

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ЧЕТЫРЕХФАЗНОЙ СЕТИ

Конопинский Д.В.
Научный руководитель – 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 (α , β) с фазовым сдвигом 90° , 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 (α , β , $\bar{\alpha}$, $\bar{\beta}$) [1].

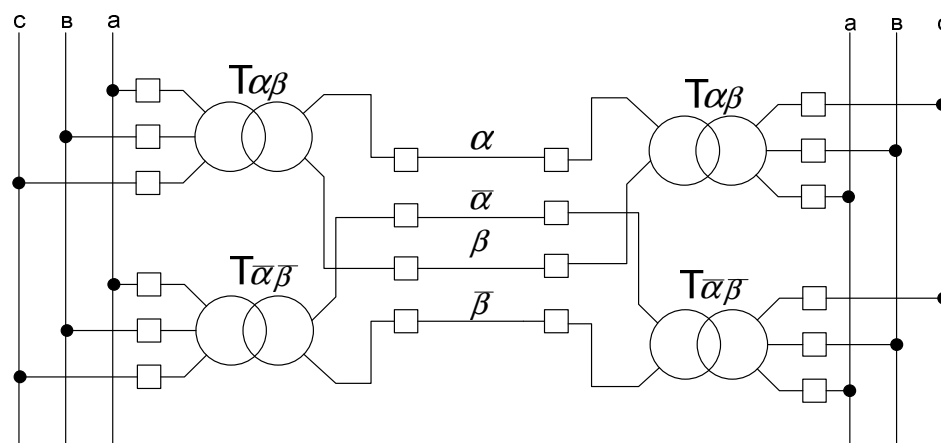


Рис. 1 Принципиальная схема четырехфазной электропередачи

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

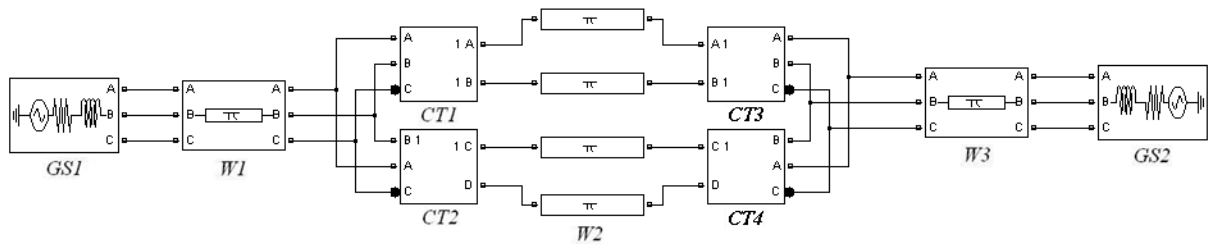


Рис. 2 Функциональная схема электрической сети

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 $W2$.

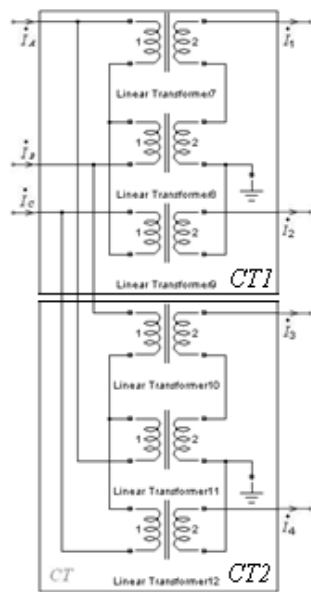


Рис. 3 Функциональная схема преобразовательных трансформаторов

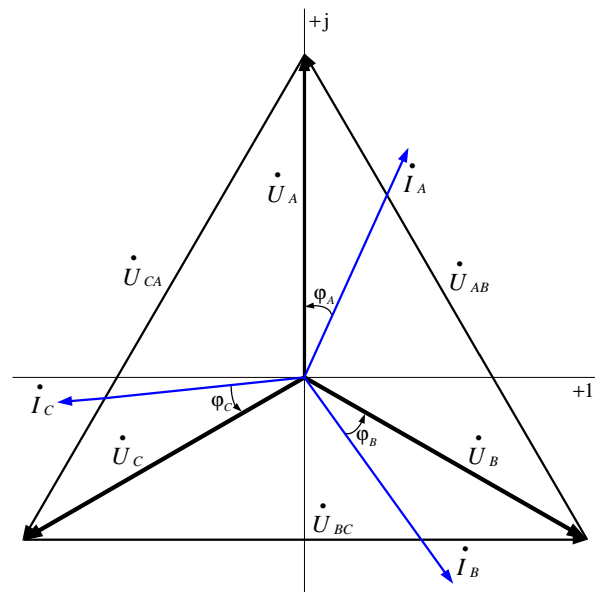


Рис. 4 Векторная диаграмма первичных цепей преобразовательных трансформаторов

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° (рис. 4). При этом токи, сдвинуты по фазе относительно своих напряжений на углы ϕ_A, ϕ_B и ϕ_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° и представляющими симметричную четырехфазную систему напряжений. Величины углов $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3,$ и φ_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).

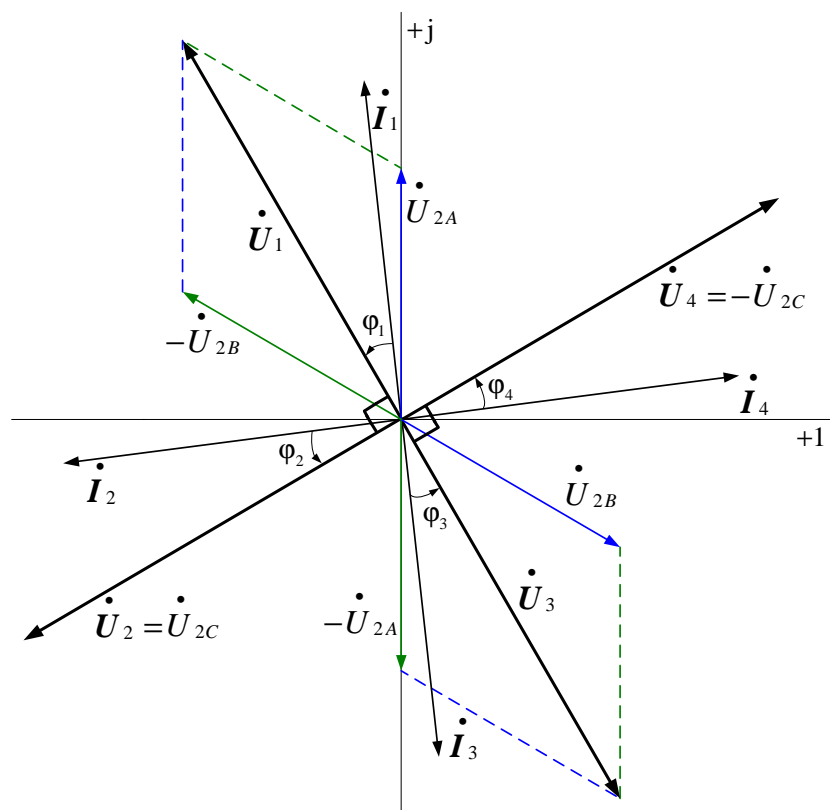


Рис. 5 Векторная диаграмма вторичных цепей четырехфазной сети

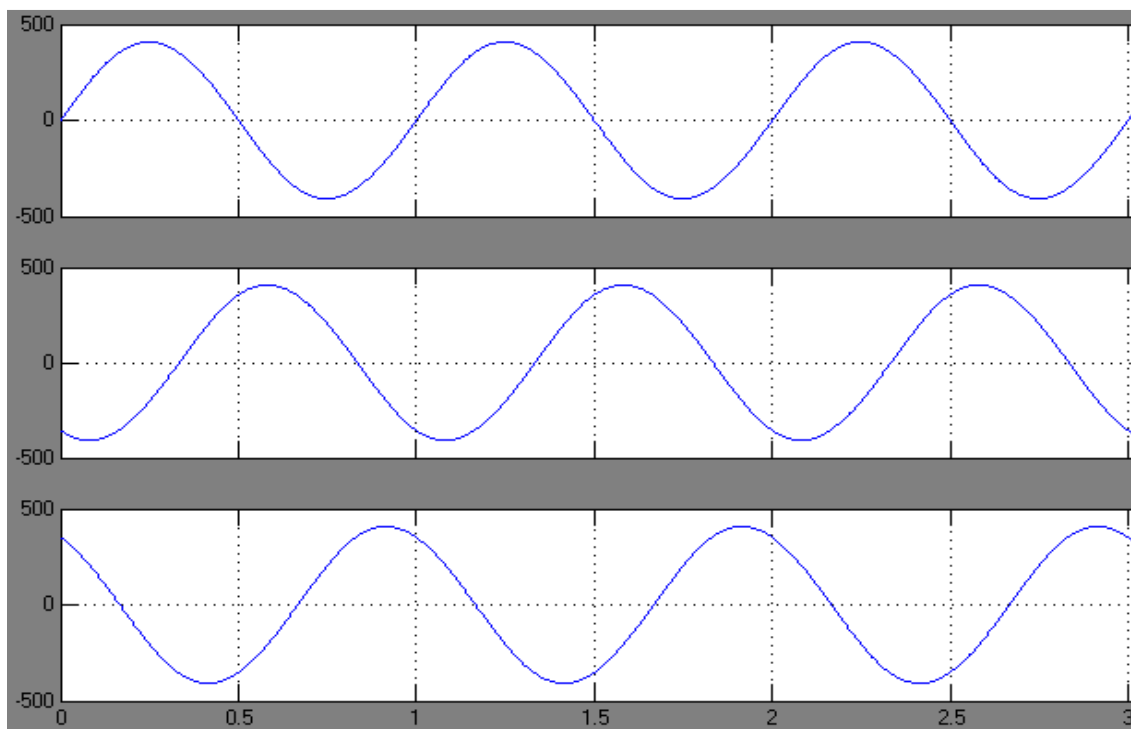


Рис. 6 Осциллограммы напряжений трехфазной системы

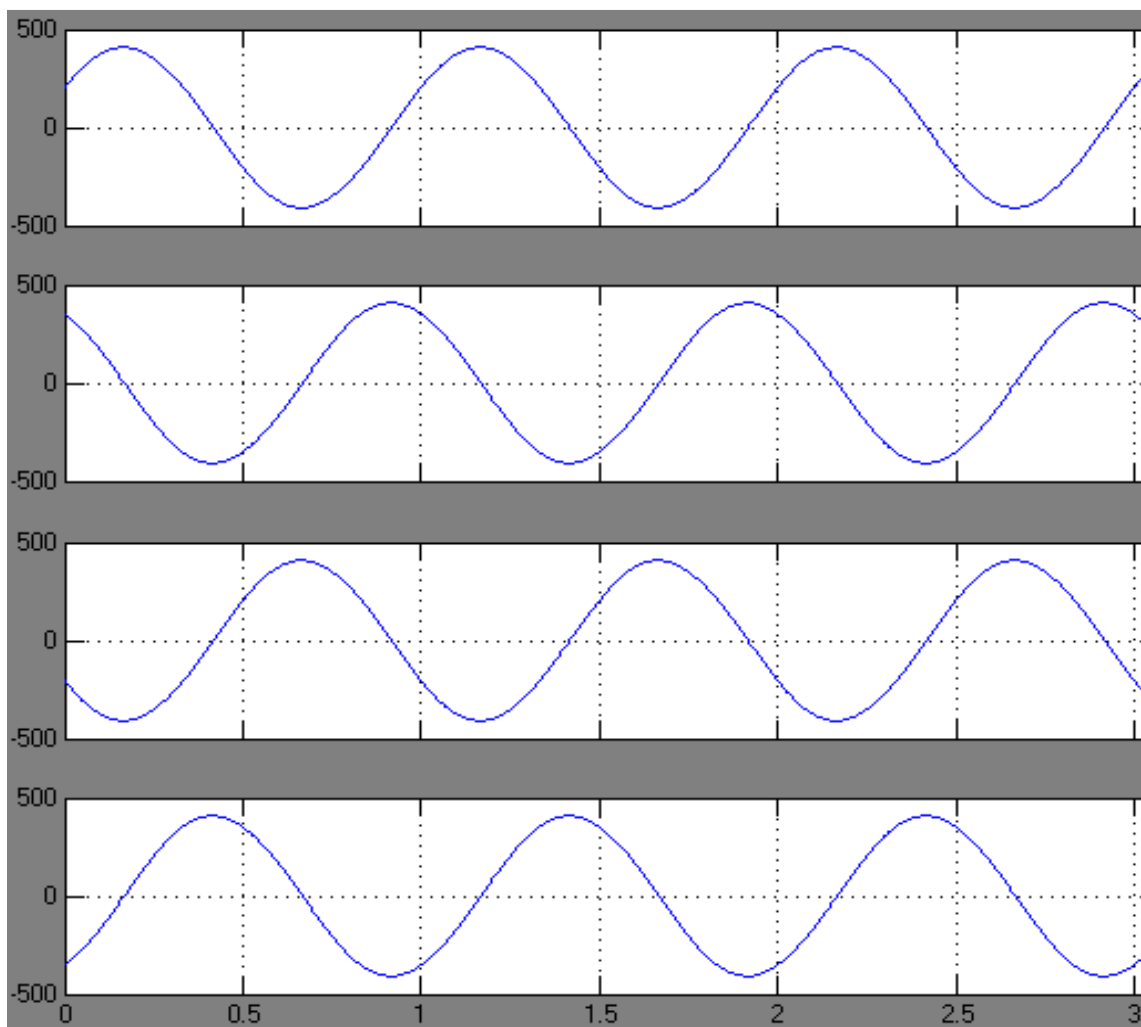


Рис. 7 Осциллограммы напряжений четырехфазной системы

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