



ОмГУПС
Кафедра АиТ

**Микропроцессорные информационно-
управляющие системы**

(Для студентов ИАТИТ)

Лекция 2

**Обзор популярных микроконтроллеров
Электропитание микро-ЭВМ**

Сушков С. А.

Омск



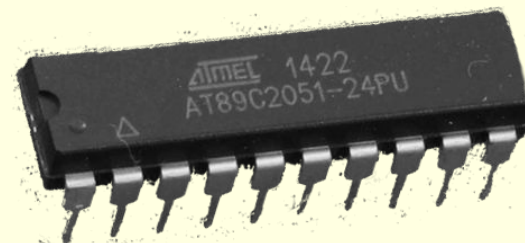
Обзор популярных микроконтроллеров

Оборудование объектных контроллеров микропроцессорных систем управления и контроля в основном строится на однокристальных микро-ЭВМ (микроконтроллерах). Существует множество микропроцессоров различных фирм, подходящих для этой цели.

8051 - микроконтроллер Intel 8051, выпущенный в 1980 году, стал классическим образцом устройств данного класса. Этот 8-битный чип положил начало целому семейству микроконтроллеров, которые господствовали на рынке вплоть до недавнего времени.

Аналоги 8051 выпускали советские предприятия в Минске, Киеве, Воронеже, Новосибирске, на них выросло целое поколение отечественных разработчиков.

Более полутора десятков фирм производителей микроконтроллеров и сегодня выпускают устройства, основанные на этой архитектуре. Среди них Philips, Atmel, Dallas, OKI, Siemens. Но 51-е семейство постепенно сдает свои позиции более молодым и совершенным микроконтроллерам.





Обзор популярных микроконтроллеров

Motorola и Zilog - яркими представителями восьмиразрядных микроконтроллеров явились изделия компаний Motorola (68HC05, 68HC08, 68HC11) и Zilog (Z8).

Motorola длительное время не предоставляла средств, позволяющих дешево и быстро начать работать с ее контроллерами, что явно не способствовало их популярности у некорпоративных разработчиков. Однако стоит заметить, что за рубежом микроконтроллеры от Motorola занимают лидирующее положение на рынке. В нашей стране их популярность не очень высока, возможно, еще в силу отсутствия достаточного количества доступных учебных материалов и средств разработки.

Микроконтроллеры фирмы Zilog, основанной бывшими сотрудниками Intel, не выдержали гонки в стремительно развивающемся секторе рынка, и сегодня система команд Z8 выглядит достаточно устаревшей.



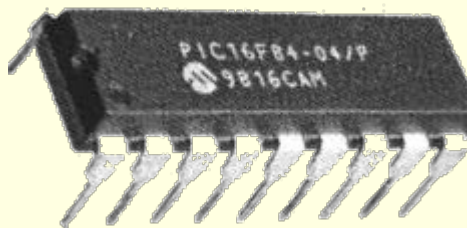


Обзор популярных микроконтроллеров

Microchip - первые значительные перемены произошли с появлением PIC-контроллеров фирмы Microchip (Чандлер, штат Аризона). Эти чипы предлагались по рекордно низким ценам, что позволило им в короткий срок захватить значительную часть рынка микроконтроллеров. К тому же кристаллы от Microchip оказались не уступающими, а нередко и превосходящими микроконтроллеры x51 по производительности и не требовали дорогостоящего программатора.

Вместе с контроллерами появились дешевые комплекты PICSTART, содержащие все, что было нужно для того, чтобы, не имея ни средств, ни навыков работы с PIC-контроллерами, быстро создать и отладить на нем продукт.

Эти микроконтроллеры имели хорошие порты, но все остальное было сделано весьма неудобно. Архитектура оставляла желать лучшего, система команд была крайне ограничена. Тем не менее, PIC-контроллеры остаются популярными в тех случаях, когда требуется создать недорогую систему, не предъявляющую высоких требований по ее управлению.





Обзор популярных микроконтроллеров

Texas Instruments - выпускает микроконтроллеры отличные от выше представленных тем, что они имеют фоннеймановскую архитектуру а также 16-ти разрядные. Кроме того используют ортогональную систему команд *RISC reduced instruction set computer* «компьютер с сокращённым набором шагов команд» (при которой все команды или их подавляющее большинство имеют одинаковый формат, выполняются за один такт и не нуждаются в индивидуальных регистрах), их всего 27. От остальных микроконтроллеров отличаются тем, что не содержат команд для загрузки регистров, и команд для выполнения операций над аргументами в регистрах. Из особенностей можно выделить очень низкое потребление энергии, имеют 5 режимов энергосбережения. Непосредственно для разработчика стоит отметить библиотеку математики с плавающей точкой. Библиотека *FPP* подключается к рабочей программе, занимая в программной памяти 1 килобайт. Библиотека работает с числами в диапазоне от $-1.099.10^{12}$ до $+1.099.10^{12}$. При помощи нее можно выполнять операции сложения, вычитания, умножения, деления, вычисления квадратного корня, вычисления тригонометрических функций и операции сравнения чисел. В состав библиотеки входят конвертеры, преобразующие числа в формат *float* (32-разрядных значений с плавающей запятой) и обратно. Разработчик получает возможность производить сложные вычисления с большой т





Обзор популярных микроконтроллеров

Atmel - Настоящая революция в мире микроконтроллеров произошла в 1996 году, когда корпорация Atmel (штат Калифорния) представила свое семейство чипов на новом прогрессивном ядре AVR. Более продуманная архитектура AVR, быстродействие, превосходящее контроллеры Microchip, привлекательная ценовая политика способствовали оттоку симпатий многих разработчиков от недавних претендентов на звание контроллера номер 1.

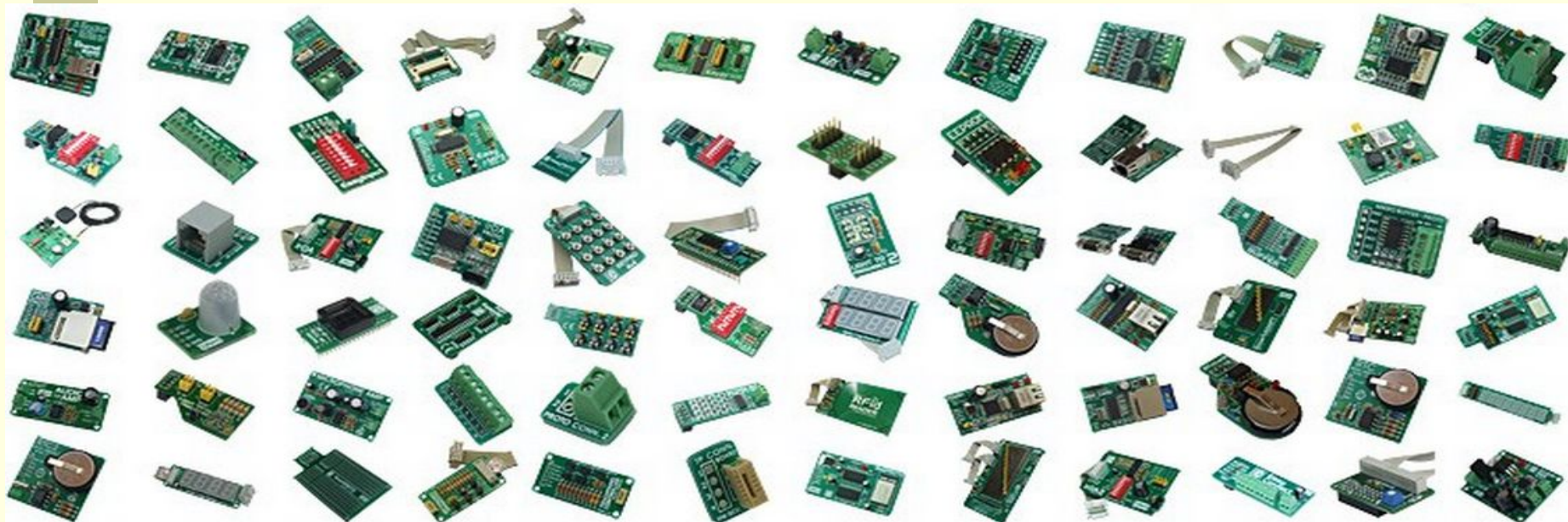
Микроконтроллеры AVR имеют более развитую систему команд, насчитывающую до 133 инструкций, производительность, приближающуюся к 1 MIPS/МГц, Flash ПЗУ программ с возможностью внутрисхемного перепрограммирования. Многие чипы имеют функцию самопрограммирования. AVR-архитектура оптимизирована под язык высокого уровня Си. Кроме того, все кристаллы семейства совместимы "снизу вверх".





Обзор популярных микроконтроллеров

Ведущие сторонние производители выпускают полный спектр компиляторов, программаторов, ассемблеров, отладчиков, разъемов и адаптеров. Для программирования AVR можно обойтись вовсе без аппаратного программатора. Самым простым способом программирования этих микроконтроллеров являются пять проводков, подсоединенных к параллельному порту персонального компьютера. Удачная и совершенно бесплатная среда разработки AVR Studio, работающая под Windows.





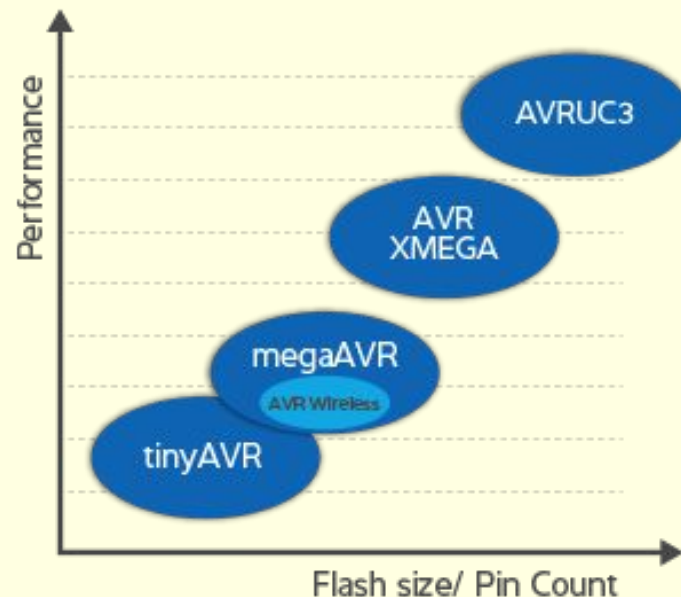
Обзор популярных микроконтроллеров

На данный момент всё семейство разделилось на 3 группы: Classic (уже не выпускается), Tiny и Mega.

Соответственно группы различаются по количеству периферии на кристалле. В 2008 году корпорация Atmel анонсировала новое семейство AVR-микроконтроллеров - XMEGA, это более современные, быстродействующие микроконтроллеры с низким энергопотреблением и расширенным набором периферии. Программно полностью совместимы с Tiny

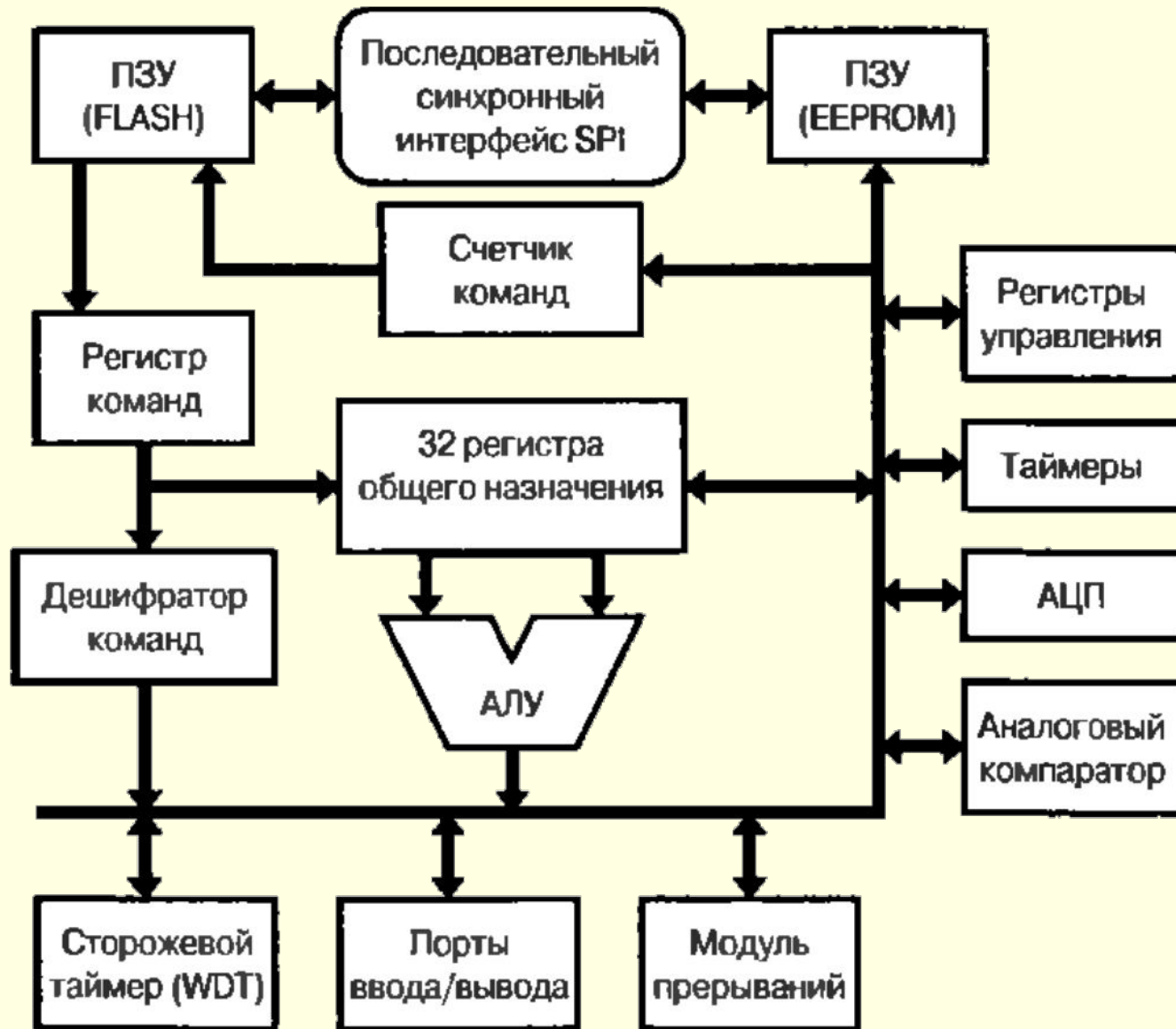
и Mega. Также освоен выпуск микроконтроллеров на основе ядра ARM.

Можно считать, что AVR постепенно становится еще одним индустриальным стандартом среди 8-разрядных микроконтроллеров общего назначения. Они легкодоступны в России и отличаются в среднем невысокой стоимостью, успешно конкурируя с изделиями компании MICROCHIP. Все это делает микроконтроллеры Atmel AVR одними из самых привлекательных для обучения.



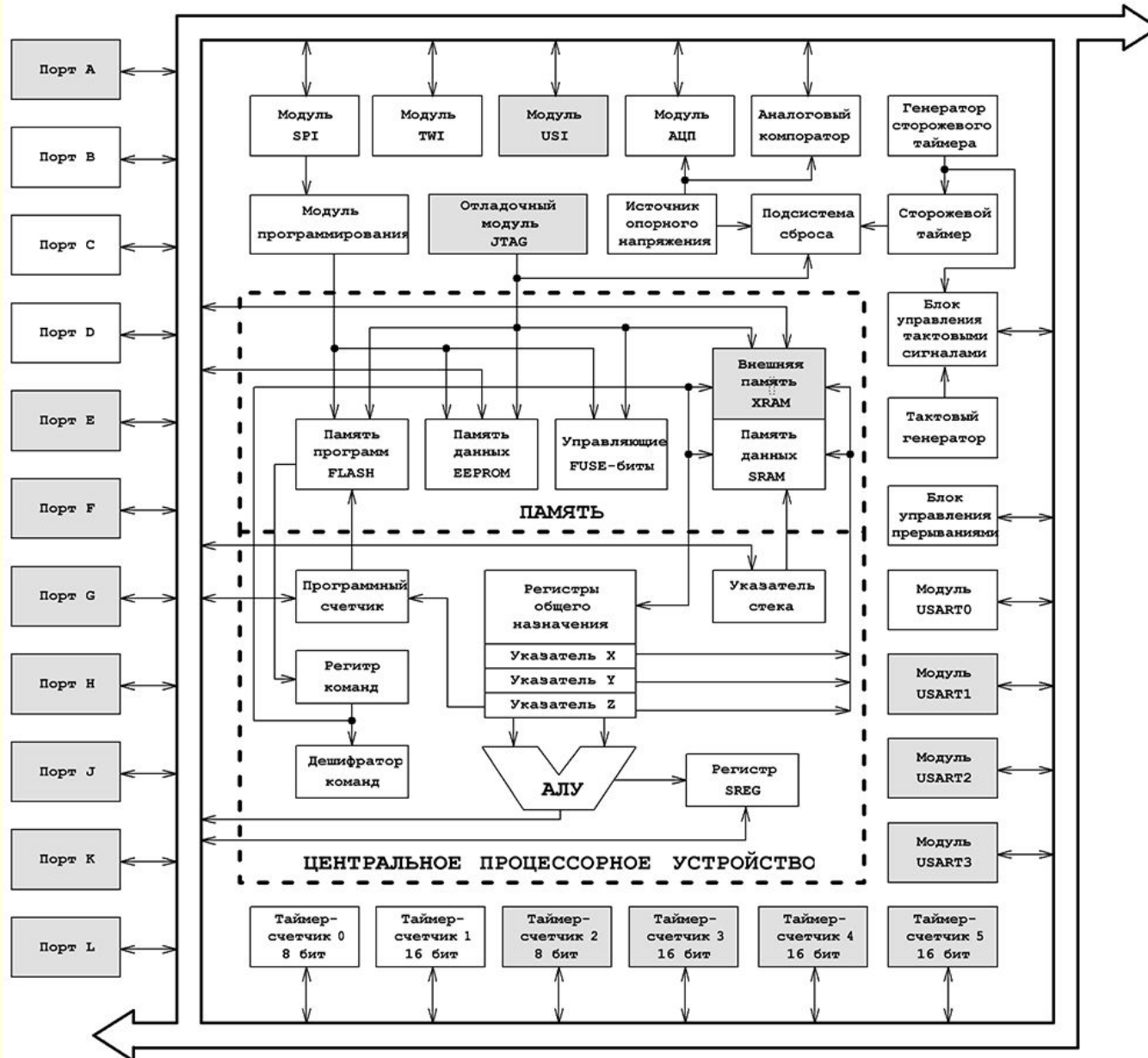


Ядро микроконтроллеров семейства AVR





Внутреннее устройство микроконтроллеров семейства ATmega



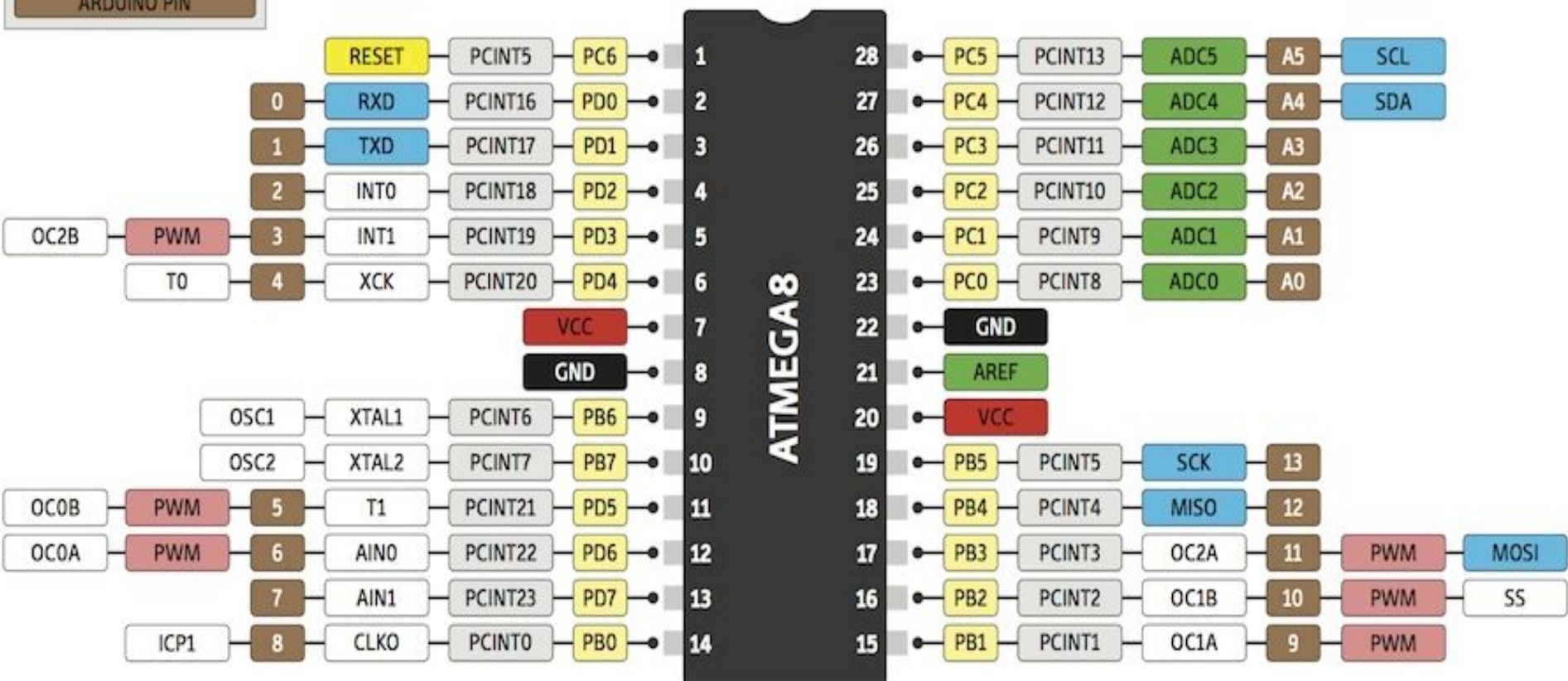


Схемотехника AVR



LEGEND

GND
POWER
CONTROL
PORT PIN
ATMEGA328 PIN FUNC
DIGITAL PIN
ANALOG-RELATED PIN
PWM PIN
SERIAL PIN
ARDUINO PIN





Ардуино

(Материал из Википедии)

Arduino — торговая марка аппаратно-программных средств для построения простых систем автоматики и робототехники, ориентированная на непрофессиональных пользователей. **Программная** часть состоит из бесплатной программной оболочки (IDE) для написания программ, их компиляции и программирования аппаратуры. **Аппаратная** часть представляет собой набор смонтированных печатных плат, продающихся как официальным производителем, так и сторонними производителями. Полностью открытая архитектура системы позволяет свободно копировать или дополнять линейку продукции Arduino.

Arduino может использоваться как для создания автономных объектов автоматики, так и подключаться к программному обеспечению на компьютере через стандартные проводные и беспроводные интерфейсы.



Стандартный конструктив Ардуино
с платами расширения



Обзор популярных микроконтроллеров

- **ARM** - Микропроцессорная архитектура с сокращённым набором команд, ортогональной RISC, разрабатываемая корпорацией ARM Limited.
- ARM - британская корпорация, один из крупнейших разработчиков и лицензиаров архитектуры 32-разрядных RISC-процессоров, ориентированных на использование в портативных и мобильных устройствах (телефонах, органайзерах и т. п.).
- Высокая вычислительная мощность, широкий набор периферии и низкая стоимость делают эти устройства привлекательными для самого широкого круга разработчиков. При этом каждый желающий может выбрать наиболее подходящий вариант для решения конкретной задачи. Производители предлагают огромное количество разнообразных микросхем, общим для которых остается только процессорное ядро. На сегодняшний день распространение получили 3 варианта ядер: Cortex-M0, Cortex-M3, Cortex-M4.



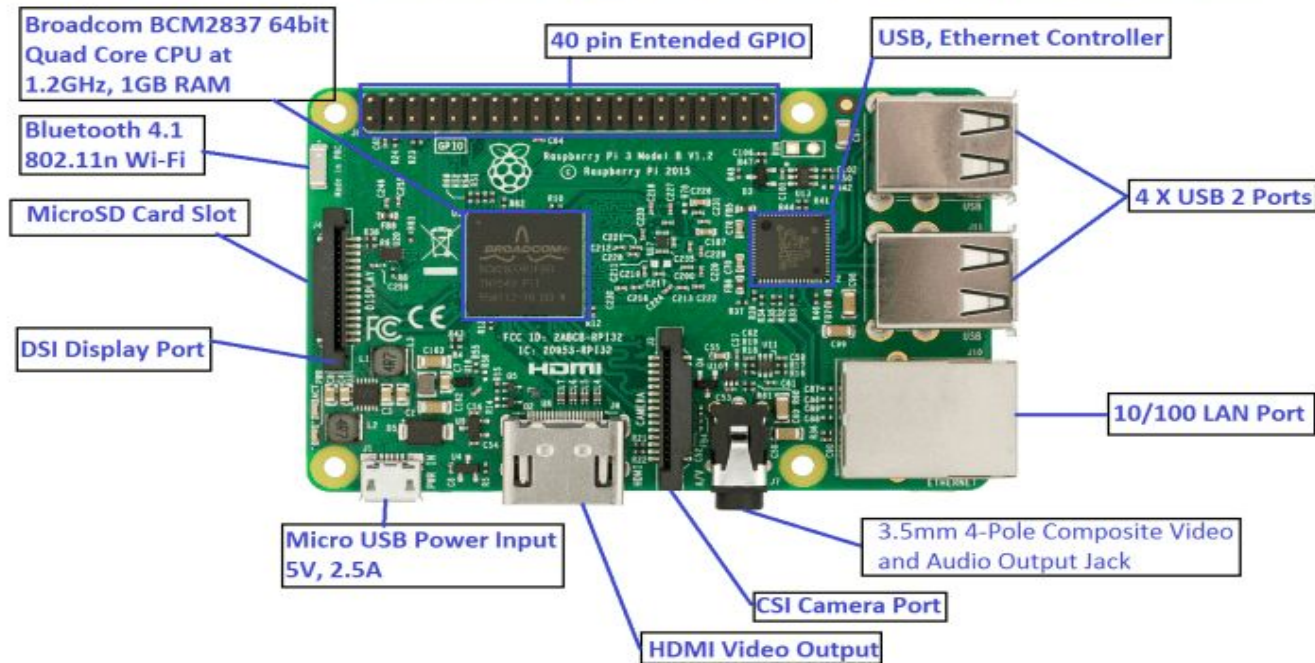
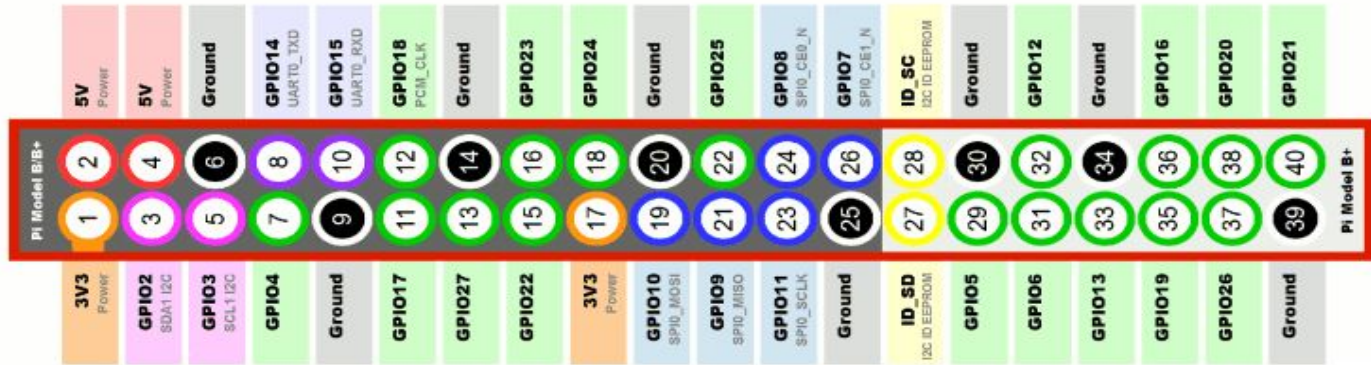


Одноплатные компьютеры на основе АРМ для систем ЖАТ

- С каждым годом повышаются требования к аппаратуре управления и системам контроля железнодорожной автоматики и телемеханики. Надежные однокристальные микро-ЭВМ уже не могут справиться с увеличивающимся потоком информации, в тоже время, более производительные компьютеры на системных платах не могут обеспечить надежность на уровне однокристальных микро-ЭВМ. Наличие механических элементов в схемах требуют постоянного обслуживания. Для повышения надежности требуется применение мажоритарного принципа построения схем, что приводит к усложнению и удорожанию оборудования. Программное обеспечение для однокристальных микро-ЭВМ имеет специфический вид и разрабатывается специально под конкретное устройство. Верхний уровень программного обеспечения должен иметь открытый код и масштабироваться в балансе объем – скорость выполненных операций. Существующие системные платы функционируют на проприетарном программном обеспечении, что ограничивает их использование.
- В июне 2019 года начат выпуск одноплатных компьютеров «Малина» Raspberry Pi 4 с 2, 4 и 8 Гбайт оперативной памяти <https://pcminipro.ru/>.



Одноплатные компьютеры на основе ARM для систем ЖАТ



Одноплатный компьютер Raspberry Pi 4



Одноплатные компьютеры на основе ARM для систем ЖАТ

В компьютере «Малина» используется процессор Broadcom BCM2711 с четырьмя ядрами Cortex-A72 (ARM v8) с тактовой частотой 1,5 ГГц. В перспективе возможно увеличение до 16 Гбайт памяти LPDDR4, поставляемой компанией Micron. Для связи присутствуют адаптеры беспроводной связи Wi-Fi IEEE 802.11ac (2,4 и 5 ГГц) и Bluetooth 5.0 / BLE, а также сетевой контроллер Gigabit Ethernet с соответствующим разъёмом для подключения кабеля. Все функции связи настраиваются при помощи операционных систем с открытым кодом ОС Raspberry Pi, или Linux (Ubuntu, Debian или собственной сборки). Доступны бесплатные программные средства для визуального программирования, математических вычислений, аудио и видео обработки сигналов. Для отображения информации используется стандартный интерфейс HDMI, но возможна работа и без дисплея. Для подключения периферии также имеются проводные интерфейсы UART, USB, аудио выход, внешнее хранилище данных и программ, параллельная шина 40 pin GPIO. Малое потребление энергии исключает перегрев элементов, установленных на плате. Отсутствуют компоненты с механическими элементами.

Производитель <https://www.raspberrypi.org/> предоставляет принципиальные схемы (рис) и примеры проектов.



Одноплатные компьютеры на основе ARM для систем ЖАТ

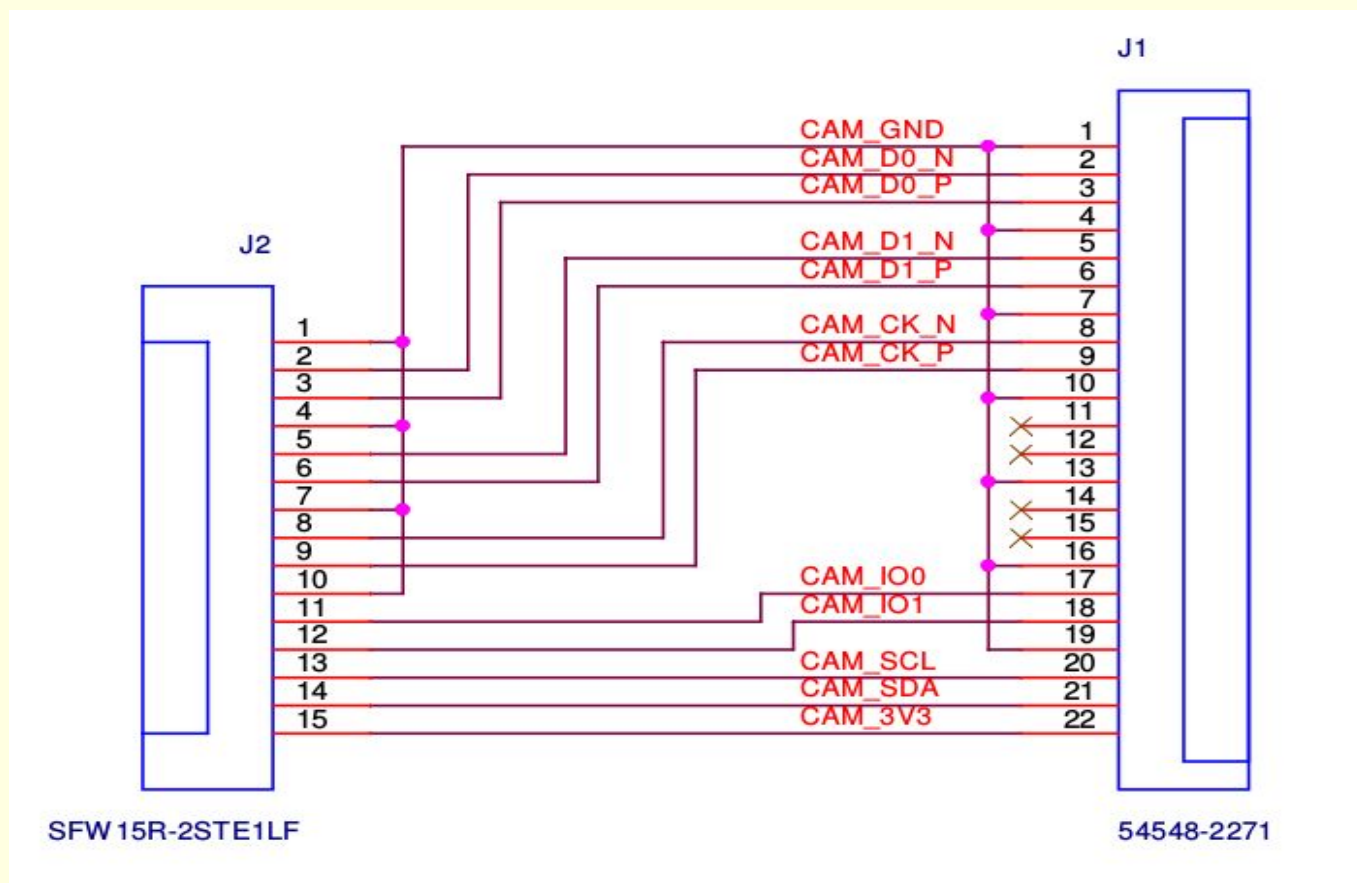


Схема подключения видекамеры Raspberry Pi 4

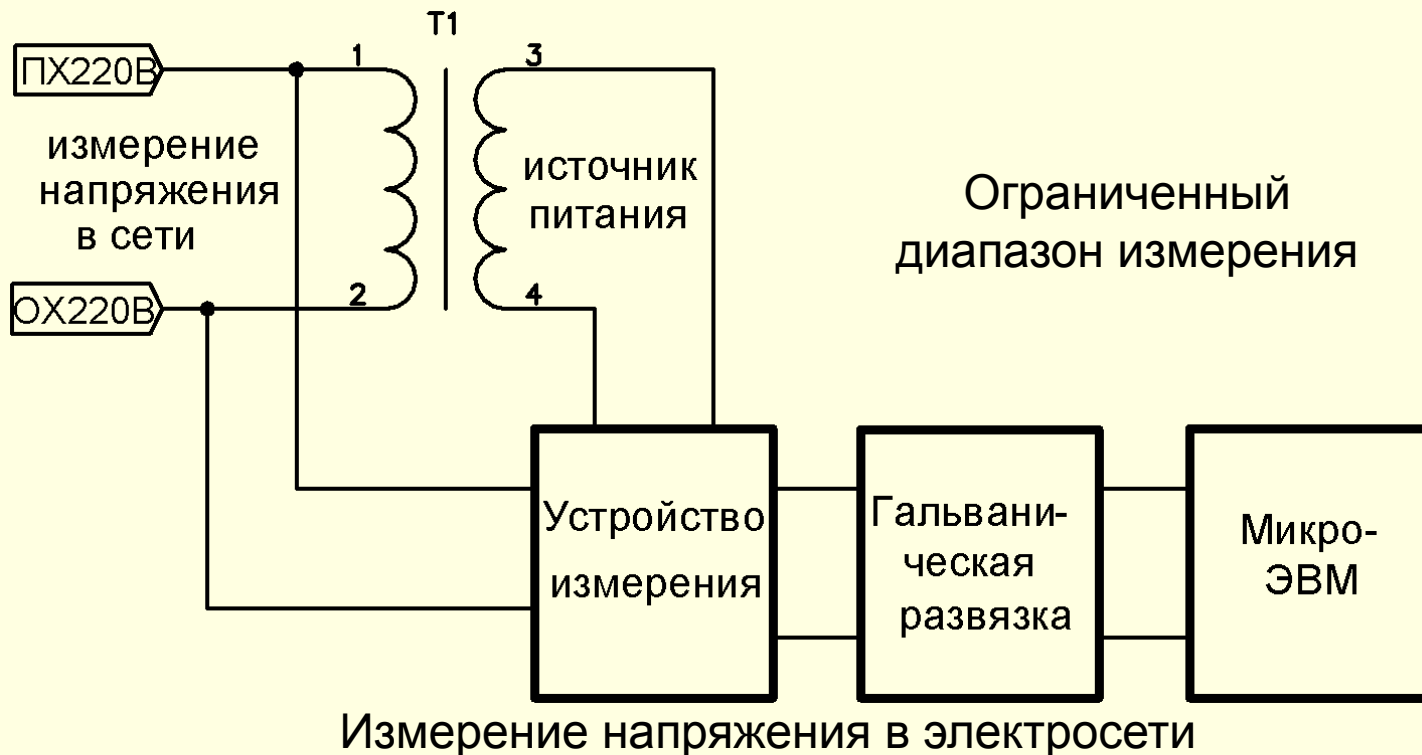
Политика открытости, небольшая цена за компьютер (1,5 – 5 тыс. руб.) и высокая надежность делает «Малину» хорошим претендентом на использование в железнодорожных системах.



Варианты электропитания микро-ЭВМ и устройств сопряжения

Качественное электропитание электронных устройств является одним из основных условий надёжного функционирования микропроцессорной системы.

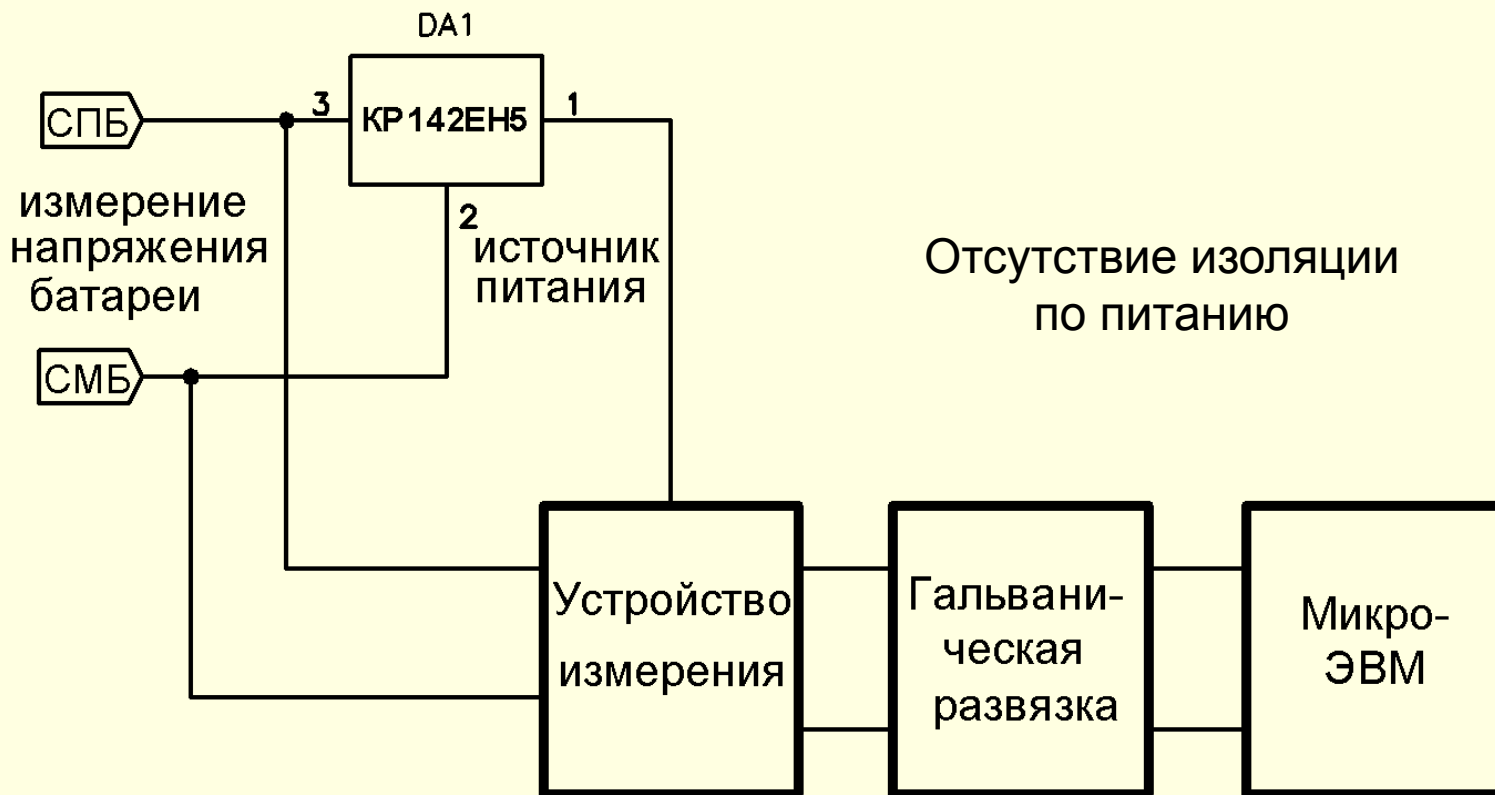
Если объект контроля обладает достаточно мощным собственным источником питания, то от него можно получить необходимую энергию.





Варианты электропитания микро-ЭВМ и устройств сопряжения

Непосредственное подключение к стационарной батарее

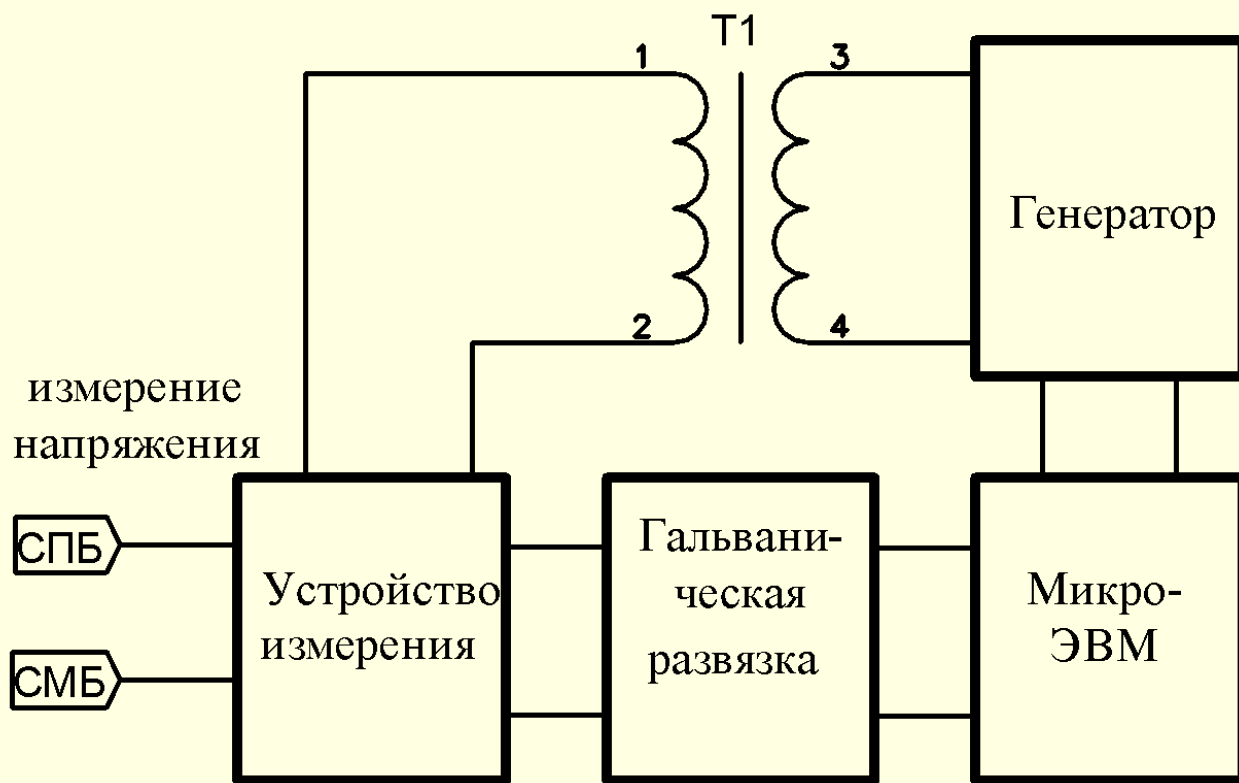


Измерение напряжения постоянного тока



Варианты электропитания микро-ЭВМ и устройств сопряжения

В данном случае генератор вырабатывает частоту напряжением и мощностью достаточными для питания устройства измерения. При частотах десятки - сотни кГц трансформатор Т1 имеет малые размеры.

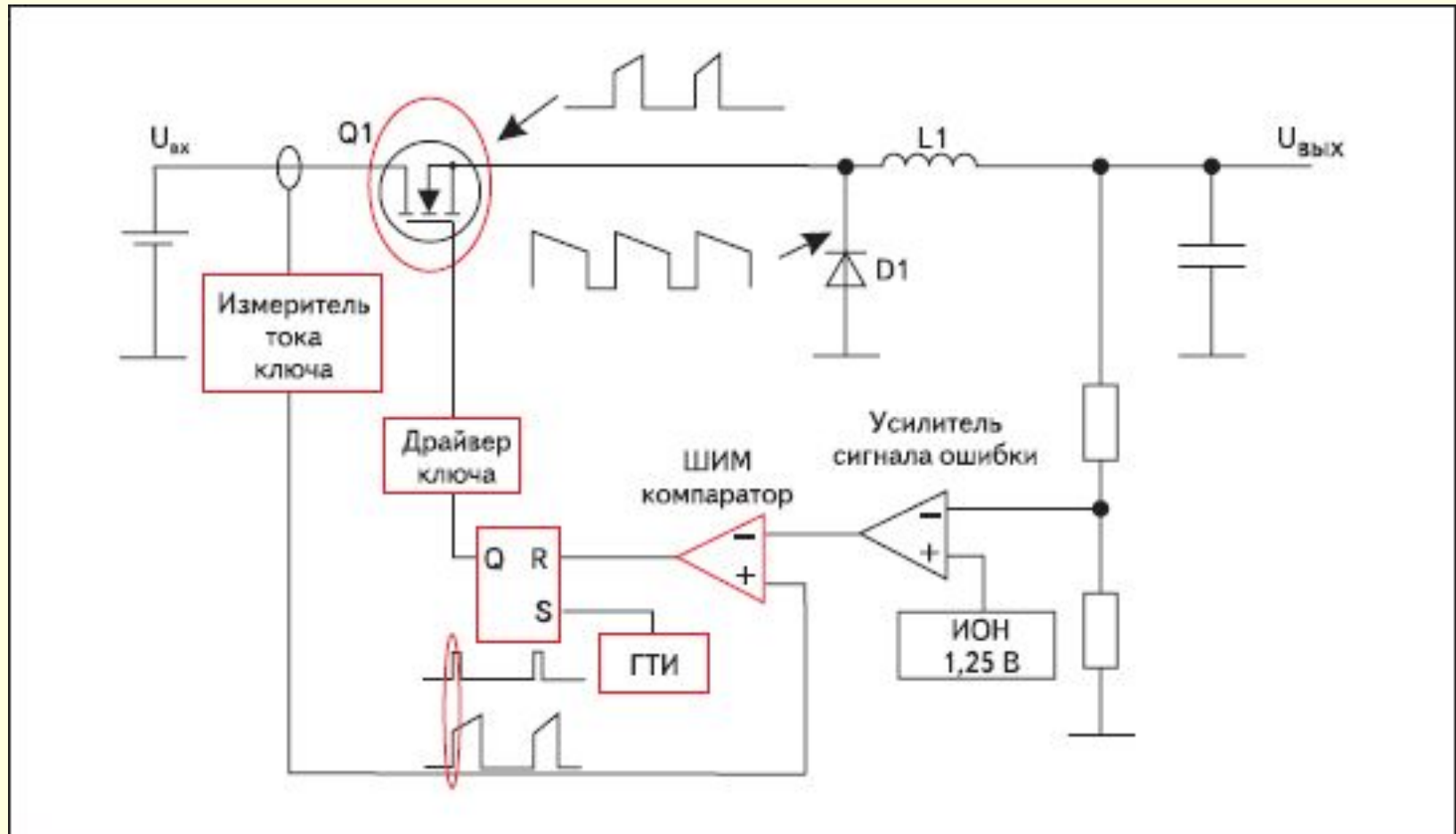


Питание устройств сопряжения от микро-ЭВМ



Стабилизаторы напряжения

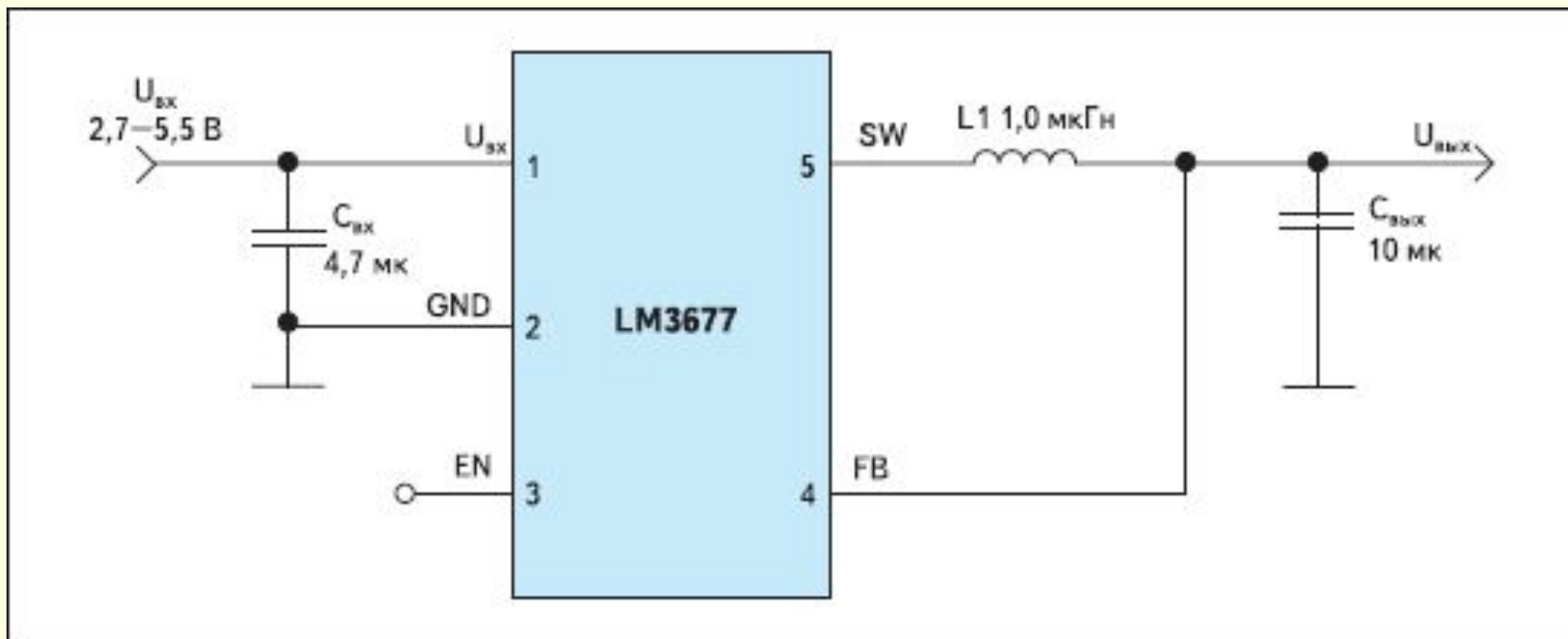
■ ШИМ стабилизатор напряжения





Стабилизаторы напряжения (ЛЗ)

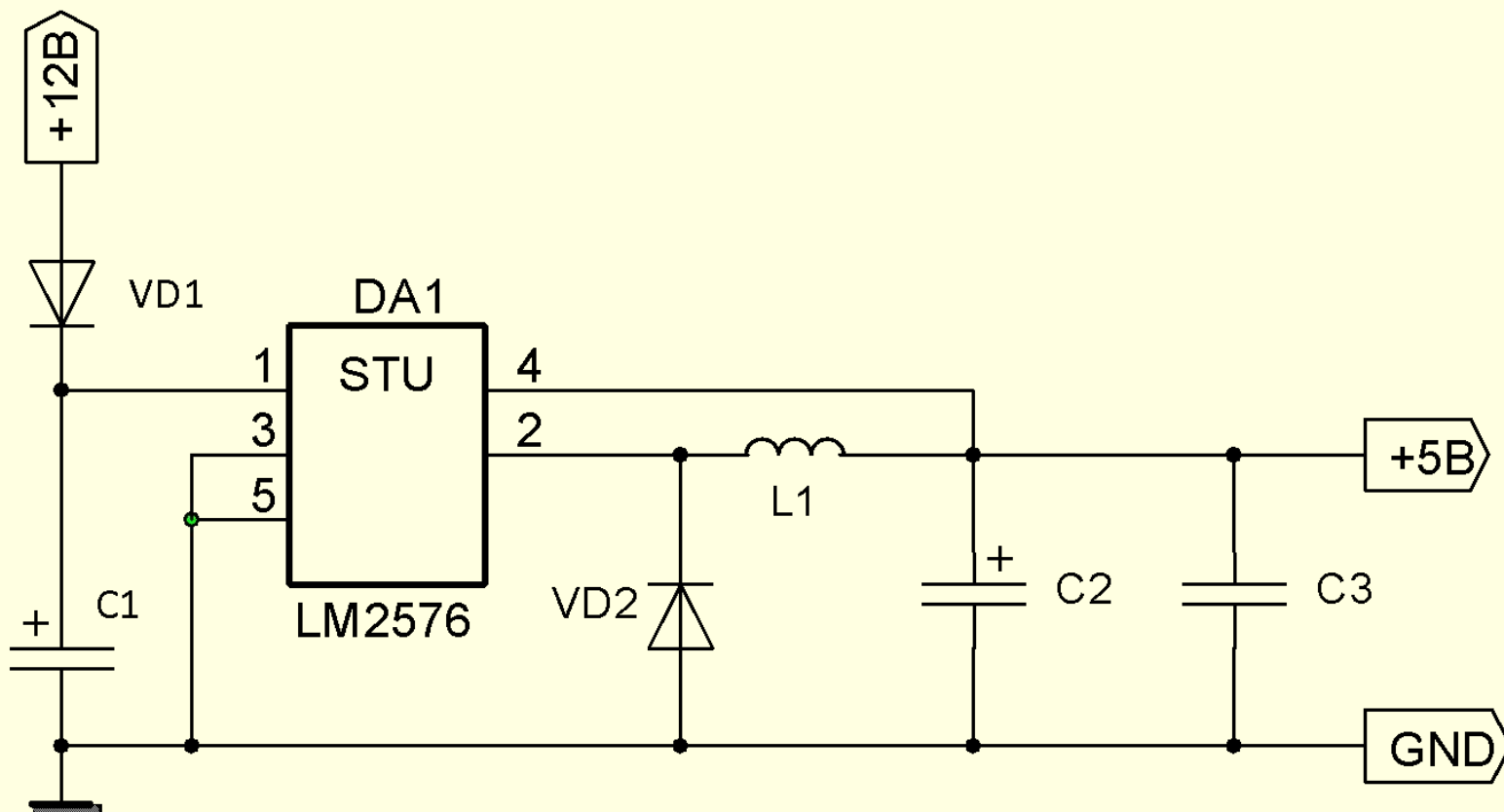
- Типовая схема включения микросхемы LM3677 для питания переносных устройств от литий-ионных аккумуляторов.





Стабилизаторы напряжения

- Типовая схема включения микросхемы LM2576 для питания микроконтроллеров.





Варианты электропитания микро-ЭВМ и устройств сопряжения

Использование промышленных и интегрированных преобразователей и стабилизаторов модульного типа значительно упрощает конструирование микроконтроллеров.

Среди модульных источников питания можно выделить следующие основные группы:



1. Преобразователи переменного напряжения в постоянное (AC/DC преобразователи, AC/DC конверторы). Диапазон входного напряжения может лежать в пределах 85...135 В, 170...265 В, 85...264 В, частота 47...63 Гц. Выходное напряжение постоянное, фиксированное, как правило, стандартное: 3.3; 5; 9; 12; 15; 24; 48 В, а также 7.5; 13.5; 27 В и т.п. Модули бывают с одним, двумя, тремя, четырьмя выходами. Например, модуль с тремя выходными напряжениями +5, +12, -12 В для питания аппаратуры с цифровой управляющей частью и аналоговыми каскадами, содержащими операционные усилители. AC/DC преобразователи выпускаются на разные мощности: от десятков ватт до единиц киловатт. Разнообразно конструктивное исполнение AC/DC преобразователей. Они выпускаются в виде законченных модулей в корпусе, в кожухе, в открытом исполнении, в корпусе для монтажа на DIN-рейку, в виде настольного и настенного (сетевые адаптеры) блока.



Варианты электропитания микро-ЭВМ и устройств сопряжения

(Основные группы модульных источников питания:)

2. Преобразователи постоянного напряжения в постоянное (DC/DC преобразователи, DC/DC конверторы). Диапазон входного напряжения может лежать в пределах от 1.8 до 200 В; выходное напряжение, как правило, стандартное. Модули бывают с одним, двумя, тремя, четырьмя и более выходами. DC/DC преобразователи выпускаются на разные мощности: от долей ватта до десятков ватт. Как правило, DC/DC преобразователи выпускаются в виде законченного модуля для монтажа на печатную плату. Возможны варианты исполнения для монтажа в отверстия и поверхностного монтажа.

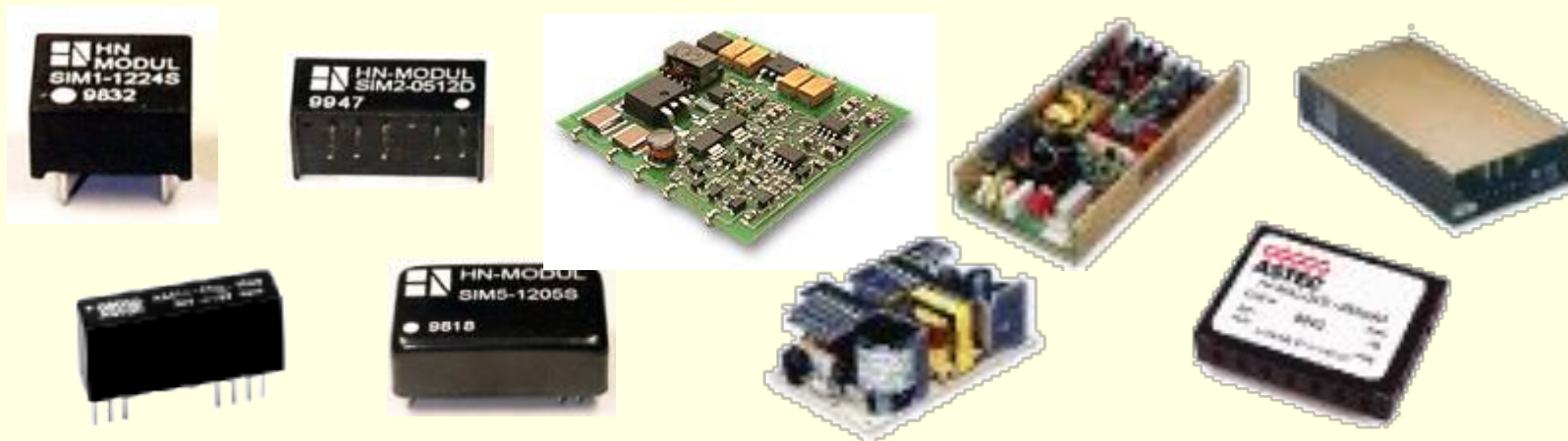
3. Преобразователи постоянного напряжения в переменное (DC/AC инверторы, DC/AC преобразователи). Входное напряжение, как правило, 12 В или 24 В. Выходное напряжение 230 В, 47...57 Гц. DC/AC инверторы выпускаются на разные мощности: от десятков до сотен ватт в различных корпусах, входной разъем соответствует гнезду прикуривателя автомобиля, а выходной разъем представляет собой стандартную электрическую розетку для аппаратуры 220 В, 50 Гц.



Варианты электропитания микро-ЭВМ и устройств сопряжения

Модульные источники питания разрабатываются и производятся, как правило, специализированными фирмами, что позволяет этим фирмам обеспечивать высокий технический уровень и качество продукции. Модульный источник питания имеет компактные размеры, высокую функциональность, универсальность применения и легкость в использовании.

Основные производители модульных источников питания: Peak-Electronics, Elteco, INTERPOINT, HN-Electronics GmbH, Yuan Dean, Franmar, Minmax, TRACO, Avansys Power и другие.



Внешний вид модульных источников питания



Варианты электропитания микро-ЭВМ и устройств сопряжения л3

Модульные источники питания подобные установленным в персональных компьютерах имеют схему подключения к сети, приведённую на рисунке. При нарушении или отсутствии заземления на корпусе прибора будет присутствовать напряжение 110 В, которое при соединении гальванически не развязанных внешних устройств может вывести из строя периферийные микросхемы. Все соединения должны производиться только при двухпроводном отключении от электросети.

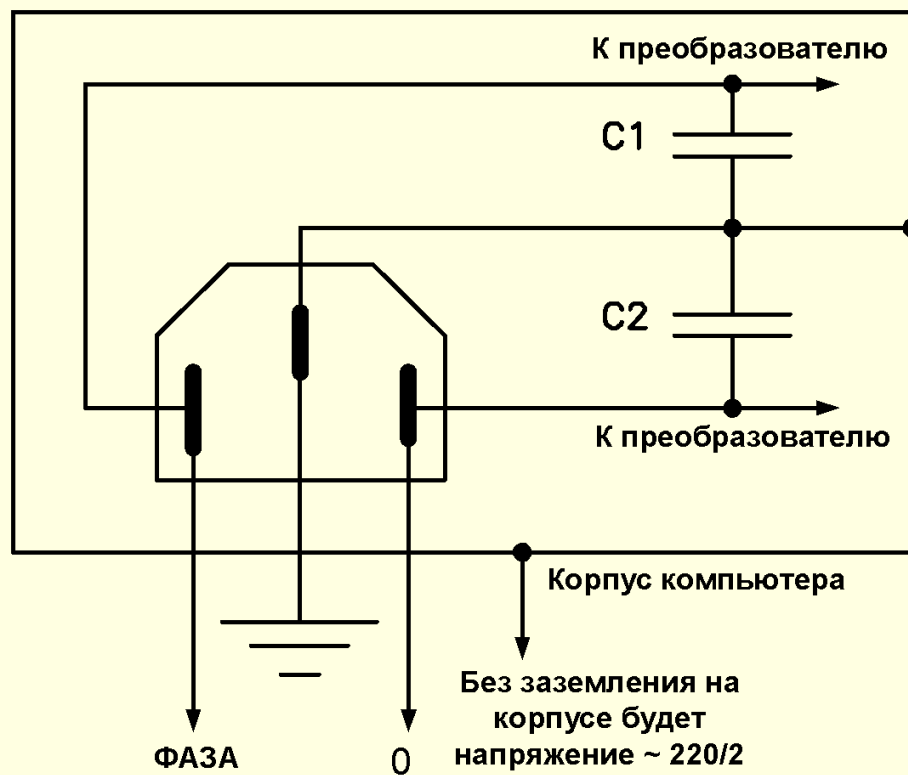


Схема стандартного подключения преобразователей к сети переменного тока 220 В.



Схема блока питания ATX PC

