

# **Микропроцессорные устройства**

Лекция 8

**Передача данных**

**Микроконтроллеры серии AVR**

# **ИНТЕРФЕЙС**

**Средства и правила, обеспечивающие взаимосвязь устройств между собой, называются интерфейсом.**

**В интерфейсе стандартизируются:**

- 1. Назначение и количество линий интерфейса.**
- 2. Параметры электрических сигналов.**
- 3. Протоколы обмена информацией и выполнения функций интерфейса.**
- 4. Конструктивные параметры.**

**Физически интерфейс реализуется в виде электрических линий для передачи сигналов и набора микросхем, обеспечивающих выполнение основных функций интерфейса.**

# Некоторые понятия интерфейсов

**Канал** – среда передачи информации, представляемой в виде определенных сигналов. Канал реализуется с помощью тех или иных средств, зависящих от физической природы сигналов (ток, напряжение, радиосигнал, оптический сигнал и т.п.). Компьютерный интерфейс является каналом передачи информации с помощью электрических сигналов (импульсов и потенциалов).

**Линия интерфейса** – это электрический проводник (провод, линия печатного монтажа, контакт разъема платы), по которому распространяется электрический сигнал. При дифференциальном представлении сигналов линия содержит два проводника.

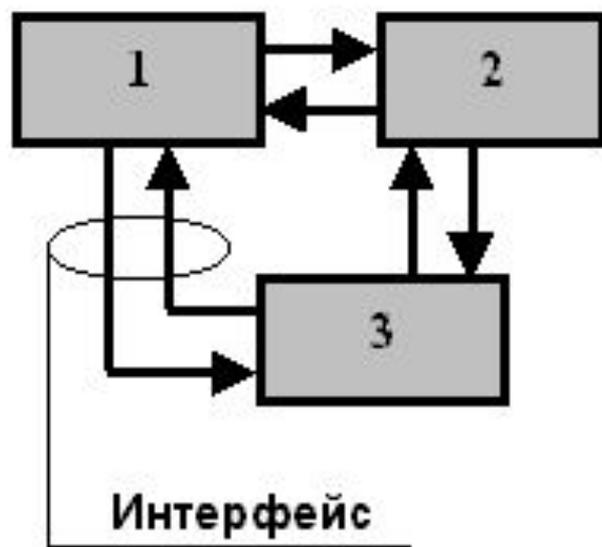
**Магистраль** – это совокупность всех линий интерфейса.

**Шина** – группа линий интерфейса, соответствующая определенному функциональному назначению (шина данных, шина адреса и т.п.)

В дальнейшем термин «магистраль» стали заменять термином «шина». В свою очередь понятие «шина» стало в определенной мере синонимом термина «интерфейс», хотя понятие шины более узкое, чем общее понятие интерфейса

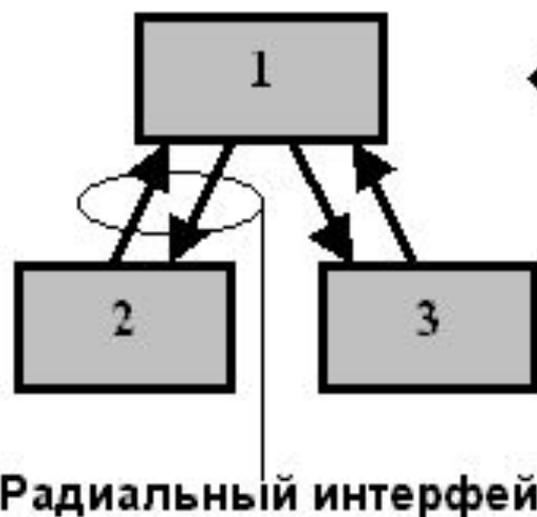
А) Каждый с каждым

Модуль 1



Б) Радиальный

Главный модуль



В) Магистральный

Общая магистраль

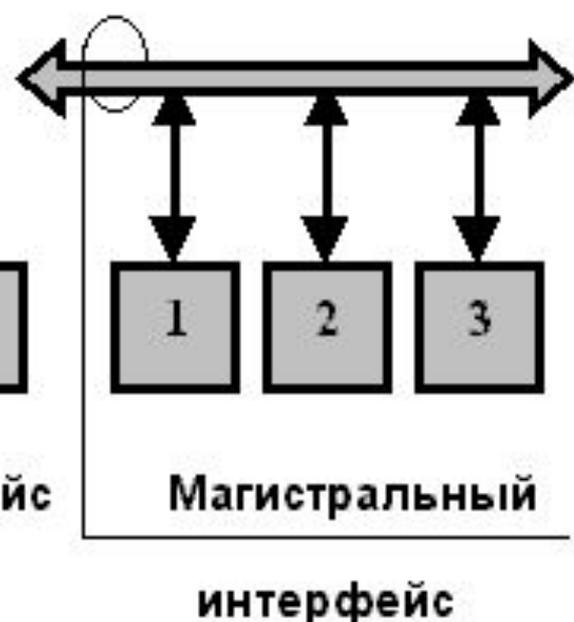


Рис. 1.2. Способы соединения модулей

# Топология интерфейсов

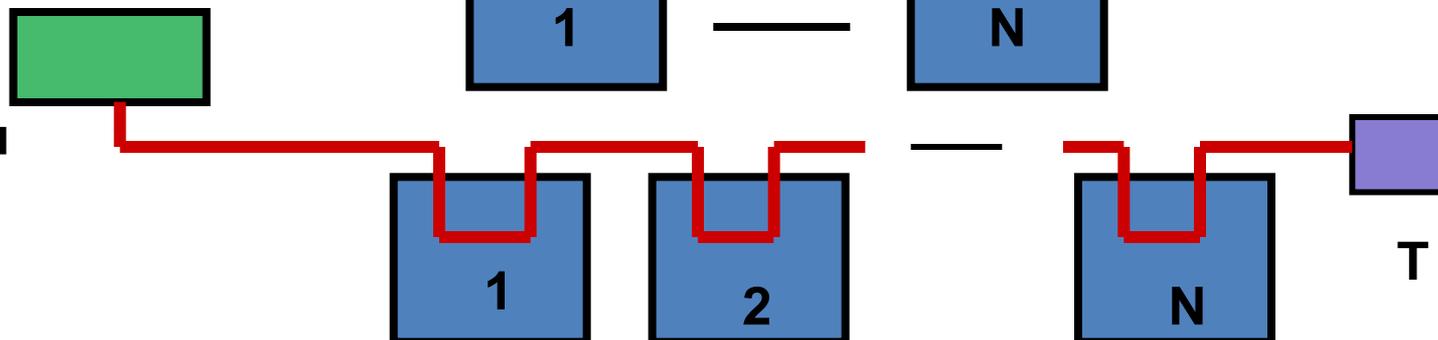
1. Точка – точка



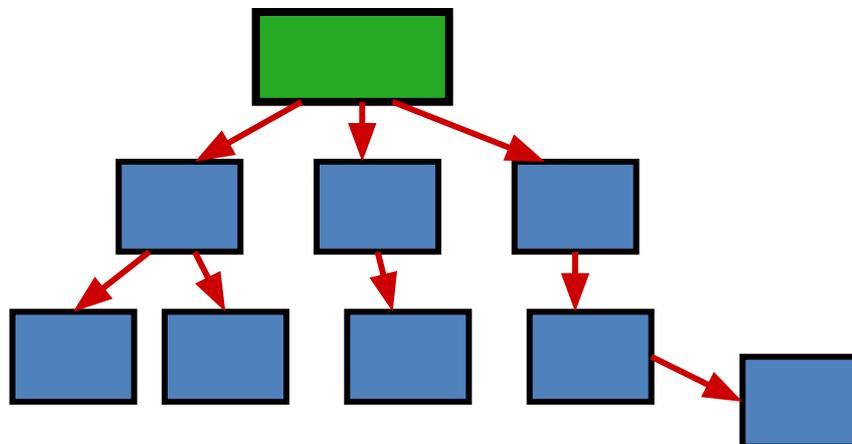
2. Магистральная



Шлейфовая



3. Многоуровневая звезда



# Классификация интерфейсов

Существует множество стандартных компьютерных интерфейсов различного назначения, обладающих своими особенностями и характеристиками. Их можно классифицировать по различным признакам.

1. По способу передачи данных.

а) **Параллельные** – одновременная синхронная передача всех или части разрядов, например байта, слова, кода. Шина данных имеет столько линий сколько одновременно передается разрядов.

б) **Последовательные** – последовательная, синхронная передача бит данных. Для данных требуется всего одна линия.

Последовательные интерфейсы проще и дешевле, чем параллельные.

Для повышения производительности последовательных интерфейсов используют одновременную, параллельную передачу группы разрядов слова по нескольким последовательным каналам

## 2. По организации обмена.

а) **Симплексный** – передача в одну сторону.

б) **Полудуплексный** – передача в две стороны, но в разные моменты времени, по одним и тем же линиям.

в) **Дуплексный** – передача в две стороны одновременно. Требуются свои линии в каждую сторону.

## 3. По способу синхронизации.

а) **Синхронный** – все сигналы интерфейса переключаются по фронту синхроимпульсов.

б) **Асинхронный** – сигналы могут переключаться внутри такта синхроимпульсов, а не только по их фронту.

### 3. По архитектуре интерфейсов.

#### 1. Параллельный интерфейс:

а) **трехшинный** – шина данных, шина адреса, шина управления,

б) **двухшинный** – шина адреса / данных, шина управления.

Двухшинный проще, но менее производителен.

#### 2. Последовательный интерфейс:

а) без специальных линий управления,

б) со специальными линиями управления.

### 4. По назначению.

а) **Внутренние**, для объединения электронных модулей системного блока, это **шины верхнего уровня** с максимальным быстродействием:

-- **шина переднего плана** - FSB (Front-Side Bus) связь МПР с ОЗУ, видеомонитором и ПУ скорость работы наибольшая.

-- шина заднего плана – BSB (Back – Side Bus), она быстрее, чем FSB, это шина для связи МПР с кэш-памятью второго уровня,

-- **шина оперативной памяти** для связи ОЗУ с FSB.

-- **шины ввода –вывода** (шины расширения) - предназначены для соединения ЦПР с ПУ. Они менее производительны, большего размера, важным является их стоимость и конструктив. Являются одной из основ системы ввода – вывода.

б) **Внешние (интерфейсы ПУ)** – предназначены для подключения ПУ к системе ввода – вывода. Они могут быть :

-- **универсальные**, для подключения разных типов ПУ,

-- **специализированные** – для подключения одного типа ПУ.

## Скорость передачи информации в интерфейсах

Скорость передачи измеряется в бит/сек или байт/сек.

Будем считать, что за один синхроимпульс передается слово или бит. Тогда : при частоте синхроимпульсов  $f$  скорость передачи

- параллельный интерфейс, при  $N$  - число бит,  $n$  - байт в слове

$V_{\text{пар}} = f_{\text{пар}} N$  бит/сек =  $f_{\text{пар}} n$  байт/сек,  $f_{\text{пар}} < 150\text{МГц}$

- последовательный интерфейс  $V_{\text{пос}} = f_{\text{пос}}$  бит/сек

Сейчас все шире используются последовательные интерфейсы из-за их простоты и дешевизны и высоком значении  $f_{\text{пос}} > 2\text{ГГц}$

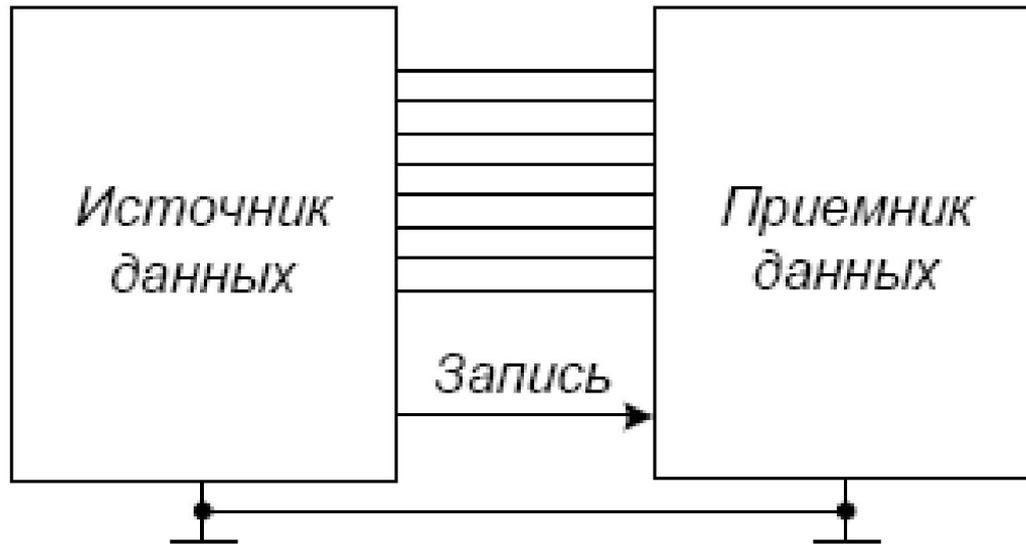
## **Основные функции интерфейсов**

- 1. Передача информации.**
- 2. Синхронизация передачи информации.**
- 3. Арбитрация, селекция.**
- 4. Контроль функционирования интерфейса.**
- 5. Преобразование информации.**
- 6. Автоконфигурация.**
- 7. Управление питанием.**
- 8. Горячее подключение.**

## Параллельные интерфейсы связи

Для связи внешних устройств между собой и с центральным МП используют различные интерфейсы. С их помощью центральный МП получает и передает данные, управляет устройствами.

В параллельном интерфейсе для каждого бита передаваемого двоичного слова предназначен свой проводник. Передача всего двоичного слова осуществляется одновременно по всем проводникам за один такт работы интерфейса.



## Параллельные интерфейсы связи

Достоинства параллельного интерфейса:

- высокая производительность;
- простота интерпретации переданных данных.

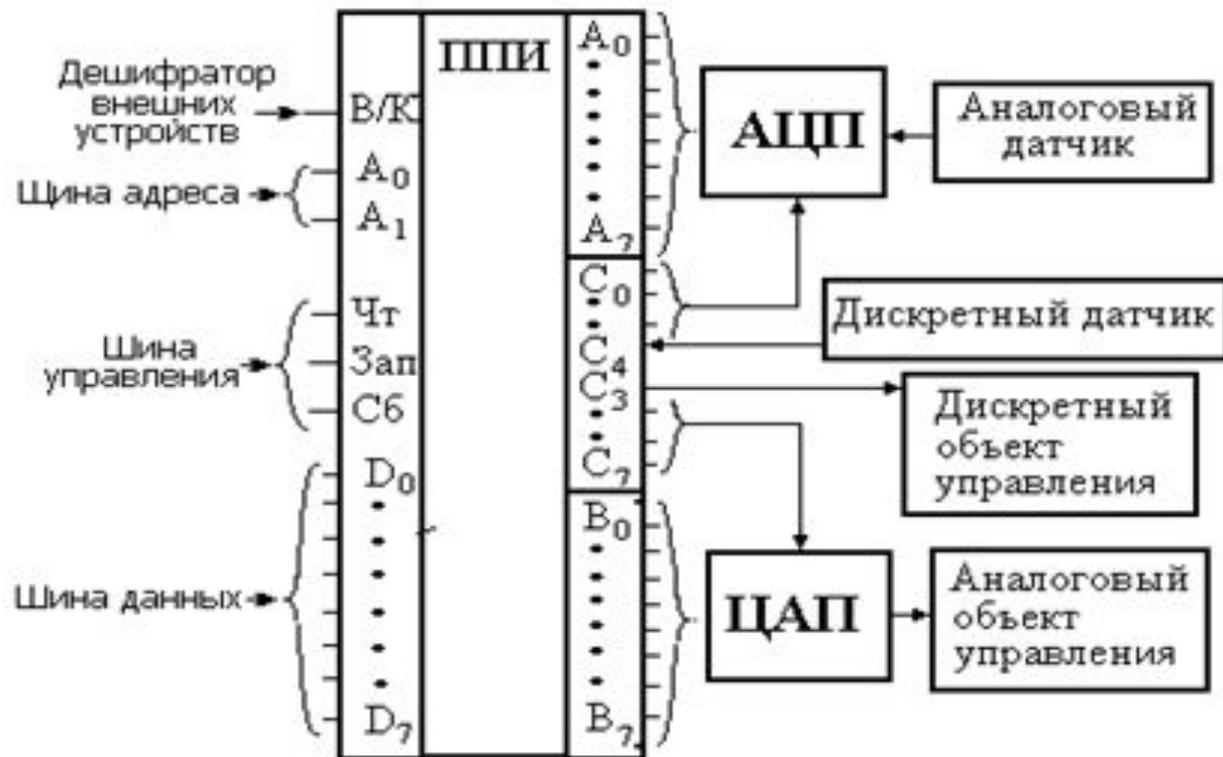
Недостатки:

- высокий расход дорогостоящей электротехнической меди;
- низкая помехозащищенность.

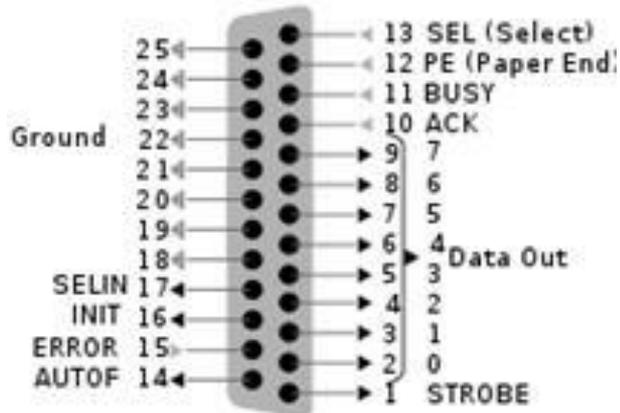
Вследствие недостатков расстояние между устройствами не может превышать нескольких метров. Для увеличения расстояния применяют различные приемы: повышение уровня потенциала логической единицы, токовая петля и т. д. Однако все они ведут к значительному увеличению стоимости, в связи с чем параллельный интерфейс применяют только в тех случаях, когда расстояние между источником и приемником невелико.

# Параллельные интерфейсы связи

Программируемый параллельный интерфейс (ППИ) (адаптер параллельной связи)

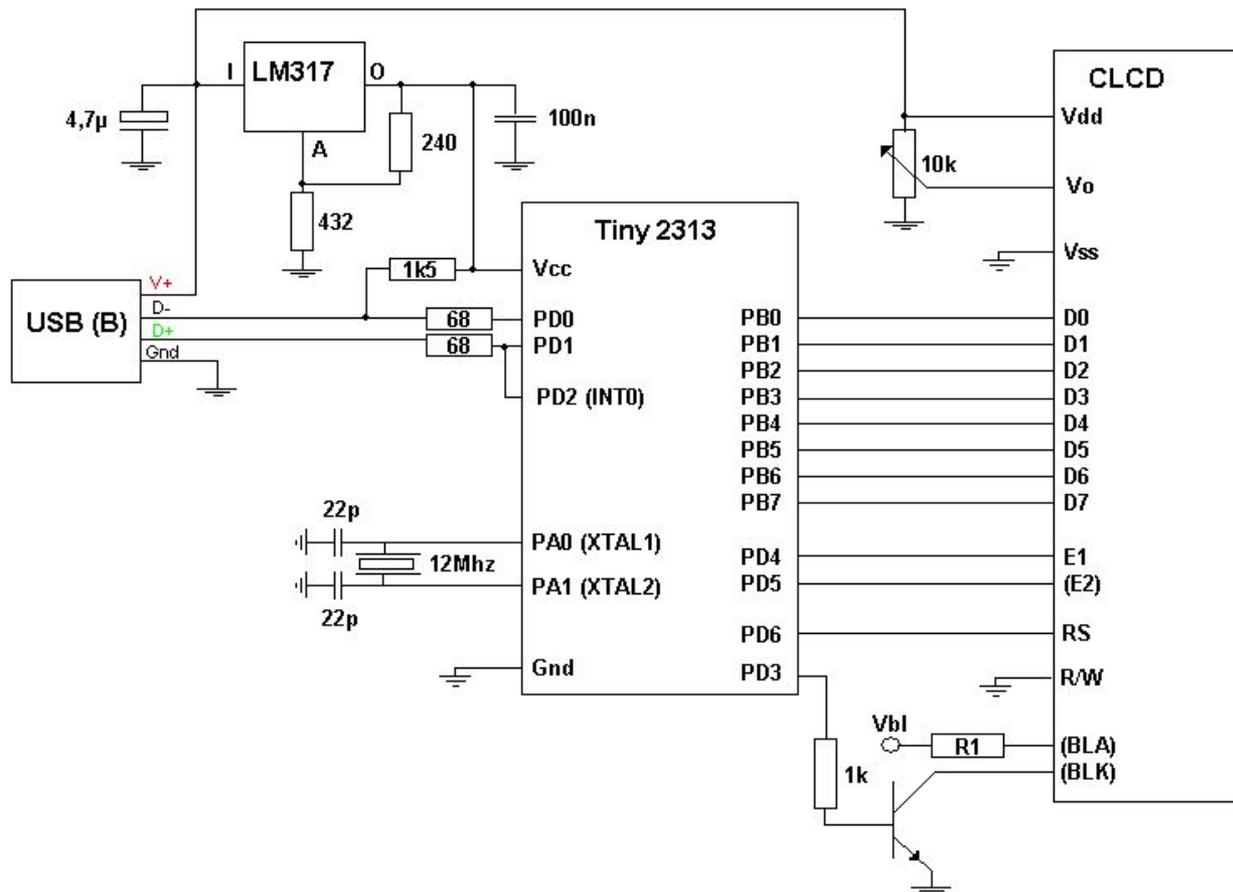


# Параллельные интерфейсы связи

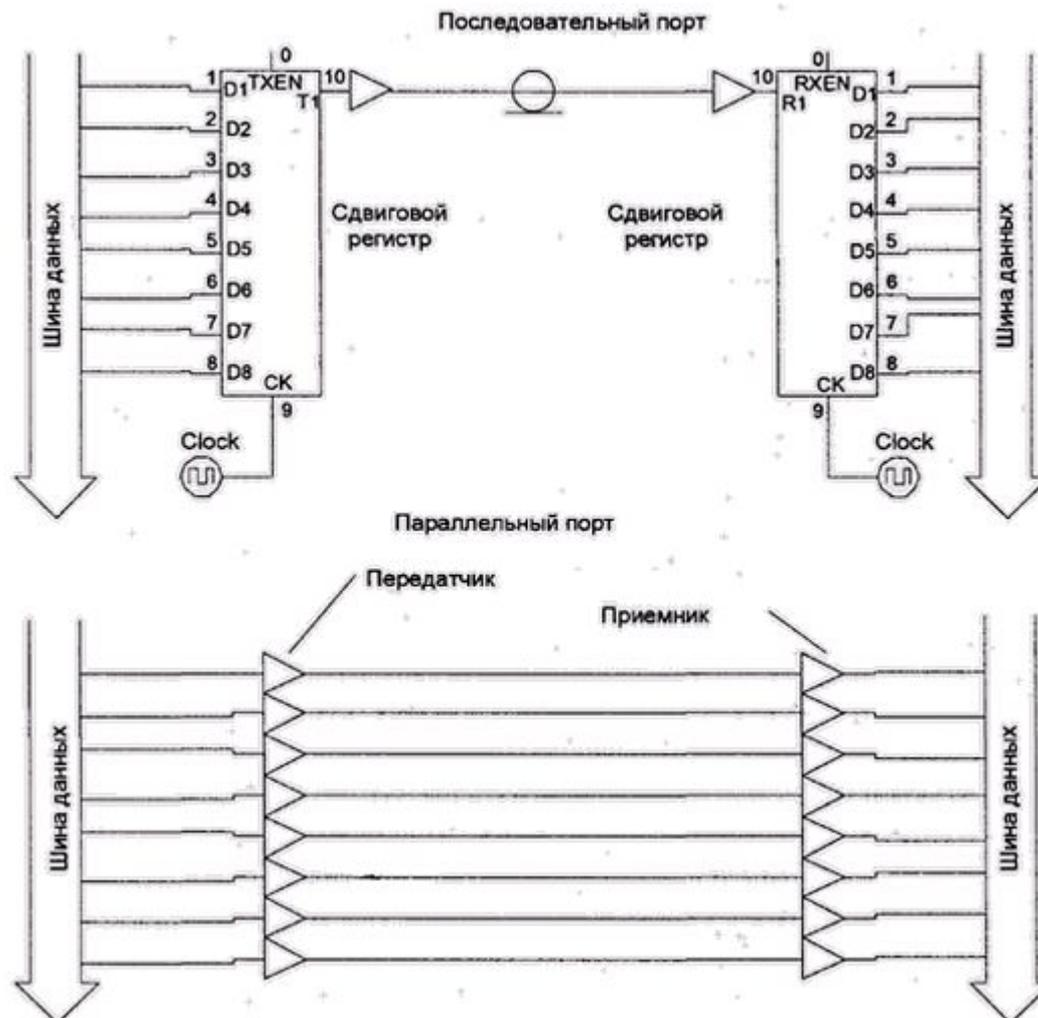


Контакт	Сигнал SSP	Имя в ECP	I/O	Описание
1	STROBE#	HostClk	O	Используется в паре с PeriphAck для передачи в прямом направлении (вывод)
14	AUTOFEED#	HostAck	O	Индикация типа команда/данные при передаче в прямом направлении. Используется в паре с PeriphClk для передачи в обратном направлении
17	SELECTIN#	1284 Active	O	Высокий уровень указывает на обмен в режиме IEEE 1284. (В режиме SSP – уровень низкий)
16	INIT#	ReverseRequest#	O	Низкий уровень переключает канал на передачу в обратном направлении
10	ACK#	PeriphClk	I	Используется в паре с HostAck для передачи в обратном направлении
11	BUSY	PeriphAck	I	Используется в паре с HostClk для передачи в обратном направлении. Индикация типа команда/данные при передаче в обратном направлении
12	PE	AckReverse#	I	Переводится в низкий уровень как подтверждение сигналу ReverseRequest#
13	SELECT	Xflag	I	Флаг расширяемости Extensibility flag
15	ERROR#	PeriphRequest#	I	Устанавливается ПУ для указания на доступность (наличие) обратного сигнала передачи
2-9	Data[0:7]	Data[0:7]	I/O	Двухнаправленный канал данных

# Параллельные порты



# Параллельные и последовательные интерфейсы связи



# Последовательный интерфейс

Последовательный интерфейс – это аппаратное устройство для обмена информацией между элементами микропроцессорной техники по одному биту (последовательно).

## ДОСТОИНСТВА:

- относительная дешевизна ввиду малого количества проводников;
- высокая помехозащищенность за счет использования высоких уровней напряжения (тока);
- большое расстояние между передатчиком и приемником информации.

## НЕДОСТАТКИ:

- низкая производительность;
- относительно сложная интерпретация передаваемых данных.

# Последовательный интерфейс

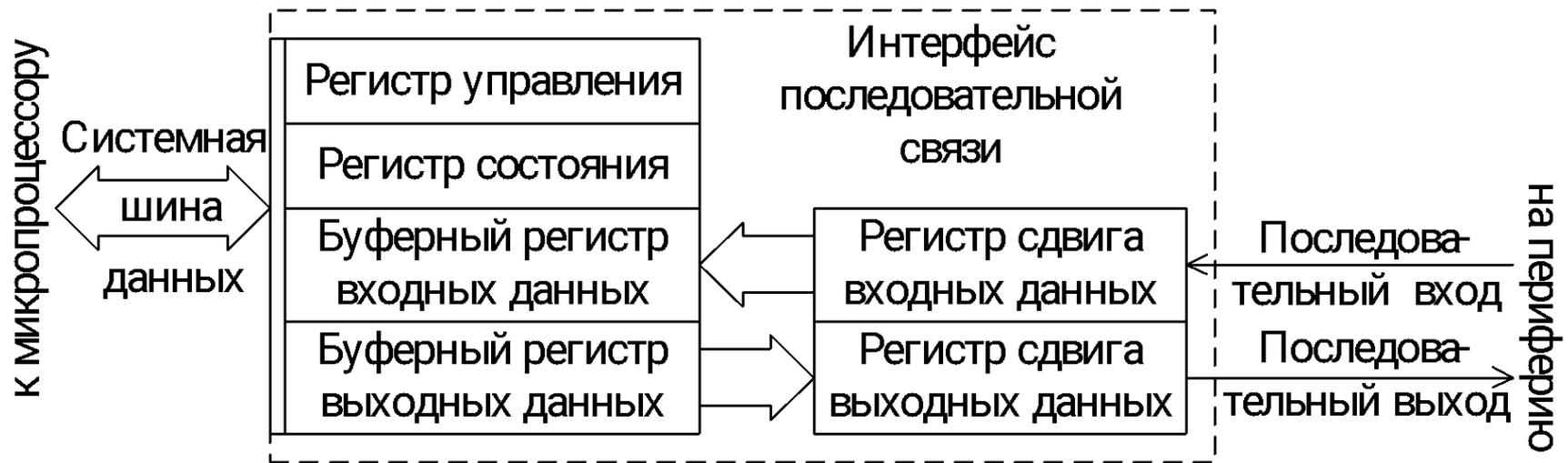
## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ:

- единица информации при последовательном обмене называется *символом*, который может содержать от 5 до 8 информационных бит;
- скорость передачи информации измеряется в *бодах*, определяющих число передаваемых бит в секунду;

$$1 \text{ бод} = 1 \text{ бит/с}$$

- последовательная система передачи информации может быть *симплексной* (передача данных только от передатчика к приемнику), *полудуплексной* (данные передаются в обе стороны с разделением во времени) или *дуплексной* (одновременная передача информации в обоих направлениях).

# Типичная конфигурация дуплексного последовательного интерфейса



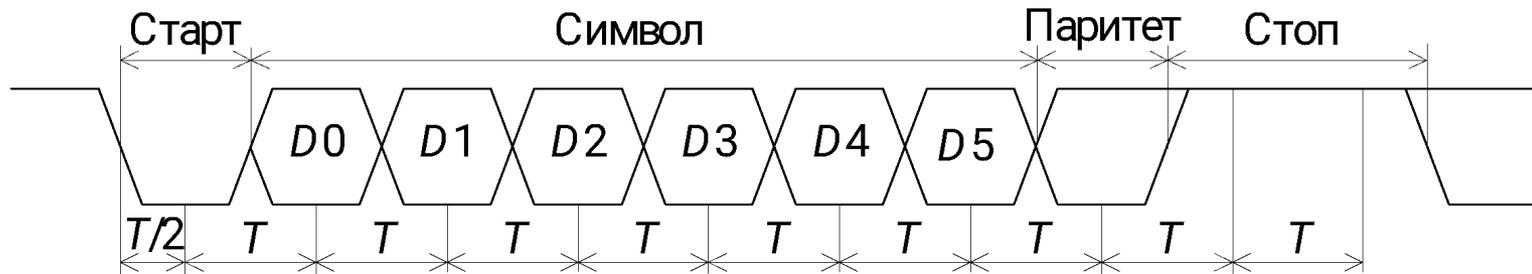
Регистр состояния содержит информацию о состоянии текущей передачи (например, об ошибках), а регистр управления хранит информацию о режиме работы интерфейса. Буферный регистр входных данных подключен к регистру сдвига с последовательным входом и параллельным выходом. В операции ввода биты по одному подаются в регистр сдвига, а после приема символа информация передается в буферный регистр входных данных и ожидает ввода в микропроцессор. Буферный регистр выходных данных аналогично подключен к регистру сдвига с параллельным входом и последовательным выходом. Вывод осуществляется выдачей данных в буфер выходных данных, передачей их в регистр сдвига и последующим сдвигом данных на последовательную выходную линию.

# Асинхронный последовательный обмен

*Различают два основных вида последовательного обмена: асинхронный и синхронный.*

В асинхронном режиме каждый передаваемый автономно символ обрамляется стартовым битом, необязательным битом паритета и стоповыми битами. Полученная таким образом посылка информации называется *кадром*.

Временная диаграмма асинхронной передачи 6-битного символа с битом паритета и двумя стоповыми битами:



Скорость передачи составляет  $1/T$  бод

## Условия успешного асинхронного последовательного обмена

- Формат кадра должен быть согласован у приемника и передатчика, которые настраиваются на символ одной и той же длины, одинаково интерпретируют бит паритета (если он есть), настраиваются на одинаковое количество стоповых битов;
- частота битовых посылок и их фаза должна быть одинаковой с точки зрения приемника и передатчика.

### НЕДОСТАТОК АСИНХРОННОГО ОБМЕНА:

- большое количество служебных бит, снижающее эффективную скорость последовательной передачи.

# Синхронный последовательный обмен.

## Принцип работы

Синхронная последовательная передача символа из 5–8 информационных бит с необязательным битом паритета, не имеет стартового и стоповых бит.

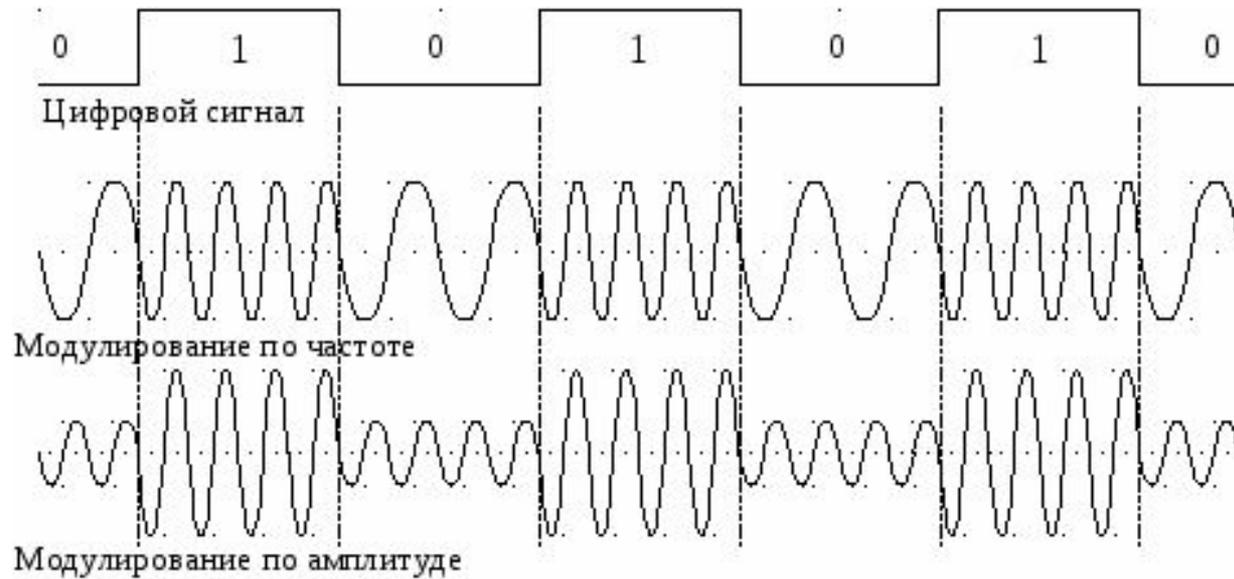
Обмен информацией начинается с посылкой символов *синхронизации*, которые заранее записываются в специальные регистры передатчика и приемника. Приемник, проверяя каждый бит по мере его появления, фиксирует начало передачи при поступлении нужного числа символов синхронизации, исключая действие возможных помех на линии. Ненужные холостые символы и символы синхронизации удаляет приемник или программа ввода.

Все символы передаются без каких-либо разделителей, поэтому требования к синхронизации работы передатчика и приемника более жесткие, чем в асинхронном режиме.

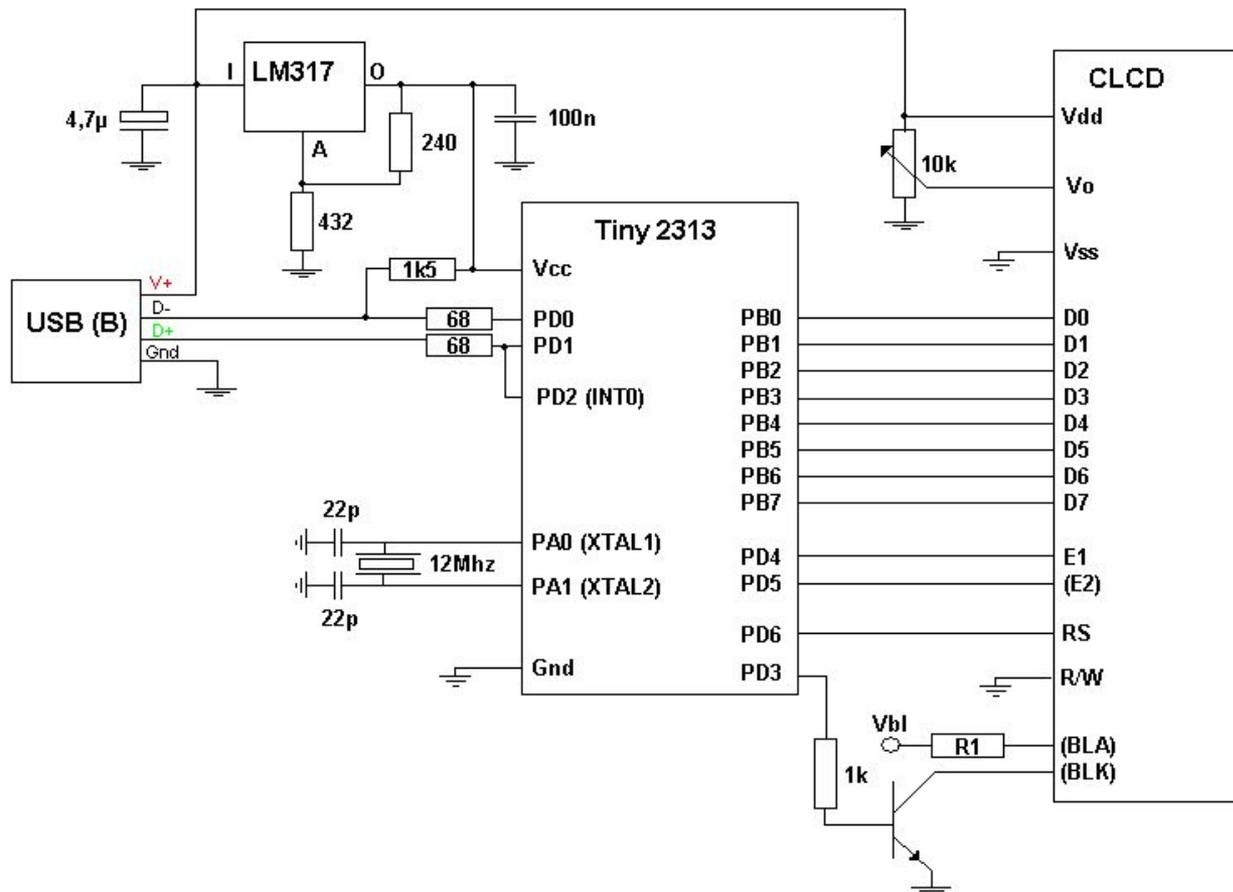
# Синхронный последовательный обмен. Характерные черты

- Допускается программирование числа информационных бит, наличия и вида паритета, числа и кодов символов синхронизации.
- В программируемых интерфейсах содержатся специальные регистры для хранения символов синхронизации и другой информации о формате передаваемого символа и режима работы.

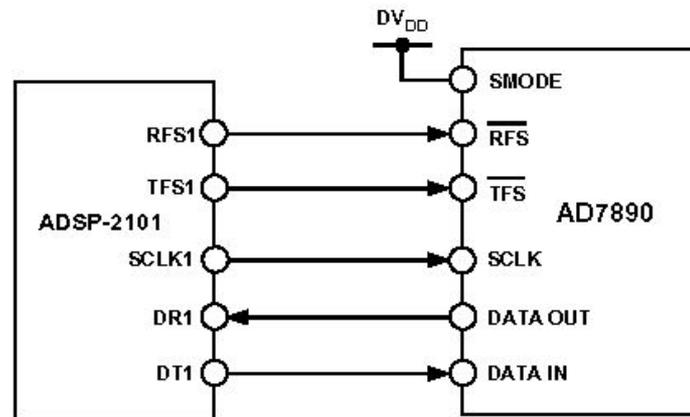
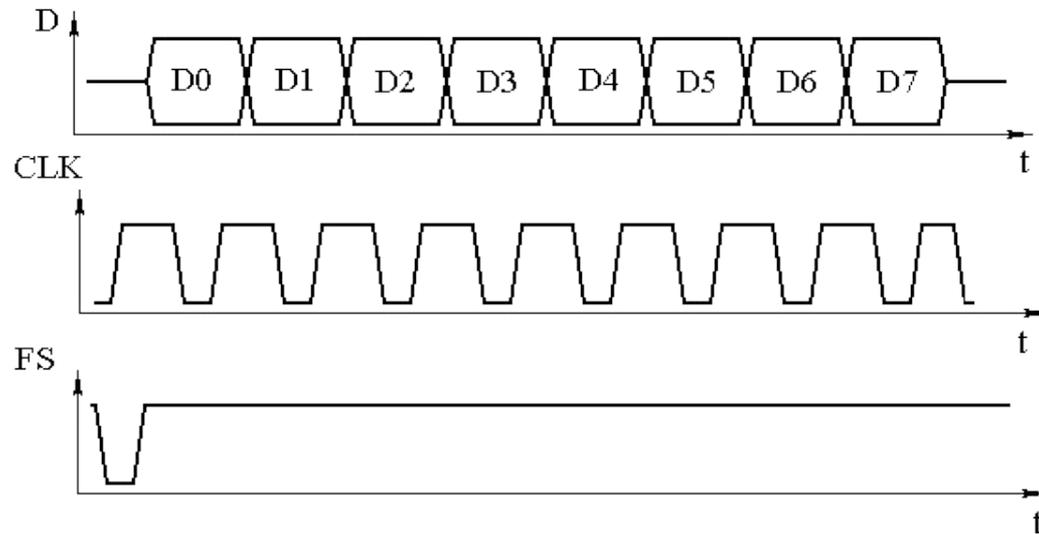
## Параллельные и последовательные интерфейсы связи



# Параллельные порты

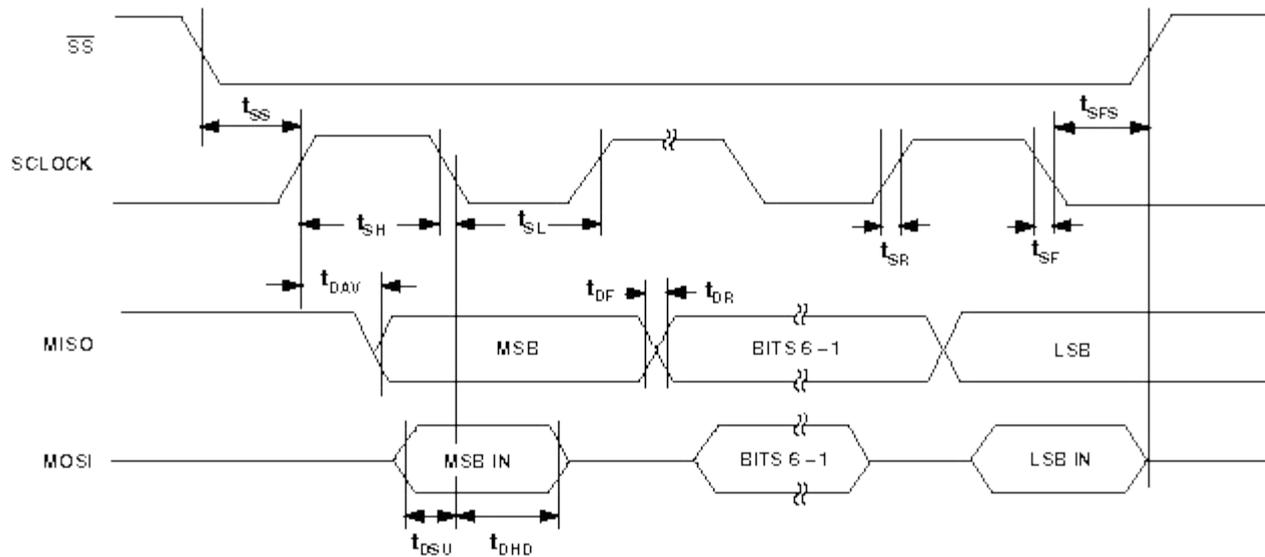


# Синхронные последовательные порты



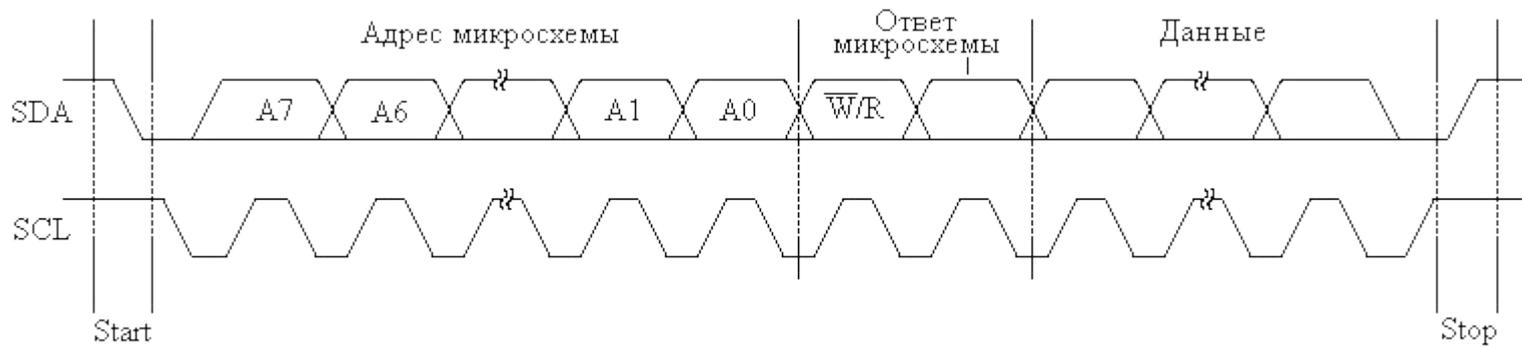
# Синхронные последовательные порты

Временная диаграмма SPI интерфейс

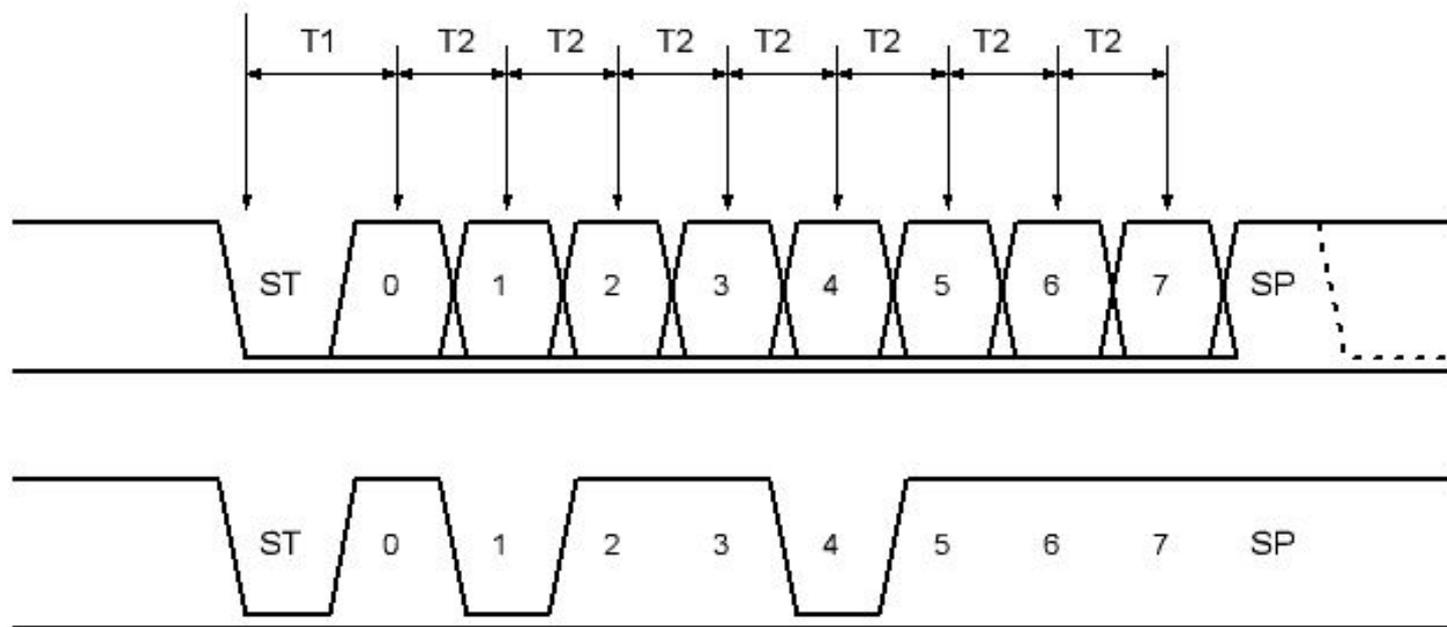


# Синхронные последовательные порты

Временная диаграмма I2C интерфейса



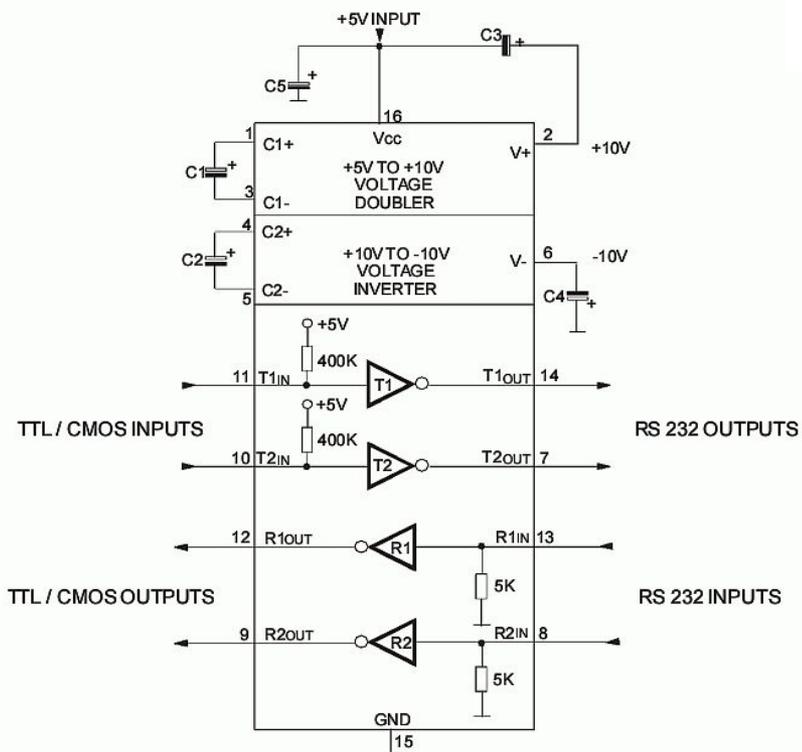
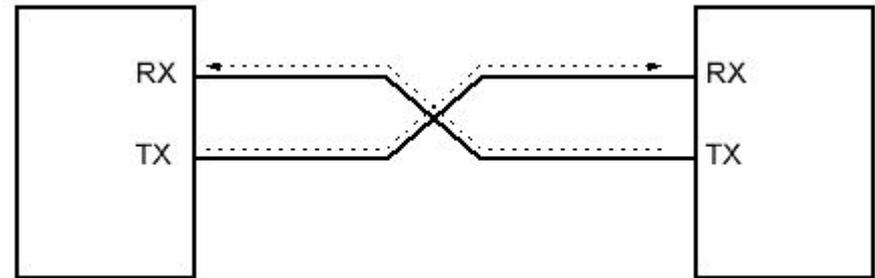
# Асинхронные последовательные порты



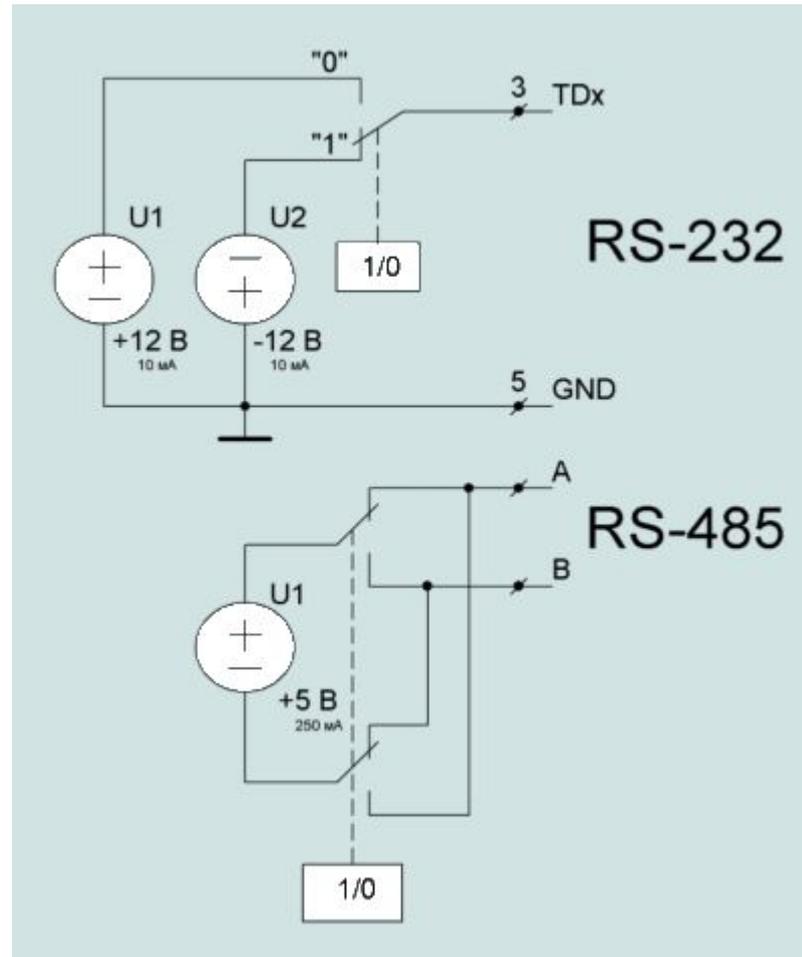
Передача байта 11101101

# Асинхронные последовательные порты

## Аппаратная часть



# Асинхронные последовательные порты





# Асинхронные последовательные порты

```
;Инициализация протокола связи
ldi    temp1,0b00000000    ; U2X=0
out    UCSRA,temp1        ;
ldi    temp1,high(PPP2)   ; Set baud rate
ldi    temp5,low(PPP2)    ;
out    UBRRH,temp1        ;
out    UBRRL,temp5        ;
; Разрешаем передатчик и приемник
ldi    temp1,0b10011000   ;
out    UCSRB,temp1        ;
; Установка параметров передатчи/приема
ldi    temp1,0b10001110   ; Set frame format: 8data, 2stop bit
out    UCSRC,temp1        ;
```

```
RXDO_END:
    push    temp2          ;
    in     temp2,SREG      ; спрятали в стек регистры
    push    temp2          ;
    call   oll_pushU      ;
;-----*
    sbis   UCSRA,7        ; пропуск если прием завершен
    rjmp  RXDO_W          ; переход на ожидание приема
    sbic   UCSRA,4        ;
    rjmp  RX_ERR          ; переход если ошибка кадра
;-----*
    in     temp3,UDR      ;
```