

Физические интерфейсы

Кафедра ЭО
Петрухин О.М.

Физический уровень отвечает за передачу необработанных битов данных по физическим средствам связи, таким как кабели, оптоволокно или радиоволны. Физический уровень определяет механические, электрические, функциональные и процедурные характеристики для доступа к физическим носителям.

Этот уровень не занимается интерпретацией данных, а лишь обеспечивает их передачу. Он определяет, как данные преобразуются в сигналы, которые могут быть переданы по физическим носителям, и как эти сигналы интерпретируются на принимающей стороне. Физический уровень также определяет параметры, такие как напряжение, частота и форма сигналов, которые используются для передачи данных



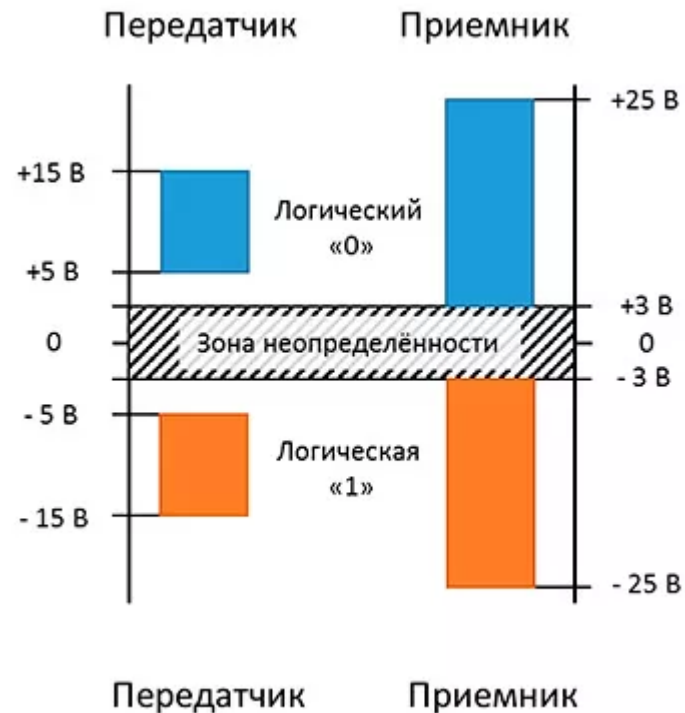
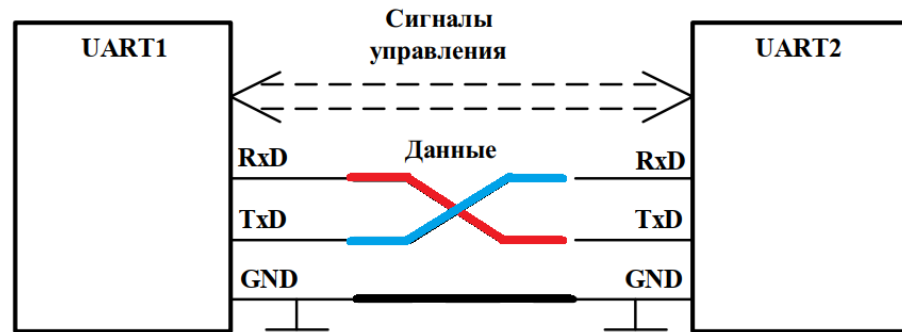
Интерфейс RS-232 — стандарт физического уровня передачи данных, определяющий электрические параметры сигнала, типовые уровни напряжений, требования к кабелям, разъёмам и характеристикам передатчиков и приёмников. Обычно используется **для связи на коротких расстояниях между двумя устройствами**, такими как компьютер и периферийное устройство.

Область применения:

- Связь компьютера с периферией (модемы, принтеры, GPS приёмники)
- Кассовое и торговое оборудование (терминалы оплаты, сканеры штрих-кодов)
- Подключение промышленного оборудования (станки с ЧПУ, датчики, лабораторные приборы)
- Научная и медицинская аппаратура (осциллографы, медицинские анализаторы, лабораторные измерительные приборы)

Особенности:

- Связь точка-к-точке
- Сигнал передаётся **относительно общей земли**
- Большой диапазон уровней напряжений: от ± 3 до ± 15 В
- Ограниченная длина линии: до 15 метров (или кабель с ёмкостью не более 2500 пФ) Большое количество сигнальных линий
- Потребность в преобразователях уровня



Скорость передачи данных (бит/с)	Макс. расстояние (метр)
115,200	2-3
19,200	15
9,600	25
4,800	50
2,400	100

Сигналы управления и линии данных RS-232

RS-232 — это не просто TX и RX. Стандарт предусматривает несколько **сигнальных линий**, каждая из которых выполняет свою функцию **для управления соединением и синхронизации передачи данных**. Это делало RS-232 удобным для работы с модемами и периферией в эпоху до USB и сетевых интерфейсов.

Прямой кабель DTE - DCE (компьютер-модем)

DTE компьютер	DB9		DB9	DCE устройство
1 Carrier Detection (DCD)	CD	←	CD	1 Carrier Detection (DCD)
2 Receive Data (Rx)	RD	←	RD	2 Receive Data (Rx)
3 Transmit Data (Tx)	TD	→	TD	3 Transmit Data (Tx)
4 Data Terminal Ready	DTR	→	DTR	4 Data Terminal Ready
5 Signal Ground/Common (SG)	GND	—	GND	5 Signal Ground/Common (SG)
6 Data Set Ready	DSR	←	DSR	6 Data Set Ready
7 Request to Send	RTS	→	RTS	7 Request to Send
8 Clear to Send	CTS	←	CTS	8 Clear to Send
9 Ring Indicator	RI	←	RI	9 Ring Indicator
Shield	FGND	—	FGND	Shield



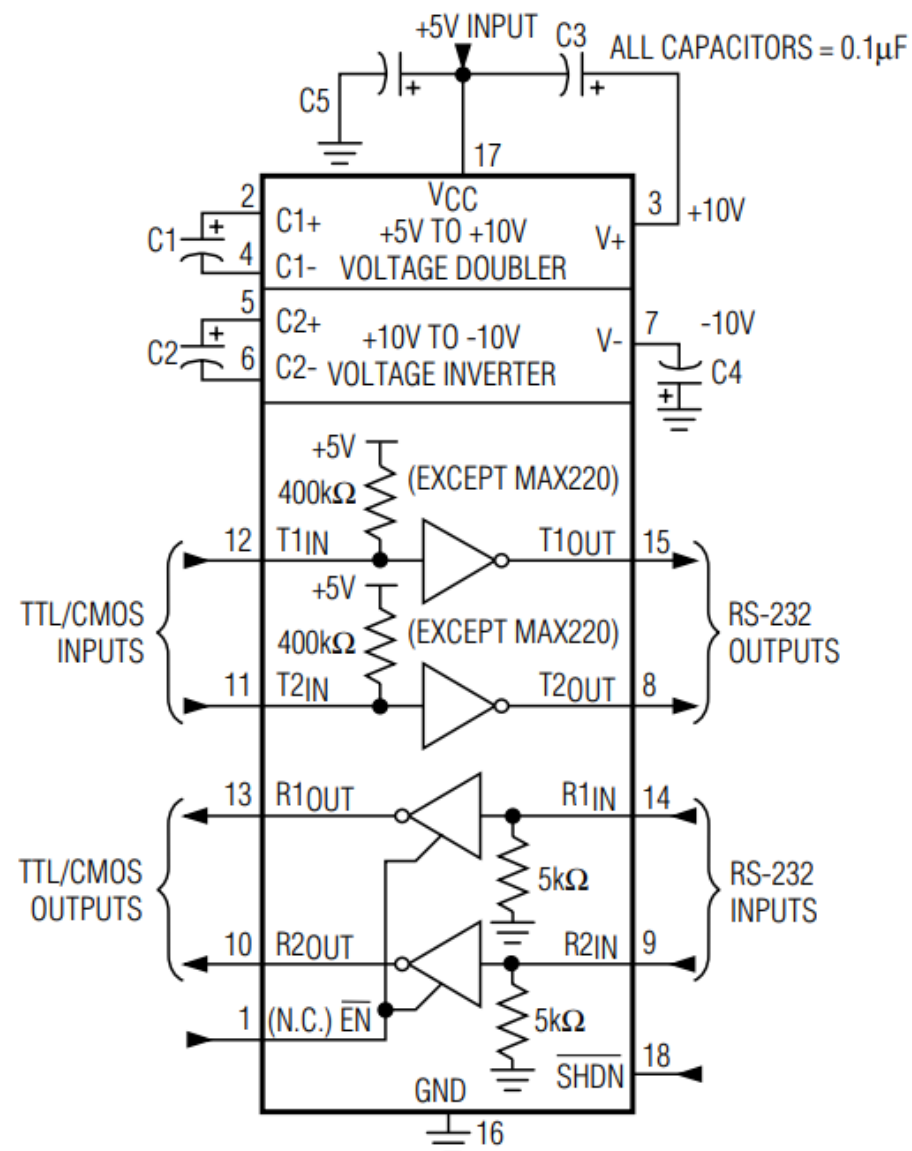
MAX232 — это интегральный **адаптер уровней**, который выполняет две основные функции:

1. Преобразование уровней TTL → RS-232

- Выход TX микроконтроллера на 3.3–5 В превращается в +10 В / –10 В для передачи по линии RS-232.
- Инвертирует сигнал, чтобы логика соответствовала стандарту.

2. Преобразование уровней RS-232 → TTL

- Вход RX от RS-232 с ±12 В преобразуется в безопасные 0–5 В для микроконтроллера.



Интерфейс RS-485 (EIA-485) — это стандарт физического уровня передачи данных, разработанный для промышленных и многоточечных систем связи, где RS-232 оказывается недостаточным. В отличие от RS-232, RS-485 использует дифференциальную передачу сигнала, поддерживает работу на больших расстояниях и позволяет подключать несколько устройств на одной линии.

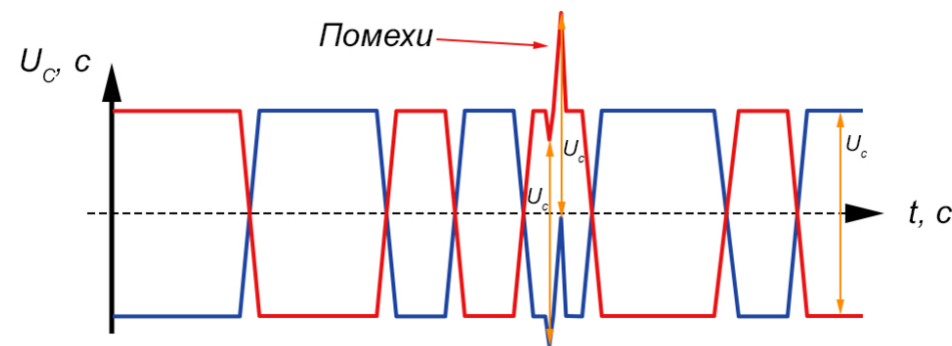
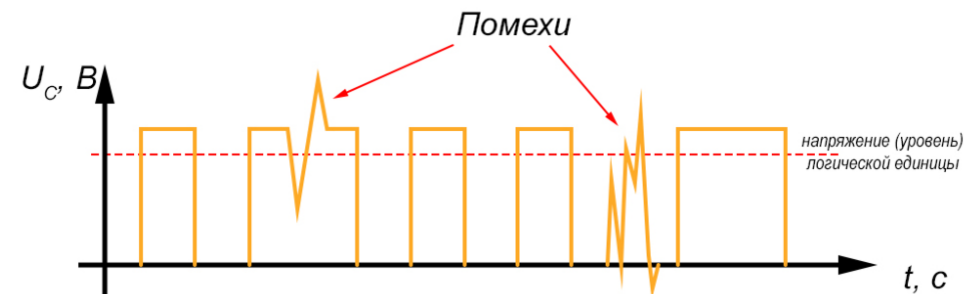
В одном сегменте сети RS-485 может быть до 32 устройств, но с помощью дополнительных повторителей и усилителей сигналов до 256 устройств. В один момент времени активным может быть только один передатчик.

В RS-485 используется **дифференциальный сигнал**, передаваемый по двум скрученным проводам (**витой паре**), обозначаемым как А и В. Передача осуществляется как **разность напряжений между проводами**:

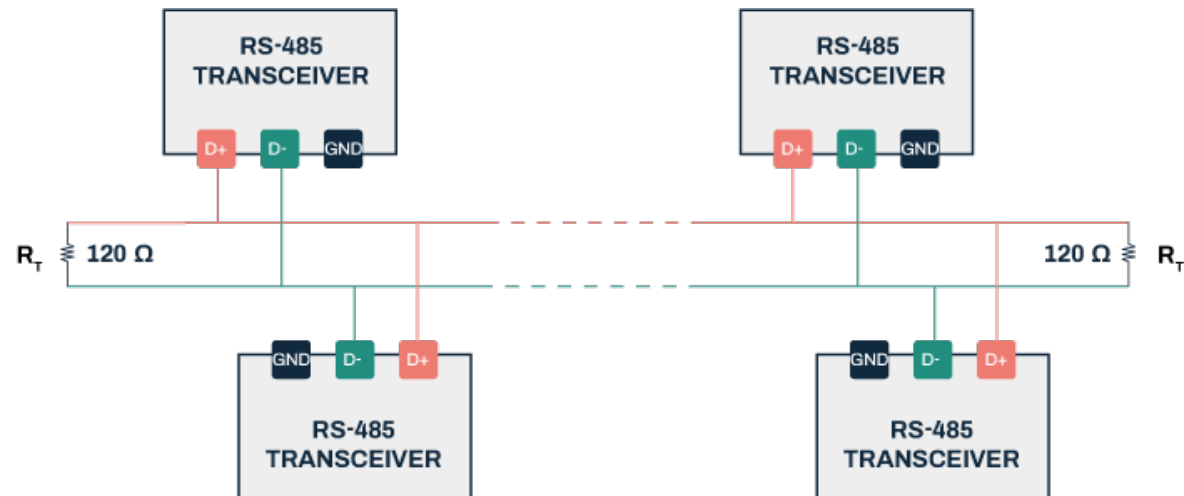
$$U_{diff} = U_A - U_B$$

Преимущества:

- Любой шум, наведённый одинаково на оба провода, автоматически подавляется.
- Высокая помехоустойчивость в промышленной среде.
- Позволяет работать на больших расстояниях (до 1200 м).
- Уменьшение электромагнитного излучения линии



Терминирующие резисторы — ключевой элемент построения устойчивой шины RS-485, особенно на больших длинах кабеля и при высоких скоростях передачи. Они предотвращают отражения сигналов и обеспечивают правильную работу линии, создают нагрузку, совпадающую с характеристическим сопротивлением кабеля (~120 Ом для витой пары).



Длинная линия это такая, где за время распространения форма сигнала успевает измениться на большую часть фазы, либо даже передать несколько периодов сигнала. Длинными линиями считаются такие, где **хотя бы уместается $\frac{1}{4}$ длины волны в длину.**

Частота сигнала	Длина кабеля для влияния эффекта длинных линий
50 Гц	990 км
10кГц	7,5 км
100МГц	50 см

Параметр	Параметр
Максимальная длина линии	до 1200 м
Скорость передачи	до 10 Мбит/с на коротких линиях; 100 кбит/с на максимальной длине
Типовая нагрузка	до 32 стандартных приёмников на одной линии без повторителей
Тип соединения	Возможны полудуплексные (2 провода) и полнодуплексные (4 провода) линии
Диапазон напряжений "1" передатчика	+1.5...+5 В
Диапазон напряжений "0" передатчика	-1.5...-5 В
Допустимый диапазон напряжений приемника	-7...+12 В
Пороговый диапазон чувствительности приемника	±200 мВ

Спасибо за внимание!