

УДК 621.383

Промышленное применение силовой электроники. Фотоэлектрические системы

Пустовойтов Александр Сергеевич, магистрант

Чернов Максим Алексеевич, магистрант

Павлов Дмитрий Олегович, магистрант

Землянский Леонид Олегович, магистрант

Александров Николай Валерьевич, магистрант

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос и направления развития силовой электроники в тандеме с возобновляемыми источниками энергии. В частности – фотоэлектрические системы. Описываются свойства и отличия.

Ключевые слова: Силовая электроника, фотоэлектрические системы, инвертор, модульный, централизованный, струнный, возобновляемые источники энергии.

Abstract. The article examines the problem and directions of development of power electronics with renewable energy sources. In particular, photovoltaic systems.

Keywords: power electronics, photovoltaic systems, inverter, modular, centralized, string, renewable energy sources.

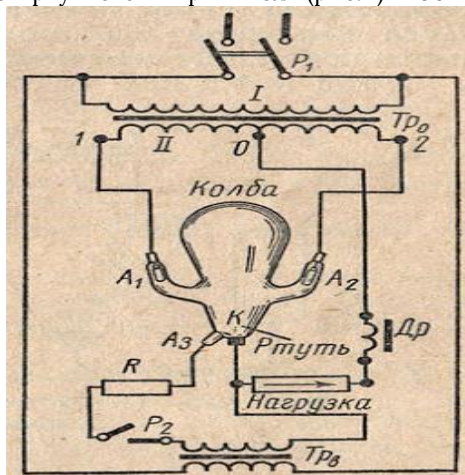
DOI: 10.5281/zenodo.4072088

С появлением первых источников электроэнергии сразу же возник вопрос о необходимости средств управления токами и напряжениями, способами их преобразования в другую форму или изменения величины.

Так появилась силовая электроника – область электроники, связанная с решением проблем управления и преобразования электрической энергии [1], [4].

Силовая электроника играет важную роль в современной электротехнике, поскольку является технологией эффективного преобразования электроэнергии.

Первым рывком в истории силовой электроники можно считать изобретение Питером Купером Хьюиттом ртутного выпрямителя (рис. 1) в 1902 году.



**Рис. 1. Принципиальная схема
ртутного выпрямителя**

Данный преобразователь стал использоваться для питания промышленных двигателей, электропоездов

и т.п., чем заменил собой громоздкие, крайне малоэффективные и дорогие роторные преобразователи.

Использовался ртутный выпрямитель вплоть до 60-70х годов прошлого века, когда были изобретены твердотельные накопители: диоды, тиристоры и другие. Что можно считать вторым рывком в истории силовой электроники.

В настоящее время в области изучения энергосистем можно выделить два ведущих направления [3]:

- 1) Использование возобновляемых источников энергии
- 2) Децентрализованная генерация энергии

Оба направления имеют специфичные проблемы, и создают задачи, требующие проектирования, разработки и оптимизации новых типов силовой электроники.

На данный момент работы по данному вопросу активно ведутся и всё совершенствуются. Но уже сейчас существуют некоторые решения.

Один из вариантов – фотоэлектрическая энергия [2]. Фотоэлектрическая энергия – энергия, получаемая из любого видимого света для преобразования в электричество.

Данный тип энергии имеет все шансы стать одним из основных возобновляемых источников энергии. Особенно учитывая тот факт, что в конструкции фотоэлектрического модуля полностью отсутствуют подвижные составные части, износ у данных систем крайне низкий.

На текущий момент имеется две использующиеся основные фотоэлектрических технологий – кристаллический (эффективность $\eta = 10 - 15\%$) и мульти кристаллический (эффективность $\eta = 9 - 12\%$) – элементы которых основаны на стандартном микроэлектронном производстве.

Обычный фотоэлектрический модуль состоит из 36 или 72 ячеек из алюминия и тефлера, соединённых

последовательно. Упрощённая электрическая схема представлена на рисунке 2.

Последовательное соединение ячеек даёт сравнительно высокое выходное напряжение.

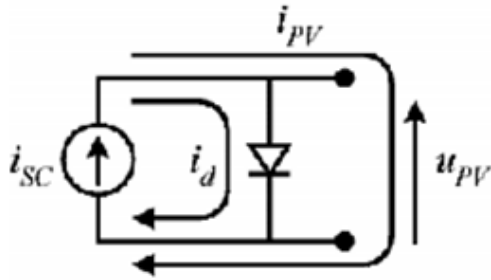


Рис. 2. Модель фотоэлемента

Силовой интерфейс для фотоэлектрических систем выполняет две задачи:

- 1) Преобразовывать генерируемое постоянное напряжение в переменный ток для сети
- 2) Контролировать выходное напряжение модуля, чтобы отслеживать точку максимальной мощности.

В недалёком прошлом широко применялись централизованные инверторы, схема представлена на рисунке 3.

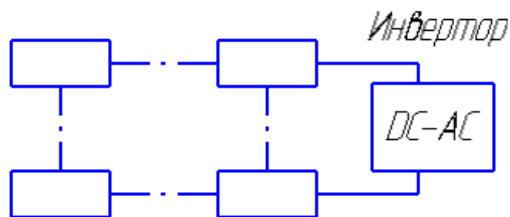


Рис. 3. Централизованная конфигурация фотоэлектрической системы

В такой системе фотоэлектрические модули подключены последовательно или/и параллельно между собой и подключены к инвертору. Такая громоздкая схема требует индивидуальной разработки под каждую установку. Что делает невозможно массовое заводское производство, и по этой причине инверторы такого типа сравнительно дорогие.

В связи с чем в настоящее время большее распространение получили струнные инверторы, схема представлена на рисунке 4.

Струнный инвертор является уменьшенной версией централизованного инвертора с одной цепочкой модулей. В данном варианте исполнения достаточно всего 15 последовательных модулей, чтобы

обойтись без повышающего трансформатора, т.к. входное напряжение будет достаточно высоким. Помимо этого, в струнном инверторе отсутствуют потери, связанные с цепными диодами, и для каждой цепочки используется свой МРРТ контроллер. За счёт этих двух аспектов, общая эффективность струнной конфигурации выше, чем у централизованной.

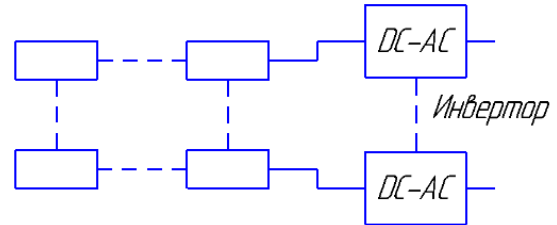


Рис. 4. Струнная конфигурация фотоэлектрической системы

На данный момент перспективной в будущем технологией является модульный инвертор, схема представлена на рисунке 5.

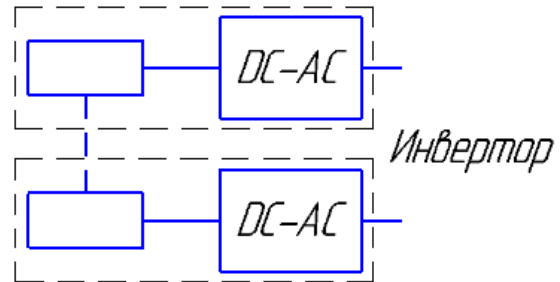


Рис. 5. Модульная конфигурация фотоэлектрической системы

Модульный инвертор является развитием струнного, в котором каждая струна соединяется со своим собственным преобразователем. Главное преимущество в том, что каждый новый модуль можно подключить к существующей платформе. Таким образом достигается высокая гибкость в применении.

В заключении можно сказать следующее – силовая электроника играет ключевую роль в развитии возобновляемых источниках энергии, и работы в этом направлении активно ведутся. За счёт небольших, но планомерных шагов существующие решения приближаются к тому, чтобы обеспечить нас экономичным, надёжным и устойчивым электроснабжением.

Литература:

1. Розанов Ю.К. Силовая электроника: учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчинский, А.А. Кваснюк // Изд. Стереотип. – М.: Издательский дом МЭИ, 2016. – 632 стр.
2. Тремясов В.А. Фотоэлектрические и гидроэнергетические установки в системах автономного электроснабжения : монография / В.А. Тремясов, К.В. Кенден – Красноярск : Сиб. Федер. Ун-т, 2017. – 208 с.
3. Сибикин Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин // Изд. Стереотип. – М.: Издательский дом Москва-Берлин, 2014. – 228 с.
4. Розанов Ю.К. Силовая электроника. Эволюция и применение : учебное пособие / Ю.К. Розанов // Издательский дом Фирма Знак, 2018. – 140 с.