

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ЧЕТЫРЕХФАЗНОЙ СЕТИ

Конопинский Д.В.

Научный руководитель – к.т.н., профессор Ершов Ю.А.

*Сибирский федеральный университет*

Современные программы имитационного моделирования и модельно-ориентированного проектирования динамических систем дают возможность виртуального моделирования электрооборудования, что позволяет получить весь спектр необходимых параметров электрических режимов, а также отслеживать входные и выходные данные моделируемых устройств. Все это позволяет выйти за рамки традиционного моделирования и создавать концепты в n-мерных динамических системах.

Система четырехфазного переменного тока получается с помощью двух фазоворотных трансформаторов (рис. 1). Первый преобразует трехфазную систему (а, в, с) в двухфазную ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) с фазовым сдвигом  $90^\circ$ , а второй – в двухфазную систему ( $\bar{\alpha}$ ,  $\bar{\beta}$ ) с противоположным направлением составляющих, относительно первой двухфазной системы и образуется четырехфазная симметричная уравновешенная система переменного тока ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\bar{\alpha}$ ,  $\bar{\beta}$ ) [1].

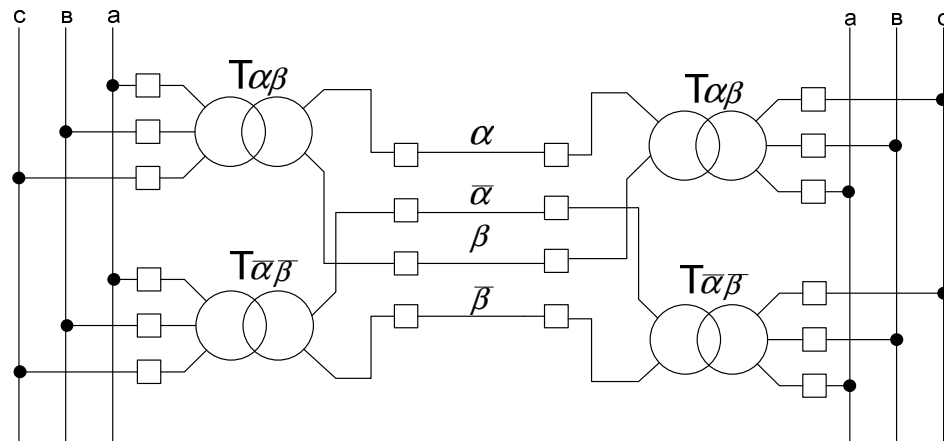


Рис. 1 Принципиальная схема четырехфазной электропередачи

В данной работе представлена модель преобразовательных трансформаторов, разработанная в программе Matlab/simulink, которая позволяет исследовать работу трансформаторов, преобразующих трехфазную систему токов в четырехфазную и наоборот – четырехфазной в трехфазную. Рассматриваемая модель представляет собой простейшую электрическую сеть (рис. 2), содержащую как элементы трехфазной цепи (обобщенные системы  $GS1$ ,  $GS2$  и две трехфазные линии электропередач  $W1$ ,  $W3$ ), так и

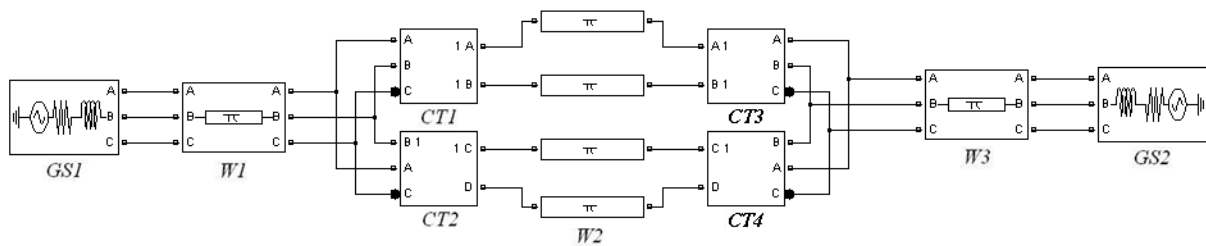


Рис. 2 Функциональная схема электрической сети

четырёхфазной – четыре преобразовательных трансформатора (два для прямого преобразования трёхфазной системы токов в четырёхфазную  $CT1$ ,  $CT2$  и два – для обратного  $CT3$ ,  $CT4$ ) и четырёхфазную линию электропередач  $W2$ .

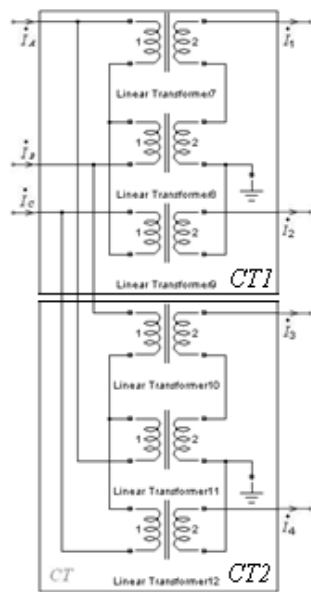


Рис. 3 Функциональная схема преобразовательных трансформаторов

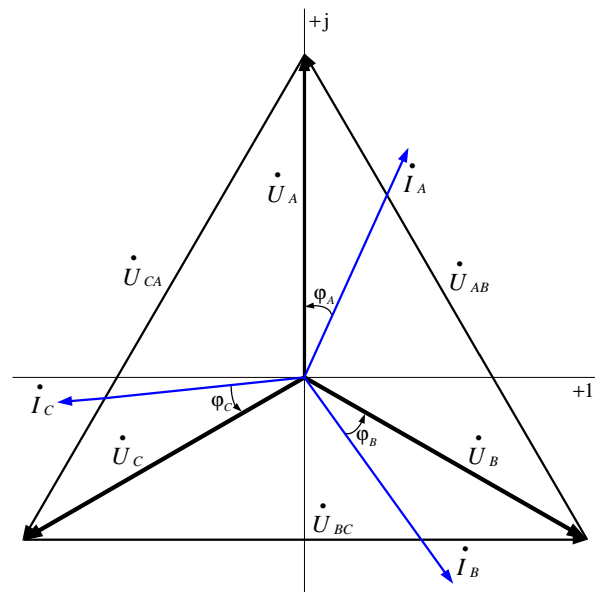


Рис. 4 Векторная диаграмма первичных цепей преобразовательных трансформаторов

В рассматриваемой модели преобразовательные трансформаторы (рис. 3) выполнены из стандартных блоков *Linear Transformer* (линейный трансформатор, в данном случае – однофазный трансформатор) библиотеки *simulink*, соединенных по принципу схемы Скотта [2].

#### Принцип работы.

На вход преобразовательных трансформаторов подаются сигналы, которые представляют трёхфазную систему токов  $I_A, I_B, I_C$  с напряжениями  $U_A, U_B, U_C$ , сдвинутыми относительно друг друга по фазе на  $120^\circ$  (рис. 4). При этом токи, сдвинуты по фазе относительно своих напряжений на углы  $\phi_A, \phi_B$  и  $\phi_C$ , определяемые характером нагрузки. Появление этих сигналов на входах блоков, представляющих однофазные трансформаторы, вызывает появление на соответствующих выходах сигналов напряжений  $U_{2A}, -U_{2B}, U_{2C}, -U_{2A}, U_{2B}, -U_{2C}$ , которые изображены на векторной диаграмме (рис. 5) синим и зеленым цветами соответственно. Выходы этих блоков, представляющие собой вторичные обмотки однофазных трансформаторов, соединены таким образом, что на выходе преобразовательных трансформаторов образуются сигналы, соответствующие четырёхфазной системе токов  $I_1, I_2, I_3, I_4$ , с напряжениями  $U_1, U_2, U_3, U_4$ , которые сдвинуты относительно друг друга по фазе на

угол  $90^\circ$  и представляющими симметричную четырехфазную систему напряжений. Величины углов  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3,$  и  $\varphi_4$  между соответствующими напряжениями и токами определяются характером нагрузки.

При использовании рассматриваемой модели преобразовательного трансформатора были получены осциллограммы входных напряжений (рис. 6) и осциллограммы выходных напряжений (рис. 7).

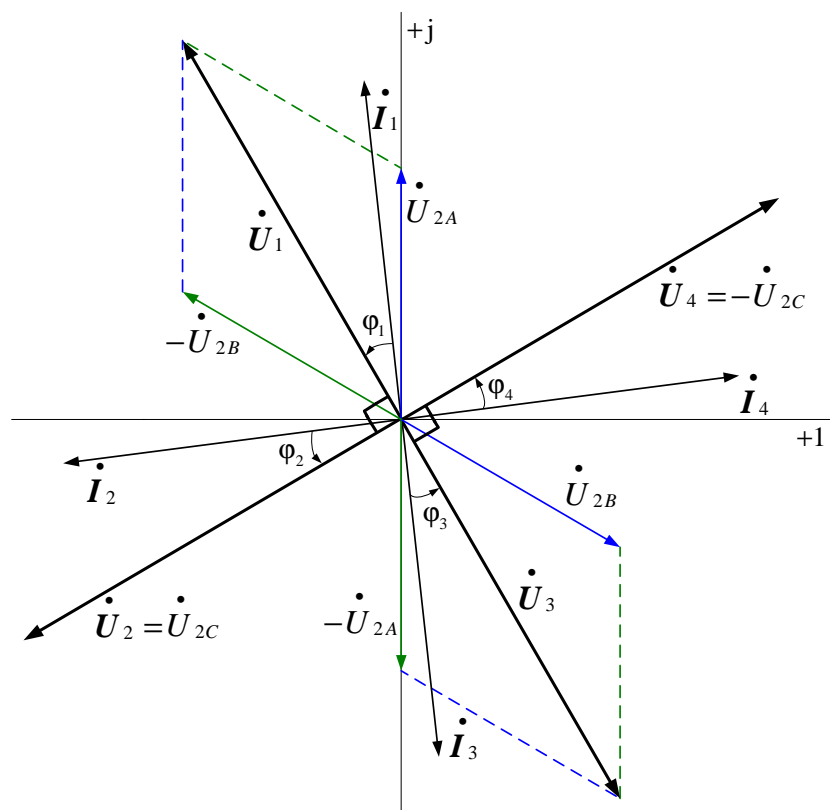


Рис. 5 Векторная диаграмма вторичных цепей четырехфазной сети

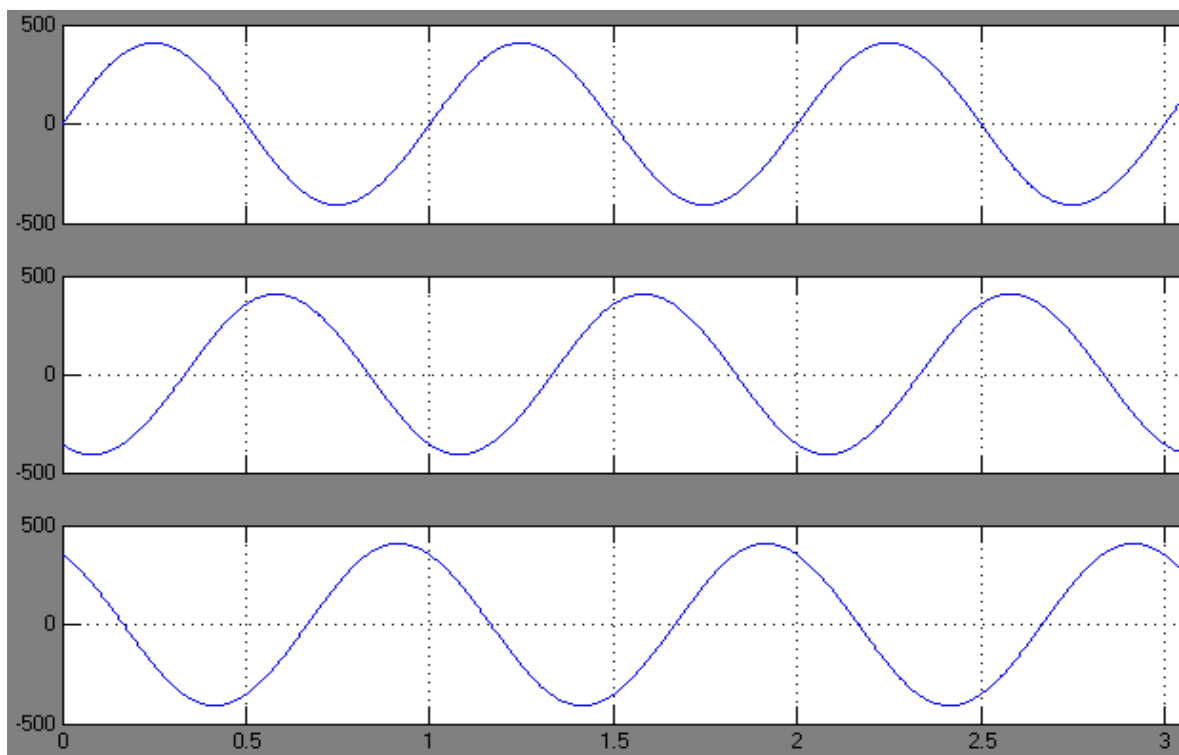


Рис. 6 Осциллограммы напряжений трехфазной системы

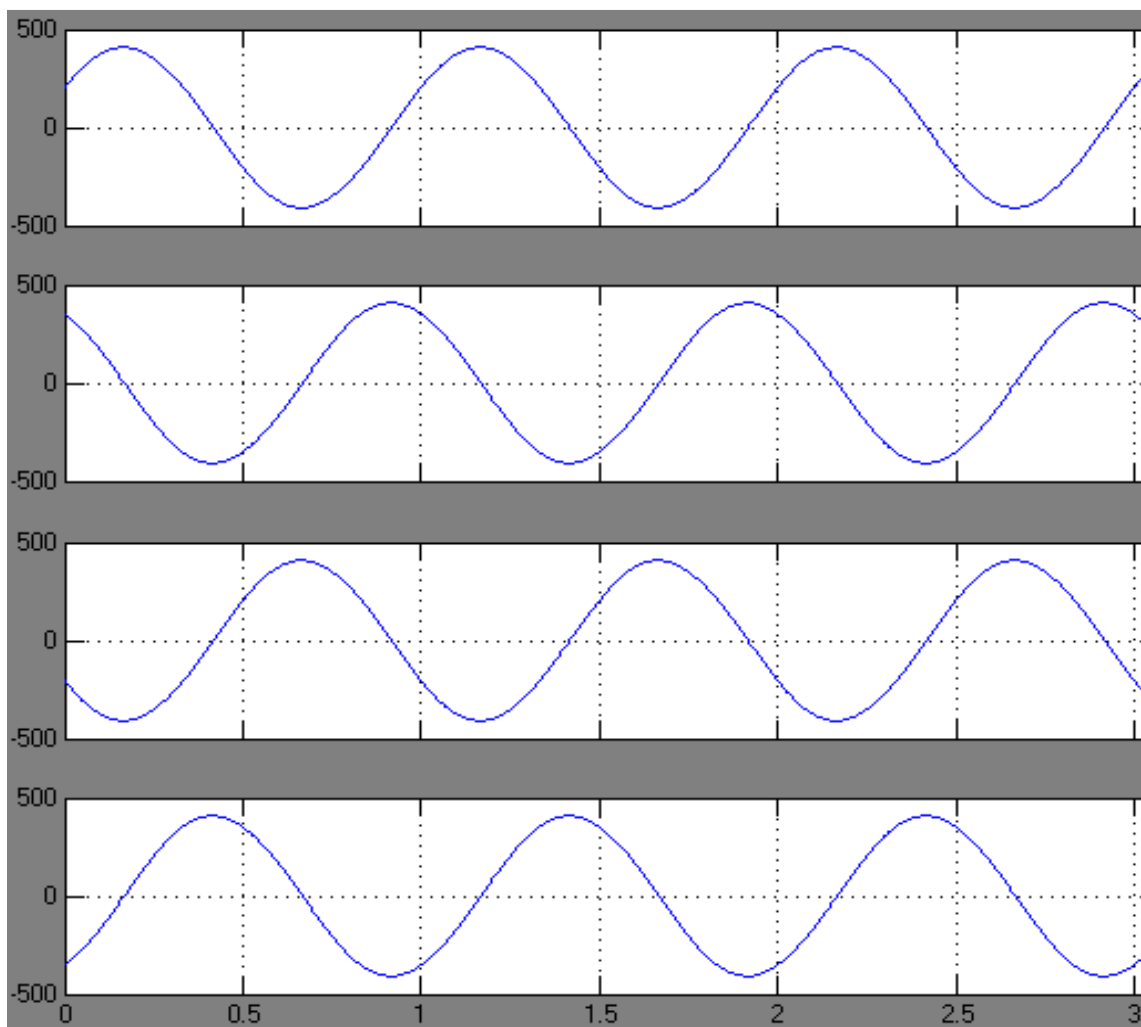


Рис. 7 Осциллограммы напряжений четырехфазной системы

В дальнейшем будет продолжена работа по моделированию и исследованию нормальных и аварийных режимов четырехфазных линий электропередач в режиме реального времени.

Литература:

1. Самородов Г. И. Четырехфазные электропередачи. //Известия АН Энергетика. – 1995. № 6. С.101-108.
2. Варфоломеев Г. Н. Схема Скотта: история и перспективы совершенствования. Электричество 1994 №10. С. 74-77.