

**Мамарасулова Таджиниса Сагатовна**

доц., ТГТУ, Ташкент

**Рафикова Гулнора Рихситиллаевна**

доц., ТГТУ, Ташкент

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ РЕГУЛЯТОРОВ МОЩНОСТИ**

**Аннотация:** Данная работа исследует эффективность применения цифровых регуляторов мощности в современных системах управления энергетическими процессами. Авторы анализируют основные преимущества и вызовы, связанные с внедрением цифровых регуляторов, а также рассматривают их влияние на стабильность, точность и экономичность систем электропитания. Результаты исследования способствуют пониманию перспектив использования цифровых технологий в области регулирования мощности и оптимизации энергетических процессов.

**Ключевые слова:** регулятор, тиристор, оптопара, импульсный источник, симистор.

**Цифровые регуляторы мощности** – устройства, используемые для плавного изменения этого параметра при эксплуатации ламп освещения, паяльников, электронагревателей и иных приборов, питаемых от сети переменного тока и не нуждающихся в хорошей синусоиде напряжения.

По способу коммутации существуют регуляторы с коммутацией при переходе тока через ноль и с фазовым управлением. Последние эффективны для изменения яркости освещения, а также для индуктивной и резистивной нагрузки. Регуляторы другого типа в основном используются в инерционных нагревательных системах, где задействованы ТЭНы.

По типу силовых элементов различают два типа устройств:

- симисторные – как правило используются в приборах до 100А;
- тиристорные – применяются в сильноточных устройствах.



Управляющая схема может быть двух видов: аналоговые и цифровые регуляторы. Последние выполнены с микропроцессорным управлением и имеют множество изменяемых параметров и функций. Все представленные модели используют современные высокопроизводительные микропроцессоры и обеспечивают отличную стабильность работы.

Цифровой тиристорный регулятор мощности Impuls - это современное электронное устройство на базе микропроцессора, предназначенное для изменения мощности в нагрузке, питаемой от сети переменного тока.

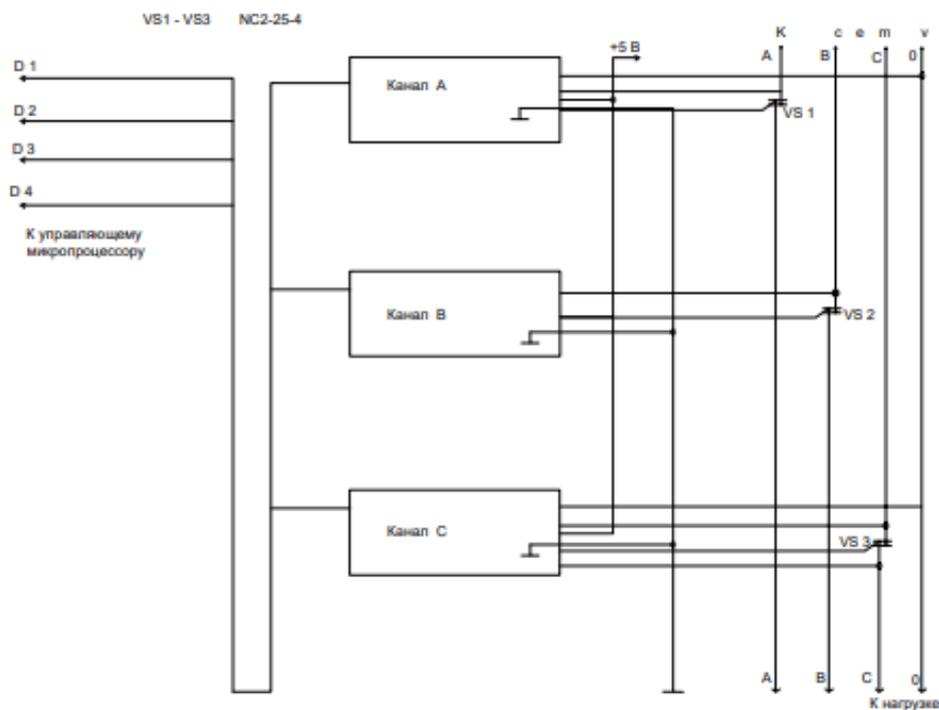
Цифровой регулятор мощности - универсальный прибор с возможностью индикации и выбора всех параметров из меню. Высокие характеристики обеспечиваются за счет высокопроизводительного микропроцессора.

Широкий набор функций позволяет использовать регулятор мощности в различных областях - на производстве, в научной-исследовательской области, в малом и среднем бизнесе.

Это устройство предназначено для фазового регулирования мощности в трехфазных электротепловых установках. Допустимая мощность нагрузки в первую очередь зависит от мощности коммутирующих элементов регулятора. С наименьшим успехом он может работать и в однофазных сетях, а также с нагрузкой меньшей мощности. Особенность регулятора состоит в том, что значение угла управления может быть задано в цифровом виде; иными словами, мощностью нагрузки может управлять микропроцессор.

В регуляторе использован импульсный метод регулирования коммутирующими элементами - симметричными тиристорами. Время фазового регулирования определяет число разрядов в счетчике узла управления и период сетевого напряжения.





**Рис. 2.** Структурная схема трехфазного варианта регулятора

Применение современной схемотехники с использованием простых оригинальных решений на традиционной элементной базе и на новых малогабаритных микросхемах позволяет изготовить компактные и удобные в эксплуатации регуляторы большой мощности.

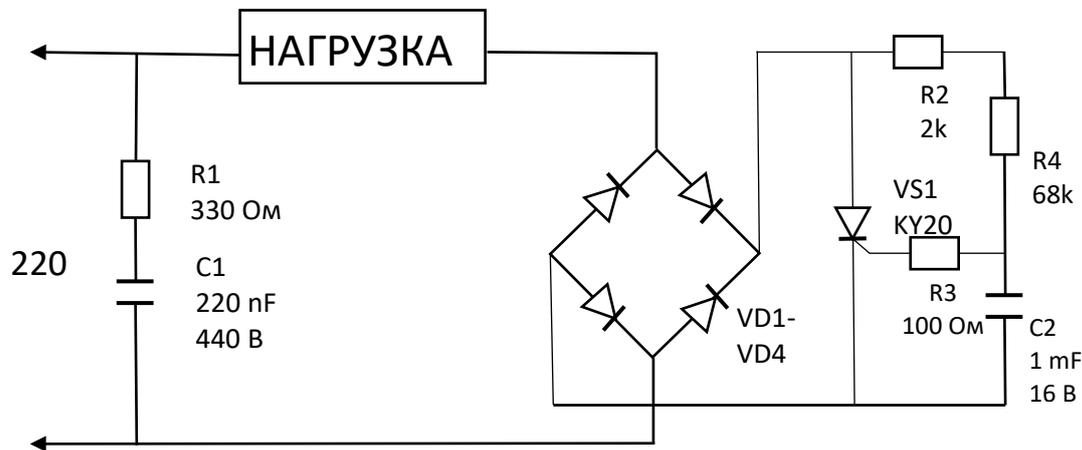
Электронные регуляторы мощности нагрузки в настоящее время широко используются в промышленности и быту для плавного регулирования скорости вращения электродвигателей, температуры нагревательных приборов, интенсивности освещения помещений электрическими лампами, установки необходимого сварочного тока, регулировки зарядного тока аккумуляторных батарей и т.п. Раньше для этого использовались громоздкие трансформаторы и автотрансформаторы со ступенчатым или плавным переключением витков их обмоток, работающих на нагрузку. Электронные регуляторы более компактны, удобны в эксплуатации и имеют малый вес при значительно большей мощности. В основном, исполнительными элементами электронных регуляторов мощности переменного тока являются: тиристор, симистор и оптотиристор, управление последним осуществляется через встроенную в него



оптопару, устраняющую гальваническую связь между схемой управления и питающей электросетью.

Самым простым и широко используемым регулятором мощности был регулятор на тиристоре, включенном в диагональ диодного моста и с простой схемой управления (рис.2). Принцип работы этого регулятора очень простой пока конденсатор  $C2$  заряжается через  $R2$  и  $R4$ , тиристор заперт, при достижении на  $C2$  напряжения отпирания тиристор открывается и пропускает ток в нагрузку, а  $C2$  быстро разряжается через низкое сопротивление открытого тиристора. При переходе синусоидального напряжения сети через ноль тиристор запирается и ждет нового повышения напряжения на  $C2$  Чем больше времени заряжается  $C2$ , тем меньше времени тиристор находится в открытом состоянии и меньше ток в нагрузке. Чем меньше величина  $R4$ , тем быстрее заряжается  $C2$  и больше ток пропускается в нагрузку. Достоинством этой схемы является то, что независимо от параметров исправного тиристора положительные и отрицательные импульсы тока в нагрузке всегда симметричны, а также наличие только одного тиристора, которые при их появлении были дефицитом. Недостатком является наличие четырех мощных диодов, что вместе с тиристором и охладителями существенно увеличивает габариты регулятора. Более компактными и в два раза более мощными являются регуляторы мощности на включенных встречно-параллельно тиристорах. На двух тиристорах КУ202Н с простой схемой управления получается регулятор мощности нагрузки до 4 кВт, которая длительно используется автором в калорифере повышенной мощности.





**Рис. 2.** Регулятор мощности на тиристоре

Применение цифровых тиристорных регуляторов в различных отраслях для контроля силы тока, напряжения и мощности

### **Механика**

- Экструдеры
- Термоусадочные туннели
- Пластиковое производство

### **Разработка печей**

- Проектирование печей
- Камеры сушки
- Металлургические печи

### **Стекольная промышленность**

Тиристорные регуляторы мощности могут быть использованы в различных отраслях где есть:

- Нагрев
- Плавка
- Сушка
- Сгибание
- Формование

Управление импульсными источниками питания (SMPS) традиционно осуществлялось в аналоговой области. В последние годы недорогие,



высокопроизводительные контроллеры цифровых сигналов (DSC), такие как dsPIC33 DSC от Microchip, открыли множество возможностей для разработки цифровых источников питания. Внедрение цифровых технологий в приложения для преобразования энергии дает много преимуществ. Реализация сложных топологий преобразования мощности, таких как резонансные и квазирезонансные преобразователи. Цифровое управление полностью поддерживает эти передовые топологии, включая полный мост со сдвигом фазы и LLC-резонансные преобразователи для достижения очень высокой эффективности и удельной мощности. В результате цифровое управление предоставляет множество возможностей для оптимизации эффективности источников питания во всем диапазоне работы.

Управление импульсными источниками питания (SMPS) традиционно осуществлялось в аналоговой области. В последние годы недорогие, высокопроизводительные контроллеры цифровых сигналов (DSC), такие как dsPIC33 DSC от Microchip, открыли множество возможностей для разработки цифровых источников питания. Внедрение цифровых технологий в приложения для преобразования энергии дает много преимуществ. Реализация сложных топологий преобразования мощности, таких как резонансные и квазирезонансные преобразователи. Цифровое управление полностью поддерживает эти передовые топологии, включая полный мост со сдвигом фазы и LLC-резонансные преобразователи для достижения очень высокой эффективности и удельной мощности. В результате цифровое управление предоставляет множество возможностей для оптимизации эффективности источников питания во всем диапазоне работы.

### **Литература:**

1. Малков, Б. Б. Стабилизатор переменного напряжения Текст. / Б. Б. Малков, Ю. Н. Сухарев, Л. А. Ветчанин, В. В. Юдин // Приборы и техника эксперимента. 1987. - № 4. - С. 210-211.



2. Юдин, В. В. Оптимизация выбора технико-экономических решений Текст. / В. В. Юдин, А. В. Кузнецов // Гагаринские чтения: мат. XXVI Междунар. науч. конф.: в 2 ч. М.: РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2000. - Ч. 1. -С. 156.

3. Кузнецов, А. В. Критерии развития технических объектов Текст. / А. В. Кузнецов; Рыбинская государственная авиационная технологическая академия.-Рыбинск, 1999.-21 с. Деп. в ВИНТИ 10.11.1999, № 3317-В99.

4. Евпланов, А. И. Резервы энергосбережения в тяжелом машиностроении Текст. / А. И. Евпланов, В. Ф. Круштин. М.: Машиностроение, 1989. - 15 с.

5. Батищев, Д. И. Принятие оптимальных решений в экономических исследованиях Текст. / Д. И. Батищев. Горький: Горьковский госуниверситет, 1982.- 108 с.

6. Рыбин, В. И. Планирование эффективности и интенсификации производства в машиностроении Текст. / В. И. Рыбин. Л.: Машиностроение. Ленинград, отд., 1989. — 128 с.

7. Крюков, А. В. Экономические проблемы ресурсосбережения Текст. / А. В. Крюков // Вопросы экономики. 1986. - № 4. - С. 106 - 115.

8. Белоглазов, А. А. Использование метода усреднения при оптимизации технических объектов Текст. / А. А. Белоглазов, А. В. Юдин, А. В. Кузнецов;

9. Рыбинская государственная авиационная технологическая академия. - Рыбинск, 2001. 39 с. - Деп. в ВИНТИ 04.07.2001, -№ 1583-В2001.

10. Гурин, Я. С. Проектирование серий электрических машин Текст. / Я. С. Гурин, Б. И. Кузнецов. М.: Энергия, 1978. - 480 с.

11. Кузнецов, А. В. Некоторые аспекты экономико-математической оптимизации технических объектов Текст. / А. В. Кузнецов; Рыбинская государственная авиационная технологическая академия. Рыбинск, 2000. - 14 с. - Деп. в ВИНТИ 12.10.2000, № 2612-В00.

12. Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического регулирования Текст. / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. М.: Наука, 1975. - 768 с.

