

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТОКОВОЙ НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ «MATLAB SIMULINK»

А.Б. Аскаров, С.А. Литвинов
Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭЭС, группа 5А2А

Введение

Максимальная направленная релейная защита или же просто направленная токовая защита (НТЗ) широко применяется в качестве основной релейной защиты (РЗ) сетей напряжением до 35 кВ с двусторонним питанием и в простых кольцевых сетях с одной точкой питания. Одной из передовых систем компьютерного моделирования является среда «MATLAB». Широкое распространение эта среда получила благодаря универсальности, наличию большого количества расширений и библиотек. Поэтому исследование и моделирование принципа работы НТЗ в программной среде «MATLAB Simulink» является хорошей практикой для понимания реальных процессов, происходящих в сети, при возникновении аварийного режима, т.е. режима короткого замыкания (КЗ). Особенно актуальным это стало в связи с появлением устройств «FACTS», способных оказывать влияние на угол между током и напряжением [1].

В рамках данной работы исследован и смоделирован принцип действия максимальной токовой направленной защиты в кольцевой сети 110 кВ.

Моделирование схемы релейной защиты в программе «Matlab Simulink»

Согласно принятым параметрам рассчитана и построена схема кольцевого участка сети с помощью программного комплекса «MATLAB Simulink», представленная на рисунке 1 [2]. Участки Л1, Л2 и Л3 представлены в виде двух участков, чтобы получить перемещаемую точку короткого замыкания на линии для проведения соответствующих опытов.

Функцию направленности НТЗ обеспечивает реле направления мощности, модель которого представлена на рис. 2 (KW 1.1 и 1.3). К реле мощности подводится ток и междуфазное напряжение. Блоки KW 1.1 и КА 1.1 связаны логическим оператором **И-НЕ**.

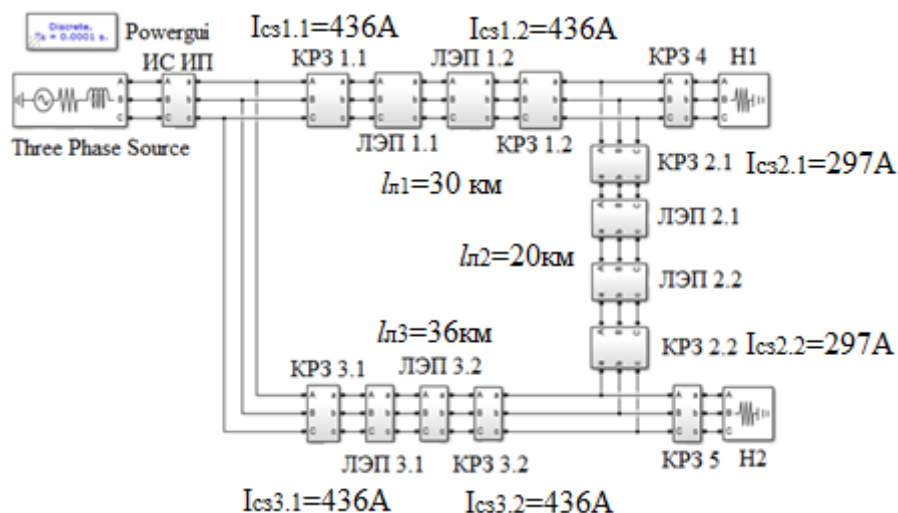


Рис. 1. Схема кольцевой сети, собранная в программе «MATLAB Simulink»

Необходимость такого блока связана с тем, что нужно исключить возможность ложного срабатывания защиты, т.е. сигнал на отключение выключателя образуется только тогда, когда работают оба реле. Область действия РНМ установлена согласно принципу изменения угла между током и напряжением при КЗ [3, 4].

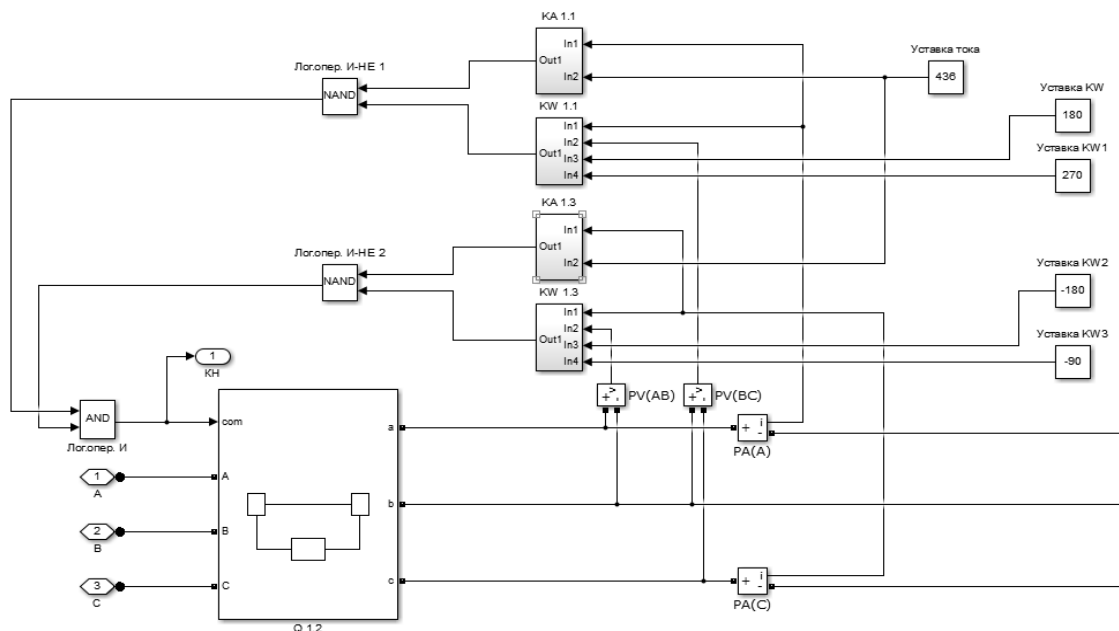


Рис. 2. Модель направленной токовой защиты в программе «MATLAB Simulink» (блоки КРЗ 1.2, 2.1, 2.2 и 3.2)

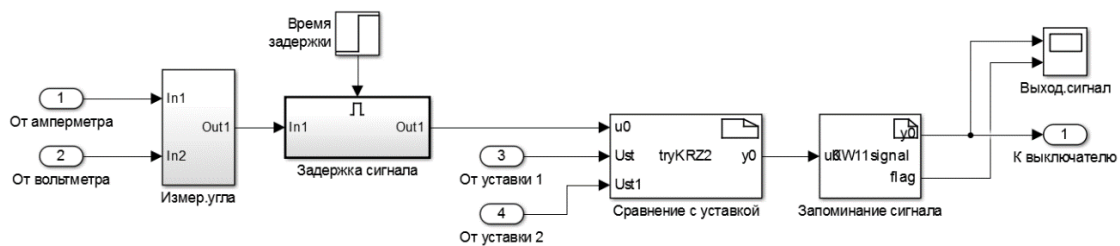
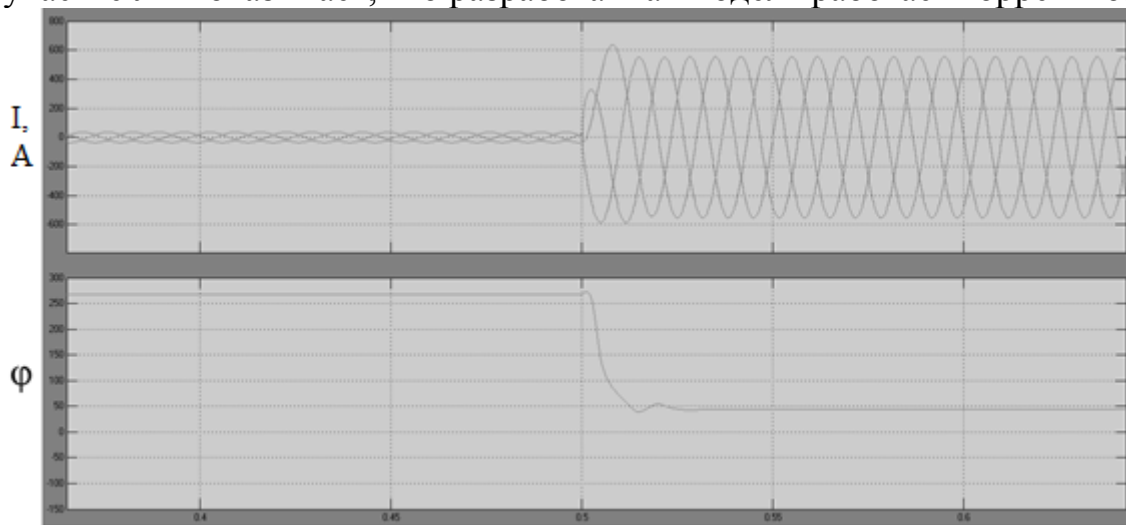


Рис. 3. Модель реле направления мощности (блок KW 1.1)

Рисунок 3 отображает модель РНМ, принцип действия которой основан на контроле угла между током и напряжением.

Полученная осциллограмма (рис.4) режима трехфазного КЗ на участке Л2 показывает, что разработанная модель работает корректно.



а). Момент КЗ



б). Момент отключения

Рис. 4. Осциллограмма тока и угла между током и напряжением (КРЗ 2.1)

Заключение

Смоделированная кольцевая сеть с установленными комплектами защиты из МТЗ, ТО и РНМ с помощью программного комплекса «MATLAB Simulink» работает корректно согласно заданным параметрам и позволяет исследовать принцип работы НТЗ. При любых коротких замыканиях (трехфазных или двухфазных) на защищаемом участке схемы срабатывали именно те реле, которые обеспечивают защиту этого участка.

«MATLAB Simulink» является удобным средством решения задач моделирования для разных отраслей, в том числе для электроэнергетики. Предварительная проверка поведения конкретного типа релейной защиты, в частности направленной токовой защиты, на модели позволяет своевременно выявлять ошибки при проектировании новых объектов электрической сети, таких как современные системы «FACTS», которые могут значительно повлиять на угол между током и напряжением в электрической сети и вызвать тем самым ложное срабатывание защиты [1].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Dash P.K., Pradhan A.K., Panda G., Liew A.C. Digital protection of power transmission lines in the presence of series connected FACTS devices. – IEEE Power Engineering Society Winter Meeting, Vol.3, 23-27 Jan 2000, pp. 1967-1972.
2. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB: учебный курс. – СПб.: Издательская группа BHV, 2005. – 512 с.: ил.
3. Ершов Ю.А., Малеев А.В. Моделирование микропроцессорных релейных защит в среде MATLAB // Новости электротехники. М. 2006. №6. С. 11-14.
4. Chaudhary A.K.S., Kwasur Tam, Phadke A. G. Protection System Representation in the Electromagnetic Transient Program. – IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 9, No. 2, April 1994, pp. 700-711.

Научный руководитель: Н.Ю. Рубан, к.т.н., ассистент каф. ЭЭС ЭНИН ТПУ.