

УДК: 621.365

doi 10.18101/978-5-9793-0803-6-79-83

## **РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИБОРАМИ**

© *Мангадаев Александр Михайлович*, старший преподаватель кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий и сельского хозяйства» Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления Россия, г. Улан-Удэ  
E-mail: mangadaev@mail.ru

Разработанное устройство использует повторно-кратковременный режим работы нагревательных элементов. Используются процессы нагрева и охлаждения. Если нагревательные элементы равной мощности включать по очереди, то можно получить экономию электроэнергии. Например, для трех приборов общей мощностью 1500 ватт под нагрузкой будет находиться только один с мощностью 500 ватт. Снижение температуры обогревателей будет незначительным за счет повышения частоты импульсов и применения современных материалов, обладающих высокой теплопроводностью и теплоемкостью. Большинство современных приборов обладает такими свойствами.

Устройство предназначено для поочередного включения трех нагревательных элементов, порядок подачи питания на которые осуществляется через силовые полевые транзисторы типа IRF 840. Этим обеспечивается бесконтактная коммутация силовых цепей питания нагревательных элементов. Мощность каждого из них до 1,5 кВт. Частота включений и отключений определяется характеристиками силовых транзисторов и может достигать десятков МГц.

**Ключевые слова:** нагревательный прибор, экономия электроэнергии, бесконтактная коммутация, высокая частота, мощность.

## **DEVELOPMENT OF ENERGY-SAVING CIRCUIT IN ELECTRICAL APPLIANCES CONTROL**

*Aleksandr M. Mangadaev*, Senior Teacher at the Department of Power Supply of the Industrial Enterprises and Agriculture, East Siberia State University of Technology and Management Ulan-Ude, Russia

The developed device uses intermittent operation of heating elements. The processes of heating and cooling are applied. If heating elements of equal capacity are switched on in turn, it is possible to save energy. For example, for three units with a total capacity of 1500 watts under load only one with a power of 500 watts can be used. Lowering the temperature of the heaters will be negligible by increasing the pulse frequency and the use of modern materials with high thermal conductivity and heat capacity. Most modern devices possess such properties.

The device is designed for alternately switching the three heating elements. Supplying power is provided through FETs type IRF 840. This provides contactless switching power supply circuits of the heating elements. The power of each of them reaches 1.5 kW. The frequency of on/off is determined by the characteristics of power transistors and can reach dozens of MHz.

**Keywords:** heating device, energy saving, contactless switching, high incidence.

Температура электронагревателя зависит от режима его работы, т. е. от соотношения длительности периодов работы и пауз между ними или периодов работы с полной и частичной нагрузкой, от частоты включения и характера протекания переходных процессов. Режимы работы электрических аппаратов устанавливает ГОСТ [1; 2]. Это продолжительный, кратковременный и повторно-кратковременный режимы.

Продолжительным режимом (условное обозначение — S1) называют режим, при котором время работы электронагревателя при практически неизменной нагрузке и температуре охлаждающей среды достаточно для нагрева до определенной установившейся температуры. Кратковременным режимом работы (S2) называют режим, при котором периоды неизменной нагрузки чередуются с периодами отключения, причем за время работы температура не успевает достигнуть установившегося значения, а за время пауз (отключения) происходит охлаждение до практически холодного состояния, т. е. до практически установившейся температуры, отличающейся от температуры охлаждающей среды не более чем на 1 °С. Установленная ГОСТ длительность периодов работы в данном режиме — 10, 30, 60 и 90 мин. Она указывается в условном обозначении режима работы, например S2 — 30 мин, S2 — 60 мин.

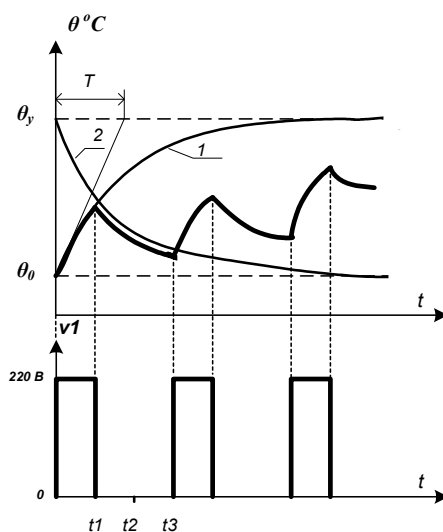


Рис. 1. Повторно-кратковременный режим работы нагревательного элемента

Повторно-кратковременный режим (S3) отличается от кратковременного регламентированными продолжительностью включения под неизменную нагрузку и продолжительностью периодов отключения (пауз), причем время работы аппарата всегда меньше времени, необходимого для нагрева его частей до установившейся температуры, а время пауз меньше необходимого

для остывания до практически холодного состояния. Продолжительность включений (ПВ) устанавливается в процентах продолжительности одного цикла работы, включающего в себя время работы и время паузы. На рисунке 1 показан повторно-кратковременный режим работы нагревательного элемента. Здесь кривая 1 отражает процесс нагрева, а линия 2 соответствует охлаждению. Эти кривые построены для так называемого продолжительного режима. Для повторно-кратковременного режима характерна ломаная линия изменения температуры во времени. Если нагревательные элементы равной мощности включать по очереди, как это показано на рисунке 2, то можно получить экономию электроэнергии. Например, для трех приборов общей мощностью 1500 ватт под нагрузкой будет находиться только один с мощностью 500 ватт.

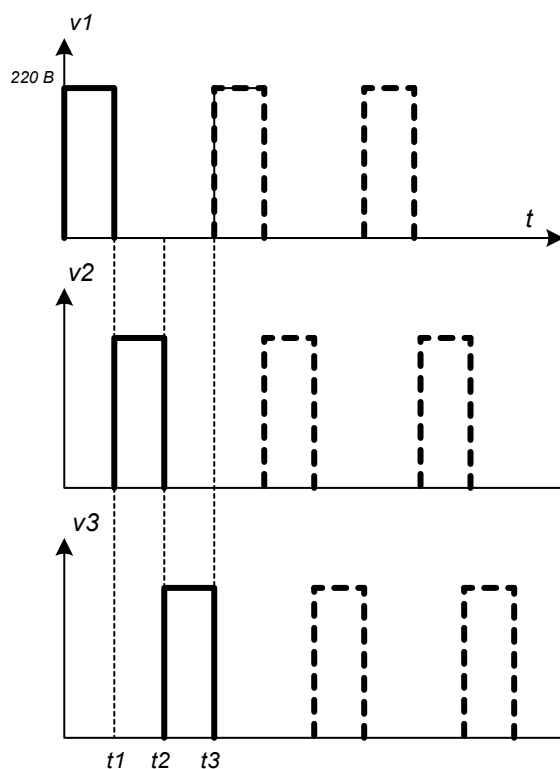


Рис. 2. Чередуемое напряжение для трех каналов подключения нагревательных элементов

Если нагревательные элементы равной мощности включать по очереди так, как это показано на рисунке 2, то можно получить экономию электроэнергии. Например, для трех одинаковых приборов общей мощностью 1500 ватт под нагрузкой будет находиться только один с мощностью 500 ватт.

Снижение температуры обогревателей будет незначительным за счет повышения частоты импульсов и применения современных материалов, обладающих высокой теплопроводностью и теплоемкостью. Большинство современных приборов обладают такими свойствами.

На рисунке 3 приведена принципиальная схема управления тремя электронагревательными приборами, работающими в повторно-кратковременном режиме.

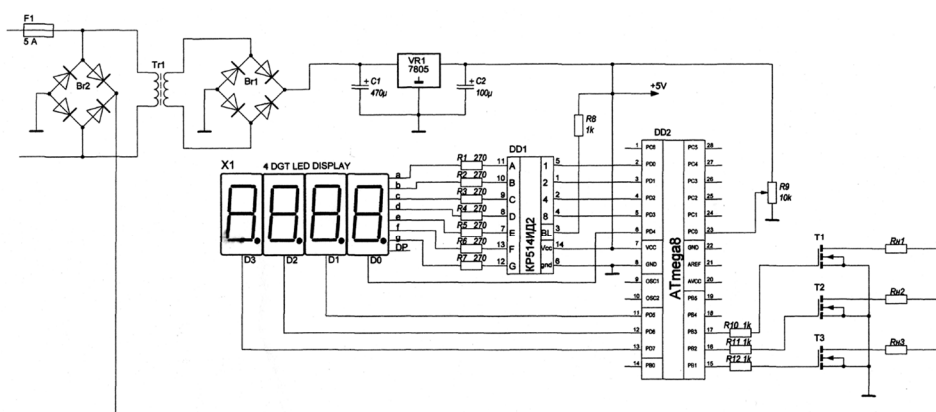


Рис. 3. Принципиальная схема импульсного нагрева трех стандартных электронагревателей

Продолжительность импульсов и их частота определяются работой микроконтроллера DD2, выполненного на приборе ATmega 8. Работа микроконтроллера DD2 организована по специальной программе, написанной на языке BASIC. Алгоритм ее приведен на рисунке 4.

Питание устройства осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В через выпрямитель-адаптер Tr1-Br1 и стабилизатор напряжения VR1 7805.

Устройство предназначено для поочередного включения трех нагревательных элементов RH1, RH2 и RH3, порядок подачи питания на которые осуществляется через силовые полевые транзисторы T1, T2 и T3 типа IRF 840. Этим обеспечивается бесконтактная коммутация силовых цепей питания нагревательных элементов RH1...RH3. Мощность каждого из них до 1,5 кВт. Частота включений и отключений определяется характеристиками силовых транзисторов и может достигать десятков МГц.

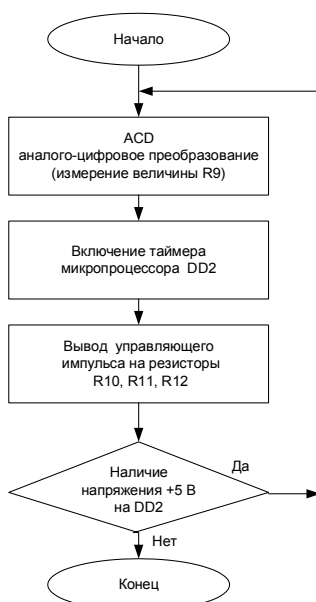


Рис. 4. Блок-схема программы для микропроцессора DD2

Нагревательные элементы  $RH1...RH3$  запитаны от сети переменного тока через выпрямитель  $Br2$ . Выпрямленное напряжение питания, порядка 220 В, лучше подходит для формирования кратковременных прямоугольных импульсов, повторяющихся с частотой до 700 кГц. Порядок чередования импульсов для трех каналов показан на рисунке 2. При этом продолжительность одного импульса  $t = t_1 = t_2 = t_3 = 500$  нс.

Регулирование частоты около значения 700 кГц производится резистором  $R9$  и отображается на четырехразрядном цифровом дисплее  $X1$ . Работу дисплея обеспечивает дешифратор  $DD1$  типа  $KP514ИД2$ , задачей которого является преобразование двоичного кода в семисегментный код для индикации частоты импульсов управления полевыми транзисторами и, соответственно, частотой переключений нагревательных элементов  $RH1...RH3$ .

В заключение следует отметить, что разработанное устройство позволяет экономить до 20 % электроэнергии и может использоваться для обогрева нежилых помещений.

#### Литература

1. ГОСТ 18311-80 Группа Е00. Межгосударственный стандарт. Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий. (Electrical products. Term sand definitions of basic concepts). МКС 01.040.29
2. Мангадаев А. М. Энергосберегающая схема электрического освещения обще-домовых нужд // Глобальные и региональные проблемы устойчивого развития мира: сб. ст. междунар. конф. ЮНЕСКО. Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2010.