



УДК 621.316

А.А. Кралин, доцент, к.т.н., кафедра ТОЭ НГТУ им. Р.Е. Алексеева
В.В. Гуляев, доцент, к.т.н., кафедра Э и ЭОВТ ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
С.В. Попов, доцент, к.т.н., кафедра Э и ЭОВТ ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603951, г Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

СТРУКТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТИРИСТОРНО- ТРАНСФОРМАТОРНОГО РЕГУЛЯТОРА НАПРЯЖЕНИЯ

Ключевые слова: структурное моделирование, тиристорно-трансформаторный регулятор напряжения, Matlab Simulink.

В статье описана модель тиристорно-трансформаторного регулятора напряжения под нагрузкой, которая была разработана в рамках структурного моделирования с использованием пакетов Simulink и библиотеки Power system blockset (PSB), интегрированных в систему Matlab.

Представленная модель тиристорно-трансформаторного регулятора напряжения под нагрузкой (далее – регулятор) разработана в рамках структурного моделирования с использованием пакетов Simulink и библиотеки Power system blockset (PSB) интегрированных в систему Matlab.

В состав модели одной фазы регулятора (см. рис. 1) входят:

- силовой трансформатор T1;
- вольтдобавочный трансформатор T2;
- тиристорный регулятор ТК1-ТК6;
- токоограничивающие реакторы L1-L6.

Силовой трансформатор обеспечивает следующие функции:

- питание регулятора от сети 10 кВ;
- питание потребителя минимальным током нагрузки от вторичной обмотки;
- питание вольтдобавочного трансформатора низким - ниже 1000В - напряжением, что позволяет оптимально выбрать тиристоры регулятора;
- регулирование параметров вольтдобавочного трансформатора переключением ответвлений третьей – регулировочной - обмотки.

Первичная обмотка силового трансформатора предназначена для подключения к сети 10 кВ и рассчитана на полную мощность потребителя.

Вторичная обмотка этого трансформатора предназначена для подключения потребителя и обеспечивает минимальные параметры нагрузки. Обмотка рассчитана на 50% мощности потребителя.

Третья - регулировочная - обмотка трансформатора предназначена для питания и регулирования напряжения вольтдобавочного трансформатора. К ответвлениям регулировочной обмотки присоединены тиристорные ключи тиристорного регулятора. Эта обмотка должна обеспечивать 50% мощности потребителя.

Двухобмоточный вольтодобавочный трансформатор имеет две обмотки. Первичная обмотка этого трансформатора присоединена к выводам тиристорного регулятора. Вторичные обмотки силового и вольтодобавочного трансформаторов соединены последовательно, к их выводам присоединены выводы потребителя. Мощность трансформатора – 50% мощности потребителя.

Тиристорный регулятор переключением ответвлений третичной обмотки силового трансформатора обеспечивает регулирование параметров нагрузки потребителя. Токоограничивающие реакторы обеспечивают ограничение коммутационных токов до уровня безопасного для тиристоров.

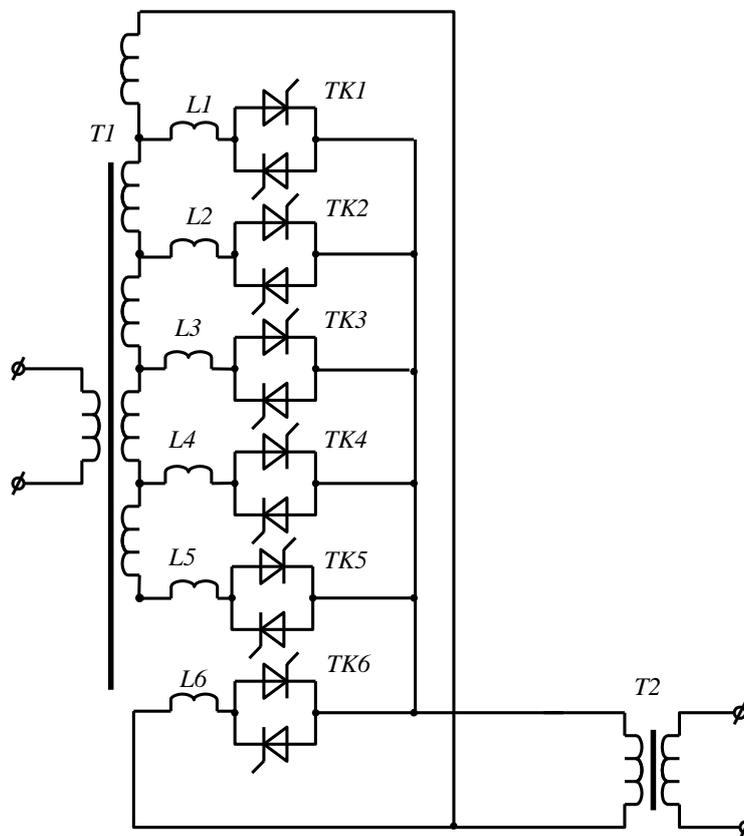


Рис. 1. Модель одной фазы регулятора

Регулирование параметров электроэнергии осуществляется двумя способами: дискретное переключение ответвлений, что позволяет регулировать с точностью 10%;

широтно-импульсное регулирование в пределах ступени, длительность цикла которого выбирается исходя из заданной точности регулирования или стабилизации. Так, при длительности цикла 10 периодов напряжения точность регулирования напряжения составляет 1%.

В таблице 1 показаны состояния тиристорных ключей при дискретном регулировании.

В положении «добавка 0%» тиристорный ключ ТК6 замыкает первичную обмотку вольтодобавочного трансформатора, обеспечивая минимальное сопротивление в цепи нагрузки.

В положениях «добавка 10%» - «добавка 50%» регулировочная обмотка силового трансформатора присоединяется к первичной обмотке вольтодобавочного трансформатора тиристорными ключами ТК1 – ТК5. При этом напряжение на вторичной обмотке этого трансформатора повышается и складывается с напряжением вторичной обмотки силового трансформатора, увеличивая ток потребителя.

Широтно-импульсное регулирование заключается в изменении соотношения периодов в цикле, в течение которых напряжение питания вольтодобавочного трансформатора снимается с ответвлений с меньшим и большим коэффициентами трансформации силового трансформатора.

Например, чтобы получить «добавку 23%» необходимо, чтобы при цикле 10 периодов семь периодов напряжения был открыт ключ ТК 2 и три периода – ключ ТК 3. При этом быстродействие регулирования равно циклу регулирования - 0.2 с.

Таблица 1

Величина добавки, %	Включен тиристорный ключ
0	ТК 6
10	ТК 1
20	ТК 2
30	ТК 3
40	ТК 4
50	ТК 5

Список литературы:

- [1]. Кралин А.А., Крюков Е.В., Гуляев В.В. Исследование регулировочных характеристик ТРВДН при поперечном регулировании выходного напряжения / Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2018. №1(120). С. 117-122.
- [2]. Кралин А.А., Лапаев Д.Н., Гуляев В.В. Моделирование параллельной работы трехфазных многообмоточных трансформаторов в Simulink / Актуальные проблемы электроэнергетики. Сборник статей всероссийской научно-технической конференции, 2015. С. 201-206
- [3]. Богатырев В.В., Кралин А.А., Гуляев В.В. Исследование гармонического состава напряжения однофазного ТТРН / Актуальные проблемы электроэнергетики. Сборник статей всероссийской научно-технической конференции, 2015. С. 5-8

STRUCTURAL MODELING THYRISTOR-TRANSFORMER VOLTAGE REGULATOR

A.A. Kralin, V.V.Gulyaev, S.V.Popov

Keywords: structural modeling, thyristor-transformer voltage regulator, Matlab Simulink.

The article describes a model of thyristor-transformer regulator of under-load buckling, which was developed in the framework of structural modeling using Simulink packages and power system blockset library (PSB) integrated into the Matlab system.