

Рекомендации по разводке сети интерфейса RS-485

Энергия - Источник



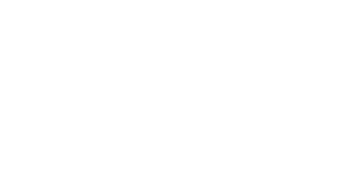
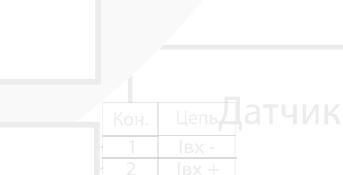
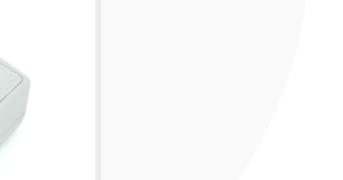
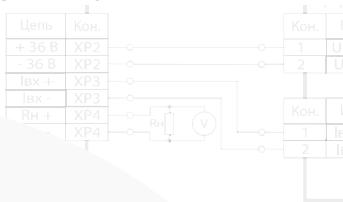
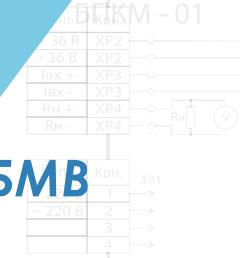
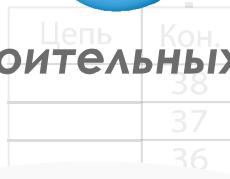
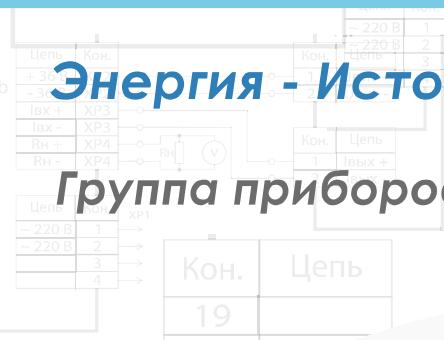
ИТеК ББМВ

Группа приборостроительных компаний



Датчик

Exia/Exib



Рекомендации по разводке сети интерфейса RS-485

Введение

RS-485 (EIA/TIA-485) — это стандарт, определяющий электрические характеристики приемников и передатчиков информации для использования в балансных цифровых многоточечных системах. Интерфейс RS-485 является одним из наиболее распространённых стандартов физического уровня в современных средствах промышленной автоматизации.

Как было сказано выше стандарт содержит электрические характеристики приемников и передатчиков, которые могут быть использованы для передачи двоичных сигналов в многоточечных сетях, при этом стандарт не оговаривает другие характеристики: такие как качество сигнала, протоколы обмена, типы соединителей для подключения, линии связи. В результате неопределенности потребители часто испытывают трудности при подключении того или иного оборудования к сети RS-485. Порой неправильно разведенная сеть RS-485 способна свести к нулю затраченные на повышение автоматизации усилия, и может стать причиной постоянных отказов, сбоев и ошибок в работе оборудования. Цель данной статьи - предоставить пользователям рекомендации по подключению и практической реализации систем передачи данных на основе интерфейса 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 (рисунок 1). Для случая логической «единицы» разность потенциалов положительна, для логического «нуля» — отрицательна.

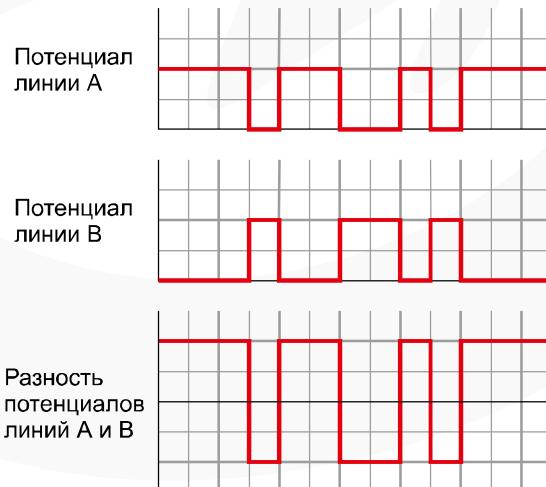


Рисунок 1 — Диаграмма дифференциальной (балансной) передачи данных

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»

Рекомендации по разводке сети интерфейса RS-485

проводы был бы утерян. При дифференциальной передаче не происходит искажения сигнала ввиду 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. Прямые выходы «A» подключаются к одному проводу, а инверсные «B» ко второму проводу (рисунок 2). В случае неправильного подключения выходов к линиям приемопередатчики не выйдут из строя, но при этом правильно функционировать они не будут.

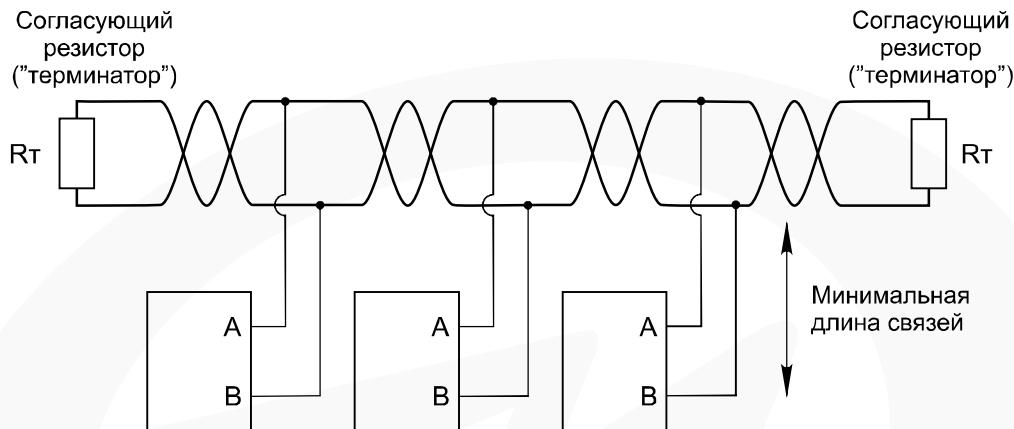


Рисунок 2 — Конфигурация сети RS-485

Рекомендации по подключению

Конфигурация сети представляет собой последовательное присоединение приемопередатчиков к витой паре (топология «шина»), при этом сеть не должна содержать длинных ответвлений при подключении устройств, так как длинные ответвления вызывают рассогласования и отражения сигнала (рисунок 3).

Стандарт предполагает, что устройства подключаются непосредственно к шине. При этом скрутки и сращивания кабеля не допускаются. 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. Следует отметить, что в большинстве случаев «терминаторы» уже смонтированы в потребительских устройствах и подключаются к сети при помощи соответствующих перемычек 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. К примеру, для витой пары UTP-5, используемой для прокладки Ethernet волновое сопротивление составляет 100 ± 15 Ом. Специализированный кабель Belden 9841...9844 для прокладки сетей RS-485 имеет волновое сопротивление 120 Ом, поэтому расчетами резистора — «терминатора» можно пренебречь и использовать 120 Ом.

Рекомендации по разводке сети интерфейса RS-485

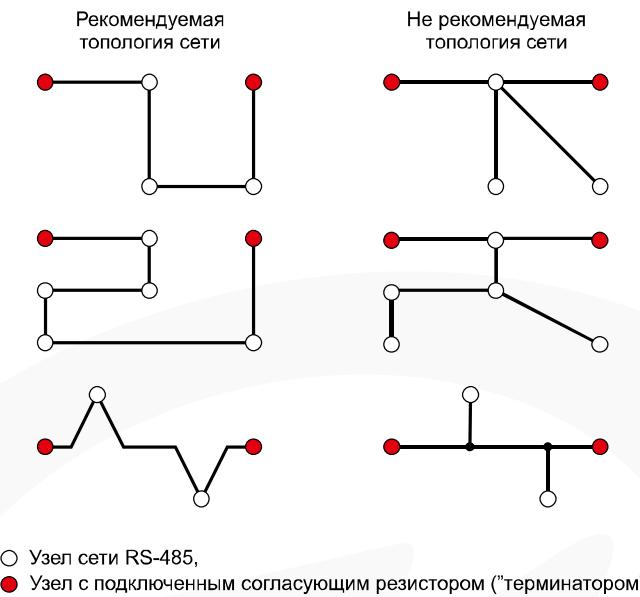


Рисунок 3 — Примеры топологий сетей RS-485

Экранированные витые пары (например, кабели Belden 9841, 3106A) рекомендуется применять в особо ответственных системах, а также при скоростях обмена свыше 500 Кбит/сек.

Нужно отметить, что для обеспечения отказоустойчивости и помехозащищенности с увеличением длины линий связи скорость передачи желательно уменьшить. Зависимость скорости обмена от длины линий представлена на рисунке 4. Данная зависимость может отличаться при прочих условиях и носит скорее рекомендательный характер.

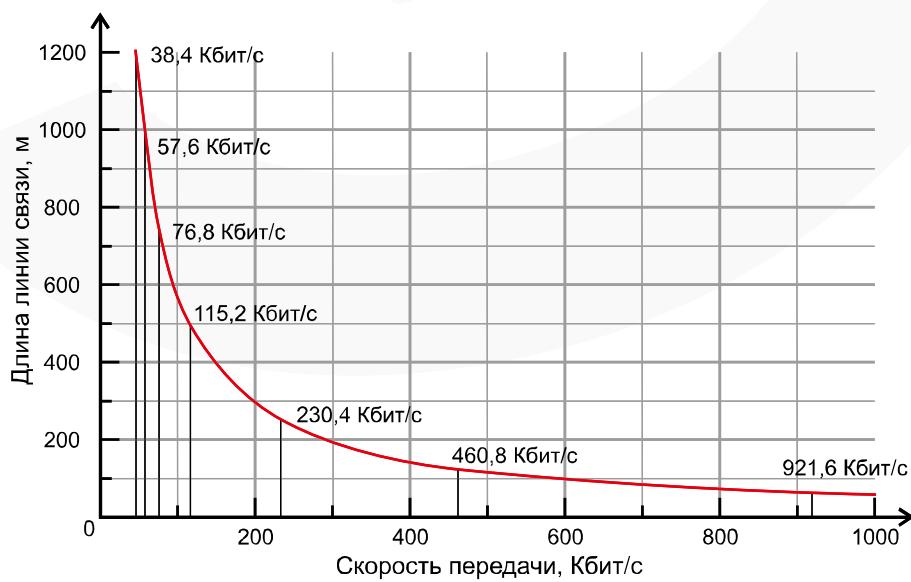


Рисунок 4 — Зависимость скорости обмена от длины линии связи

Рекомендации по разводке сети интерфейса RS-485

Согласно стандарту RS-485 (EIA/TIA-485) передатчик должен обеспечивать передачу данных для 32 единичных нагрузок (под единичной нагрузкой подразумевается приемник с входным сопротивлением 12 кОм). В настоящее время производятся приемопередатчики с входным сопротивлением равным 1/4 (48 кОм) и 1/8 (96 кОм) от единичной нагрузки. В этом случае количество подключенных к сети устройств может быть увеличено до: 128 и 256 соответственно. Допускается использовать устройства с различным входным сопротивлением в одной сети, важно чтобы суммарное сопротивление было не менее 375 Ом.

Электрические характеристики интерфейса приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Значение
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

Стандарт RS-485 (EIA/TIA-485) 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».

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 (рисунок 5).

Рекомендации по разводке сети интерфейса RS-485

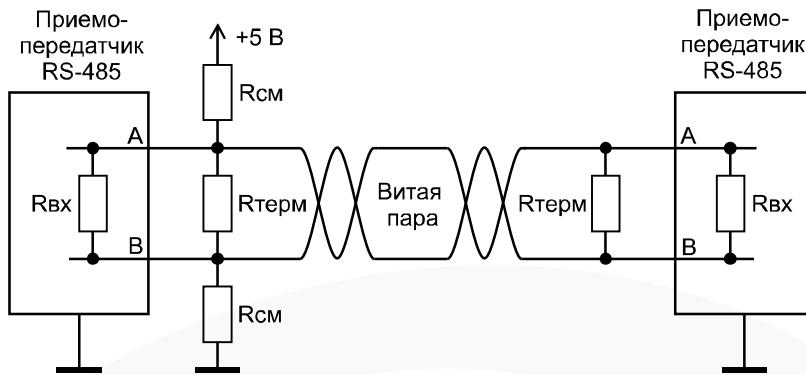


Рисунок 5 — Защитное смещение

Рассмотрим ситуацию, когда в сети находятся два устройства. Нам 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:

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

Рассчитаем ток в цепи смещения:

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

При этом последовательное сопротивление цепи смещения составит:

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

Получаем сопротивление резисторов смещения:

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

Выбираем ближайший номинал 560 Ом.

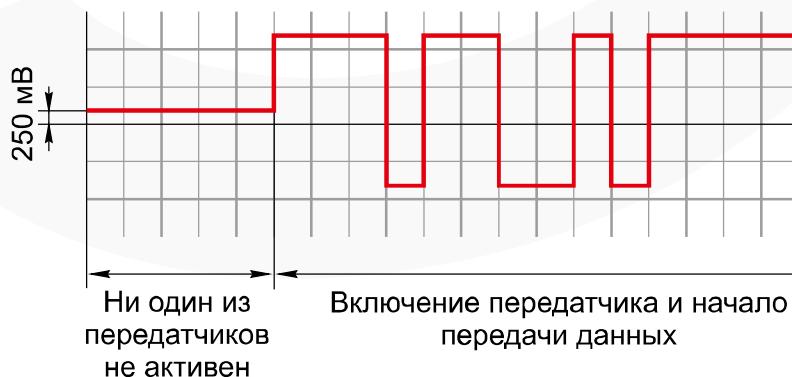


Рисунок 6 — Диаграмма передачи данных при использовании защитного смещения

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.

Рекомендации по разводке сети интерфейса RS-485

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.

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...10 нФ.

Если приборы, объединенные в одну сеть, пытаются 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 пытаются от разных источников разность потенциалов на входе приемопередатчика может превысить в несколько раз допустимый диапазон, что приведет к выходу из строя приемопередатчика. При этом следует учитывать, что подключение устройства к сети RS-485 нужно начинать именно с дренажного провода, а производя отключение устройства в последнюю очередь отсоединять дренажный провод. 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.

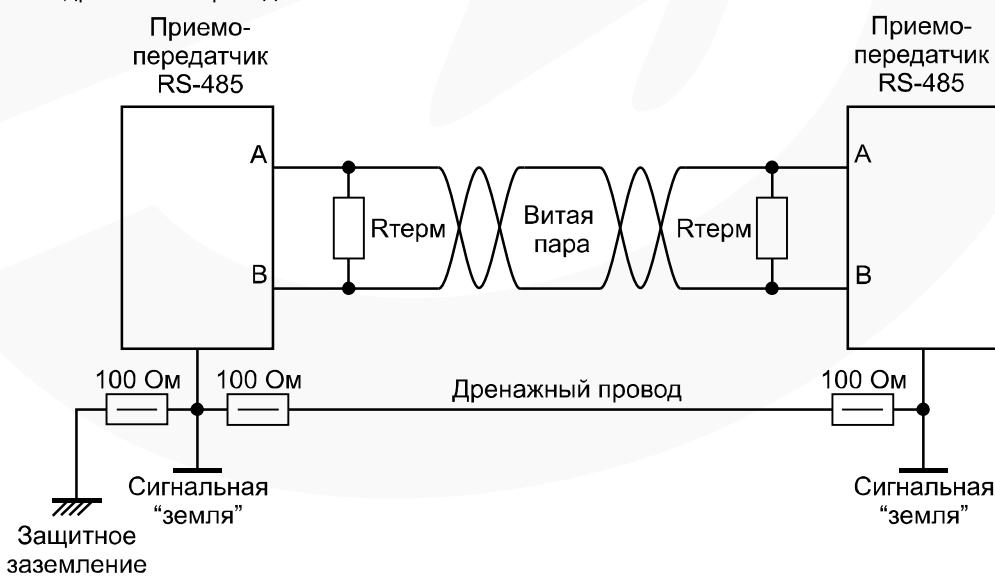


Рисунок 7 — Использование дренажного провода для уравнивания потенциала «земель»

Рекомендации по разводке сети интерфейса RS-485

Для защиты сетей от синфазных перенапряжений и импульсных помех менее 2 кВ достаточно использовать приемопередатчики с гальванической развязкой. Если же высокий потенциал будетложен дифференциально, т.е. к одному проводнику линии, то приемопередатчик будет поврежден, так как разность потенциалов между проводниками должна находиться в диапазоне от минус 7 до плюс 12 В.

Защита устройств сети RS-485 от дифференциальных перенапряжений составляющих десятки киловольт, например, попадание разряда молнии в линию, осуществляется за счет использования специальных защитных устройств. В простейшем случае все проводники линии шунтируются ограничителями напряжения на «землю» (рисунок 8а). Если заземление линии невозможна, то проводники линии шунтируются ограничителями между собой (рисунок 8б). Защита, организованная на варисторах, супрессорах, газоразрядных трубках, способна выдерживать лишь кратковременные всплески напряжения. Дополнительную защиту от токов короткого замыкания в линиях можно обеспечить при помощи установки в линию плавких предохранителей.

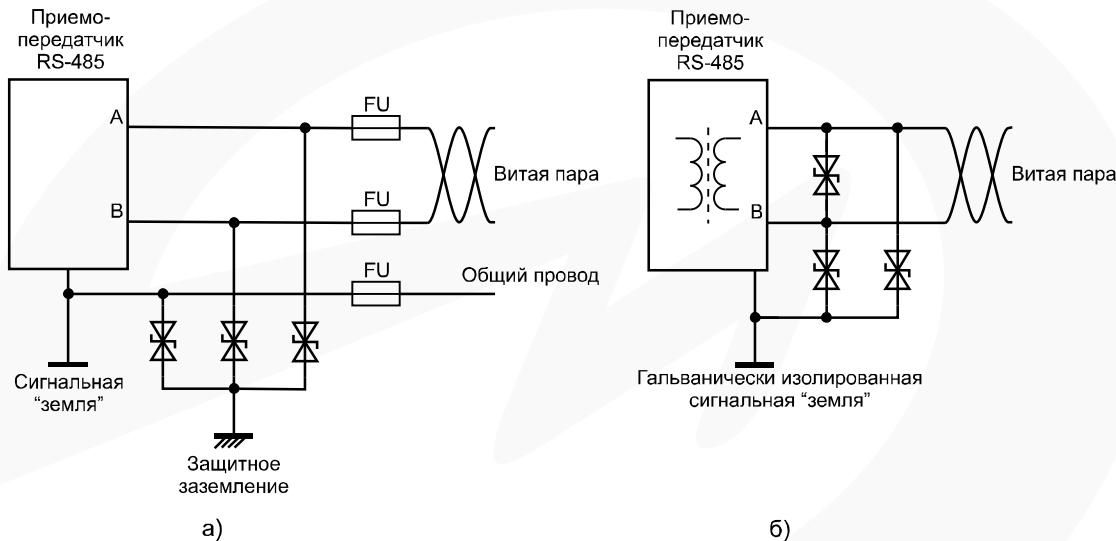


Рисунок 8 — Варианты защиты сети RS-485 от перенапряжений и импульсных помех

Выводы

1. Следует избегать прокладки витой пары совместно с силовыми цепями, особенно в общей оплётке. 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 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», не допускаются длинные ответвления от основной «шинны».

Рекомендации по разводке сети интерфейса RS-485

4. Если для конечной системы не требуется высокого быстродействия, то не рекомендуется устанавливать скорость передачи данных «как можно выше». Наоборот максимальная надежность сети достигается на низких скоростях передачи.

5. 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 должно равняться волновому сопротивлению используемого кабеля, в противном случае их установка может только навредить.

6. 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.

7. Для защиты от помех экран витой пары заземляется в любой точке, но один раз.

8. 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.

9. Для защиты оборудования, а так же обслуживающего его персонала рекомендуется использовать устройства, имеющие гальваническую развязку.

10. Не стоит пренебрегать дополнительными устройствами защиты от перенапряжений и импульсных помех.