



УДК 621.314

Рябков М.В., Погуляев М.Н.

ВЛИЯНИЕ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ УСТРОЙСТВА НАГРУЖЕНИЯ РЕЗЕРВНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ НА ГАРМОНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВЫХОДНОГО ТОКА

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь, г. Гомель, Пр-т Октября, 48, 246029, телефон: (+375 232) 22-46-36, факс: (+375 232) 26-02-87

Для поддержания резервных генераторных установок в рабочем состоянии необходимо периодически их испытывать под нагрузкой. Во время этих испытаний производится проверка работоспособности и соответствия основных технических характеристик паспортным значениям. В последнее время для проведения испытаний все чаще обращают внимание на устройства нагружения (УН), выполненные на основе статических полупроводниковых преобразователях, в которых управляемый выпрямитель (УВ) и ведомый сетью инвертор выполнены на тиристорах [1-3]. Главный недостаток таких устройств заключается в том, что форма выходного тока практически прямоугольной формы, т. е. эти устройства являются источниками высших гармоник. Наличие высших гармоник приводит к искажению питающего синусоидального напряжения, появляются дополнительные потери мощности в стали трансформаторов и электрических машин. Коэффициент гармоник для маломощных сетей при этом может превысить допустимое значение в 8 %, нормированное ГОСТ 30824.4.30-2013 и ГОСТ 32144-2013 для сетей 0,38 кВ.

Чтобы уменьшить коэффициент гармоник и влияние высших гармоник на сеть, предложено вместо тиристорного использовать транзисторный инвертор (ТИ) с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ-модуляцией) и согласующий трансформатор Т (рис. 1).

Цель данной работы провести анализ гармонических составляющих выходных напряжений и токов при использовании в устройстве нагружения резервных электрогенераторов (РЭГ) инвертора с ШИМ-модуляцией.

Для проведения такого анализа была разработана имитационная модель УН с широтно-импульсной регулированием выходных параметров в программе MatLab с пакетами расширения SimPowerSystems и Simulink. Ввиду ограниченного объема имитационная модель здесь не приводится.

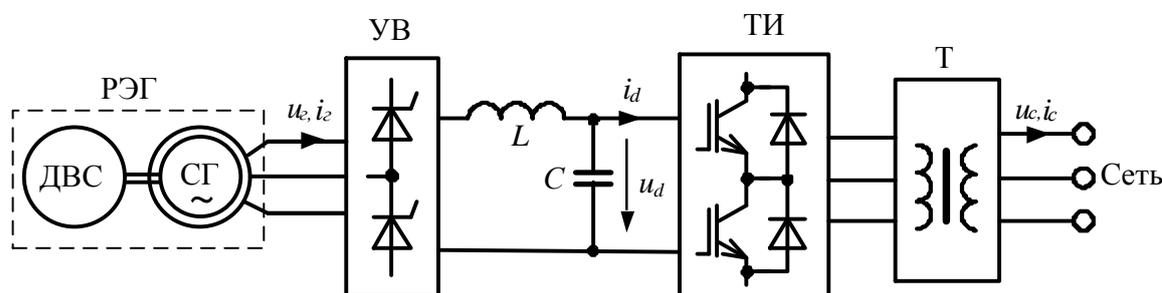


Рисунок 1 – Функциональная схема устройства нагружения с транзисторным инвертором

В процессе имитационного моделирования нагружения синхронного генератора мощностью 8,1 кВА для различных значений углов управления УВ и коэффициентов модуляции ШИМ-инвертора были получены и проанализированы временные диаграммы выходных напряжений и токов, проведен их спектральный анализ и рассчитаны значения коэффициентов несинусоидальности. На рисунке 2 представлены временные диаграммы выходного тока и их спектральный состав, полученные при номинальных значениях коэффициента мощности и тока нагрузки генератора для устройств нагружения с инвертором на тиристорах (рис.2а) и на транзисторах(рис.2б).

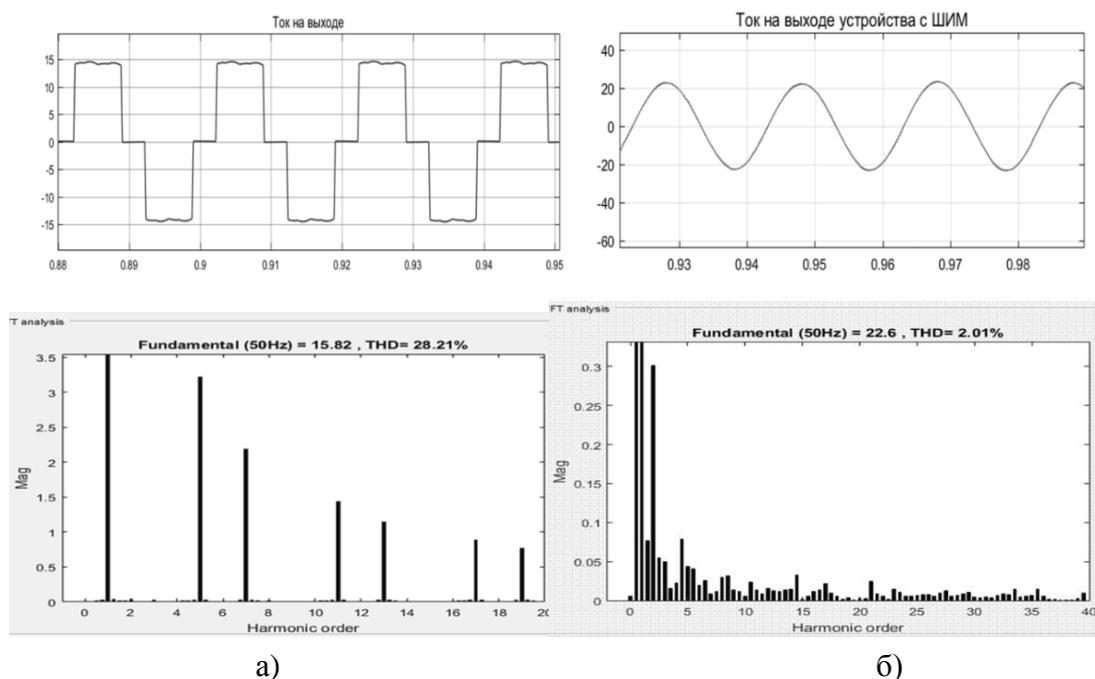


Рисунок 2 – Временные диаграммы тока на выходе устройства нагружения с инвертором: а) – на тиристорах; б) – на транзисторах



Из приведенных диаграмм видно, что форма тока на выходе устройства нагружения с инвертором на тиристорах практически прямоугольная (рис.2а) и поэтому имеет достаточно высокий суммарный коэффициент гармонических составляющих (коэффициент несинусоидальности), достигающий значения 28,0 %. Ток на выходе устройства нагружения выполненного на транзисторном инверторе (рис.2б) имеет практически синусоидальную форму с минимальным содержанием высших гармоник. Суммарный коэффициент гармонических составляющих тока на выходе устройства нагружения составляет всего 2,01 %, что существенно улучшает качество рекуперированной электроэнергии.

Таким образом, полученные при численном моделировании результаты подтверждают, что использование ШИМ-инвертора в нагружающем устройстве действительно позволяет улучшить гармонический состав выходного тока и уменьшить его влияние на питающую сеть.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Погуляев, М.Н. Энергосберегающие электромеханические стенды для испытания автономных дизель-генераторов / М.Н. Погуляев [и др.] // Международный научно-практический журнал: Чрезвычайные ситуации: образование и наука. Гомель, ГИИ МЧС РБ, 2013, Том 8, №1, С. 106-110.

2. Погуляев, М. Н. Энергосберегающее устройство нагружения резервных электрогенераторов/ М. Н. Погуляев, А. А. Смахин // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие техно-логии : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 2017 г. / Белорус.-Рос. ун-т. –Могилев, 2017. – С. 399–401.

3. Погуляев, М.Н. Анализ гармонических составляющих выходных напряжения и тока устройства нагружения резервных электрогенераторов / М.Н. Погуляев, А.А. Чигринец // Современные проблемы машиноведения: материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф. – Гомель : ГГТУ им. П.О. Сухого, 2020. – С. 179 -182