RS-232, RS-485
Общее описание и характеристики

Содержание

- **RS-232**
  - **Область применения RS-232**
  - **Механические характеристики интерфейса. Разъем для интерфейса стандарта RS-232**
  - **Описание выходов разъема DB25**
  - **Описание выходов разъема DB9 и RG-45**
  - **Расстояния передачи и скорость передачи**
  - **Четность в RS-232**
  - **Стартовый и стоповый бит**
  - **Уровни сигналов UART**
  - **Передача данных через UART**
  - **Организация обмена данных при аппаратном режиме синхронизации.**
- **RS-485**
  - **Свойства интерфейса стандарта RS-485**
  - **Описание работы RS-485**
  - **Преимущества физического сигнала RS-485 перед сигналом RS-232**
  - **Реализация приемопередатчиков(драйверов) RS-485**

RS-232

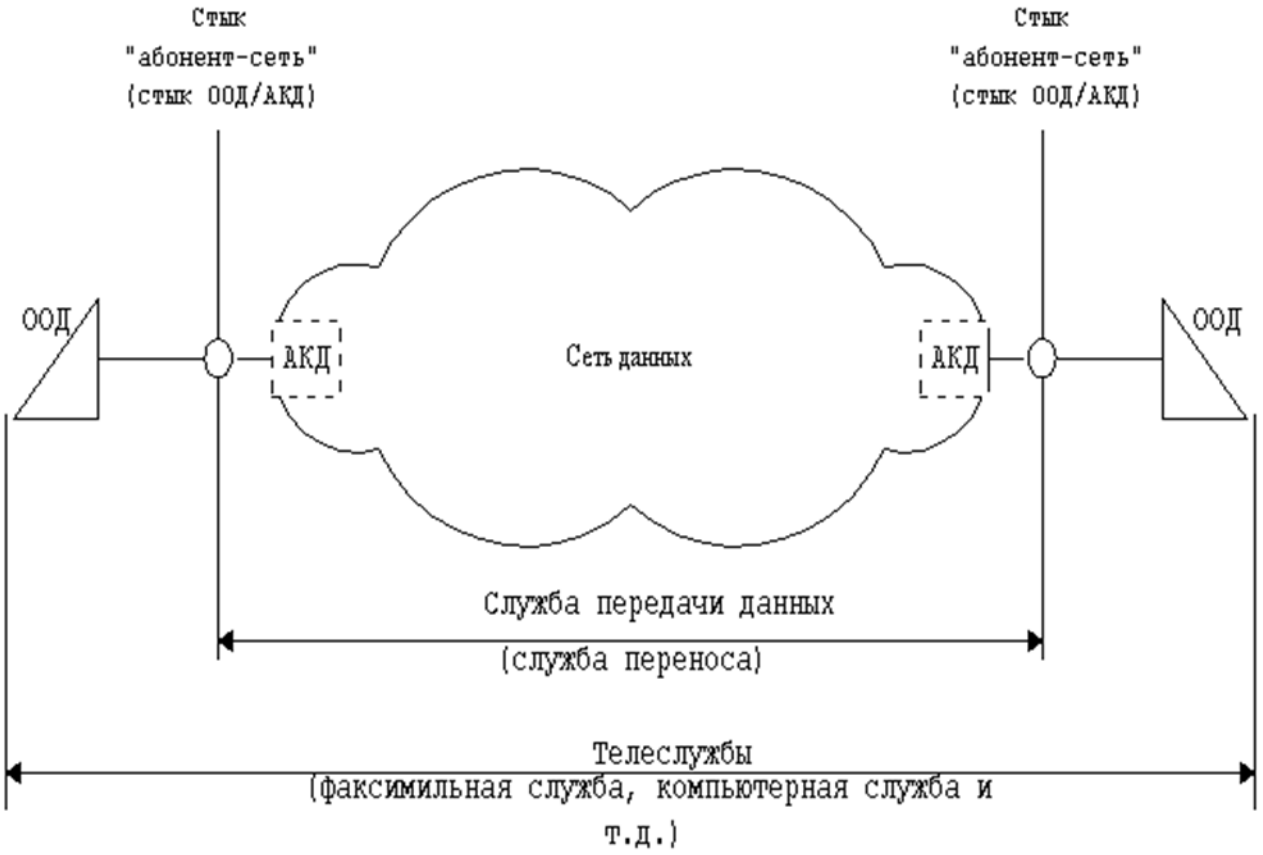
RS-232

- RS-232 (Recommended Standard 232) - стандарт описывающий интерфейс между ООД и АКД (англ. DTE и DCE)
  - ✓ использует последовательный обмен двоичными данными
- Согласно Руководящего документа отрасли «Сети и службы передачи данных», утвержденного приказом Министерства РФ по связи и информатизации, РД № 225 от 12.11.2001
  - ✓ ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДАННЫХ, ООД (data terminal equipment, DTE) - оконечное оборудование, являющееся источником данных, или получателем данных, или тем и другим (например, ЭВМ). ООД не входит в состав сети передачи данных. В роли ООД могут выступать также серверы телеслужб, присоединенные к сети данных или к каналам передачи данных, организованным на неспециализированной сети электросвязи.
  - ✓ АППАРАТУРА ОКОНЧАНИЯ КАНАЛА ДАННЫХ, АКД (data circuit terminating equipment, DCE) - аппаратура (или аппаратно-программные средства), которая входит в состав сети передачи данных (или дополняет неспециализированную сеть электросвязи) и обеспечивает согласование с ООД передаваемых и принимаемых сигналов данных.

RS-232

- **Разработчики:**
  - EIA (Electronics Industries Association/Alliance) Ассоциация (до 1997) / Альянс (после 1997) промышленно электроники
  - TIA (Telecommunications Industry Association) Ассоциация телекоммуникационной промышленности, совместно с EIA с 1988
- **Выпуски стандарта:**
  - RS-232A (1962), RS-232B/C (1969), RS-232D/E/F (1997)

Взаимоотношения сети данных, ООД и службы передачи (РД № 225 от 12.11.2001)



ООД - оконечное оборудование данных (терминал абонента, сервер телеслужбы и т.п.)
АКД - аппаратура окончания канала данных

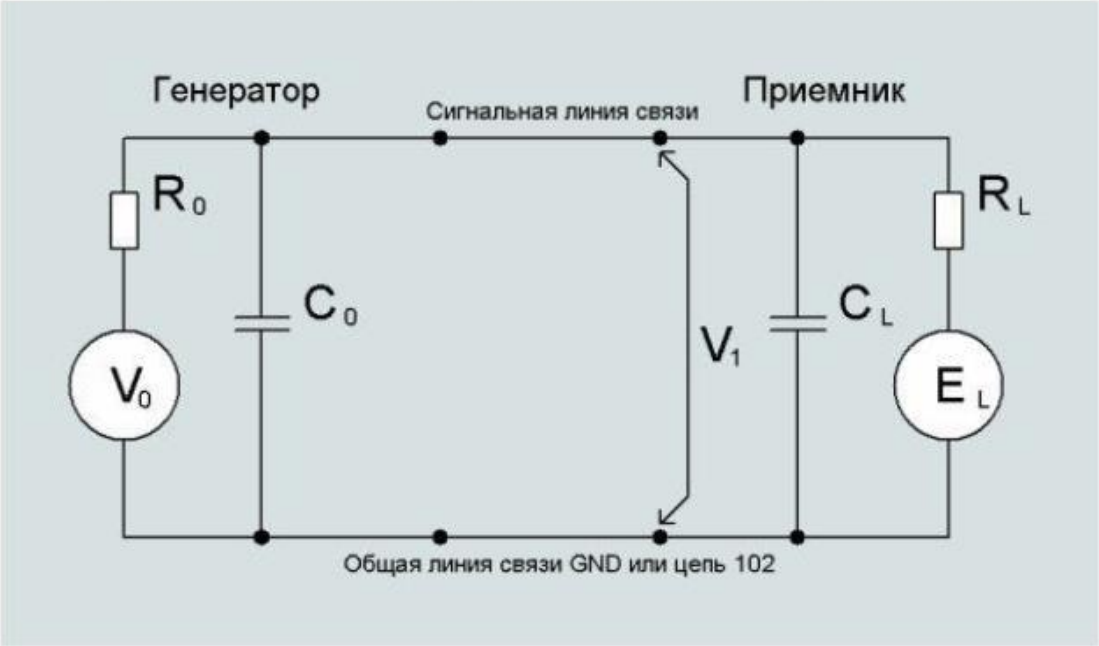
Область применения RS-232

- Стандарт RS-232 определяет взаимосвязи терминального оборудования ввода данных (DTE) и оконечного оборудования линии связи (DCE), использующих ***последовательный обмен двоичных данных.***
- Стандарт RS-232 включает тринадцать определенных конфигураций интерфейса, обозначенных латинскими буквами A-M.
  И одной пользовательской конфигурацией, обозначаемой Z.
  Конфигурация интерфейса должна указываться производителем коммуникационного оборудования.
  Конфигурация интерфейса определяет состав сигналов, синхронность, порядок выставления сигналов, скорость и др.

- Стандарт RS-232 предназначен для использования на скоростях не превышающих 20 000 бит/сек.
- Стандарт RS-232 применяется в системах с общими электрическими проводами и не может применяться в системах где требуется гальваническая развязка цепей.
- Стандарт RS-232 ***может применяться в синхронных и асинхронных системах последовательной передачи двоичных данных***.

Эквивалентная схема RS-232

Эквивалентная электрическая схема RS-232C

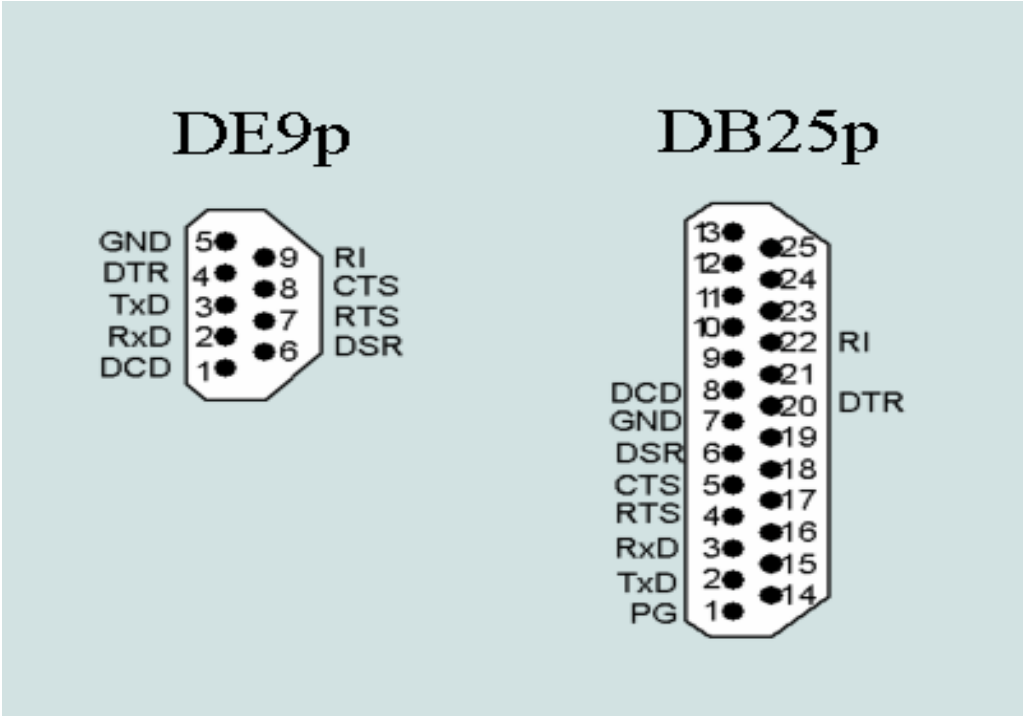


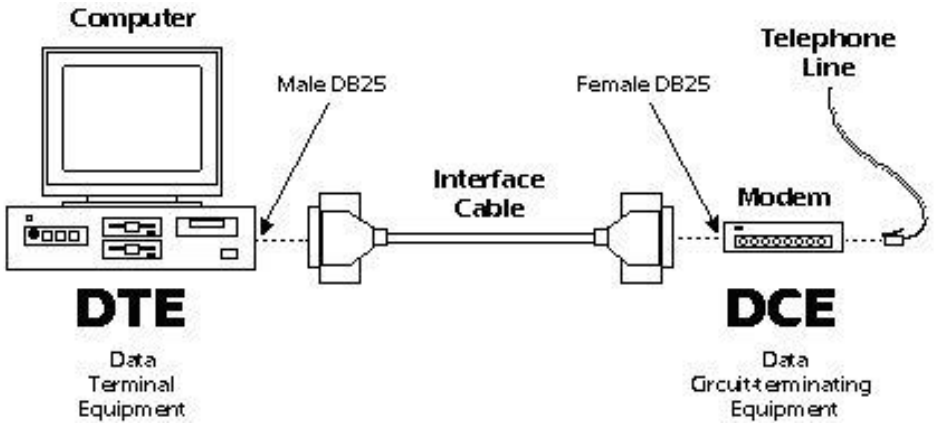
- V0- напряжение генератора при разомкнутой схеме
- R0- общее сопротивление генератора
- C0- общая ёмкость генератора
- V1- напряжение между сигнальной линией и общим проводом в месте стыка.
- CL- общая ёмкость приёмника
- RL- общее сопротивление приёмника
- EL- ЭДС приёмника при разомкнутой схеме

MyShared

Разъем для интерфейса стандарта RS-232

- **В качестве разъема для интерфейса RS-232C выбран миниатюрный разъем D-типа (D-subminiature)**
  - Для терминалов (DTE) - DB25p
  - Для оконечных устройств (DCE) -DB25s
- **При использовании стандарта TIA/EIA 574 можно применять 9-ти штырьковые разъемы:**
  - Для терминалов (DTE) - DE9p
  - Для оконечных устройств (DCE) -DE9s





Прямой кабель

Прямой кабель DTE-DCE (компъютер - модем)

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

Нуль-модемный кабель

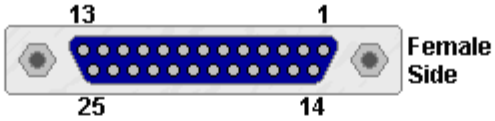
Нуль-модемный кабель DCE-DCE (модем - модем)

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

Нуль-модемный кабель DTE-DTE (компьютер - компьютер)

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

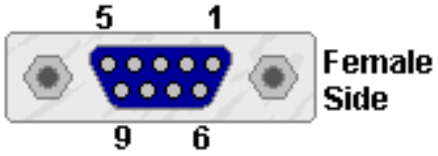
Описание выходов разъема DB25



DB25 Розетка (мама)

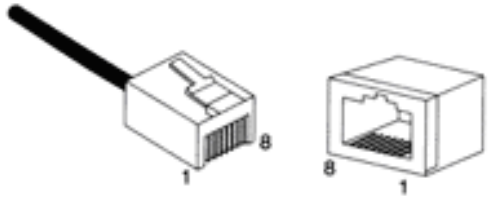
Контакт	Обозн.	Направление	Описание
1	SHIELD	---	Shield Ground - защитная земля, соединяется с корпусом устройства и экраном кабеля
2	TXD	-->	Transmit Data - Выход передатчика
3	RXD	<--	Receive Data - Вход приемника
4	RTS	-->	Request to Send - выход запроса передачи данных
5	CTS	<--	Clear to Send - вход разрешения терминалу передавать данные
6	DSR	<--	Data Set Ready - вход сигнала готовности от аппаратуры передачи данных
7	GND	---	System Ground - сигнальная (схемная) земля
8	CD	<--	Carrier Detect - вход сигнала обнаружения несущей удаленного модема
9-19	N/C	-	-
20	DTR	-->	Data Terminal Ready - выход сигнала готовности терминала к обмену данными
21	N/C	-	-
22	RI	<--	Ring Indicator - вход индикатора вызова (звонка)
23-25	N/C	-	-

Описание выходов разъема DB9 и RG-45



DB9 Розетка (мама)

Контакт	Обозн.	Направление	Описание
1	CD	<--	Carrier Detect
2	RXD	<--	Receive Data
3	TXD	-->	Transmit Data
4	DTR	-->	Data Terminal Ready
5	GND	---	System Ground
6	DSR	<--	Data Set Ready
7	RTS	-->	Request to Send
8	CTS	<--	Clear to Send
9	RI	<--	Ring Indicator



RJ-45

Контакт	Обозн.	Направление	Описание
1	RI	<--	Ring Indicator
2	CD	<--	Carrier Detect
3	DTR	-->	Data Terminal Ready
4	GND	---	System Ground
5	RxD	<--	Receive Data
6	TxD	-->	Transmit Data
7	CTS	<--	Clear to Send
8	RTS	-->	Request to Send

Соединения коннектора RJ-45 не стандартизовано. Данный вариант один из возможных.

Расстояния передачи и скорость передачи

- Длина кабеля влияет на максимальную скорость передачи информации. Более длинный кабель имеет большую емкость и соответственно для обеспечения надежной передачи более низкую скорость. Большая емкость приводит к тому, что изменение напряжения одного сигнального провода может передаться на другой смежный сигнальный провод. Максимальным расстоянием обычно считается равным 15 м, но это не установлено в стандарте. Приблизительная зависимость длины кабеля от скорости передачи данных указана в таблице ниже

Скорость [бод]	Макс. длина [футы]	Макс. длина [метры]
19 200	50	15
9 600	500	150
4 800	1000	300
2 400	3000	900

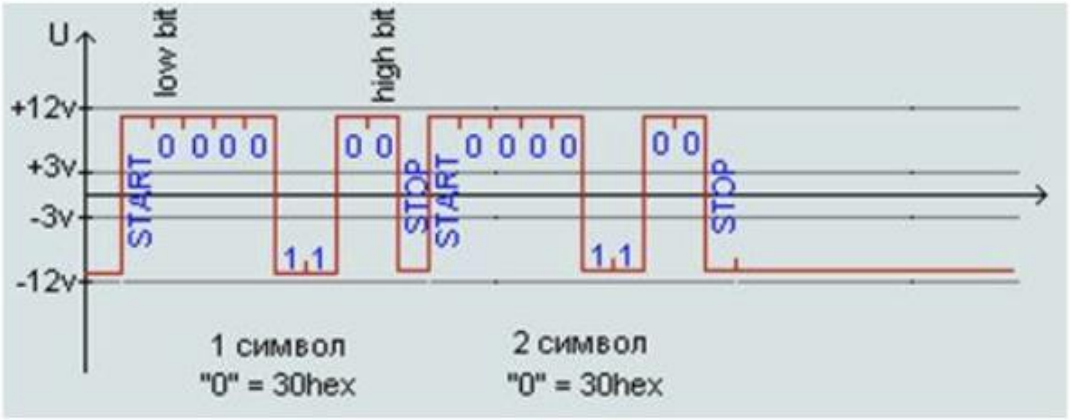
- Однако современное оборудование может работать значительно быстрее. Не имеет значения на сколько быстрое (медленное) ваше соединение - максимальное число чтения за секунду можно установить с помощью используемого программного обеспечения.

Количество бит данных

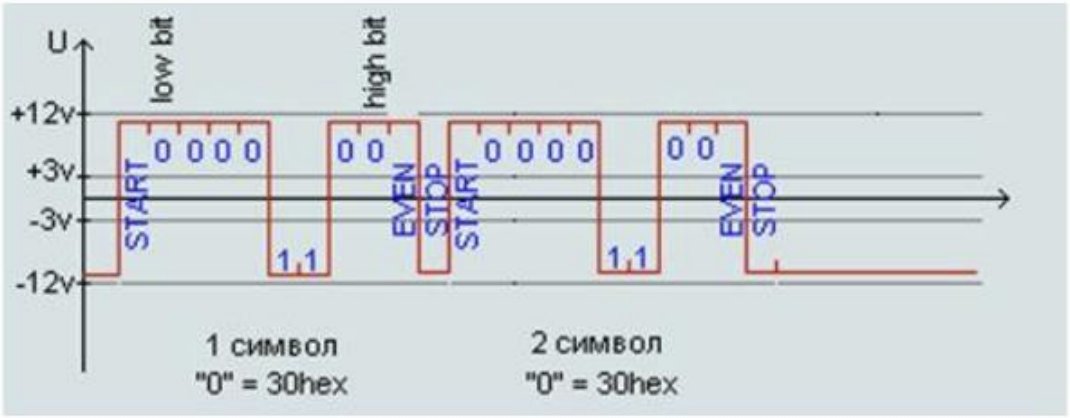
- Для успешного обмена данными ряд переменных параметров протокола должны быть заданы одинаково на стороне приёмника и передатчика :
- скорость обмена данными в битах в секунду (300, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200,38400, 57600, или другая, если она поддерживается обеими сторонами) ;
- количество бит данных — от 4 до 8;
- контроль чётности может быть чётным, нечётным или вообще отсутствовать;
- длина стоп бита может достигать одну, полторы или две длительности бита данных.

Асинхронная передача данных

- передача символов "0" "0" без паритета, с одним стоповым битом



- передача символов "0" "0" с проверкой на четность (EVEN), с одним стоповым битом



Стартовый и стоповый бит

- Старт бит

Сигнальная линия может находится в двух состояниях: включена и выключена. Линия в состоянии ожидания всегда включена. Когда устройство или компьютер хотят передать данные, они переводят линию в состояние выключено - это установка Старт бита. Биты сразу после Старт бита являются битами данных.

- Стоп бит

Стоп бит позволяет устройству или компьютеру произвести синхронизацию при возникновении сбоев. Например, помеха на линии скрыла Старт бит. Период между старт и стоп битами постоянен, согласно значению скорости обмена, числу бит данных и бита четности. Стоп бит всегда включен. Если приемник определяет выключенное состояние, когда должен присутствовать стоп бит, фиксируется появление ошибки.

- Установка Стоп бита

Стоп бит не просто один бит минимального интервала времени в конце каждой передачи данных. На компьютерах обычно он эквивалентен 1 или 2 битам, и это должно учитываться программе драйвера. Хотя, 1 стоп бит наиболее общий, выбор 2 бит в худшем случае немного замедлит передачу сообщения.

(Есть возможность установки значения стоп бита равным 1.5. Это используется при передаче менее 7 битов данных. В этом случае не могут быть переданы символы ASCII, и поэтому значение 1.5 используется редко.)

Четность в RS-232

При передаче по последовательному каналу контроль четности может быть использован для обнаружения ошибок при передаче данных. При использовании контроля четности посылаются сообщения подсчитывающие число единиц в группе бит данных. В зависимости от результата устанавливается бит четности. Приемное устройство также подсчитывает число единиц и затем сверяет бит четности.

- Типы четности

Для обеспечения контроля четности компьютер и устройство должны одинаково производить подсчет бита четности. То есть, определиться устанавливать бит при четном (even) или нечетном (odd) числе единиц. При контроле на четность биты данных и бит четности всегда должны содержать четное число единиц. В противоположном случае соответствует для контроля на нечетность.

- Mark и Space биты четности

Часто в драйверах доступны еще две опции на четность: Mark и Space. Эти опции не влияют на возможность контроля ошибок. Mark означает, что устройство всегда устанавливает бит четности в 1, а Space - всегда в 0.

- Обнаружение ошибок

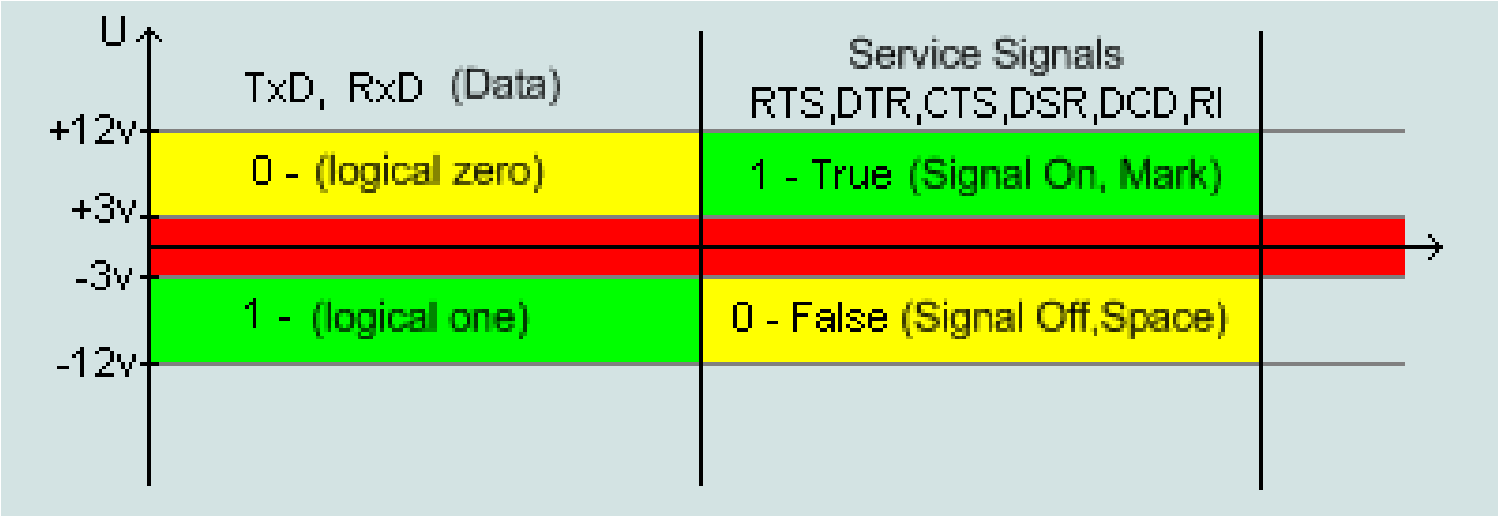
Проверка на четность - это простейший способ обнаружения ошибок. Он может определить возникновение ошибок в одном бите, но при наличии ошибок в двух битах уже не заметит ошибок. Также такой контроль не отвечает на вопрос какой бит ошибочный. Другой механизм проверки включает в себя Старт и Стоп биты, циклические проверки на избыточность, которые часто применяются в соединениях Modbus.

Уровни сигналов UART

UART использует уровни сигналов -12в....+12в .

Зона нечувствительности, то есть отсутствие сигналов считается напряжение -3в...+3в.

При этом обратите внимания, что принимаемые/передаваемые данные инвертированы.

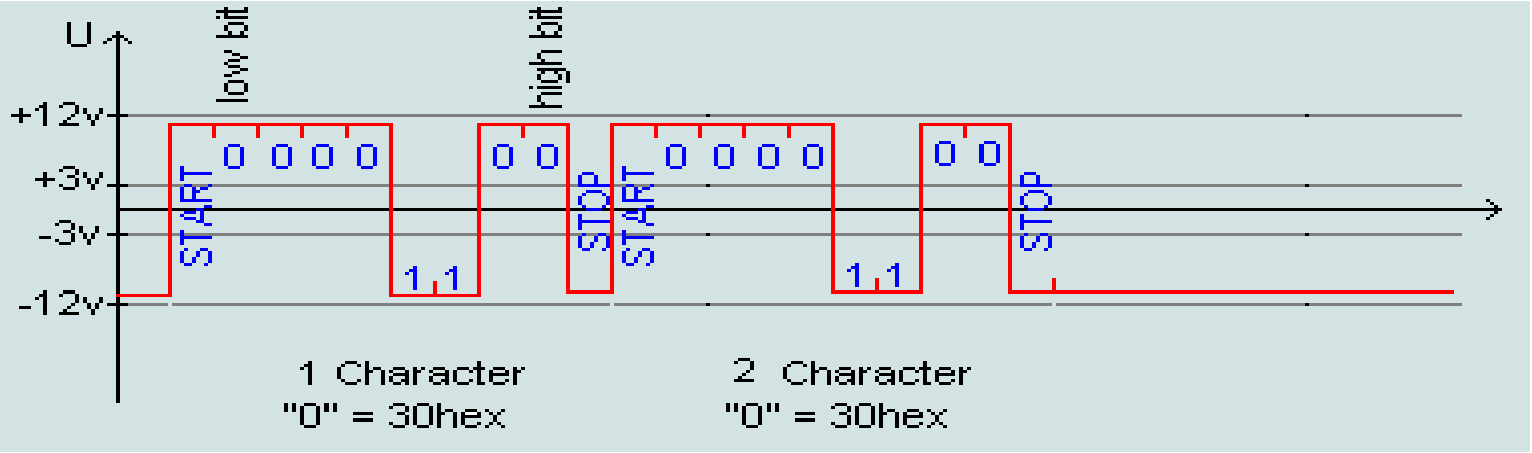


Исходные состояния порт не инициализирован - на всех линиях напряжения находятся в диапазоне -3в...+3в

режим ожидания - на всех линиях напряжение находится в диапазоне -3в...-12в

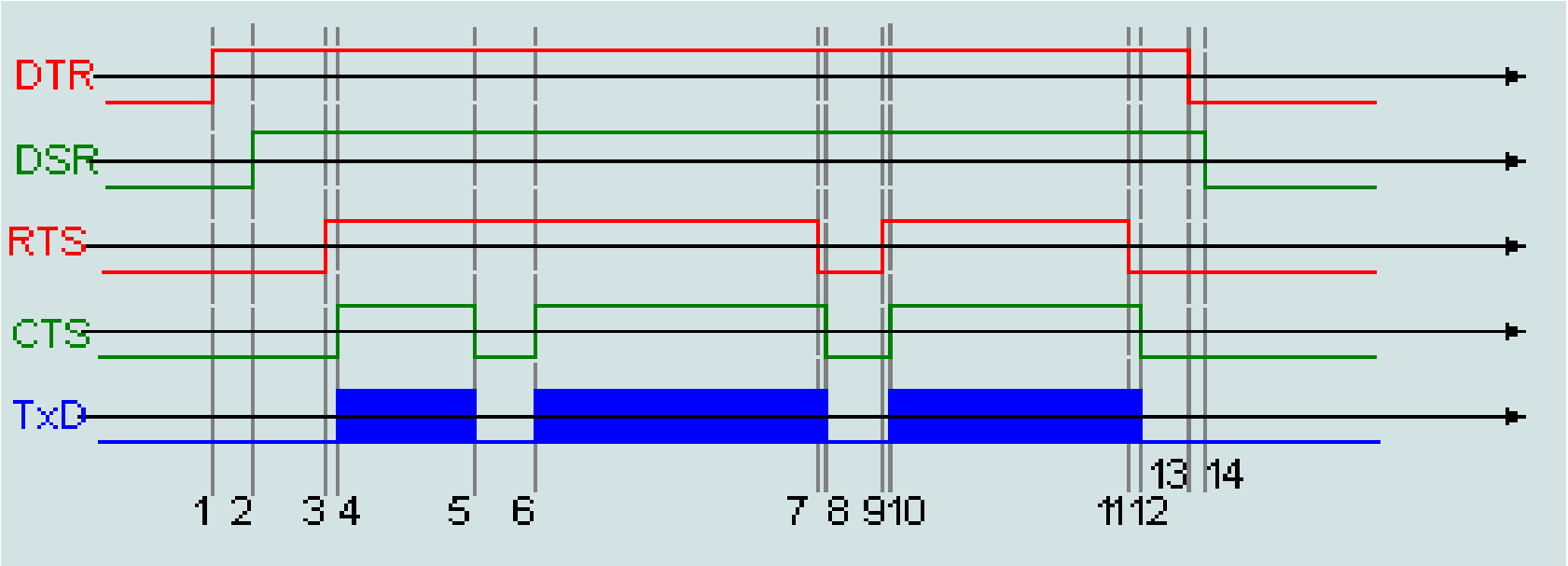
Передача данных через UART

- При передаче данных символы передаются из буфера передатчика последовательно (первым пришел- первым вышел).
  Символы могут иметь размер от 5 до 8 бит.
  Каждый переданный символ снабжается стартовым и стоповым битами, предназначенным для синхронизации на приемной стороне.
  После стартового бита следуют биты данных, начиная с младшего бита и заканчивая старшим.
  За последним битом данных символа может следовать бит паритета, служащий для обнаружения ошибки передачи битов данных.
  Последним передается стоповый бит, который необходим для временного разделения переданных символов.



На рисунке хорошо видно, что стоповый бит разделяет два переданных символа. При необходимости можно увеличить этот интервал до 2 стоповых битов, если конечное устройство не успевает разделять символы.

Аппаратный режим синхронизации



- ✓ DTR=True компьютер указывает на желание использовать модем
- ✓ В ответ модем сигнализирует о установлении соединения с другим модемом и своей готовности выставив DSR=True.
- ✓ Сигналом RTS=True компьютер запрашивает разрешение на передачу и заявляет о своей готовности принимать данные от модема.
- ✓ Сигналом CTS=True модем уведомляет о своей готовности к приему данных от компьютера и передаче их в линию. По этому сигналу начинается обмен данными между терминалами через модемы.
- ✓ Установкой CTS=False модем сигнализирует о невозможности дальнейшего приема, компьютер должен приостановить передачу данных.
- ✓ Установкой CTS=True, модем сообщает, что он может продолжать обмен данными.
- ✓ Установкой RTS=False компьютер сообщает модему о временной приостановке обмена.

Аппаратный режим синхронизации

- Модем получив сигнал остановки обмена RTS=False, сообщает о приостановки обмена сигналом CTS=False
- Компьютер вновь готов принимать данные и он выставляет сигнал RTS=True
- Модем получив сигнал от компьютера о готовности к обмену выставляет свою готовность CTS=True. После чего возобновляется обмен данных.
- Компьютер указывает на завершение обмена выставив RTS=False
- Модем подтверждает завершение обмена сигналом CTS=False
- Компьютер снимает сигнал DTR, что является сообщением для модема разорвать соединение и повесить трубку.
- Модем подтверждает разрыв соединения установкой сигнала DSR=False

RS-485

Характеристики RS-485

Свойства стандарта RS-485

- **Двунаправленная полудуплексная передача данных.**
- **Симметричный канал связи.**
- **Дифференциальный (балансный способ передачи данных).**
- **Многоточечность.**
- **Низкоимпендансный выход передатчика.**
- **Зона нечувствительности.**

Характеристики RS-485

- ✓ RS-485 (Recommended Standard 485 или EIA/TIA-485-A) – рекомендованный стандарт передачи данных по двухпроводному полудуплексному многоточечному последовательному симметричному каналу связи.
- ✓ Совместная разработка ассоциаций: Electronic Industries Alliance (EIA) и Telecommunications Industry Association (TIA).
- ✓ Стандарт описывает только физические уровни передачи сигналов (т.е. только 1-й уровень модели взаимосвязи открытых систем OSI). Стандарт не описывает программную модель обмена и протоколы обмена.
- ✓ RS-485 создавался для расширения физических возможностей интерфейса RS232 по передаче двоичных данных.

Свойства интерфейса RS-485

1. Двунаправленная полудуплексная передача данных. Поток последовательных данных передаётся одновременно только в одну сторону, передача данных в другую сторону требует переключения приёмопередатчика. Приёмопередатчики принято называть "драйверами"(driver), это устройство или электрическая цепь, которая формирует физический сигнал на стороне передатчика.
2. Симметричный канал связи. Для приёма/передачи данных используются два равнозначных сигнальных провода. Провода означаются латинскими буквами "A" и "B". По этим двум проводам идет последовательный обмен данными в обоих направлениях (поочередно). При использовании витой пары симметричный канал существенно повышает устойчивость сигнала к синфазной помехе и хорошо подавляет электромагнитные излучения создаваемые полезным сигналом.
3. Дифференциальный (балансный способ передачи данных). При этом способе передачи данных на выходе приёмопередатчика изменяется разность потенциалов, при передаче "1" разность потенциалов между AB положительная при передаче "0" разность потенциалов между AB отрицательная. То есть, ток между контактами A и B, при передачи "0" и "1", течёт (балансирует) в противоположных направлениях.

Свойства интерфейса RS-485

4. Многоточечность. Допускает множественное подключение приёмников и приёмопередатчиков к одной линии связи. При этом допускается подключение к линии только одного передатчика в данный момент времени, и множество приёмников, остальные передатчики должны ожидать освобождения линии связи для передачи данных.

5. Низкоимпендансный выход передатчика. Буферный усилитель передатчика имеет низкоомный выход, что позволяет передавать сигнал ко многим приёмникам. Стандартная нагрузочная способность передатчика равна 32-м приёмникам на один передатчик. Кроме этого, токовый сигнал используется для работы "витой пары" (чем больше рабочий ток "витой пары", тем сильнее она подавляется синфазные помехи на линии связи).

6. Зона нечувствительности. Если дифференциальный уровень сигнала между контактами AB не превышает ±200мВ, то считается, что сигнал в линии отсутствует. Это увеличивает помехоустойчивость передачи данных.

Характеристики RS-485

Технические характеристики RS-485

- Допустимое число приёмопередатчиков (драйверов) 32
- Максимальная длина линии связи 1200 м (4000ft)
- Максимальная скорость передачи 10 Мбит/с
- Минимальный выходной сигнал драйвера ±1,5 В
- Максимальный выходной сигнал драйвера ±5 В
- Максимальный ток короткого замыкания драйвера 250 мА
- Выходное сопротивление драйвера 54 Ом
- Входное сопротивление драйвера 12 кОм
- Допустимое суммарное входное сопротивление 375 Ом
- Диапазон нечувствительности к сигналу ±200 мВ
- Уровень логической единицы (Uab) >+200 мВ
- Уровень логического нуля (Uab) <-200 мВ

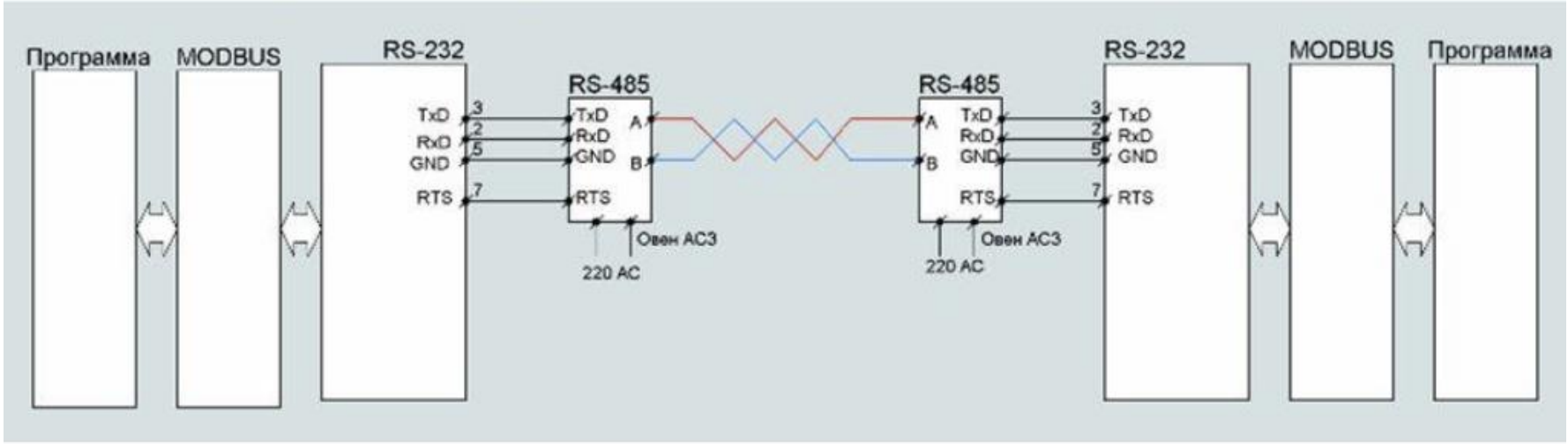
Описание работы RS-485

Так как стандарт, RS-485 описывает только физический уровень процедуры обмена данными, то все проблемы обмена, синхронизации и квитирования, возлагаются на более высокий протокол обмена. Как мы уже говорили, наиболее часто, это стандарт RS-232 или другие верхние протоколы (ModBus , DCON и т.п.).

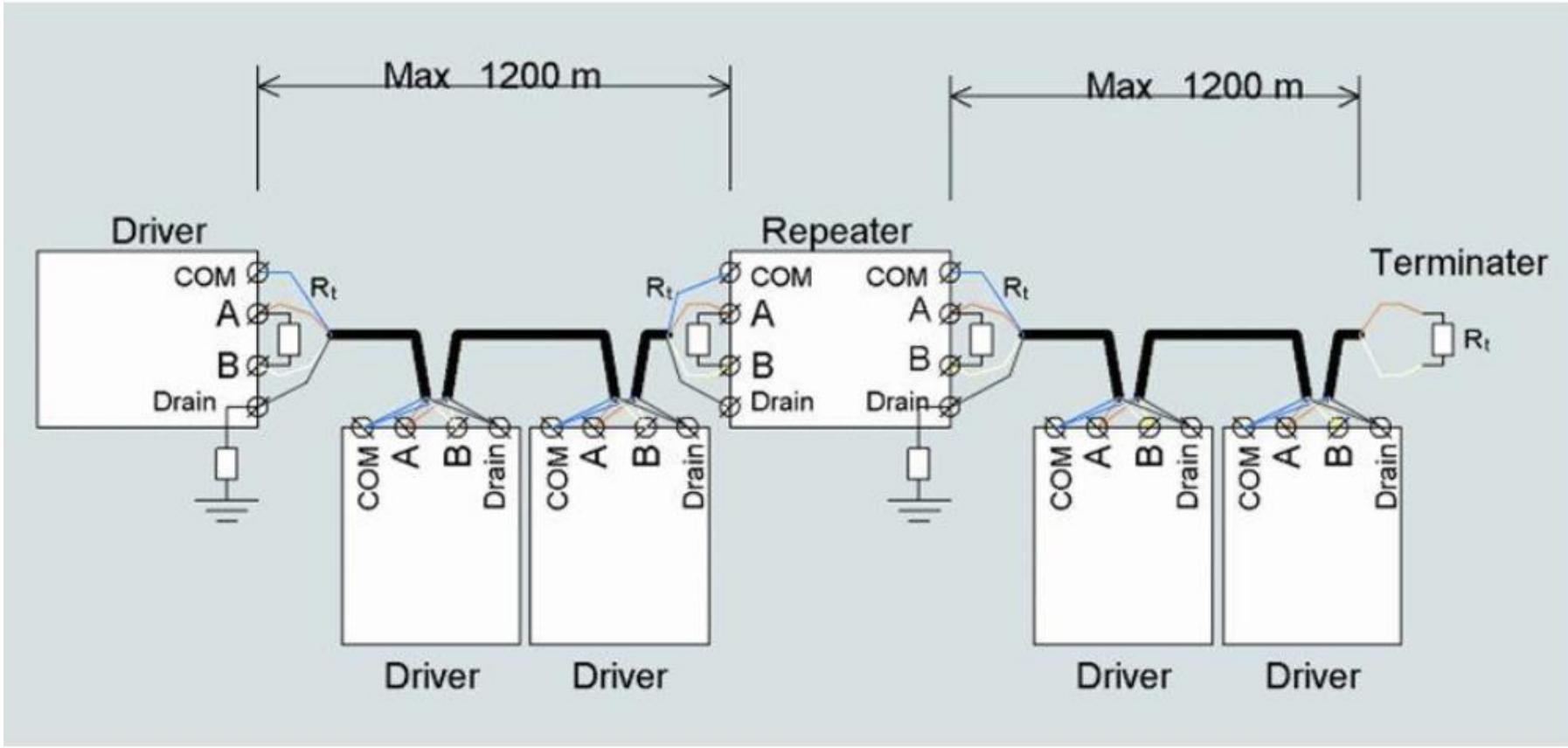
- Сам RS-485 выполняет только следующие действия:
  - Преобразует входящую последовательность "1" и "0" в дифференциальный сигнал.
  - Передает дифференциальный сигнал в симметричную линию связи.
  - Подключает или отключает передатчик драйвера по сигналу высшего протокола.
  - Принимает дифференциальный сигнал с линии связи.

Схема соединения

Обмен данными по стандарту RS-485

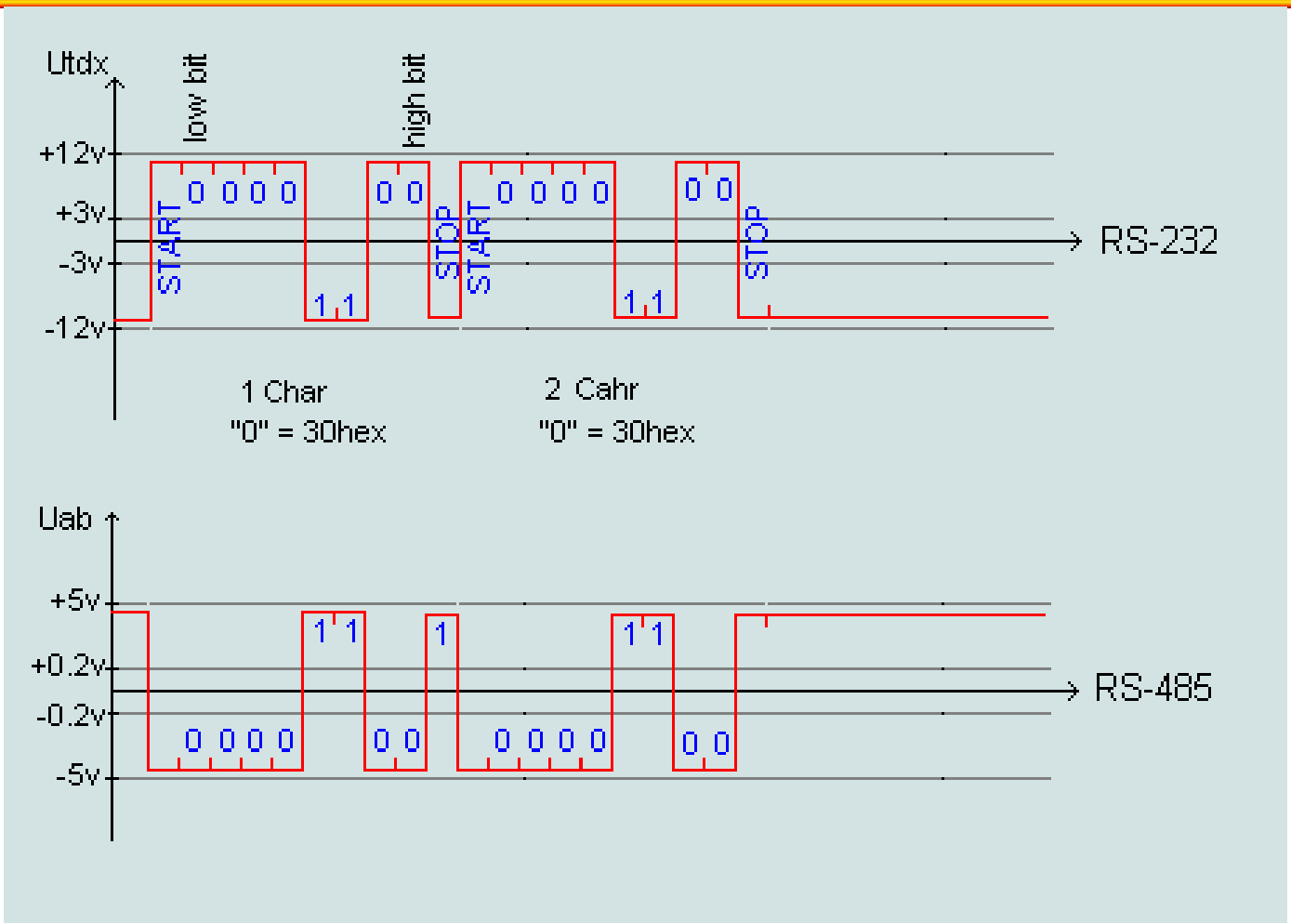


Топология сети RS-485



- Если подключить осциллограф к контактам A-B (RS-485) и контактам GND-TDx(RS-232), то вы не увидите разницы в форме сигналов передаваемых в линиях связи.
- На самом деле, форма сигнала RS-485 полностью повторяет форму сигнала RS-232, за исключением инверсии (в RS-232 логическая единица передается напряжением -12 В, а в RS-485 +5 В).

Временная диаграмма



Хотя форма сигналов одинаковая у выше указанных стандартов, но способ их формирования и мощность сигналов различны.

Достоинства и недостатки

- **Достоинства стандарта RS-485:**
- Хорошая помехоустойчивость.
- Большая дальность связи.
- Однополярное питание +5 В.
- Простая реализация драйверов.
- Возможность широковещательной передачи.
- Многоточечность соединения.

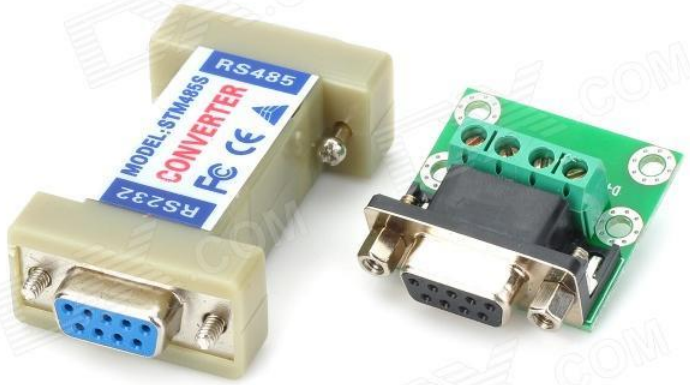
- **Недостатки RS485**
- Большое потребление энергии.
- Отсутствие сервисных сигналов.
- Возможность возникновения коллизий.

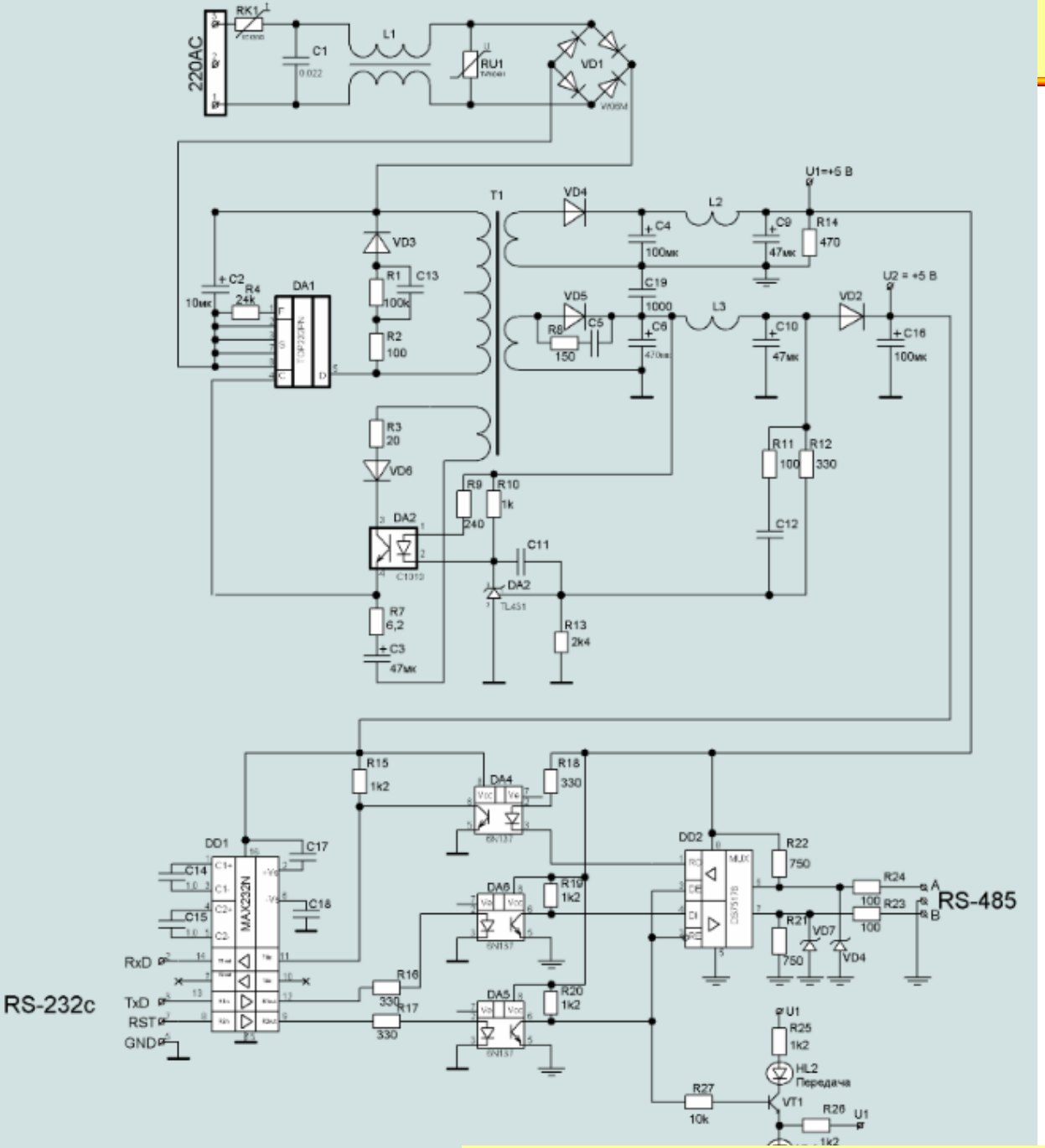
Преимущества физического сигнала RS-485 перед сигналом RS-232

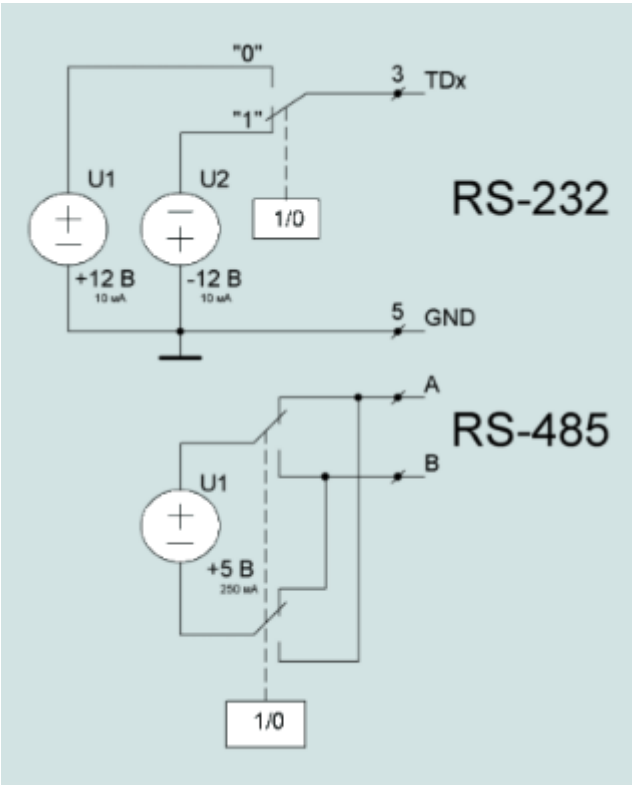
- Используется однополярный источник питания +5В, который применяется для питания большинства электронных приборов и микросхем. Это упрощает конструкцию и облегчает согласование устройств.
- Мощность сигнала передатчика RS-485 в 10 раз превосходит мощность сигнала передатчика RS-232. Это позволяет подключать к одному передатчику RS-485 до 32 приёмников и таким образом вести широковещательную передачу данных.
- Использование симметричных сигналов, у которой имеется гальваническая развязка с нулевым потенциалом питающей сети. В результате исключено попадание помехи по нулевому проводу питания (как в RS-232).
- Учитывая возможность работы передатчика на низкоомную нагрузку, становится возможным использовать эффект подавления синфазных помех с помощью свойств "витой пары". Это существенно увеличивает дальность связи.
- Появляется возможность "горячего" подключения прибора к линии связи (хотя это не предусмотрено стандартом RS-485). Заметим что в RS-232 "горячее" подключение прибора обычно приводит к выходу из строя COM порта компьютера

Реализация RS-485

- Многие фирмы изготовляют приемопередатчики RS485. Называют их обычно конверторы RS232 - RS485 или преобразователи RS232-RS485.
- Для реализации этих приборов выпускается специальные микросхемы. Роль этих микросхем сводится к преобразованию уровней сигналов RS232C к уровню сигналов RS485 (TTL/CMOS) и обратно, а также обеспечение работы полудуплексного режима.




220AC
RK1
C1
L1
RU1
VD1
T1
VD4
L2
U1=+5 В
C4
100мк
C9
47мк
R14
470
VD3
R1
100к
C13
C2
10мк
R4
24к
DA1
R2
100
C19
1000
VD5
R8
150
C5
C6
L3
VD2
U2 = +5 В
C10
47мк
C16
100мк
R3
20
VD6
R9
240
R10
1к
R11
100
R12
330
C12
DA2
C11
TL431
R7
6,2
C3
47мк
R13
2к4
R15
1к2
DA4
R18
330
DD1
MAX232N
C17
C14
C15
C18
RxD
TxD
RST
GND
R16
330
R17
330
DA6
R19
1к2
DA5
R20
1к2
DD2
R22
750
R24
100
R23
100
R21
750
VD7
VD4
A
B
RS-485
U1
R25
1к2
HL2
Передача
R27
10к
VT1
R26
1к2
RS-232c


"0"
"1"
3
TDx
U1
U2
1/0
RS-232
+12 В
10 мА
-12 В
10 мА
5
GND
A
B
RS-485
U1
+5 В
250 мА
1/0

Источники

1. http://www.myshared.ru/slide/523356/
2. https://elenergi.ru/interfejs-standarta-rs-232.html
3. **РД № 225 от 12.11.2001**