

УДК 621.314

Дунаев Михаил Павлович,
 д.т.н., профессор, профессор кафедры «Электропривод и электрический транспорт»,
 ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»,
 тел. 89149092499

Дунаева Янина Олеговна,
 старший преподаватель кафедры «Стратегический и финансовый менеджмент»,
 Байкальская международная бизнес-школа ФГБОУ ВО «Иркутский государственный
 университет»

Дунаев Андрей Михайлович,
 аспирант кафедры «Автоматизированные системы»,
 ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»

МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ

Dunaev M.P., Dunaeva Y.O., Dunaev A.M.

SIMULATION OF CONTROL RECTIFIER

Аннотация. В статье рассмотрена новая модель электрического статического преобразователя постоянного тока. Описаны преимущества данной модели управляемого выпрямителя.

Ключевые слова: модель, управляемый выпрямитель, статический преобразователь постоянного тока.

Abstract. The new model of DC electric static converter is considered. The advantages of control rectifiers model is described.

Keywords: model, control rectifier, DC electric static converter.

Имитационное моделирование осуществляется на персональном компьютере с использованием какого-либо из прикладных пакетов программ для проектирования полупроводниковых систем электропривода.

Наиболее удобным и хорошо зарекомендовавшим себя на практике является пакет MatLab с широко развитыми дополнениями (Toolboxes), из которых Toolbox Simulink наиболее приспособлен для синтеза и анализа различных электромеханических систем [1, 2].

Цель моделирования – изучение статических и динамических характеристик тиристорного управляемого выпрямителя (УВ), собранного по трехфазной мостовой схеме.

Схема УВ показана на рис.1. На схеме обозначены: TV1 – согласующий силовой трансформатор, VS1 - VS6 - тиристоры силовой схемы, L_d - сглаживающий дроссель, R_н - нагрузка. Импульсы управления подаются попарно на тиристоры VS1-VS2, VS2-VS3, VS3-VS4, VS4-VS5, VS5-VS6, VS6-VS1 со сдвигом 60°.

Особенность трехфазной тиристорной мостовой схемы управляемого выпрямителя в отличие от трехфазной нулевой схемы заключается в том, что в каждый момент времени открыты два тиристора, включенных

последовательно с нагрузкой. Поэтому для поддержания обоих тиристоров во включенном состоянии ширина открывающих импульсов управления должна быть не менее 60°, чтобы управляемый выпрямитель мог работать в режиме прерывистых токов, так как через каждые 60° происходит отключение одного из тиристоров управляемого выпрямителя и включение другого тиристора.

Широкие импульсы технически сложнее сформировать, чем узкие. Кроме того, широкие импульсы вызывают дополнительный нагрев.

Поэтому вместо широких импульсов используются двоякие узкие импульсы управления. Каждый тиристор через каждые 60° после основного открывающего импульса получает дополнительный импульс.

На тиристор управляемого выпрямителя дополнительный импульс поступает от предыдущего канала системы импульсно-фазового управления (СИФУ).

В настоящее время трехфазная мостовая схема управляемого выпрямителя, показанная на рис.1, получила широчайшее распространение во всем мире в силу своей простоты, универсальности и хороших энергетических характеристик [3].

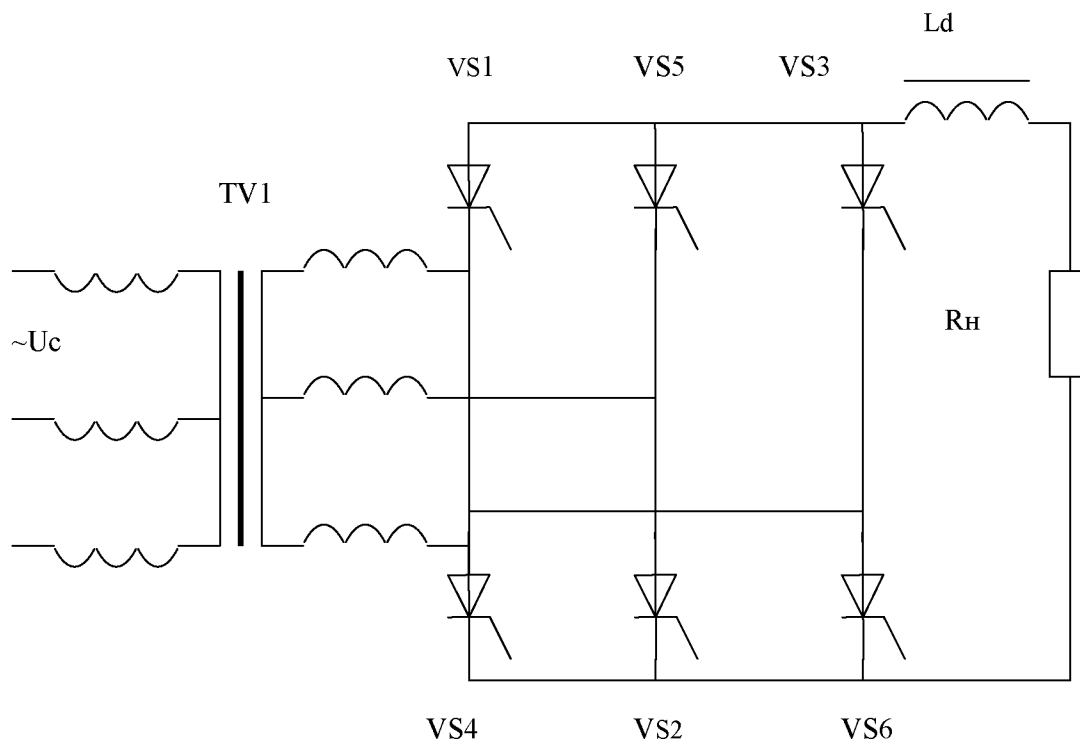


Рис. 1. Трехфазная мостовая схема УВ.

Модель трехфазной мостовой схемы управляемого выпрямителя [4] изображена на рис. 2 и предназначена для изучения статических и динамических характеристик управляемого выпрямителя.

В состав модели (рис. 2) входят: источник трехфазного переменного напряжения (блок $\sim U_c=220$ В), силовая часть трехфазной мостовой схемы УВ (блок 3 фаз. мост. УВ), система управления трехфазной мостовой схемы управляемого выпрямителя (блок СИФУ-6), задатчик напряжения управления (блок U_y), реостат нагрузки (блок R_n), электронный осциллограф (Score) и комплект контрольно-измерительных приборов (блоки $I_{\text{вых ср}}$, $U_{\text{вых ср}}$). Регулирование величины выходного напряжения (блок $U_{\text{вых ср}}$) производится путем изменения напряжения управления (блок U_y). Изменение тока нагрузки (блок $I_{\text{вых ср}}$) производится путем регулирования величины нагрузки (блок R_n).

Формы напряжения на выходе управляемого выпрямителя (в нагрузке), снятые с виртуальной модели управляемого выпрямителя (приведенной на рис. 2) при $\alpha=0^\circ$ и

$\alpha=45^\circ$, показаны соответственно на рис. 3 и рис. 4.

Выходные характеристики трехфазной мостовой схемы управляемого выпрямителя, снятые с виртуальной модели (приведенной на рис. 2) при $\alpha=0^\circ$ и $\alpha=45^\circ$, показаны на рис. 5.

Выводы.

1) Представлена новая модель трехфазной мостовой схемы управляемого выпрямителя, при управлении которой можно изменять величину выходного выпрямленного напряжения путем регулирования заданного входного напряжения управления. Это, в отличие от стандартных библиотечных моделей Simulink MatLab, позволяет вводить в модель управляемого выпрямителя различные обратные связи (по току, по напряжению, по угловой скорости двигателя и т.п.).

2) Зависимости, представленные на рис. 3, 4 и 5, позволяют судить об устойчивости функционирования виртуальной модели схемы трехфазного тиристорного мостового управляемого выпрямителя в динамических и установившихся режимах работы.

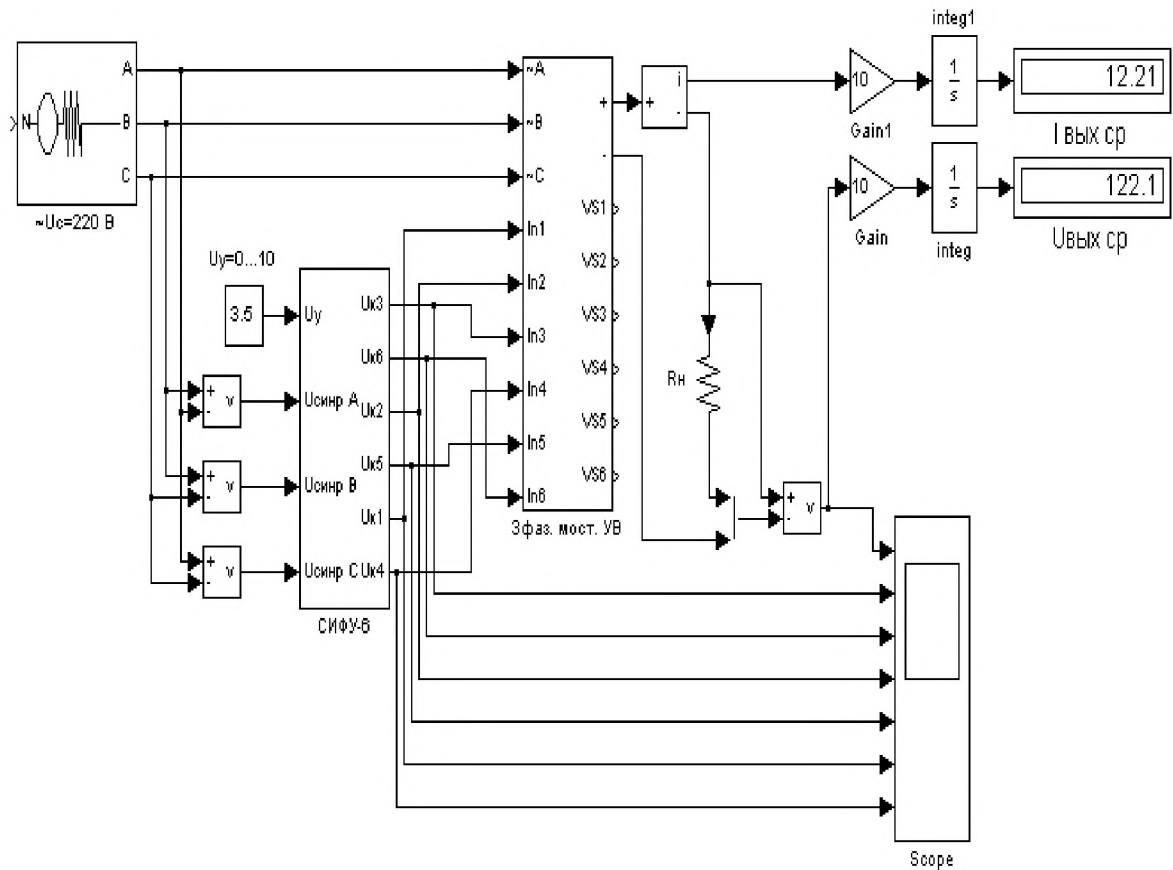


Рис. 2. Модель тиристорного управляемого выпрямителя.

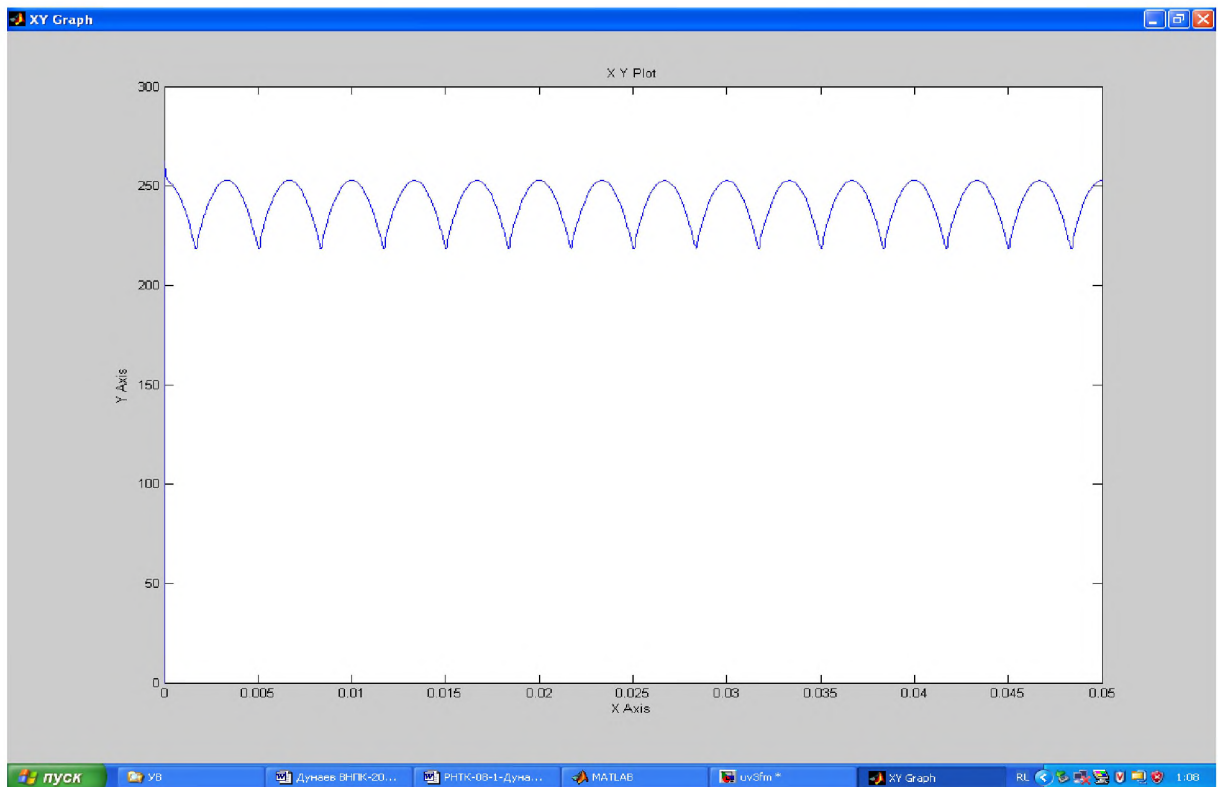


Рис. 3. Осциллограмма напряжения в нагрузке при $\alpha=0^{\circ}$.

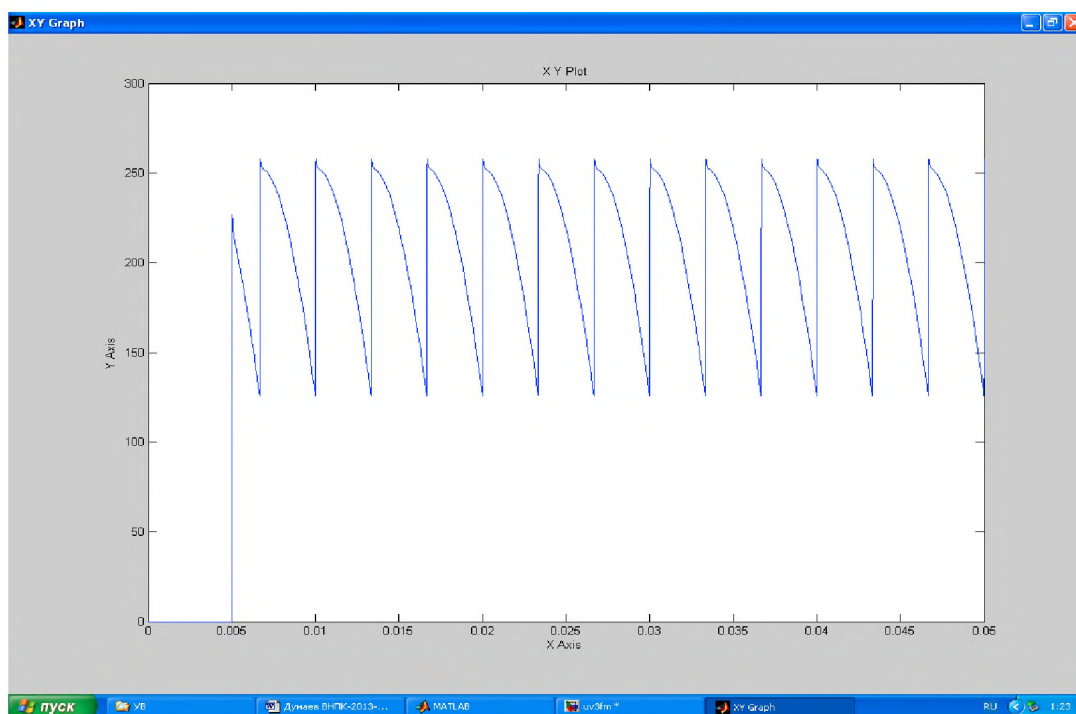


Рис. 4. Осциллограмма напряжения в нагрузке при $\alpha=45^{\circ}$.

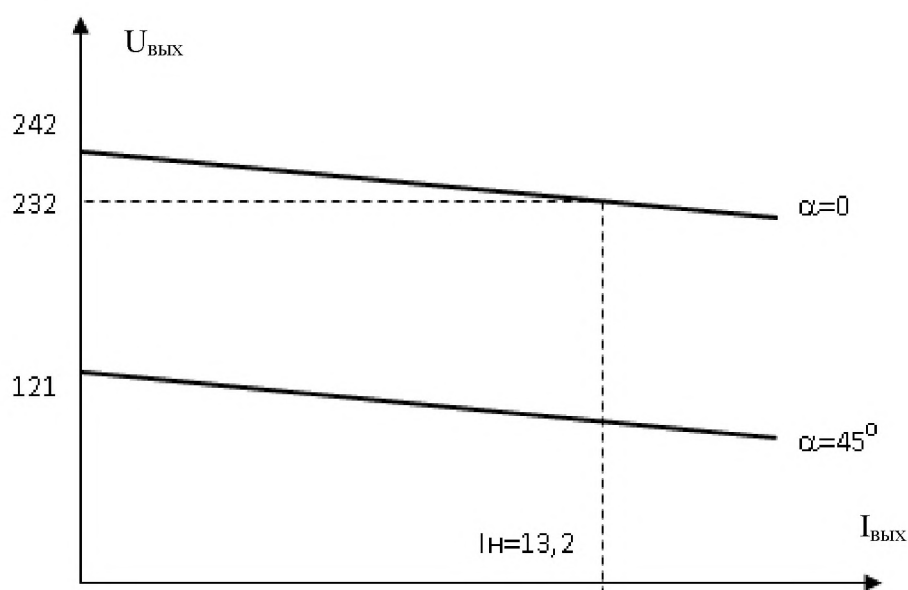


Рис. 5. Выходные характеристики УВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. 320 с.
2. Дьяконов В.П. MATLAB 6/6.1/6.5+ Simulink 4/5. Основы применения. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. 768 с.
3. Москаленко В.В. Электрический привод. – М.: Академия, 2007. 368 с.
4. Дунаев М.П. Силовые электронные преобразователи электростанций: учебное пособие / М.П. Дунаев, 2016. 116 с.