

Рафикова Гулнора Рихситиллаевна

доц., ТГТУ, Ташкент

Мамарасулова Таджиниса Сагатовна

доц., ТГТУ, Ташкент

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ РЕГУЛЯТОРОВ МОЩНОСТИ ПРИ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Аннотация: Данное исследование посвящено оценке эффективности применения цифровых регуляторов мощности в контексте управления электропотреблением промышленных предприятий. Авторы проводят анализ влияния цифровых технологий на оптимизацию энергопотребления, повышение эффективности производственных процессов и снижение затрат. Работа включает в себя изучение технических аспектов внедрения цифровых регуляторов, а также оценку экономических выгод и устойчивости систем управления энергопотреблением на промышленных объектах. Результаты исследования предоставляют практические рекомендации для повышения эффективности энергетических систем на промышленных предприятиях.

Ключевые слова: цифровой регулятор, тиристор, алгоритм, логический контроллер.

Цифровой регулятор мощности-универсальное устройство с возможностью отображения и выбора всех параметров из меню. Высокая производительность обеспечивается высокопроизводительным микропроцессором.

Широкий спектр функций позволяет использовать регулятор мощности в самых разных сферах - на производстве, в сфере НИОКР, в малом и среднем бизнесе.

Цифровой регулятор мощности делится на 2 типа:



- симисторные – как правило используются в приборах до 100А;

- тиристорные – применяются в сильноточных устройствах.

Цифровой тиристорный регулятор мощности-это современное микропроцессорное электронное устройство, предназначенное для изменения мощности на нагрузке, работающей от переменного тока.

Управление мощностью-одна из наиболее актуальных задач, связанных с управлением различными технологическими процессами (поддержание температурного режима электропривода металлообрабатывающих станков, сушки, обжига, спекания, плавки и др.). Такие требования к устройствам управления питанием, как энергетические характеристики, Диапазон регулирования, степень включенных искажений, возможность реализации сложных алгоритмов в автоматизированных системах, определяют актуальность использования цифровых регуляторов мощности (CRM) в Печах сопротивления.

В современной промышленности предъявляются повышенные требования к точности контроля температуры (для точных измерений она составляет $\pm 0,3$ °С и выше), что связано с режимом контроля мощности. При этом должна быть обеспечена погрешность цифровых систем до 0,001% от максимального значения, а также возрастает роль дифференциальной нелинейности $сгм$.

Вопросы практического использования цифровых регуляторов разработал принципы построения цифровых регуляторов и стабилизаторов Миловзоров В. Р. и Мусолина А. К., а также разработал метод комбинированных матриц (Мом) для анализа электромагнитных схем Юдина В. В. и принципы построения цифровых преобразователей переменного напряжения.

Предлагаемая работа является дальнейшим развитием этого направления исследования.

В настоящее время известны прецизионные ЦРМ, обладающие широкими функциональными возможностями. Их применение в системах регулирования технологических процессов оправдано удобством сопряжения со средствами



цифровой вычислительной техники и возможностью реализации широкого класса алгоритмов управления.

Регулятор мощности (тиристорный регулятор мощности) представляет собой электронную схему, позволяющую изменять подводимую к нагрузке мощность путём задержки включения тиристора на полупериоде переменного тока.

Тиристорный регулятор мощности состоит из двух параллельно включенных силовых тиристорov, изолированного радиатора и электроники управления. Регуляторы мощности содержат ограничитель тока и специальные алгоритмы для кремниевых и карбидных нагревательных элементов. Микропроцессорное управление гальванически полностью отделено от силовой схемы.

Ключевым компонентом данной схемы является тиристор, открывающийся при появлении сигнала на управляющем электроде, при этом, чем больше задержка включения, тем меньшая мощность поступает в нагрузку.

Регулирование может осуществляться по одному из двух методов: фазовое управление (изменение фазового угла открытия тиристорov) или управление с коммутацией при переходе тока через ноль (исключение полных периодов напряжения).

Тиристорные регуляторы мощности могут применяться совместно с такими управляющими элементами, как программируемые логические контроллеры (ПЛК), терморегуляторы, регуляторы влажности в системах автоматического поддержания заданного параметра (например, температуры, влажности, освещения, тока и т.д.), и могут автономно работать посредством ручного задания выходной мощности в нагрузке.

Тиристорные регуляторы мощности используются во всех отраслях промышленности, где необходимо управлять большими активными и индуктивными нагрузками.



Например, они широко применяются в процессах нагрева, сушки, плавления, формовки, в промышленных печах, экструдерах, при переработке пластмасс, на транспорте, и тд.

В настоящее время генераторные установки стали использоваться на современных предприятиях (генераторы со встроенными в них регуляторами напряжения), в которых регуляторы напряжения выполняются на цифровой базе и обладают расширенными функциональными возможностями.

Преимущества применения ТРН основаны на конструктивных особенностях изделия:

- блочно-модульная схема ТРН доступна при наладке и обслуживании и более того, допускает замену блоков без дополнительной регулировки;

- защита настроек ТРН исключает последствия вмешательства или несанкционированного отключения сети;

- дистанционное управление ТРН допускает раздельное регулирование в фазах (группы нагревателей, линии освещения и т.д.);

- пуско-наладочные работы с ТРН доступны электромонтеру средней квалификации, выполняющему требования Правил техники безопасности в электроустановках до 1000 В.

- два метода управления тиристорами – фазоимпульсный и числоимпульсный;

- возможность встраивания в действующие на предприятиях системы автоматизации с использованием RS-232, RS-485, поддерживает протокол ModBus;

- возможность работы в «грязных» питающих электросетях, где качество электроэнергии не соответствует нормам ГОСТ 13109-97;

- применение металлических шкафов с различной степенью защиты (IP).



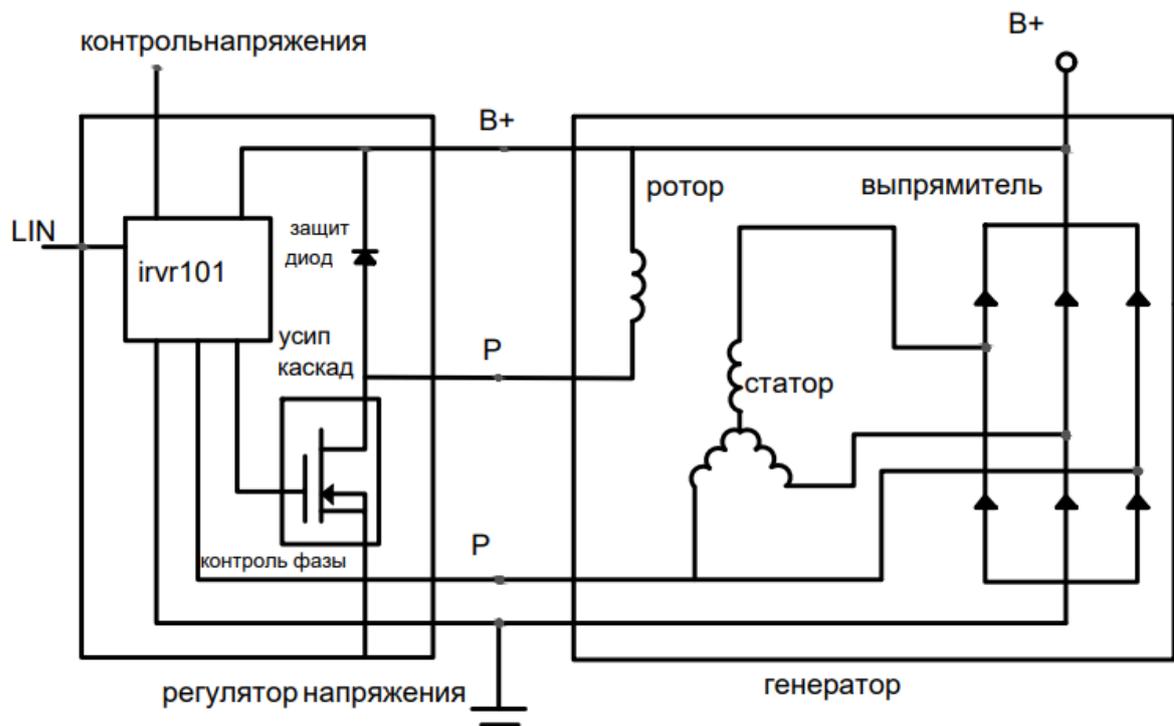


Рис. 1. Система электроснабжения с цифровым регулятором напряжения, имеющим расширенные функциональные возможности

В представленной системе электроснабжения регулятор напряжения выполнен на цифровой элементной базе по толсто пленочной технологии гибридных интегральных схем.

Он состоит из интегральной микросхемы *irvr101*, усилительного каскада на полевом транзисторе, гасящего диода (на схеме защитного диода), пассивных элементов.

Приведем некоторые области применения ЦР

Металлургия

- Регулирование скорости проката
- Регулирование размеров проката
- Регулирование диаметра труб

Химическая промышленность

- Регулирование дозировок
- Регулирование продукта по хим. анализу



Авиационная, автомобильная промышленность

1. Регулирование скорости, нагрузки, момента при испытаниях двигателей
2. Регулирование нагрузок при испытаниях на прочность конструкции

Энергетика

- Регулирование частоты
- Регулирование скорости турбины

Текстильная и бумажная промышленность

- Регулирование скоростей привода

Металлообрабатывающая промышленность

- Програмное управление станками

Любое электрооборудование имеет максимальный ресурс (срок службы), если отклонения (колебания) напряжения питающей сети ограничены допустимыми границами. Таким образом, для эффективного управления электрической нагрузкой должны применяться законы постоянного регулирования, отраженные в бесконтактных устройствах – тиристорных регуляторах напряжения (ТРН). Основными требованиями при разработке оборудования были необходимость иметь гибкую конфигурацию, решать различные задачи регулирования и ограничения электрической нагрузки питающей сети, а также обеспечивать необходимую точность поддержания физического параметра (например, температуры).

В ТРН реализованы два метода управления тиристорами – фазоимпульсный и числоимпульсный.

Разработанный ТРН предназначен для плавного ручного или дистанционного (автоматического) регулирования активного напряжения при активной нагрузке в стандартной сети напряжением 220/380 В с частотой 50 Гц. Основное применение-управление отопительными приборами различного назначения, а также осветительными приборами с лампами накаливания. ТРН обеспечивает плавное регулирование напряжения на каждой фазе по отдельности (или вместе) в % от номинального входного напряжения. Эта функция выполняется вручную или дистанционно с помощью кнопок на



панели управления ТРН или поворотной кнопки. Принцип работы трн-регулятора основан на изменении угла раскрытия силовых тиристорov, величина которого определяется величиной внешнего управляющего сигнала (4...20 мА), подается на вход ТРН.

Заключения. Ниже мы рассмотрим преимущества цифровых регуляторов мощности перед аналоговыми. Таким образом, мы можем сделать вывод о преимуществах использования регуляторов мощности в промышленности.

Характеристика	Аналоговый	Цифровой
Принцип работы	Релейный или сервоприводной	Симисторный или тиристорный
Производительность	Хуже	Лучше
Гибкость управления и настройки	Стандартная система – одна или несколько поворотных ручек, рычагов или кнопок	Есть ЖК-экран, больше кнопок
Контроль выходной мощности	Менее точный (к примеру, установка рычага напротив нужного показателя шкалы)	Более точный (можно ввести значение вручную или хотя бы контролировать его на ЖК-дисплее)
Система ограничения тока	Одноразовые предохранители (быстро срабатывают, но их	Электронный ограничитель (иногда срабатывает медленнее предохранителей,



Характеристика	Аналоговый	Цифровой
	нужно заменять)	особенно у бюджетных моделей, зато не нуждается в замене)
Автоматизация управления	Нет	Есть (можно настроить по своему усмотрению под конкретную задачу и не «крутить ручки» каждый раз)
Система аварийного оповещения	Есть, но нечасто	Есть, но не всегда

Аналоговые регуляторы для своей реализации требуют применения более сложных блоков памяти, чем цифровые регуляторы. В целом на предприятиях России, Южной Осетии, Казахстана, Узбекистана установлено более 1500 регуляторов ТРН различных мощностей и модификаций. Применение описанных тиристорных регуляторов напряжения позволяет отказаться от громоздких релейно-контакторных схем управления, сократить время простоя оборудования из-за поломок, увеличить производительность и повысить качество выпускаемой продукции.

Литература:

1. Арсентьев О. В., Душечкин Д. К., Тюрин М. Д. Частотно-регулируемый электропривод центробежных насосов перекачивающей станции // Вестник Ангарского государственного технического университета. — 2016. — № 10. — С. 17–21.
2. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети. — М.: Энергоиздат, 2009. — 472 с. Я



3. Иванов К. В. Частотно-регулируемый электропривод насосного оборудования: способы повышения устойчивости при нарушениях электроснабжения (на примере Приуфимской ТЭЦ) // Студент и аграрная наука. Материалы IX студенческой научной конференции. — Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2015. — С. 218–222.

4. Липковский, К. А. Трансформаторно-ключевые исполнительные структуры преобразователей переменного напряжения Текст. / К. А. Липковский. Киев: Наукова думка, 1983. - 216 с.

5. Миловзоров, В. П. Дискретные стабилизаторы и формирователи напряжения Текст. / В. П. Миловзоров, А. К. Мусолин. М.: Энергоатомиздат, 1986.-248 с.

