

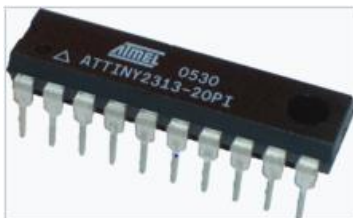
51-52 Применение микроконтроллеров в электроаппаратостроении

Микроконтроллер (англ. *Micro Controller Unit, MCU*) —

микросхема для программного управления электронными устройствами.

Обычно изготавливается в виде единого кристалла с функциями ядра микропроцессора, шин команд и данных, периферийных устройств, ОЗУ и ПЗУ. По сути, это компьютер в чипе,

выполняющий роль периферийного процессора.



В чём разница между микропроцессорами и микроконтроллерами?

Микропроцессоры и микроконтроллеры являются внутренними компонентами электронных устройств. Микропроцессор – это очень маленький процессор внутри центрального процессора. Это единая интегральная схема на компьютерном чипе, которая выполняет различные арифметические и логические функции на цифровых сигналах. Несколько десятков микропроцессоров совместно работают на высокопроизводительных серверах для обработки и анализа данных.

С другой стороны, микроконтроллер – это базовый вычислительный блок в интеллектуальных электронных устройствах, таких как стиральные машины и термостаты. Это очень маленький компьютер с собственной оперативной памятью, ПЗУ и устройствами ввода-вывода, встроенными в один чип. Он может обрабатывать цифровые сигналы и реагировать на ввод данных пользователем, но его вычислительные мощности ограничены.

В чём сходство между микропроцессорами и микроконтроллерами?

Микропроцессоры и микроконтроллеры – это централизованные компьютерные чипы, обеспечивающие интеллектуальные возможности персональных компьютеров и электронных устройств. Они построены на основе полупроводниковых интегральных схем и имеют определенные внутренние части.

Интегральная схема – это очень маленький квадратный или прямоугольный чип, содержащий тысячи или даже миллионы электронных компонентов. Интегральные схемы позволяют инженерам уменьшить размер электронных схем.

Центральный процессор

И микропроцессоры, и микроконтроллеры имеют центральный процессор. Процессор – это централизованная часть компьютерного чипа, которая обрабатывает инструкции, предоставляемые приложениями или микропрограммным обеспечением. Процессор также оснащен специальным арифметико-логическим устройством (ALU). ALU вычисляет математические значения и оценивает логические задачи на основе компьютерных инструкций.

Регистры

Регистры – это модули памяти, используемые процессором для обработки данных. Процессор временно хранит инструкции или бинарные данные до, во время и после их обработки. И микропроцессоры, и микроконтроллеры построены с использованием внутренних регистров, хотя микроконтроллеры часто имеют больше регистров, чем микропроцессоры.

Архитектурные различия микропроцессоров и микроконтроллеров

Несмотря на то, что микропроцессоры и микроконтроллеры имеют форму компьютерных чипов, они построены на разных архитектурах.

Микропроцессоры разработаны по архитектуре фон Неймана, где программа и данные находятся в одном модуле памяти. Между тем микроконтроллеры используют гарвардскую архитектуру, которая отделяет память программ от пространства данных.

Микропроцессоры содержат больше компонентов интегральных схем, чем микроконтроллеры. Это архитектурное различие влияет на особенности проектирования микропроцессоров и микроконтроллеров в вычислительных и встроенных системных приложениях.

Память

Микропроцессоры не имеют модулей внутренней памяти для хранения данных приложений. Инженеры должны подключить микропроцессор к внешним хранилищам памяти, таким как ROM и RAM, с помощью внешней шины.

С другой стороны, микроконтроллеры оснащены внутренней памятью ROM и RAM. Микроконтроллер использует внутреннюю шину для взаимодействия со встроенными модулями памяти.

Периферийные устройства

Периферийные устройства – это таймеры, средства связи, устройства ввода-вывода и другие возможности, позволяющие микроконтроллерам или микропроцессорам взаимодействовать с внешними компонентами или пользователями.

Микропроцессор не имеет встроенных периферийных устройств в интегральную схему. Вместо этого периферийные устройства подключаются извне, чтобы расширить возможности использования микропроцессора за пределы математической и логической обработки.

Напротив, микроконтроллеры соединяются со встроенными периферийными устройствами с помощью внутренней шины управления. Это позволяет микроконтроллеру управлять электронными устройствами с минимальным количеством дополнительных деталей или без них.

Вычислительная мощность

Микропроцессоры – это мощные компьютерные чипы, способные выполнять сложные вычислительные и математические задачи. Например, можно запустить программное обеспечение для статистической обработки, поскольку микропроцессор поддерживает операции с плавающей запятой.

И наоборот, микроконтроллеры имеют сравнительно меньшую вычислительную мощность и редко поддерживают вычисление с плавающей запятой. Вместо этого они сосредотачиваются на реализации определенной логики, например на управлении температурой нагревателя с помощью различных датчиков.

Другие ключевые отличия микропроцессоров и микроконтроллеров.

Микропроцессоры поддерживают универсальные вычислительные операции на персональных компьютерах и корпоративных серверах. Между тем микроконтроллеры позволяют встроенным системам анализировать входные данные и реагировать на них в режиме реального времени.

Когда инженеры разрабатывают системы с микропроцессорами и микроконтроллерами, они учитывают такие различия.

Тактовая частота

Микропроцессоры обеспечивают высокоскоростные и надежные вычислительные мощности для различных приложений. Современный компьютерный процессор работает в диапазоне гигагерц (ГГц). Это позволяет компьютерной системе выполнять сложные математические вычисления и быстро возвращать результаты.

Хотя скорость микроконтроллера увеличивалась на протяжении десятилетий, она намного меньше скорости обработки данных микропроцессора. В зависимости от назначения тактовая частота микроконтроллера варьируется от килогерц (кГц) до сотен мегагерц (МГц). Несмотря на меньший диапазон скоростей, микроконтроллер может оптимально работать в пределах выделенной области применения.

Размер цепи

Микропроцессор не может работать сам по себе. Он использует внешние компоненты, такие как микросхемы связи, порты ввода-вывода, ОЗУ и ПЗУ, для формирования полноценной вычислительной системы. Таким образом, микропроцессорная схема состоит из адреса и шины данных, соединяющей множество периферийных устройств и микросхем памяти. Даже несмотря на развитие технологий печатных плат (PCB), микропроцессорная система требует значительного пространства.

Однако микроконтроллер имеет компактную конструкцию с более простой схемой. Большинство дополнительных компонентов, легко доступны на том же чипе. Вместо использования отдельных компонентов инженеры при разработке электронных устройств используют один микроконтроллер. Таким образом, освобождается больше места на электронной плате, что позволяет инженерам создавать компактные системы.

Потребляемая мощность

Микропроцессоры часто работают на более высокой скорости, чем микроконтроллеры, и потребляют больше энергии, поэтому для них требуется внешний источник питания. Аналогичным образом, вычислительная система на основе микропроцессорного блока имеет более высокое общее энергопотребление из-за большого количества дополнительных компонентов.

Между тем микроконтроллеры спроектированы так, чтобы эффективно работать при минимальном энергопотреблении. Кроме того, большинство микроконтроллеров имеют функции энергосбережения, которых нет в микропроцессорах.

Например, микроконтроллер может активировать режим энергосбережения и потреблять ограниченное количество энергии, когда данные не обрабатываются. Микроконтроллеры также могут отключать внутренние периферийные устройства, которые не используются, для экономии энергии. Благодаря этому микроконтроллеры – идеальный выбор для создания специализированных приложений с низким энергопотреблением, работающих на накопленном питании.

Операционная Система

В практических приложениях микропроцессоры требуют операционной системы, обеспечивающей соответствующие функциональные возможности. Без операционной системы пользователям пришлось бы обучать микропроцессор на языке ассемблера или бинарном языке.

Между тем для работы микроконтроллеров не требуется операционная система. Однако существуют специальные операционные системы, которые помогают микроконтроллерам среднего и высокого уровня работать более эффективно.

Подключение

Микропроцессоры поддерживают более разнообразные коммуникационные технологии, чем микроконтроллеры. Например, микропроцессор обрабатывает высокоскоростные данные USB 3.0 или гигабитного Ethernet без дополнительного процессора.

Однако для большинства микроконтроллеров требуется специальный процессор для высокоскоростной передачи данных.

Стоимость

Микропроцессорная интегральная схема состоит только из процессора, арифметико-логического устройства (ALU) и регистров, что снижает производственные затраты на единицу продукции. Между тем один микроконтроллер имеет более сложную внутреннюю архитектуру и, как правило, дороже микропроцессора.

Однако микропроцессорная система дороже, так как требует дополнительных компонентов. В отличие от нее, микроконтроллер самостоятельно справляется с выбранной задачей.

Для микроконтроллера требуется меньше дополнительных компонентов, что приводит к удешевлению систем на основе микроконтроллеров. Например, плата кондиционера с микроконтроллером стоит дешевле, чем материнская плата компьютера с микропроцессорами.

Примеры использования микропроцессоров и микроконтроллеров

Как микропроцессоры, так и микроконтроллеры являются полезными электронными компонентами, если их применять в соответствующих сценариях использования.

Используйте микропроцессор, если вам требуется высокая вычислительная мощность для сложных или непредсказуемых вычислительных задач. Микропроцессоры используются во всех типах вычислительных устройств, таких как серверы, настольные компьютеры и мобильные вычислительные устройства. Организации используют серверы с множеством микропроцессоров для высокопроизводительных вычислений и запуска приложений искусственного интеллекта.

С другой стороны, микроконтроллер – лучший выбор, если вы создаете систему управления с узкой областью применения. Микроконтроллеры также полезны для систем, требующих низкого энергопотребления. Некоторые микроконтроллеры могут работать месяцами от небольшой батареи. Например, система умного дома работает от микроконтроллеров. Компактные устройства, такие как дроны или портативные аудиоплееры, также содержат микроконтроллеры.

Микроконтроллеры встраиваются в технологическое оборудование или используются в программируемых контроллерах.

Программируемый логический контроллер (сокр. ПЛК; англ. *programmable logic controller*, сокр. *PLC*; более точный перевод на русский — контроллер с программируемой логикой).

Это цифровая электронная система, предназначенная для применения в производственной среде, которая использует программируемую память для внутреннего хранения ориентированных на потребителя инструкций по реализации таких специальных функций, как логика, установление последовательности, согласование по времени, счёт и арифметические действия для контроля посредством цифрового или аналогового ввода/вывода данных различных видов машин или процессов.

Чаще всего ПЛК используют для автоматизации технологических процессов. В качестве основного режима работы ПЛК выступает его длительное автономное использование, зачастую в неблагоприятных условиях окружающей среды, без серьёзного обслуживания и практически без вмешательства человека.

Иногда на ПЛК строятся системы числового программного управления станков.

ПЛК — устройства, предназначенные для работы в системах реального времени.

ПЛК имеют ряд особенностей, отличающих их от прочих электронных приборов, применяемых в промышленности:

- в отличие от микроконтроллера (однокристального компьютера) — микросхемы, предназначенной для управления электронными устройствами — ПЛК являются самостоятельным устройством, а не отдельной микросхемой.

- в отличие от компьютеров, ориентированных на принятие решений и управление оператором, ПЛК ориентированы на работу с машинами через развитый ввод сигналов датчиков и вывод сигналов на исполнительные механизмы;

- в отличие от встраиваемых систем ПЛК изготавливаются как самостоятельные изделия, отдельные от управляемого при его помощи оборудования.

В системах управления технологическими объектами логические команды, как правило, преобладают над арифметическими операциями над числами с плавающей точкой, что позволяет при сравнительной простоте микроконтроллера (шины шириной 8 или 16 разрядов), получить мощные системы, действующие в режиме реального времени.

В современных ПЛК числовые операции в языках их программирования реализуются наравне с логическими. Все языки программирования ПЛК имеют лёгкий доступ к манипулированию битами в машинных словах, в отличие от большинства высокоуровневых языков программирования современных компьютеров.

Обратим внимание на [программируемые контроллеры \(ПЛК\)](#) (их также называют [программируемые реле](#)) LOGO! Siemens, предназначенные для построения наиболее простых устройств автоматического управления. Почему LOGO! Siemens? Потому что для работы с ним не требуется специальных знаний по микропроцессорной технике и языкам программирования, а достаточно [основ электротехники](#) и цифровой электроники (тоже основ). Кроме того, программные продукты компании Siemens распространяются в свободном доступе.

На рисунке 1 показан внешний вид контроллера LOGO! Basic и модуля расширения. Алгоритм функционирования модулей задаётся программой, составленной из набора встроенных функций - FBD (Function Block Diagram) - графический язык программирования. Программирование модулей может производиться либо с компьютера, оснащенного программой LOGO Soft Comfort, либо установкой запрограммированного модуля памяти, либо с их клавиатуры (при её наличии) без использования дополнительного программного обеспечения.



Рисунок 1 – [Конструкция контроллера LOGO! Basic и модуля расширения](#)

[Стоимость контроллера и модулей расширения не высока](#), что даёт возможность применять их даже для автоматизации и не сложных процессов.

[Возьмем пример](#), предложенный самой компанией Siemens, [смесительное устройство](#). На рисунке 2 представлена блок-схема смесительного устройства.

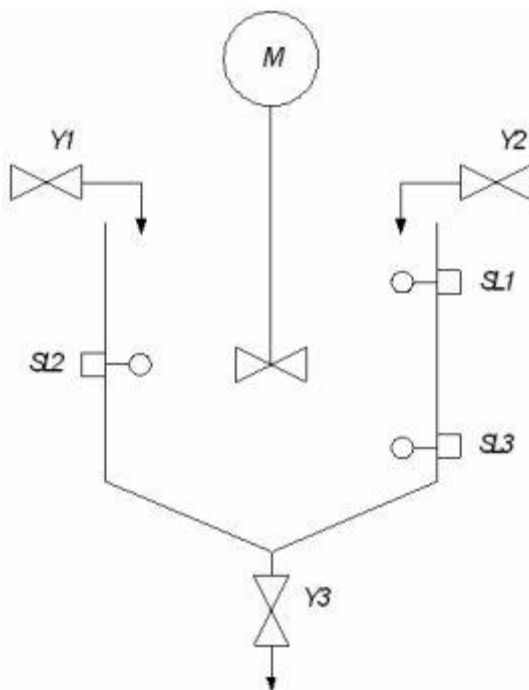


Рисунок 2 – Блок-схема смесительного устройства

Формулировка задания:

По команде запуска (SB1) открыть вентиль Y1 и заполнить бак до отметки SL2. Закрыть вентиль Y1, открыть вентиль Y2 и заполнить бак до отметки SL1. Закрыть вентиль Y2 и на 15 минут включить смеситель. Открыть вентиль Y3 и слить полученную смесь. По сигналу датчика SL3 закрыть вентиль Y3 и привести схему в исходное состояние.

Исполнительные устройства:

- M – электродвигатель смесителя
- Y1 – вентиль подачи компонента 1
- Y2 – вентиль подачи компонента 2
- Y3 – вентиль выпуска готовой смеси

Датчики и органы ручного управления:

- SL1 – датчик полного заполнения бака
- SL2 – датчик заполнения бака компонентом 1
- SL3 – датчик опустошения бака
- SB1 – кнопка запуска установки

Исходя из технического задания, составим классическую релейно-контакторную схему (рисунок 3). Традиционно устанавливаем кнопку «Стоп» SB1, поэтому кнопка запуска установки становится SB2.

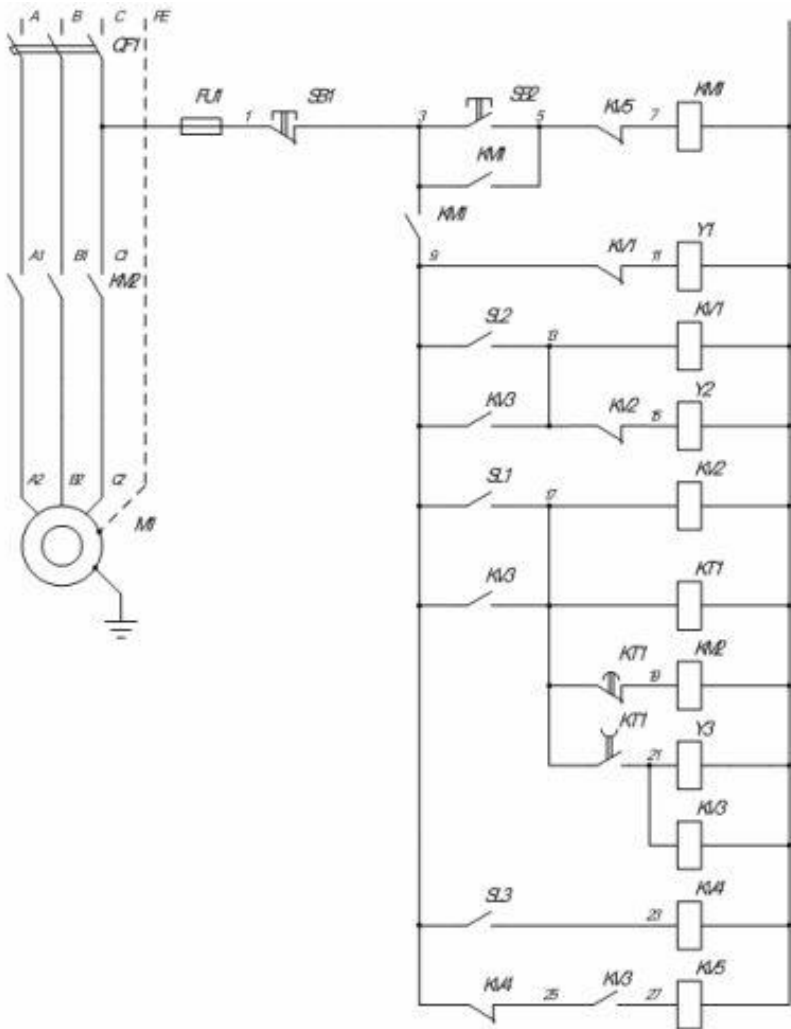


Рисунок 3 – Релейно-контакторная схема смесительного устройства

Эта же схема, выполненная на ПЛК LOGO! (рисунок 4). Однозначно проще, а ведь использована только малая часть возможностей контроллера. Кроме самого контроллера в схеме из элементов присутствуют только датчики, органы управления и

исполнительные механизмы. Значит схема намного надёжнее своего классического аналога.

Маркировка контроллера LOGO!230RC указывает: питающее напряжение - 115-240 В постоянного или переменного тока, выходы релейного типа (ток нагрузки - 3 А для индуктивной нагрузки).

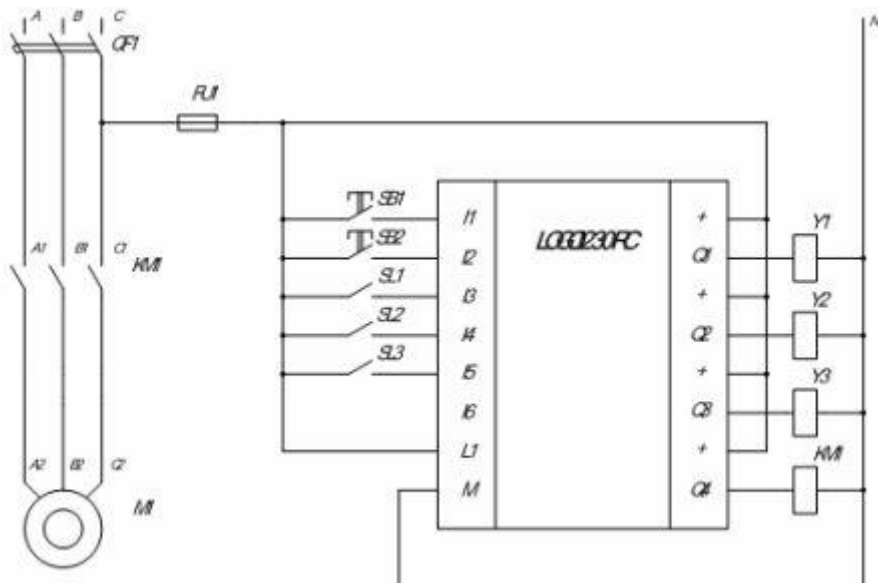


Рисунок 4 – **Схема смесительного устройства на контроллере LOGO!**

Для программирования ПЛК LOGO! необходимо создание коммутационной программы. Коммутационная программа создаётся с помощью пакета LOGO!Soft Comfort - программное средство для программирования LOGO!, которое используется для простого и быстрого создания, тестирования, изменения, сохранения и распечатки коммутационных программ.

У LOGO! есть входы и выходы. Входы обозначаются буквой I и номером. Выходы обозначаются буквой Q и номером.

Цифровые входы и выходы могут принимать состояние «0» или «1». «0» означает, что на входе нет напряжения; «1» означает, что оно есть.

Блок в LOGO! – это функция, которая преобразует входную информацию в выходную информацию.

На рисунке 5 представлен вариант коммутационной схемы контроллера смесительного устройства, созданный в среде LOGO!Soft Comfort. При создании коммутационной программы связываем соединительные элементы с блоками. Простейшими блоками являются логические операции. Также в схеме использованы триггеры и блок задержки выключения.

Коммутационная программа отражает алгоритм (логику) работы схемы управления. Графически реализованная схема на типовых блоках и соединительных элементах в дальнейшем преобразуется в логическую структуру контроллера.

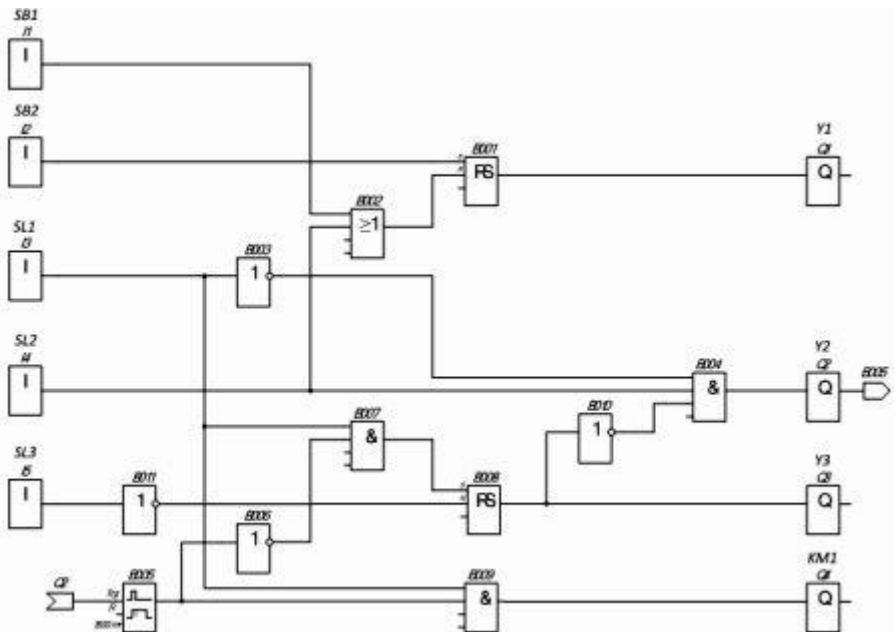


Рисунок 5 – Коммутационная схема смесительного устройства на контроллере LOGO!