

УПРАВЛЕНИЕ СЕТЕВЫМ ПИТАНИЕМ С ПОМОЩЬЮ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА PIC10F204 И СИМИСТОРА

В большей части нагревательных приборов и электроплит применяются механические термостаты — устройства, обеспечивающие требуемый температурный режим путем периодического включения нагревательного элемента. Механический термостат — дешевое решение, но калибровать его можно только на этапе производства, он плохо работает при низком уровне регулирования, к тому же точность регулирования низкая. И, наконец, число механических деталей его велико. Поэтому несомненный интерес представляет электронный регулятор, выполненный на основе микроконтроллера PIC10F204 в шестивыводном корпусе SOT-23 — новинки компании Microchip Technology. Током через нагревательный элемент управляет симистор. Для питания микроконтроллера используется бестрансформаторный источник. Электронный термостат на основе flash-микроконтроллера имеет ряд удобных функций: светодиодный индикатор состояния, автоматическое отключение питания и другие. К тому же такая система может управлять и яркостью ламп накаливания.

МЕХАНИЧЕСКИЙ ТЕРМОСТАТ

Механический термостат, используемый в электроплитах и нагревателях с резистивным нагревательным элементом, работает следующим образом. При нагреве между двумя проводниками с помощью биметаллической пластины устанавливается электрический контакт. Коммутируемый ток протекает через биметаллическую пластину, вызывая ее нагрев, по достижении определенной температуры пластина изгибается, и соединение размыкается. После размыкания пластина остывает, и цикл повторяется. Для управления частотой повторения циклов нагрева используется специальный винт, с помощью которого регулируется сила сжатия контактов. Обычно на головке винта имеется ручка для выставления температуры или мощности. Ясно, что такая установка не может быть точной. Кроме того, в процессе работы вследствие постоянного температурного расширения-сжатия изнашиваются как сами контакты (обгорают), так и биметаллическая пластина. Все это сильно сказывается на долговечности металлических термостатов.



А.Сафронов
Safronov@gamma.spb.ru

ПРИНЦИП РАБОТЫ СИМИСТОРА

Симистор — полупроводниковый элемент с тремя выводами (двумя силовыми и одним управляющим), предназначенный для коммутации нагрузки в сети переменного тока. Для управления режимом работы симистора используется низковольтный сигнал, подаваемый на его управляющий электрод. При подаче напряжения на этот электрод симистор открывается и пропускает ток (рис.1). Каждый квадрант на рис.1 соответствует определенному режиму работы симистора: QI, QII и QIII — рабочие квадранты, QIV — запрещенный. В этом квадранте симистор может выйти из строя, и для сохранения его рабочего состояния используются специальные схемы защиты. Возможна работа только при отрицательных уровнях управляющего напряжения, т.е. в квадрантах QII и QIII. Следует заметить, что в настоящее время многие производители полупроводниковых приборов освоили производство так называемых трехквадрантных симисторов, у которых случайный переход в квадрант QIV невозможен.

Поскольку работой симистора управляет не уровень напряжения, а ток, возможно его подключение непосредственно к выводу микроконтроллера, ток которого может достигать 25 мА. Симистор остается в открытом состоянии до окончания полупериода коммутируемого напряжения. При переходе напряжения через нуль симистор закрывается — он оказывается в другом квадранте, и чтобы его открыть требуется следующий управляющий импульс.

ФАЗОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Мощность, подводимая к нагрузке, может регулироваться за счет управления фазой через симистор (рис.2). Метод аналогичен широтно-импульсной модуляции и заключается в пропуске части симистором части полупериода сетевого напряжения. Ток нагрузки пропорционален интегралу от полученного сигнала. Этот режим используется в регуляторах освещенности — диммерах. Яркость свечения лампы пропорциональна площади под обрезанной синусоидой. Достоинство метода — равенство частоты пульсаций на нагрузке сетевой частоте. Это важно для управления осветительными приборами, так как уменьшение частоты может сказаться на появлении мерцания, заметного глазом.

Недостаток метода — возникновение наводок в результате резкого переключения симистора. Эти наводки ухудшают электромагнитную совместимость (EMI) устройства и могут вызвать ненужные переключения симистора.

ПРОПУСК ПЕРИОДОВ

Альтернативный метод управления мощностью симистора — пропуск периодов подаваемого переменного напряжения. Для регулирования тока нагрузки симистор пропускает только часть периодов сетевого напряжения, при этом, поскольку симистор включается

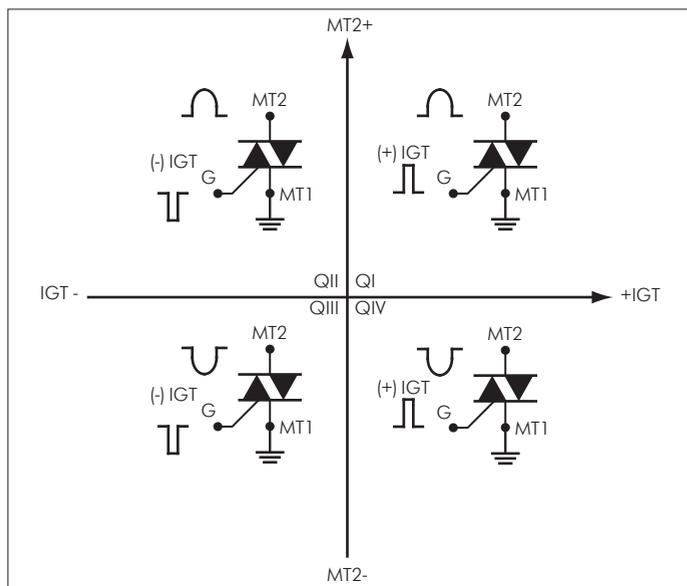


Рис. 1. Режимы работы симистора. Все уровни даны относительно точки MT1

в момент перехода сетевого напряжения через нуль, проблема электромагнитной совместимости не возникает. Режим пропуска периодов пригоден для управления резистивными нагрузками, но не применим для осветительных приборов, так как вызывает мигание ламп накаливания.

Оба рассмотренных метода управления мощностью симистора требуют фиксировать момент прохождения сетевого напряжения через нуль. Один из способов выполнения этой задачи – подавать переменное сетевое напряжение непосредственно на вход микроконтроллера через последовательный резистор с сопротивлением несколько мегаом. И тут целесообразно использовать микроконтроллеры семейства PIC компании Microchip. Защитные диоды на портах этих микроконтроллеров позволяют ограничивать сетевое напряжение: сверху – напряжением питания и снизу – уровнем заземления (GND). Существует и альтернативный способ, который обсудим подробнее.

Рассмотрим схему блока управления нагрузкой микроконтроллера PIC10F204 компании Microchip со встроенным аналоговым компаратором (рис.3). Для питания микроконтроллера используется бестрансформаторный резистивный источник*. Момент перехода сетевого напряжения через нуль регистрируется с помощью сигнала на аноде стабилитрона, который через резистор, ограничивающий ток, подается непосредственно на вывод порта микроконтроллера.

В схеме управления током нагрузки нет цепи обратной связи, поэтому для установки требуемого значения мощности используется переменный резистор, т.е. здесь реализован электронный аналог традиционного механического термостата. Нагрузкой служит резистивный нагреватель. При сетевом питании 220 В действующее значение тока составляет 5 А. Симистор следует выбирать на большее значение рабочего тока и устанавливать на теплоотвод. В предлагаемой схеме используется симистор BTA208-600F фирмы Philips.

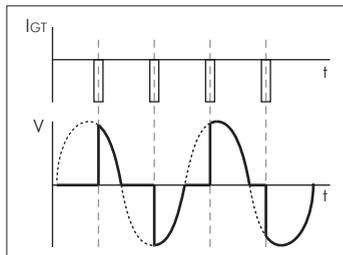


Рис.2. Фазовое управление

* Более подробно о расчетах таких источников – в инструкции по применению "AN954 Transformerless power supplies: resistive and capacitive". Адрес: www.microchip.com.

Для оцифровки значения сопротивления переменного резистора, регулирующего мощность, используется интегрирующий преобразователь на базе конденсатора C6, а для стабилизации задающего напряжения применен стабилитрон D4 на напряжение 3 В. В начале цикла преобразования вывод GP1 микроконтроллера настраивается на вывод сигнала, и на нем устанавливается высокий уровень напряжения, которое заряжает конденсатор. Далее вывод конфигурируется как вход компаратора. Конденсатор начинает разряжаться через переменный резистор, причем время разрядки пропорционально значению сопротивления резистора. В момент, когда напряжение на конденсаторе падает до внутреннего опорного напряжения микроконтроллера, равного 0,6 В, срабатывает компаратор, который и фиксирует время разрядки. Значение сопротивления переменного резистора рассчитывается по формуле:

$$t = -(R_{POT1} + R12) \cdot C6 \cdot \ln(V_{REF} / V_2),$$

где t – время разрядки конденсатора, R_{POT1} – сопротивление переменного резистора, V_{REF} – внутреннее опорное напряжение (0,6 В), V_2 – напряжение на стабилитроне (3 В).

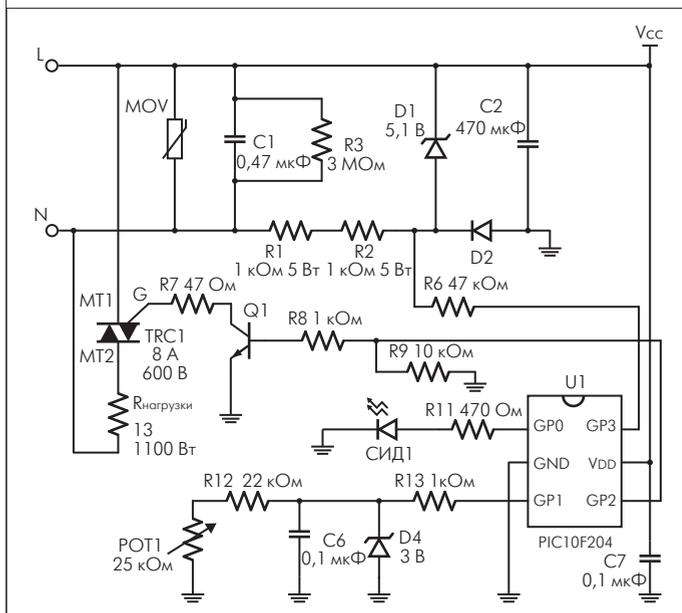


Рис.3. Принципиальная схема цифрового термостата на основе микроконтроллера PIC10F204

В устройстве используется переменный резистор с сопротивлением 25 кОм и линейной зависимостью сопротивления от угла поворота регулирующего движка. Время разрядки конденсатора лежит в пределах 3,53–7,56 мс, время полной разрядки должно быть меньше 10 мс, так как необходимо, чтобы работа микроконтроллера была синхронизирована с сетью. Диаграмма работы преобразователя представлена на рис.4.

БОРЬБА С ШУМАМИ

Представленная на рис.3 схема цифрового термостата предполагает идеальное сетевое питание. Но в реальной сети существуют достаточно сильные помехи, которые могут сказаться на работе микроконтроллера. Особенно опасны шумы мегагерцового диапазона, амплитуда которых может достигать десятков киловольт. Если при разработке схемы учесть этот факт и принять ряд несложных мер по изоляции микроконтроллера от высокочастотных шумов, то удастся сэкономить много сил и времени при отладке. На рис.5 представлена модификация схемы с учетом данных рекомендаций.

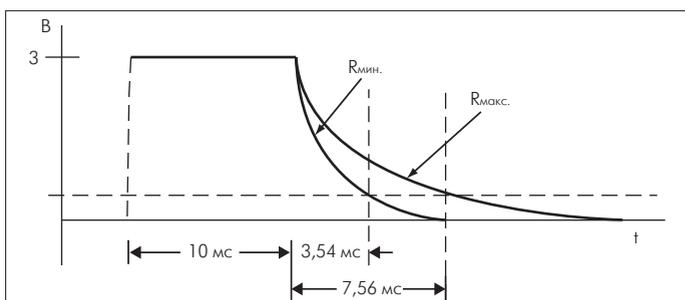


Рис.4. Преобразование значения переменного резистора

Первое, на что следует обратить внимание, – наличие фильтра в цепи питания микроконтроллера (С3, R4 и R5). Выполняются отдельные заземления цифровой части схемы и зашумленной аналоговой. И во-вторых, выводы микроконтроллера защищены фильтрами низкой частоты (GP2, GP3), которые рекомендуется выполнять на основе керамических конденсаторов.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Для управления электронным термостатом предлагается алгоритм работы. Основной цикл программы – отслеживание перехода сетевого напряжения через нуль. При регистрации этого перехода решается вопрос открытия симистора в данный полупериод. Для открытия симистора на вывод GP2 контроллера выдается импульс длительностью порядка 2 мс.

Преобразование значения сопротивления переменного резистора привязано к определенным полупериодам сетевого напряжения. Во время положительного полупериода происходит зарядка конденсатора, во время отрицательного – непосредственно преобразование. Временные параметры интегрирующей цепи выбираются на основе частоты питающего напряжения (см. формулу). Время разрядки конденсатора измеряется таймером 0.

Управление мощностью осуществляется путем пропуска периодов сетевого напряжения: полный цикл составляет 10 полупериодов – т.е. число полупериодов, во время которых нагрузка запитывается пропорционально значению сопротивления задающего резистора. Если это сопротивление не равно нулю, зажигается светодиод и таймер запускается на два часа. Повторный запуск таймера происходит при смене задающего значения сопротивле-

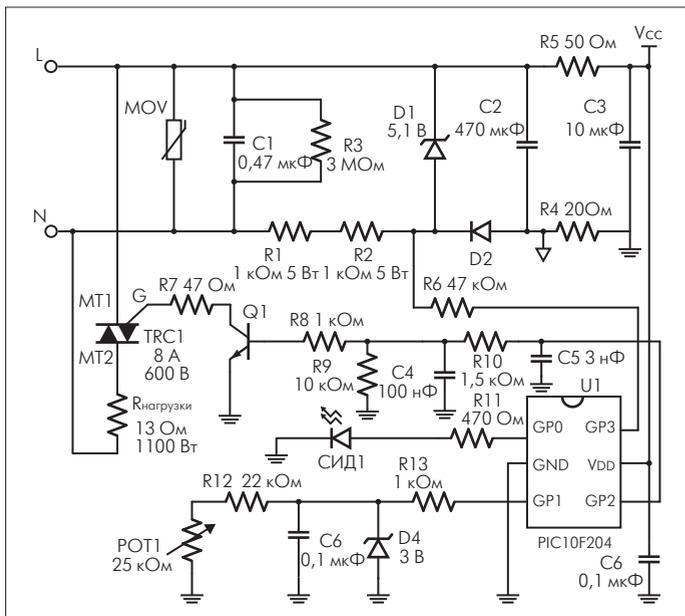


Рис.5. Шумозащитное устройство

ния. По прошествии двух часов нагрузка отключается и включается лишь после сброса питания или задания нового уровня мощности.

Программное обеспечение занимает порядка 130 ячеек памяти программ и использует 10-байт ОЗУ.

Полученный электронный термостат имеет следующие преимущества перед механическим аналогом:

- повышенная надежность, обусловленная практически полным отсутствием механических деталей;
- наличие встроенных средств защиты, таких как таймер автоматического отключения;
- индикация рабочего режима;
- гибкость схемы, предусматривающей внутрисхемное программирование микроконтроллера и получение на основе одного и того же конструктива устройств с различной функциональностью;
- повышенная точность и возможность работы при малых уровнях мощности.

Следует отметить, что предложенная система может быть доработана путем введения следующих функций:

- обратной связи по температуре и реализации несложного закона поддержания и регулировки температуры;
- самокалибровки;
- дистанционного управления устройством, например по инфракрасному или радиоканалу;
- фазового управления для регулировки тока ламп накаливания.

На основе предложенной схемы возможна реализация целой гаммы несложных устройств управления сетевым питанием, которые могут применяться в бытовой технике, осветительных приборах, в промышленности и сельском хозяйстве.

Новые генераторы сигналов произвольной формы компании Tektronix

Новая серия функциональных генераторов AFG3000 устанавливает новые стандарты качества в данном сегменте рынка. Серия включает шесть моделей, начиная с простой одноканальной модели AFG3021 (25 МГц) и кончая двухканальным генератором AFG3252 (240 МГц). Устройства сочетают в себе возможности по генерированию как сигналов произвольной формы, так и сигналов стандартной формы – синусоидальных, прямоугольных, импульсных и т.д.

На каждом приборе установлен большой (14 см) ЖК-дисплей, на котором не только легко читается информация, но и остается достаточно места для графического отображения формы сигнала и настроек. Дисплей поддерживает высокоинформативный пользовательский интерфейс. Пользователи AFG3000 смогут оперативно настроить даже самые сложные модулированные сигналы, используя клавиши передней панели приборов. Программное обеспечение ArbExpress 2.0 значительно упрощает процесс создания и редактирования форм сигнала с помощью ПК. Инновационная архитектура AFG3000 использует технологию "генератор на чипе". Одна КМОП 0,18-мкм ИС выполняет основные функции по генерации сигналов.

У генераторов серии AFG3000 есть множество вариантов для применения. Самые сложные модели подойдут разработчикам высокотехнологичного компьютерного, телекоммуникационного и видеооборудования. Простые модели привлекут пользователей колледжей и институтов, а также создателей бытовой электроники, медицинского и автомобильного оборудования. И даже при всех перечисленных преимуществах стоимость приборов серии AFG3000 ниже, чем у аналогов, сходных по производительности.



Контрактное производство Fastwel – сто процентов качества

Контрактное производство – это производство продукции на заказ на мощностях независимого изготовителя, который, в соответствии с требованиями заказчика обеспечивает полное соблюдение технологического цикла и контроль качества готовой продукции.

В России первооткрывателем этого направления стала компания Fastwel, известный разработчик и производитель электроники. Если до этого заказы на производство изделий электронной техники отечественные производители размещали в основном в Юго-Восточной Азии, то теперь такие производства появились и в нашей стране. При этом компания Fastwel, благодаря беспрецедентному контролю качества, обеспеченному системой его автоматической инспекции, предоставляет на выходе 99,9% годной продукции. Этот показатель чрезвычайно высок не только для России, но и для европейских компаний, занятых в данном сегменте рынка.

В июне 2005 года компания запустила третью линию монтажа. Скорость сборки на ней равняется 40000 компонентов в час. Оптимальное распределение заказов по трем линиям позволяет производить широкий спектр электронных изде-



лий: от простых модулей с 10–30 компонентами до сложнейших процессорных модулей в формате CompactPCI на базе процессора Pentium M с частотой до 2 ГГц, разработанных компанией Fastwel в начале 2005 года. Главное достоинство новой линии – использование бессвинцовой технологии пайки, что сегодня очень актуально.

Для обеспечения 100%-ного контроля качества монтажа в состав технологической линии была введена последняя разработка в области рентгеновского контроля качества пайки электронных компонентов – rsba/analyser фирмы PHOENIX-XRAY. Рентген-контроль позволяет не только оценить текущую работоспособность, но и определить, обеспечит ли качество сборки стабильную работу изделия в будущем.

Продукция Fastwel, используется во многих отраслях, в том числе космической, железнодорожной и в нефтегазовой.

