



УДК 621.316.722.9

В.Г. Сугаков, д.т.н., профессор, кафедра Э и ЭОВТ, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
А.А. Тоцев, аспирант, кафедра Э и ЭОВТ, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603951 Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА С ВНЕШНЕЙ ФОРСИРОВКОЙ

Ключевые слова: системы возбуждения, синхронный генератор, внешняя форсировка, моделирование САРВ.

В статье представлена имитационная модель системы автоматического регулирования возбуждения судового синхронного генератора с внешней форсировкой, разработанная в приложении Matlab Simulink.

Совокупность устройств автоматического регулирования напряжения и реактивной мощности и синхронный генератор образуют систему автоматического регулирования возбуждения (САРВ).

К САРВ предъявляются достаточно жесткие требования, ниже приведены некоторые из них [1]:

- 1) устойчивое регулирование (стабилизация) напряжения генератора во всех эксплуатационных режимах с заданной точностью;
- 2) повышение статической и динамической устойчивости генератора при работе в энергосистеме;
- 3) быстрое восстановление напряжения после отключения короткого замыкания и обеспечение самозапуска асинхронных электродвигателей;
- 4) повышение надежности действия устройств релейной защиты в системе электроснабжения.

Качество регулирования возбуждения генератора во многом зависит от характеристик и системы возбуждения. Эта система должна обеспечить достаточно высокую скорость нарастания напряжения на обмотке возбуждения и высокий потолок напряжения при форсировке возбуждения. Ранее была предложена модель системы автоматического регулирования синхронного генератора с внешней форсировкой [2,3].

Для определения возможности выполнения вышеуказанных требований и обоснования актуальности исследований была разработана имитационная модель САРВ синхронного генератора с внешней форсировкой в приложении Matlab Simulink (рис. 1).

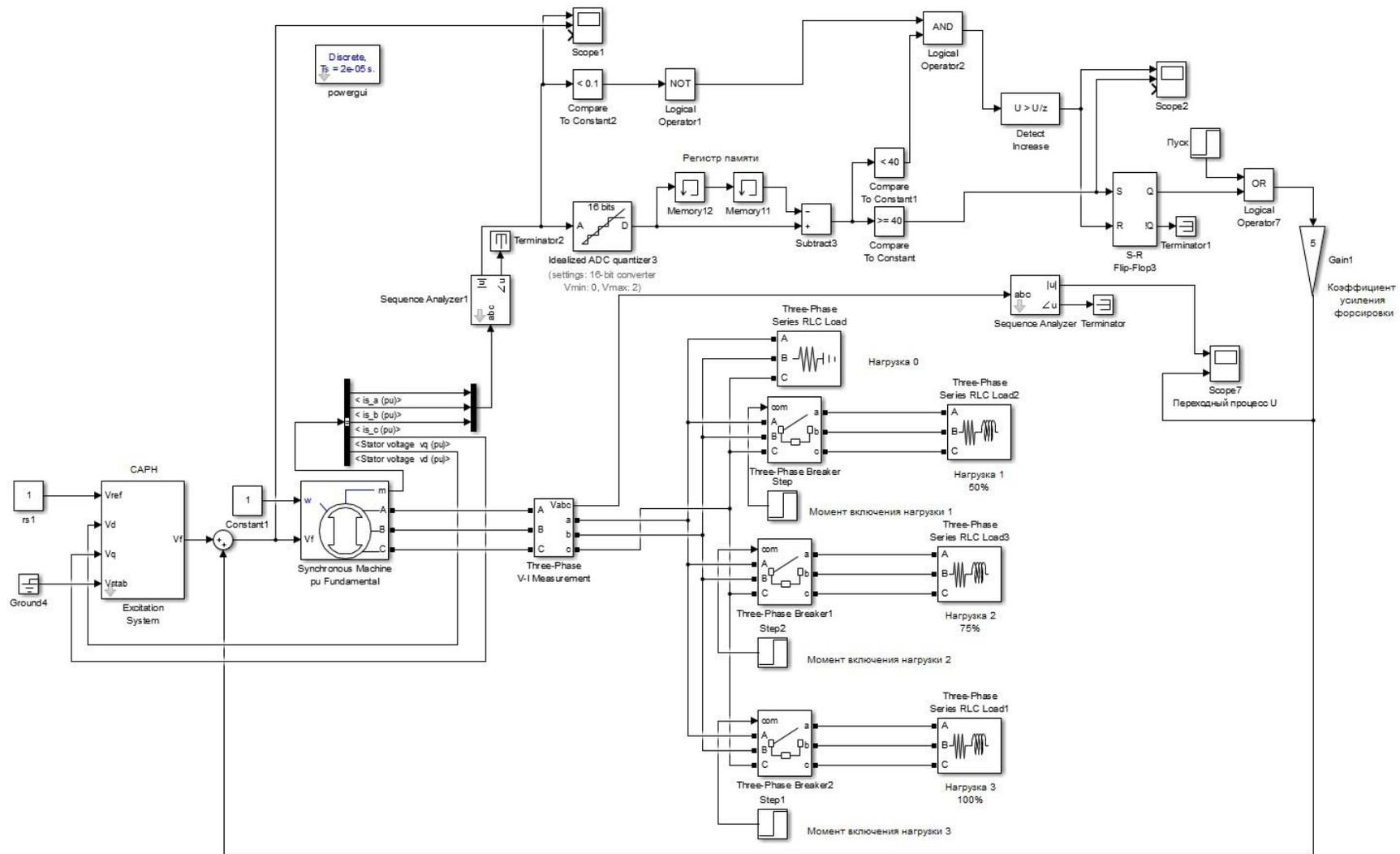


Рис. 1. Имитационная модель системы автоматического регулирования возбуждения синхронного генератора с внешней форсировкой.

В состав модели входят:

1) Синхронный генератор – SynchronousMachinepuFundamental » [4]. Данный блок является моделью классической синхронной машины с демпферной обмоткой;

2) Нагрузка генератора представлена блоками, моделирующим последовательное соединение резистора, индуктивности и конденсатора. Активная нагрузка «Нагрузка 0» подключена постоянно;

3) Для измерения трехфазного выходного напряжения генератора к его выводам также подключен блок измерения. На его выходе формируется сигнал, пропорциональный напряжению на зажимах синхронной машины.

4) Система возбуждения в данной модели состоит из двух контуров. Первый представляет собой возбудитель САРН (система автоматического регулирования напряжения). Это стандартный блок MatlabSimulink «ExcitationSystem» [4,5,6]. Второй контур – это исследуемая система форсировки, предназначенная для увеличения быстродействия стандартной системы возбуждения.

Алгоритм моделирования осуществляется в следующей последовательности:

1. Запуск генератора без нагрузки;

2. Подключение активной нагрузки «Нагрузка 0», подключенной постоянно.

3. Последовательное подключение трех ступеней активно-индуктивной нагрузки, установленных следующим образом: первый этап – подключение нагрузки равной 50% мощности источника (через 1 сек.), второй этап – 75% мощности источника (через 2 сек.), третий этап – 100 % (через 3 сек.).

Диаграмма напряжения возбуждения и форсировки возбуждения приведены на осциллограммах (рис. 2).

При подключении первой ступени нагрузки включение форсировки не наблюдается, но при подключении второй и третьей ступени нагрузки срабатывает форсировка, что в значительной степени снижает провал напряжения в первый момент времени. Однако, при второй и, особенно при третьей ступени подключения нагрузки, наблюдается значительное перерегулирование осциллограммы напряжения.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Предложенная модель позволяет выполнять адекватное моделирование системы автоматического регулирования синхронных генераторов с внешней форсировкой;

2. Предложенная модель САРВ СГ с внешней форсировкой в значительной степени снижает провал напряжения в первый момент времени.

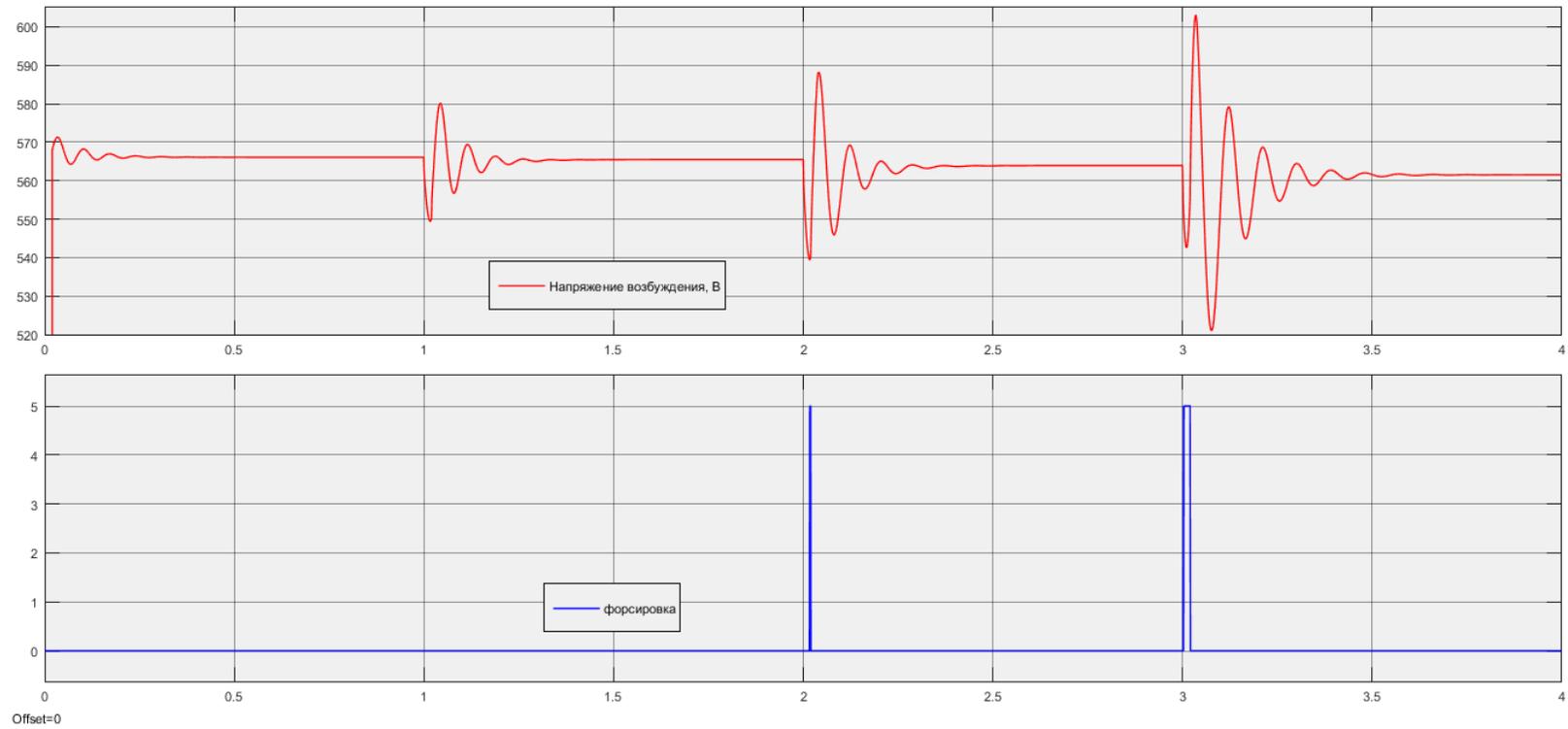


Рис. 2. Осциллограммы внешней форсировки и форсировки системы автоматического регулирования возбуждения судового синхронного генератора с внешней форсировкой

3. Для наиболее устойчивой работы предложенной модели системы автоматического регулирования синхронных генераторов с внешней форсировкой необходимо включить в состав модели систему учета контроля приращения напряжения. Это позволит стабилизировать переуправление напряжения после срабатывания форсировки.

Список литературы:

- [1] В.Г. Сугаков, О.С. Хватов «Системы автоматического регулирования параметров электрической энергии судовых электростанций. Часть 2. Автоматическое регулирование напряжения судовых источников электрической энергии»: учеб пособие / В.Г. Сугаков, О.С. Хватов. – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2011. -180 с.
- [2] В.Г. Сугаков, А.А. Тошев «Система возбуждения синхронного генератора с внешней форсировкой». - Речной транспорт (XXI век). 2014. – № 1 (66). – (с.70-71).
- [3] Пат. 2510698 RU, МПК Н 02 Р9/14. Система возбуждения синхронного генератора с внешней форсировкой / В.Г. Сугаков, О.С. Хватов, Ю.С. Малышев, А.А. Тошев, – № 2012151015/07 ; заявл. 28.11.2012 ; опубл. 10.04.2014, Бюл. №10. – 7 с.
- [4] Черных И.В. «Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink.» – М.: ДМК Пресс, 2007. – 288 с., ил. (Серия «Проектирование»).
- [5] Коробко Г.И., Попов С.В. « Моделирование элементов судовых электроэнергетических систем» Н.Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2011. – 32 с.
- [6] Коробко Г.И., Попов С.В. « Моделирование судовых синхронных генераторов и систем их возбуждения» Н.Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012. – 34 с.

SIMULATION SYSTEM OF AUTOMATIC CONTROL OF EXCITATION OF SYNCHRONOUS GENERATOR WITH EXTERNAL FORCING

V.G. Sugakov, A.A. Toshev

Key words: excitation systems, synchronous generator, external forcing, simulation of SARV.

The article presents a simulation model of the system of automatic control of excitation of the ship synchronous generator with external boost, developed in the application Matlab Simulink.