

УДК 621.314

Коробко Григорий Иванович, доцент, к.т.н., доцент кафедры эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматики

Шилов Максим Петрович, аспирант кафедры эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматики

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

РАЗРАБОТКА БАЗОВОЙ СИЛОВОЙ МОДЕЛИ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ

Ключевые слова: Дизель-генератор, преобразователь частоты, широтно-импульсная модуляция, модулятор длительности импульсов.

Аннотация. Предложена функциональная схема дизель-генератора с преобразователем частоты. На базе функциональной схемы в пакете Matlab разработана имитационная модель. Модель позволяет исследовать различные методы широтно-импульсной модуляции - ШИМ. В работе представлены модели - модулятора длительности импульсов - МДИ и система измерения трехфазного напряжения, позволяющая формировать огибающую напряжения на нагрузке.

В настоящее время для выполнения научных работ в области генерирования и преобразования электрической энергии компьютерное моделирование дает возможность рассмотрения различных режимов работы. С целью разработки дизель-генератора с изменяемой частотой вращения требуется создание базовой модели дизель-генератора с преобразователем частоты - ПЧ. Для выполнения требований качества электрической энергии на выходе ПЧ со звеном постоянного тока, применяют систему управления на базе широтно-импульсной модуляции [1].

На рисунке 1 представлена блок-схема дизель-генератора с преобразователем частоты.

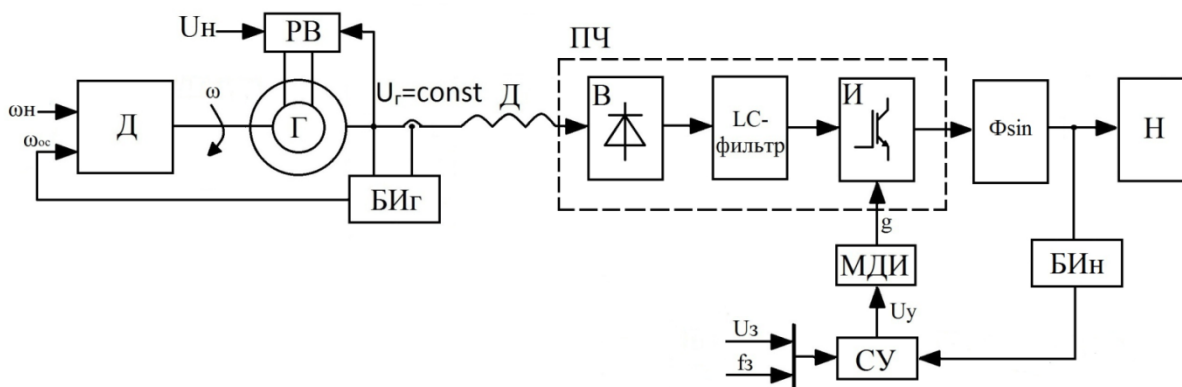


Рис. 1. Блок-схема дизель-генератора с преобразователем частоты

Поддержание частоты вращения - ω синхронного генератора - Г, осуществляет дизель - Д. На выходе генератора установлен блок измерения - БИГ, который измеряет амплитуду и частоту напряжения. Поддержание амплитуды напряжения на номинальном уровне выполняет регулятор возбуждения - РВ, на входе которого сравниваются напряжение задания - U_n и напряжение на выходе генератора.

На выходных зажимах генератора установлен сетевой дроссель - Д. К его выходу подключен преобразователь частоты - ПЧ. В состав ПЧ входят неуправляемый выпрямитель - В, LC-фильтр, сглаживающий пульсации выпрямленного напряжения и инвертор напряжения, работающий по принципу ШИМ. Выходное напряжение ПЧ поступает на синусный фильтр - Φ_{sin} , задача которого заключается в формировании синусоидальной формы выходного напряжения. Блок измерения - БИИ предназначен для формирования обратной связи по величине напряжения на выходе синусного фильтра для системы управления - СУ. Система управления, получив на вход сигнал обратной связи по напряжению, сравнивает его задающим сигналом - U_3 и формирует на выходе управляющие сигналы требуемой амплитуды. Частота сигналов на выходе СУ задается значением - f_3 . На основании одного из методов ШИМ, сигналы с СУ - U_y поступают в блок МДИ, формирующий сигналы управления силовыми ключами инвертора - г.

Для моделирования дизель-генератора с преобразователем частоты в пакете Matlab была разработана модель [2], изображенная на рисунке 2.

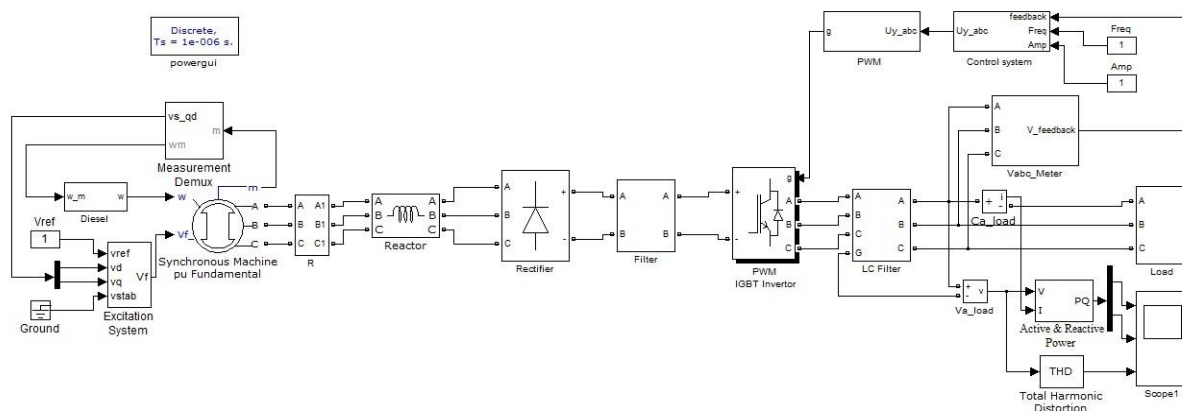


Рис. 2. Модель дизель генератора с преобразователем частоты

Модель выполнена при помощи стандартных блоков из библиотек Simulink и SimPowerSystem. Генератор представлен синхронной явнополюсной машиной - Synchronous Machine pu Fundamental. Поддержание напряжения на номинальном уровне обеспечивает система возбуждения - Excitation system, которая формирует напряжение возбуждения V_f согласно заданию - V_{ref} . Скорость вращения вала генератора задается дизелем - Diesel. Блок - Measurement Demux выдает изменяемые параметры машины с выхода m - напряжения vs_qd и скорость wm . На выходе генератора установлен дроссель - Reactor, через который напряжение поступает на вход ПЧ. ПЧ представлен следующими блоками: выпрямитель - Rectifier, сглаживающий фильтр - Filter, инвертер - PWM IGBT Inverter. Управление силовыми ключами инвертера выполняет - PWM, получающий на свой вход управляющие сигналы от системы управления - Control system. Задающими значениями системы управления являются: задатчики частоты - Freq и амплитуды напряжения - Amp, а также сигнал обратной связи с выхода измерителя трехфазного напряжения - V_{abc_Meter} . На выходе ПЧ установлен синусный фильтр - LC Filter. Нагрузкой дизель-генератора с преобразователем частоты является активно-индуктивная нагрузка - Load. Осциллограф - Scope1 предназначен для отображения изменений активно-реактивной мощности, измеренной блоком - Active&Reactive Power и коэффициента нелинейных искажений, измеренного блоком - Total Harmonic Distortion.

На рисунке 3 представлены модели модулятора длительности импульсов - PWM (а) и измерителя трехфазного напряжения - V_{abc_Meter} (б).

Работа блока PWM основана на сравнении управляющих сигналов U_{y_abc} с опорным - Repeating Sequence. Блок - Memory выполняет задержку сигналов - g на один временной такт. Блок V_{abc_Meter} работает следующим образом. Rectifier выпрямляет трехфазное переменное напряжение, затем делитель напряжения уменьшает его до величины равной 1В. Пониженное напряжение сглаживается емкостным фильтром - C1, тем самым формируя огибающую напряжения - $V_feedback$.

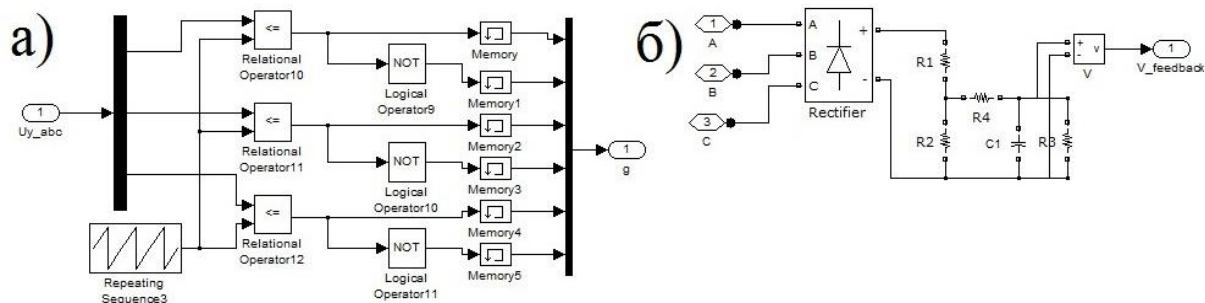


Рис. 3. Модулятор длительности импульсов - PWM (а) и измеритель трехфазного напряжения - V_{abc_Meter} (б)

Выводы.

Созданная модель дизель-генератора с преобразователем частоты позволяет выполнять исследования с различными методами широтно-импульсной модуляции, а также оценить качество напряжения на нагрузке.

Разработанный блок V_{abc_Meter} дает возможность уменьшить время стабилизации напряжения при динамических процессах за счет применения шестипульсного выпрямителя.

Список литературы:

- [1] Чаплыгин Е.Е. Спектральное моделирование с широтно-импульсной модуляцией. – издательство МЭИ, 2009.
- [2] Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, SimPowerSystem и Simulink. - М.: ДМК Пресс, 2007. - 288с.

DEVELOPMENT OF A BASIC POWER MODEL OF A DIESEL GENERATOR WITH A FREQUENCY CONVERTER

Gregory I. Korobko, Maksim P. Shilov

Keywords: Diesel generator, frequency converter, pulse-width modulation, pulse duration modulator.

A functional diagram of a diesel generator with a frequency converter is proposed. Based on the functional diagram in the Matlab package, a simulation model has been developed. The model allows you to explore various methods of pulse width modulation - PWM. The work presents models of a modulator of pulse duration - MDI and a three-phase voltage measurement system, which allows the formation of a voltage envelope on the load.