

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

Н379

P10-89-454

Нгуен Ньи Дьен, К.Г.Родионов

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА
РЕГУЛИРОВАНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ
ТЕМПЕРАТУРЫ

1989

Нгуен Ньи Дьен, Родионов К.Г.

P10-89-454

Микропроцессорная система регулирования
и стабилизации температуры

Описана микропроцессорная система регулирования и стабилизации температуры объекта. Система включает усилитель постоянного тока, работающий по принципу модулятора-демодулятора. Коэффициент усиления 100, 1000, 2000. Максимальный выходной сигнал ± 10 В. Усилитель мощности тиристорный. Выходная мощность $0 \div 2$ кВА. Питание усилителя - 220 В, 50 Гц. Микропроцессорный контроллер с удаленным терминалом. Количество входов - 8. Количество выходов - 1. Входное и выходное напряжение $0 \div 10$ В. Задание времени стабилизации $1 \text{ с} \div 18 \text{ ч}$. Приведен алгоритм программы.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1989

Перевод авторов

Nguyen Nhi Dien, Rodionov K.G.

P10-89-454

Microprocessor System for Temperature
Regulation and Stabilization

Microprocessor based system for temperature regulation and stabilization of an operation external object is described. The system has the direct current amplifier working according to modulator- demodulator principle. The overall gain is 100, 1000, 2000. The maximum output signal is ± 10 V. The power amplifier is a thyristor one and its line voltage is 220 V, 50 Hz. The output power is $0 \div 2$ kVA. The microcontroller has a remote display terminal. Data input is 8 and data output is one. Input and output voltage is $\pm(0 \div 10)$ V. The preselection time for stabilization is within $1 \text{ s} \div 18 \text{ h}$. The program algorithm is given.

The investigation has been performed at the Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1989

Введение

В настоящее время в измерениях на нейтронных пучках реакторов ЛНФ ИБР-2 и ИБР-30 используются различные промышленные устройства для регулирования и стабилизации температуры, например, регуляторы температуры типов Ш-4528 + Ш-4531, прибор регулирующий типа Р-133 и т.д.

Однако эти устройства не обеспечивают более жесткие требования эксперимента, а именно: задание временного алгоритма изменения температуры, времени стабилизации, дистанционного управления. Эти и другие необходимые для эксперимента задачи позволяют решать автономные микропроцессорные регуляторы температуры. Ниже описывается микропроцессорная система регулирования и стабилизации температуры, включающая набор функциональных блоков, которые обеспечивают усиление входного сигнала, пропорционального температуре, измерение и анализ его по заданной программе, вычисление и формирование сигнала управления усилителем мощности. Последний блок силовой, регулирует заданную температуру объекта.

1. Усилитель постоянного тока (УПТ)

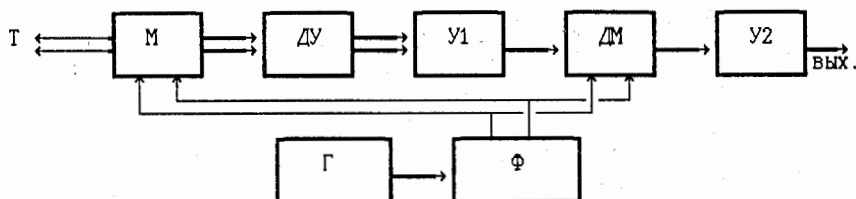
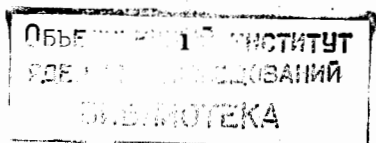


Рис 1. Блок-схема УПТ:

T - терморезистор, M - модулятор, DU - дифференцирующий усилитель, U_1, U_2 - операционные усилители, DM - демодулятор, G - генератор, Φ - формирователь импульсов управления.

УПТ предназначен для усиления сигнала с терморезистора любого типа в широком диапазоне изменения температуры. УПТ работает по принципу модулятора - демодулятора, обеспечивающего уменьшение нелинейности коэффициента усиления и дрейфа усилителя до максимально допустимой величины, определяемой чувствительностью терморезистора. Модулятор, построенный на основе р-МОП ключей, уменьшает уровень шума на входах каскада DU с большим входным сопротивлением. Для уменьшения нелинейности в УПТ используется различная скважность управляющих импульсов, так чтобы длительность импульса включения ключа демодулятора была меньше, чем длительность импульса включения входных ключей. Это значительно уменьшает нелинейность из-за исключения краевых эффектов.



Электрические характеристики УПТ:

- Минимальный входной сигнал : единицы мкВ.
- Максимальный выходной сигнал : 10 В.
- Полярность входного сигнала : плюс или минус.
- Полярность выходного сигнала : плюс или минус соответственно.
- Коэффициент усиления: 100, 1000, 2000.
- Нелинейность : $\leq 0,2\%$ для всех диапазонов.

УПТ выполнен в конструктиве КАМАК, два УПТ размещены на плате КАМАК 2М. Коэффициент усиления изменяется с помощью переключателя П1 "грубо" и потенциометром П2 "плавно", установленных на передней панели.

2. Усилитель мощности тиристорный (УМТ)

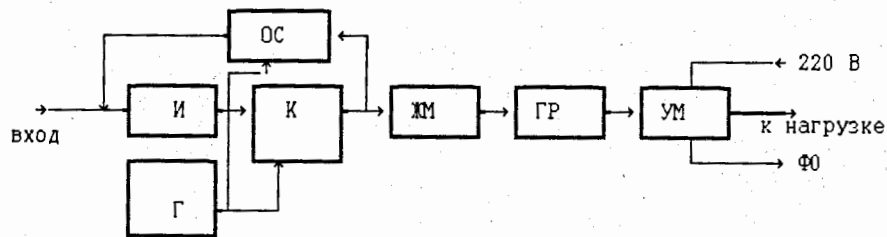


Рис 2. Блок-схема УМТ:

И - интегратор, К - компаратор, Г - генератор пилы, ЖМ - ждущий мультивибратор, ГР - гальваническое разделение, ОС - обратная связь, УМ - усилитель мощности.

УМТ выполняет следующие функции:

- Преобразование напряжения постоянного тока в выходную мощность. УМТ обеспечивает линейную зависимость величины выходной мощности, выделяемой на нагрузку от величины входного сигнала.
 - Гальваническое разделение входных и выходных цепей.
- УМТ построен по принципу фазового управления тиристорами через оптронную или трансформаторную связь.

УМТ включает следующие функциональные элементы :

- Интегратор - суммирует входной сигнал и сигнал обратной связи.
- Генератор пилообразного напряжения с частотой 100 Гц.
- Компаратор для сравнения сигнала от выхода интегратора с пилообразным напряжением. Скважность на выходе компаратора пропорциональна величине входного сигнала.
- Выходной тиристорный усилитель мощностью 2 кВ.А .

Электрические характеристики УМТ :

- питание усилителя : 220 В, 50 Гц,
 - диапазон входного сигнала : 0 ÷ 1 В; 0 ÷ 5 В; 0 ÷ 10 В,
 - выходная мощность: 0 ÷ 2 кВ.А (возможность подключения мощных внешних тиристоров для увеличения выходной мощности).
- УМТ выполнен в виде одного блока в конструктиве "Вишня".

3. Микропроцессорный контроллер (МК)

МК изготовлен на основе микропроцессорной серии типа КР580 и включает функциональные элементы, показанные на рис.3.

В элемент МК входит микропроцессор (КР580ИК80А), системный контроллер, тактовый генератор и формирователи адресов. Память ППЗУ - 8 Кбайт с адресацией 0000H ÷ 1FFFH предназначена для записи программы монитора, программы сервиса и программы пользователя. Память ОЗУ - 4 Кбайт (КР537РУ2) с адресацией 2000H ÷ 2FFFH используется для оперативной информации. Чтение информации с АЦП в микропроцессор и запись информации в ЦАП из микропроцессора производится через порты параллельного интерфейса ПАИ (КР580ВВ55) в режиме 0. Контроллер позволяет использовать АЦП типа К1107ПВ2 (8 бит) или К1113ПВ1 (10 бит) или работающий на основе ЦАП 12-битный АЦП и ЦАП типа К594ПА1. Таймер Т (КР580ВВ53) обеспечивает задание временного алгоритма в программе пользователя. Терминал Д типа VIDEOTOM удален от МК на расстояние до 1000 метров через последовательный интерфейс (ПОИ) с токовой петлей. В контроллер входит 8-канальный аналоговый мультиплексор с программируемым и ручным управлением. Адреса команд приведены в таблице 1.

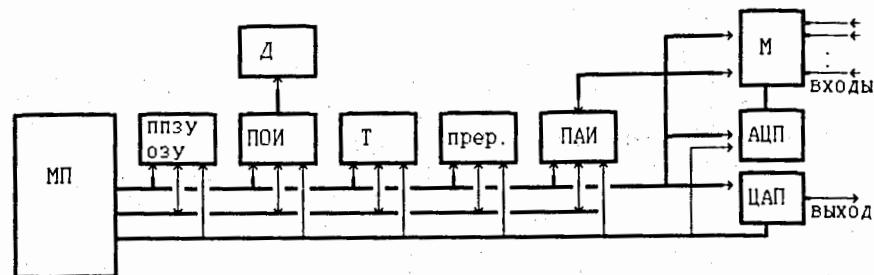


Рис. 3 . Блок-схема МК.

Характеристики МК :

- Количество входов : 8.
- Количество выходов : 1.
- Входное напряжение : 0 ÷ 10 В.
- Выходное напряжение : 0 ÷ 10 В.

- Время преобразования : 0.1 мкс (К1107ПВ2), 30 мкс(другие АЦП).
- Расстояние до терминала : до 1000 м.
- Скорость передачи : 1200 бод.
- Задание времени стабилизации : 1 с + 18 ч.

МК изготовлен на одной плате КАМАК в модуле 2М. На передней панели расположены кнопка ручного управления мультимплексора, его индикация и 8 входных разъемов типа СЕМО.

Таблица 1 . Адреса команд блока МК .

Адрес	Функция	Элемент
0004 Н 0014 Н	Чтение и запись данных Чтение и запись статусного слова и слова управления	КР580ИК51
0020 Н 0021 Н 0022 Н 0023 Н	Загрузка счетчика 0 Загрузка счетчика 1 Загрузка счетчика 2 Запись и чтение статусного слова и слова управления для таймера	КР580ВИ53
003С Н 003D Н 003E Н 003F Н	Запись и чтение данных через порт А Запись и чтение данных через порт В Запись и чтение данных через порт С Запись и чтение статусного слова и слова управления для портов А,В,С	КР580ВВ55
0040 Н 0041 Н	Запись адреса вектора прерывания и статусного слова	КР580ВН59
0057 Н 005В Н	Формирование сигнала разрешения пуска счетчика 1 таймера Формирование сигнала разрешения пуска счетчика 2 таймера	КР580ВИ53
005D Н 005E Н	Формирование сигнала пуска АЦП Формирование сигнала проверки конца преобразования АЦП	АЦП
0070÷007F	Выбор 1 из 8 входов мультимплексора в программируемом режиме	МАВ-08F

4. Применение системы в эксперименте

Данная система применяется для регулирования и стабилизации по заданному алгоритму в эксперименте по спеканию высокотемпературной сверхпроводящей керамики в процессе окисления меди на пучке нейтронов ИБР-2. В качестве нагревателя используется электропечь с номинальной мощностью 3 кВ.А, 220 В. Температура регулирования и стабилизации $0 \pm 1000^{\circ}\text{C}$. В качестве измерителя температуры используется термопара платинородий-платина ПП1. Блоки системы расположены в экспериментальном зале ИБР-2 на расстоянии около 20м от нагревателя. Управление системой производится с удаленного терминала в измерительном центре ЛНФ /рис.4/. В указанном диапазоне в режиме стабилизации по упрощенному алгоритму отклонение от заданной температуры не превышало 0.2% .

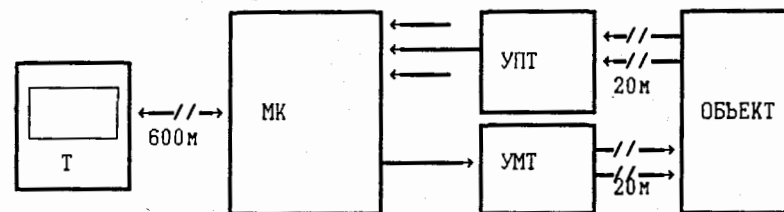


Рис.4. Блок-схема системы регулирования и стабилизации температуры.

Т-терминал, МК-микропроцессорный контроллер, УПТ-усилитель постоянного тока, УМТ -усилитель мощности тиристорный.

5. Программное обеспечение

Уравнение теплового баланса управляемого объекта можно представить в приближенном виде :

$$I = C1 \cdot e + C2 \cdot \int e \, dt ; \quad e = T_0 - T_x ,$$

где I -ток через нагреватель,
 T_0 -заданная температура стабилизации,
 T_x -текущая температура,
 $C1, C2$ -коэффициенты, величины которых зависят от

характеристики передаточной функции.

Для программирования на языке АССЕМБЛЕРА использовался следующий алгоритм (рис.5).

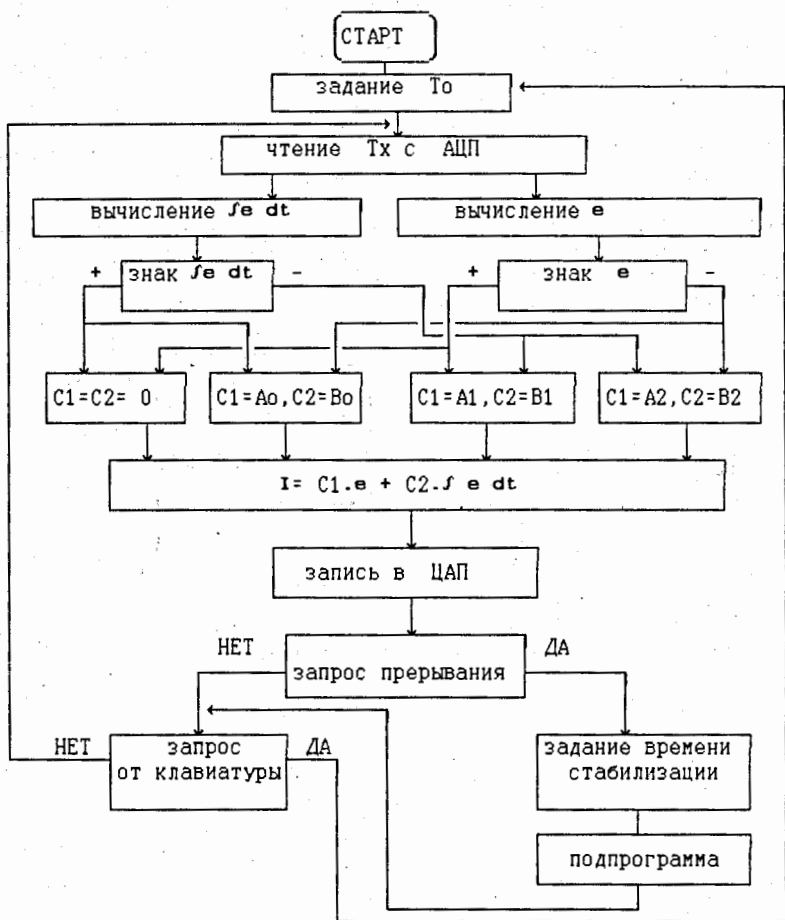


Рис. 5 . Алгоритм программы стабилизации температуры .

В заключение авторы благодарят В.Г.Тишина за постоянный интерес и помощь в работе и Г.М.Мионову за предоставленную возможность проверить систему в эксперименте.

Рукопись поступила в издательский отдел
20 июня 1989 года.