

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА НАГРУЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ С ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ

С. В. Назарчук

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель М. Н. Погуляев

Зависимость современного мира от электроэнергии настолько велика, что даже незначительные перебои с ее обеспечением от систем энергоснабжения могут привести к катастрофическим последствиям и социальным потрясениям. Избежать таких последствий позволяет электропитание наиболее ответственных потребителей от резервных электрогенераторов. Периодически такие генераторы должны подвергаться испытаниям под нагрузкой с целью проверки их работоспособности и соответствия основных технических характеристик паспортным значениям.

В последнее время при проведении испытаний электрогенераторов все большее внимание начинают уделять устройствам нагрузки, выполненным на основе статических полупроводниковых преобразователей, в которых управляемый выпрямитель (УВ) и ведомый сетью инвертор (ВИ) выполнены на тиристорах [1]. Основным недостатком таких устройств заключается в том, что выходной ток имеет практически прямоугольную форму, т. е. они являются источником высших гармоник [2]. Наличие высших гармоник приводит к искажению питающего синусоидального напряжения, появлению дополнительных потерь мощности в стали трансформаторов и электрических машин. Для уменьшения влияния высших гармоник на сеть необходимо применение фильтро-компенсирующих устройств, что повышает стоимость, массу, габариты и снижает КПД системы в целом.

Цель данной работы – разработка имитационной модели устройства нагружения электрогенераторов, в котором используется преобразователь частоты на транзисторах (рис. 1). Предполагается, что использование транзисторного преобразователя позволит существенно снизить уровень гармонических составляющих в сетевом токе нагрузителя и осуществить широтно-импульсное регулирование выходных параметров.

Функциональная схема устройства нагружения (рис. 1) содержит в своем составе следующие основные блоки: Г – синхронный генератор; УВ – управляемый выпрямитель; ПЧ – преобразователь частоты; Т – согласующий трансформатор; СУ – система управления.

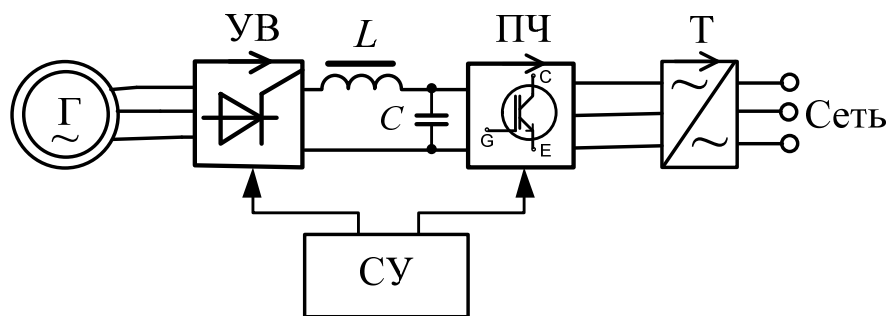


Рис. 1. Функциональная схема устройства нагружения

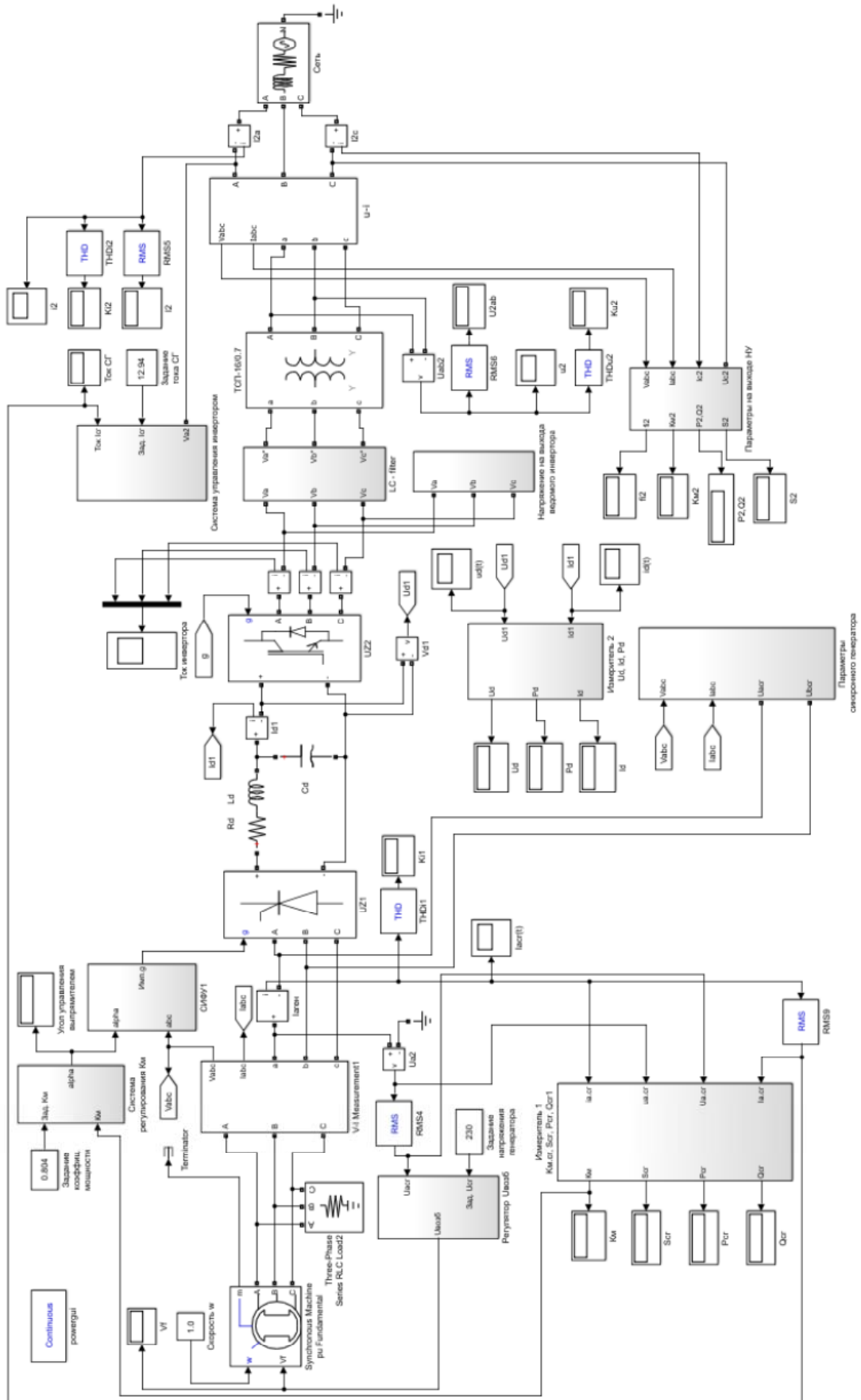


Рис. 2. Имитационная модель энергосберегающего устройства нагрузки резервных электрогенераторов с широтно-импульсным регулированием выходных параметров

На рис. 2 представлена имитационная модель устройства нагружения, разработанная в программной среде MATLAB с использованием пакетов расширения SimPowerSystems и Simulink.

Для создания имитационной модели использовались как стандартные блоки библиотек пакетов расширения SimPowerSystems и Simulink – синхронный генератор, полупроводниковые преобразователи, согласующий трансформатор, измерительные элементы, так и специально разработанные задающие и регулирующие блоки. Для визуального наблюдения мгновенных значений напряжений и токов в различных узлах схемы предусмотрены осциллографы. Изменением угла управления УВ можно задавать требуемый коэффициент мощности нагружаемого генератора в пределах 0,5–0,9. Необходимый уровень нагрузки генератора ($0,1I_n-1,1I_n$) задается изменением начальной фазы модулирующего напряжения и коэффициента модуляции выходного напряжения преобразователя частоты.

Разработанная модель дает возможность исследовать статические и динамические режимы работы устройства нагружения, анализировать параметры токов, напряжений, снимать и строить необходимые характеристики.

Некоторые результаты исследований приведены на рис. 3.

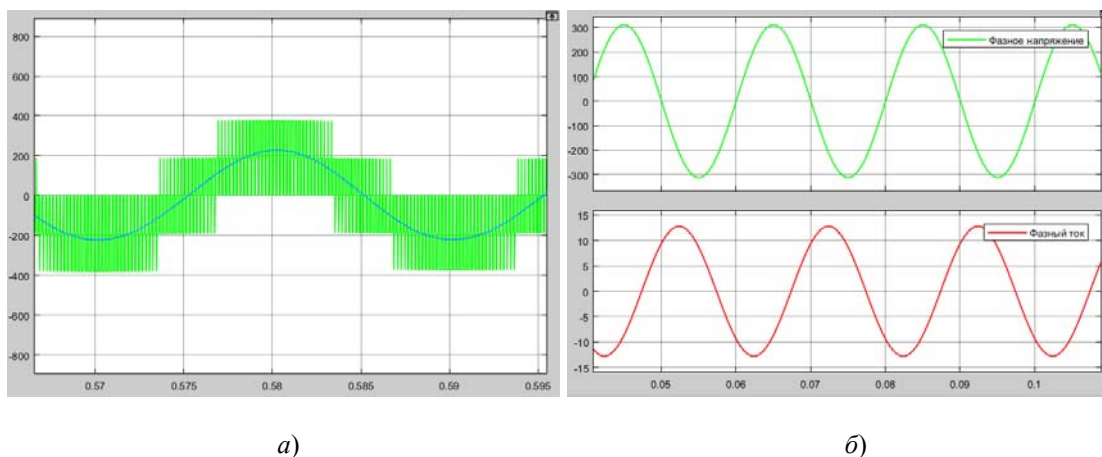


Рис. 3. Диаграммы работы устройства нагружения с широтно-импульсным регулированием выходных параметров: а – диаграммы напряжения фазы а ПЧ и его первой гармоники; б – диаграммы фазных напряжения и тока на выходе устройства нагружения

Как видно из приведенных диаграмм, форма выходного тока является практически синусоидальной с минимальным содержанием высших гармоник. Угол сдвига между напряжением и током превышает 90° , что свидетельствует о наличии рекуперации энергии в электросеть. Снизилась величина помех, передаваемых в сеть, что существенно улучшило качество рекуперированной электроэнергии. Этим данная схема выгодно отличается от аналогов, выполненных на тиристорах.

Литература

1. Погуляев, М. Н. Энергосберегающее устройство нагружения резервных электрогенераторов / М. Н. Погуляев, А. А. Смахтин // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 2017 г. / Белорус.-Рос. ун-т. – Могилев, 2017. – С. 399–401.
2. Погуляев, М. Н. Анализ гармонических составляющих выходных напряжения и тока устройства нагружения резервных электрогенераторов / М. Н. Погуляев, А. А. Чигринец //