

Руководство по применению DMX512

Вся информация, находящаяся в данном документе, прошла тщательную проверку. Тем не менее автор оригинального текста, автор перевода, Professional Lighting and Sound Association (PLASA) и компания "ДСЛ" не несут никакой ответственности за любые потери или повреждения, вызванные использованием либо неправильным использованием приведенной информации. Настоящий документ охраняется законом об авторских правах. Запрещается использование всего документа или любой его части в коммерческой документации, рекламных материалах или в любых других коммерческих целях без письменного разрешения АО "ДСЛ". Использование оригинального текста документа возможно только с письменного разрешения Professional Lighting and Sound Association (PLASA). Оригинальный текст документа был одобрен PLASA и USITT без проведения анализа информации на возможность ее вхождения в различные патенты. PLASA, USITT и авторы оригинального документа и перевода не несут никаких обязательств перед владельцами патентов либо любыми другими сторонами, использующими стандарт DMX512 или настоящий документ.

Автором оригинального текста является Адам Беннетт (Adam Bennette).

Copyright © PLASA 1994 All rights reserved.

Перевод на русский язык и оформление на русском языке

© АО "ДСЛ" 1995-97 Все права защищены.

Настоящий документ может использоваться в некоммерческих целях в том случае, если при его воспроизведении в любой форме (электронной, печатной и т.д.) сохраняется приведенная выше информация по авторским правам и обязательствам всех сторон, участвовавших в его создании.

Ваши комментарии направляйте, пожалуйста, по адресу:

postmaster@dsl.msk.ru

© ДСЛ 1997

Содержание:

- [Об использовании данного документа](#)
- [Протокол DMX512](#)
- [Кабели](#)
 - [Типы кабелей.](#)
- [Разъемы и соединения.](#)
- [Терминаторы и их установка.](#)
- [Сети DMX512.](#)
- [Репитеры, разветвители и усилители.](#)
 - [Репитеры.](#)

- [Встроенные репитеры.](#)
- [Разветвители.](#)
- [Подсоединение 4-ого и 5-ого штырьков разъема.](#)
- [Изоляция сети.](#)
 - [Заземление.](#)
 - [Ошибки в данных, возникающие в результате плохого заземления.](#)
 - [Проблемы безопасности, возникающие при ненадежном заземлении.](#)
 - [Применение оптической изоляции для надежного заземления.](#)
 - [Подавление радиопомех.](#)
- [Устройства перекоммутации и слияния линий.](#)
 - [Устройства перекоммутации.](#)
 - [Устройства слияния линий](#)
- [Буферные устройства](#)
- [Возникновение и обработка запаздываний](#)
- [Аналоговые конвертеры](#)
- [Конвертеры протокола](#)
- [Установка адресов](#)
 - [Цифровой дисплей с клавиатурой](#)
 - [Барабанные переключатели](#)
 - [Переключатели DIP](#)
 - [Смещение адреса при использовании нескольких линий DMX512](#)
- [Обнаружение источников проблем](#)
 - [Тестирование напряжения](#)
 - [Тестирование напряжения на заземляющем \(общем\) проводе](#)
 - [Тестирование сопротивления](#)
 - [Тестирование линии с использованием осциллографа](#)
 - [Специализированное оборудование для тестирования DMX512](#)
 - [Обнаружение и исправление типичных ошибок](#)
- [Описание стандарта EIA485 \(RS485\)](#)

- [Уровни напряжений в соответствии со стандартом EIA485](#)
 - [Биты и байты](#)
 - [Пакет DMX512](#)
 - [Частота обновления информации](#)
 - [Настройка длительностей сигналов](#)
 - [Настройка длительности импульса break](#)
 - [Настройка длительности импульса MaB](#)
 - [Период фреймов и пауза между фреймами](#)
 - [Период пакета](#)
 - [Потеря данных](#)
 - [Сводная таблица ограничений на длительность временных интервалов в стандарте DMX512](#)
 - [Приложение](#)
-

Об использовании данного документа.

Цель настоящего документа состоит в том, чтобы объяснить спецификацию протокола DMX512 и предложить примеры и профессиональные рекомендации по построению надежных систем DMX512. Несмотря на то, что в этой книге содержатся советы по некоторым аспектам разработки реальных DMX512 устройств, их может быть недостаточно для разработки оборудования, удовлетворяющего протоколу DMX512.

Настоящий документ является пособием по практическому использованию DMX512, выпущенным совместно PLASA и USITT (PLASA-Professional Lighting and Sound Association, USITT - U.S. Institute of Theatre Technology). Этот документ не является стандартом, принятым PLASA или USITT.

Читателям, которые собираются заниматься разработкой оборудования, совместимого с протоколом DMX512, следует также обратиться к описанию стандарта DMX512 (1990) и к стандарту EIA485 (RS485).

Во всех случаях, когда возникают разногласия между стандартом USITT DMX512 (1990) и настоящим документом, следует руководствоваться стандартом.

Все частные лица и организации, желающие участвовать в дальнейшей разработке и внедрении протокола DMX512, могут обращаться в PLASA или USITT.

При разработке систем на базе протокола DMX512 следует принять во внимание целый ряд аспектов, которые освещаются в данном руководстве.

Почти все проблемы, возникающие у пользователей при применении протокола DMX512, связаны с неисправностью кабелей, их неудачным расположением и разводкой. Кроме того, следует отметить, что в настоящий момент на рынке

существует ряд устройств, которые не удовлетворяют в полной мере протоколу DMX512.

Протокол DMX512.

Протокол DMX512 был впервые разработан комитетом USITT в 1986 году, как средство управления диммерами с различных консолей через стандартный интерфейс. До появления протокола DMX управление диммерами производилось или по отдельным проводам с управляющим напряжением, идущим к каждому устройству, или с помощью разнообразных цифровых и мультиплексированных аналоговых связей.

Аналоговые системы, которые использовали по одному проводу на каждый канал диммера, были громоздкими, дорогостоящими и не имели единого стандарта. Для них требовались специальные адаптеры, а также усилители и инверторы напряжения, для того, чтобы подключать диммеры одного производителя к управляющим консолям другого. Кроме того, обнаружение и устранение неисправностей в разъемах и кабелях было затруднено.

Цифровые системы, которые применялись до широкого распространения DMX512, были разнообразны и совершенно несовместимы между собой. Более того, многие производители, опасаясь коммерческого пиратства, стремились не раскрывать подробностей работы их систем. Все это оставляло конечному пользователю очень мало возможностей для выбора. И если он покупал пульт одного производителя, то часто ему приходилось покупать диммеры тоже у него.

Протокол DMX512 не является идеалом, однако к настоящему времени он получил наибольшее распространение. Его структура специально поддерживалась максимально простой для того, чтобы стимулировать как можно большее число производителей перейти на этот протокол. Простота протокола была привлекательной для производителей, т.к. для его использования не было необходимости в больших инвестициях или кардинальной переработке уже существующих устройств.

Отдельные недостатки протокола DMX512 широко обсуждались на различных выставках и конференциях и часть из них будет освещена далее в настоящем руководстве. Однако следует отметить, что большинство проблем при использовании протокола DMX512 возникает из-за недостаточного практического опыта или из-за отсутствия понимания возможностей сети устройств DMX512.

Кабели.

Надежная система DMX512 начинается с высококачественных кабелей определенного типа. Если надежность системы очень важна, то в первую очередь надо обратить внимание на кабели и соединительные разъемы, а также на их правильный монтаж. Можно построить DMX систему и с использованием второсортных кабелей (и даже обычных электрических проводов вроде тех, что идут к вашему электрическому звонку), однако в один кошмарный день такая система может внезапно отказать без какой-либо видимой причины в самый разгар важного шоу.

Кабель должен соответствовать стандарту EIA485 (RS485) и состоять из одной или двух низкочастотных витых пар, помещенных в оплетку и экранированных фольгой. Для того, чтобы провода имели достаточную механическую прочность и минимальное падение напряжения на длинных линиях, они должны соответствовать американскому сортаменту проводов 24 AWG (7/0.2) или выше.

Вторая пара проводов может присутствовать в кабеле в качестве запасной, или может использоваться для передачи других сигналов. Некоторые диммеры используют эту пару для передачи сообщений о сбоях и статусе диммера. Проверьте, использует ли ваше DMX оборудование вторую пару (в настоящее время в большинстве случаев эта пара не используется).

Когда вы производите разводку кабелей для постоянного использования рекомендуется применять кабели минимум с двумя витыми парами для того, чтобы иметь возможность использовать эти линии с будущими версиями протокола DMX512. В настоящее время некоторые производители уже выпускают системы, использующие вторую витую пару для передачи информации от диммеров к консоли. Кроме того, дополнительная витая пара не мешает в том случае, если произошел обрыв или замыкание на главной паре.

Экран кабеля присоединяется к штырькам 1 разъема. Первая (главная) витая пара присоединяется к штырькам 2 и 3. Вторая витая пара (если она есть) присоединяется к штырькам 4 и 5. Экран ДОЛЖЕН быть присоединен на обоих концах кабеля даже в том случае, если приемник не заземлен. В противном случае кабель не будет экранирован.

Экран НЕ ДОЛЖЕН быть подключен или находиться в контакте с любыми другими частями разъемов (например, с корпусом), т.к. обычно корпуса разъемов соединяются с землей питающего напряжения, а такое соединение приведет к возникновению проблем, связанных с контурными земляными токами (см. подраздел [«Заземление»](#)).

Типы кабелей.

Приведенная в приложении в конце руководства [«Таблица типов кабелей»](#) не является полным списком всех кабелей, которые могут быть пригодны для использования с DMX512. Для этой цели подойдет любой кабель с витой парой, волновым сопротивлением 120 Ом, экранированный и соответствующий стандарту EIA485. Требуемый сортament кабеля будет зависеть от длины линии, однако рекомендуется использовать кабели с порядковыми номерами не менее 22 AWG, 24 AWG.

ZW в таблице является волновым сопротивлением (см. пояснения в разделе [«Терминаторы и их установка»](#)).

AWG означает American Wire Gauge (Американский сортament проводов).

Приведенные в таблице кабели можно приобрести у поставщиков электрического и специального театрального оборудования.

Разъемы и соединения.



Подсоединение линий DMX512 к оборудованию производится с помощью пятиштырьковых разъемов типа XLR. Розеточная часть разъема ставится на передатчик, а вилочная - на приемник. Для DMX512 используется кабель с двумя витыми парами (четырьмя проводами) и экраном, хотя для передачи стандартного сигнала DMX512 достаточно одной витой пары (двух проводов) и экрана. Вторая витая пара зарезервирована для нерегламентируемого стандартом свободного

использования. В разделе [«Кабели»](#) приводятся некоторые соображения по возможному

использованию этой пары.

Пятиштырьковый разъем описывается в исходном стандарте DMX512 USITT и ему должно отдаваться предпочтение при проектировании DMX систем.

Штырек	Провод	Сигнал
1	экран	земля / 0 В
2	внутренний (черный)	инвертир. данные (-)
3	внутренний (белый)	данные (+)
4	внутренний (зеленый)	доп. данные инвертир. (-)
5	внутренний (красный)	доп. данные (+)

Некоторое оборудование оснащено трехштырьковыми разъемами типа XLR для того, чтобы позволить использование стандартных микрофонных кабелей. В этом случае цоколевка разъемов должна соответствовать первым трем строкам приведенной здесь таблицы.

Использование трехштырьковых разъемов не рекомендуется и не является частью стандарта DMX 512 USITT.

Микрофонные и аудио кабели не пригодны для передачи сигнала DMX512.

Настоятельно рекомендуется использовать только кабели, пригодные для высокоскоростной передачи данных, ряд которых приведен в [таблице типов кабелей](#).

Следует также отметить, что передача сигнала DMX512 может также производиться по другим системам кабелей. Например, для устройств смены светофильтров обычно используются четырехштырьковые разъемы типа XLR. Тем не менее, к кабелям и в этом случае предъявляются аналогичные требования, что означает использование кабелей специально созданных для этих целей.

Терминаторы и их установка.

Некорректная установка терминаторов или их отсутствие является, пожалуй, наиболее часто встречающейся ошибкой в ненадежно работающих системах DMX512.

Терминатором называется нагрузочный резистор, который располагается между двумя проводами с данными (штырьки 2 и 3 разъема типа XLR) на конце кабеля максимально удаленного от передающего устройства.

В том случае, когда терминатор не установлен, сигнал, приходя к самому дальнему концу кабеля, «отражается» обратно по направлению к передающему устройству. При определенной длине линии и определенном стечении обстоятельств этот отраженный сигнал может внести серьезные помехи в настоящий сигнал DMX, что приведет к возникновению ошибок и сбоев. Резистор-терминатор «впитывает» сигнал на дальнем конце кабеля и не позволяет ему отражаться.

В качестве терминатора обычно используется резистор номиналом 90-120 Ом мощностью 1/4 Ватта. Если строго следовать указаниям стандарта EIA485, то следует устанавливать резисторы-терминаторы номиналом 120 Ом на обоих концах линии (см. раздел [«Описание](#)

[стандарта EIA485 \(RS485\)»](#)). Однако в системах DMX512 на одном из концов линии всегда установлено только передающее устройство (т.е. пульт управления), а на другом конце линии всегда находятся устройства, которые только принимают сигнал (без передачи). Поэтому, в системах DMX512 установка терминаторов имеет смысл только на самом дальнем от консоли конце линии.

Рекомендуется строить системы DMX512 таким образом, чтобы на одном конце линии всегда находилась консоль (пульт управления), а на другом - терминатор.

Соппротивление терминатора должно идеально соответствовать волновому сопротивлению кабеля (см. колонку ZW в [таблице типов кабелей](#)). Волновым сопротивлением является сопротивление линии передачи, имеющей бесконечную длину, при котором, по определению, линия не будет страдать от отражения сигнала. Помещение резистора с номиналом, равным волновому сопротивлению кабеля, на конце линии конечной длины приводит к тому, что поведение кабеля (с точки зрения передающего устройства) изменяется так, как если бы он был бесконечно длинным.

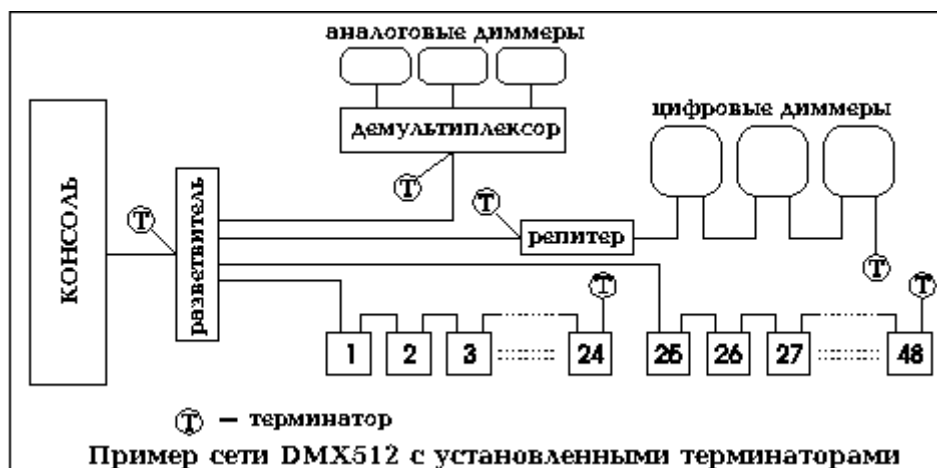
Кабели, используемые для передачи сигнала DMX512, обычно имеют волновое сопротивление в диапазоне от 85 до 120 Ом. Стандарт RS422 (предшественник стандарта EIA485) был оптимизирован для линий с волновым сопротивлением 100 Ом. Стандарт EIA485 оптимизирован для линий с волновым сопротивлением 120 Ом. Так как в настоящее время встречаются передающие устройства выполненные как в соответствии со стандартом RS422, так и в соответствии с EIA485, то идеальным кабелем является кабель типа Proplex PC22xx/x, имеющий волновое сопротивление 110 Ом. Этот кабель будет лучшим решением в том случае, если на нем установить терминатор номиналом 110 Ом. Следует отметить, что номиналы в диапазоне от 90 до 120 Ом также дадут хороший результат.

Системы DMX512 могут длительное время нормально работать без терминаторов (в случае если их забыли установить или посчитали лишними). Однако эта идиллия кончится при внезапном отказе системы по этой причине.

Всегда проверяйте наличие терминаторов. Это можно сделать просто измерив сопротивление между двумя штырьками разъема, отсоединив его со стороны консоли. Это сопротивление должно находиться в диапазоне от 90 до 120 Ом для коротких кабелей и кабелей, имеющих больший порядковый номер в соответствии с американским сортаментом проводов AWG. Для очень длинных кабелей это значение может быть несколько выше, так как в этом случае к сопротивлению терминатора добавляется сопротивление самого кабеля. Слишком высокое или слишком низкое значение сопротивления говорит о том, что терминатор или не установлен, или установлен не верно.

Некоторые устройства снабжены встроенными терминаторами и переключателями, которые позволяют подключить встроенный терминатор к линии. Обычно такой переключатель помечается надписями «end of line» (конец линии) или «last rack» (последнее устройство в линии). Этот переключатель должен находиться во включенном положении только на последнем устройстве в линии.

Другим очень распространенным типом терминатора является 5-ти штырьковая вилка разъема XLR, в которую встроен резистор нужного номинала (т.е. резистор номиналом 120 Ом между 2 и 3 штырьками). Такая вилка просто вставляется в выходной разъем последнего устройства в линии. В наборе инструментов каждого инженера, занимающегося осветительным оборудованием, должна быть такая вилка.



Сети DMX512.

Корректная работа сети DMX512 (особенно при использовании длинных кабелей) возможна только в том случае, когда от передающего устройства к принимающему идет одна единственная линия. В линию может быть включено до 32 устройств, расположенных как угодно по всей ее длине. Допустимое количество устройств уменьшится в том случае, если в линии используются устройства, которые не соответствуют стандарту EIA485 (см. подраздел [«Применение оптической изоляции»](#)). Устройства должны соединяться в линию очень короткими кабелями (длиной не более 30 см (12 дюймов)) для того, чтобы избежать возникновения Y-расщепления. На практике, однако, эта длина может быть увеличена до нескольких метров. Обычно линия также проходит внутри устройства, соединяя его входной и выходной разъемы и позволяя тем самым образовывать цепочки устройств.

Стандарт EIA485, используемый DMX512, способен работать с линиями длиной до 1 км. Эта величина является рекомендуемым максимумом. На практике рекомендуется использовать линии длиной не более 500 м. В противном случае надо предусмотреть возможность использования усилителей сигнала (репитеров).

При построении систем с длинными линиями следует соблюдать особую осторожность при выборе кабеля, который должен иметь подходящее поперечное сечение. Используемый кабель должен обеспечивать на терминаторе номиналом 120 Ом на дальнем конце линии напряжение не менее 0.2 В в том случае, если на выходе передающего устройства напряжение составляет всего 2 В. Не рекомендуется использовать кабели, у которых номер по американскому сортаменту проводов составляет менее 22 AWG. Сопротивление кабеля на постоянном токе не следует путать с волновым сопротивлением. Сопротивление на постоянном токе может быть измерено обычным омметром и не должно быть более 200 Ом для каждого провода.

Линии передачи сигнала DMX512 должны находиться вдали от кабелей электрического питания, в особенности от нагрузочных кабелей диммеров, и не должны прокладываться в одной оплетке с этими кабелями или кабелями, по которым протекают токи большой величины, т.к. это может привести к проникновению помех и ошибкам.

Не используйте Y-кабели (разветвители DMX).

Y-кабелем называется кабель, соединяющий одну вилку (подключаемую к консоли) и две розетки (подключаемые к диммерам). При этом, штырьки 1 объединены для всех трех разъемов, штырьки 2 - тоже и т.д.

Использование Y-кабелей в линии DMX512, особенно на большом удалении от передающего устройства, приводит к возникновению сложного набора отраженных сигналов, что с свою очередь вызывает серьезные искажения сигналов и увеличение числа сбоев всей системы.

Единственным надежным методом разделения линии DMX512 на две или несколько ветвей является использование усилителей-разветвителей.

Репитеры, разветвители и усилители.

Репитеры.

В том случае, когда используются линии передачи очень большой протяженности, или в линию включено более 32 устройств, для прохождения сигнала необходимо использовать репитеры-усилители, называемые также буферными усилителями. Вход репитера аналогичен входу любого принимающего устройства DMX512, а его выход аналогичен выходному разъему любого устройства, передающего сигнал DMX512. На линии, идущей от консоли, должен быть установлен обычный терминатор - ведь нет необходимости устанавливать репитер в конце линии. Вторая линия, идущая от репитера, тоже должна быть снабжена терминатором на своем дальнем конце.

Таким образом, можно проводить многократное усиление сигнала, используя несколько репитеров до тех пор, пока не произойдет ошибка при регенерации сигнала. Однако все это возможно только в том случае, если репитер (в особенности опто-изолированная схема), обладают достаточным быстродействием. Если применяемая схемотехника не может обеспечить воспроизведение фронтов и срезов сигнала без искажений и задержек, то последовательное соединение таких устройств приведет к неизбежному искажению сигнала.

Репитеры только восстанавливают уровни электрических сигналов для DMX512, не производя при этом коррекции временных интервалов для передачи отдельных битов. Регенерация временных интервалов возможна только в том случае, когда применяются специальные устройства, которые декодируют сигнал DMX512 при получении, а затем производят его повторную генерацию, используя отдельный кодировщик (UART) и отдельную схемотехнику. Устройства такого рода могут также использоваться для изменения временных интервалов DMX512 при подключении старых медленных приборов к современным быстродействующим консолям (см. раздел [«Настройка длительностей сигналов»](#)).

Встроенные репитеры.

Многие устройства, в особенности устройства смены светофильтров и большие стойки диммеров, имеют встроенные репитеры для регенерации поступающего DMX сигнала. Кроме того, они обычно имеют встроенные реле, которые переключают входной сигнал на выходной разъем в том случае, если происходит сбой по питанию или нарушение функционирования прибора. Это делается для того, чтобы приборы, расположенные далее на линии, продолжали получать данные при сбое репитера. Обратите внимание на то, что это переключение производится чисто механическим способом без синхронизации с данными DMX512. Поэтому, при переключении сигнала будет происходить кратковременная его потеря. При этом устройства, которые расположены далее по линии, могут получить неверный DMX сигнал. Эта ошибка не будет скорректирована до тех пор, пока не придет новый пакет с данными. Таким образом, при использовании медленного пульта управления этот сбой может длиться настолько долго, что будет весьма заметным.

В том случае, когда репитер активен, его выход управляет новой линией DMX, которая должна быть снабжена отдельным терминатором. В том случае, если используемые линии являются очень короткими, например от одного модуля стойки к другому, применение терминаторов не является необходимым. Тем не менее, желательно использовать терминаторы во всех без исключения случаях по следующей причине. В том случае, когда при выключении устройства или его сбое происходит непосредственная передача сигнала с входа прибора на его выход, терминатор этого прибора не будет использоваться. Тогда будет использоваться терминатор следующего в линии прибора. Последний модуль в цепочке должен иметь терминатор, установленный в выходной разъем. В случае, если все устройства в стойке будут выключены или дадут сбой, будет использоваться этот терминатор в выходном разьеме. Таким образом, для остальных устройств в этой линии всегда будет присутствовать терминатор.

Если у вас возникают сомнения по поводу наличия встроенных репитеров и их влияния на работу сети в целом, попробуйте измерить сопротивление терминатора, включая и выключая питание на каждом из устройств в линии. Сопротивление должно оставаться постоянным (100-120 Ом) и при выключении питания одного из устройств все устройства, расположенные далее по линии, должны по-прежнему управляться сигналами DMX. Тем не менее, в их работе могут наблюдаться небольшие сбои, как это было описано выше.

Разветвители.

Разветвители похожи на репитеры, однако они имеют несколько выводов. На каждый вывод передаются одинаковые сигналы, при этом их дальнейшее распространение происходит по разным линиям. Эти устройства иногда называются усилителями-дистрибьюторами, так как они позволяют производить разделение линии DMX512 и посылать сигнал по различным направлениям к различным устройствам, расположенным по всему зданию или концертному залу.

Существует очень важное различие между изолирующими и неизолирующими репитерами и разветвителями, которое объясняется далее.

Подсоединение 4-ого и 5-ого штырьков разъема.

Вторая пара проводов в линии DMX512 описывается в стандарте, но ее назначение не определено конкретно. Существует много различных устройств и систем, которые используют эту пару проводов для различных целей. Некоторые приборы возвращают по этой линии сигнал для консоли в соответствии со стандартом EIA485. Другие используют ее для передачи информации о сбоях и статусе устройства. В некоторых устройствах вторая пара проводов используется для передачи прямых управляющих сигналов, например для индикации температуры.

В большинстве DMX512 устройств, в которых есть входной и выходной разъем, производится простое соединение первых трех штырьков: 1 с 1, 2 со 2 и 3 с 3. В некоторых устройствах проведено соединение остальных штырьков: 4 с 4 и 5 с 5.

Для использования систем с обратной связью по второй паре проводов необходимо использовать специальные усилители, репитеры и прочие устройства.

Изоляция сети.

Заземление.

В производстве оборудования DMX512 нет определенного стандарта по подсоединению

линий «общий» и «земля» к нулевому проводу питания или заземлению корпуса прибора. Стандарт EIA485 требует, чтобы линия «земля» подключалась к линии «земля» питающего напряжения как у приемника, так и у передатчика. Исключение может быть сделано в том случае, когда применяемое напряжение не превышает определенных значений (см. раздел [«Описание стандарта EIA485 \(RS485\)»](#)). На практике это означает, что часто производители производят подключение земли питающего напряжения и оставляют линию «земля» в приборе под плавающим потенциалом.

Земляной (нулевой) провод линии должен подключаться к нулевой точке питающего напряжения со стороны передающего устройства в большинстве систем DMX512 (за исключением передающих устройств на аккумуляторном питании, тестеров и т.п.). Это необходимо делать из соображений ослабления влияния внешних помех и увеличения электробезопасности. Стандарт EIA485 также определяет, что линия с другого конца может подключаться к нулевой точке принимающего устройства. Это обычно может привести к возникновению ряда специфических проблем при использовании систем большого масштаба - от ошибок в приеме сигнала до катастрофических сбоев.

При установке сети DMX512 важно заранее определить, у каких устройств экранирующий кабель подключен к нулевой точке электрического питания, а у каких - нет. Это можно сделать, просто проверив проводимость между штырьком 1 разъема DMX и нулевой точкой прибора (или корпусом).

В том случае, если все устройства (за исключением передающего устройства - консоли) изолированы от нулевой точки питающего напряжения, обычно не требуется проводить какие-либо действия по обеспечению надежной работы системы. В том же случае, когда одно или несколько устройств подсоединяются к нулевой точке, может оказаться необходимой установка специальной изолирующей схмотехники на часть сети DMX512 или на всю сеть в целом.

Ошибки в данных, возникающие в результате плохого заземления.

В том случае, когда используемое оборудование широко рассредоточено в различных залах одного большого здания и на прилегающей к нему местности, между локальными точками заземления могут возникать значительные разности потенциалов. Это происходит из-за того, что по проводам заземления в общую точку заземления текут токи. При этом следует принимать во внимание, что эта точка может быть расположена на значительном удалении (например, на трансформаторе подстанции).

Стандарт EIA485 определяет, что разность потенциалов между нулевыми точками линий передающего и принимающего устройств может находиться в диапазоне от +12 В до -7 В. Это напряжение может быть приложено между проводом с данными и локальной точкой заземления принимающего или передающего устройства без каких-либо последствий. Если величина этого напряжения выйдет за рамки указанного диапазона, резко возрастет вероятность ошибок и сбоев устройств EIA485.

Проблемы безопасности, возникающие при ненадежном заземлении.

В том случае, если происходит возникновение неисправности в каком либо приборе (например, в прожекторе) и при этом сам прибор и диммеры заземлены неправильно, то у тока, текущего в точку заземления остается единственный путь - по экрану кабеля DMX512. При большой величине этого тока кабель DMX512 может взорваться в прямом смысле этого слова. Кроме того, в этой ситуации очень велика вероятность разрушения всей схмотехники, которая подключена к линии. Такие случаи действительно имели

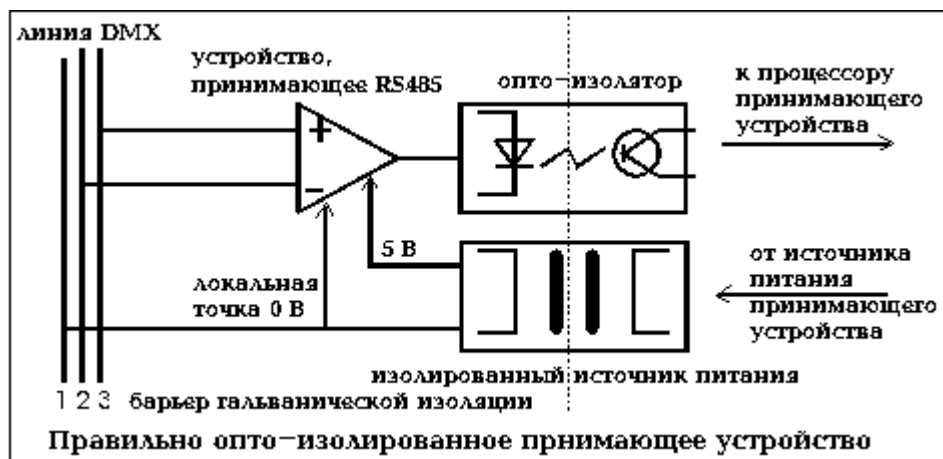
место. Когда передающее и принимающее устройства (консоль и диммеры) находятся в непосредственной близости друг от друга и подключены к одной и той же линии электрической сети, возникновение такой ситуации маловероятно. Однако ситуация может быть очень серьезной в том случае, если диммеры питаются от другой линии, или, что еще хуже, от отдельного генератора с неправильным заземлением.

Применение оптической изоляции для надежного заземления.

Решить описанные выше проблемы с заземлением можно путем применения оптической изоляции для отделения «земли» приемного устройства от нулевого провода линии DMX512. Применение этой технологии позволяет полностью исключить все ошибки, связанные с высоким напряжением на заземляющей линии и усилить защиту от многих серьезных сбоев.

Оптическая изоляция производится следующим образом:

Сигнал принимается схемой EIA485 и затем передается на схему оптической изоляции. Схема EIA485 имеет отдельный источник питания и ни одна из ее частей не подключается к нулевому проводу электрической сети. Так как вход описываемого устройства соответствует стандарту EIA485, в линии может быть установлено до 32 таких устройств при условии, что каждое такое устройство эквивалентно одному стандартному элементу нагрузки.



Существует также второй метод оптической изоляции, который требует размещения схемы оптической изоляции непосредственно на линии DMX512 между проводами, по которым производится передача данных. Этот метод известен под названием DOL (Direct-On-Line - непосредственно в линии). При использовании этого метода нулевой провод не подсоединяется к принимающему устройству. **Следует отметить, что такой тип подключения не соответствует стандарту EIA485.** Эквивалентная нагрузка устройств такого рода находится в диапазоне от 3 до 10 стандартных EIA485 устройств. Это означает, что в одну линию DMX512 может быть включено только 10 таких устройств (или даже меньше, если их эквивалентная нагрузка больше).

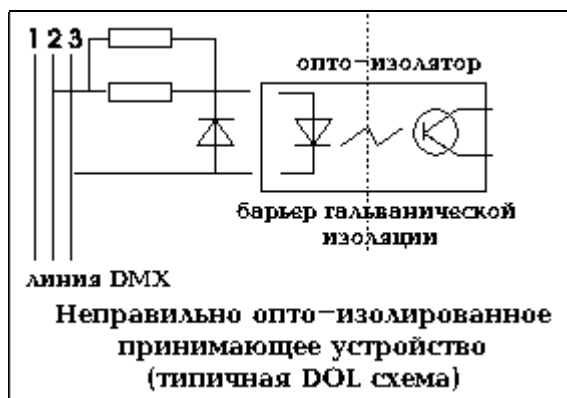
Таким образом метод DOL имеет ряд серьезных недостатков:

- В каждую линию DMX512 может быть включено только очень небольшое количество таких устройств. В некоторых случаях можно будет подключить только одно устройство.
- Наличие подобных устройств в линии с большой степенью вероятности может

привести к сбоям в работе других стандартных устройств EIA485.

- В линии увеличивается частота возникновения ошибок при передаче данных
- Происходят сбои при использовании слишком длинных кабелей или кабелей с высоким сопротивлением.

Метод DOL не соответствует стандарту EIA485 и может вызывать проблемы при использовании устройств DMX512.



Если устройства, использующие DOL, устанавливаются на той же линии, что и устройства, отвечающие стандарту EIA485, это может привести к возникновению проблем. Устройства DOL приводят к искажениям формы сигнала. Это, в свою очередь, приводит к тому, что стандартные устройства EIA485 вырабатывают ошибки. Самый безопасный способ использования устройств DOL состоит в установке одного или нескольких таких устройств в качестве принимающих устройств в конце линии.

Существует целый ряд устройств, использующих опто-изоляцию DOL и приводящих к сильной нагрузке линии (обычно, это устройства типа 6N137 и им подобные).

Устройства этого типа обычно рекомендуется использовать только в качестве принимающего устройства в конце линии.

Если вы используете в работе устройства DOL, вам необходимо связаться с их производителем для уточнения их характеристики нагрузки линии. Если вам необходимо использовать устройства DOL, рекомендуется выделить для них отдельную линию с помощью разветвителя или репитера. Это полезно сделать только для того, чтобы избежать сбоев и ошибок при работе остальной сети DMX512.

Существует целый ряд производителей, которые выпускают репитеры и разветвители, в которых используется оптическая изоляция между входом и выходом, а также иногда между отдельными выходами. Разветвитель в полной оптической изоляции позволяет избежать распространения серьезных ошибок по всей сети DMX512 и ограничить их влияние отдельной ветвью сети. Для полностью оптически изолированного разветвителя необходимо использование отдельного изолированного источника питания для каждой выходной схемы. Для того, чтобы проверить, являются ли отдельные выходы разветвителя полностью изолированными, достаточно проверить изоляцию друг от друга первых штырьков в каждом разъеме.

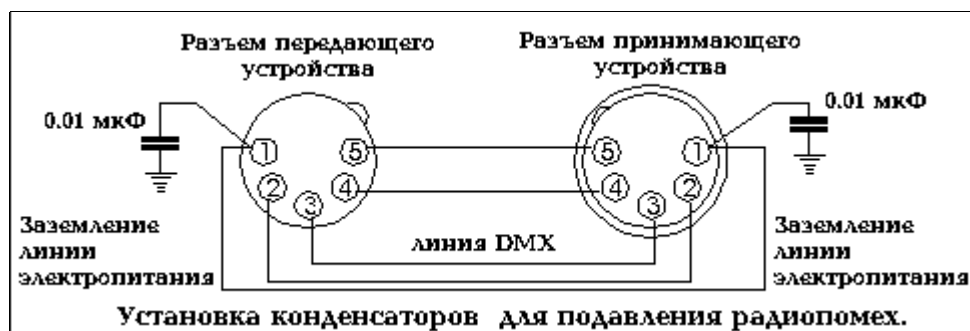
Наличие оптической изоляции в сети DMX512 не гарантирует полной защиты от серьезных сбоев и неполадок.

Если к линии DMX512 будут приложены очень высокие напряжения, то это может привести к катастрофическому отказу всех устройств, что приведет к распространению высокого напряжения по всему оборудованию. Таким образом, наличие оптической изоляции не уменьшает потребность в принятии нормальных мер безопасности по разделению линии электропитания и линий передачи данных.

Подавление радиопомех.

В некоторых случаях возможно возникновение ошибок при передаче сигнала DMX512, когда в непосредственной близости от линии работает радио-передатчик. Это происходит из-за того, что энергия радио-сигнала проникает в передающий кабель и вызывает изменение сигнала, поступающего на принимающее устройство.

Простейший способ устранения этой проблемы состоит в установке конденсатора малой емкости между штырьком 1 (экран кабеля DMX512) и заземлении электрической сети.



Емкость конденсатора должна быть в пределах от 0.001мкФ до 0.01мкФ (от 1 до 10 нанофард). Для повышения устойчивости системы к помехам параллельно с конденсатором можно установить искровой разрядник. Он будет использоваться в качестве защиты при значительных превышениях напряжения, а также для защиты от статического электричества.

Применение описываемых мер возможно только в том случае, когда все принимающие устройства являются оптически изолированными (см. предыдущий раздел) и имеет смысл только при использовании их на каждой линии в нескольких местах. Используемые конденсаторы должны быть специального типа, который применяется для подавления высокочастотных помех.

Устройства перекоммутации и слияния линий.

Устройства перекоммутации.

канал	уровень		диммер	уровень
1	50		1	0
2	25		2	100
3	0		3	80
4	25		4	50
5	100		5	25
6	77		6	25
7	80		7	77
8	0		8	0
9	0		9	0
10	100		10	100

Простая перекоммутация.

Устройствами перекоммутации называются DMX устройства, которые принимают сигнал DMX512, производят изменение номеров каналов, а затем производят посылку, соответствующую новой коммутации каналов. На заре возникновения консолей DMX512 устройства перекоммутации были единственной возможностью для получения функции диодной-матричной схемы, используемой в аналоговых системах. В настоящее время функция перекоммутации является неотъемлемой частью любой консоли.



Перекоммутация также позволяет один канал консоли использовать для управления несколькими диммерами и в некоторых случаях производить управление одним диммером по нескольким каналам. В последнем случае управление производится тем каналом, чей уровень выше. Кроме того, большинство систем перекоммутации позволяет вводить масштабный коэффициент. Это означает, что уровень канала для этого диммера будет уменьшаться в соответствии с этим коэффициентом, например, для увеличения срока жизни лампы.

В некоторых системах перекоммутации время, необходимое для завершения этого процесса для каждого приходящего пакета, зависит от числа диммеров. Чем их больше, тем дольше происходит обработка информации. Это свойство можно использовать для устранения следующей ошибки. В том случае, когда используется небольшое число каналов, длительность выходной посылки может быть настолько мала, что это приведет к сбоям в работе старых, медленно действующих приборов. Решить эту проблему можно скоммутировав ряд неиспользуемых диммеров с рядом неиспользуемых каналов, подобрав их число так, чтобы длительность выходной посылки была достаточно большой для исчезновения ошибки. Описанное явление помогает понять, почему иногда прожектор работает только при подключении через перекоммутирующее устройство, а не работает при прямом подключении к консоли.



Устройства слияния линий.

Устройства слияния линий являются менее мощными, чем устройства перекоммутации, хотя и выполняют аналогичные функции. Они позволяют двум раздельным линиям DMX512, поступающим от разных консолей, сливаться в один сигнал. Несмотря на то, что эта функция менее сложна, чем перекоммутация, тем не менее она требует быстрых вычислений для того, чтобы производить одновременное считывание двух непрерывно поступающих сигналов DMX512 и их обработку. Таким образом, устройства слияния линий могут показаться слишком дорогостоящими для такой простой на первый взгляд задачи.

Классическим примером использования устройств слияния линий является случай, когда прожектора с движущимися лучами управляются с одной консоли, а обыкновенные диммеры - с другой. В этом случае устройство слияния просто объединяет каналы с одинаковыми номерами, присваивая выходному каналу максимальный уровень из входящих уровней для каналов с данным номером.



Некоторые устройства слияния линий позволяют пользователю задавать смещение для стартового адреса для одного из входящих сигналов, что приводит к тому, что только часть каналов из двух входящих линий перекрывается. Те каналы, которые не перекрываются в любом из входящих сигналов, передаются на выход устройства без изменений.

Устройства слияния линий также удобно использовать для управления диммерами и приборами при их тестировании или для страховки (дублирования) управления в сложных системах. В последнем случае к одной линии подключается главная консоль, а к другой - более простая консоль DMX512.

Буферные устройства.

Буферными устройствами называются устройства, которые принимают сигнал DMX512 и при нормальной работе системы просто передают его с входного на выходной разъем. В случае сбоя управляющей консоли, т.е. отсутствия сигнала DMX512 в течение определенного времени на входе буферного устройства, оно перехватывает управление.

Простейшие буферные устройства просто продолжают посылать последний пакет, который пришел с главной консоли, таким образом поддерживая непрерывность поступления сигнала DMX512 на принимающие устройства. Это делается потому, что многие устройства, принимающие сигнал DMX512, могут неадекватно реагировать на его длительное отсутствие.

Существуют более сложные системы, которые позволяют записать несколько сцен, управление которыми можно производить с помощью движков. Эти сцены могут либо накладываться на сигнал, поступающий от главной консоли, либо перекрывать его для обеспечения основного управления светом в каком-либо шоу. В некоторых устройствах функция перекрытия может запускаться автоматически.

Некоторые цифровые диммеры и другие приборы имеют встроенные буферные устройства, устройства для слияния линий (два или более входов DMX512) и устройства перекоммутации.

Буферное устройство принимает решение о неправильном функционировании консоли в том случае, когда сигнал DMX512 не поступает в течение определенного времени. Для стандарта DMX512 это период времени равен 1 секунде. В том случае, когда консоль перегружена (в особенности при чтении или записи дискеты), на ее выходе сигнал DMX512 может отсутствовать более чем 1 секунду. В этом случае буферное устройство должно перехватить управление. Если вам кажется, что система, в которую включены

описываемые буферные устройства, зависла и не реагирует на попытки управлять ею с консоли, это может происходить из-за того, что буферное устройство автоматически перехватило управление в результате сбоя в сети.

Возникновение и обработка запаздываний.

Любое устройство, которое производит преобразование сигнала DMX512 и включено между консолью и управляемыми приборами, будет неизбежно являться причиной запаздываний сигнала. Это устройство должно будет принять, декодировать и записать пришедший сигнал DMX512 в память, затем провести определенные преобразования по перекоммутации или слиянию (на что тоже потребуется некоторое время), и наконец послать полученный пакет на управляемые приборы.

Различные типы перекоммутирующих устройств используют различные правила по обработке вновь приходящих уровней каналов и их передаче на выход.

При использовании простейшей схемы получаемые через вход уровни каналов немедленно сохраняются в памяти перекоммутирующего устройства. Затем специальная функция, которая отвечает за формирование выходного пакета, выбирает это значение из памяти в те моменты, когда необходимо посылать информацию для каждого из каналов. При использовании этого метода возникают небольшие запаздывания в том случае, если информация о состоянии канала на входе появляется сразу после формирования информации по этому каналу на выходе. В этом случае вновь пришедшее значение должно будет сохраняться в памяти в течение периода времени, почти равного длительности пакета, до тех пор, пока не возникнет необходимость в новой посылке информации по данному каналу. В этой ситуации в случае, когда для определенной группы каналов намечено одновременное изменение уровня, часть каналов может изменить свой уровень в первую посылку, а остальная часть - во вторую. Результатом могут быть искажения в эффектах типа chase или возникновение неоднородностей в освещении.

Второй метод работает только с полными пакетами данных. До тех пор, пока новый пакет не придет полностью, функция формирования выходного пакета использует данные из предыдущей посылки. На практике пакет может считаться пришедшим полностью в том случае, когда получена информация по всем требуемым каналам. Этот метод устраняет недостаток первого и при его использовании не возникает эффекта частичного изменения уровня для группы каналов. Однако, при использовании этого метода часто возникает запаздывание сигнала длительностью примерно равной длительности пакета в посылке. При использовании этого метода также возможны некоторые искажения эффектов, однако при одновременном изменении уровней всех каналов одновременно эти искажения менее заметны.

Оба описанных метода перекоммутации приводят к задержкам сигнала от 50 мкс до периода, равного длительности пакета в посылке.

Для современных устройств задержка должна быть не более 50 мс (50 миллисекунд) и будет заметна только при использовании быстрых эффектов типа chase или при использовании клавиш bump (вспышка). Вышесказанное верно при условии, что задержки, возникающие по причине консоли, пренебрежимо малы.

Большинство осветителей и художников по свету начинают замечать задержки в том случае, если их длительность начинает превышать 150 мс. При этом часто причиной возникновения этих задержек считают линию DMX512. Однако, на самом деле,

большинство задержек возникает по вине консоли и принимающих устройств. До тех пор, пока величина этих задержек не превысит 150 мс, они вряд ли будут заметны. Для постороннего наблюдателя, с другой стороны, кажется, что при подключении линии DMX512 происходит существенное замедление работы, хотя задержка, привносимая самой линией может составлять не более 25-30 мс, а истинная причина видимого замедления заключается в том, что суммарная задержка от всех устройств превысила порог в 150 мс.

В случае, если в линии DMX подключено много устройств перекоммутации, слияния или буферизации, накопленная ими ошибка может превышать все разумные пределы. При этом будут наблюдаться искажения в последовательных эффектах типа chase, замедленная реакция прожекторов на клавишу bump и скачкообразное изменение уровней каналов при плавном перемещении управляющих движков. Для минимизации подобных эффектов рекомендуется использовать в линии DMX не более одного или двух таких устройств.

Существует еще один вид устройств, которые могут включаться в линию. Эти устройства производят буферизацию не полного пакета, а только последнего принятого уровня. Выходной сигнал такого устройства синхронизируется с входным сигналом. Приход данных по следующему каналу вызывает передачу информации о предыдущем. Таким образом, возникающая задержка определяется длительностью одного фрейма, т.е. не превышает 44 мкс. Проблема при использовании этого метода заключается в том, что определить наличие на линии сигнала break это устройство может только после того, как этот сигнал поступает на вход по меньшей мере в течение 38 мкс. В результате этого, регенерируемый прибором сигнал break может быть короче, чем исходный. Описываемые устройства являются мало распространенными, т.к. требуют либо сложного аппаратного обеспечения, либо использования очень быстродействующих процессоров для того, чтобы успеть сформировать сигнал на выходе для очередного канала за время, равное длительности одного фрейма. См. также раздел [«Настройка длительностей сигналов»](#).

Определенный уровень задержки сигнала является неотъемлемой частью стандарта DMX512. Все способы цифровой последовательной передачи информации являются более медленными, чем аналоговая параллельная передача.

Аналоговые конвертеры.

Аналоговые конвертеры бывают двух видов: преобразующие аналоговый сигнал в DMX512 и преобразующие сигнал DMX512 в аналоговый.

Многие старые осветительные устройства управляются от аналогового сигнала 0-10 В. Кроме того, некоторые современные устройства используют аналоговое управление, так как встроенные декодеры DMX512 являются слишком дорогими.

Конвертеры «аналоговый сигнал - сигнал DMX512» используются для управления сложным DMX оборудованием с помощью простых консолей. Простейшие конвертеры такого вида являются неуправляемыми и просто преобразуют приходящие аналоговые сигнала в сигнал DMX512, начиная с первого канала. Более сложные конвертеры могут соединяться для совместного использования таким образом, что стартовый канал для следующего конвертера располагается за последним каналом предыдущего конвертера. Первый из конвертеров в цепочке отвечает за посылку сигнала break и стартового кода.

Конвертеры сигнала DMX512 в аналоговый позволяют управлять простыми устройствами с помощью консоли DMX512. Такой конвертер подобен любому другому устройству, принимающему сигнал DMX512. Обычно он имеет переключатели для установки

стартового канала и размера блока каналов. Выходной сигнал обычно является напряжением постоянного тока от 0 до 10 В (ток при этом не превышает нескольких миллиамперов). Некоторые конвертеры позволяют получать отрицательное управляющее напряжение для тех устройств, для которых это необходимо.

С конвертированием сигналов связан целый ряд проблем:

- Функция выходного аналогового напряжения не является прямой линией от 0 до максимума, а состоит из 256 ступенек. Для максимального напряжения в 10 В размер каждой ступеньки составит 40 мВ. Для большинства устройств эти ступеньки не играют большой роли и не очень заметны. Однако бывают исключения. Например, если скроллер цветов ожидает получить 5 В, а получает 4.98 В или 5.02 В, это может привести к смене текущего цвета на соседний с ним. Это является основной причиной цветовых возмущений в комбинированных аналого-цифровых системах.
- Ступеньки размером 40 мВ могут привести к проблемам и при обратном процессе - преобразовании аналогового сигнала в DMX512. В этом случае, любое незначительное изменение уровня сигнала на границе двух ступенек будет усилено до величины по меньшей мере в 40 мВ.
- Оба описанных выше явления, известные как ошибки дискретизации, могут привести к еще более серьезным искажениям сигналов в том случае, когда происходит преобразование аналогового сигнала в DMX512, а затем снова в аналоговый сигнал.
- Кроме этих эффектов аналоговые системы подвержены воздействию шума (часто из-за паразитных контуров с замыканием через землю) и изменению величины сигнала (из-за наличия определенных допусков на сами приборы и из-за различных температурных зависимостей). Эти факторы подталкивают разработчиков к предпочтительному использованию протокола DMX512 по сравнению с аналоговым управлением.

Пользователям аналоговых конвертеров можно порекомендовать следующее:

- Используйте изолированные линии DMX512 для того, чтобы было разделено заземление.
- Не используйте короткие кабели с аналоговой стороны.
- Избегайте образования паразитных контуров с замыканием через землю. Конвертер должен быть заземлен либо через электрическую сеть, либо через экран аналогового кабеля. Не следует использовать оба этих способа одновременно!
- Располагайте конвертеры на значительном удалении от источников помех, магнитных полей и тепла.

Конвертеры протокола.

Существуют специальные устройства, которые принимают сигнал DMX512 и затем преобразуют поступившую информацию об уровнях каналов в другой формат, который обычно используется другими, более старыми устройствами. С другой стороны, такого рода устройства могут принимать данные в соответствии с более старыми протоколами и

конвертировать их в соответствии со стандартом DMX512. Наиболее популярные модели конвертеров производят преобразование из стандарта AMX192 в DMX512 и обратно (AMX192 - наиболее популярная в США аналоговая мультиплексирующая схема), а также из стандарта D54 и обратно (D54 - простой аналоговый мультиплексор, разработанный фирмой Strand Lighting и распространенный в Европе). Стандарт AMX192 поддерживает 192 канала, как это видно из его названия. Стандарт D54 поддерживает 384 канала. Каналы с номерами более 192 или 384 теряют смысл при проведении преобразования из DMX512, если только конвертер протокола не предусматривает работу с несколькими комплектами устройств.

Стандарты AMX192 и D54 описывают аналоговые системы, в которых состояние диммеров представляется уровнем напряжения. При использовании обоих этих протоколов возможно возникновение тех же проблем, как и при использовании аналоговых параллельных систем: шумы, помехи, отклонения от номинального значения сигнала и т.п. Поэтому следует принимать все меры, которые необходимы при работе с аналоговыми системами (как это описано выше).

Установка адресов.

Все устройства DMX512, за исключением тех, которые считывают информацию по всем каналам, имеют специальные средства для установки адреса или ряда адресов, по которым в устройство будет поступать информация. Наиболее распространенным способом является установка базового адреса, при которой номер базового адреса является первым в группе последовательно нумерованных каналов, по которым будет передаваться информация для устройства. Следует тщательно проводить назначение базового адреса при работе с каналами, близкими по номеру к 512. Например, если для стойки диммеров на 48 каналов установлен базовый адрес 501, то 36 последних каналов не смогут быть использованы. Некоторые подобные устройства, однако, позволяют переназначить эти последние 36 каналов на номера с 1 по 36.

Некоторые устройства используют схему произвольной адресации, при которой каждый канал, используемый устройством, может быть подключен к любому из 512 входящих каналов DMX512.

Далее приводятся примеры различных способов установки базового адреса, которые используются различными производителями. Обратите внимание на то, что во всех примерах имеются в виду каналы DMX512.

Цифровой дисплей с клавиатурой.

Этот способ является наиболее передовым, так как при его использовании вводимые номера каналов лежат строго в диапазоне от 1 до 512. Другие номера каналов не будут восприниматься системой, а будут считаться ошибками ввода. Кроме того, использование этого интерфейса позволяет выводить на дисплей дополнительную информацию, а не использовать его только для установки базового адреса.

Барабанные переключатели.

Этот способ является очень простым. Для установки базового адреса используются три барабанные переключателя для установки трех его цифр. С помощью такой системы обычно можно установить значения от 0 до 999. Значения 0 и 513-999 могут использоваться для установки каких-либо других режимов работы устройства. Например, они могут использоваться для отключения прибора от линии или для перевода его в режим тестирования.

Переключатели DIP.

DIP переключателями называются комплекты переключателей, которые могут находиться или во включенном, или в выключенном положениях. В этом случае для установки базового адреса используется двоичный код. При работе с такими устройствами возникают трудности, так как для людей непривычно воспринимать двоичные числа. Дополнительные трудности возникают в связи с тем, что существуют различные модификации DIP переключателей.

Любой переключатель является естественным двоичным устройством. Он может быть либо включен, либо выключен, а, следовательно, для описания состояния одного такого переключателя можно использовать две цифры: 0 и 1. Все возможные состояния для двух переключателей могут быть описаны четырьмя комбинациями цифр: 00, 01, 10 и 11. С добавлением каждого нового переключателя в комплект количество возможных комбинаций для системы переключателей в целом удваивается.

Одна из причин, по которым в стандарте DMX512 используется 512 каналов состоит в том, что 512 является круглым двоичным числом. Для представления 512 возможных состояний необходимо использовать 9 переключателей.

Далее в таблице приводятся примеры по установке значений переключателей для различных номеров каналов.

Веса DIP переключателей									Двоичны й код	Адрес канала DMX
256	128	64	32	16	8	4	2	1		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1
off	off	off	off	off	off	off	off	off		
-	-	-	-	-	-	-	-	on	1	2
off	off	off	off	off	off	off	off	-		
-	-	-	-	-	-	on	-	on	5	6
off	off	off	off	off	off	-	off	-		
-	-	on	on	-	-	-	on	on	99	100
off	off	-	-	off	off	off	-	-		
on	on	on	on	on	on	on	-	-	508	509
-	-	-	-	-	-	-	off	off		
on	on	on	on	on	on	on	on	on	511	512
-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Обратите внимание на то, что в приведенной таблице десятичные значения для двоичных кодов изменяются в диапазоне от 0 до 511. Различные устройства интерпретируют эти значения одним из двух способов.

- При использовании первого метода двоичному коду соответствует канал с номером, равным этому коду минус 1. Т.е. каналу 1 соответствует код 0 (все переключатели находятся в положении выключено - 000000000), каналу 100 - код 99 (001100011), каналу 512 - код 512 (111111111) и т.д. Такой метод называется нумерацией с базовым нулем.
- При использовании второго метода двоичные коды от 1 до 511 соответствуют каналам от 1 до 511. Т.е. каналу 1 соответствует код 1 (000000001), каналу 100 - код 100 (001100100), каналу 511 - код 511 (111111111) и т.д. Такой метод называется нумерацией с базовой единицей. При использовании этого метода канал 512 или является недоступным, или ему соответствует двоичные код 0. Кроме того, возможно наличие отдельного переключателя для выбора канала 512.

Для еще большей путаницы в этом вопросе различные производители по-разному устанавливают наборы DIP переключателей в своих устройствах. Для некоторых устройств положение «вверх» соответствует положению «включено», для других же наоборот. Кроме этого, некоторые схемы используют инвертированные переключатели, когда бит 1 соответствует положению «выключено». В этом случае для варианта нумерации с базовым нулем каналу 1 будет соответствовать двоичный код 11111111, каналу 100 - код 110011100 и каналу 512 - код 000000000.

Если в документации производителя есть неясности по этому вопросу, или эта документация не доступна, то попробуйте работать только с каналом 1 стандарта DMX512 установив на принимающем устройстве всех переключатели сначала в положение «включено», а затем в положение «выключено». Если устройство будет реагировать на управляющий сигнал при установке все переключателей в положение «включено», то в схеме этого прибора используются инвертированные переключатели. Перед выполнением этого теста, убедитесь в том, что в вашей консоли канал 1 подключен к каналу 1 прибора.

Отдельная [таблица](#) (в формате PDF размером 100 кВ) содержит список положений переключателей, соответствующих различным каналам DMX512 с номерами от 1 до 512 (не от 0 до 511) при использовании нумерации с базовым нулем.

- [Вверх - выключено, адресация с базовым нулем.
- [Вниз - выключено, адресация с базовым нулем.
- [Вверх - выключено, адресация с базовой единицей, первый переключатель - справа.
- [Вниз - выключено, адресация с базовой единицей, первый переключатель - справа.
- [Вверх - выключено, адресация с базовой единицей, первый переключатель - слева.
- [Вниз - выключено, адресация с базовой единицей, первый переключатель - слева.

Если ваше устройство использует нумерацию с базовой единицей, т.е. номера устройств находятся в диапазоне от 1 до 511, то при использовании таблицы к номеру канала надо добавлять единицу и смотреть состояние DIP переключателей для полученного значения.

Если у вас возникает необходимость в определении базового адреса устройства по DIP переключателям без использования таблицы, то вам следует запомнить следующее: базовый адрес для данной конфигурации DIP переключателей равен сумме весов битов для тех переключателей, которые находятся в положении «включено» (для нумерации с базовой единицей) или той же сумме плюс единица (для нумерации с базовым нулем).

Далее приводятся некоторые примеры для нумерации с базовым нулем.

Веса DIP переключателей									Адрес DMX512
256	128	64	32	16	8	4	2	1	
on	—	on	—	on	—	on	—	on	256
—	off	—	off	—	off	—	off	—	64
									16
									4
									1
									+1
									— —
									342
—	—	—	on	on	on	—	—	—	32
off	off	off	—	—	—	off	off	off	16
									8
									+1
									— —
									57
—	on	—	—	—	—	on	on	—	128
off	—	off	off	off	off	—	—	off	4
									2
									+1
									— —
									135

Смещение адреса при использовании нескольких линий DMX512.

В том случае, когда система использует более 512 каналов, принимающих DMX512, используются дополнительные линии DMX512. Так консоль, имеющая 1024 выходных канала, будет снабжена двумя выходными портами DMX512, консоль, имеющая 1536 каналов управления - тремя выходными портами DMX512 и т.д.

Каждый из этих портов называется DMX областью. Каждая DMX область имеет каналы с 1 по 512. Принимающие устройства, однако, в большинстве случаев имеют один входной порт, который можно адресовать по одному из каналов в диапазоне от 1 до 512. Таким образом, для того, чтобы устройство работало с каналом 1200, необходимо подсоединить порт 3 консоли к прибору и установить для него базовый адрес равный $1200-512-512=176$, пометив этот адрес как принадлежащий к DMX области с номером 3.

В отдельной [таблице](#) (в формате PDF размером 90 кВ) приводится список соответствий между последовательной нумерацией каналов DMX512, которая обычно используется в управляющих консолях, и нумерацией каналов с использованием номеров DMX областей и каналов от 1 до 512, которая обычно используется на устройствах, принимающих сигнал

DMX512.

При составлении указанной таблицы предполагалось, что по каждому выходному порту передается полный диапазон каналов от 1 до 512.

Например, если система управляет двумя наборами диммеров, каждый из которых имеет по 480 каналов и по одному входу DMX512, то невозможно подключить второй комплект диммеров к каналам 481-960 управляющей консоли, так как при этом произойдет пересечение областей каналов на двух выходных портах консоли. Решение этой проблемы заключается в следующем. Надо подключить вторую систему диммеров ко второй DMX области консоли DMX и назначить для этой системы номера каналов с 513 по 992. При этом каналы 481-512 консоли останутся неподключенными.

Некоторые консоли позволяют регулировать количество выходных каналов на каждом порте DMX. Эта возможность позволяет подгонять количество каналов под конкретные устройства и достигать непрерывной нумерации каналов без каких-либо пропусков.

Обнаружение источников проблем.

Ошибки при передаче DMX512 очень трудно отслеживать, главным образом из-за высокого быстродействия системы. Возникают большие трудности при подключении осциллографа к линии DMX512. При этом не возникает уверенности в том, что наблюдаемое вами на дисплее осциллографа соответствует реальности. Существует, однако, целый ряд тестов, которые можно выполнить с помощью обычного мультиметра. Использование этих тестов помогает определить причину многих основных проблем.

Результат этих тестов во многом будет зависеть от типа используемой консоли, типа используемого мультиметра и величины сопротивления терминатора. Рекомендуется произвести все описываемые далее измерения на полностью работоспособной системе, а затем отдельно записать полученные результаты, а также тип приборов, с использованием которых эти результаты были получены. В дальнейшем, при возникновении проблемы, ее причина может быть обнаружена простым повтором описываемых тестов и сравнением новых показаний мультиметра с ранее полученными. При этом, при проведении повторных измерений следует использовать тот же тип мультиметра, что и в первом случае.

Тестирование напряжения.

Проведите измерения напряжения постоянного тока на штырьках 2 и 3 разъема в том случае, когда к консоли подключены все необходимые устройства. Минусовой контакт мультиметра подключите к штырьку 2. Измерения проведите для следующих случаев:

Все каналы DMX512 установлены в нулевое положение. В этом случае мультиметр должен показывать низкое или отрицательное напряжение.

Все каналы DMX512 установлены в положение 100%. Измеряемое напряжение в этом случае должно увеличиться по сравнению с предыдущим случаем, однако оно может продолжать оставаться отрицательным в том случае, если длительность паузы между пакетами велика и к консоли подключено мало каналов.

При проведении этого теста получаемые абсолютные значения напряжения не имеют особого смысла, несмотря на то, что изменение напряжения для второго случая по сравнению с первым будет значительным. При проведении теста убедитесь в том, что уровни всех каналов консоли установлены либо в 0, либо в 100%, т.е. важно, чтобы при

проведении теста не использовалось частичной перекоммутации, при которой будет использоваться только часть каналов консоли.

Для проведения этого теста лучше использовать аналоговый стрелочный измерительный прибор, так как при его применении происходит естественное усреднение цифровых данных сигнала. Использование цифровых измерительных приборов может привести к индикации непредсказуемых значений, чтение которых будет затруднено или даже невозможно из-за постоянного изменения измеряемого значения. Измерения удобно производить на терминаторе, особенно в том случае, если этот терминатор представляет собой отдельную вилку, вставляемую в выходной разъем прибора в конце линии.

Повторите описываемые измерения на следующих парах штырьков: 1-2, 1-3. Минусовой разъем мультиметра в этих случаях подключайте к штырьку 1. Запишите полученные измерения при нормальной работе всей системы. При тестировании штырьков 1-3 проведение измерений аналогично предыдущему тесту: при увеличении уровней каналов происходит увеличение уровня измеряемого напряжения. Результаты теста на штырьках 1-2 должны быть инвертированы: при увеличении уровней каналов происходит уменьшение уровня измеряемого напряжения.

Тестирование напряжения на заземляющем (общем) проводе.

Проведение этих тестов позволяет обнаружить наличие проблем в общей (заземляющей) линии между сетью DMX512 и принимающими устройствами. Переключите мультиметр в режим измерения постоянного напряжения и отключите принимающее устройство от линии. Измерьте напряжение между штырьком 1 разъема линии и штырьком 1 разъема принимающего устройства. Если измеренное напряжение превышает 7 В, то имеет место нарушение режима заземления. Проведите повторные измерения при работе мультиметра в режиме измерения переменного напряжения. В том случае, если измеренное значение превысит 5 В, это опять будет говорить о том, что нарушен режим заземления, т.е. что перепад напряжения на линии заземления слишком велик. В том случае, если невозможно решить проблему изменив способ заземления устройств в линии, необходимо использовать опто-изолированные репитеры и разветвители перед включением любого принимающего устройства, на котором наблюдается подобная проблема. Обратите внимание на то, что эта проблема может возникать в нескольких точках вашей сети DMX512, так как недопустимый перепад напряжения на линии заземления может возникать не только между консолью и принимающим прибором, но и между двумя принимающими устройствами.

Режим заземления зависит от уровня токов, протекающих во всей системе, поэтому измерения в этом тесте следует проводить в том случае, когда система работает с типичным для вас набором максимально нагруженных диммеров. Для того, чтобы найти тот режим работы системы, в котором режим заземления находится в наихудшем положении, возможно придется провести ряд экспериментов.

Тестирование сопротивления.

Отключите устройство, передающее сигнал DMX512, от линии и подключите к линии все устройства, принимающие этот сигнал. Проведите измерения на разъеме, отсоединенном от консоли. Результаты измерений должны соответствовать приведенным в таблице.

Тест между вывода	Нормальное значение	Ненормальное значение	Возможная причина
-------------------	---------------------	-----------------------	-------------------

ми	не		
1 и 2 или 1 и 3	> 2 кОм	Разрыв	Нет устройств, они работают в токовом режиме или обрыв провода
		< 200 Ом	Сбой в принимающем устройстве, замыкание проводов или ошибка в разводке
2 и 3	90-120 Ом	400 Ом - 20 кОм	Терминатор отсутствует или неверно подобран
		Разрыв	Оборванный провод или неисправное принимающее устройство
2 и 3	90-120 Ом	< 75 Ом	Несколько терминаторов в линии или ее замыкание
Оболочк а разъема и любой вывод	Разрыв	менее нескольких МОм.	Замыкание провода на оболочку разъема или повышенная влажность внутри разъема

Тестирование линии с использованием осциллографа.

Существует целый ряд устройств, которые подключаются к линии DMX512 и облегчают подключение и синхронизацию осциллографа для просмотра сигнала. Если удастся надежно синхронизировать осциллограф, то можно просматривать любую часть сигнала DMX, для того, чтобы установить причину ошибки или определить, какое оборудование не полностью соответствует стандарту DMX512. Для этого следует произвести измерение максимальной и минимальной длительностей сигнала Break, длительность сигнала MaB (Mark-After-Break), длительность временного интервала между соседними фреймами и длительность паузы после отправки информации о последнем канале. Без специального устройства, обеспечивающего синхронизацию осциллографа, провести эти измерения будет очень сложно, а в большинстве случаев - просто невозможно. Поэтому, проводя измерения без специального устройства синхронизации, вам следует принимать во внимание, что полученные результаты могут быть искаженными или даже ошибочными. В разделе [«Настройка длительностей сигналов»](#) настоящего руководства приводится детальная информация, касающаяся длительностей временных интервалов.

Применение осциллографа без специального устройства синхронизации может быть полезно для общей проверки качества сигналов и влияния терминаторов. При проверке следует обращать внимание на следующие явления: высокочастотный шум, низкочастотный шум (возникающий из-за влияния сети электропитания частотой 50 или 60 Гц), искажения формы сигнала (скругление углов меандра), недостаточное напряжение на дальнем конце кабеля. Отражение сигнала из-за плохой работы терминатора будет наблюдаться сложнее. Для этого потребуется надежная синхронизация осциллографа.

Специализированное оборудование для тестирования DMX512.

В настоящее время существует много различного оборудования, которое позволяет анализировать сигнал DMX512, определять причину ошибок и способствовать их

устранению. Оборудование для тестирования DMX512 обладает следующими возможностями:

- вывод информации об уровнях нескольких каналов
- тестирование диммеров
- вывод информации по временным интервалам приходящего сигнала и отклонениям формы сигналов
- регулирование выходных временных характеристик сигнала
- обеспечение синхронизации осциллографа
- модификация или фильтрация стартовых кодов
- регенерация пакета DMX512 с большей скоростью.

Производители и разработчики систем DMX512 должны максимально использовать возможности этого оборудования для того, чтобы быть уверенными в том, что их оборудование полностью соответствует стандарту DMX512 (1990).

Обнаружение и исправление типичных ошибок.

Большинство проблем при использовании стандарта DMX512 связано с неправильным использованием терминаторов, некорректной разводкой кабелей и с возникновением паразитных контуров при неудачном заземлении. Перед тем, как начать проводить полный комплекс сложных тестов для обнаружения причины неисправности, рекомендуется провести следующие простые проверки.

Не подключено ли слишком много устройств в линии? Не слишком ли велика ее нагрузка? Это может произойти в том случае, когда в линии находится несколько DOL устройств. Если эти устройства не применяются, то в одной линии может находиться до 32 устройств, отвечающих стандарту EIA485.

Установлен ли терминатор в линии? Терминатор должен быть один на дальнем конце линии. Сопротивление терминатора должно быть порядка 120 Ом.

Все ли проводники в кабеле подсоединены к обоим разъемам? Устройства, работающие с DMX512, обычно продолжают работать даже в том случае, когда не подключен проводник с инвертированными данными (штырек 2). Однако при этом в большинстве случаев возникают сбои в работе системы.

Не отсутствует ли какой-либо из сигналов передачи данных? Это обычно приводит к тому, что нормальная работа системы перемежается со случайным миганием и т.п.

Приводит ли применение оптической изоляции к уменьшению или полному исчезновению проблемы? Если так, то скорее всего ваша система страдала из-за образования паразитных контуров с замыканием через землю. Вероятно вам следует иначе проложить кабели электропитания для уменьшения этого эффекта. Кроме того, может оказаться необходимым применить оптическую изоляцию на некоторых линиях DMX512 или даже для всей сети в целом.

Описание стандарта EIA485 (RS485).

Стандарт DMX512 разработан для проведения обмена информацией по кабелям с использованием промышленного стандартного интерфейса EIA485 (часто называемого RS485). Стандарт EIA485 является описанием электрических уровней интерфейса, используемых напряжений и токов, а также схемотехники. Отсюда следует, что возможно безопасное подключение любого устройства DMX512 к любому устройству, отвечающему стандарту EIA485 (например, к компьютеру или любому другому устройству). Однако сигналы, передаваемые в соответствии со стандартом DMX512, будут являться бессмысленными для любого устройства EIA485, за исключением тех устройств, которые тоже поддерживают стандарт DMX512.

Стандарт EIA485 определяет, что соединение между передающим и принимающим устройствами осуществляется с помощью двух или трех проводов: провод с данными, провод с инвертированными данными и, часто, нулевой провод (земля, 0 В). Два провода с данными представляют собой витую пару, которая заключена в металлический экран, который представляет собой нулевой провод. Использование такого кабеля позволяет уменьшить влияние помех и шумов.

Данные по линии пересылаются в виде последовательности импульсов высокого и низкого уровня. Считается, что по линии передается импульс высокого уровня в том случае, когда провод с данными находится под положительным потенциалом относительно провода с инвертированными данными. Аналогично считается, что по линии передается импульс низкого уровня в том случае, когда провод с данными находится под отрицательным потенциалом относительно провода с инвертированными данными. В некоторых системах нулевой провод используется только в качестве экрана и не подключается к схеме принимающего устройства (см. раздел [«Изоляция сети»](#)).

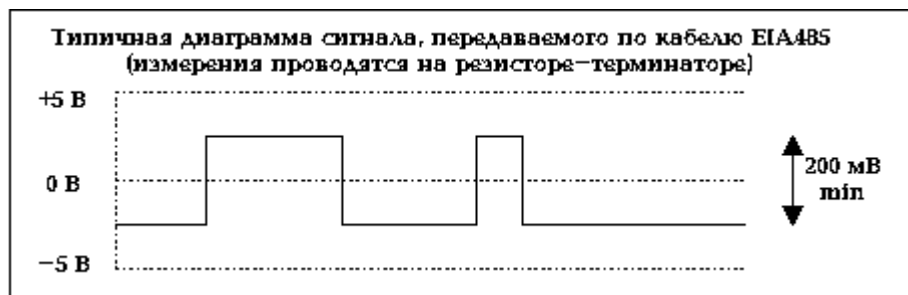
Метод передачи, при котором по одному проводу пересылается нормальный сигнал, а по другому - инвертированный, называется балансирующей передачей. Для декодирования сигнала принимающее устройство оценивает разность потенциалов между этими двумя проводами. Любое внешнее воздействие на кабель (электромагнитное и т.п.) будет в одинаковой мере влиять на оба провода, а следовательно будет игнорироваться принимающим устройством.

Два провода, по которым производится передача сигнала, скручены в витую пару для того, чтобы гарантировать, что влияние внешних возмущений в одинаковой мере скажется на обоих проводах. Использование витой пары для ослабления влияния помех является более эффективным, чем применение экрана. По этой причине, не рекомендуется использовать кабель, в котором два нескрученных провода находятся в экране. Такие кабели обычно используются для бытовой и аудио-аппаратуры.

Уровни напряжений в соответствии со стандартом EIA485.

Согласно стандарта EIA485 принимающее устройство должно определять разность потенциалов между двумя проводами с данными порядка 200 милливольт (200 мВ, 0.2 В). Это позволяет принимающему устройству корректно функционировать даже в том случае, когда на линии передачи сигнала имеет место большое падение напряжения.

Обратите внимание на то, что устройства, использующие оптическую изоляцию DOL, могут не отвечать этим требованиям. Светодиод, расположенный внутри изолятора, обычно требует для своей нормальной работы напряжения порядка 1 В. Это является еще одной причиной, по которой устройства DOL вызывают проблемы в сети и не рекомендуются для использования.

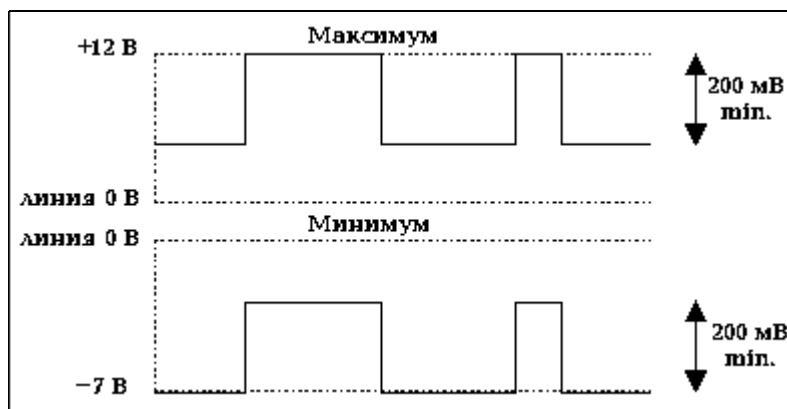


Стандарт EIA485 также допускает, что оба провода с данными могут находиться под общим потенциалом смещения относительно нулевого (заземляющего) провода. Потенциал смещения должен находиться в пределах от +12 В до -7 В. Это означает, что нулевые точки передающего и принимающего устройств могут не соединяться непосредственно друг с другом в том случае, если разность потенциалов между ними постоянна и лежит в диапазоне от +12 В до -7 В.

	Минимум		Максимум	
Логический уровень	Данные +	Данные -	Данные +	Данные -
0	-7 В	-6.8 В	+11.8 В	+12 В
1	-6.8 В	-7 В	+12 В	+11.8 В

Обратите внимание на то, что не допускается для одной линии иметь потенциал смещения +2.5 В, а потенциал смещения для другой линии изменять в пределах от 0 В до +5 В. Стандарт EIA485 требует, чтобы изменение разности потенциалов между нулевыми точками устройств не превышало 200 мВ.

Максимально допустимые отклонения напряжений по стандарту EIA485 (измерения проводятся между любым из проводов с данными и экраном - штырек 1).



Если потенциал смещения проводов с данными выходит за указанные пределы, это может привести к повреждению электронной части принимающего и передающего устройств.

Биты и байты.

Стандарт EIA485 (RS485) описывает физические уровни, но не сами сигналы и их назначение. Стандарт DMX512 детально описывает все используемые сигналы, оставляя,

тем не менее, возможность для маневрирования. Эта гибкость позволяет для различных нужд и различных бюджетов находить приемлемые решения. Например, стандарт не требует, чтобы происходила передача информации о всех 512 каналах. Если можно обойтись меньшим числом каналов, то стандарт разрешает уменьшать номер последнего канала в посылке.

Основой любого протокола обмена данными является набор кодов. Каждый код является уникальной комбинацией импульсов высокого и низкого уровня, которые мы будем называть битами. Передача битов производится через определенные, ранее заданные временные интервалы, которые для стандарта DMX512 составляют 4 микросекунды (4 мкс). В стандарте DMX512 каждый код имеет длину 8 бит и называется байтом. 8 битов позволяют задать 256 различных комбинаций или кодов, что в свою очередь позволяет производить выбор 256 уровней каналов - от 0 до максимума (255). Прилагается [таблица](#) (в формате PDF размером 55 кВ), которая облегчает преобразования кодов.

В дополнение к битам, которые образуют байт, необходимо маркировать начало и конец байта для того, чтобы принимающее устройство синхронно принимало сигнал. С этой целью к байту добавляется еще 3 бита. Один стартовый бит низкого уровня и два завершающих бита (стоп-бита) высокого уровня.

В том случае, когда по линии не производится передача информации, ее уровень находится в высоком состоянии. При получении стартового бита низкого уровня принимающее устройство начинает считывать следующие за ним 8 битов с интервалами в 4 мкс. После этого принимающее устройство полагает, что линия переходит в состояние высокого уровня на период, равный 8 мкс (два стоп-бита). Затем линия может или оставаться в состоянии высокого уровня (нет передачи данных), или перейти в состояние низкого уровня, что означает, что новый стартовый бит предваряет передачу нового байта.

Таким образом, для передачи каждого байта необходимо 11 бит. На саму передачу потребуется $4 \text{ мкс} \times 11 = 44 \text{ мкс}$ на один байт. Комплект из 11 битов будем называть фреймом.



Если бы передача битов по линии DMX512 происходила бы непрерывно (т.е. без пауз между отдельными фреймами), за одну секунду можно было бы передать 250000 бит, при условии, что на передачу одного бита требуется 4 мкс. Полученная величина характеризует скорость передачи по линии DMX512. Обычно говорят, что скорость передачи по линии DMX512 составляет 250k бод. (1 бод = 1 бит в секунду - для последовательной передачи данных).

Тем не менее DMX512 является асинхронным протоколом. Это означает, что любой фрейм может быть послан в любой момент, когда линия не занята. В действительности большинство консолей или регулярно, или время от времени вставляют паузы между

фреймами. Обычно это происходит из-за того, что консоль перегружена вычислениями и не может вставить новый фрейм сразу после окончания предыдущего.

Пакет DMX512.

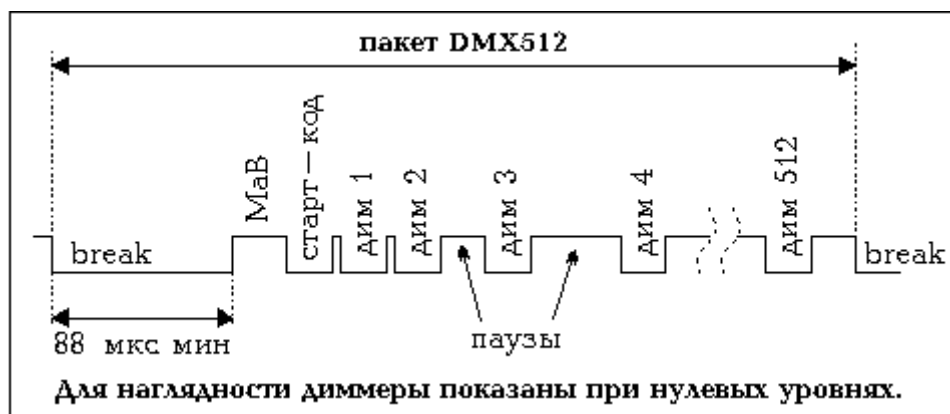
Протокол DMX512 поддерживает до 512 каналов, информация о состоянии которых выводится последовательно, начиная с канала 1 и заканчивая каналом с максимально возможным для данной консоли номером (этот номер может быть меньше 512). Стандарт DMX512 не позволяет производить передачу информации не более чем о 512 каналах несмотря на то, что технически возможно и большее число. Некоторые типы конвертеров «аналоговый сигнал - DMX» могут соединяться вместе до тех пор, пока общее количество передаваемых каналов не превысит 512.

Использование более 512 каналов на линии DMX512 не соответствует стандарту USITT и может привести к возникновению проблем на некоторых принимающих устройствах.

Консоли, которые обеспечивают работу с более чем 512 каналами, обычно имеют два или более выходных разъема DMX512 (см. подраздел [«Смещение адреса при использовании нескольких линий DMX512»](#)). Каналы DMX512 не следует путать с каналами консоли или каналами диммеров. При использовании функции перекоммутации один канал консоли может управлять несколькими каналами DMX512. Может быть и такой случай, когда канал консоли не управляет ни одним каналом DMX512. В свою очередь каналы DMX512 могут подключаться к одному или нескольким диммерам, либо не подключаться ни к одному из диммеров вообще.

Для того, чтобы принимающее устройство могло выделить канал 1 в посылке, в линии формируется специальный импульс break. (Вспомните, что все 256 возможных кодов используются для передачи информации об уровнях каналов). Сигнал break представляет собой импульс низкого уровня длительностью не менее 88 мкс (88 мкс - это длительность двух фреймов, т.е. двух полных битов вместе с их стартовыми битами и стоп-битами). Наличие такого импульса говорит о том, что следующая за ним информация представляет собой новый пакет данных по уровням каналов.

По окончании импульса break линия на некоторое время переходит в состояние высокого уровня. Это импульс высокого уровня называется меткой после сигнала break (Mark-After-Break или MaB) (см. раздел [«Настройка длительностей сигналов»](#)). После импульса MaB посылается специальный код. Стандарт DMX512 называет этот первый байт, посылаемый после сигнала break, стартовым кодом. Этот термин будет далее использоваться во всем описании. В том случае, когда после стартового кода будет производиться передача информации об уровнях диммеров, значение этого байта будет нулевым. Итак, нулевой стартовый байт означает, что передаваемые далее байты являются 8-ми битной информацией об уровнях диммеров. Стартовый код называют также стартовым байтом, байтом заголовка, заголовком пакета, байтом режима или байтом типа.



Остальные 255 возможных стартовых кодов не определяются стандартом DMX512, хотя некоторые из них являются зарезервированными. В некоторых устройствах пакет с ненулевым стартовым кодом используется для пересылки дополнительной информации, которая является уникальной для данного устройства. Дальнейшее расширение протокола DMX512 приведет скорее всего к тому, что пакеты с ненулевым стартовым кодом будут использоваться для пересылки информации о возникающих ошибках, для обратной связи или для передачи информации не только об уровнях каналов. Совместимость этих систем с ранее разработанными гарантирована благодаря тому, что нулевой стартовый код всегда будет означать, что в пакете передается информация об уровнях каналов в формате 8 бит на канал.

Первоначально стандарт DMX512 был разработан для управления диммерами, однако в дальнейшем он стал применяться для управления интеллектуальными прожекторами, сканерами и т.п. Несмотря на то, что эти устройства не являются диммерами в прямом смысле этого слова, очень удобно управлять ими со стандартной консоли.

Все существующие в настоящее время устройства DMX512 работают с нулевым стартовым кодом. Однако не все устройства производят проверку этого стартового кода. Некоторые простейшие устройства просто пропускают этот код, полагая его равным нулю и не производят проверки правильности такого предположения.

Устройства, которые не производят проверки стартового кода на ноль, могут быть причиной проблем при работе с консолями, которые генерируют и другие стартовые коды. Кроме того, такого рода устройства вряд ли останутся совместимыми с расширением стандарта DMX512 в будущем.

Частота обновления информации.

Частота обновления информации показывает количество пакетов, посылаемых в 1 секунду. Так как стандарт DMX512 разрешает наличие пауз между фреймами и определяет только минимальную длительность сигнала break, то для различных консолей частота обновления информации может сильно различаться. Максимальная частота обновления информации также зависит от числа посылаемых каналов.

Расчет минимальной длительности пакета из 512 каналов.			
Название	Количество	Длительность	Общая длительность
Break	1	88 мкс	88 мкс
MaB	1	* 8 мкс	8 мкс

Стартовый код	1	44 мкс	44 мкс
Байты данных	512	44 мкс	22528 мкс
Всего			22668 мкс
* Версия стандарта DMX512 за 1986 год позволяет для импульса MaB использовать длительность 4 мкс. Пересмотренная версия DMX512 (1990) требует, чтобы она была не менее 8 мкс.			

Таким образом, в том случае, если происходит передача информации о всех 512 каналах, частота обновления информации не может превышать 44.115 Гц. Это число показывает, сколько пакетов посылается в 1 секунду. Это не значит, что каждый посылаемый пакет содержит новую информацию. Если консоль медленно вычисляет переходные процессы и изменения уровней каналов, то она может посылать одинаковую информацию в нескольких пакетах, пока происходит расчет новых уровней.

Теоретически пакет может состоять только из одного канала. Если повторить для такого пакета расчеты, аналогичные приведенным выше, то мы получим, что длительность пакета в этом случае составит 184 мкс, а частота обновления информации - 5.434 кГц. Это наибольшая частота обновления информации, которая может быть получена с использованием стандарта DMX512. Максимальная частота для типичной консоли на 24 канала составит 836 Гц при длительности пакета 1196 мкс.

<i>Расчет минимальной длительности пакета из 24 каналов.</i>			
Название	Количество	Длительность	Общая длительность
Break	1	88 мкс	88 мкс
MaB	1	8 мкс	8 мкс
Стартовый код	1	44 мкс	44 мкс
Байты данных	24	44 мкс	1056 мкс
Всего			1196 мкс

Число 1196 мкс в последнем случае является минимально допустимой длительностью пакета DMX512 (для любого количества каналов).

Все эти вычисления были проведены в соответствии с требованиями стандарта DMX512 (1990). На практике небольшие консоли обычно увеличивают длительность пакета, т.к. используют более длинные паузы между фреймами, а также более длинные импульсы break и MaB (см. раздел [«Настройка длительностей сигналов»](#)).

Хотя длительность в 1196 мкс является минимальной допустимой длительностью пакета и соответствует 24 каналам при передаче информации с максимальной скоростью, нет никакого ограничения на уменьшение количества каналов. Это означает, что пакет из 6 каналов, имеющий такую же длительность (1196 мкс), отвечает требованиям стандарта. Получить такой пакет возможно, вставив между фреймами паузы необходимой длительности.

В том случае, когда пакет намеренно растягивается таким способом, для того, чтобы искусственно уменьшить частоту обновления информации, его удлинение должно происходить за счет увеличения длительности пауз между фреймами, интервалов MaB или паузы между пакетами. Не рекомендуется изменять длительность импульса break.

Настройка длительностей сигналов.

Некоторые консоли, а также ряд других устройств, передающих сигнал DMX512, позволяют пользователю проводить настройку длительности отдельных импульсов или выбирать эту длительность из ряда заранее заданных значений. Эта возможность оказывается весьма полезной в том случае, когда в линию включены устройства, которые не полностью удовлетворяют требованиям стандарта DMX512 и не могут принимать сигнал DMX512 с максимально возможной скоростью. Это являлось большой проблемой для целого ряда устаревших устройств: диммеров, сканеров, интеллектуальных прожекторов и т.п.

Появление проблем обычно связано с неадекватным тестированием устройства при проверке всего диапазона длительностей импульсов, соответствующих стандарту DMX512. На заре возникновения стандарта DMX512 очень немногие консоли могли передавать сигнал DMX512 с максимально возможной скоростью. Поэтому принимающие устройства, которые были сконструированы в то время, работали прекрасно. Однако, с появлением быстродействующих процессоров ситуация изменилась. Теперь многие современные устройства могут производить передачу информации на максимальной скорости или скорости, близкой к ней. Из-за этого у пользователей устаревших принимающих устройств возникают проблемы.

Обычно, если новая консоль не управляет системой DMX должным образом, пользователь склонен видеть в ней главную причину проблемы. На самом же деле причина редко кроется в консоли.

Следует еще раз подчеркнуть, что любое устройство, которое построено в строгом соответствии со стандартом DMX512, является полностью совместимым с любым другим устройством DMX512. Это является основным преимуществом и главным тестом стандарта.

Далее в этой главе приводятся некоторые советы по настройке временных интервалов при работе с «норовистыми» устаревшими устройствами.

Настройка длительности импульса break.

Длительность импульса break является критической для некоторых устройств. Несмотря на то, что стандартом DMX512 не определяется максимальная длительность импульса break, некоторые устройства являются очень чувствительными к этой длительности и работают со сбоями, если она слишком велика. Длительность импульса break в пределах от 100 мкс до 200 мкс помогает решить эту проблему.

Некоторые устройства измеряют длительность импульса break с помощью таймерной схемы и проверяют, превышает ли она 88 мкс. Если передающее устройство посылает сигнал break длительностью ровно 88 мкс, то из-за различных искажений и погрешностей принимающее устройство может решить, как что длительность сигнала break была больше 88 мкс, так и что она была меньше 88 мкс. В том случае, если принимающее устройство решит, что длительность импульса break была больше 88 мкс (или равна 88 мкс), то пришедший пакет будет принят как верный. Если же устройство решит, что длительность импульса break была меньше 88 мкс, то пришедший пакет будет отброшен как

ошибочный. Поэтому передающее устройство всегда должно быть настроено таким образом, чтобы длительность импульса break была больше 88 мкс (например, 100 мкс).

Некоторые другие устройства распознают импульс break длительностью всего 38 мкс. Это происходит потому, что схема UART в этих устройствах выделяет в послылке стартовый байт без последнего стоп-бита и интерпретирует его как импульс break. Это, однако, не должно приводить к проблемам, т.к. все устройства, отвечающие стандарту DMX512, генерируют два стоп-бита.

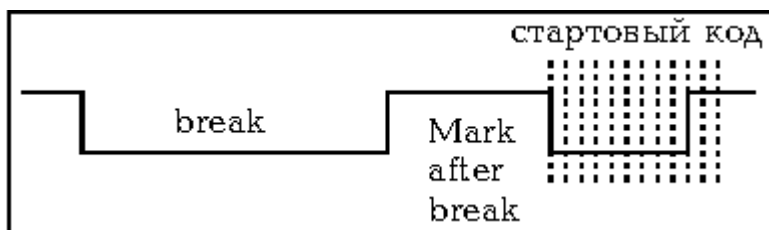
Все устройства, отвечающие стандарту DMX512 должны определять импульс break длительностью 88 мкс или больше.

Настройка длительности импульса MaB.

Импульс MaB, определенный в стандарте DMX512, является в настоящее время источником проблем для производителей оборудования DMX512. В первом варианте стандарта минимальная длительность импульса MaB была установлена равной 4 мкс. Для медленных принимающих устройств этого времени иногда было не достаточно для того, чтобы перейти от приема импульса break к приему стартового кода. Поэтому очень часто такие устройства запаздывали и принимали второй байт (соответствующий первому каналу) в послылке за стартовый код. Если для первого диммера был установлен нулевой уровень, то такое устройство полагало, что это нулевой стартовый код и принимало следующие за ним байты как уровни каналов. Однако при этом уже возникало смещение на один канал. Так как описанное явление то возникало, то пропадало в зависимости от загруженности принимающего устройства, это приводило к тому, что происходило перемешивание уровней соседних каналов. Если наблюдается подобный эффект и у вас есть возможность настройки длительности интервала MaB, то рекомендуется установить ее порядка 44 мкс.

В пересмотренной версии стандарта DMX512 (1990) минимальная длительность импульса MaB установлена равной 8 мкс, что в некоторых случаях устраняет описанные выше проблемы.

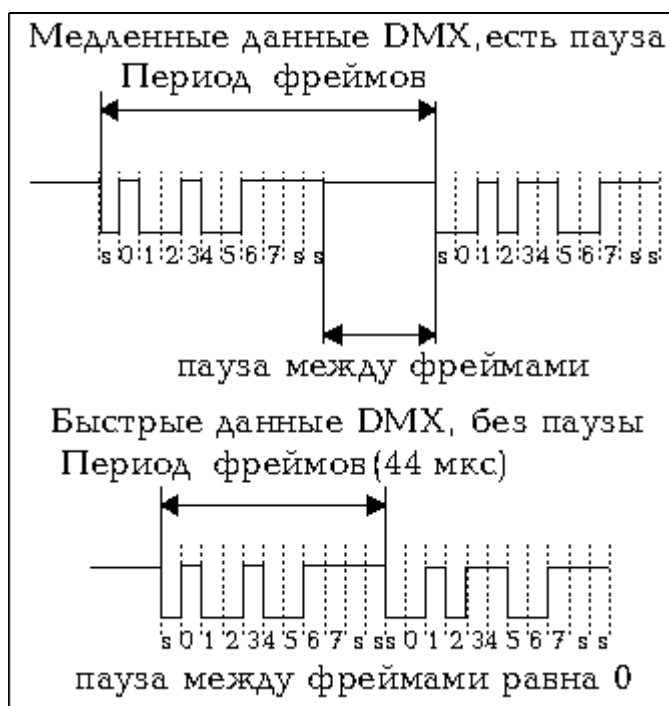
Любое устройство, соответствующее стандарту DMX512 (1990), должно определять интервал MaB длительностью 8 мкс и более.



Период фреймов и пауза между фреймами.

Периодом фрейма (inter-frame time) называется временной интервал от начала одного фрейма до начала следующего. Его минимально возможная величина равна 44 мкс.

Паузой между фреймами называется временной интервал между концом одного фрейма (концом второго стоп-бита) и началом следующего фрейма (началом стартового бита). Его минимально возможная величина равна 0.



Максимально возможная длительность паузы между фреймами равна 1 секунде. Если она превысит это значение, считается, что произошел сбой на линии в передаче сигнала.

Большинство консолей посылают данные с частотой меньшей, чем максимальная частота обновления информации, особенно в том случае, когда эти консоли одновременно с передачей сигнала выполняют сложные вычисления. Тем не менее, некоторые консоли способны работать с максимальной частотой как в отдельные периоды времени (когда консоль не сильно загружена), так и непрерывно (если в консоли используется быстродействующий процессор). Это может приводить к возникновению проблем с отдельными

принимающими устройствами.

Если устройство не в состоянии принимать сигнал с определенной скоростью, то оно может время от времени пропускать канал во входном пакете. При этом каналы, идущие за пропущенным каналом, сдвигаются на один. Если подобный пропуск каналов происходит несколько раз за время приема одного пакета, то результирующий сдвиг для каналов с большими порядковыми номерами может оказаться очень значительным.

Если у вас наблюдается подобный эффект, то рекомендуется установить период фреймов в диапазоне от 55 мкс до 60 мкс. В большинстве случаев это приводит к решению проблемы, не оказывая особого влияния на частоту обновления информации. Если пакет содержит все 512 каналов, а период фреймов выбран равным 60 мкс, то частота обновления информации составит примерно 32 Гц.

Период пакета.

Период пакета (длительность между двумя последовательными сигналами break) (break-to-break time) является еще одним термином, который описывает скорость обновления информации как длительность временного интервала между началом одного пакета и началом следующего. Частота обновления информации является величиной, обратной периоду пакета.

Минимальный период пакета равен минимально допустимой длительности пакета (1196 мкс). Максимально допустимый период пакета равен 1 секунде.

Потеря данных.

Стандарт DMX512 требует, чтобы устройства сохраняли информацию о последних полученных уровнях в течение 1 секунды на случай потери данных или сбоя на линии.

Стандарт не определяет, что должно произойти дальше. Некоторые устройства могут сохранять последний полученный уровень неопределенно долгое время, некоторые мгновенно установят нулевой уровень, а некоторые имеют дополнительную возможность

перехода в «безопасное» состояние. В последнем случае после отсутствия сигнала более чем 1 секунду устройство установит уровни своих каналов в соответствии со значениями, предварительно заданными пользователем. Более того, отдельные устройства дают возможность задавать длительность переходного процесса от последнего принятого уровня до «безопасного» состояния или нулевого уровня.

Некоторые диммеры используют в своей работе частоту обновления информации как тактовую частоту для внутренних схем. Такие диммеры имеют неустойчивое поведение в том случае, когда сигнал DMX512 отсутствует в течение длительного периода времени. Некоторые из них при этом переходят в состояние максимального выходного сигнала. При работе с такими диммерами следует соблюдать осторожность и включать их только после подачи сигнала DMX512, а выключать - до выключения сигнала DMX512.

Сводная таблица ограничений на длительность временных интервалов в стандарте DMX512.

В приведенной ниже таблице сведены все ограничения на длительность различных импульсов и участков пакета DMX512.

	Min	Max
break	88 мкс	*
интервал MaB	8 мкс **	*
период фреймов	44 мкс	*
пауза между фреймами	0 мкс	*
пауза после последнего канала (перед сигналом break)	8 мкс ***	*
Период пакета (24 канала)	1196 мкс	*
Период пакета (512 каналов)	22668 мкс	*
Частота обновления информации (24 канала)	1 Гц	836 Гц
Частота обновления информации (512 каналов)	1 Гц	44 Гц
* - возможна любая длительность сигнала, но такая, при которой период времени между пакетами не будет превышать 1 секунду		

** - 4 мкс для первоначального варианта стандарта (1986),
8 мкс для пересмотренного варианта (1990)

*** - 8 мкс для двух стоп-битов из последнего фрейма (для
канала с максимальным номером). Сигнал break может
начинаться сразу же по окончании второго стоп бита.

Приложение

- [Таблица](#) положений DIP переключателей, соответствующих различным каналам DMX512 с номерами от 1 до 512 (не от 0 до 511) при использовании нумерации с базовым нулем (в формате PDF размером 100 кВ).
- [Таблица](#) соответствий между последовательной нумерацией каналов DMX512 и нумерацией каналов с использованием номеров DMX областей и каналов от 1 до 512. (в формате PDF размером 90 кВ).
- [Таблица](#), которая облегчает двоичные/ десятичные/ шестнадцатичные преобразования (в формате PDF размером 55 кВ).
- [**Таблица типов кабелей**](#)

Type:	Pairs:	ZW :	Jacket:	AWG	Use:	Temp :
Belden cables:						
1162A	1	100	PVC	20	UL2498	80
1215A	2	150	PVC	26	IBM type 6 office cable	75
1269A	2	100	PTFE	22 (solid)	High temp, Plenum cable	200
8102	2	100	PVC	24	UL2919	80
8132	2	120	PVC	28	UL2919	80
8162	2	100	PVC	24	UL2493	60
8227	1	100	PVC	20	UL2498	80
82729	2	100	PTFE	24	High temp, Plenum cable	200
88102	2	100	PTFE	24	High temp, Plenum cable	200
89182	1	150	PTFE	22	High temp, Plenum	200

					cable	
89207	1	100	PTFE	20	High temp, Plenum cable	200
89696	2	100	PTFE	22	High temp, Plenum cable	200
89729	2	100	PTFE	24	High temp, Plenum cable	200
89855	2	100	PTFE	22	High temp, Plenum cable	200
9182	1	150	PVC	22	UL2668	60
9207	1	100	PVC	20	Flame-proof	75
9271	1	124	PVC	25	UL2092	60
9729	2	100	PVC	24	UL2493	60
9804	2	100	PVC	28	UL2960	60
9829	2	100	PVC	24	UL2919	80
9841	1	120	PVC	24	UL2919	80
9842	2	120	PVC	24	UL2919	80
Proplex cables:						
PC222 P	1	110	Polyurethane	22	Heavy duty and portable	105
PC222 T	1	110	PVC	22	UL2464	105
PC224 P	2	110	Polyurethane	22	Heavy duty and portable	105
PC224 T	2	110	PVC	22	UL2464	105
PC226 T	3	110	PVC	22	UL2464	
Alpha cables:						
9109	1	100	FEP	20	High temp	150
9816	1	95	PVC	18	Large diameter	80

9817	1	100	PVC	20	UL2498	80
9818	1	100	PVC	20	UL2498	80
9818D	1	100	Polyurethane	20	Direct burial	80
9821	1	124	PVC	25	UL2092	80
9823	1	150	PVC	22	UL2772	80

Ваши комментарии направляйте, пожалуйста, по адресу:

postmaster@dsl.msk.ru

© ДСЛ 1997