

Выбор оптоволоконных передатчиков видеосигнала

Алексей Омелянчук. Нач. КБ Рубикон ООО «СИГМА-ИС».



Давно известно, что медные линии ограничены по своим возможностям. Килогерцовый спектр телефонных каналов можно передать на десятки километров. Мегагерцовый спектр видеосигнала – на сотни метров. И это в оптимальных условиях, при отсутствии помех. А если рядом, скажем, электростанция или трамвайный парк, все становится намного, намного хуже. Конечно, есть способы, позволяющие немного побороться с законами природы, но кардинальное улучшение при современном уровне технологии возможно лишь при переходе на оптические линии связи, нечувствительные к помехам и шумам. Конечно, волоконные линии также имеют свои ограничения, но они существенно выше, чем у медных линий. И уж заведомо оптический кабель в любом случае совершенно нечувствителен к электромагнитным помехам. Более того, существуют полностью диэлектрические кабели, которые можно подвесить совместно с высоковольтной линией электропередачи.

Какие же ныне существуют устройства для передачи по волокну видеосигнала?

Во-первых, видео можно оцифровать и передавать по сетям Ethernet, которые тоже на расстояния более 100 м ныне существуют только в оптоволоконном виде. Недостатком этого способа являются существенные искажения сигнала, значительно затрудняющие последующий анализ изображения. Достоинством – совместимость и широкий выбор разнообразных устройств, предназначенных для построения компьютерных сетей. Второй вариант – применить специализированные устройства для передачи видео по волокну. Сегодня они обеспечивают заметно более высокое качество передачи. Какими же бывают устройства для передачи видео по волокну?

Самые дешевые и давно известные используют прямую передачу НЧ-видеосигнала по оптическому волокну. В таком случае сигнал на приемном конце также подвержен затуханию, причем неравномерному по частотному спектру. Конечно, такое затухание начинает сказываться значительно позже – самый плохой волоконный кабель в сочетании с некогерентным светодиодным излучателем обеспечивает полосу пропускания в районе 200 МГц на километр. Это означает, что один НЧ видеосигнал можно передать на 10–20 км без существенных искажений в частотной области. Правда, есть еще один параметр, который необходимо знать, – просто затухание, которое для дешевых устройств на длине волны в районе 900 нм составляет около 3 дБ на километр. К сожалению, сам по себе запас (так называемый оптический бюджет) пары передатчик/приемник составляет всего лишь около 50 дБ. Поэтому уже на 10 км линии остаточное отношение сигнал/шум составит не более 20 дБ, что принято считать границей для хоть сколько-нибудь приемлемого сигнала. Наконец, уровень сигнала (затухание) при прямой передаче неизбежно будет колебаться в зависимости от погоды, натяжения соединителей, усталости (старения) волокна. У самых дешевых устройств, не имеющих даже АРУ в приемнике, это приводит к существенным колебаниям сигнала на выходе. Конечно, большинство мониторов имеет встроенные цепи АРУ, которые сами отработают по крайней мере +6дБ, но многие устройства вроде цифровых рекордеров могут оказаться весьма капризными.

Понятно, что такие устройства, с передачей НЧ видеосигнала по определению одноканальные (передают по одному волокну только один канал видео). Стоит отметить, что даже в таком случае общая стоимость системы может оказаться ниже, чем с применением медного кабеля, – ведь волокна, особенно если один кабель содержит много волокон, существенно дешевле (и несоизмеримо компактнее) медного коаксиального кабеля.

Следующий тип устройств для передачи видео по волокну – с частотной модуляцией. Поскольку передача идет на несущей, бывают изделия многоканальные. Так как полоса передаваемого сигнала значительно шире, чем у видеосигнала (если в одно волокно уместить 4 канала, полоса обычно занимает 150 МГц), то на дешевом кабеле с дешевым излучателем допустимая дальность получается примерно 1 км (помните, выше я уже упоминал, что такой параметр, как широкополосность волокна, может составлять всего 200 МГц*км). Потому такие изделия даже для передачи одного канала нередко выполняют с узкополосными или лазерными передатчиками, предназначенными для одномодового волокна.

В чем достоинства ЧМ-передатчиков? Передача с частотной модуляцией значительно менее чувствительна к нестабильности линии передачи, так же как радио в УКВ-ЧМ диапазоне значительно чище от помех, нежели в АМ диапазонах. Тем не менее, сегодня эти изделия почти не выпускаются, они вытеснены цифровыми передатчиками.

Итак, третий тип передатчиков, наиболее распространенный в наше время, – цифровые. Обращаю внимание, это вовсе не то же самое, что всевозможные IP-камеры. В этих устройствах не осуществляется цифровое сжатие сигнала, оцифрованный сигнал передается непосредственно, невзирая на то, что он составляет около 150 Мбит/сек. на один канал.

Достоинством цифровых передатчиков является полное отсутствие помех до тех пор, пока сигнал доходит успешно. Правда, как только сигнал начинает сравниваться с шумами, на экране это выглядит как ужасный сумбур, полностью скрывающий изображение. Такова уж особенность цифровой передачи: пока сигнал больше, чем шум, передача практически идеальна. Но как только приемник начинает ошибаться в отдельных битах, оказывается, что ошибки практически равновероятно могут случиться и в младшем бите (его почти не видно), и в старшем (а это значит, что картинка будет белой вместо черной, или наоборот), или, что еще хуже, ошибки в служебных битах синхронизации приведут к тому, что биты случайно перемешаются и получится примерно то же самое, как если пытаться по телевизору принять радиостанцию «Маяк».



Своей популярностью цифровые системы обязаны быстрому удешевлению компонентов для компьютерных сетей. 100-мегабитные и гигабитные оптические сети распространены настолько широко, что компоненты для их производства стали значительно дешевле, чем теоретически более простые, но менее распространенные низкочастотные излучатели.

Кроме того, для цифровой передачи совершенно необязательно обеспечивать линейность передаточной характеристики излучателя, он работает в двоичном режиме: либо включен на полную мощность, либо полностью выключен, что также снижает требования к нему. Потому-то цифровые передатчики ныне составляют основную массу предлагаемых на рынке.

Каковы особенности их применения? Во-первых, как вы уже, наверное, заметили, цифровой сигнал сам по себе очень широкополосен. Один канал видео занимает 150 мегабит в секунду, т. е. примерно 70 МГц. Упомянутые выше некогерентные излучатели на длине волны 800–900 нм даже один канал могут передать максимум на 1–2

км. Для цифровой передачи обычно используются лазеры, подобные тем, что стоят в CD-проигрывателях. Тем не менее даже лазеры с трудом могут обеспечить эффективную передачу по многомодовому волокну. Тем более если они работают на длине волны 850 нм. Многомодовое волокно не предназначено для передачи широкополосных сигналов. Многомодовое волокно не предназначено для работы с лазерными излучателями. И хотя на практике это возможно (сейчас даже выпускается многомодовое волокно, сертифицированное на работу с гигабитным Ethernet), дальность передачи обычно не превышает 1 км.

Производители нередко указывают, что их устройства могут работать на 2, 5 или даже 10 км по многомодовому волокну. Как правило, это означает, что излучатели применены качественные – лазеры на 1300 нм. Однако качество работы системы в целом в таком случае будет ограничено не излучателем, а кабелем. Хуже того, поскольку производители волокна не предназначают его для такого применения – практически невозможно получить от них необходимые параметры волокна для расчета проектной дальности (тот самый параметр – мегагерцы на километр, который существенно зависит от состава излучения и определяется производителем для основных излучателей, для которых волокно предназначено). Вам может повезти, и все будет работать. А может оказаться, что даже мощный лазерный излучатель будет работать всего на 2–3 км, и то сигнал будет нарушаться при изменении погодных условий (от температуры иногда незначительно, на десятые доли децибела, повышаются потери в соединителях. Это обычно несущественно, но если вы работаете на пределе возможностей волокна – и это может оказаться последней соломинкой).

Итак, если для вас существенна дальность передачи, следует использовать одномодовые передатчики. Тем более что по цене они несущественно отличаются от многомодовых (порой они вообще не отличаются по конструкции, хотя у некоторых производителей в многомодовых применяются чуть более дешевые излучатели, забракованные при прохождении контроля на нормативы для одномодового применения). Кстати, одномодовый волоконный кабель дешевле, чем многомодовый. Это и понятно, ведь волокно диаметром 9 микрон просто-напросто содержит в себе намного меньше чистого стекла, чем волокно диаметром 50 микрон.

Почему же вообще до сих пор еще применяется многомодовое волокно? Дело в том, что его чуть легче соединять, особенно в случае ремонта. Существуют быстромонтируемые механические соединители, позволяющие обходиться без сварки, без клея, без полировки. Эти соединители относительно дороги (долларов 10), потому их не применяют при массовом монтаже, но в случае ремонта такой соединитель более чем уместен. Напомню, что все проблемы с дальностью у цифровых устройств обусловлены именно полосой передаваемых частот, а вовсе не затуханием сигнала по амплитуде, а потому несколько большие потери на механическом соединении по сравнению со сваркой несущественны. Для одномодового волокна такие соединители также существуют, но они еще дороже, требуют значительно более аккуратного обращения и вносят еще большее затухание. Как же выбрать? Если требуется передать на километр-два, можно использовать многомодовые устройства. Если вы ожидаете частые повреждения и необходимо осуществлять ремонт не очень квалифицированным персоналом, лучше использовать многомодовое волокно, соответственно, спроектировав систему или проверив образцы волокна перед закупкой на заводе. Во всех остальных случаях одномодовые устройства обеспечат несоизмеримо более качественную работу. Для сравнения скажу, что если для многомодового волокна широкополосность составляет 200–500 МГц*км в диапазоне 850 нм и в лучшем случае 2000 МГц*км в диапазоне 1300 нм, то для одномодового волокна широкополосность, как правило, принимает значения в районе 20 000 МГц*км, т. е. типичный 4-канальный передатчик уверенно работает примерно на 50 км.

На что еще следует обратить внимание при выборе цифрового передатчика видео по волокну. Разрядность. Ее часто указывают в рекламе. Если не указана, значит, 8 бит. Если 10 или 12 бит, производитель не преминет это подчеркнуть. Насколько важна

разрядность? Для цветного сигнала иногда может оказаться важна. Однако не менее (а может быть, даже более) важна и частота дискретизации, которую вы вряд ли найдете в описаниях устройств. И нередко повышение разрядности происходит именно за счет понижения частоты дискретизации. Впрочем, повторюсь, это важно лишь для цветного сигнала. Да и проверить качество передачи очень легко. Поскольку цифровой сигнал либо передается, либо нет, качество можно проверить даже на метровом куске волокна, прямо на столе. Воспользуйтесь стандартной телевизионной цветной таблицей или просто полосатой таблицей разных цветов, хорошей видеокамерой и монитором и посмотрите, насколько хуже изображение с предлагаемым передатчиком по сравнению с прямым соединением камеры с монитором. На реальном объекте качество будет такое же, как и на коротком куске волокна.

Обратите внимание на температурный диапазон работы передатчиков. Именно передатчиков, поскольку они обычно устанавливаются недалеко от видеокамер, на улице, где-то равномерно вдоль многокилометрового периметра объекта. Смотрите, чтобы вам не пришлось строить для передатчиков теплую избушку. Кстати, передатчики Ethernet по волокну, как правило, предназначены именно для теплых избушек, а редкие версии с промышленным диапазоном температур значительно дороже обычных. Какие еще бывают особенности?



Не столь существенные для работы, но порой значительно облегчающие жизнь. Например, устройства могут монтироваться в 19" стойку, что бывает удобно в переполненном центральном пункте.

Устройства могут питаться от выносного блока питания (это популярно у импортных устройств) или непосредственно от 220 В. Смотрите, что вам удобнее. Выносные блоки питания нередко таковы, что их можно воткнуть только непосредственно в розетки, а это лишние разъемные соединения, что не повышает надежность системы.

Бывают универсальные устройства, которые легко монтируются как на стенку, так и в стойку, которые работают как по одномодовому, так и по многомодовому волокну, могут работать как от 220 вольт, так и от внешнего низковольтного питания. Но такая универсальность важна разве что дистрибуторам, чтобы не хранить на складе большой ассортимент устройств. В каждом конкретном проекте более или менее известно, что конкретно нужно, и уж менять кабель в процессе эксплуатации точно никто не будет.