

Подключаем 4K/8K

Разъемы схожи по форме, но различны по содержанию

Михаил Товкало, по материалам Neutrik

Действительно, для коммутации цифровых видеосигналов с высокой плотностью данных – 4K или 8K – не предусмотрено каких-либо специализированных разъемов. Для этого в телерадиовещании применяются традиционные BNC или Fiber Optic в классических корпусах с ферулами 2,5/1,25 мм, которые внешне такие же, как предыдущие модели, но имеют некоторые отличия по конструкции и характеристикам, о которых пойдет речь.

Компания Neutrik стала пионером в выпуске таких разъемов для 4K/8K UHD BNC. По крайней мере, она первой глубоко проанализировала проблему коммутации сигналов UHD и сформулировала различия между 3G BNC и UHD BNC.

Основной параметр разъемов, определяющий их пригодность для коммутации высокоскоростных потоков данных, – это обратные потери (Return Loss). Они обусловлены кон-

- ♦ корпус байонета имеет защитное покрытие (анодирован) – 4;
 - ♦ тыльная часть защищена герметизирующим хвостовиком высокой плотности – 5.
- Сигналы UHD 4K и 8K подразумевают скорости потоков до 24 Гбит/с. И здесь крайне важно сохранить форму фронтов сигнала вплоть до 3-й гармоники. В таблице приведены значения частот 3-й гармоники для основных стандартов.

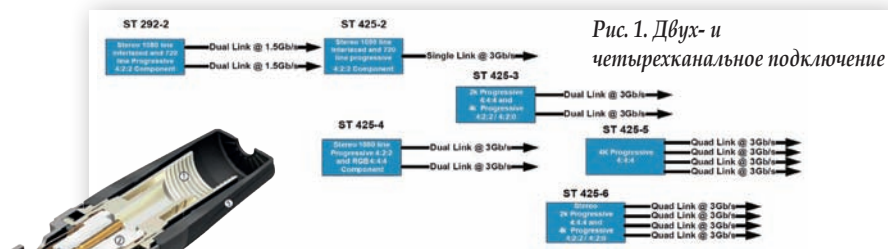


Рис. 2. Разъем RearTWIST UHD BNC в разрезе

Вначале о BNC. Несмотря на эволюцию стандартов, для передачи цифровых видеосигналов по сей день широко используется коаксиальный кабель, оконцованный разъемами BNC. Стандарт SMPTE 292-1 HD-SDI поддерживал скорость потока данных до 1,5 Гбит/с и допускал использование обычных разъемов BNC. На смену ему пришел стандарт SMPTE 425-1 3G SDI (3 Гбит/с), потребовавший скорректировать конструкцию BNC за счет уменьшения сечения центрального контакта и изменения формы диэлектрика и экранирующего фланца. Так появились разъемы 3G-BNC. Далее эволюция стандартов для 4K и 8K выражалась лишь в увеличении числа параллельных каналов 3G-SDI: SMPTE 425-3 Dual Link @ 3Gb/s; SMPTE 425-5 Quad Link @ 3Gb/s. Причина в достижении предела пропускной способности 3G-BNC. На рис. 1 показано, как выглядит подключение двумя (Dual Link) и четырьмя (Quad Link) параллельными каналами. Очевидно, что для коммутации 8K используется 8-канальное подключение Octa Link.

Неужели дальнейшее развитие стандартов ТВЧ обречено на подключение только за счет увеличения параллельных 3G-каналов? Оказалось – нет, и 3G для BNC вовсе не предел. Есть куда двигаться, и уже сегодня производители 4K/8K-оборудования в состоянии сократить число параллельных каналов как минимум вдвое благодаря появлению раз-

струкцией разъема BNC. Отразившись от него, часть сигнала возвращается к источнику, внося искажения в форму сигнала, что приводит к возникновению ошибок данных и заставляет уменьшать длину линии передачи. Как же влияет конструкция разъема на потери? Надо вспомнить, как выглядит классический кабельный разъем BNC, обжатый на кабеле. Если, держа разъем за корпус, попытаться потянуть за кабель или покрутить его, то можно увидеть, что центральный контакт слегка двигается, повторяя движения кабеля. Это означает наличие люфта в креплении центрального контакта разъема, допускающего колебания контакта при механическом воздействии на кабель. Это и приводит к появлению обратных потерь на стыках коаксиального кабеля. На рис. 2 показана конструкция разъема RearTWIST UHD BNC. Здесь хорошо видны изменения, исключаящие возникновение обратных потерь:

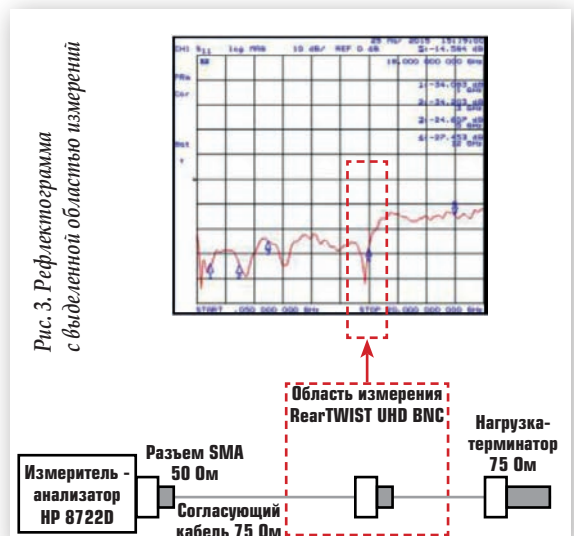
- ♦ обжиму подлежит не только экранирующая оплетка, но и внешняя изоляция коаксиального кабеля, чтобы обеспечить его жесткую фиксацию на разъеме – 1;
- ♦ изменена конструкция изолятора центрального контакта, изготовленного из нового материала, который оптимизирован для высокочастотных UHD-сигналов – 2;
- ♦ максимально уменьшен диаметр центрального контакта – 3;

Значения частот 3-й гармоники для основных стандартов

Скорость потока данных, Гбит/с	Частота 3-й гармоники, ГГц	Стандарт SMPTE:
3	4,5	ST 424 (HD)
6	9	ST 2081-1 (4K)
12	18	ST 2082-1 (4K)

Измерения, проведенные Neutrik, основывались на принципе рефлектометрии электрических сигналов – аналогично измерениям оптических линий. Тестовые сигналы в заданном диапазоне частот отправляются от измерителя-анализатора в подключенную к нему кабельную линию. Проходя через нее, сигналы претерпевают затухания и отражения на каждом стыке. Анализатор может измерить каждое из них на заданном участке измерения и сформировать график-рефлектограмму, на котором отображены все значения потерь. Выбрав курсором на анализаторе область измерения (выделена красным на рис. 3), например, стык на разъеме Rear Twist UHD BNC, можно точно измерить значение обратных потерь.

Измерения проводились для трех различных разъемов BNC в диапазоне частот до 18 ГГц,



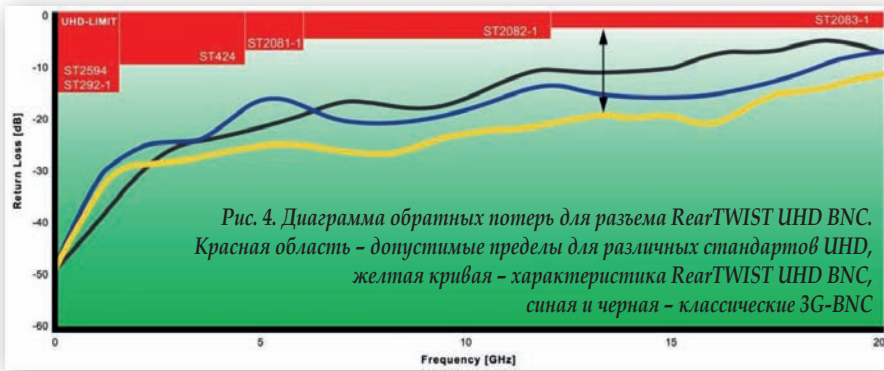


Рис. 4. Диаграмма обратных потерь для разъема RearTWIST UHD BNC. Красная область – допустимые пределы для различных стандартов UHD, желтая кривая – характеристика RearTWIST UHD BNC, синяя и черная – классические 3G-BNC

согласно стандарту ST8083-1. Диаграмма значений обратных потерь, показанная на рис. 4, наглядно демонстрирует, что разъем RearTWIST UHD BNC объективно не вызывает критичных затуханий и обеспечивает высокую стабильность при коммутации сигналов UHD.

Справедливости ради нужно отметить, что в телекоммуникациях применяются разъемы SMA, специально созданные для работы на частотах до 18 ГГц, но это не отраслевой стандарт для вещания, поэтому, за редким исключением, они не конкурируют с разъемами BNC в вещательном оборудовании.

Теперь к оптической теме. Основная технологическая коммутация высокоскоростных потоков данных по стандартам 4K и 8K, как правило, выполняется оптическими разъемами, которые обязаны, в первую очередь, не допустить возникновения на стыках обратных потерь. И если для решения этой задачи в разъемах BNC потребовались изменения конструкции, то для оптических FO-разъемов достаточно четкого соблюдения технологии полировки феррулов на высококачественных полировальных машинах с использованием оригинальных материалов и компонентов. Именно полировкой достигается правильная геометрия поверхности феррула, которая обеспечивает значения обратных потерь ≥ 46 дБ при сохранении значения прямых потерь не более 0,2 дБ. Каждый оптический кабель с установленными на него разъемами подвергается проверке на соответствие требованиям геометрии поверхности феррула. Для этого

применяют высокоточный прибор, называемый интерферометром. В нем используется метод бесконтактного оптического исследования поверхности феррула оптического разъема при помощи волновых свойств света. В интерферометре два изображения исследуемого объекта совмещаются на ПЗС приборной камеры. Одно изображение берется с плоской поверхности (с зеркала), второе – непосредственно с измеряемого объекта (рис. 5). Интерферометр позволяет проводить измерения с точностью до нескольких нанометров. При определенных условиях позиция изображений (волновых фронтов) может создать интерференцию, результат которой называется интерферограммой. Просмотр данного изображения дает представление о реальной поверхности торца феррула и показан на рис. 6. Интерференционные кольца по аналогии с географическими картами представляют собой линии одинаковой высоты (горизонталь). Изменение по высоте разделяет кольцо точно посередине длины волны источника света. Кольцевая структура черных и белых полос означает сферичную исследуемую поверхность. Центр колец совпадает с наивысшей точкой торца (апексом). В идеальном случае апекс должен совпадать с осью волокна. Если апекс и центральная ось волокна не совпадают, то величину несовпадения называют смещением апекса. Количество видимых колец позволяет оценить радиус сферической поверхности полировки, а ступеньки на кольцах показывают различие по высоте между феррулом и воло-

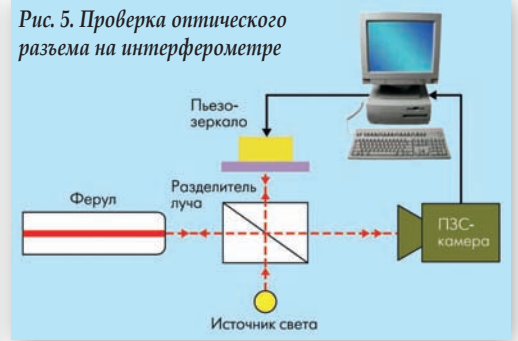


Рис. 5. Проверка оптического разъема на интерферометре

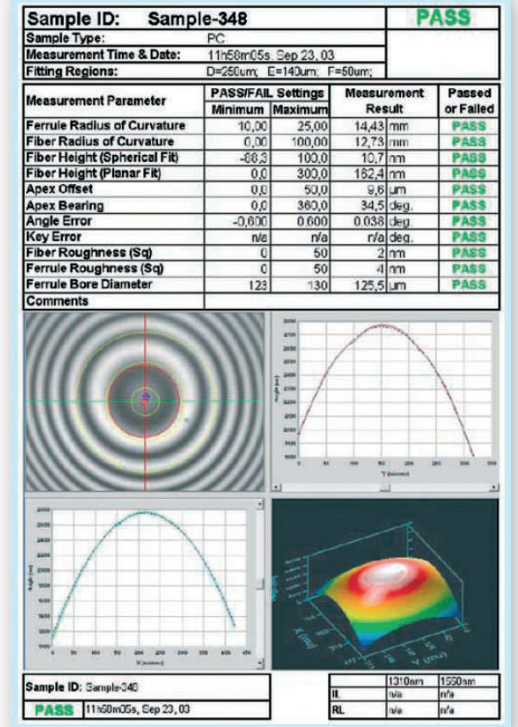


Рис. 6. Результаты проверки

ном. Если апекс и центр волокна совпадают и поверхность феррула образует ровную сферу, это означает, что значение обратных потерь исследуемого феррула оптического разъема ≥ 46 дБ и даже выше, и он будет уверенно коммутировать не только любые потоки 4K/8K UHD, но и сигналы следующего поколения.

HD-Broadcast
Multimedia
Studios
Audio/Video
Outside/Live

Когда качество имеет значение

Кабель и разъемы со склада

Ом Нетворк
195196 Санкт-Петербург, ул. Таллинская, 7 #309
Тел: +7 (812) 309 22 44
info@omnetwork.ru www.omnetwork.ru