность линии электропередачи в зависимости от сечения провода, а также иные факторы, влияющие на режим работы сети. Выполнены тестовые расчеты, позволяющие наглядно оценить протекающие процессы, как в нормальном режиме, так и аварийном. Разработанная модель может быть использована для исследования устройств релейной защиты линий сетей 6–35 кВ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Черных, И.В. Моделирование электротехнических устройств в MatLab. SimPowerSystems и Simulink / И.В. Черных. – М. : ДМК-Пресс, 2014. – 288 с.
2. Дубкова, А.Д. Расчет параметров имитационной модели режима однофазного замыкания на землю в интерактивной среде Simulink / А.Д. Дубкова, С.Ю. Долингер // Технические науки – от теории к практике: сб. ст. по матер. LXIV междунар. науч.-практ. конф. – № 11(59). – Новосибирск : СибАК, 2016. – С. 81–86.