

СЕТЕВОЙ ИНТЕРФЕЙС RS-485

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ СТАНДАРТА

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ТОПОЛОГИЯ СЕТИ

ЗАЩИТНОЕ СМЕЩЕНИЕ

УРАВНИВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА «ЗЕМЕЛЬ»

ИТОГО

СЕТЕВОЙ ИНТЕРФЕЙС RS-485

ВВЕДЕНИЕ

RS-485 (Recommended Standard 485 или EIA/TIA-485-A)

Является совместной разработкой ассоциаций:

- Electronic Industries Alliance (EIA)
- Telecommunications Industry Association (TIA)

Рекомендованный стандарт передачи данных по двухпроводному полудуплексному многоточечному последовательному симметричному каналу связи.

Стандарт описывает только физические уровни передачи сигналов (т.е. только 1-й уровень модели взаимосвязи открытых систем OSI). Не регламентирует, по какому протоколу устройства сети должны связываться друг с другом. Наиболее распространенными протоколами связи на данный момент являются: ModBus, ProfiBus, LanDrive, DMX512 и другие. Передача информации осуществляется полудуплексно в большинстве случаев по принципу «ведущий» - «ведомый».

Создавался для расширения физических возможностей интерфейса RS-232 по передаче двоичных данных.

Стандарт включен в состав многих сетевых протоколов:

- ModBus;
- ProfiBus DP;
- DCON (ICP CON);
- DH-485 (Allen Bradley);
- Овен (НПО "Овен");
- BitBus (Intel).

Достоинства:

- хорошая помехоустойчивость;
- большая дальность связи;
- однополярное питание +5 В;
- простая реализация драйверов;
- возможность широковещательной передачи;
- многоточечность соединения.

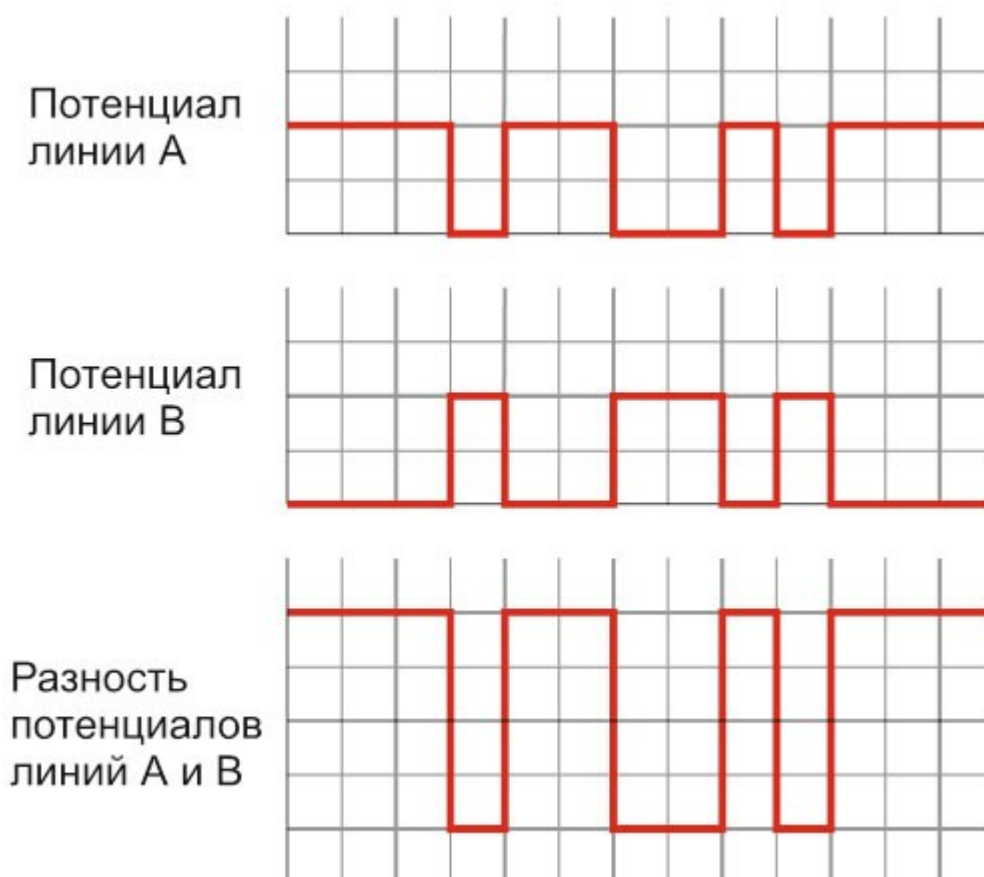
Недостатки:

- большое потребление энергии;
- отсутствие сервисных сигналов;
- возможность возникновения коллизий.

СЕТЕВОЙ ИНТЕРФЕЙС RS-485

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ СТАНДАРТА

В основе интерфейса RS-485 лежит способ дифференциальной (балансной) передачи данных. Суть данного метода заключается в следующем: по одному проводу (условно линия А) передается нормальный сигнал, а по второму проводу (условно линия В) передается инвертированный сигнал, таким образом, между двумя проводами витой пары всегда существует разность потенциалов. Для случая логической «единицы» разность потенциалов положительна, для логического «нуля» — отрицательна.



Преимуществом дифференциальной (балансной) передачи данных является высокая устойчивость к синфазным помехам.

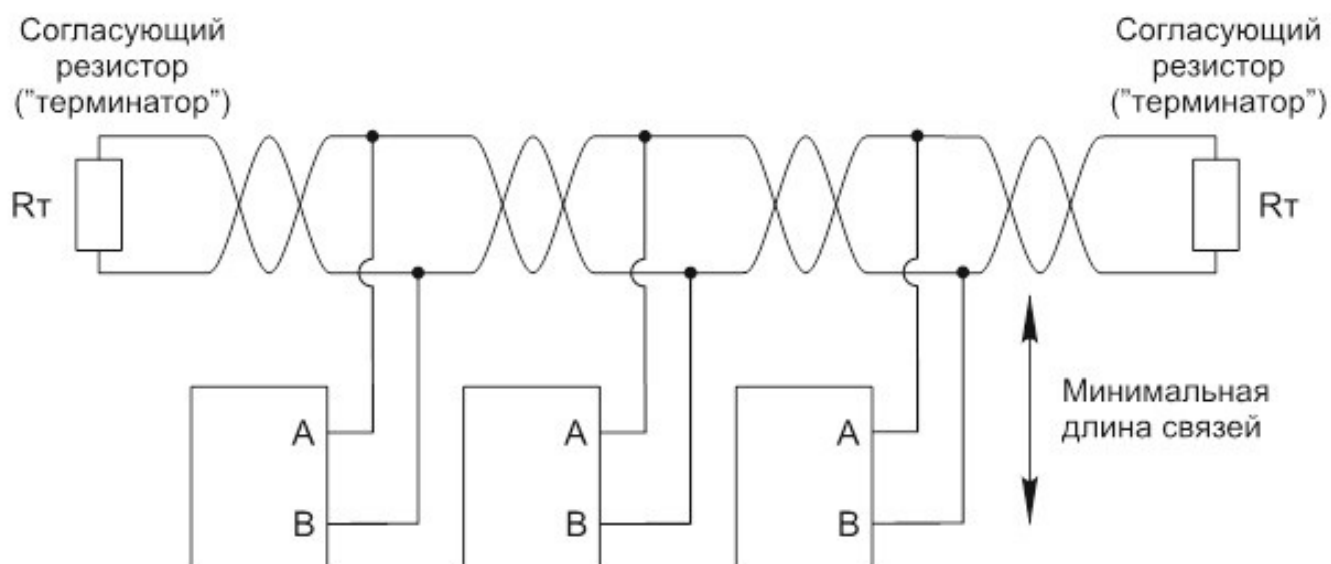
Синфазная помеха — помеха, действующая на обе линии связи одинаково.

Зачастую линии связи прокладываются в местах подверженных неоднородным электромагнитным полям, электромагнитная волна, проходя через участок линии связи, будет наводить в обоих проводах потенциал. В случае RS-232 интерфейса полезный сигнал, который передается потенциалом относительно общего «земляного» провода был бы утерян. При дифференциальной передаче не происходит искажения сигнала в виду того, что помеха одинаково действует на оба проводника и наводит в них одинаковый потенциал, в результате чего разность потенциалов (полезный сигнал) остается неизменной. По этой причине линии связи интерфейса RS-485 представляют собой два скрученных между собой проводника и называются витой парой.

СЕТЕВОЙ ИНТЕРФЕЙС RS-485

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ СТАНДАРТА

Прямые выходы «А» подключаются к одному проводу, а инверсные «В» ко второму проводу. В случае неправильного подключения выходов к линиям приемопередатчика не выйдут из строя, но при этом правильно функционировать они не будут.



СЕТЕВОЙ ИНТЕРФЕЙС RS-485

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Максимальное число приемников/передатчиков	32/32
Максимальная длина кабеля, м	1200
Максимальная скорость передачи данных, Мбит/с	10
Уровень логической «1» передатчика, В	+1,5...+6
Уровень логического «0» передатчика, В	–1,5...–6
Диапазон синфазного напряжения передатчика, В	–1...+3
Максимальный ток короткого замыкания передатчика, мА	250
Допустимое сопротивление нагрузки передатчика, Ом	54
Порог чувствительности приемника, мВ	±200
Допустимый диапазон напряжений приемника, В	–7...+12
Уровень логической «1» приемника, мВ	более +200
Уровень логического «0» приемника, мВ	менее –200
Входное сопротивление приемника, кОм	12

Входное сопротивление для некоторых приёмников может быть более 12 кОм (единичная нагрузка). Например, 48 кОм (1/4 единичной нагрузки) или 96 кОм (1/8), что позволяет увеличить количество приёмников до 128 или 256.

При разных входных сопротивлениях приёмников необходимо, чтобы общее входное сопротивление не было меньше 375 Ом.

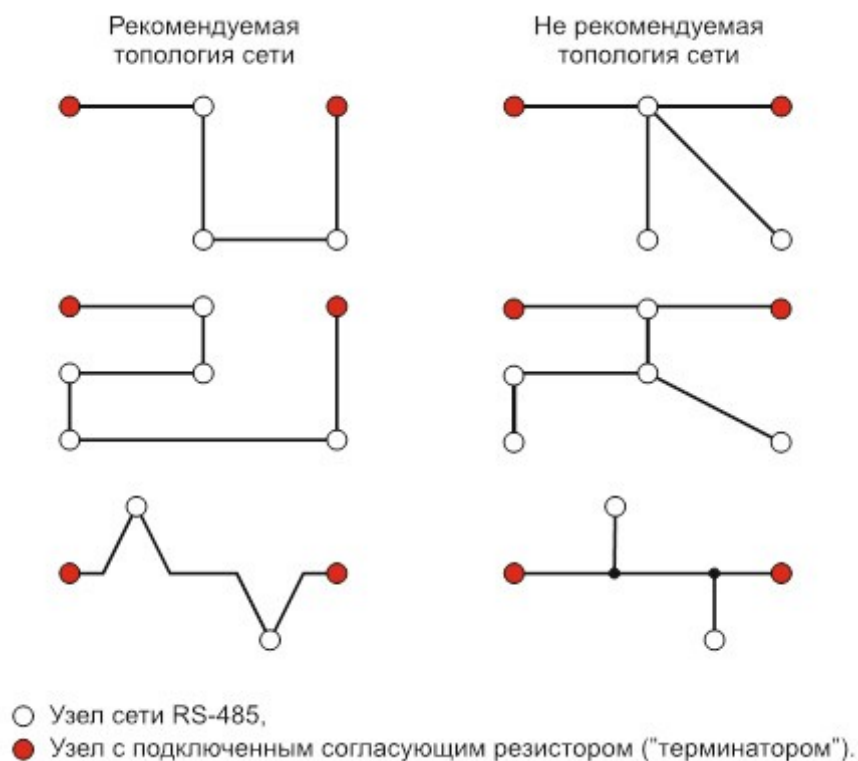
СЕТЕВОЙ ИНТЕРФЕЙС RS-485

ТОПОЛОГИЯ СЕТИ

Сеть RS-485 строится по схеме «последовательная шина (bus)», когда приборы в сети соединяются последовательно симметричными кабелями.

При увеличении длины линий связи при высокой скорости передачи данных имеет место так называемый эффект длинных линий. Он заключается в том, что скорость распространения электромагнитных волн в проводниках ограничена, для примера у проводника с полиэтиленовой изоляцией она ограничена на уровне около 206 мм/нс. Помимо этого электрический сигнал имеет свойство отражаться от концов проводника и его ответвлений. Для коротких линий подобные процессы протекают быстро и не оказывают влияния на работу сети, однако при значительных расстояниях в сотни метров отраженная от концов проводников волна может исказить полезный сигнал, что приведет к ошибкам и сбоям.

Проблему отражений сигнала в интерфейсе RS-485 решают при помощи согласующих резисторов — «терминаторов», которые устанавливаются непосредственно у выходов двух приемопередатчиков максимально отдаленных друг от друга.



СЕТЕВОЙ ИНТЕРФЕЙС RS-485

ТОПОЛОГИЯ СЕТИ

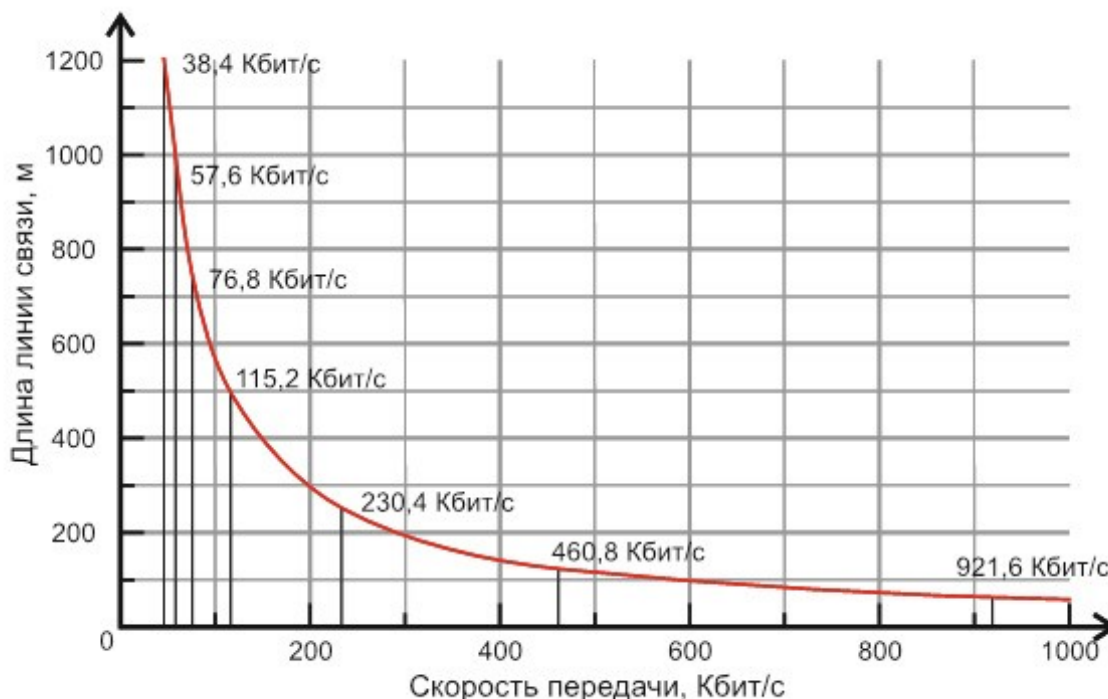
В некоторых потребительских устройствах «терминаторы» могут уже присутствовать (управление — подключение/отключение осуществляется специальными переключками или переключателями, установленными на корпусе устройства).

Номинал «терминатора» соответствует волновому сопротивлению кабеля, при этом нужно помнить, что волновое сопротивление кабеля зависит от его характеристик и не зависит от его длины: например, для витой пары **UTP-5**, используемой для прокладки Ethernet волновое сопротивление составляет **100 ±15 Ом** (от 100 до 150 Ом и 0.25 Вт).

Таким образом, «терминатор» выполняет следующие функции:

- уменьшает отражение сигнала от конца линии связи;
- обеспечивает достаточный ток через всю линию связи, что необходимо для подавления синфазной помехи с помощью кабеля типа "витая пара".

Нужно отметить, что для обеспечения отказоустойчивости и помехозащищенности с увеличением длины линий связи скорость передачи желательно уменьшить. Данная зависимость может отличаться при прочих условиях и носит скорее рекомендательный характер.



СЕТЕВОЙ ИНТЕРФЕЙС RS-485

ТОПОЛОГИЯ СЕТИ

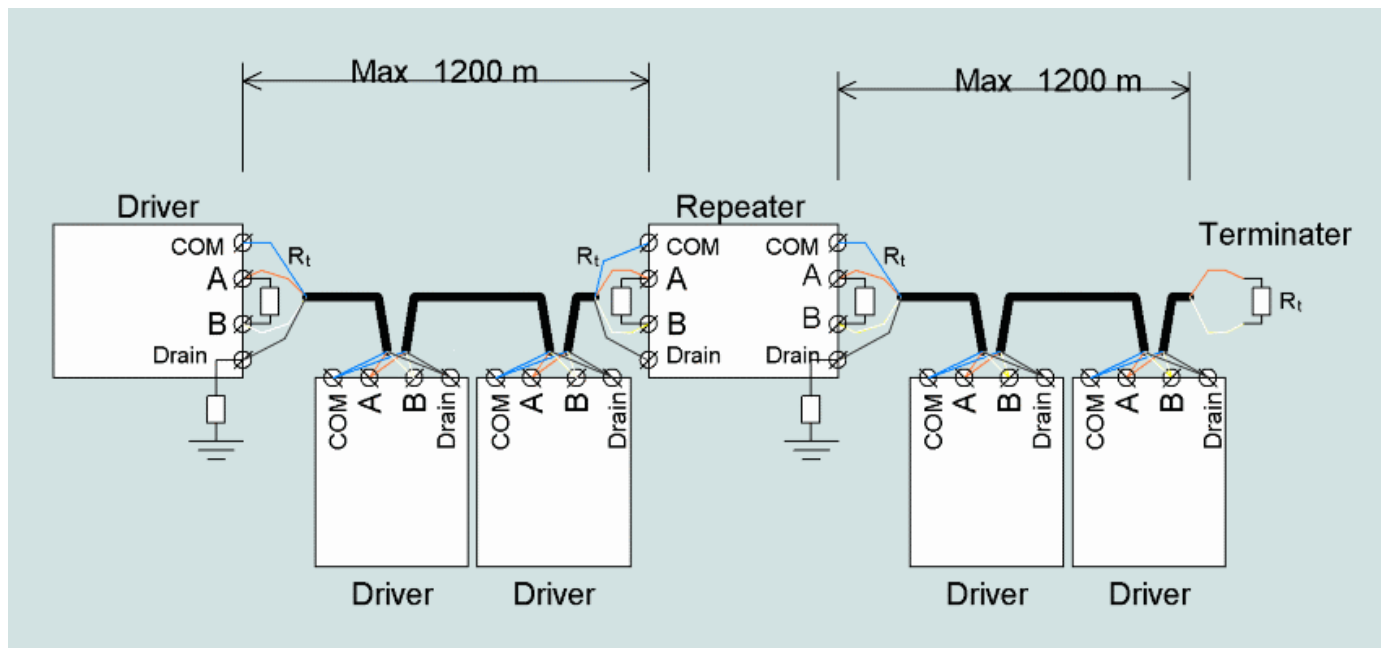
Если расстояние сегмента сети превышает 1200 м или количество устройств (**Driver**) в сегменте более 32 штук, нужно использовать повторитель (**Repeater**), для создания следующего сегмента сети. При этом каждый сегмент сети должен быть подключен к терминаторам (R_t). Сегментом сети при этом считается кабель между крайним прибором и повторителем или между двумя повторителями.

Для защиты от помех экран витой пары следует заземлять в одной точке, при этом стандарт не оговаривает в какой, поэтому часто экран кабеля заземляется на одном из его концов. Иногда причиной возникновения ошибок при передаче сигнала является работающий поблизости радиопередатчик. Чтобы устранить влияние радиосигнала на передающий кабель достаточно установить высокочастотный конденсатор малой емкости между экраном кабеля и заземлением электрической сети порядка 1...10нФ.

Стандарт RS-485 не определяет, какой тип симметричного кабеля нужно использовать, но де-факто используют кабель типа "витая пара" с волновым сопротивлением 120 Ом.

Большинство приборов (конечные устройства, например, преобразователь АС-4 Овен) имеет встроенное согласующее сопротивление, которое может быть включено в линию установкой перемычки («джампера») на плате прибора.









Для прокладки шины можно использовать обычную витую пару CAT5 для Ethernet - для неё ниже дана стандартная схема подключения (обычное волновое сопротивление такого кабеля составляет 100 Ом).



СЕТЕВОЙ ИНТЕРФЕЙС RS-485

КАБЕЛЬ 5-Й КАТЕГОРИИ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ ШИНЫ

Все устройства RS-485 устанавливаются на одну шину. Шина использует две линии для данных (A и B), при этом часто удобно также проложить две линии для питания - GND и +12V (или другое напряжение питания). Поэтому, в таких случаях используют многожильную витую пару (например, UTP5).

Сигнал шины	Провод	
Данные (A)	бело-зелёный	
Данные (B)	зелёный	
Питание (12В или другое)	оранжевый	
Питание (12В или другое)	бело-оранжевый	
Не используется	синий	
Не используется	бело-синий	
Земля питания (GND)	бело-коричневый	
Земля питания (GND)	коричневый	

При соединении устройств по общей шине необходимо следить за качеством соединений:

- при обрыве линии устройства за обрывом не будут работать,
- при коротком замыкании не будут работать все устройства.

Рекомендуем использовать штыревые наконечники под обжимку - это позволяет легко подключать-отключать устройства без потери работоспособности остальных устройств на шине. При использовании при монтаже наконечников необходимо, чтобы диаметр изолированных манжет не превышал габаритов клеммников устройств.

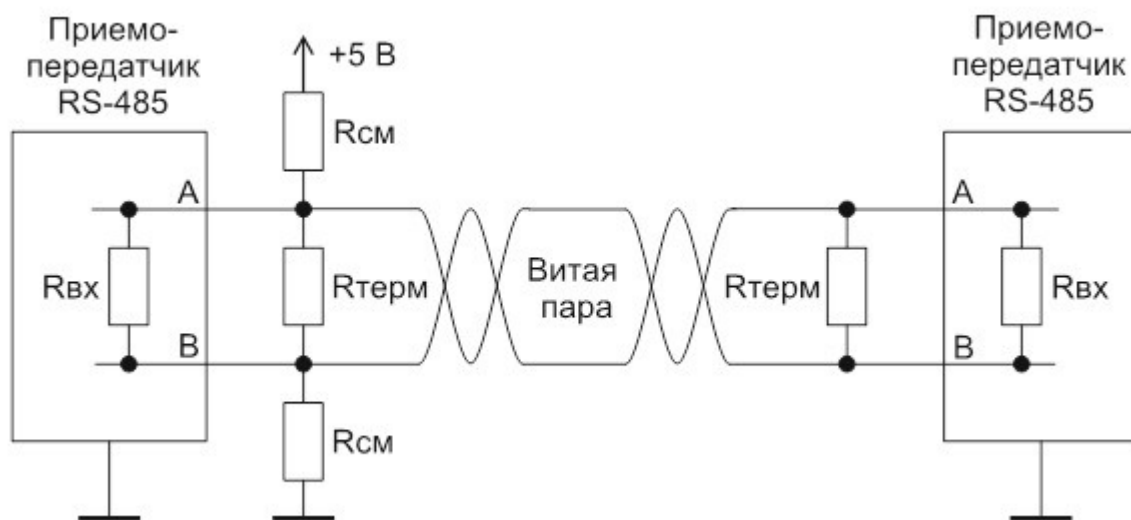


СЕТЕВОЙ ИНТЕРФЕЙС RS-485

ЗАЩИТНОЕ СМЕЩЕНИЕ

Порог чувствительности приемника составляет ± 200 мВ, то есть при разнице потенциалов на входе приемника в диапазоне от минус 200 мВ до плюс 200 мВ его выходное состояние будет находиться в состоянии неопределенности. Разность потенциалов более 200 мВ приемник принимает как логическую «1», а разность потенциалов менее минус 200 мВ приемник принимает как логический «0». Состояние неопределенности может произойти, когда ни один из передатчиков не активен, отключен от сети, либо находится в «третьем состоянии», либо все устройства сети находятся в режиме приема информации. Состояние неопределенности крайне нежелательно, так как оно вызывает ложные срабатывания приемника из-за несинфазных помех.

Использование защитного смещения позволяет исключить возможность возникновения неопределенного состояния в сети. Для этого линию А необходимо подтянуть резистором к питанию (pullup), а линию В резистором — к «земле» (pulldown). В результате, с учетом «терминаторов», получится резистивный делитель напряжения. Для надежной работы сети необходимо обеспечить смещение порядка 250...300 мВ.



Рассмотрим ситуацию

В сети находятся два устройства.

Необходимо получить смещение 250 мВ, при этом в сети подключены два терминальных резистора по 120 Ом, и имеется источник напряжения +5 В, оба приемника обладают единичной нагрузкой— их сопротивление составляет 12 кОм.

Учитывая, что терминальные резисторы по 120 Ом и оба приемника по 12 кОм включены параллельно, то их общее сопротивление равняется:

$$\begin{aligned} R_{\text{сети}} &= (R_{\text{общ.терм}} \cdot R_{\text{общ.вх}}) / (R_{\text{общ.терм}} + R_{\text{общ.вх}}) = \\ &= (60 \cdot 6000) / (60 + 6000) = 60 \text{ Ом} \end{aligned}$$

СЕТЕВОЙ ИНТЕРФЕЙС RS-485

ЗАЩИТНОЕ СМЕЩЕНИЕ

Вычисляем ток в цепи смещения:

$$I_{см} = U_{см} / R_{сети} = 0,250 \text{ В} / 60 \text{ Ом} = 0,0042 \text{ А}$$

При этом последовательное сопротивление цепи смещения составит:

$$R_{см.общ} = U_{пит} / I_{см} = 5 \text{ В} / 0,0042 \text{ А} = 1140 \text{ Ом}$$

Сопротивление резисторов смещения:

$$R_{см} = 1140 / 2 = 570 \text{ Ом}$$

Ближайший номинал: 560 Ом

Исходя из расчета защитного смещения можно заметить, что через делитель напряжения постоянно протекает ток (для случая выше это 4,2 мА), что может быть недопустимым в системах с малым энергопотреблением. Это является серьезным недостатком защитного смещения.

Снизить потери можно увеличением номинала резисторов согласования до 1,1 кОм и выше, но в данном случае придется искать компромисс между энергопотреблением и надежностью сети.

Для гальванически развязанной линии резисторы смещения следует подтягивать к «земле» и питанию со стороны изолированной линии.

СЕТЕВОЙ ИНТЕРФЕЙС RS-485

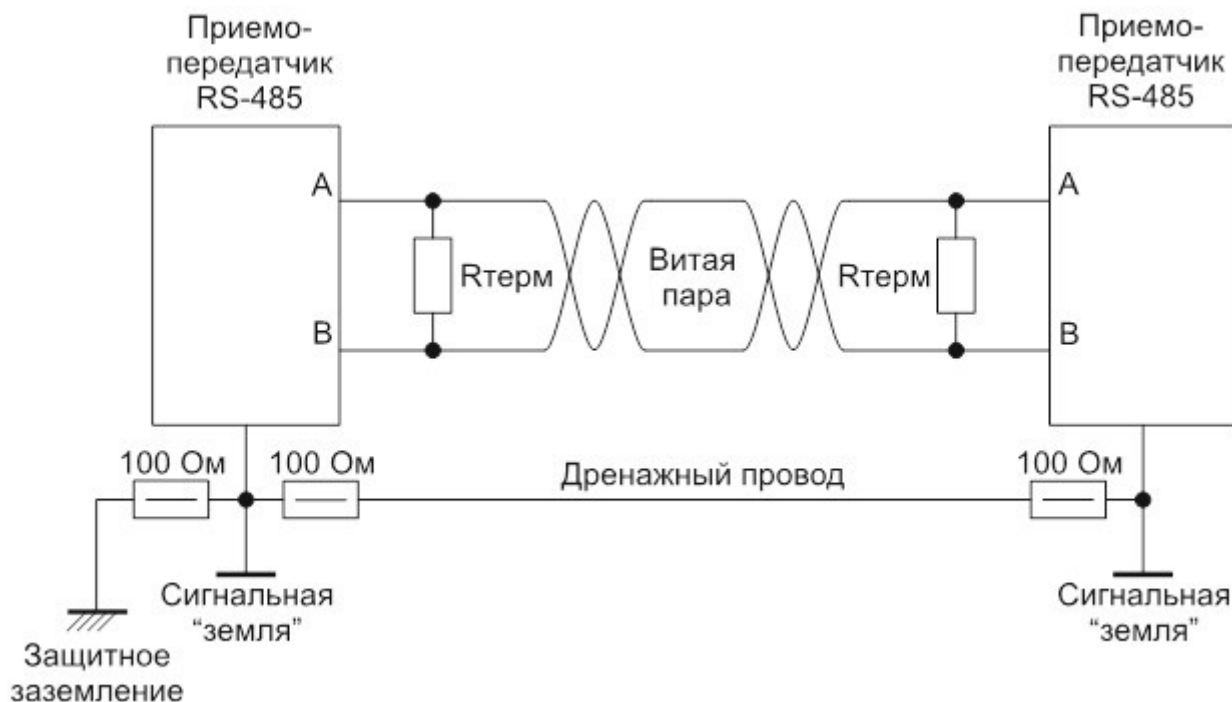
УРАВНИВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА «ЗЕМЕЛЬ»

Если приборы, объединенные в одну сеть, питаются от различных источников или находятся на значительном удалении друг от друга, то необходимо дополнительным дренажным проводом объединить «земли» всех устройств. Это правило исходит из того, что разность потенциалов между линией и «землей» по стандарту не должна превышать от минус 7 до плюс 12 В.

В случае, когда устройства находятся на значительном расстоянии друг от друга, либо питаются от разных источников разность потенциалов на входе приемопередатчика может превысить в несколько раз допустимый диапазон, что приведет к выходу из строя приемопередатчика.

Следует учитывать, что подключение устройства к сети RS-485 нужно начинать именно с дренажного провода, а производя отключение устройства — отключать дренажный провод в последнюю очередь.

Для ограничения «блуждающих» токов в дренажном проводе его следует подключать к каждой сигнальной земле через резистор номиналом 100 Ом мощностью 0,5 Вт, помимо этого необходимо через такой же резистор 100 Ом 0,5 Вт подключить дренажный провод к защитному заземлению. Рекомендуем осуществлять защитное заземление дренажного провода в одной точке, чтобы исключить постоянное протекание «блуждающего» тока через него по сравнению со случаем, когда дренажный провод заземляется у каждого устройства. Не следует использовать экран кабеля в качестве дренажного провода.



СЕТЕВОЙ ИНТЕРФЕЙС RS-485

ИТОГИ

1. Следует избегать прокладки витой пары совместно с силовыми цепями, особенно в общей оплетке. Линии связи должны находиться не ближе чем 0,5 м от силовых цепей. Пересечение линий связи с силовыми цепями (если этого не избежать) желательно делать под прямым углом. Не рекомендуется использовать в качестве витой пары кабели менее 0,326 мм² (22 AWG). Не допускается наличие «скруток» для сращивания кабеля.
2. При использовании витой пары типа UTP-5 свободные пары рекомендуется использовать в качестве дренажного провода, либо держать их в резерве, в случае повреждения главной витой пары.
3. Сеть должна иметь топологию «шина».
4. Не допускаются длинные ответвления от основной «шины».
5. Если для конечной системы не требуется высокого быстродействия, то не рекомендуется устанавливать скорость передачи данных «как можно выше». Максимальная надежность сети достигается на низких скоростях передачи.
6. Согласующие резисторы («терминаторы») устанавливаются в наиболее удаленных точках сети RS-485, обычно они уже смонтированы в устройствах пользователя, поэтому достаточно их только подключить перемычками или переключателями согласно руководству по эксплуатации на конкретное устройство. Сопротивление согласующих резисторов (примерно от 100 до 150 Ом и 0.25 Вт) должно равняться волновому сопротивлению используемого кабеля, в противном случае их установка может только навредить.
7. В сетях, где возможно возникновение состояния неопределенности необходимо с целью минимизации ошибок и сбоев устанавливать защитное смещение порядка 250...300 мВ. Необходимо учитывать при этом, что ток потребления системы увеличится.
8. Для защиты от помех экран витой пары заземляется в любой точке, но один раз.
9. При питании удаленного оборудования от различных источников рекомендуется использовать дренажный провод для уравнивания потенциала «земель», при этом следует помнить, что подключение устройства к сети следует начинать именно с дренажного провода, а при отключении устройства в последнюю очередь отключать дренажный провод.
10. Для защиты оборудования, а так же обслуживающего его персонала рекомендуется использовать устройства, имеющие гальваническую развязку.
11. Не стоит пренебрегать дополнительными устройствами защиты от перенапряжений и импульсных помех.