

## ФАЗОВЫЙ РЕГУЛЯТОР МОЩНОСТИ С МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Черных А.А.

Научный руководитель: Тутов И.А., ассистент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: [russk1j@mail.ru](mailto:russk1j@mail.ru)

### Введение

В системах автоматизированного управления, в быту зачастую необходимо использовать регулировку мощности, подаваемую на нагрузку.

Так как в основном нагрузка в виде бытовых приборов и различных автоматизированных систем работает от сети переменного тока, задача несколько усложняется, в сравнении с регулировкой мощности нагрузки, работающей на постоянном напряжении. В случае работы нагрузки на постоянном напряжении применяют широтноимпульсную модуляцию (ШИМ), и изменяя скважность соответственно изменяется и мощность, подаваемая на нагрузку. Если использовать управление с помощью ШИМ для регулировки мощности в сети переменного тока, ключ через который регулируем сигнал (например симистор) будет открываться и пропускать в нагрузку куски синусоиды, имеющие разную мощность. В итоге плавного регулирования не получится, а будет беспорядоченный сигнал на выходе.

В данной работе рассмотрим особенности и способы регулировки фазным методом, а также реализацию одного метода.

### Виды фазовых регуляторов мощности и способы

Выделяют два основных вида регуляторов мощности в сети переменного тока, каждый из которых имеет свои плюсы и недостатки.

Многие тиристорные регуляторы мощности используют принцип фазового управления. Принцип работы таких регуляторов основан на изменении момента включения тиристора относительно перехода сетевого напряжения через ноль. На рисунке 1 на верхнем графике показано сетевое напряжение, а на среднем - напряжение на нагрузке, подключенной к регулятору с фазовым управлением.

Из графика видно, что коммутация тиристора происходит при ненулевом значении сетевого напряжения, что вызывает резкое изменение тока в нагрузке, и, как следствие, высокий уровень радиопомех. Такие регуляторы должны иметь в своём составе LC-фильтры.

Существует другой метод регулировки мощности, основанный на принципе подачи на нагрузку нескольких полупериодов сетевого напряжения с последующей паузой (нижний график на рисунке 1). Преимуществом таких

регуляторов является то, что моменты коммутации тиристора совпадают с моментами перехода сетевого напряжения через ноль, поэтому уровень радиопомех резко снижен. Применение микроконтроллера позволило использовать для равномерного распределения импульсов алгоритм Брезенхема. Однако у таких регуляторов есть недостаток – пониженная частота коммутации тока в нагрузке в сравнении с фазовым управлением. Как следствие такие регуляторы непригодны для управления лампами накаливания, так как у них относительно низкая частота коммутации нагрузки, что приведет к значительному мерцанию.

Поэтому регулятор мощности, основанный на пропуске части полупериода предпочтительнее, так как будет плавнее изменять мощность, и соответственно его использование более широкое (универсален). Для защиты сети от помех будет использован сетевой LC-фильтр.

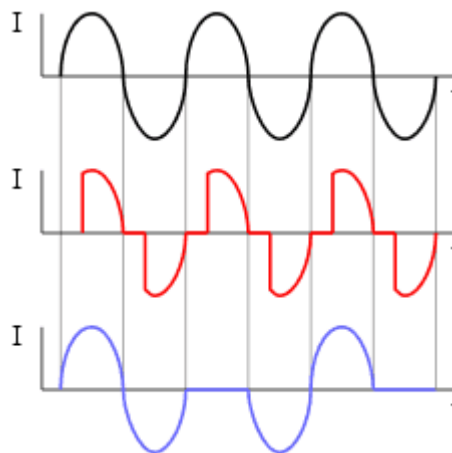


Рис.1. Графики напряжения

### Принцип работы устройства

Регулятор предназначен для работы с активной нагрузкой, подключаемой к сети напряжением 220 В.

Для определения начала каждой полуволны (и отрицательной и положительной) подключаем оптопару через диодный мост. Таким образом, на выходе детектора нуля получаем короткие положительные импульсы в момент, когда напряжение в сети проходит через 0.

Сигнал с детектора нуля можно подключаем на вход внешнего прерывания, чтобы определять начало новой полуволны, а дальше открывать симистор на необходимое время. Изменяя

значение задержки таймера двумя кнопками, подключенные к входам микроконтроллера, соответственно изменяем задержку открытия симистора после начала полуволны. Чем больше задержка, тем меньшая часть полуволны будет пропущена на нагрузку и соответственно получаем меньшую мощность.

Зная частоту тактирования микроконтроллера, можем и подсчитать задержку. При частоте сетевого напряжения 50 Гц время полупериода составит 0,01 сек. То есть, если мы откроем симистор на 0,005 сек, мы пропустим половину полуволны и мощность составит 50%. Если откроем симистор без задержки, то пропустим всю полуволну, и выходная мощность составит 100%. Для отпирания симистора на его управляющий электрод подаётся напряжение через оптосимистор относительно условного катода на время, не превышающее остаток времени завершения периода сетевого напряжения, для того, чтобы симистор успел закрыться до перехода через ноль полуволны. На рисунке 4 приведена электрическая принципиальная схема регулятора.

Таймер будет работать (тактироваться) от внутреннего генератора импульсов.

#### Элементная база и сборка регулятора

Для реализации данного проекта были использованы:

1. Микроконтроллер ATmega8 (Рис.2);
2. Симистор ВТА12-600BRG 12А (Рис.3);
3. Диодный мост DF005M 50V 1A;
4. Оптосимистор МОС3022;
5. Оптопара;
6. Сопротивления 220 Ом – 10 кОм;
7. Две кнопки.



Рис.2. AVR микроконтроллер ATmega8



Рис.3. Симистор ВТА12-600BRG

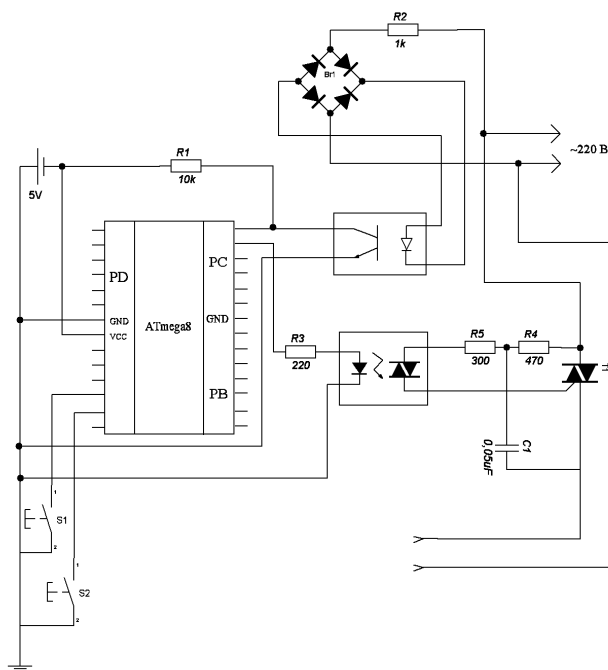


Рис.4. Электрическая принципиальная схема регулятора

#### Заключение

Регулятор универсален, что дает возможность применить его как в быту, так и в промышленности. Наличие микроконтроллерного управления позволяет быстро перенастроить систему, что обуславливает гибкость устройства. Данный регулятор планируется использовать для поддержания заданной температуры. Будет подключен дисплей, датчик температуры и реализован ПИД регулятор.

#### Литература

1. Лебедев М.Б. CodeVisionAVR пособие для начинающих. – Москва, издательский дом “Додэка – XXI”, 2008. – 594с.
2. Электронная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org> Режим доступа: свободный (дата обращения: 28.01.2014).
3. Сайт: Радиоэлектроника. Микроконтроллеры. Программирование. [Электронный ресурс]. URL: <http://mega-avr.ucoz.ru> Режим доступа: свободный (дата обращения: 25.01.2014)
4. Datasheet на микроконтроллер ATmega8.