

**Мамаджанов Баходир Джураханович**

Профессор, кандидат технических наук,  
Андижанский Машиностроительный Институт.

Электронный адрес: [bm02717272@gmail.com](mailto:bm02717272@gmail.com)

**Халимжанов Абдукундуз Рахимжанович**

Ассистент, соискатель,  
Андижанский Машиностроительный Институт.

Электронный адрес: [xalimjonov1234@gmail.com](mailto:xalimjonov1234@gmail.com)

---

## **МОНИТОРИНГ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

**Абстракт:** Разработка интеллектуальной системы мониторинга силовых трансформаторов в электроэнергетике требует использования микроконтроллера. Разработана, схема для цепей постоянного тока и контроля заданных параметров, а также выполнения определенных функций, таких как управление, усиление сигналов, поступающих от кварцевого генератора колебаний и позволяющая производить перезагрузку системы.

**Ключевые слова:** интеллектуальные системы, микроконтроллер, перезагрузка системы, регулятор напряжения.

---

Микроконтроллер представляют собой компьютер, встроенный в микросхему и состоящий из центрального процессора, многочисленных устройств ввода и вывода данных, программной памяти, аналого-цифровых преобразователей, последовательных и параллельных каналов передачи информации, таймеров реального времени, широтно-импульсных модуляторов (ШИМ), генераторов программируемых импульсов (рис.1). Микроконтроллеры – это интеллектуальные электронные устройства, используемые для управления и мониторинга различных устройств. Сегодня микроконтроллеры используются в большинстве бытового и промышленного оборудования. Около 40% микроконтроллеров реализованы в устройствах офиса (ПК, лазерные принтеры, факсимильные аппараты, интеллектуальные телефоны, и так далее). Микроконтроллеры являются программируемыми устройствами. С помощью программ микроконтроллер выполняет определенные действия. Микроконтроллеры традиционно программируются с использованием низкоуровневого языка «Assembler». Программы на языке «Assembler». пишутся в виде набора мнемонических инструкций, каждая из которых соответствует определенной команде процессора. Эти инструкции затем транслируются (ассемблируются) в машинный код — набор двоичных чисел, которые понимает центральный процессор и выполняет соответствующие операции. Самым большим недостатком языка «Assembler». является то, что микроконтроллеры от разных производителей имеют разновидности языка «Assembler». и пользователь вынужден изучать новый язык каждый раз, когда выбирается новый процессор. Кроме этого язык сложен; особенно при разработке, тестировании и сопровождении сложных проектов. Чтобы устранить данный недостаток для программирования микроконтроллеров используют язык высокого уровня. Язык высокого уровня состоит из простых серий инструкций. Такой подход делает программы более читабельными и портативными. Обычно можно использовать один и тот же язык высокого уровня для

программирования различных типов микроконтроллеров. Упрощается тестирование и обслуживание микроконтроллеров. Проекты также упрощаются.

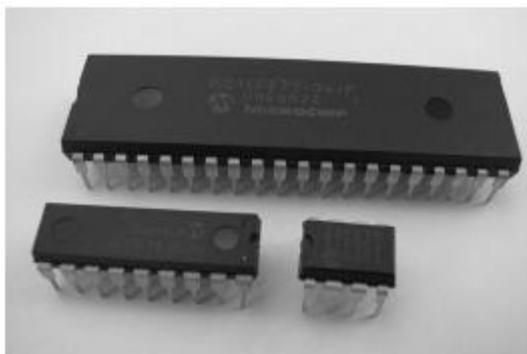


Рис. 1. Микроконтроллер PIC.

С помощью микроконтроллера проектировщик имеет возможность создавать сложные команды для манипулирования устройством. Микроконтроллеры бывают:

- 8-разрядные встраиваемые микроконтроллеры,
- 16- и 32-разрядные ;
- цифровые сигнальные процессоры (DPS).

Память является важной частью микроконтроллерной системы.

Большинство современных микроконтроллеров имеют Гарвардскую архитектуру и содержат следующие виды памяти:

- оперативная память (ОЗУ) SRAM (Static RAM);
  - READ ONLY MEMORY (ROM)
  - EPROM
  - энергонезависимая память данных EEPROM.
  - память программ FLASH;
1. Оперативная память

RAM расшифровывается как (Random Access Memory). Это память общего назначения, в которой обычно хранятся пользовательские данные, используемые в программе. Оперативная память энергонезависима, т.е. данные теряются после отключения питания. Микроконтроллеры имеют некоторое количество внутренней оперативной памяти. 256 байт — это обычный объём. У некоторых микроконтроллеров этот объём больше, у некоторых меньше. В общем случае память можно увеличить с помощью добавления внешних микросхем памяти.

## 2. ROM.

READ ONLY MEMORY: ROM — это память только для чтения. Этот тип памяти обычно содержит программные или фиксированные пользовательские данные. ROM

память программируется на заводе в процессе производства, и ее содержимое не может быть изменено пользователем. Память ROM полезна только в том случае, если вы разработали программу и хотите заказать несколько тысяч его экземпляров.

### 3. EPROM

EPROM — это стираемая программируемая память только для чтения. Эта память схожа с памятью ROM, но EPROM может быть запрограммирована с помощью соответствующего программного устройства. Память EPROM имеет небольшое прозрачное стеклянное окошко в верхней части чипа, где данные могут быть стерты под воздействием ультрафиолетового света. Множество разработок версии микроконтроллеров выпускаются с памятью EPROM. Данные стираются и перепрограммируются до тех пор, пока пользователь не будет удовлетворен программой. Некоторые версии EPROM, известные как OTP (One Time Programmable), могут быть запрограммированы с помощью соответствующего устройства, но при этом данные не могут быть стерты. Память OTP стоит намного дешевле, чем EPROM. Использование OTP целесообразно после того, как проект был разработан полностью.

### 4. EEPROM

EEPROM — это электрически стираемая программируемая память только для чтения, которая является энергонезависимой памятью. Данные этой памяти могут быть стерты, а также запрограммированы под программным управлением. EEPROM – используется для хранения информации о конфигурации, максимальных и минимальных значениях, идентификационных данных и т.д. Некоторые микроконтроллеры имеют встроенную память EEPROM (например PIC16F84 содержит 64-байтовую память EEPROM, где каждый байт может быть запрограммирован и стерт непосредственно программным обеспечением).

### 5. Флэш-EEPROM

Это еще один вариант памяти типа EEPROM. Эта память стала популярной в используемых микроконтроллерах и предназначена для хранения пользовательской программы. Flash EEPROM является энергонезависимой. Данные стираются, а затем повторно программируются с помощью программного устройства. Все содержимое памяти должно быть стерто, а затем перепрограммировано. Микроконтроллеры разных производителей имеют разную архитектуру и разные возможности, поэтому находят разное применение.

Большинство микроконтроллеров работают со стандартным логическим напряжением 5 В. Некоторые - при напряжении до 2.7 В, другие без проблем выдерживают напряжение 6 В. Регулятора напряжения обычно используется для получения требуемого напряжения питания, когда устройство должно работать от сетевого адаптера или от батареек.

Микроконтроллеры PIC могут быть различных модификаций в зависимости от:

- Тип памяти

–Вспышка

— OTP (одноразово-программируемый)

– ROM (память только для чтения)

— без ROM

● Количество выводов (ввода-вывода)

— 4–18 контактов

— 20–28 контактов

— 32–44 контакта

— Контакты 45 и выше

● Объем памяти

— 0,5–1К

— 2–4К

— 8–16К

– 24–32К

– 48–64К

– 96–128К

● Особенности

- CAN

- USB

- LCD (ЖКД)

- Управление двигателем

- радиочастота

Микроконтроллеры PIC имеют встроенные схемы генератора и этот генератор может работать в одном из пяти режимов.

● LP – маломощный кристалл

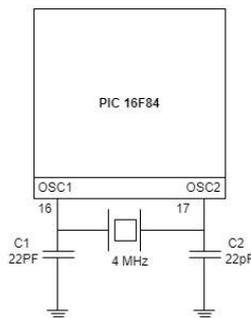
● XT – Кристалл/резонатор

● HS – Высокоскоростной кристалл/резонатор

- RC резистор – конденсатор
- Отсутствие внешних компонентов (только на некоторых микроконтроллерах PIC).

В режимах LP, XT или HS внешний генератор может быть подключен ко входу OSC1, как показано на рисунке 2. Это может быть кварцевый генератор или простые логические вентили, которые могут быть использованы для проектирования.

Как показано на рисунке 2., в таком режиме работы на входы OSC1 и OSC2 микроконтроллера подключаются кристалл и два конденсатора. Конденсаторы следует выбирать из таблицы 1. Например, при частоте кристалла 4 МГц можно использовать два конденсатора по 22 пФ.



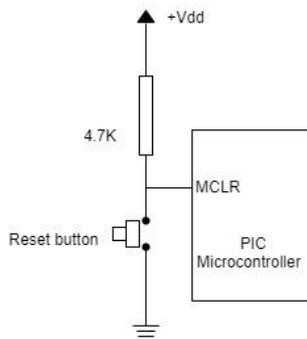
**Рисунок 2. Схема кварцевого генератора**

**Таблица 1**

**Выбор конденсатора для кристалла**

Mode	Frequency	C1, C2
LP	32 kHz	68-100pF
LP	200 kHz	15-33pF
XT	100 KHz	100-150pF
XT	2 MHz	15-33pF
XT	4 MHz	15-33pF
HS	4 MHz	15-33pF
HS	10 MHz	15-33pF

Существует множество случаев, требующих перезагрузки микроконтроллера. Это удобно выполнить простым нажатием кнопки контроллера. Простейшая схема для реализации этого представлена на рис. 3. В схеме вход MCLR находится в логической точке 1, и микроконтроллер работает нормально. В случае, когда кнопка сброса во включенном состоянии этот контакт переходит в логическое положение 0 и микроконтроллер сбрасывается.

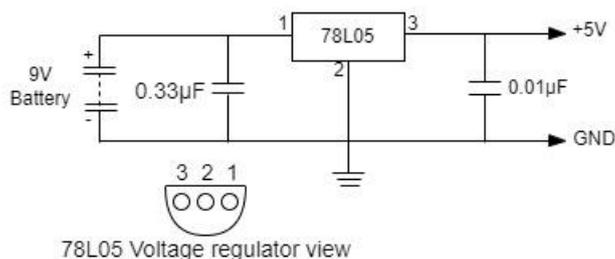


**Рис 3. Использование внешней кнопки сброса**

Микроконтроллеры PIC могут работать от напряжения питания в диапазоне от 2 до 6 В. Стандартное напряжение питания в цифровых электронных цепях составляет 5 В. Получить напряжение 5 В можно преобразовав напряжение в 9 В стандартной батареи (например, типа PP 3).

Самым простым решением для снижения напряжения с 9 до 5В является использование схемы делителя напряжения. Несмотря на то, что схема делителя напряжения проста, у нее есть главный недостаток, заключающийся в том, что напряжение на выходе зависит от потребляемого тока. В результате этого на выходе напряжение будет меняться по мере того, как мы добавляем или убираем компоненты из нашей цепи. Кроме того, выходное напряжение падает по мере использования аккумулятора. Цепь регулятора напряжения необходима для преобразования напряжения батареи 9В в напряжение 5В, независимо от величины тока, потребляемого от источника питания.

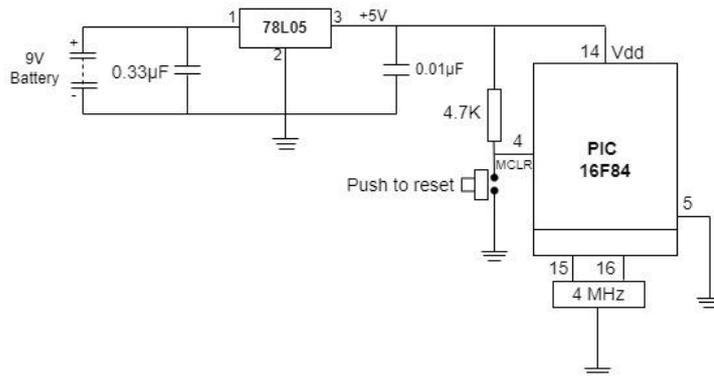
Основная схема регулятора напряжения (рис.4) состоит из встроенного регулятора типа 78L05 ИС и двух фильтрующих конденсаторов. Пропускная способность микросхемы по току – 100 мА.



**Рис. 4. Принципиальная схема регулятора напряжения.**

Один из контактов 78L05 подключен к аккумуляторной батарее параллельно с конденсатором 0,33 микрофарад. Второй контакт заземлен. Третий контакт обеспечивает выходное напряжение 5 В. Конденсатор 0,01 микрофарад соединен параллельно с этим выводом.

Принципиальная схема на основе PIC16F84 вместе с блоком питания, показана на рисунке 5.



**Рис.5. Принципиальная схема регулятора напряжения на PIC16F84**

Таким образом, для разработки интеллектуальной системы мониторинга трансформатора, целесообразно использовать микроконтроллер PIC16F84. В случае резкого изменения напряжения микроконтроллер реагирует соответствующим образом. Кроме того, для перезагрузки системы при возникновении проблем в ней служит кнопка сброса.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Pic Basic Projects 30 Projects Using Pic Basic And Pic Basic Pro By Dogan Ibrahim. Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, UK 2006
2. Технические средства мониторинга силовых трансформаторов. Самара-2017. Руководство по применению.
3. Лейтес,Л.В., Пинцов А.М. Схемы замещения многообмоточных трансформаторов.- М.- Энергия, 1992 – 192 с.
4. Хныков А.В. - Теория и расчет трансформаторов 2004.
5. А.В.Митрофанов, А.И.Щеголев. Импульсные источники вторичного электропитания в бытовой радиоаппаратуре.
6. Силовые трансформаторы. Справочная книга. Под редакцией С. Д. Лизунова и А. К. Лоханина
7. Лейтес Л.В. – Электромагнитные расчеты трансформаторов и реакторов 2014
8. Герасимова Л. С., Дейнега И. А., Пшеничный Г. И., Чечелюк Я. З. Технология и механизация производства обмоток и изоляции силовых трансформаторов