

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ ЛИНИЙ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ MPEG

Анализ требований и сравнение технологий

Существует два основных типа РРЛ для доставки транспортных потоков MPEG телевизионного и радиовещания. В основном, они применяются для связи между студиями и передатчиками (STL) или в качестве стационарных или мобильных технологических линий.

- **Вещательные РРЛ** основаны на стандартах модуляции, разработанных для цифрового телевизионного и радиовещания (например, EN 302 307 – DVB-S2); они используют интерфейс ASI и могут быть снабжены сетевым интерфейсом для передачи транспортных потоков через IP.
- **РРЛ для телефонии / передачи данных** основаны на стандартах, разработанных для телефонии и для передачи данных. Обычно это TDM / Ethernet линии, соответствующие стандартам ETSI / FCC и использующие G703 и / или Ethernet интерфейсы.

ОСОБЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРЕДАЧЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Проанализируем особые требования к передаче через наземную или спутниковую РРЛ цифрового потока для вещания:

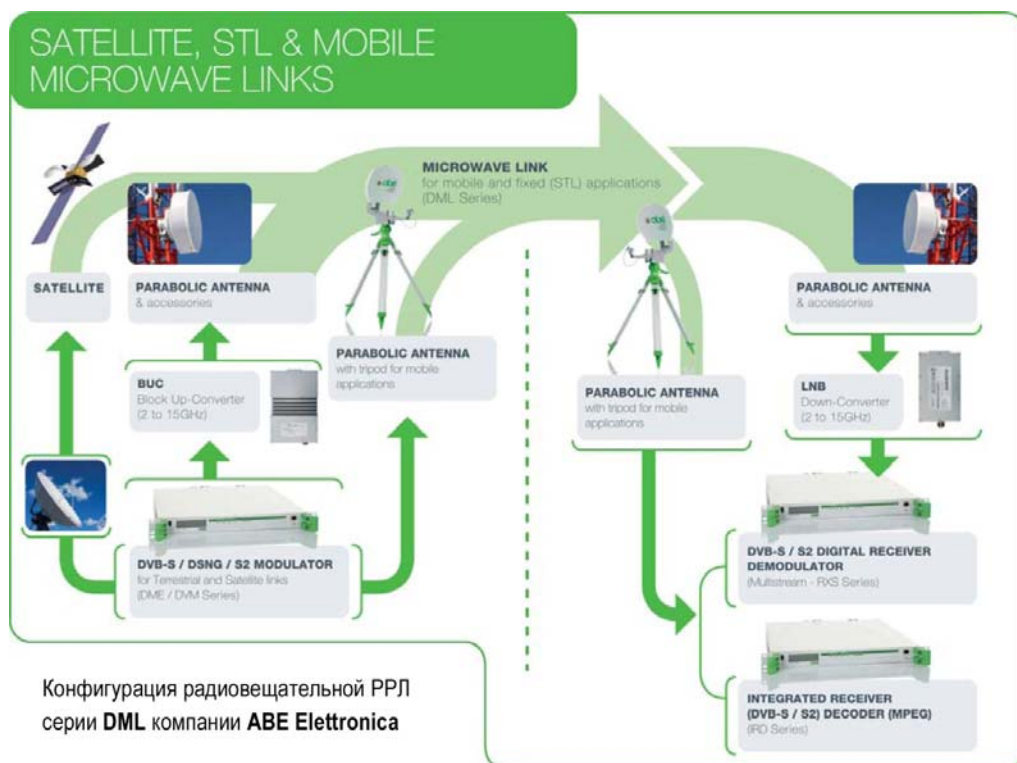
- Полезная емкость, требуемая для одного транспортного потока, может достигать **50 Мбит/с** в соответствии с количеством сервисов внутри потока и емкости, требуемой для каждого сервиса. Например, HD программа с кодированием MPEG-4 может потребовать 7 Мбит/с, в то время как для программы с низким разрешением для мобильного приема может быть достаточно всего 400 кбит/с.
- Транспортный поток MPEG, применяемый в вещании, имеет **фиксированную скорость**, которая не может быть уменьшена, увеличена или "адаптирована". Адаптивное кодирование и модуляция не могут быть использованы при таком применении.
- Стандарт требует менее одной неисправленной ошибки за час передачи потока (**QEF - Quasi Error Free**), что соответствует **BER около 1×10^{-11}** . По этой причине точность и эффективность коррекции ошибок FEC (Forward Error Correction) являются очень важными.
- При передаче транспортного потока DVB-T2 для одночастотной сети (SFN) РРЛ должна работать в **прозрачном режиме**, то есть ни один бит не может быть добавлен или удален даже в нулевых пакетах и добавочных вставках. В противном случае сеть не будет работать или будет выдавать ошибки.
- **Задержка** в передаче сигнала до передатчика в случае одночастотной сети должна быть минимальной, значительно меньше одной секунды. Иначе сеть не будет работать.
- В большинстве случаев вещательные РРЛ являются **однонаправленными**, поскольку нет необходимости в обратном канале.
- Наилучшим и наиболее распространенным **интерфейсом** для транспортного потока MPEG является **ASI**. Некоторое оборудование, подключенное к РРЛ, может иметь сетевой интерфейс, например, кодеры MPEG, мультиплексоры, модуляторы. В таком случае сетевой интерфейс может быть альтернативным требованием.

ВЕЩАТЕЛЬНЫЕ РРЛ

Этот тип РРЛ используется для доставки транспортных потоков и **основан на стандартах модуляции, разработанных специально для этих целей** (таких, как DVB-S2). Эти РРЛ обладают всеми характеристиками и свойствами, необходимыми для правильной доставки вещательных транспортных потоков MPEG. Среди них:

- **Фиксированная емкость**, требуемая для передачи одного или более транспортных потоков;
- **Эффективные и точные коды коррекции ошибок FEC** для обеспечения QEF (BER: 1×10^{-11});
- **Низкая задержка и прозрачный режим** для распределения транспортного потока в одночастотной сети;
- **Однонаправленный режим работы** (опция: двунаправленная конфигурация);
- Удобный входной/выходной **интерфейс ASI** (опция: сетевой интерфейс);
- **Гибкий выбор частот**, которые отвечают требованиям потребителя.

Вещательные РРЛ обладают гибкими установками символической скорости, схемы модуляции, кодовой скорости и коэффициента скругления, что позволяет исключительно эффективно использовать полосу частот в точном соответствии с требуемым качеством.



ОГРАНИЧЕНИЯ И АДАПТАЦИЯ РРЛ ДЛЯ ТЕЛЕФОНИИ / ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

- **Номинальная емкость линии** должна быть значительно выше, чем скорость транспортного потока из-за необходимости передавать дополнительные данные протоколов Ethernet или G703.
- Обычный для этих РРЛ **BER 1×10^{-6}** должен быть улучшен до **1×10^{-11}** за счет использования **дополнительной емкости** для коррекции FEC, или использования внешнего адаптера.
- Функции **адаптивного кодирования и модуляции** должны быть отключены.
- Использование РРЛ в **"прозрачном" режиме** требует наличия сетевых адаптеров (конвертеров интерфейсов).

- **Задержка линии** зависит от оперативных установок и реальных условий работы и должна быть проверена. Некоторые линии передачи данных при использовании минимальной емкости могут вносить значительную задержку. Строго рекомендуется, чтобы все используемое оборудование поддерживало протокол RTP (Real Time Protocol), самый быстрый протокол Ethernet для этого вида применения.
- РРЛ такого типа обычно являются **двунаправленными** и занимают двойную полосу частот.
- Такие РРЛ обычно имеют фиксированное распределение каналов и ограниченные варианты выбора ширины полосы.
- Типовым интерфейсом вещательного оборудования (кодеры MPEG, мультиплексоры, цифровые модуляторы) является ASI. Использование РРЛ для телефонии / передачи данных с интерфейсами G703 и Ethernet влечет дополнительные расходы из-за необходимости адаптировать - инкапсулировать - декапсулировать транспортный поток.

Требования	Вещательные РРЛ	РРЛ для телефонии / данных	Примечания
BER ($<1 \times 10^{-11}$ – QEF)	V	X	Для соответствия требуется дополнительная коррекция ошибок FEC
Прозрачный режим	V	?	Зависит от адаптеров сети
Задержка	V	?	См. текст статьи
Работа только в одном направлении	V	X	Невозможна
Интерфейс ASI	V	X	Только Ethernet или G703
Гибкость в выборе канала	V	X	Только фиксированные каналы
Эффективное использование спектра	V	X	См. текст статьи

ДРУГИЕ АСПЕКТЫ

В большинстве случаев линии связи для применения в вещании однонаправленные. Обратный канал малой емкости обычно используется для телеметрии. Лучшим решением для его организации является независимая сеть, например, GSM/UTMS/3G. При этом в случае неисправности РРЛ телеметрия продолжит работать.

Стандарты РРЛ для телефонии / передачи данных не определяют точные характеристики модуляции. Таким образом, **невозможно гарантировать совместимость** между различными производителями оборудования. Модулятор, изготовленный компанией "А", может не работать с демодулятором компании "В". Радиовещательные РРЛ подчиняются точным требованиям стандарта, что обеспечивает оператору независимость от производителя, использующего собственные алгоритмы модуляции.



РРЛ серии DML компании ABE Elettronica
Переносной модуль на треноге для мобильного применения

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, вещательные РПЛ, основанные на специально разработанных стандартах модуляции и использующие интерфейс ASI, гораздо больше подходят для передачи транспортных потоков MPEG и более эффективны по сравнению с РПЛ для телефонии / передачи данных.



РПЛ серии DML компании ABE Elettronica
Мультипоточковый модулятор DVB-S2 (DME5000) – IDU (модуль для внутренних помещений)

РПЛ для телефонии / данных имеет смысл использовать **в случае смешанного применения** (телефония / IP данные + вещание транспортного потока MPEG) с большим превалированием использования телефонии / IP данных. В этом случае должна быть зарезервирована соответствующая емкость для вещательного транспортного потока без возможности мультиплексора уменьшать ее в случае перегрузки сети.

© 2014 ABE Elettronica S.r.l. Роберто Валентин
март 2014

ЗАО "ЛЕГА Лтд", Санкт-Петербург
www.lega.ru