



Цифровые сети профессиональной мобильной радиосвязи Simulcast

Версия 2v2

Перевод ООО «МПТ-Сервис проект» г. Москва 2011 г.

Radio Activity S.r.l.

Head office: Via Ponte Nuovo 8 – 20128 Milano Italy - Registration CCIAA Milano N° 1728248 - P.I./C.F. 04135130963
Phone: +39.02.36514205 - FAX/Voicebox: +39.178.2242408 - email: radio.activity@fastwebnet.it - www.radioactivity-tlc.com

Содержание

Многосайтовые сети стандарта DMR Введение	4
Информация о компании Radio activity	4
Краткое описание стандарта DMR	4
Многосайтовые системы DMR – независимое вещание (Multicast) / синхронное вещание (Simulcast)	7
Многосайтовые Системы использующие отдельные частотные присвоения на каждом сайте	8
Многосайтовый режим с синхронным вещанием – Simulcast	9
Решения Simulcast - возможности расширения сети	11
Транкинговые радиосети Simulcast Фаза 3 (TIER3) (предварительная информация)	12
Проблемы построения аналоговых сетей Simulcast	13
Характеристики оборудования Simulcast компании Radio Activity	15
Модельный ряд базовых станций RA-XXX	15
Разнесенный прием	16
Операционная система LINUX	16
Встроенные решения сетевого протокола IP	17
Максимальная надежность и резервирование	17
Развитые механизмы удаленного управления	18
Разработано с учетом упрощения эксплуатационных процедур	18
Полный набор алгоритмов обработки сигналов/событий	19
Решения для систем национального масштаба	19
Диспетчерский центр.....	21
Базовые принципы построения систем Simulcast	24
Ключевые элементы системы	24
Вопросы использования радиочастотного спектра	25
Причины деградации качества связи в сетях Simulcast	27
Выводы	29
Решения Simulcast от Radio Activity	30
Введение	30
Встроенные алгоритмы обработки сигналов	31
Согласование работы базовых станций	31
Коррекция амплитудно-частотной характеристики.....	31
Двухрежимная система вотирования	32
Синхронизация.....	33

Первичные сети связи.....	36
Сети передачи данных использующие протокол IP.....	36
Узкополосные УКВ линии связи.....	38
Первичные сети связи комбинированной структуры	39
Конфигурация сети	41
Сети передачи данных использующие протокол IP	41
Описание базовых функций.....	41
Резервирование.....	42
Первичная сеть IP требования к полосе пропускания.....	43
Конфигурация базовых станций	48
Узкополосные УКВ линии связи	50
Периферийная базовая станция с оборудованием радиолинии УКВ	52
Конфигурирование периферийной базовой станции.....	53
Мастер-станция.....	54
Субмастер-станция.....	55
Дистанционное управление	58
Введение	58
Процедуры дистанционного управления	59
Программируемые параметры передатчика	60
Параметры передаваемые дистанционно	60
Приемопередатчик процедура самотестирования.....	61
Сигналы калибровки.....	61
Параметры линий доступные для дистанционного контроля	62
Программируемые параметры линий	62
Интерфейсы первичных сетей на базе протокола IP	63
Загрузка программного обеспечения	63
Соединения удаленного управления.....	64
Удаленное управление через первичную сеть IP.....	64
Удаленное управление через модем GSM или внешний модем сети ATC.....	65
Программное обеспечение для администрирования сети.....	66
Удаленная поддержка производителя оборудования	68
Соответствие международным руководящим документам	70

МНОГОСАЙТОВЫЕ СЕТИ СТАНДАРТА DMR ВВЕДЕНИЕ

ИНФОРМАЦИЯ О КОМПАНИИ RADIO ACTIVITY

Radio Activity молодая и динамично развивающаяся компания специализирующаяся на разработке и производстве электронных устройств для отрасли телекоммуникаций, в том числе оборудования для беспроводных сетей связи.

Коллектив инженеров компании имеет опыт работы более 20 лет, в том числе в штате известных вендоров. Области компетенции – радиотехнологии, цифровые сигнальные процессоры (DSP), сетевые устройства. Radio Activity разработана передовая технология для аналоговых и цифровых сетей профессионального мобильного радио (далее – ПМР) – Simulcast (синхронное вещание территориально распределенных передающих устройств с выбором, для ретрансляции, оптимального канала приема). Кроме того, разработан ряд продуктов для передачи данных и управления элементами инфраструктуры сетей связи.

Radio Activity поддерживает партнерские связи с наиболее компетентными компаниями из смежных областей. Исследования и разработки производятся собственными силами, включая тематику радиотрактов, DSP, сетевых устройств. Для разрешения отдельных сложных технических проблем создаются рабочие группы, куда могут привлекаться наиболее компетентные специалисты сторонних организаций. Такой подход позволяет наиболее качественно и оперативно выполнять работы и удовлетворять запросы организаций – заказчиков. В результате, создаваемые продукты являются оптимальными по построению. Продукты компании используют лучшие имеющиеся на рынке технологии, характеризуются высокой гибкостью и оптимальным соотношением цена/качество.

За несколько лет, **Radio Activity** поставлено более 1500 базовых станций для подразделений экстренного реагирования и неотложной помощи, таких как: пожарная охрана, полиция, дорожные службы, объекты железных дорог и т.п.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ СТАНДАРТА DMR

Стандарт Digital Mobile Radio (ETSI TS 102 361/2/3) разработан в соответствии с нормами и правилами ETSI, рабочей группой организованной из числа специалистов ведущих мировых производителей оборудования ПМР.

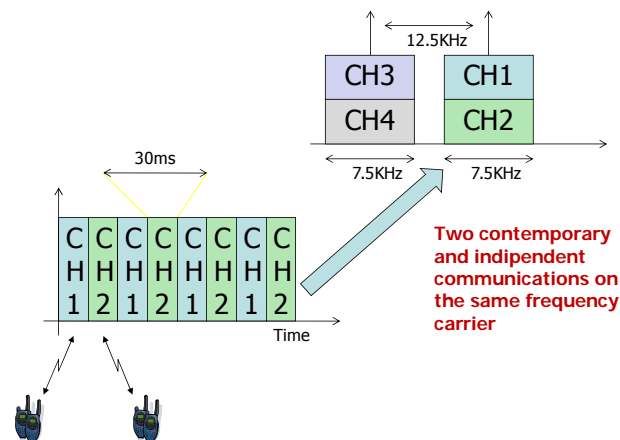
Digital Mobile Radio (далее – DMR) обеспечивает «дополнительный уровень услуг», для существующих аналоговых систем ПМР и, в то же время, создает предпосылки для эволюционного перехода от аналоговых методов передачи к цифровым. Функциональность аналоговых комплексов оборудования не снижается в период миграции. Системы DMR способны сосуществовать с действующими аналоговыми сетями на тех же радиочастотных каналах без ущерба функциональности той или другой системы.

Частотная модуляция предусматривает наличие огибающей сигнала с постоянной формой (в отличие от систем TETRA, сигнал в которых не обеспечивает постоянство формы огибающей). Передатчики DMR аналогичны по конструкции широко используемым аналоговым моделям, т.к. затратные решения по обеспечению высокой линейности усилительного тракта не требуются. Передатчики могут работать в режиме насыщения (ограничения), класса С, что в свою очередь, снижает потребляемую мощность. Для питания таких передатчиков возможно использование источников на основе солнечных батарей.

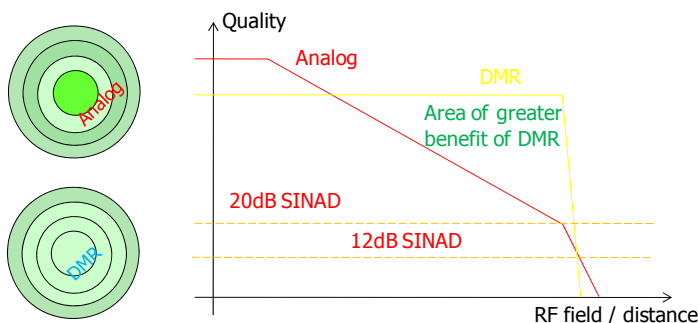
Стандарт DMR предусматривает как передачу голоса, так и передачу данных. Речевой сигнал оцифровывается, сжимается, формируется в пакеты. Пакеты передачи информации маркируются «голос» или «данные».

Каналы передачи голоса/данных представляют из себя два временных интервала. Используется технология временного разделения каналов TDMA (Time Division Multiple Access). Сформированный сигнал TDMA передается с использованием одной несущей частоты. Ширина радиочастотного канала (шаг сетки частот) составляет 12,5 КГц.

Сформированные информационные каналы полностью независимы один от другого, аналогично случаю двух независимых радиочастотных каналов аналоговой системы радиосвязи. Передатчик DMR активен только в период назначенного временного интервала.



Системы DMR могут использовать частотный ресурс выделенный для аналоговой сети. При этом обеспечивается работа и той и другой системы (разумеется поочередно). Спектральная эффективность сетей DMR составляет 1канал/6.25КГц, т.е. аналогично значению характерному для сетей TETRA и вдвое превышает спектральную эффективность сетей аналоговой радиосвязи.



Одно приемопередающее устройство позволяет организовать два информационных канала без использования комбайнерного оборудования. Таким образом, упрощается устройство антенно-

фидерного трака, снижается его стоимость и улучшаются энергетические характеристики передающего радиотракта. В режиме прямой связи терминалов доступен только один информационный канал. Это обусловлено тем, что для передачи сигналов двух информационных каналов требуется синхронизация устройств сети, которая обеспечивается только ретранслятором.

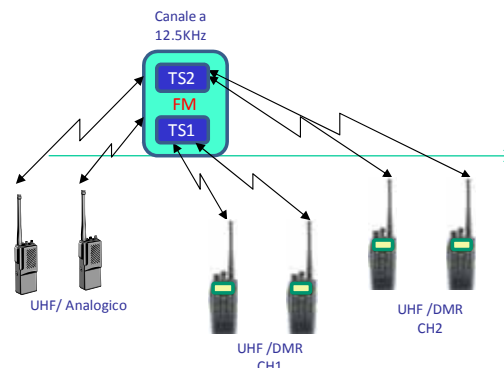
Чувствительность приемника в оборудовании DMR примерно эквивалентна аналоговому параметру аналоговых приемников, однако качество передачи речи остается стабильно высоким для всех значений уровня принимаемого сигнала. Зона радиопокрытия аналогична или несколько превышает зону радиопокрытия аналоговой системы радиосвязи с шагом сетки частот 12,5 КГц.

Терминалы DMR могут работать в режиме «открытого канала», как традиционные системы радиосвязи экстренных служб, однако доступны и групповой и индивидуальный вызовы. Селективные вызовы, групповой и индивидуальный, доступны только в цифровом режиме, между терминалами DMR. Кроме того, доступ терминалов DMR к ресурсам сети ограничивается

«цветовым кодом». Использование «цветового кода» аналогично использованию сигналов «подтональных частот» (сигнализация на частотах ниже 300 Гц – CTCSS, PL, DPL).

Базовые станции **Radio Activity** являются “**двухрежимными**” аналог/цифра с автоматическим переключением между режимами. Данное обстоятельство позволяет не превращать процесс миграции в единовременную, сложную в реализации процедуру. Существующие аналоговые терминалы могут использоваться в одной сети с новыми цифровыми и заменяться планомерно, по мере амортизации.

Когда канал связи занимается аналоговым терминалом, его слышат остальные аналоговые терминалы и терминалы DMR включенные в аналоговом режиме. Аналоговые терминалы должны использовать режим выключения шумоподавителя по наличию подтонального сигнала (сигнализация на частотах ниже 300 Гц – CTCSS, PL, DPL). В противном случае, при занятии канала терминалом DMR, аналоговые терминалы будут слышать шум.



Когда ретранслятор занимается терминалом DMR, используется или 1-ый или 2-ой временной интервал TDMA. Терминалы DMR могут вести переговоры. Аналоговые терминалы не участвуют в сеансе связи и не слышат шумов. Ретрансляторы автоматически определяют тип входящего сигнала аналоговый/цифровой и используют соответствующий режим ретрансляции.

Рекомендуется использовать терминалы DMR в режиме сканирования двух каналов. При этом один из каналов запрограммирован как аналоговый, а другой как цифровой. В этом случае, независимо от типа входящего вызова, терминал DMR будет слышать вызывающего корреспондента.

Терминалы DMR позволяют определять собственное местоположение на местности с использованием сигналов системы GPS. Ресурс радиосети позволяет передавать как речевой сигнал, так и данные позиционирования. Для обеспечения оптимального использования ресурсов сети радиосвязи рекомендуется выделять один временной интервал для передачи речи, а второй – для передачи данных позиционирования и связи с абонентами сети ATC (данная услуга используется эпизодически и не является основной).

Стандарт DMR предоставляет пользователям следующие сервисы:

- ∞ Индивидуальный вызов / групповой вызов / вызов «всех» / аварийный вызов.
- ∞ Более 16 миллионов индивидуальных идентификационных номеров.
- ∞ Более 16 миллионов групповых идентификационных номеров.
- ∞ Посылка/прием текстовых сообщений или потока данных для приложений телеметрии.
- ∞ Автоматическая посылка данных позиционирования.
- ∞ Подключение абонента к открытому сеансу связи (позднее вхождение).
- ∞ Идентификация абонентов при любых типах вызова и отдельных транзакциях.
- ∞ Засекречивание голоса и данных.
- ∞ И многое другое...

Для разделения ресурса одного канала, отдельным наборам терминалов может назначаться различный «цветовой код». Процедура использования цветового кода аналогична использованию подтональных сигналов в аналоговых радиосетях.

Оборудование Radio Activity успешно прошло процедуры тестирования совместимости с терминальным оборудованием Motorola Mototrbo™.

Для получения дополнительной информации о стандарте DMR мы рекомендуем обратиться к следующим источникам:

- ∞ Последние версии документации ETSI:
 - ETSI [TS 102 361-1: the DMR air interface protocol](#);
 - ETSI [TS 102 361-2: the DMR voice and generic services and facilities](#);
 - ETSI [TS 102 361-3: the DMR data protocol](#);
 - ETSI [TS 102 361-4: the DMR Trunking protocol](#);
 - ETSI [TR 102 398: DMR General System Design](#);
- ∞ Последние версии документации на сайте **Radio Activity**:
 - ENV1 - DMR overview;
 - ENB20 - DMR repeater;
 - ENB23 - DMR FAQs;
 - ENB26 - DMR vs TETRA comparison;
 - ENB29 - Alarm Messages;
 - ENB33 - Soft diversity reception;
- ∞ Информационные материалы на сайте [DMR Association](#).

МНОГОСАЙТОВЫЕ СИСТЕМЫ DMR – НЕЗАВИСИМОЕ ВЕЩАНИЕ (MULTICAST) / СИНХРОННОЕ ВЕЩАНИЕ (SIMULCAST)

Стандарт DMR является новым словом в отрасли ПМР. Стандарт является мощным инструментом обеспечивающим выполнение важнейших требований пользователей: цифровое засекречивание, хорошее и постоянное по всей зоне покрытия качество передачи речи, надежный транспорт данных, GPS позиционирование без использования ресурсов выделенных для передачи речи, передача текстовых сообщений, телеметрия, наличие двух независимых информационных каналов в полосе частот 12,5 КГц (6,25 КГц/канал), плавная миграция от аналоговых систем к цифровым, низкое энергопотребление и т.д.

Оборудование стандарта DMR способно предоставить весь набор услуг присущих цифровым радиосетям при затратах на строительство инфраструктуры практически аналогичным затратам на создание аналоговой инфраструктуры. Преимущества стандарта DMR могут быть частично утрачены если требуемая зона радиопокрытия системы превышает территорию обслуживаемую одним ретранслятором. Необходимо понимать ряд «ключевых моментов» для построения действительно эффективных, надежных систем, удобных для пользователей.

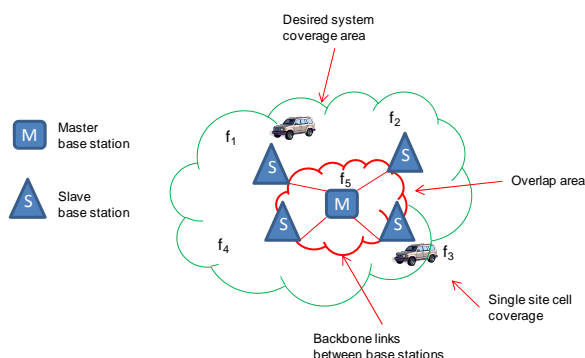
Использование многосайтовых систем позволяет пользователю оставаться «на связи» при нахождении терминала в зоне действия любого ретранслятора системы. В мультисайтовых системах ретрансляторы соединены между собой посредством каналов первичной сети связи. Сигнал от абонента принятый одним из ретрансляторов может быть ретранслирован всеми передатчиками многосайтовой сети.

На сегодняшний день (2010) ни один из производителей оборудования не предлагает поставку транкинговой инфраструктуры стандарта DMR соответствующей требованиям стандарта ETSI. Доступными к реализации решениями по обеспечению широкой зоны радиопокрытия являются multicast или simulcast.

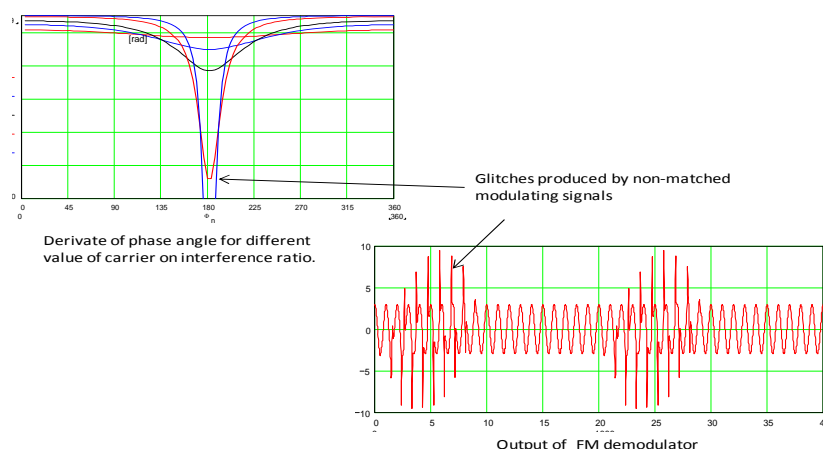
Для получения дополнительной информации о многосайтовых решениях для стандарта DMR мы рекомендуем ознакомиться со следующими документами:

- ∞ Последние версии документации на сайте **Radio Activity**:
 - ENB25 – DMR multisite sys design;
 - ENV2 - TCP-IP simulcast.

МНОГОСАЙТОВЫЕ СИСТЕМЫ ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ОТДЕЛЬНЫЕ ЧАСТОТНЫЕ ПРИСВОЕНИЯ НА КАЖДОМ САЙТЕ



В режиме multicast географически разнесенные ретрансляторы используют различные частотные присвоения. Используемые цветовые коды могут быть как одинаковыми, так и различными. Не рекомендуется использование идентичных радиочастот для ретрансляторов зоны радиопокрытия которых перекрываются. Это может приводить к взаимным помехам – см. следующий рисунок.

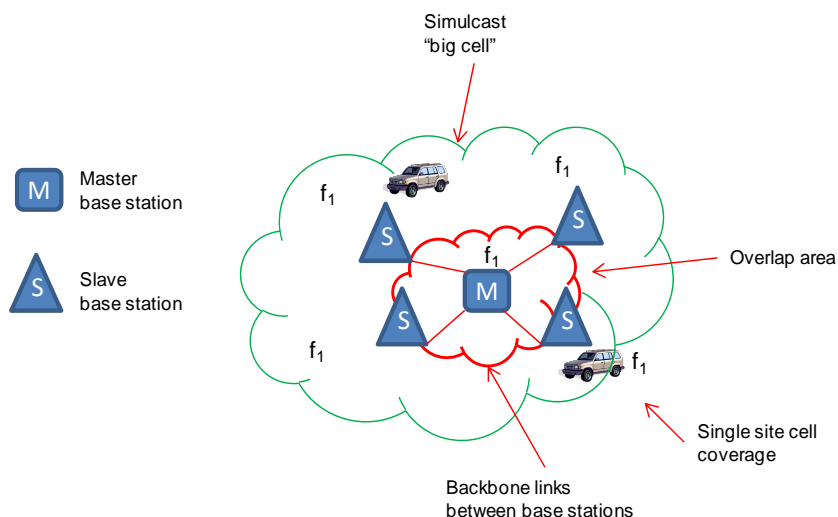


Основными проблемами, для сетей не использующих транкинговый режим, являются обеспечение хендвера (процедура переключения от ретранслятора к ретранслятору) и роуминга (поиска оптимального ретранслятора). В классическом виде, данные функции не реализуются в сетях DMR фазы 2 (tier II). Данные сети не являются транкинговыми. Для поиска оптимальной «домашней» базовой станции (ретранслятора) используется режим сканирования. Во время сканирования и регистрации терминал недоступен для обслуживания (до нескольких минут). Данное обстоятельство неприемлемо в условиях города, где смена ретрансляторов может происходить очень часто.

МНОГОСАЙТОВЫЙ РЕЖИМ С СИНХРОННЫМ ВЕЩАНИЕМ – SIMULCAST

Эффективное и надежное решение, которое снимает ограничения по созданию единой масштабной зоны радиопокрытия - это использование одинаковых частотных присвоений на всех ретрансляторах системы. В таком случае, время поиска базовой станции снижается до нуля. Режим Simulcast обеспечивает переход из зоны действия одного ретранслятора к зоне соседнего без переключения, в том числе и в течение сеанса связи.

Сети Simulcast высокоэффективное организационно-техническое решение. В сетях Simulcast все ретрансляторы передают на одной частоте и синхронно. Для достижения такого результата необходимо выполнить ряд алгоритмов по обеспечению согласованной передачи сигналов отдельных базовых станций.



Основные преимущества:

- ∞ Режим сканирования не используется.
- ∞ Автоматический роуминг и хендвер => Просто в использовании, короткое время установления соединения.
- ∞ Функционирование как «один большой ретранслятор» => автоматизированное соединение в конференцию пользователей во всей зоне действия.
- ∞ Все базовые станции соединены напрямую, через инфраструктуру сети передачи данных => используется единая интегрированная первичная сеть связи.
- ∞ Один радиочастотный канал для всей радиосети => переключение каналов при смене местоположения не требуется.
- ∞ Максимальная спектральная эффективность, вследствие использования механизма повтора радиочастот на всех базовых станциях сети радиосвязи.

Решение Simulcast является наилучшим для использования в чрезвычайной ситуации. Используется быстрый и простой механизм работы на «открытом канале»:

- ∞ Весь персонал, вовлеченный в работы по разрешению чрезвычайной ситуации, слышит все переговоры, таким образом, полностью информирован об оперативной обстановке.

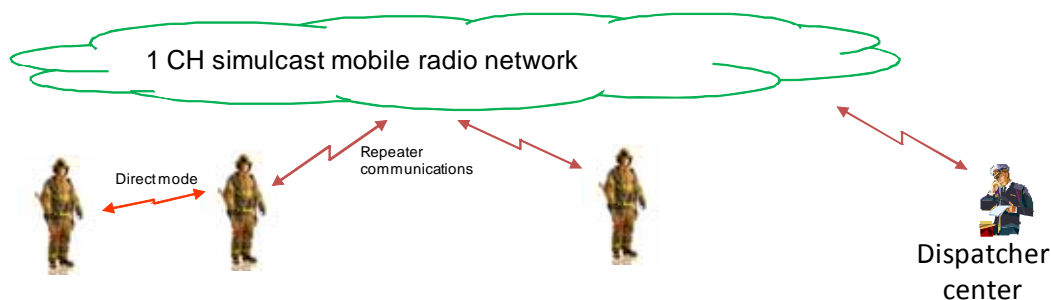
- ∞ Управление доступом к услугам сети абсолютно идентично по функциональности и эффективности в сравнении с возможностями предоставляемыми сетями транкинговой связи (за исключением канальной емкости сети).

Зона действия сети Simulcast может быть легко расширена простым добавлением базовых станций. Новые базовые станции подключаются к сети, используя только административные и технические мероприятия на объектах инфраструктуры. Не требуются трудоемкие и длительные работы по изменению конфигурации терминалов.

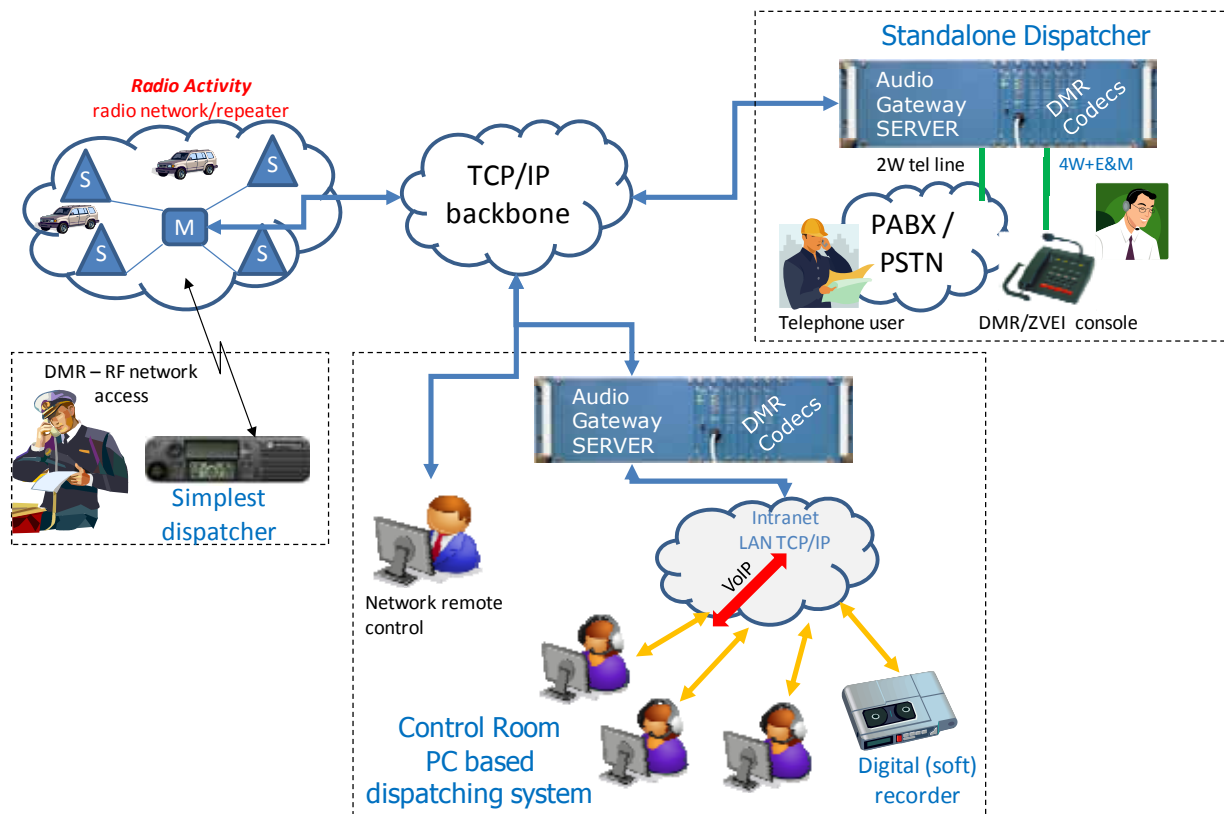
Сети Simulcast не требуют использования режима сканирования и обеспечивают роуминг и хендовер «по умолчанию». Сокращаются затраты на обслуживание частотных присвоений.

Типы вызовов в радиосети (индивидуальные и групповые):

- ∞ Терминал – терминал, без использования инфраструктуры (на ограниченных дистанциях). Как правило, используется режим «обхода ретранслятора». Используется одна симплексная радиочастота, та же, что и частота передачи ретранслятора. Таким образом, пользователь слышит вызов и на прямом канале и вызов от ретранслятора.
- ∞ Терминал – терминал в режиме ретрансляции (на значительных дистанциях). Терминал использует один номинал радиочастоты для передачи и второй номинал для приема (режим полудуплекс). Работа инфраструктуры сети обеспечивается в режиме «один большой ретранслятор».
- ∞ Терминал – рабочее место диспетчера в режиме с ретрансляцией. Используется режим полудуплекса, как и в предыдущем примере. Диспетчер имеет приоритет в использовании ресурсов сети. Все переговоры от терминалов и от диспетчера слышны всем абонентам сети.
- ∞ Терминал – рабочее место диспетчера в режиме индивидуальной связи. Связь обеспечивается так же как и в предыдущем примере, однако переговоры недоступны для прослушивания другим абонентам сети.
- ∞ Терминал – абонент сети АТС в групповом или индивидуальном режиме. Вызов может быть инициирован от абонента радиосети или от абонента сети АТС. Необходимо использование дополнительного оборудования – шлюза RA-TI-XX.



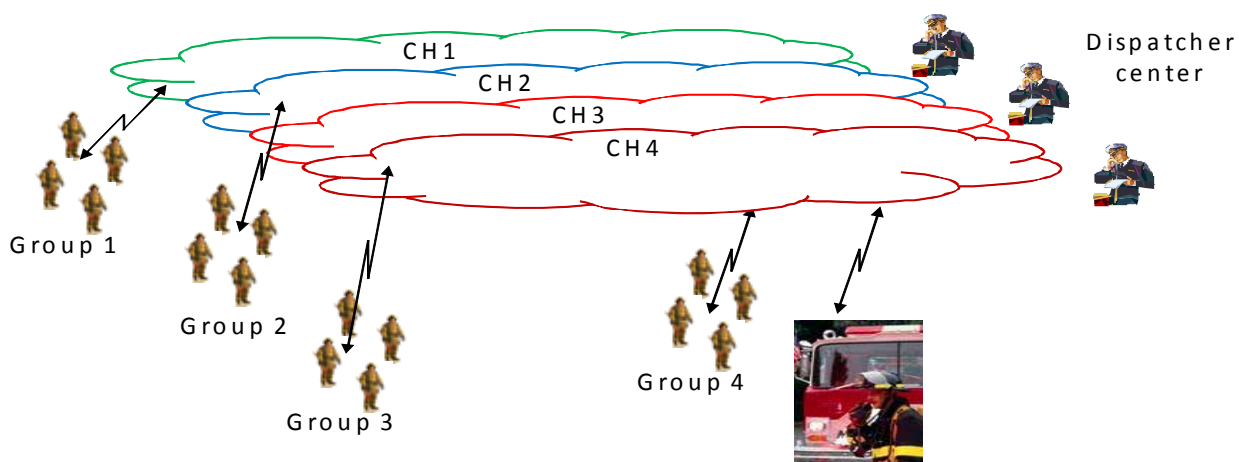
Как правило, радиосеть управляется из единого диспетчерского центра. В диспетчерском центре сосредотачиваются все линии связи соответствующего предприятия или организации. Рабочее место диспетчера может быть подключено к инфраструктуре сети радиосвязи напрямую, через соответствующий голосовой шлюз. Кроме того, может быть использовано подключение через стационарную радиостанцию. Доступны различные варианты технической реализации, в зависимости от доступности сетевой инфраструктуры первичной сети связи, потребностей пользователя и стоимости решения. Следующий рисунок поясняет различные возможные варианты конфигурации.



РЕШЕНИЯ SIMULCAST - ВОЗМОЖНОСТИ РАСШИРЕНИЯ СЕТИ

Каждый информационный канал системы независим от другого. Информация одного информационного канала может быть передана на другой канал только посредством коммутации на уровне Центра управления системой.

Система с количеством каналов N легко обеспечивает потребности N отдельных сетей Simulcast. Информационный канал может потребовать использования пары радиочастот (аналоговый режим) или 1/2 пары радиочастот (DMR). Следующий рисунок поясняет данное положение:



Каждая группа пользователей ведет переговоры на выделенном канале. На каждом канале может работать и более одной группы пользователей, как правило, с близкими оперативными задачами.

Добавление информационных Simulcast каналов может производиться без внесения изменений в работу существующих систем и без перерывов в обслуживании (необходимо предусматривать соответствующие изменения в конструкции антенно-комбайнерного оборудования).

Ограничения на количество радиоканалов накладываются только конструкцией антенно-комбайнерного оборудования.

Зона радиопокрытия каждой системы Simulcast может быть легко расширена путем добавления базовых станций. Базовые станции Simulcast могут быть интегрированы в состав действующей сети посредством нескольких операций производимых на уровне базового оборудования. Никаких изменений режимов работы терминалов не требуется.

ТРАНКИНГОВЫЕ РАДИОСЕТИ SIMULCAST ФАЗА 3 (TIER3) (ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ)

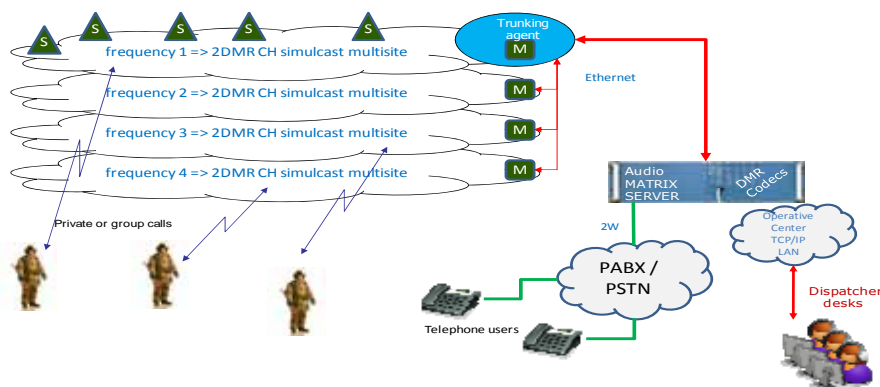
Данное решение позволяет использовать все ресурсы системы по технологии многостанционного доступа с динамическим распределением ресурсов. В системе назначается «Мастер-станция» функционирующая как центр управления системой.

Терминалы DMR Tier3 будут выбирать доступный информационный канал автоматически и получать доступ к услуге (например, групповому или индивидуальному вызову) за доли секунды.

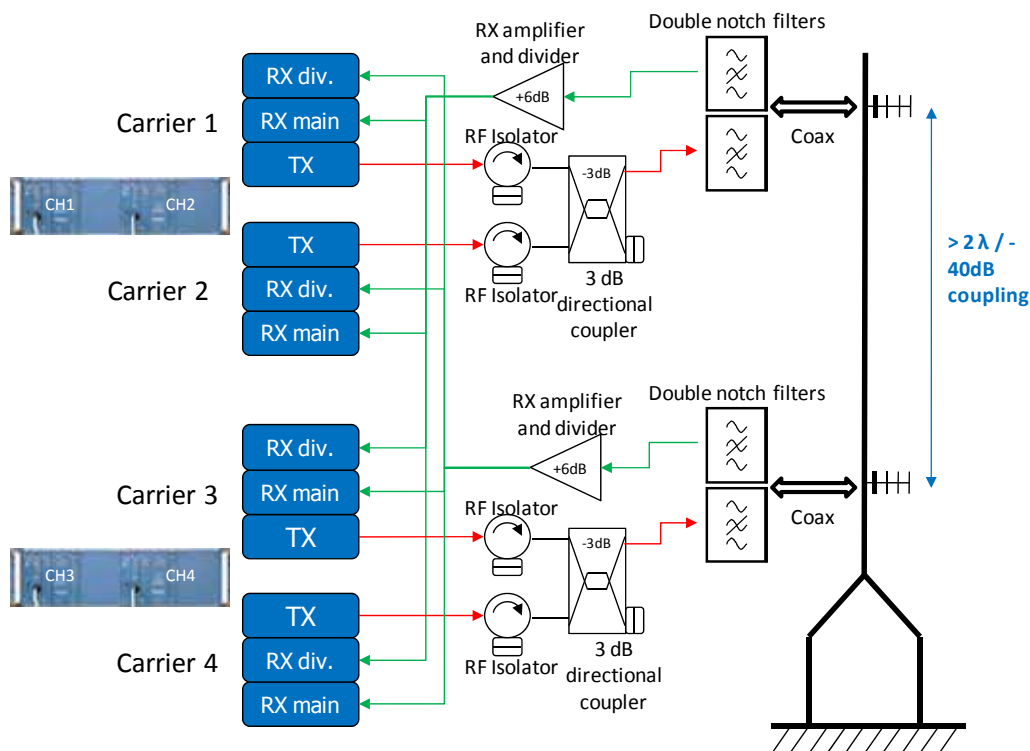
Использование в транкинговой инфраструктуре режима Simulcast упрощает процедуры хендвера и роуминга на всей территории радиопокрытия. Процедура хендвера доступна и в процессе ведения сеанса связи. Использование механизма вотирования (выбора наилучшего канала приема) обеспечивает преимущества эквивалентные технике разнесенного приема с макро разносом приемных антенн: выбор наилучшего принимаемого сигнала производится для каждого отдельно принятого пакета данных.

Функциональность системы практически идентична случаю использования транкинговой инфраструктуры с отдельными наборами радиочастот для каждой из базовых станций. Это объясняется тем, что основным режимом работы в транкинговой сети является обеспечение связи для групп пользователей. При групповой связи задействованы ресурсы каналов передачи трафика каждой базовой станции, как в режиме Simulcast, так и в случае классической транкинговой сети.

Сети Simulcast обеспечивают наивысшую степень эффективности использования частотного ресурса. Такие решения являются уникальными для случаев построения транкинговых сетей рассчитанных для работы в условиях высокой загрузки.



Благодаря использованию технологии TDMA, конструктивное исполнение системы очень компактно. Следующий рисунок иллюстрирует пример состава базового оборудования для 8-ми канальной системы (4 несущих частоты) с использованием оборудования разнесенного приема. Все оборудование базовой станции может быть смонтировано в шкафу высотой 20 U (ретрансляторы используют всего 6U).



Radio Activity проводит мероприятия по разработке данного технологического решения (2011). Для получения дополнительной информации просим обращаться с запросом.

ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ АНАЛОГОВЫХ СЕТЕЙ SIMULCAST

Сети Simulcast не получили широкого распространения в мире, в связи с трудностями в настройке согласованной работы базовых станций. Отдельные системные интеграторы пытались строить сети Simulcast на основе аналоговых ретрансляторов, с добавлением систем синхронизации и линий задержки (аналоговых). В результате, создавались сети крайне сложные в настройке, часто работающие не вполне корректно, что, в свою очередь, приводило к разочарованию пользователей.

В Италии, как и в других странах, особенности рельефа и другие факторы побуждали разработчиков и системных интеграторов к поиску оптимальных технических решений для построения сетей Simulcast. Революция в области построения сетей Simulcast произошла в 90-х годах, благодаря внедрению цифровых процессоров обработки сигналов (DSP) в оборудование аналоговой радиосвязи. Результаты были настолько удачны, что большинство сетей PMP в Италии являются именно сетями Simulcast!

Последнее слово техники это цифровые сети Simulcast. Компания **Radio Activity** начала свою деятельность с разработки аналоговых решений. В последующем, на основе полученного опыта работы с оборудованием DSP были разработаны решения для реализации протокола DMR. Все наши разработки были посвящены оптимизации функциональных характеристик и

оборудования для цифровых сетей Simulcast. Совершенные алгоритмы точной синхронизации (по времени и по частоте), автоматическая подстройка времени задержки позволили добиться синхронизации передатчиков с точностью до бита. Алгоритмы обработки сигналов посредством DSP включают систему вотирования реального времени и реализуют функции сетевого контроля и управления.

Цифровые системы передачи имеют ряд преимуществ в сравнении с аналоговыми, например механизмы исправления битовых ошибок (forward error correction) и адаптивная фильтрация. Данные функции снижают коэффициент битовых ошибок и значительно повышают качественные показатели трактов передачи речи или данных для перекрывающихся зон радиопокрытия соседних базовых станций.

Выбор режима работы базовой станции аналоговый / цифровой производится автоматически, в зависимости от принимаемого сигнала. Варианты конфигурации базовых станций позволяют использовать, в качестве первичной сети связи различные типы соединений: сети IP, (в т.ч. беспроводные) первичные цифровые тракты E1/T1, физические медные линии, узкополосные каналы радиосвязи и их комбинации.

Все необходимые функции (синхронизация, вотирование, VoIP, удаленное управление, конфигурация, управление вызовами и т. д.) интегрированы в оборудование базовой станции и не требуют дорогостоящих и громоздких решений с использованием нескольких отдельных единиц оборудования.

Системы Simulcast компании **Radio Activity** являются системами «включи и работай» (“plug and play”) разработанными для пользователей систем ПМР.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ SIMULCAST КОМПАНИИ RADIO ACTIVITY

МОДЕЛЬНЫЙ РЯД БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ RA-XXX

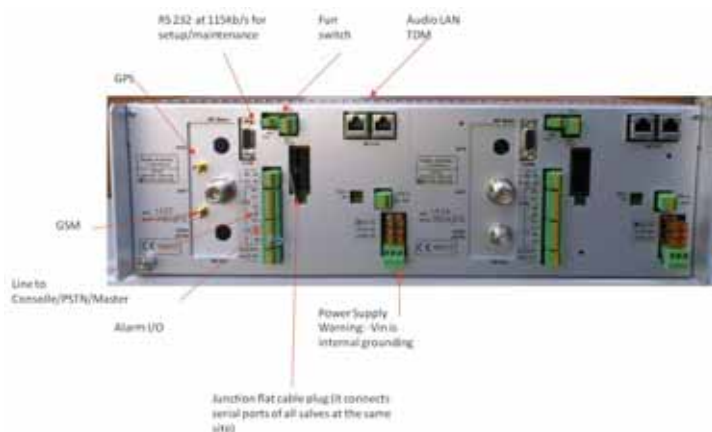


Системы Simulcast компании **Radio Activity** основаны на базовых станциях модельного ряда RA-XXX. Системы используют современные технические решения в части построения радиотрактов, интегрированные передовые алгоритмы цифровой обработки

сигналов. Базовые станции RA-XXX разработаны исходя из требований по обеспечению простоты конструкции, гибкости в выборе конфигурации, минимизации энергопотребления, высокой надежности и доступной цены. Базовые станции изначально проектировались как цифровые и обеспечивающие работу в режиме Simulcast. Серьезные инвестиции были вложены в разработку оборудования, создание механизма непрерывного совершенствования, как собственно оборудования, так и программного обеспечения. Системы широко используются на практике (более 1500 инсталляций в Италии и за рубежом), что гарантирует **высочайшее качество и надежность**. Наиболее важные параметры устанавливаются автоматически. Данное обстоятельство кардинально упрощает настроечные процедуры. Требуется всего несколько манипуляций производимых оператором, для настройки системы.

Оборудование имеет модульную конструкцию. Предусматривается всего 5 различных типов модулей (PSM, TX, RX, DSP, I/O), что позволяет строить сети любой конфигурации, комбинируя ограниченный набор «строительных элементов» (блоков) и используя различные установки их параметров. Конструктив базовой станции имеет **очень компактные размеры**, что позволяет разместить два ретранслятора и комбайнерное оборудование в стандартной упаковке 19"/3U. Энергопотребление базовой станции RA-XX имеет минимальное значение, в сравнении с другими аналогичными устройствами.

Благодаря **цифровым методам обработки сигнала** обеспечено точное выравнивание времени задержки, абсолютного и группового. Использование интегрированного **приемника GPS** позволяет автоматически подстраивать фазу и амплитуду сигналов (цифровых и аналоговых), даже в условиях наличия вариаций времени задержки в каналах первичной сети. Новый алгоритм, разработанный нашей компанией, позволяет автоматически подстраивать характеристики линий передачи даже в туннелях или других территориях, где сигналы GPS недоступны.



Интегрированный модем **GSM/GPRS** позволяет организовать резервный канал в случае пропадания связи по основному каналу первичной сети связи.

РАЗНЕСЕННЫЙ ПРИЕМ

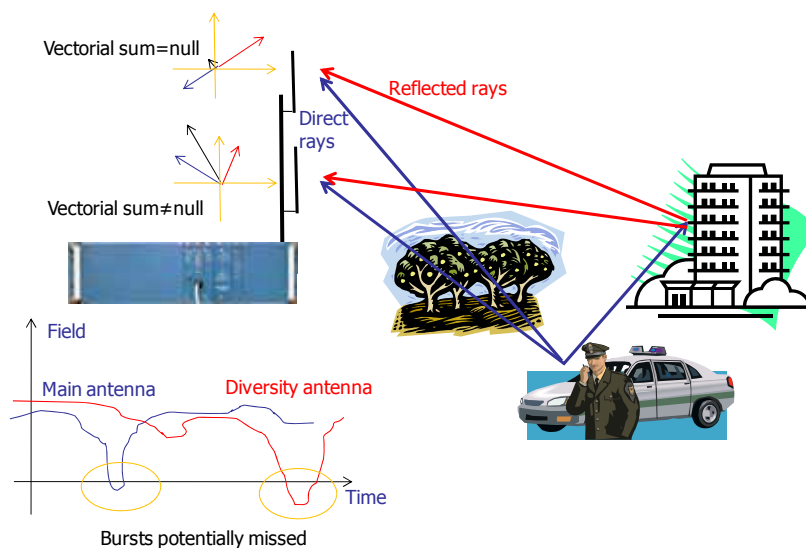
Приемопередатчики базовой станции разработаны на основе технологии программно формируемого радиотракта. Процедуры модуляции и демодуляции выполняются средствами цифровых процессоров обработки сигналов. Электрические характеристики радиотракта являются одними из лучших в сравнении с характеристиками других подобных продуктов и полностью удовлетворяют требованиям национальных и международных стандартов.

Благодаря использованию программно формируемого радиотракта приемник обеспечивает использование технологии разнесенного приема. Данный метод значительно улучшает характеристики любой цифровой системы радиосвязи. Данный метод использует векторную обработку входного сигнала. Метод обеспечивает следующие возможности и преимущества:

- ∞ Повышение чувствительности более чем на 3 дБ.
- ∞ Минимизирует влияние замираний вызванных многолучевостью распространения.
- ∞ Устраняет длительные перерывы связи в цифровом режиме.
- ∞ Уменьшает эффект падения чувствительности для ретрансляторов размещаемых на большой высоте.
- ∞ Значительно увеличивает зону уверенного приема ретранслятора.

Метод разнесенного приема одинаково успешно функционирует как в цифровом, так и в аналоговом режимах. Для случая аналоговой модуляции данная технология имеет ощутимое, но не определяющее значение. В случае использования цифровой передачи, использование технологии разнесенного приема становится важнейшим требованием. Использование технологии разнесенного приема стало практически стандартом для цифровых систем радиосвязи (TETRA, GSM, GPRS, и т. п.).

Реализация алгоритма работы базовой станции программными средствами обеспечивает значительную гибкость системы, возможность использования оборудования и в аналоговом, и в цифровом режимах, в системах передачи данных, в реализации функций синхронизации и дистанционного обновления программного обеспечения. Данное обстоятельство помогает **сохранять инвестиции**, потому что новые сервисы и функциональные возможности могут быть добавлены посредством замены только программного обеспечения и в любое удобное время.



ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА LINUX

Функции управления и контроля базовых станций RA-XXX реализуются встроенным компьютером. Компьютер управляет процедурами связи внешнего оборудования и оборудования радиотракта базовой станции. Используется открытая операционная система

LINUX в «полной версии». Программное обеспечение обеспечивает локальное и удаленное управление базовой станцией. Используемая операционная система позволяет управлять устройствами на физическом уровне с обеспечением «стабильности» работы недостижимой при использовании Windows или других «закрытых» операционных систем. Интеграция в состав базовой станции полнофункционального компьютера обеспечила простоту разработки различных приложений для обработки голоса, данных и целей управления.

ВСТРОЕННЫЕ РЕШЕНИЯ СЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА IP

Использование LINUX в «полной» версии обеспечивает высокую степень гибкости и является наилучшим решением для внедрения приложений использующих протокол IP. Благодаря операционной системе LINUX, RA-XXX является «по своей природе» сетевым устройством IP. Решение обеспечивает высокую эффективность использования в территориально распределенных системах. Основной интерфейс контроля и управления в базовых станциях RA-XX это IP Ethernet, наиболее распространенный и экономически доступный в телекоммуникационном мире. Базовая станция RA-XXX в сети IP представлена как устройство с одним сетевым адресом и несколькими доступными номерами портов IP. Благодаря используемой архитектуре, полоса пропускания первичной сети связи, требуемая для работы устройства минимизирована. В отличие от варианта использования первичных цифровых трактов (E1 G703) не требуется выделения постоянной пропускной способности первичной сети связи. Каждая базовая станция передает информационные пакеты только в случае наличия информации предназначенной для передачи. При отсутствии переговоров в сети, базовые станции используют для целей служебного обмена пропускную способность первичной сети связи не более 1 Кб/с. В системе радиосвязи несколько базовых станций могут одновременно передавать или принимать информационный сигнал, таким образом, в сравнении с вариантом использования первичных цифровых трактов, требуется всего лишь незначительная часть пропускной способности первичной сети связи.

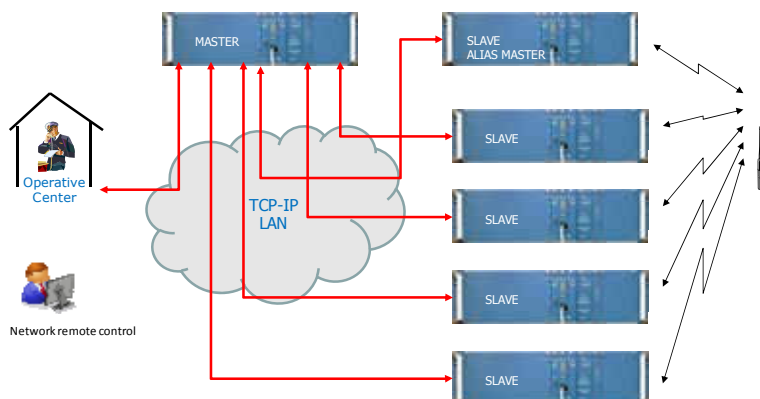


Базовая станция оснащается интерфейсом LAN Ethernet 10BT/100TX (auto MDI/MDI-X) разъем RJ45 или, опционально, Ethernet 100FX с разъемом для подключения оптического кабеля типа SC-SC.

МАКСИМАЛЬНАЯ НАДЕЖНОСТЬ И РЕЗЕРВИРОВАНИЕ

Благодаря использованию LINUX, рассматриваемая система разработана с учетом автоматического реагирования на сбой в работе. В зависимости от типа ошибки, автоматически включается резервная конфигурация оборудования. Данное решение обеспечивает не единовременный отказ в обслуживании, но работу с частичной (минимальной) утратой функциональности.

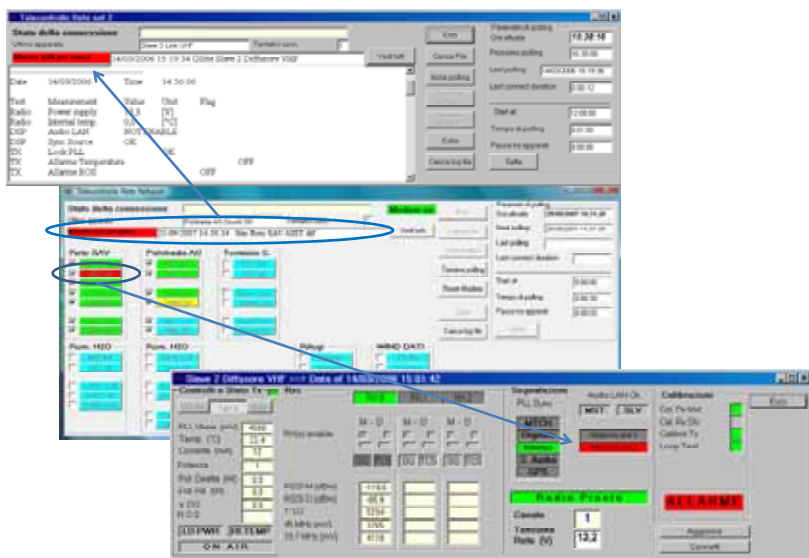
Система предусматривает резервирование базовой «Мастер-станции» путем передачи ее функций резервной базовой станции (Alias Master).



Базовая станция "Alias Master" работает как периферийная (Slave), до тех пор, пока в сети IP доступна главная базовая станция (Main Master). Если главная станция становится недоступна, остальные базовые станции сети регистрируются на "Alias Master", что автоматически восстанавливает функциональность сети. Реакция сети радиосвязи на возможные неисправности зависит от характера неисправности, например: выбор альтернативного маршрута передачи в первичной сети, формирование автономных сетей, включение режима одиночного ретранслятора, снижение потребляемой мощности в условиях повышения температуры.

РАЗВИТЫЕ МЕХАНИЗМЫ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Развитые механизмы удаленного управления обеспечивают полный контроль и управление работой, как отдельных базовых станций, так и всей инфраструктурой сети радиосвязи. Предусмотрен значительный объем операций удаленного управления. Все операции инициализации (в том числе инструменты работы с программным обеспечением!) доступны

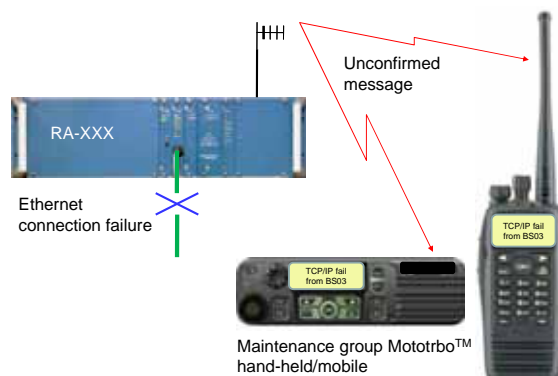


дистанционно. В дополнение к классическим функциям систем удаленного управления, таким как: смена параметров радиотракта, диагностика, установка шлейфов в радиотракте и в тракте низкочастотного сигнала, контроль температуры, влажности и т. д., обеспечивается возможность **дистанционной актуализации программного обеспечения** (для операционной системы, приложений LINUX, приложений DSP, приложений отдельных контроллеров, параметров сети IP, пользовательских установок). В системе может быть использовано

несколько различных типов внешних соединений (Ethernet IP, последовательный порт V.24, встроенный GSM/GPRS модем, внешний модем, канал радиосвязи DMR ...) с взаимным резервированием. Используя дистанционное управление, вы можете, в течение минут, сменить конфигурацию сети, выделить подсеть уровня отдельного региона, сменить рабочий канал. Возможности дистанционного управления упрощают и ускоряют процедуры запуска сети в эксплуатацию и ее сервисное обслуживание.

РАЗРАБОТАНО С УЧЕТОМ УПРОЩЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРОЦЕДУР

Отдельные события, изменения состояния оборудования, внешние сигналы могут быть определены как аварийные. Состав аварийных сигналов и критерии их возникновения определяются программно. При наступлении такого события, **автоматически иницируется заранее определенное текстовое сообщение DMR**. Данная новая функция весьма полезна. Она позволяет отдельному пользователю или группе пользователей получать сообщения о событиях в



системе. Таким образом, постоянное наблюдение за сообщениями системы мониторинга не требуется. События обрабатываются в реальном масштабе времени, даже если оператор занят.

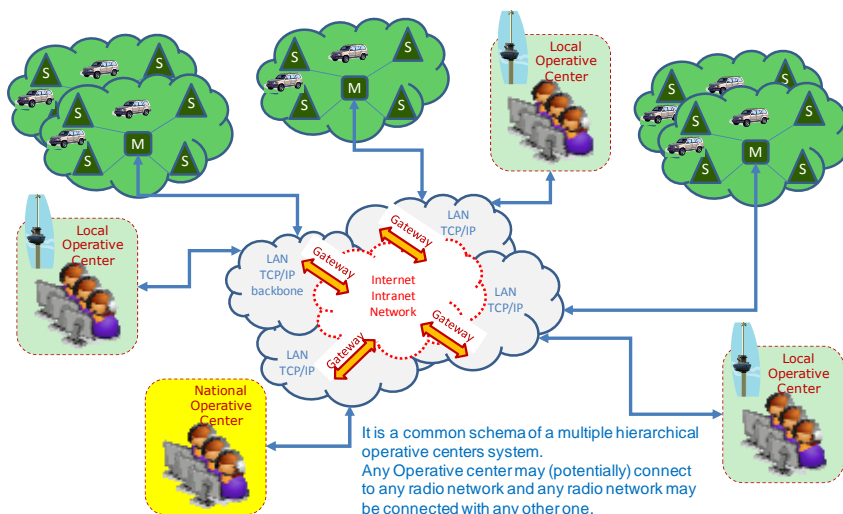
ПОЛНЫЙ НАБОР АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ/СОБЫТИЙ

Системы Simulcast компании **Radio Activity** реализуют весь набор необходимых алгоритмов (синхронизация, вотивирование, коррекция амплитудно-частотной характеристики передача сигнализации...) для обеспечения корректной работы при любой топологии системы и любого набора каналов первичной сети связи (IP, SDH/PHD оптические линии, радиорелейные линии, XDSL модемы, физические линии, узкополосные радиотракты УКВ...). Базовые станции могут использовать различные механизмы синхронизации (GPS, ОСХО, корреляция цифровых сигналов, надтональная сигнализация в каналах тональной частоты, цифровой поток, внешние источники), с автоматическим резервированием схемы синхронизации. Точность установки времени и синхронизации, совершенные механизмы коррекции амплитудно-частотной характеристики обеспечивают оптимальную функциональность систем в условиях взаимного наложения зон радиопокрытия базовых станций.

Для получения детальной технической информации о характеристиках базовых станций линейки RA-XXX компании **Radio Activity** ознакомьтесь с соответствующей документацией.

РЕШЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ НАЦИОНАЛЬНОГО МАСШТАБА

Системы Simulcast компании **Radio Activity** позволяют создавать целый ряд приложений для диспетчерских центров управления. Использование первичной сети связи на основе IP для передачи речи и данных создает стандартную платформу для построения сетей различного масштаба, от единственного рабочего места диспетчера,

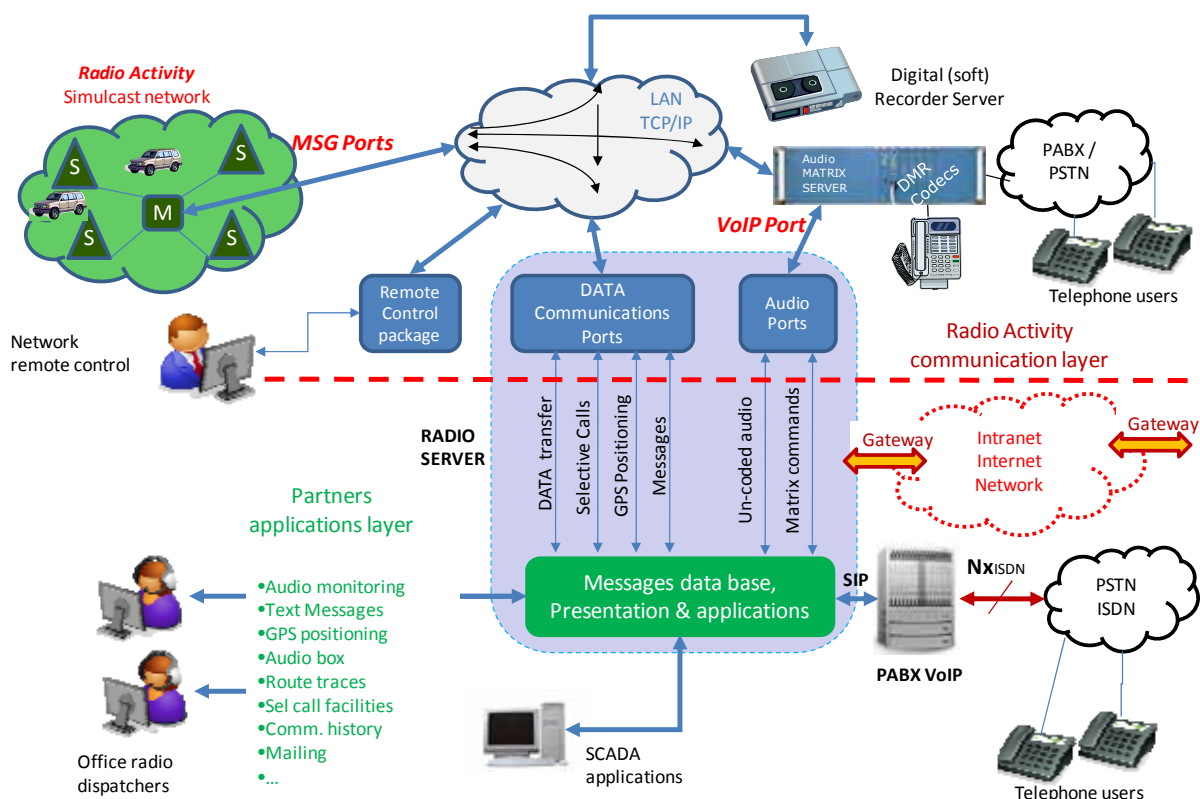


до системы центров управления национального уровня. Упрощенная схема (см. справа) иллюстрирует общие подходы к построению сетей крупного масштаба. Радиосеть способна обслуживать отдельный город, район или регион. Каждый из центров диспетчерского управления может осуществлять свои функции в масштабах одной

радиосети или нескольких таких сетей. Функции первичной сети связи выполняются сетью IP построенной на основе использования стандартных устройств. Используя общепринятую архитектуру клиент/сервер, возможно обеспечить управление радиосетью из одного или нескольких центров диспетчерского управления. Конфигурация системы управления может быть сформирована заново в течение секунд, в зависимости от расписания работы, или при изменении оперативной обстановки, например в период чрезвычайной ситуации.

Компания **Radio Activity** разработала аудиошлюз RA-TI-XX. Данное устройство может использоваться как телефонный интерфейс отдельного ретранслятора DMR. Кроме того, устройство позволяет конвертировать речевой сигнал в формат ИКМ (импульсно-кодированная модуляция). Данный формат является общепринятым и может обрабатываться различными

приложениями компьютерной телефонии. **Radio Activity** предоставляет описание протокола своим партнерам, для разработки последними собственного набора приложений. Порядок взаимодействия между программным обеспечением Radio Activity и программным обеспечением других производителей (партнеров) представлен на рисунке.



Порты передачи данных могут использоваться для передачи текстовых сообщений, управления селективными вызовами, обмена данными позиционирования и других сервисов.

Телефонный интерфейс RA-TI-XX подключается к единственному порту IP. Как правило, это адрес Мастер-станции. В случае недоступности Мастер-станции, интерфейс автоматически меняет адрес подключения на адрес "Alias Master". Такая конфигурация обеспечивает непрерывность обслуживания вызовов от (в) сеть АТС.

Телефонный интерфейс может выполнять следующие три функции: интерфейс связи с сетью АТС, Аналоговая диспетчерская консоль, Диспетчерская консоль с интерфейсом IP.

Характеристики интерфейса с сетью АТС:

- ∞ Полнодуплексное соединение с компенсацией задержек и других погрешностей вносимых цепями VOX (голосовое управление направлением передачи).
- ∞ Прямое соединение с ретранслятором по IP.
- ∞ Управление вызовами DMR (индивидуальные, групповые, вещательные).
- ∞ Набор номера пользователя или группы в сети DMR посредством DTMF.
- ∞ Программируемый детектор отбоя телефонной линии, удовлетворяющий требованиям большинства стандартов сигнализации.
- ∞ Приоритет в установлении соединений сигнализации принимаемой от радиотракта.
- ∞ Обработка аварийных вызовов.

- ∞ Регистрация переговоров, запись речевых сообщений, формирование отчетов.
- ∞ Обработка текстовых сообщений, электронной почты и сообщений позиционирования через выделенные порты IP.

Аналоговая диспетчерская консоль:

Устройство RA-TI-XX обеспечивает автоматическое перекодирование сигнализации используемой в аналоговой сети радиосвязи (ZVEI/CCIR) в сообщения сигнализации протокола DMR MOTOTRBO™. Такая аналоговая консоль может быть легко использована в DMR, что сохраняет инвестиции и устраняет возможные проблемы при миграции в DMR. Консоль подключается к инфраструктуре сети радиосвязи напрямую (не к радиостанции), с обеспечением приоритета в использовании сети для мобильных терминалов. Устройство работает в автоматическом режиме переключения аналог/DMR.

Диспетчерская консоль с интерфейсом IP:

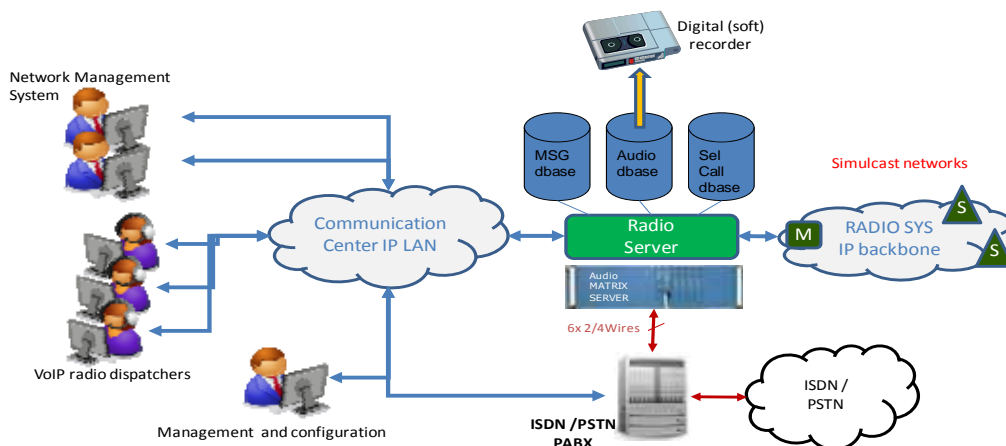
Порты передачи речевых сигналов в устройстве RA-TI-XX формируются в виде потоков UDP-IP (стандарт mu-law 64Кб/с «цифровое аудио через IP»), что обеспечивает доступ к этим портам приложениям диспетчерских систем построенных на базе персональных компьютеров. Функции таких портов аналогичны функциям аналоговых портов, кроме того позволяют использовать различные дополнительные приложения. Благодаря доступу к использованию протокола управления сетью DMR оборудование обеспечивает любые типы вызовов, в том числе с засекречиванием. Функциональность оборудования наиболее полно удовлетворяет требованиям систем регистрации переговоров, в особенности в случае чрезвычайных ситуаций.

ДИСПЕТЧЕРСКИЙ ЦЕНТР

Трафик IP между сетями радиосвязи и коммуникационным центром включает в себя:

- ∞ Речь в аналоговом или цифровом формате (DMR).
- ∞ Текстовые сообщения (DMR).
- ∞ Сигнализация селективных вызовов.
- ∞ Служебные сообщения управления сетью.
- ∞ Дополнительные сервисные сообщения (GPS позиционирование, дистанционное управление терминалами...).

Состав и назначение элементов коммуникационного центра показаны на рисунке:



Радиосервер хранит записи речевых переговоров в специализированной базе данных "Audio dbase". Записи в базе данных идентифицируют аудиофайлы. Записи в базе данных и аудиофайлы формируются автоматически. Засекреченные переговоры DMR тоже доступны для сохранения. Доступ к базе данных обеспечивается через **«Виртуальный цифровой проигрыватель»**. Все переговоры по радиоканалам и каналам диспетчерской связи архивируются ежедневно, в том числе с возможностью записи на внешние носители. Доступны функции поиска, воспроизведения, «перемотки». Поиск может быть организован по номеру канала, номеру абонента, времени. Каждый из каналов записи обеспечивает хранение до 1000 часов аудио.

Радиосервер хранит текстовые сообщения и данные о селективных вызовах в аналогичной базе данных. Данные о записях доступны к поиску с рабочего места диспетчера по номеру канала, номеру абонента или времени передачи.

Дополнительно, Радиосервер может осуществлять запись сообщений GPS позиционирования. В этом случае, необходимо предусмотреть использование терминалов с приемниками GPS.

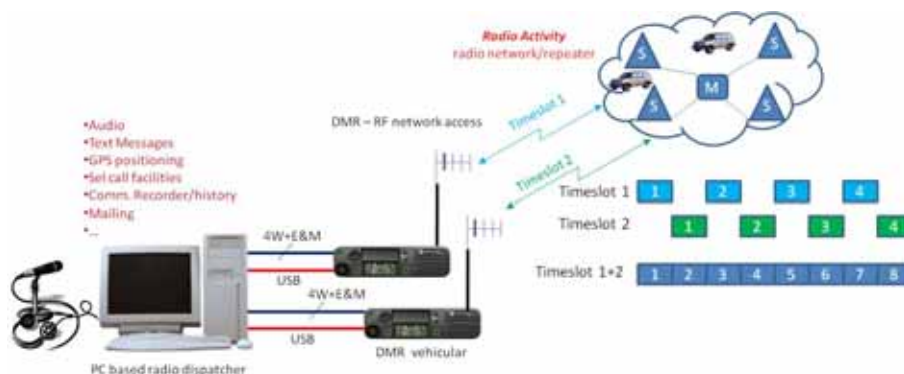
Телефонный интерфейс или Цифровая коммутационная матрица ("Digital Audio Matrix") производит перекодировку от DMR к стандарту ИКМ. Данное обстоятельство позволяет использовать в качестве оборудования диспетчерского места стандартный PC. Речь в терминалах DMR кодируется вокодером AMBE II+™ (Advanced Multi-Band Excitation) разработанным компанией Digital Voice Systems. Аудиосигнал принятый Мастер-станцией через линию HDSL и Радиосервер подается на Цифровую коммутационную матрицу расположенную в коммуникационном центре. Телефонный интерфейс размещаемый в стандартной 19" монтажной стойке функционирует как «периферийная» (Slave) станция радиосети. Интерфейс обеспечивает конвертацию аудиосигнала в аналоговый формат.

Аудиосигнал может быть представлен в 2-х проводном или 4-х проводном режимах (симметричный вход/выход) или в цифровом формате ИКМ. Цифровая коммутационная матрица производит конвертацию в формат ИКМ для сопряжения с операторской консолью на базе PC. Цифровой поток ИКМ доступен через интерфейс IP LAN.

Цифровая коммутационная матрица может работать в режиме интерфейса с 2-х проводной линией АТС (в этом случае Радиосервер не используется), или в 4-х проводном режиме E+&M для подключения аналоговой консоли. В обоих случаях аудиосигнал из радиосети DMR и от аналогового входа конвертируется в ИКМ и направляется на Радиосервер для регистрации переговоров.

Операторы коммуникационного центра функционируют как **диспетчерские места на основе LAN VoIP**. Рабочие места разворачиваются с использованием PC и специализированного программного обеспечения. Оборудование рабочих мест комплектуется аксессуарами с высокой степенью защиты от внешних воздействий.

Каждому диспетчеру назначается рабочий информационный канал в системе радиосвязи. Рабочее место диспетчера работает как клиентское приложение Радиосервера. Предусмотрено многоуровневое разграничение прав доступа к услугам сети на основе паролей. В отдельных случаях диспетчерское место может быть реализовано через выделенную радиостанцию (радиостанции) сети

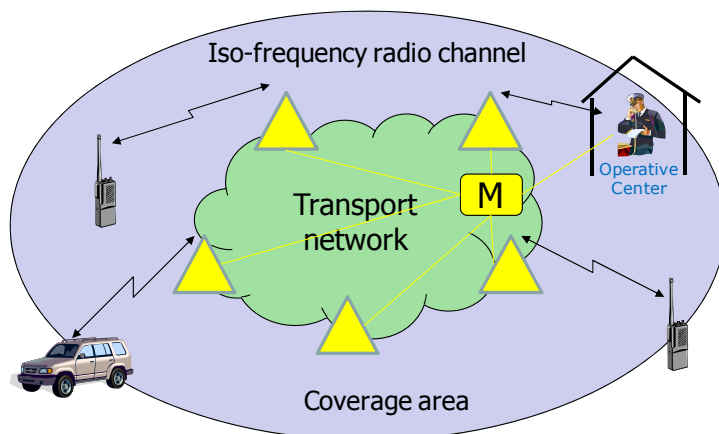


радиосвязи (Многие организации – партнеры Motorola по разработке приложений могут предложить подобное бюджетное решение). В данном случае диспетчер утрачивает возможность приоритетного доступа к ресурсам сети. В рассматриваемом случае, стационарная радиостанция используется взамен Телефонного интерфейса.

БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ SIMULCAST

КЛЮЧЕВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ

В общем виде, сеть Simulcast может быть изображена следующим образом:



Базовые станции системы соединены друг с другом посредством каналов первичной сети связи. Могут быть использованы различные варианты каналов первичной сети: IP, E1, РРЛ, оптоволоконные линии, радиолнии УКВ, 4-х проводные медные линии...

Одна из базовых станций сети назначается **«Мастер-станцией»**. Мастер-станция управляет процедурами установления соединений в сети.

Прочие базовые станции сети определяются как **«Периферийные»** и функционируют под управлением Мастер-станции.

Мастер станция выполняет функцию «Вотирования». Вотирование – непрерывная процедура выбора лучшего по качеству сигнала приема из всей совокупности сигналов приходящих от базовых станций сети. В аналоговом режиме, Мастер-станция способна «отобрать лучшее» из совокупности принимаемых сигналов по критерию соотношения сигнал/шум. В режиме DMR из принятых пакетов данных отбирается пакет свободный от ошибок (контроль CRC). Высокоэффективный режим вотирования в реальном масштабе времени эквивалентен созданию системы разнесенного приема с «очень большим территориальным разнесением». В результате, качественные показатели сети сравнимы с показателями системы с отдельными частотными присвоениями для каждой базовой станции.

Лучший из сигналов приема (аналоговый или цифровой) направляется ко всем базовым станциям сети в режиме "IP multicast". Данный режим отправки пакетов существенно снижает полосу пропускания, задействованную в инфраструктуре первичной сети связи.

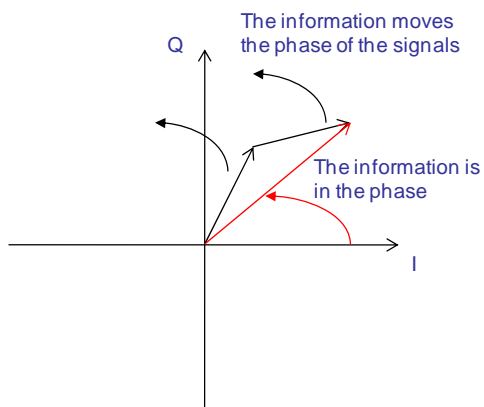
Периферийные станции сети радиосвязи должны произвести синхронизацию и коррекцию сигнала перед трансляцией его в эфир. Сигнал принятый из эфира, перед отправкой на Мастер-станцию так же синхронизируется и подвергается коррекции. Это позволяет снизить вероятность появления импульсных помех в системе вотирования.

Синхронизация сигнала и коррекция его АЧХ (амплитудно-частотной характеристики) особенно важны для работы в зонах взаимного перекрытия базовых станций. Зона взаимного перекрытия это территория, на которой уровень сигнала 2-х или более базовых станций одинаков или близок по значению. Обеспечение связи на таких участках местности является наиболее проблемным в технологии Simulcast. Следующие разделы посвящены рассмотрению именно вопросов обеспечения связи в зонах взаимного перекрытия.

ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАДИОЧАСТОТНОГО СПЕКТРА

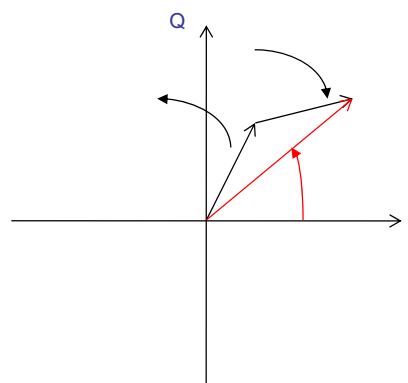
Для создания сети Simulcast недостаточно просто установить на всех ретрансляторах сети единый набор радиочастот. В зонах взаимного перекрытия сигнал от двух или более базовых станций суммируется на приемной антенне терминала. Результирующий сигнал является суммой векторных величин (для каждого сигнала необходимо учесть амплитуду и фазу) принимаемых сигналов. Уровень результирующего сигнала меняется при несовпадении входящих сигналов.

Рисунок представленный ниже иллюстрирует ситуацию при приеме двух сигналов в «квадратурной» системе координат.



A good matching of the signals moves them by a common value therefore the resultant will move in the same manner.

No distortion will appear



A bad matching of the signals moves them differently therefore the resultant will move abnormally..

A distortion will appear

Вследствие нелинейной характеристики частотного демодулятора (выходной сигнал пропорционален арктангенсу угла модуляции), настоятельно рекомендуется обеспечить **идентичность сигналов двух и более ретрансляторов в зоне перекрытия.**

Для корректной работы системы аналоговые сети Simulcast должны обладать следующими характеристиками:

- ∞ Отклонение частоты излучения от номинала < 10 Гц.
- ∞ Неравномерность АЧХ (амплитудно-частотной характеристики) в полосе частот речевого сигнала +/- 0.5 дБ.
- ∞ Когерентность сигнала.
- ∞ Абсолютная величина вариации времени задержки не более 20 мкс.
- ∞ Разность фаз принимаемых двух (или более) сигналов не более 10°.

Цифровые системы Simulcast, Кроме того требуют:

- ∞ Передача с точностью «до бита» (обеспечение когерентной передачи цифровых сообщений).
- ∞ Абсолютная величина вариации задержки не более 1/10 длительности символа (20 мкс для информационной скорости 4.8 Кб/с в режиме DMR).

Практически, требования к цифровой системе аналогичны требованиям к аналоговой, в частности по основному параметру – вариации времени задержки. Однако требование передачи с синхронностью «до бита» является существенным именно для случая системы DMR. Протокол DMR, по своей природе асинхронный и текущее значение того или иного бита зависит от значений информационных бит переданных ранее.

Суммируя сказанное, можно констатировать, что для построения базовой станции DMR предназначенной для использования в сети Simulcast, требуются специальные технические решения, точная подстройка времени задержки с шагом не более 10 мкс, синхронизация частоты, синхронизация битового потока. Перечисленные особенности предусматривают использование специальных алгоритмов обработки сигналов. Выполнение таких требований посредством добавления неких электрических цепей к существующему аналоговому оборудованию затруднительно.

Для понимания проблем построения сетей Simulcast, начнем с рассмотрения вопросов построения аналоговых сетей. Для случая работы двух соседних базовых станций, ожидаемое качество принимаемого сигнала будет иметь вид представленный на рисунке:

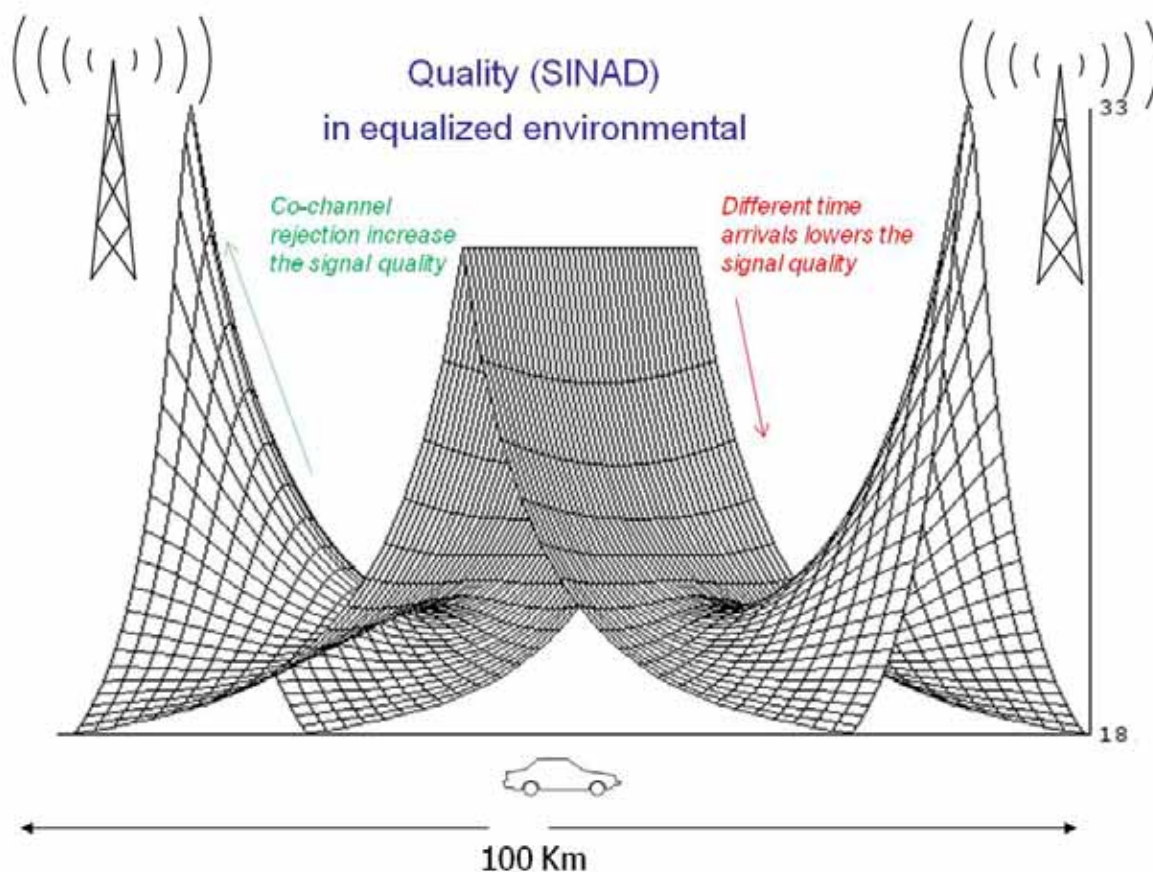


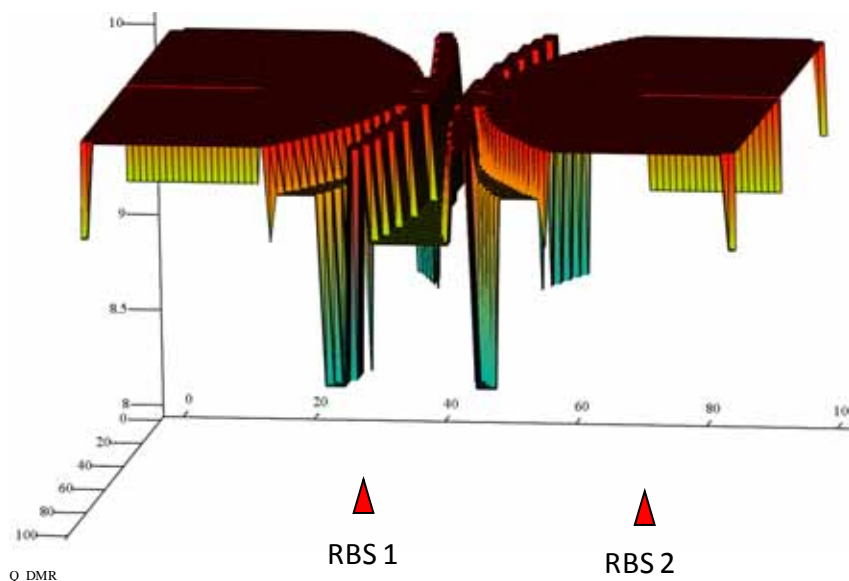
Рисунок отображает ситуацию, когда две базовые станции расположены на расстоянии 100 км и обеспечивают работу на очень большой территории. Качество сигнала максимально вблизи базовых станций и в середине зоны радиопокрытия. Данное обстоятельство объясняется тем, что сигналы от двух базовых станций приходят одновременно и с одинаковым уровнем. При перемещении от точки середины зоны радиопокрытия качество сигнала деградирует, вследствие следующих двух факторов:

- ∞ Разное время прихода сигналов двух БС (базовых станций) в точку приема из-за задержки при распространении (разное расстояние от БС).

- ∞ Уровень сигнала двух базовых станций сильно отличается, что ухудшает характеристики приемного тракта (неоптимальная работа АРУ).

Время задержки сигнала изменяется по расстоянию линейно, а уровень сигнала – обратно пропорционально квадрату расстояния. Качество принимаемого сигнала, в зависимости от расстояния, вначале снижается, затем повышается (рассматриваем перемещение приемника между БС). Качество принимаемого сигнала зависит от принятого радиуса зоны действия БС. Уменьшение расстояния между соседними БС улучшает качество приема на территории обслуживания.

В сетях Simulcast DMR качество принимаемого сигнала зависит от тех же параметров, но требования к оборудованию значительно выше. Цифровой сигнал декодируется корректно в условиях, когда аналоговый канал связи характеризуется соотношением SINAD – 20 дБ. В отличие от аналогового, цифровой сигнал пропадает и появляется внезапно, при вариациях уровня принимаемого сигнала всего в 1 – 2 дБ.



Качественный прием сигнала DMR (по 10-бальной шкале на рис.) обеспечивается в тех зонах, где для аналоговой системы соотношение SINAD составляет более 20 дБ. В остальных зонах качество сигнала соответствует «0», т. е. прием отсутствует. Графическое изображение, поясняющее данную ситуацию представлено на рисунке.

Рассмотренные обстоятельства не позволяют размещать соседние базовые станции с перекрывающимися зонами радиопокрытия на расстоянии более 30 – 40 км.

Предстоит еще многое сделать в области совершенствования характеристик терминального оборудования для того, чтобы обеспечить оптимальное его применение в сетях Simulcast. Так использование цифровых эквалайзеров в тракте приема может компенсировать нелинейность характеристики частотного демодулятора и обеспечить наилучшее качество работы во всей зоне радиопокрытия.

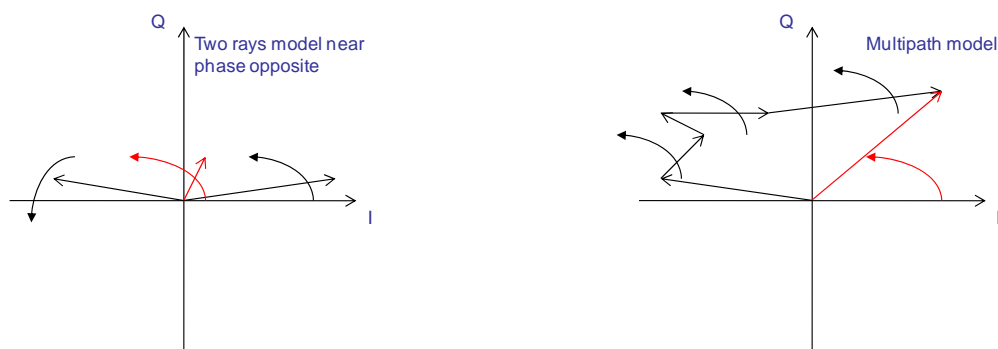
ПРИЧИНЫ ДЕГРАДАЦИИ КАЧЕСТВА СВЯЗИ В СЕТЯХ SIMULCAST

Один из наиболее часто задаваемых вопросов о сетях Simulcast звучит так: «Если я нахожусь в зоне взаимного перекрытия 2-х базовых станций, уровень их сигналов одинаков, а их фаза противоположна, то на приеме будет нулевой уровень?»

Данное обстоятельство могло бы быть верным, но только для условий простой модели, где присутствуют только 2 принимаемых радиосигнала. В реальности ситуация много сложнее.

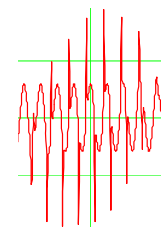
Во первых, нужно добиться реально одинакового уровня сигналов и противоположной фазы с высокой точностью. Такая ситуация очень маловероятна. Все другие случаи различия амплитуды и фазы приводят только к ослаблению суммарного сигнала. Типовыми значениями флуктуации уровня принимаемого сигнала на территории взаимного перекрытия базовых станций являются значения $\pm 6/-15$ дБ. Данное значение меняется и во времени и по территории.

Кроме того, для условия распространения радиоволн в диапазоне УКВ характерна «многолучевость». Т.е. приемник одновременно принимает несколько сигналов (прямой и множество отраженных), различных по фазе и амплитуде. Для анализа реальных условий распространения радиоволн пригодны только статистические методы.



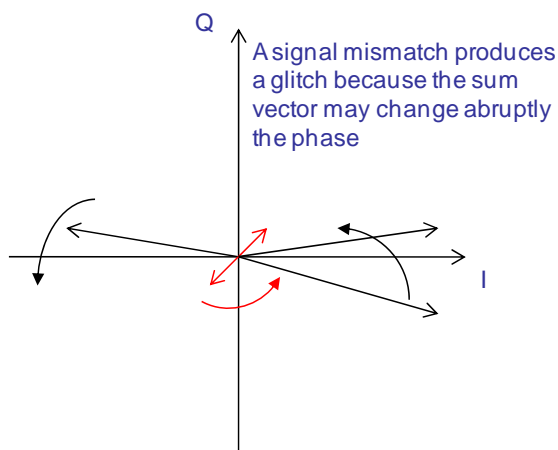
В первых построенных сетях Simulcast часто наблюдался рост искажений и увеличение шумов в зонах взаимного перекрытия базовых станций, часто до уровня порога срабатывания шумоподавителя. Данное обстоятельство ошибочно объяснялось наличием зон с нулевым уровнем принимаемого сигнала. В реальности, наблюдаемый шум объяснялся несовпадением в модулирующих сигналах базовых станций. При детальном рассмотрении ситуации, можно выделить следующие два случая:

- ∞ Шумовые импульсы вызванные низким уровнем радиосигнала «импульсное падение уровня».
- ∞ Шумовые импульсы вследствие несовпадения сигналов «импульсные всплески уровня».

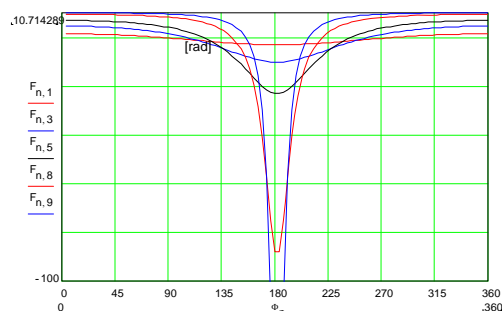


glitch "outside oriented"

На слух, оба эффекта воспринимаются одинаково, хотя процессы их вызывающие различны. Неправильно понимать, что проблемы сетей Simulcast объясняются наличием точек с нулевым уровнем в зонах перекрытия. Проблемы объясняются, в основном, несовпадением модулирующих сигналов во времени. Многие производители оборудования и системные интеграторы вводят в звуковой тракт псевдо шумовые сигналы или искусственно устанавливают частотный сдвиг между передатчиками сети с целью обеспечить «передвижение» зон с нулевым уровнем по территории. Данные средства обеспечивают более равномерное и непостоянное распределение шума на территории действия системы, но не решают вопрос повышения качества работы системы коренным образом. В любом случае, даже в условиях прихода отдельных лучей сигнала в фазе близкой к противоположной, вклад в общий уровень искажений и шумов от несовпадения модулирующих сигналов значительно выше.



Derivate of phase angle for different value of carrier on interference ratio.



На рисунке показано, что векторная сумма, характеризующая результирующий принимаемый сигнал может одновременно измениться на 180 градусов при незначительном изменении вектора одного из принимаемых лучей радиосигнала относительно остальных.

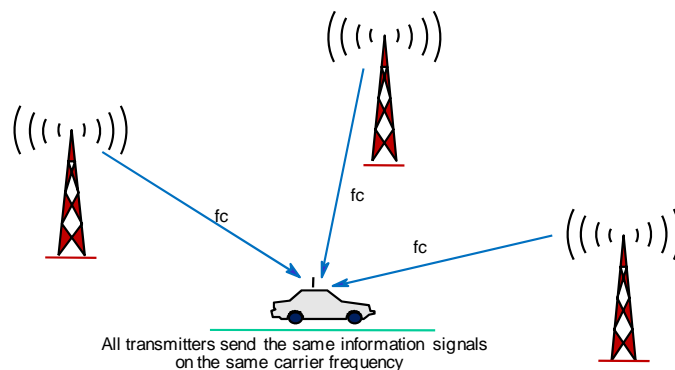
Выводы

Сеть Simulcast работает лучше в следующих случаях:

- ∞ Совпадение сигналов базовых станций очень высокое => целесообразно использовать профессиональное цифровое оборудование оптимизированное для работы в режиме Simulcast.
- ∞ В зонах взаимного перекрытия базовых станций имеет место дополнительное ослабление принимаемого сигнала => в таких зонах необходимо предусматривать дополнительный запас по уровню принимаемого сигнала на величину 15 – 20 дБ.
- ∞ Несовпадение принимаемых сигналов зависит, в том числе, от законов распространения радиоволн => избегайте создания больших зон радиопокрытия базовых станций, это может приводить к несовпадениям сигналов из-за влияния времени распространения сигнала в эфире.
- ∞ Точная подстройка времени задержки в системе используется с целью «сдвинуть» зону взаимного перекрытия базовых станций на необслуживаемую территорию. Данная операция не требуется, если планируется сеть с радиусом зоны радиопокрытия отдельной базовой станции не более 20 – 25 км.

РЕШЕНИЯ SIMULCAST ОТ RADIO ACTIVITY**ВВЕДЕНИЕ**

Радиосети использующие режим Simulcast используют один радиочастотный канал (дуплексную пару радиочастот) на всей территории их действия. Возможно использование режимов открытого канала, и канала с ограничением доступа (селективного). Терминалы работают в режиме полудуплекса, а базовые станции в режиме дуплекса. Оборудование сети автоматически выбирает сигнал принимаемый от терминала и ретранслирует его синхронно на всей территории действия сети. Терминал получает доступ к услуге независимо от его территориального размещения и аналогично варианту использования отдельного ретранслятора.



Radio Activity предлагает линейку продуктов для построения сетей Simulcast. Линейка продуктов представлена моделями RA-080 / RA-160 / RA-450 / RA-900. Предлагаемые продукты выполняют все функции необходимые для корректного построения сетей Simulcast (обеспечение синхронизации по частоте и по битовому модулирующему потоку, установка задержки, коррекция АЧХ, вотирование...).

Базовая станция **Radio Activity** является идеальным базовым «кирпичиком» для построения сетей Simulcast, с учетом использования общепринятых решений по построению первичных сетей связи. Оборудование радиосети может функционировать в аналоговом и цифровом режимах, с автоматическим выбором режима.

Базовые станции семейства RA-XXX могут быть сконфигурированы для использования различных линий и каналов связи первичной сети:

- ∞ Сети IP общего назначения (радиорелейные линии, оптоволоконные линии, LAN, ...).
- ∞ Узкополосные дуплексные радиолнии УКВ (UHF/VHF).
- ∞ 2-х или 4-х проводные физические линии или каналы тональной частоты (ТЧ).
- ∞ Комбинированные линии (комбинации из вышперечисленных вариантов).

Решения по построению сетей на оборудовании RA-XXX характеризуются высокой гибкостью и пригодны для использования в различных реальных ситуациях. Наиболее часто используемые решения могут быть условно разделены на 2 группы:

- ∞ Первичные сети на базе IP сетей.
- ∞ Первичные сети на базе узкополосных радиолний УКВ.

Далее представлено описание алгоритма функционирования системы и ее особенностей.

ВСТРОЕННЫЕ АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

СОГЛАСОВАНИЕ РАБОТЫ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ

Благодаря использованию цифровых методов обработки сигналов, значение временной задержки в базовых станциях RA-XXX может быть установлено с высокой точностью. При включении базовой станции или ее перезагрузке, в течение нескольких секунд производится настройка всех внутренних параметров. Для обеспечения корректной работы оборудования при замене отдельных блоков, например блоков приемопередатчика, предусмотрена автоматическая регулировка девиации. Установка значения девиации программируется средствами модуля цифровой обработки сигналов (далее DSP). Актуальное значение индекса модуляции калибруется путем установки шлейфа по радиочастоте и приема собственного сигнала на контрольный приемник. Измерение девиации является результатом математических операций и не зависит от характеристик отдельных компонентов и температуры окружающей среды.

КОРРЕКЦИЯ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

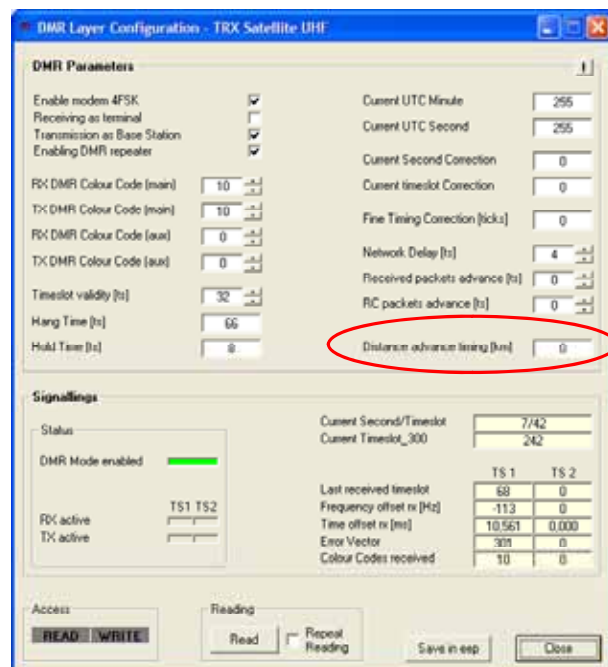
Радиосети Simulcast требуют внимательного отношения к построению каналов первичной сети связи. Одна из основных задач системы – обеспечить идентичность АЧХ используемых каналов. В связи с тем, что возможно комплексное использование различных каналов, требуется использование корректора АЧХ – эквалайзера. Для корректного функционирования аналоговой сети Simulcast необходимо выполнить следующие требования:

- ∞ Разница в номиналах несущих радиочастот < 10 Гц.
- ∞ Неравномерность АЧХ +/- 0.5 dB в диапазоне частот аналогового тракта.
- ∞ Когерентность сигналов.
- ∞ Абсолютная задержка распространения менее 20 мкс.
- ∞ Несовпадение фазы низкочастотных сигналов менее 10 градусов.

В цифровых системах Simulcast требуется дополнительно:

- ∞ Синхронизация с точностью до бита (Когерентность по протоколу).
- ∞ Абсолютная задержка менее 1/10 длительности одного символа (20 мкс при 4.8 Кб/с для DMR).

В сетях Simulcast построенных с использованием оборудования **Radio Activity** коррекция АЧХ производится средствами DSP, что позволяет автоматизировать процедуры коррекции для используемых разнотипных каналов первичной сети связи. Процедура коррекции АЧХ производится в течение нескольких секунд, одновременно для всех базовых станций сети. Благодаря использованию, в качестве источника синхросигнала, интегрированного приемника



GPS, базовые станции могут автоматически производить процедуру настройки для передачи как цифровых, так и аналоговых сигналов, несмотря на различия в характеристиках используемых каналов первичной сети связи. Кроме того, использование специального алгоритма настройки разработанного в нашей лаборатории позволяет производить автоматическую настройку для базовых станций расположенных в зонах недоступности сигнала GPS, например в туннелях.

Рассмотренные особенности системы позволяют производить корректную настройку при использовании различных типов каналов первичной сети связи, включая IP сети с переменным значением времени задержки, пупинизированные физические линии, характеристики которых сильно зависят от температуры, арендованные коммутируемые каналы с непостоянными АЧХ и временем задержки.

Полная настройка тракта включает в себя кроме коррекции АЧХ и установку времени задержки для компенсации задержки в среде распространения, что в ряде случаев, необходимо. В оборудовании предусмотрено введение задержки эквивалентной дистанции распространения сигнала 1000 км.

Автоматизация процедур позволяет производить настройку **без необходимости участия оператора.**

ДВУХРЕЖИМНАЯ СИСТЕМА ВОТИРОВАНИЯ

Другая замечательная функция систем предлагаемых **Radio Activity** это использование процедуры «мягкого» вотирования. «Мягкое» вотирование это метод непрерывного выбора лучшего из принимаемых сигналов реализуемый средствами Мастер-станции. DSP обработка позволяет «выбрать лучшее» из всей совокупности принимаемых сигналов. Таким образом создается система разнесенного приема с очень большим территориальным разносом, что существенно улучшает качество приема.

Система вотирования производит выбор принимаемого сигнала постоянно, по критерию сигнал/шум (в аналоговом режиме) или по минимуму ошибок (в цифровом режиме). Режим работы выбирается автоматически, в соответствии с форматом принимаемого сигнала.

При работе в аналоговом режиме, входящий сигнал фильтруется фильтром верхних частот с частотой среза 2400 Гц, для выделения совокупности шума и искаженного сигнала. Уровень шума в принимаемых каналах усредняется и его измерение позволяет выбрать лучший из каналов приема. Устройство вотирования может быть сконфигурировано для оптимального выбора в сети передачи данных. В таком случае, возможно установить:

- ∞ Время, в течение которого устройство вотирования производит выбор лучшего сигнала (переключение между каналами приема разрешено).
- ∞ Время удержания канала приема (переключение запрещено, принимаемые данные ретранслируются).
- ∞ Время переключения каналов приема в период ведения разговора.
- ∞ Установка значения гистерезиса переключения каналов с шагом 3 дБ.



При работе в режиме DMR, система вотирования выбирает лучший сигнал, отбирая пакеты свободные от ошибок (контроль CRC), в случае передачи данных или по значению вектора

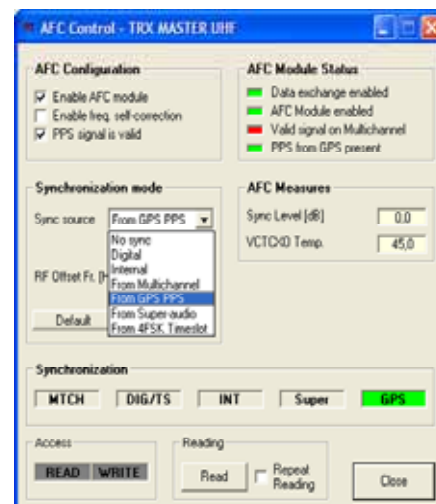
ошибок, в случае анализа голосовой информации (процедура CRC при передаче голоса недоступна).

СИНХРОНИЗАЦИЯ

В цифровых сетях Simulcast очень важно обеспечить синхронизацию передатчиков по времени и по частоте.

Синхронизация по частоте, в оборудовании **Radio Activity** может производиться различными способами, в зависимости от требований сети и доступности источников синхросигнала. Достигается синхронизм (исключая случай использования внешних источников) не обеспечивающий точность синхронизации «до фазы», некогерентный. Расхождение номиналов радиочастот, в нормальном режиме составляет менее 1 Гц. Допускается возможность свободной установки частотного сдвига передатчиков в пределах ± 20 Гц, для борьбы с «мертвыми зонами» при распространении сигнала над обширными плоскими территориями (море, озеро...).

Синхронизация обеспечивается различными методами, в зависимости от выбранного источника синхронизации. Детальное рассмотрение вариантов приводится далее.



Цифровое автоматическое управление частотой (Digital automatic frequency control – DAFC) /4FSK/GMSK

Как правило, данный метод применяется при использовании, в качестве каналов первичной сети связи, узкополосных радиолиний УКВ. Периферийные базовые станции регенерируют сигнал синхронизации (практически когерентный) используя специальную последовательность «вставленную» в цифровой поток передаваемый Мастер-станцией.

При запуске процедуры установки (например, при включении питания) Мастер-станция посылает синхронизирующий сигнал, принимаемый периферийными станциями. Данный сигнал используется для начальной синхронизации задающих генераторов периферийных станций. Таким образом, периферийные базовые станции оказываются синхронизированы с Мастер-станцией и, соответственно, между собой.

Соответствующий алгоритм, используемый DSP периферийной БС позволяет сохранять синхронизацию с Мастер-станцией в течение длительного времени и производить коррекцию синхронизации.

Актуализация синхронизации устройств занимает только несколько тайм-слотов (временных интервалов в кадре DMR) и не нарушает ход ведения переговоров.

Процедура синхронизации реализуется цифровыми методами и выполняется безукоризненно. Процедура актуализации состояния системы синхронизации производится каждый раз, когда Мастер-станция посылает данные к периферийным, таким образом, специально выделенный процесс синхронизации не требуется, в отличие от случаев использования прочих методов синхронизации (например, с использованием высокостабильных источников синхросигнала). Характеристики системы синхронизации:

- ∞ Время установления синхронизма <math>< 150 \text{ мс}</math>
- ∞ Отклонение от режима для длительных интервалов времени 0 %.

- ∞ Отклонение от режима для коротких интервалов времени <0,01 %.
- ∞ Точность установки времени 10 мкс.

Внутренняя синхронизация

Источником синхронизации является кварцевый генератор блока DSP. Значение коэффициента стабилизации – лучше 0,5 промиле, во всем температурном диапазоне. Кроме того, возможно использование внешнего высокостабильного источника синхросигнала. Настройка частоты производится с использованием цифровых методов, установки – сохраняются в памяти. Встроенный алгоритм позволяет производить калибровку внутреннего генератора от внешнего высокостабильного источника.

Данный способ синхронизации используется для отдельных ретрансляторов и для Мастер-станции в сети с синхронизацией по линиям УКВ радиосвязи (см. выше).

Синхронизация по интерфейсу локальной сети (Audio LAN)

При выборе опции “Multichannel synch” (многоканальная синхронизация) синхронизация обеспечивается по сигналам принимаемым по локальной сети передачи данных. Используется интерфейсный разъем LAN (расположен на задней панели базовой станции). Данный тип синхронизации необходимо использовать в случае применения в качестве каналов первичной сети связи сети IP или линий УКВ радиосвязи. Характеристики системы синхронизации:

- ∞ Время установления синхронизма <2 с.
- ∞ Отклонение от режима для длительных интервалов времени 0 %.
- ∞ Отклонение от режима для коротких интервалов времени <0,001 %.
- ∞ Точность установки времени 10 мкс.

Синхронизация с использованием приемников GPS

Приемник GPS выдает стабильные по частоте импульсы каждую секунду. Такие импульсы используются DSP для коррекции частоты и времени. Синхронизация по времени позволяет производить автоматическую настройку значений времени задержки сигнала (актуально для сетей IP и SDH в которых возможно периодическое и неконтролируемое изменение конфигурации).

Процедура синхронизации занимает 1 – 2 минуты с момента «холодного старта». Благодаря высокой стабильности внутреннего задающего генератора, в сочетании со специализированными алгоритмами обработки сигналов межстанционной связи, синхронизация может сохраняться в течение 8 часов с момента возможной потери сигнала GPS. Характеристики системы синхронизации:

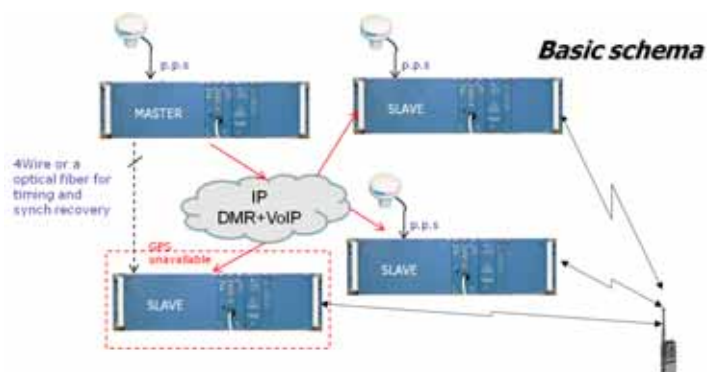
- ∞ Время установления синхронизма <120 с.
- ∞ Отклонение от режима для длительных интервалов времени 0 %.
- ∞ Отклонение от режима для коротких интервалов времени <0,01 %.
- ∞ Точность установки времени 1 мкс.

Синхронизация с использованием аудиотрактов

В случаях, когда сигнал GPS недоступен или имеет недостаточное качество, возможно обеспечить синхронизацию с использованием 2-х проводной физической линии или 4-х проводного канала ТЧ (например образованного оптическим мультиплексором). Компания **Radio Activity** разработала дополнительные методы синхронизации с использованием специальных сигналов передающихся по аудиотрактам.

Любая синхронизированная базовая станция может сформировать сигнал синхронизации для другой базовой станции в полосе частот предназначенной для передачи речи 0,3 – 3,4 КГц. Данный сигнал передается по каналам первичной сети связи и используется для синхронизации принимающей его базовой станции. Характеристики системы синхронизации:

- ∞ Время установления синхронизма <60 мс.
- ∞ Отклонение от режима для длительных интервалов времени 0 %%.
- ∞ Отклонение от режима для коротких интервалов времени <0,01 %%.
- ∞ Точность установки времени 10 мкс.



Синхронизация от внешнего источника

Для целей синхронизации может быть использован внешний источник с частотой 12,8 МГц и уровнем от – 10 до 0 дБм. Возможно использование источника с другой частотой синхронизации – по специальному заказу. Характеристики системы синхронизации:

- ∞ Время установления синхронизма <2 с.
- ∞ Отклонение от режима для длительных интервалов времени 0 %%.
- ∞ Отклонение от режима для коротких интервалов времени <0,001 %%.
- ∞ Точность установки времени 10 мкс.

ПЕРВИЧНЫЕ СЕТИ СВЯЗИ

Возможно определить две основные категории первичных сетей связи для построения сетей Simulcast компании **Radio Activity**:

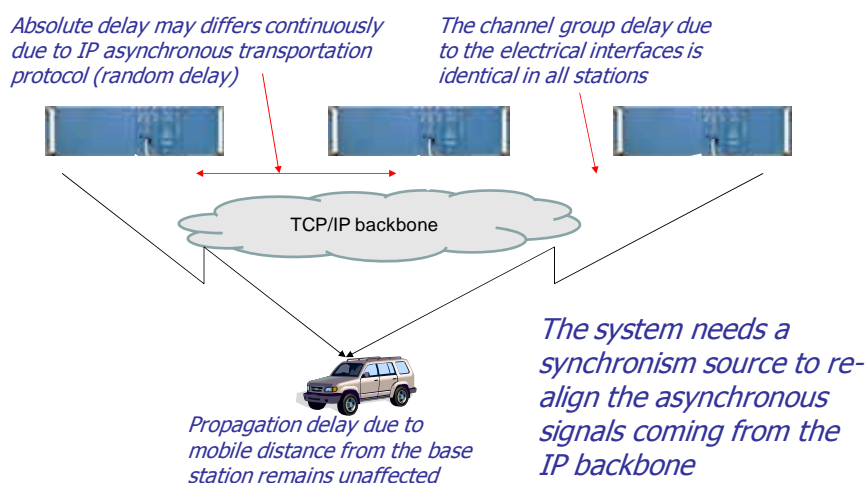
- ∞ Сети передачи данных использующие протокол IP.
- ∞ Узкополосные УКВ линии связи.

СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ПРОТОКОЛ IP

Сети Simulcast с использованием протокола IP являются идеальным решением. Первичные сети IP пригодные для использования в системах радиосвязи зачастую уже существуют. Для базовых станций **Radio Activity** такое решение является типовым. Каждая базовая станция включает в себя компьютер с полнофункциональной операционной системой LINUX, что позволяет обеспечить надежное и стабильно работающее присоединение к первичной сети связи по интерфейсу Ethernet.

Важнейшее отличие архитектуры первичной сети на базе протокола IP и традиционной сети с коммутацией каналов это отсутствие центрального узла коммутации – наиболее критичного к отказам элемента сети. Взамен коммутации каналов, используется надежная процедура передачи пакетов с гибкой маршрутизацией. Комбинация цифровых методов передачи информации по первичной сети связи и цифровых методов передачи эфирного сигнала предоставляет возможность построения систем характеризующихся богатым набором функций, высокой гибкостью и устойчивостью к отказам.

Процедуры синхронизации выполняются с использованием сигналов GPS и специальных алгоритмов обработки сигналов. В результате становится возможным строить сети Simulcast высочайшего качества. Использование в качестве оборудования первичной сети связи оборудования IP маршрутизации является в значительной степени эффективным решением. До сегодняшнего дня, использование IP как протокола передачи в сетях Simulcast вызывало значительные затруднения, вследствие нестабильности времени доставки пакетов.



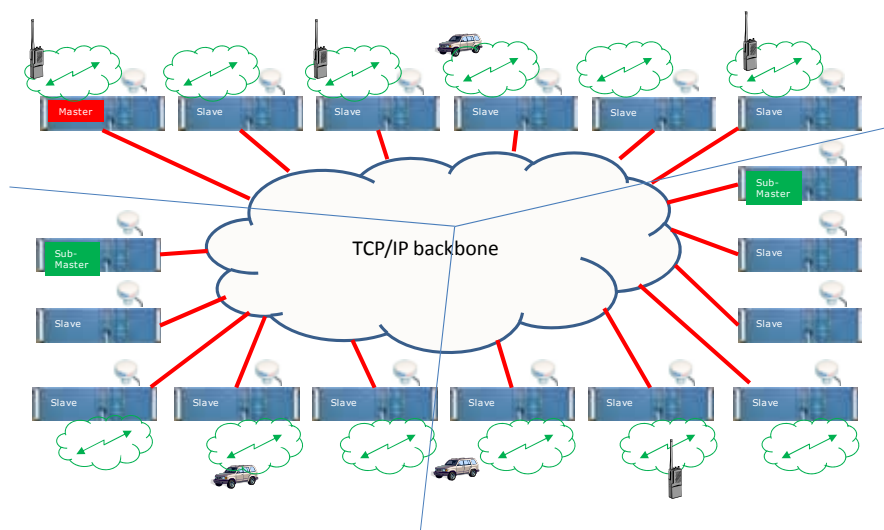
Сегодня **Radio Activity** открывает новый путь построения сетей Simulcast, с новыми существенными преимуществами:

- ∞ UDP/TCP-IP наиболее часто используемый набор протоколов: стандартизация существенно снижает стоимость оборудования.

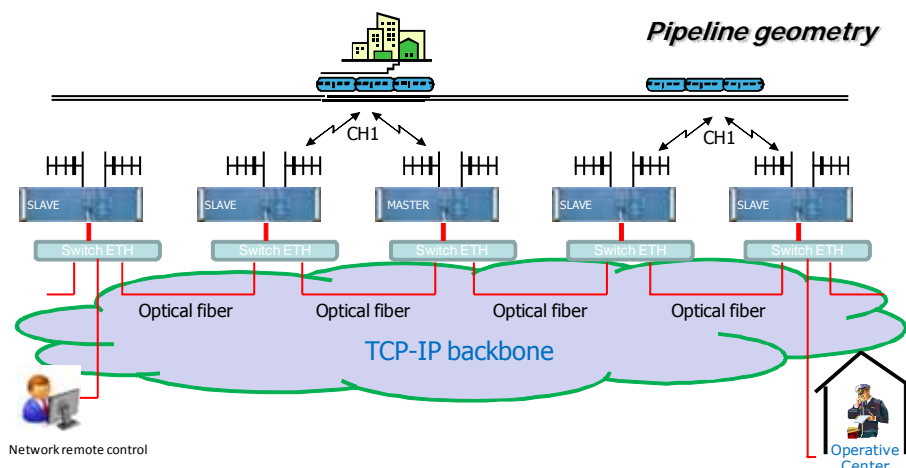
- ∞ Сети IP широко распространены: многие специалисты в отрасли связи хорошо знают оборудование таких сетей.
- ∞ Резервирование маршрутов доставки информации является «врожденной» характеристикой сетей IP.
- ∞ Каждая базовая станция идентифицируется уникальным адресом (IP), взамен необходимости организации выделенного канала связи: сеть легко масштабируется.
- ∞ Все данные, в том числе голос, передаются в цифровой форме без использования конвертации, которая может увеличивать уровень шумов, исключена необходимость трудоемких операций по настройке уровней низкочастотных сигналов.
- ∞ Единственный физический порт Ethernet используется для соединения с несколькими базовыми станциями, что уменьшает трудоемкость, стоимость каблирования и вероятность технических сбоев.
- ∞ Снижение требований к полосе пропускания и стоимости канала связи по сравнению с вариантом использования первичных цифровых трактов.
- ∞ Многие организации – пользователи уже построили или строят сети IP в интересах систем АСУ, видеонаблюдения ит.п.: использование единой инфраструктуры для построения сетей общего назначения и сетей радиосвязи снижает затраты на строительство.
- ∞ Простая реализация резервирования, путем назначения резервной Мастер-станции.

Конфигурация и работоспособность сети не зависят от географического расположения отдельных базовых станций. Архитектура сети вполне удовлетворяет требованиям пользователей для таких конфигураций как:

- ∞ Древовидная топология, когда от узловых станций организуются «ветви». Данная топология предусматривает иерархическое построение. Так «ветви» организуются от Мастер-станции к Субмастер-станциям, периферийные станции могут присоединяться как к Мастер станции, так и к Субмастер-станции.



- ∞ Сети линейной топологии, когда базовые станции соединены «по цепочке» посредством оптоволоконной линии, физической медной линии: такие структуры используются при обеспечении связи вдоль трубопроводов, железных дорог, автострад...



Такие решения являются очень эффективными с точки зрения цены построения, так как используют сети IP общего назначения с недорогим оборудованием, а зачастую, уже существующие.

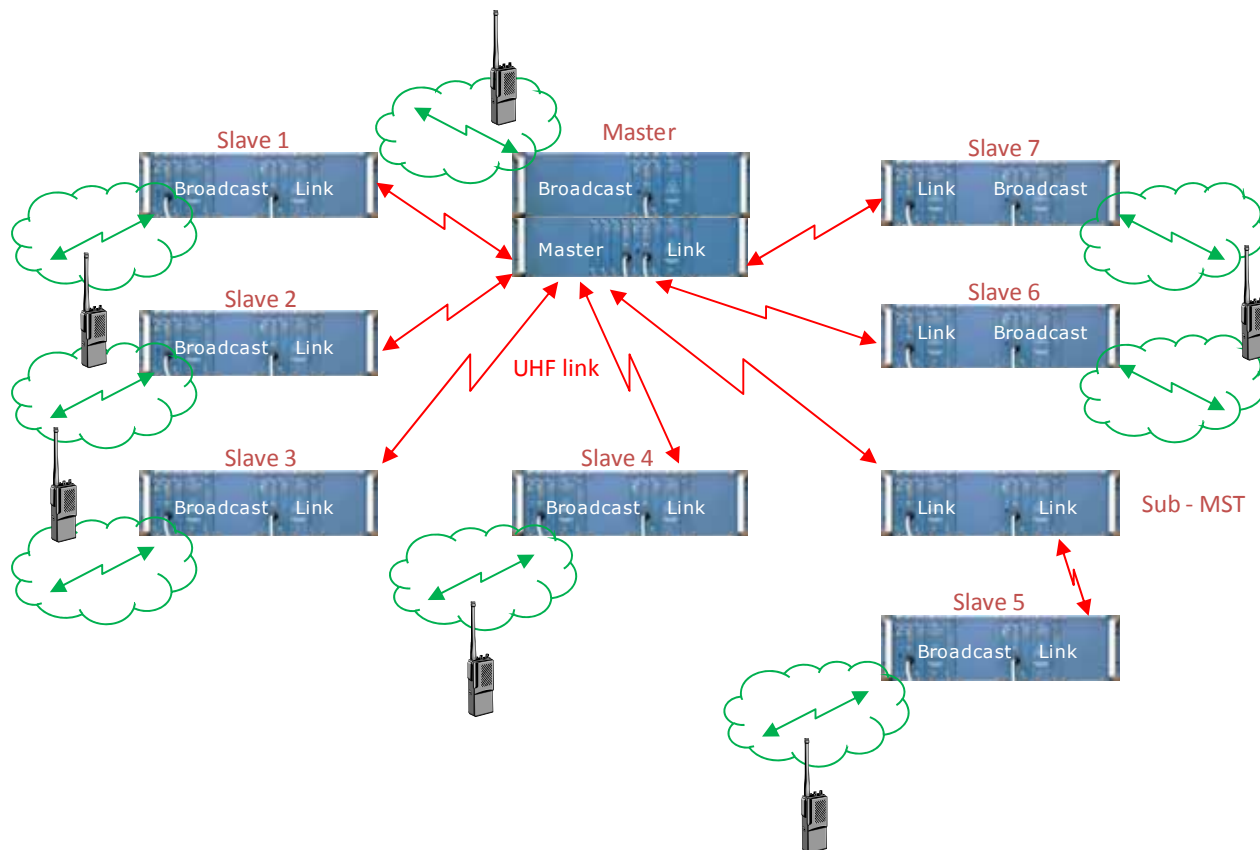
УЗКОПОЛОСНЫЕ УКВ ЛИНИИ СВЯЗИ

В рассматриваемых сетях, соединение Мастер-станции и периферийных станций производится посредством УКВ радиолиний «точка-точка», с возможностью переключения на резервную Мастер-станцию.

Использование УКВ радиолиний позволяет обеспечить привязку периферийных станций находящихся на очень большом расстоянии (100 км и более) и даже в случаях отсутствия прямой видимости между объектами.

Радиостанция УКВ очень компактное устройство. Радиостанция подключается напрямую к приемопередатчику сети Simulcast по системной шине на скорости 4 Мбит/с. Все требуемые функции (вотирование, компенсация задержки, синхронизация) выполняются оборудованием базовой станции.

Стандартная конфигурация сети – «звезда». Мастер станция связана с периферийными станциями посредством радиолиний УКВ. Приемопередатчик радиолинии УКВ монтируется в шасси базовой станции. Сигнал от Мастер-станции к периферийным передается на одной частоте (одним передатчиком). Сигналы от периферийных станций сети передаются каждый на своей частоте.

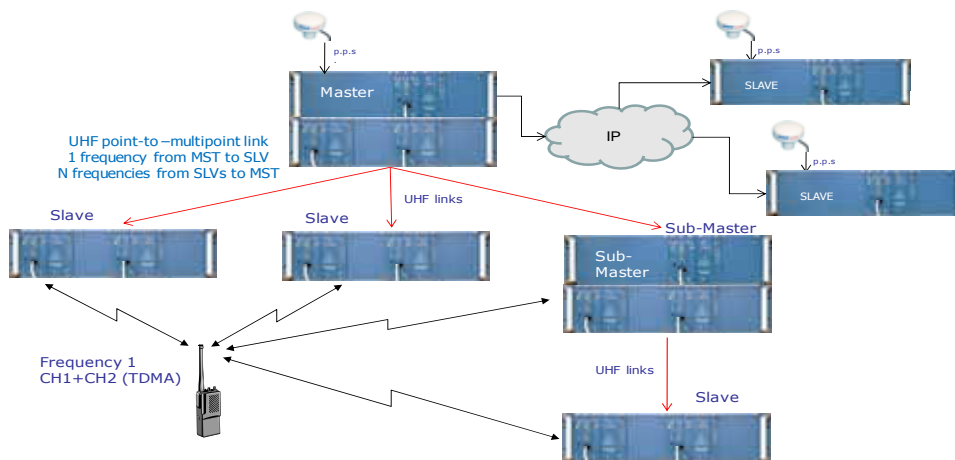


Сигналы синхронизации частоты и времени формируются из последовательности данных передаваемых Мастер-станциями. Использование приемника GPS не требуется.

Компенсация задержки производится с использованием процедур описанных в предыдущих параграфах.

ПЕРВИЧНЫЕ СЕТИ СВЯЗИ КОМБИНИРОВАННОЙ СТРУКТУРЫ

Благодаря алгоритмам цифровой обработки сигналов, стало возможным использовать комбинированный способ объединения базовых станций в сети Simulcast. Часть базовых станций соединяется с использованием IP сети, а другая часть базовых станций – посредством УКВ радиолиний.



The same base station in an infinite ∞ application's variety

Данная топология применима, когда требуется расширение сети построенной с использованием инфраструктуры IP. На рисунке представлен сценарий, когда Мастер-станция соединена с двумя периферийными по сети IP, кроме того, с тремя другими – посредством УКВ радиолоний. В рассматриваемом примере используется структура с двумя уровнями иерархии. Используется Субмастер-станция и дополнительная периферийная станция, подключенная по УКВ радиолонии.

В сетях комбинированной топологии требуется внимательно относиться к процедурам синхронизации и компенсации задержек.

КОНФИГУРАЦИЯ СЕТИ

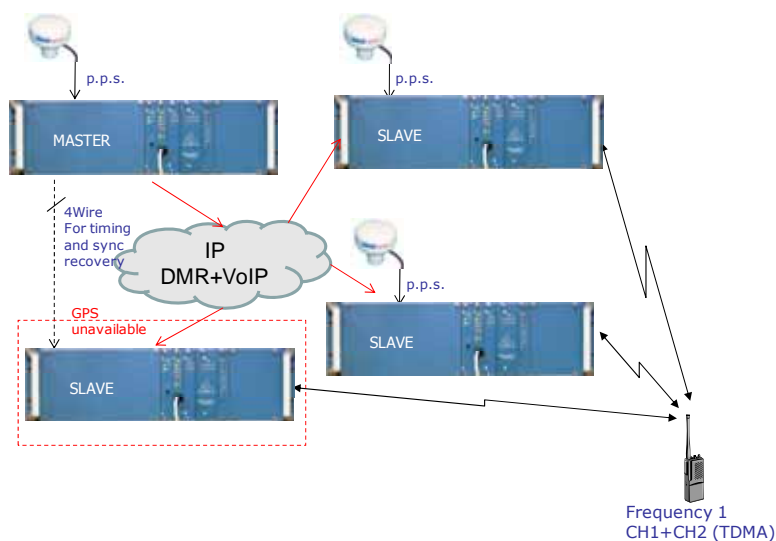
СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ПРОТОКОЛ IP

Наиболее часто используемая конфигурация для оборудования предлагаемого **Radio Activity**. Каждая станция оборудована портом Ethernet для подключения к первичной сети связи. Важнейшее отличие архитектуры первичной сети на базе протокола IP и традиционной сети с коммутацией каналов это отсутствие центрального узла коммутации – наиболее критичного к отказам элемента сети. Взамен коммутации каналов, используется надежная процедура передачи пакетов с гибкой маршрутизацией. Комбинация цифровых методов передачи информации по первичной сети связи и цифровых методов передачи эфирного сигнала предоставляет возможность построения систем характеризующихся богатым набором функций, высокой гибкостью и устойчивостью к отказам.

ОПИСАНИЕ БАЗОВЫХ ФУНКЦИЙ

Одна из базовых станций сети назначается Мастер-станцией. Мастер-станция использует фиксированный IP адрес. Прочие базовые станции работают как подчиненные (периферийные). Они могут использовать как статические, так и динамические адреса.

При включении питания периферийная базовая станция «ищет» Мастер-станцию и



регистрируется на ней. Мастер-станция управляет периферийными, отправляя информацию о синхронизации и другие служебные сообщения.

Входящий сигнал от терминала принимается одной или несколькими базовыми станциями. Те базовые станции которые приняли сигнал удовлетворительного качества отправляют его по первичной сети связи к Мастер-станции. Мастер станция ожидает

прихода всех входящих сигналов и производит отбор лучшего по качеству (вотирование). Мастер-станция производит процедуру выбора сигнала непрерывно, по критерию соотношения сигнал/шум (аналоговый режим) или по максимальной его целостности (режим DMR).

Мастер-станция отправляет отобранный для ретрансляции наилучший сигнал ко всем периферийным, по каналам первичной сети связи. Для отправки используется широкоэвещательный режим передачи IP пакетов.

Периферийные станции синхронизируют принятый от Мастер-станции сигнал используя приемники GPS. Синхронизируется время, история обмена данными и несущая частота передатчика. Процедура синхронизации занимает 1-2 минуты после «холодного старта». Благодаря высокой стабильности внутреннего генератора и специальным алгоритмам

сохранения синхронизации, последняя может быть сохранена в период до 8 часов от времени возможной потери сигнала GPS.

В тех случаях, когда сигнал GPS недоступен или неудовлетворительного качества, синхронизация может быть обеспечена с использованием выделенной физической линии или канала ТЧ (например, от мультиплексора плезеохронной цифровой иерархии). **Radio Activity** разрабатывает другие методы синхронизации. Дополнительная информация может быть представлена по запросу.

Сигнал синхронизации от GPS приемника не требуется, если сеть функционирует не в режиме Simulcast. В этом случае информации синхронизации времени передаваемой по сети IP достаточно для корректной работы системы.

Сети Simulcast компании **Radio Activity** являются двухрежимными. Тип принимаемого от терминала сигнала аналоговый или цифровой идентифицируется автоматически. Оборудование сети изменяет свою конфигурацию в зависимости от типа принимаемого сигнала. В первом случае (аналоговый режим) для передачи одного канала речи используется полная ширина радиочастотного канала. Для передачи сигнала речи по сети Ethernet используется квазилинейный алгоритм компрессии. В случае DMR поддерживается передача двух отдельных тайм-слотов (например для голоса и данных). Доступен полный набор функций DMR.

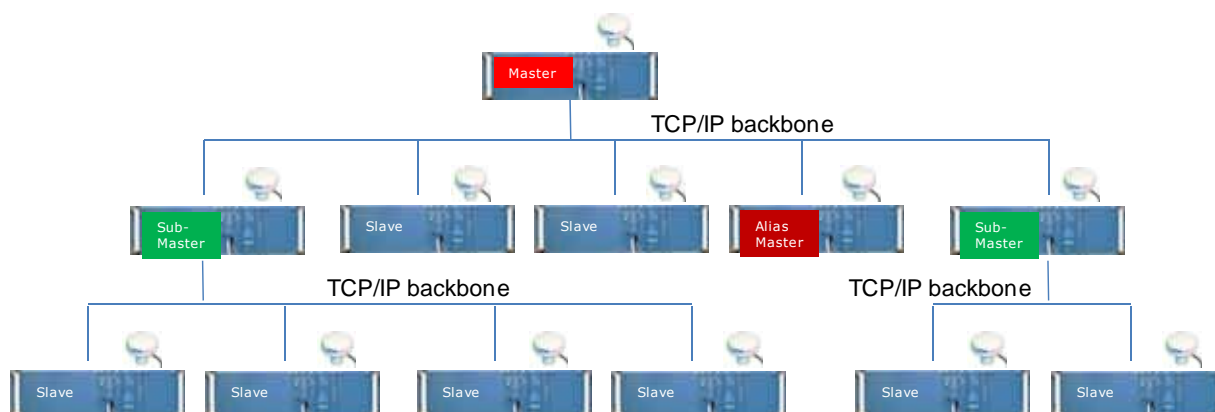
Если терминал DMR запрограммирован для работы в режиме сканирования, ему доступны вызовы и аналогового и цифрового формата.

РЕЗЕРВИРОВАНИЕ

Каждая Мастер-станция или Субмастер-станция могут управлять набором из **32 периферийных устройств**. Устройство это единица оборудования с интерфейсом Ethernet. Таким устройством является или периферийная базовая станция или телефонный интерфейс RA-TI-XX.

Комбинируя одну Мастер-станцию и иерархическую структуру Субмастер-станций можно строить сети огромных масштабов, теоретически – до 32^N , где N количество уровней иерархии.

Суб-мастер-станция, кроме своего основного предназначения, обеспечивает частичное резервирование (в своем сегменте сети).



В комплекте оборудования от **Radio Activity** предусмотрено прямое резервирование Мастер-станции. Резервная Мастер-Станция или "**Alias Master**" включается в работу, при недоступности основной Мастер-станции. Назначение резервной Мастер-станции производится в сетях большого масштаба или в случае повышенных требований к надежности инфраструктуры. Мастер-станция и резервная Мастер-станция располагаются, как правило, на географически

разделенных площадках. "Alias Master", в нормальном режиме работы функционирует как стандартная периферийная базовая станция. В случае прекращения приема сообщений о наличии в сети штатной Мастер станции (сообщение "alive"), резервная Мастер-станция включается в работу в режиме Мастер. Каждая из периферийных базовых станций владеет информацией о IP адресах основной Мастер-станции и резервной. При «исчезновении» Мастер-станции, периферийные станции регистрируются на "Alias Master", таким образом, функциональность сети восстанавливается автоматически.

Базовые станции **Radio Activity** могут быть исполнены в **конфигурации 1+1** (основная + резервная). В такой конфигурации, базовая станция укомплектована двумя независимыми приемопередатчиками, которые используют общие цепи подключения к антенному оборудованию и к сети передачи данных. Линии подключения внешних аудиоустройств включаются параллельно, для подключения к сети передачи данных используются два отдельных физических порта Ethernet с индивидуальными адресами IP. Алгоритм управления включает в работу резервный приемопередатчик в случае технического сбоя основного приемопередатчика или по расписанию. Использование механизма переключения по расписанию позволяет постоянно контролировать работоспособность резервного комплекта оборудования.

Если одна из базовых станций оказывается изолирована от остальной сети, она продолжит работу в режиме отдельного ретранслятора. В случае отключения от сети группы базовых станций они тоже смогут продолжать работать корректно. Синхронизация базовых станций сохраняется в течение длительного времени, как правило, достаточного для восстановления инфраструктуры.

ПЕРВИЧНАЯ СЕТЬ IP ТРЕБОВАНИЯ К ПОЛОСЕ ПРОПУСКАНИЯ

Сеть Simulcast на базе протокола IP является развитием архитектуры основанной на использовании 4-х проводных телефонных каналов. Для передачи первичного аналогового сигнала периферийная базовая станция создает виртуальный канал к Мастер-станции. Аудиосигнал передается по данному виртуальному каналу с использованием инкапсуляции в пакеты UDP. Отправка сообщений может производиться в режиме широковещательной рассылки или по индивидуальным адресам.

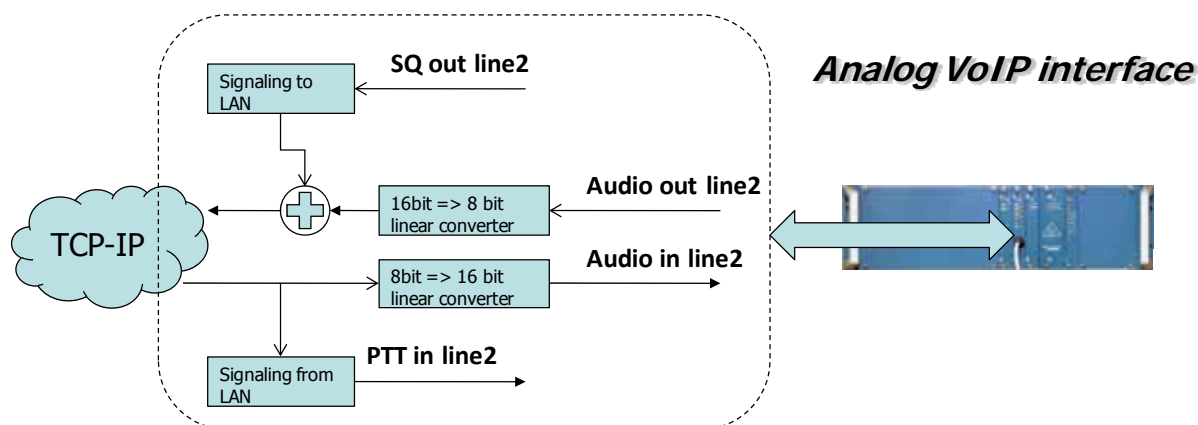


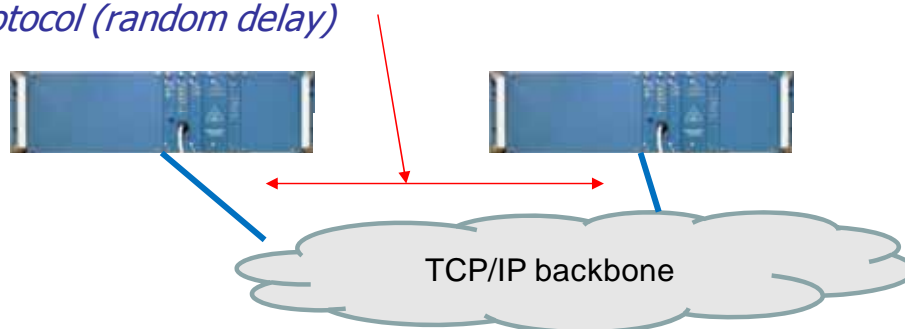
Рисунок сверху поясняет механизм транспорта речи и данных. Речевой сигнал поступает из радиотракта в цифровом формате с частотой передачи отдельных отсчетов 8 КГц (16 бит на каждый отсчет). Далее сигнал подвергается компрессии до формата 8 КГц / 8 бит. Использование линейной компрессии обусловлено необходимостью передачи кроме сигналов речи, различных видов сигнализации, сигналов модемов (FFSK)...

Отдельные отсчеты цифрового потока кодирующего речь формируются в кадры длительностью 60 мс, по 480 отсчетов на кадр. Кадр передается в составе пакета UDP/IP, адресованного Мастер-станции. Сообщения сигнализации, такие как срабатывание шумоподавителя, команда включения передатчика, измеренное соотношение сигнал/шум и пр., также передаются в составе UDP пакета.

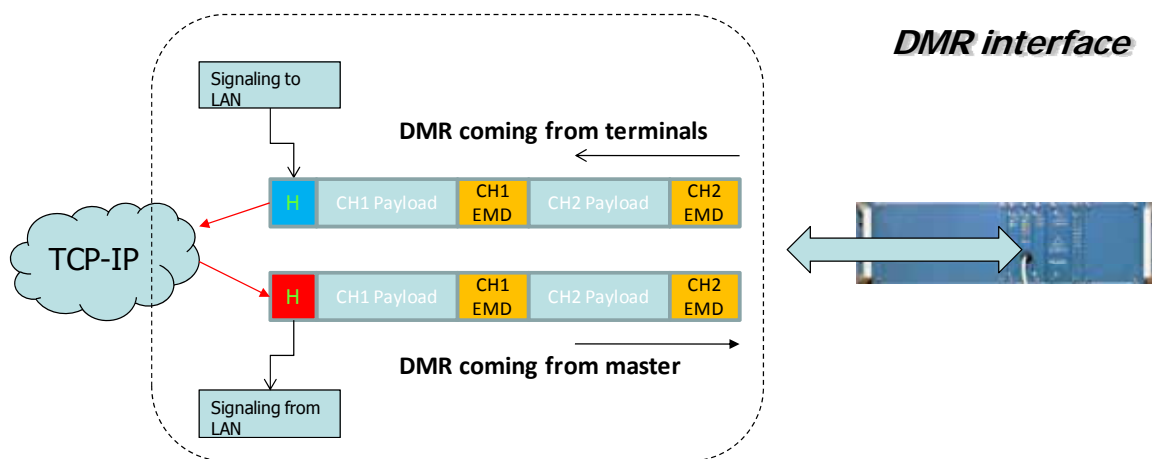
Каждый пакет получает точную метку времени, таким образом, Мастер-станция полностью реконструирует принимаемые данные перед выполнением процедуры вотирования и отправкой отобранного сигнала к периферийным станциям для ретрансляции. Используемый метод передачи обеспечивает «прозрачный» транспорт речевого сигнала в полосе частот 0 – 4 КГц. Результат практически аналогичен случаю использования выделенных 4-х проводных телефонных каналов.

Время доставки пакета по сети IP имеет постоянную величину определяемую протяженностью линий и переменную составляющую, которая зависит от загрузки сети и конфигурации маршрутизирующих устройств. Алгоритм работы периферийной базовой станции позволяет компенсировать вариации времени доставки пакетов до 900 мс, что заведомо достаточно для большинства реальных условий применения.

Absolute delay may differs continuously due to IP asynchronous transportation protocol (random delay)



В случае использования режима DMR передача речевых сигналов производится аналогично. Основное отличие – использование кодека DMR и соответствующих сообщений сигнализации.



Трафик речи в формате DMR генерируемый для передачи по IP сети составляет 27 байт каждые 30 мс. Добавление сообщений сигнализации и другой служебной информации приводит к увеличению количества передаваемой информации до 52 байт. С учетом заголовков IP и информации контроля четности (CRC), получается поток данных со скоростью около 20 Кбит/с, для передачи информации 2-х тайм слотов DMR. Возможно использование двух режимов

передачи. В первом режиме, информация каждого из тайм-слотов формируется в собственный поток пакетов (см. рисунок выше). Во втором режиме, информация двух тайм-слотов передается в составе одного пакета. В первом случае снижается время задержки передачи, но увеличивается полоса пропускания требуемая для пропуска информации по первичной сети. Во втором случае увеличивается задержка, но снижается требуемая величина полосы пропускания.

При передаче аналогового сигнала с исходной скоростью цифрового потока 64 Кбит/с, потребуется полоса пропускания порядка 70 Кбит/с. Увеличение требуемой полосы пропускания объясняется необходимостью передачи служебных сообщений и заголовков протокола IP. Полоса пропускания в первичной сети запрашивается только в период ведения информационного обмена. Пакеты от периферийных станций к Мастер станции отправляются с использованием индивидуального порядка рассылки. Пакеты от Мастер-станциям к периферийным направляются в режиме широковещательной рассылки. Использование широковещательной рассылки возможно по причине идентичности информации отправляемой Мастер-станцией к периферийным.

Рассмотренные требования к полосе пропускания не включают ресурс необходимый для сообщений управления сетью. Сообщения управления сетью передаются с использованием протокола TCP/IP. Данный протокол используется для передачи:

- ∞ Сигналов синхронизации.
- ∞ Регистрации базовых станций.
- ∞ Удаленного управления.
- ∞ Сообщений изменения конфигурации сети при сбоях в работе.
- ∞ Других сообщений управления сетью.

Процедура передачи служебных сообщений требует очень небольшой полосы пропускания – несколько Кбит/с. Характеристики первичной сети связи суммарно описаны в приводимой ниже таблице:

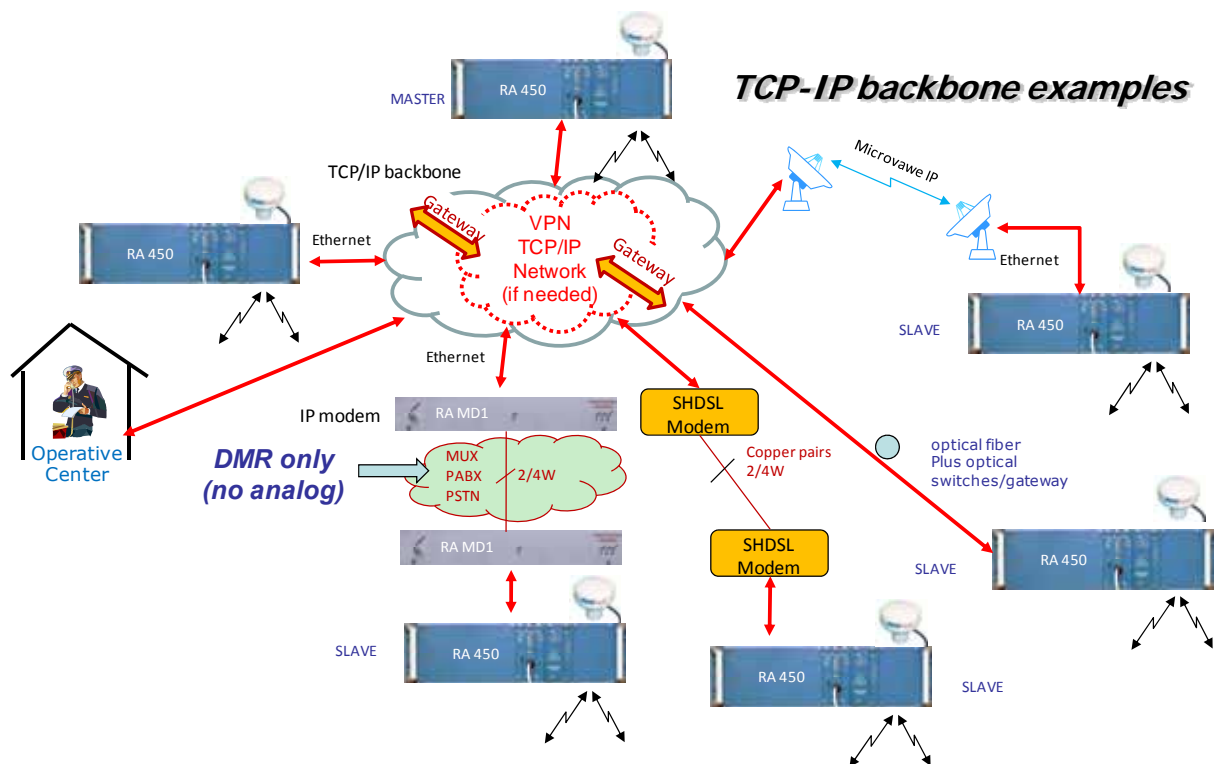
Протоколы передачи пакетов с речевой информацией:	UDP/IP (ipv4), индивидуальная адресация (от периферийных к Мастер-станции) и широковещательная рассылка (от Мастер-станции к периферийным), установка байтов DSCP - " EF " (<i>Класс обслуживания телефония</i>), в соответствии с RFC 4594.
Протоколы «внутреннего» управления оборудованием базовой станции:	UDP/IP (ipv4), индивидуальная адресация или широковещательная рассылка, DSCP, установки " CS6 " (<i>Класс обслуживания – управление сетью</i>), в соответствии с RFC 4594.
Протоколы удаленного управления, установки параметров и восстановления:	UDP/IP и TCP/IP (ipv4) индивидуальная адресация и широковещательная рассылка, DSCP установки " AF13 " (<i>Класс обслуживания – высокоскоростная передача данных</i>), в соответствии с RFC 4594.
Джиттер (Отклонение времени доставки пакетов от номинального значения):	Базовая станция способна компенсировать значение джиттера до 200 мс. Абсолютная задержка, т.е. среднее время задержки + джиттер не должна

	превышать 400 мс (в каждом направлении).
Максимальная задержка:	Базовая станция способна компенсировать задержку не превышающую по величине 900 мс (суммарно в обоих направлениях), включая джиттер.
Допустимые потери пакетов:	< 0.1 %.
Формат передачи речи:	Аналоговый режим: 64 kb/s – 8 bit x 8 KHz линейное кодирование. DMR: кодек AMBE II+™ (Advanced Multi-Band Excitation).
Генерируемый трафик в сети передачи данных:	Аналоговый режим: 60 ms – 480 байт/отчетов DMR режимы передачи: один тайм-слот на пакет/два тайм-слота на пакет. Трафик 60 мс – 27 байт на тайм-слот.
Минимально необходимая полоса пропускания в инфраструктуре первичной сети связи (на один канал), включая служебные сообщения, сообщения сигнализации и сетевого управления:	Периферийная базовая станция: 70 кб/с в аналоговом режиме к/от Мастер-станции 24 кб/с в DMR к/от Мастер-станции (два тайм-слота в пакете).
	Мастер станция обслуживающая N периферийных (два тайм-слота в пакете): 70 кб/с в аналоговом режиме, к периферийным, 70 кб/с X N от периферийных. 24 кб/с в DMR к периферийным, 24 кб/с X N от периферийных.

Следует особо подчеркнуть, что требования к полосе пропускания первичной сети связи очень невысоки. В отличие от варианта использования первичных цифровых трактов E 1 G.703, система посылает какие-либо данные по первичной сети только во время получения корректного эфирного радиосигнала. При отсутствии трафика, объем служебных сообщений передаваемых по сети не превышает нескольких Кб/с. Использование широкополосной передачи от Мастер-станции к периферийным дополнительно сокращает требования к первичной сети связи. Таким образом используемый ресурс эквивалентен только **малой части пропускной способности занимаемой первичными цифровыми трактами E1.**

Таким образом, допустимо использование различных по построению IP сетей. Стандартные каналы IP с полосой пропускания несколько Мбит/с, легко удовлетворяют требованиям предъявляемым инфраструктурой сети радиосвязи построенной на оборудовании компании **Radio Activity**.

Следующий рисунок изображает примеры каналов IP пригодных для построения сетей радиосвязи технологии Simulcast.

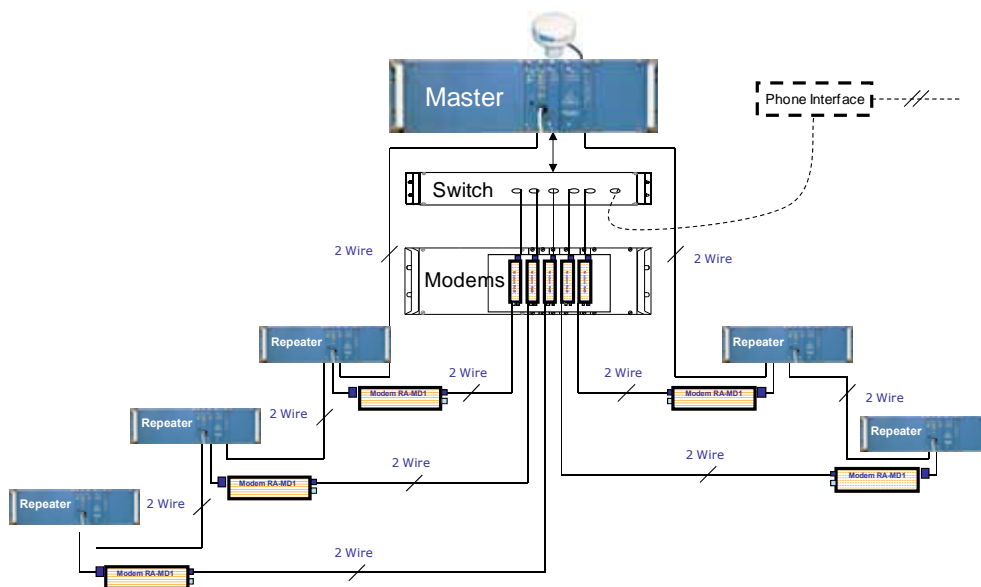


Если в составе первичной сети связи используются аналоговые каналы (физические линии) связи, компанией **Radio Activity** предлагается два варианта включения:

- ∞ Использование пары SHDSL IP модемов, которые обеспечивают скорость передачи не менее 128 Кбит/с. Данной скорости передачи достаточно для корректной работы сети в аналоговом режиме и в режиме DMR.
- ∞ Использование пары специализированных модемов производства **Radio Activity RA-MD-1**. Модемы образуют канал IP с использованием, в качестве среды передачи, канала ТЧ 300 – 3400 Гц, или 4-х проводной физической линии. В данном случае будет организован канал с ограниченной пропускной способностью 33 Кбит/с или менее и значительным временем задержки (50 – 60 мс). Даже такого «узкого» канала достаточно для работы сети радиосвязи **Radio Activity**, однако возможно **только использование режима DMR. Работа сети в аналоговом режиме не обеспечивается.**

При наличии доступного тракта E1, потребуется использование внешнего конвертера E1 – Ethernet. Для работы в режиме DMR достаточно 1x64 Кбит/с, для работы сети радиосвязи в аналоговом режиме требуется 2x64Кбит/с. Многие модели мультиплексоров могут предоставить возможность подключения к порту Ethernet без использования внешнего конвертера.

Следующий рисунок изображает сеть радиосеть Simulcast работающую в режиме DMR и построенную с использованием проводных линий связи.



КОНФИГУРАЦИЯ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ

Периферийная: дуплексная базовая радиостанция серий RA080/RA160/RA450/RA900 с функцией автоматического выбора режима работы аналоговый – цифровой (DMR). Оборудование размещается в 19" конструктиве высотой 3 U, питание 13,8 В постоянного тока с минусом на корпусе. Базовая станция комплектуется аудиопроцессором на базе DSP с программным обеспечением, которое позволяет работать в цифровом и аналоговом режимах **Simulcast**. Периферийная базовая станция оборудована: GPS приемником для синхронизации времени и частоты, (без внешней антенны), 4-х проводным портом для подключения сигнала внешней синхронизации, модулем ввода/вывода для удаленного управления и сигнализации (2 дискретных оптоизолированных входа, 2 аналоговых входа, 2 релейных выхода, 2 выхода аварийной сигнализации) и средствами удаленного управления базовой станцией по каналу GSM/GPRS. Как опция, поставляется встроенный дуплексер.



Мастер-станция/Субмастер-станция:

дуплексная базовая радиостанция серий RA080/RA160/ RA450/RA900 с функцией автоматического выбора режима работы аналоговый – цифровой (DMR). Оборудование размещается в 19" конструктиве высотой 3 U, питание 13,8 В постоянного тока с минусом на корпусе. Базовая станция комплектуется аудиопроцессором на базе DSP с программным обеспечением, которое позволяет работать в цифровом и аналоговом режимах **Simulcast**. Мастер-станция оборудована: двухрежимной системой вотивирования – до 32 каналов обработки, сервисным портом Ethernet для подключения операторского центра, системой административного управления, GPS приемником для синхронизации времени и частоты, (без внешней антенны), 4-х проводным портом для выдачи сигнала внешней синхронизации, модулем ввода/вывода для удаленного управления и сигнализации (2 дискретных оптоизолированных входа, 2 аналоговых входа, 2



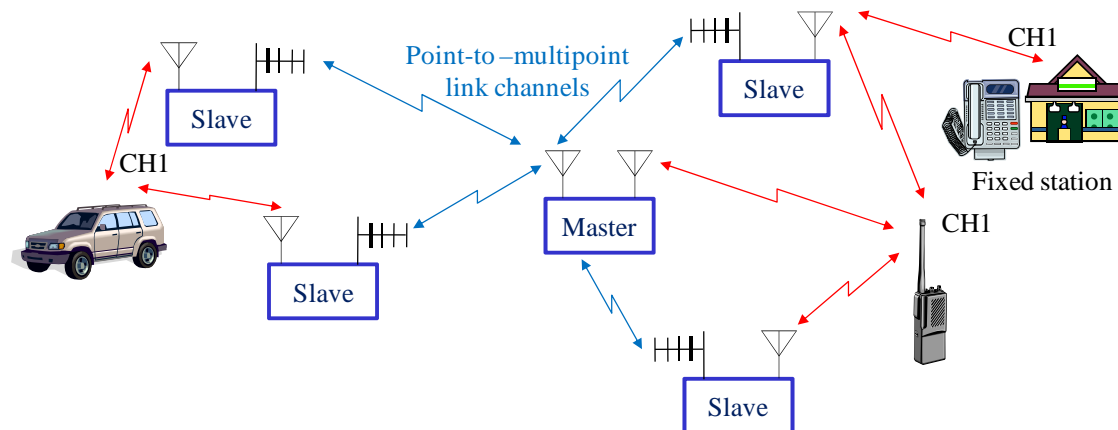
релейных выхода, 2 выхода аварийной сигнализации) и средствами удаленного управления базовой станцией по каналу GSM/GPRS. Как опция, поставляется встроенный дуплексер.

УЗКОПОЛОСНЫЕ УКВ ЛИНИИ СВЯЗИ

В отдельных случаях, в качестве каналов первичной сети связи требуется использование узкополосных УКВ радиолиний. Как правило, такие радиолинии строятся в диапазоне UHF и обеспечивают уверенное соединение даже в случае отсутствия прямой видимости между объектами.

Приемопередатчики базовых станций **Radio Activity** расположенные в одном шасси имеют интерфейс для соединения между собой (системная шина 4 Мб/с).

Решение по использованию узкополосных УКВ линий связи выглядит следующим образом:

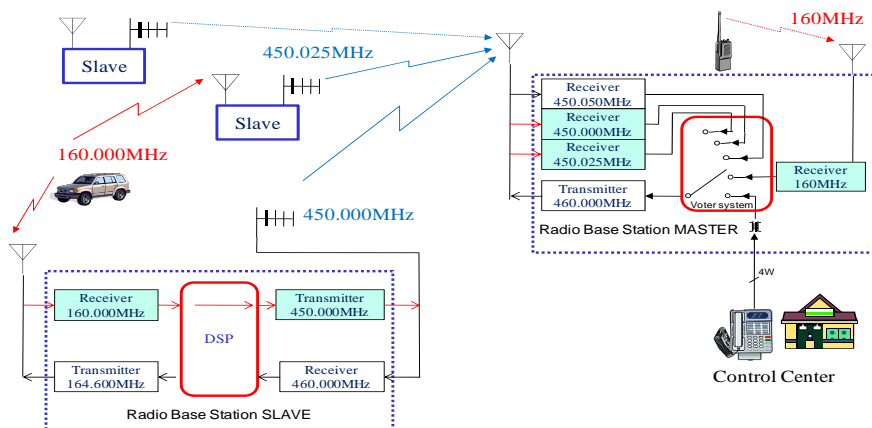


В общем случае, решение может быть описано следующим образом:

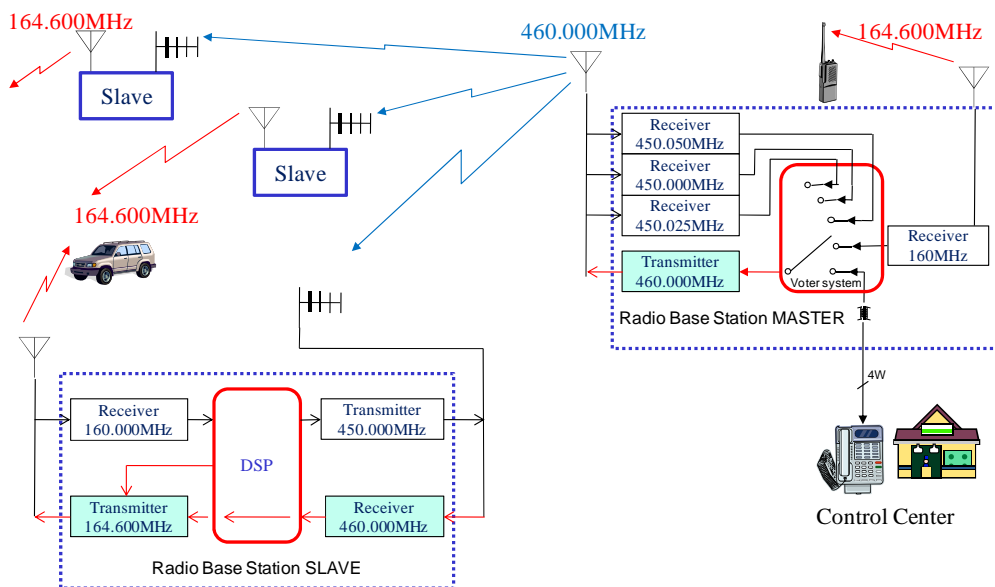
Радиосигнал от терминала принимается одной или несколькими базовыми станциями сети (все приемники принимают на одной частоте). Принятый сигнал, по УКВ радиолинии, направляется к Мастер-станции. Мастер-станция выбирает наилучший сигнал, для его последующей ретрансляции. В аналоговом режиме выбор производится по отношению сигнал/шум, в цифровом - по критерию целостности принятых цифровых последовательностей.

Отобранный для ретрансляции сигнал отправляется от Мастер-станции к периферийным и затем, ретранслируется всеми передатчиками сети. Излучение передатчиков синхронизируется по времени и частоте. Зона радиопокрытия сети существенно увеличивается и по площади становится аналогична сумме площадей радиопокрытия отдельных базовых станций. Пользователь получает сервис аналогичный случаю использования одиночного ретранслятора.

Более подробно процедура передачи сигналов в рассматриваемом варианте построения сети представлена на рисунке:



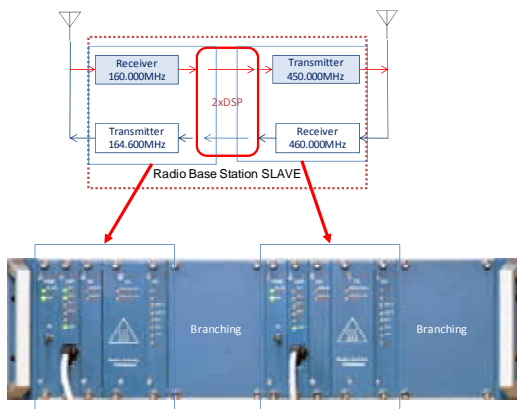
Процессор обработки сигналов (DSP) производит оценку качества принимаемого сигнала в реальном масштабе времени (по отношению сигнал/шум в аналоговом режиме, по критерию целостности цифровой последовательности – в цифровом режиме). Отобранный наилучший сигнал отправляется к периферийным базовым станциям. Для каждой радиолинии периферийная базовая станция - Мастер-станция требуется собственная радиочастота. Обратная передача от Мастер-станции к периферийным производится на одной и той же частоте для всех периферийных базовых станций (информация идентична):



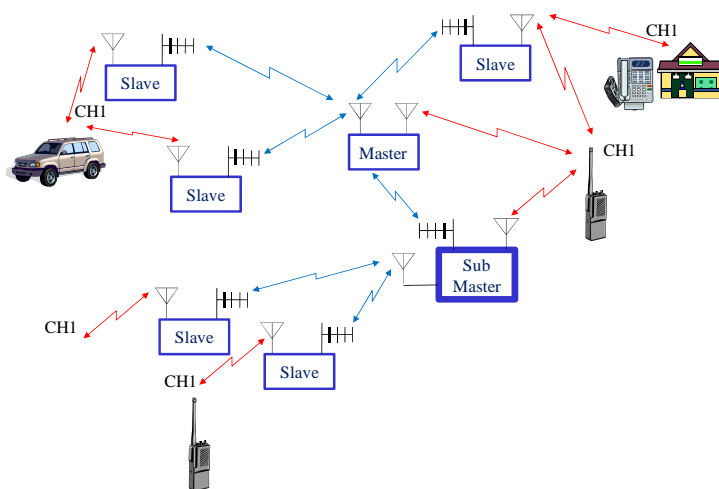
DSP периферийной базовой станции производит синхронизацию по времени и частоте несущей (информация для синхронизации извлекается из цифровой последовательности передаваемой Мастер-станцией по УКВ радиолинии), устанавливает величину задержки и производит коррекцию АЧХ. В данной конфигурации сети синхронизация по сигналу GPS не требуется, т.к. величина задержки в радиолинии УКВ – постоянна.

Мастер-станция может быть оборудована 9-ю (и менее) приемниками УКВ радиолиний (может обслужить до 9 периферийных базовых станций).

В одном шасси базовой станции может быть установлено 2 приемопередатчика. Такое решение очень компактно. Соединение между ретрансляторами в рамках одного шасси производится по системной шине на скорости 4 Мбит/с. Все требуемые функции (вотирование, компенсация задержки, синхронизация) являются интегрированными – дополнительное оборудование не требуется.



В случае систем крупного масштаба, допускается построение сети с использованием Субмастер-станций:



Субмастер-станция функционирует аналогично Мастер-станции, но имеет дополнительный приемопередатчик который обеспечивает прием-передачу информации в направлении к Мастер-станции. Субмастер-станция отправляет отобранный наилучший сигнал от своей группы периферийных станций к Мастер-станции и наоборот, принятый от Мастер-станции сигнал отправляет для ретрансляции к своей группе периферийных базовых станций.

Субмастер-станция регистрирует и регенерирует сигналы синхронизации и сигналы сигнализации для корректной работы режима Simulcast в масштабе всей сети.

ПЕРИФЕРИЙНАЯ БАЗОВАЯ СТАНЦИЯ С ОБОРУДОВАНИЕМ РАДИОЛИНИИ УКВ



Пример периферийной базовой станции

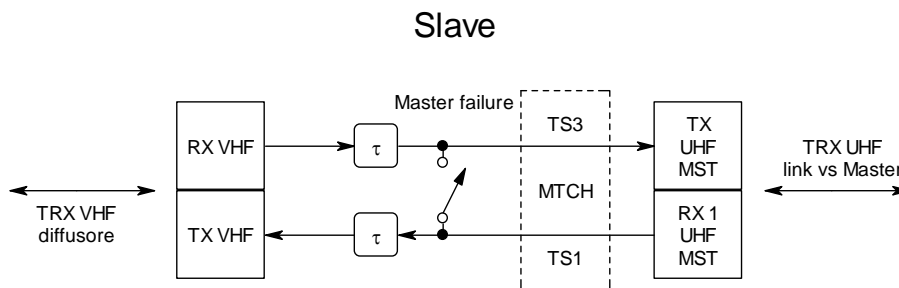
В едином конструктиве размещается приемопередатчик VHF (левая сторона) и приемопередатчик радиолинии UHF (правая сторона).

Сигнал принимаемый приемником местного приемопередатчика (VHF) отправляется к Мастер-станции через передатчик радиолинии (UHF). Сигнал принимаемый приемником радиолинии (UHF) после обработки (установка задержки, коррекция АЧХ) передается в эфир местным передатчиком (VHF).

Станция выполняет следующие функции:

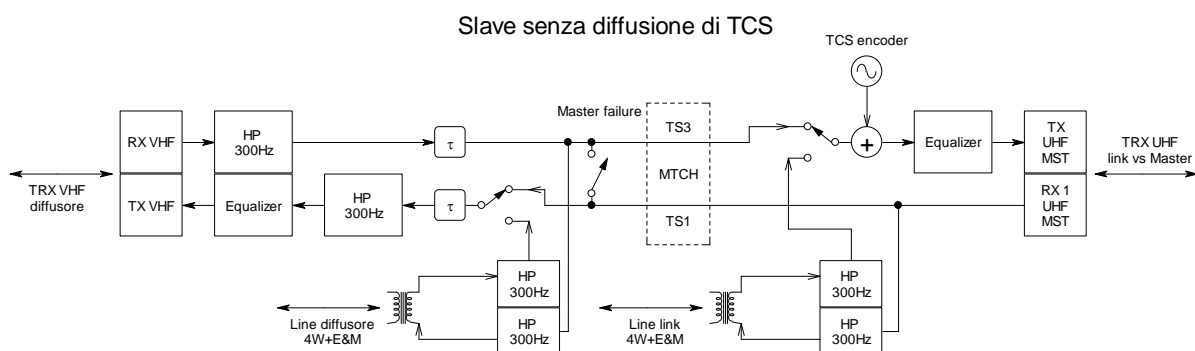
1. Управление приемом – передачей сигнала в направлении к Мастер-станции.
2. Управление приемом – передачей сигнала в направлении к терминалам.
3. Установка значения временной задержки сигнала при передаче по направлению к терминалам (нисходящий поток - от Мастер-станции) и к Мастер-станции (восходящий поток).
4. Включение в режиме одиночного ретранслятора в случае отсутствия соединения с Мастер-станцией (данная функция доступна в меню программирования базовой станции в окне "Repeater mode enable."). В данном случае, ретранслятор маркирует аварийный режим передачей короткой тональной посылкой частотой 400 Гц и программируемой длительности (по умолчанию – 500 мс) в конце каждой транзакции передачи.

Передача аудиосигналов и сигналов синхронизации между устройствами производится с использованием внутренней системной шины 4 Мбит/с. На рисунке внизу изображен тракт передачи аудиосигналов базовой станции.



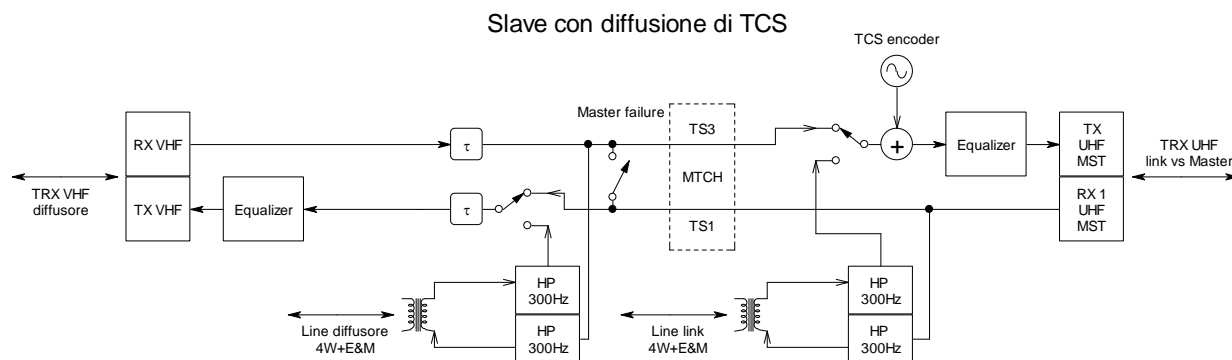
КОНФИГУРИРОВАНИЕ ПЕРИФЕРИЙНОЙ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ

Конфигурация периферийных базовых станций может быть выполнена различным образом, в зависимости от общей структуры и задач сети Simulcast. Далее рассмотрены наиболее часто используемые варианты конфигурации (для установки различных параметров конфигурации используется специализированное программное обеспечение).



В данной конфигурации, периферийная базовая станция не включает в сигнал передачи подтональную часть спектра, но генерирует подтональный сигнал в сторону Мастер-станции. Необходимо установить значение задержки 3,3 мкс/км, для выравнивания времени прихода сигналов к терминалу от рассматриваемой базовой станции и соседней. Самая дальняя от Мастер-станции периферийная должна иметь установку «без задержки» (однако функция «задержка» должна быть разрешена), прочие периферийные базовые станции необходимо сконфигурировать на время задержки пропорциональное расстоянию от каждой из них до Мастер-станции. Если используется периферийная станция, смонтированная в одном шасси с Мастер-станцией и использующая для связи с Мастер-станцией соединение по системной шине 4 Мбит/с, то всем станциям сети необходимо увеличить время задержки на «время обработки сигнала единичного приемопередатчика», что соответствует 5,605 мкс.

4-х проводный интерфейс E & M может использоваться локальной операторской консолью. Приоритетное направление передачи – в сторону Мастер-станции (только в аналоговом режиме). 4-х проводный интерфейс E & M подключенный со стороны локального приемопередатчика тоже может использоваться для подключения операторской консоли. В данном случае, передача может вестись только локально, без трансляции сигнала по всей радиосети.



Режим работы по приведенной схеме аналогичен предыдущему за исключением того, что из тракта исключены фильтры верхних частот с частотой среза 300 Гц. Таким образом, в данном примере предусматривается ретрансляция подтональных сигналов в направлении к Мастер-станции, от Мастер-станции и при ретрансляции в режиме одиночного ретранслятора (при недоступности Мастер-станции).

МАСТЕР-СТАНЦИЯ

Мастер-станция конструктивно исполнена в виде двух упаковок для монтажа в 19" стойку. Каждая упаковка занимает по высоте 3 U.



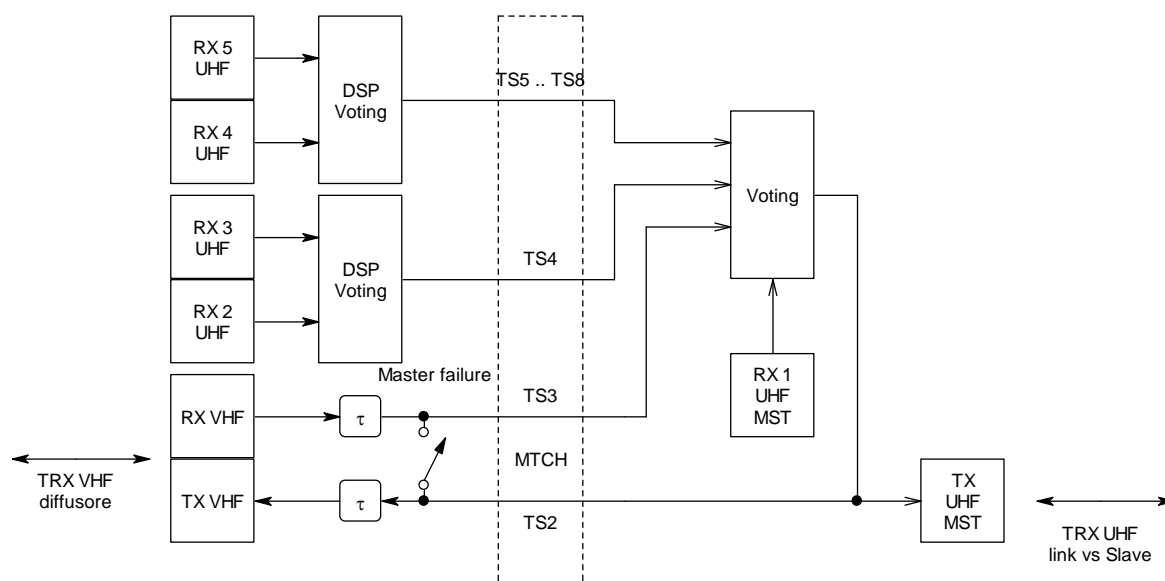
Пример Мастер-станции рассчитанной на подключение 4-х периферийных

Нижний конструктив (упаковка) выполняет функции Мастер-станции с автоматическим выбором канала приема и передатчиком (передатчик предназначен для доведения сигналов к периферийным базовым станциям). Верхний конструктив представляет из себя локальную базовую станцию Simulcast.

Упаковка Мастер-станции включает в себя базовую станцию RA-450 и дополнительные приемники – по количеству периферийных базовых станций. Модуль DSP рассчитан на обработку сигналов (демодуляция и вотирование) от 3-х каналов приема. Распределительная панель приема включена в стандартную конфигурацию. Панель предназначена для распределения сигналов UHF от одной антенны на группу приемников.

Следующий рисунок показывает прохождение аудиосигналов по цепям базовой станции.

MASTER



Оборудование выполняет следующие функции:

1. Вотирование сигналов UHF принятых от периферийных базовых станций и сигнала VHF локальной базовой станции.
2. Распределение сигналов приема (распределительная панель включает в свой состав малозумящий усилитель).
3. Доведение сигналов синхронизации до периферийных базовых станций.
4. Установку значений задержки, групповой и абсолютной для локального передатчика VHF.
5. Установку шлейфа для передачи отобранного при вотировании сигнала к периферийным базовым станциям.
6. Установку шлейфа (режима локальной ретрансляции) приемопередатчика VHF при аварийных ситуациях.

Возможно предусмотреть устройство линии связи к пункту оперативного управления пользователя (дистанционное управление). Такое соединение может быть выполнено с использованием сети IP или путем устройства отдельной радиолнии «точка-точка». Во втором случае, на объекте необходимо установить дополнительно дуплексный приемопередатчик.

Аудиосигналы и сигналы синхронизации в пределах одной базовой станции передаются по системной шине 4 Мбит/с.

СУБМАСТЕР-СТАНЦИЯ

Мастер-станция конструктивно исполнена в виде двух упаковок для монтажа в 19" стойку. Каждая упаковка занимает по высоте 3 U.



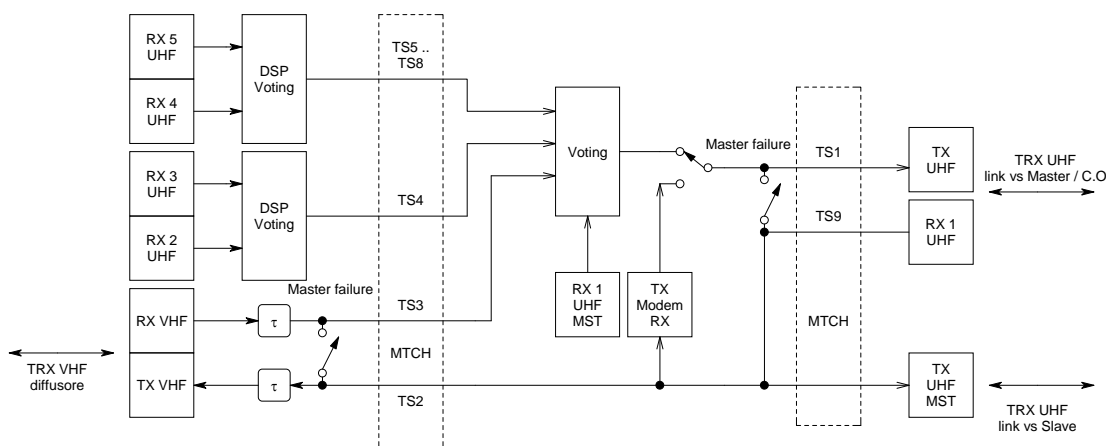
Пример Субмастер-станции рассчитанной на подключение 4-х периферийных

Нижний конструктив (упаковка) выполняет функции Субмастер-станции с автоматическим выбором канала приема и передатчиком (передатчик предназначен для доведения сигналов к периферийным базовым станциям). Верхний конструктив представляет из себя локальную базовую станцию Simulcast и оборудование линии связи с Мастер-станцией.

Упаковка Субмастер-станции включает в себя базовую станцию RA-450 и дополнительные приемники – по количеству периферийных базовых станций. Модуль DSP рассчитан на обработку сигналов (демодуляция и вотирование) от 3-х каналов приема. Распределительная панель приема включена в стандартную конфигурацию. Панель предназначена для распределения сигналов UHF от одной антенны на группу приемников.

Следующий рисунок показывает прохождение аудиосигналов по цепям базовой станции.

MASTER SECONDARIO



Оборудование выполняет следующие функции:

1. Вотирование сигналов UHF принятых от периферийных базовых станций и сигнала VHF локальной базовой станции.
2. Распределение сигналов приема (распределительная панель включает в свой состав малошумящий усилитель).
3. Обработка сигнала синхронизации от Мастер-станции.
4. Доведение сигналов синхронизации до периферийных базовых станций.

5. Установку значений задержки, групповой и абсолютной для локального передатчика VHF.
6. Установку шлейфа для передачи отобранного при вотировании сигнала к периферийным базовым станциям.
7. Включение в режиме Мастер-станции выделенной сети в случае отсутствия соединения с основной Мастер-станцией.
8. Включение в режиме одиночного ретранслятора в случае отсутствия соединения с Мастер-станцией и периферийными станциями (данная функция доступна в меню программирования базовой станции в окне "Repeater mode enable."). В данном случае, ретранслятор маркирует аварийный режим передачей короткой тональной посылки частотой 400 Гц и программируемой длительности (по умолчанию – 500 мс) в конце каждой транзакции передачи.

Аудиосигналы и сигналы синхронизации в пределах одной базовой станции передаются по системной шине 4 Мбит/с.

ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Дистанционное управление является одной из важнейших функций в сетях оперативной радиосвязи. Оборудование компании **Radio Activity** разработано с учетом максимальной пригодности к выполнению функций дистанционного управления. Система дистанционного управления характеризуется высокой гибкостью, за счет использования различных вариантов каналов связи и взаимного резервирования между ними. Функциональность системы административного управления при использовании локального терминала или при удаленном доступе из лаборатории практически одинакова. Оборудование **Radio Activity** эксплуатируется по всему миру, зачастую, в труднодоступных местах, таким образом, функции дистанционного управления и администрирования являются не опцией, но необходимостью.

Дистанционное управление востребовано при монтажных и пусконаладочных работах, т.к. позволяет привлекать к настройке высококвалифицированный персонал. Средства управления позволяют дистанционно или с локального терминала (персонального компьютера) устанавливать параметры приемопередатчика (подтональные сигналы, точная подстройка частоты, частоты срезов цифровых фильтров, девиация, уровни НЧ сигналов, посылки сигнализации...) и производить набор измерений (уровни аудиосигналов, искажения, задержки, уровень радиосигнала, выходная мощность...). В дополнение к стандартным средствам диагностики, таким как установки шлейфов, контроль температуры, потребляемой мощности и т.п. предусмотрена возможность замены (актуализации) программного обеспечения.

Базовая станция имеет средства диагностики, как собственного оборудования, так и оборудования соседних базовых станций сети. Данная информация используется для корректного реагирования в случае сбоев в работе отдельных элементов оборудования. Диагностическая информация, кроме того, доступна для обработки Центром управления сети (Network Managing Center).

Используются следующие программные средства настройки и управления базовыми станциями.

- ∞ **DMR Manager** инструмент конфигурирования базовой станции, обеспечивает доступ ко всем функциям конфигурации. Данный программный пакет используется для локальной работы с оборудованием и предназначен для квалифицированных пользователей. Подключение к оборудованию базовой станции может производиться через локальный последовательный порт, через сеть IP или с использованием встроенного в базовую станцию GSM/GPRS модема.
- ∞ **DMR NetControl** инструмент удаленной диагностики комплексной сети радиосвязи. Данный программный пакет предназначен для непрерывного контроля функциональности сети из Центра управления (Network Managing Center). Пакет предназначен для пользователя сети радиосвязи или технических специалистов пользователя. Пакет производит периодический опрос базовых станций и представляет на экранной форме информацию об их состоянии. DMR_NetControl, позволяет использовать средства конфигурирования аналогичные средствам программного пакета DMR Manager. Доступ к меню конфигурации обеспечивается по паролю.
- ∞ **DTI Manager** инструмент конфигурирования параметров телефонного интерфейса RA-TI-XX. Как и DMR Manager, данный программный пакет используется для локальной работы с оборудованием и предназначен для квалифицированных пользователей. Подключение к оборудованию дистанционно предусмотрено только в ручном режиме.

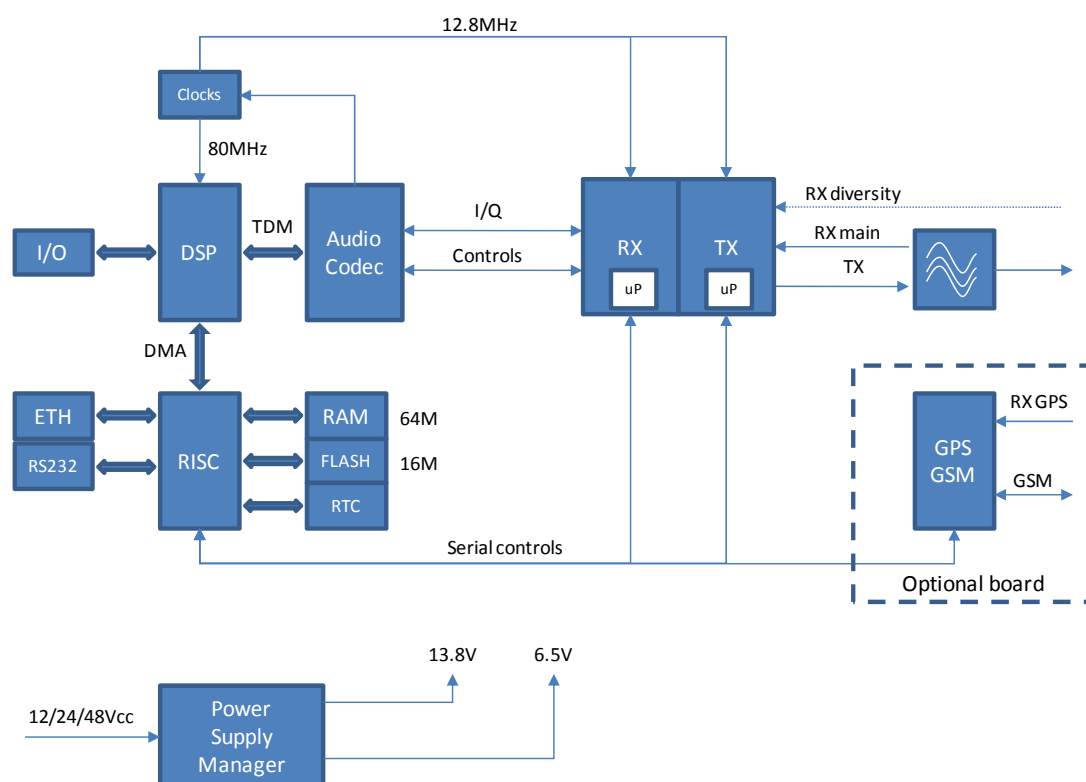
ПРОЦЕДУРЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Модуль DSP, имеющийся в составе базовой станции, собирает диагностическую информацию от прочих модулей с использованием последовательного порта, на скорости 115 Кбит/с. Часть диагностической информации поступает в DSP напрямую.

В модулях приемника, передатчика, GPS/GSM модема, ввода-вывода имеются собственные контроллеры управляющие логикой работы каждого из модулей. Эти данные передаются к DSP по последовательному порту непрерывно. DSP производит необходимые процедуры обработки первичных данных и направляет «сводный отчет» в Центр управления системой. Отправка отчета может быть организована с использованием сети IP, через последовательный порт, через модем GSM/GPRS или по сети DMR.

Данные конфигурации хранятся во флэш-памяти устройства.

Функциональная схема обмена данными конфигурации и диагностики представлена на рисунке:



Функциональная схема обмена данными конфигурации и диагностики

Благодаря цифровым методам обработки сигналов, в оборудовании реализованы богатые по возможностям и точные процедуры самодиагностики. Функции самодиагностики весьма эффективны, как для диагностики собственного оборудования базовой станции, так и для диагностики каналов первичной сети, радиотрактов, аналоговых линий предназначенных для подключения внешних устройств.

Набор диагностических параметров велик и продолжает увеличиваться, по мере разработки новых версий программного обеспечения. Приводимый список параметров не является полным, так как потребовалось бы несколько страниц текста, однако дает представление о возможностях системы диагностики базовых станций.

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕДАТЧИКА

- ∞ Запрет функции приема для основного тракта или тракта разнесенного приема.
- ∞ Запрет передачи.
- ∞ Частота приема, порог срабатывания, время срабатывания и гистерезис шумоподавителя, установка параметров шумоподавления с использованием подтональных частот.
- ∞ Частота передачи, выходная мощность, таймеры, девиация, подтональные частоты, время удержания, тональный сигнал окончания передачи.
- ∞ Установка шага сетки частот 12.5 / 20 / 25 КГц.
- ∞ Установка временной задержки в трактах передачи и приема (шаг установки 3,3 мкс, что эквивалентно дистанции 1 км).
- ∞ Установка типа модуляции / демодуляции (FM/PM/DATA).
- ∞ Выбор источника сигнала синхронизации.
- ∞ Разрешение функции самотестирования оборудования.
- ∞ Переключение между основным и резервным оборудованием.
- ∞ Выключение, включение, перезагрузка.

	Channel 0	Channel 1	Channel 2	Channel 3	Channel 4	Channel 5
Channel name	CH0	Empty Channel	Empty Channel	Empty Channel	Empty Channel	Empty Channel
Channel present	Yes	No	No	No	No	No
Channel enabled	Yes	No	No	No	No	No
TX mode	4Kk+(ETB)+MOTD					
Channels spacing [kHz]	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
TX Frequency [kHz]	161600,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Primary RX Frequency [kHz]	157000,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Secondary RX Frequency [kHz]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Tertiary RX Frequency [kHz]	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Simplex Frequency Shift	No	No	No	No	No	No
TX Power [W]	1	0	0	0	0	0
Maximum continous transm. time [s]	0	0	0	0	0	0
Transm. closure delay [ms]	900	900	900	900	900	900
TX DCS Code [cdt]	--	--	--	--	--	--
RX DCS Code [cdt]	--	--	--	--	--	--
TX TCS Frequency [Hz]	123,5	123,5	123,5	123,5	123,5	123,5
RX TCS Frequency [Hz]	123,5	123,5	123,5	123,5	123,5	123,5
RX Emergency TCS Frequency [Hz]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RX TCS hold time [ms]	900	900	900	900	900	900
Subtone tone deviation [Hz]	250	250	250	250	250	250
Supertone Frequency [Hz]	0	0	0	0	0	0
RX Squelch level [dB]	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
RX Squelch Hysteresis [dB]	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
RX DMR Colour Code (main)	1	1	1	1	1	1
TX DMR Colour Code (main)	1	1	1	1	1	1
RX DMR Colour Code (aux)	0	0	0	0	0	0
TX DMR Colour Code (aux)	0	0	0	0	0	0

ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕДАВАЕМЫЕ ДИСТАНЦИОННО

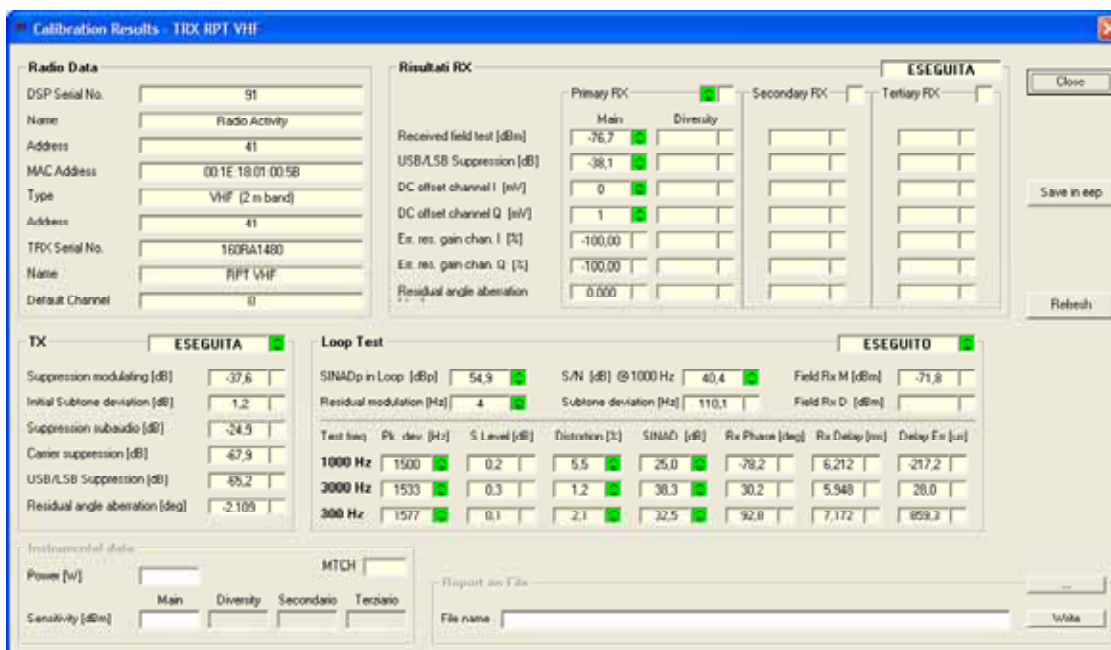
- ∞ Уровень сигнала приема (для основного тракта приема и тракта разнесенного приема).
- ∞ Измерение падающей, отраженной мощности, КСВ.
- ∞ Статус и напряжение вторичных источников электропитания.
- ∞ Статус системы синхронизации.
- ∞ Активность основного или резервного комплектов оборудования.
- ∞ Температура, параметры выходного сигнала и ток передатчика.

- ∞ Внешние аварийные сигналы общего назначения (доступ в помещение, пропадание сети электропитания...).
- ∞ Статус конвертера DC/DC индикация напряжения.
- ∞ Наличие сигнала синхронизации GPS.
- ∞ Состояние соединения отдельных блоков устройства между собой (радио, основной контроллер, процессор DSP).
- ∞ Версия программного обеспечения.

ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИК ПРОЦЕДУРА САМОТЕСТИРОВАНИЯ

Как локально, так и дистанционно, возможно включение оборудования в режим организации шлейфа. При этом доступны процедуры калибровки и тестирования:

- ∞ Калибровка измерителя отношения сигнал/шум по уровню -70 дБм.
- ∞ Измерение остаточной модуляции.
- ∞ Измерение шума в антенне в дБм.
- ∞ Подавление несущей частоты и побочных излучений в векторных демодуляторах и модуляторе в дБм.
- ∞ Измерение девиации в Гц (на частотах 300-1000-3000 Гц).
- ∞ Измерение коэффициента гармоник сквозного тракта прием+передача с разрешением 0.1% (на частотах 300-1000-3000 Гц).
- ∞ Измерение групповой задержки и SINAD (с модуляцией частотами 300-1000-3000 Гц).



СИГНАЛЫ КАЛИБРОВКИ

Для ускорения и упрощения процедур тестирования и проверки предусмотрены следующие функции доступные как локально – на сайте, так и дистанционно:

- ∞ Непрерывная или периодическая (с программируемой частотой кратной шагу в 1 Гц) посылка низкочастотных тональных сигналов или посылка сообщений сигнализации форматов DTMF/ZVEI/CCIR/EIA.
- ∞ Измерение входного сигнала проводной линии с разрешением 0.1 дБ.
- ∞ Измерение искажений и SINAD входного сигнала проводной линии (доступно для синусоидальных сигналов в полосе частот 300-3400 Гц, с шагом 50 Гц).
- ∞ Измерение частоты входного аудиосигнала с разрешением 1 Гц.
- ∞ Измерение частоты и уровня сигналов сигнализации передающихся вне спектра речевого сигнала.
- ∞ Включение режима шлейфа всего радиотракта.
- ∞ Включение режима передачи немодулированной несущей.
- ∞ Включение несущей модулированной синусоидальным сигналом с установкой частоты модуляции с шагом 1 Гц и значения девиации с шагом 1 Гц.
- ∞ Передача несущей модулированной прерывистым или структурированным синусоидальным сигналом для настройки задержки и амплитудно-частотной характеристики.
- ∞ Измерение SINAD и уровня принимаемого сигнала.
- ∞ Прием и обработка сигналов измерения частоты и коэффициента искажений (автоматически, во всем диапазоне звуковых частот, с шагом 50 Гц).
- ∞ Измерение частоты и девиации сигналов подтональной сигнализации.
- ∞ Измерение ошибок в канале передачи цифровой информации DMR (векторное) и временной синхронизации.

ПАРАМЕТРЫ ЛИНИЙ ДОСТУПНЫЕ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

- ∞ Отсутствие сигнала синхронизации (обрыв линии снизу - upstream).
- ∞ Статус режима шлейфа.
- ∞ Значение суммарной задержки, включая линии и транзитные узлы.
- ∞ Сообщение об успешном завершении процедуры настройки.

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЛИНИЙ

- ∞ Установки уровней в трактах приема и передачи аудиосигналов с шагом 0.1 дБ.
- ∞ Разрешение автоматической коррекции АЧХ.
- ∞ Выбор источника синхросигнала.
- ∞ Выбор режима обработки для передачи сигнала вверх (upstream) – прозрачный или с коррекцией АЧХ.
- ∞ Разрешение процедуры установки конфигурации.

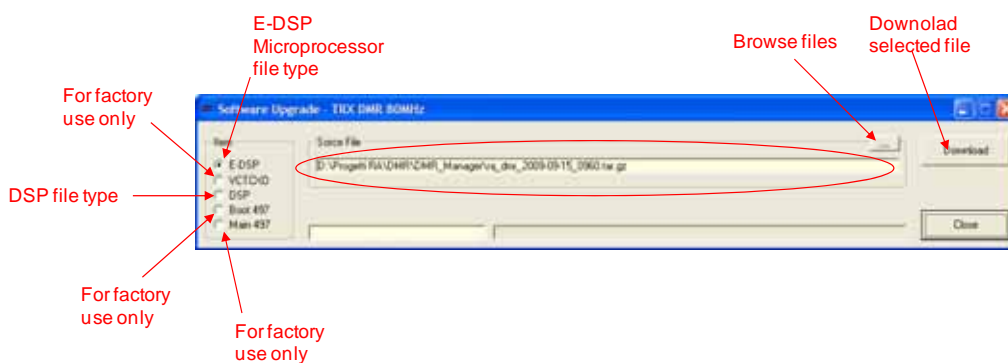
ИНТЕРФЕЙСЫ ПЕРВИЧНЫХ СЕТЕЙ НА БАЗЕ ПРОТОКОЛА IP

- ∞ Установка IP адреса, адреса шлюза, маски подсети.
- ∞ IP адреса Мастер-станции, Субмастер станции, Резервной мастер-станции.
- ∞ Номер порта IP для удаленного управления и сервисов передачи сообщений.
- ∞ Формат пакетов протокола UDP/IP.
- ∞ Диагностика наличия сети Ethernet и сообщений о наличии в сети Мастер-станции.
- ∞ Параметры сетевой задержки.
- ∞ Установки системы вотирирования и выбора в режиме реального времени.



ЗАГРУЗКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Центр управления сетью имеет возможность запуска любого программного обеспечения установленного на базовой станции. Замена программного обеспечения производится только после завершения приема конфигурационного файла и проверки его целостности. Предусмотрена процедура считывания текущей версии программного обеспечения для резервного копирования. Разделение процедур загрузки и собственно замены программного обеспечения обеспечивает защиту от некорректной установки даже при наличии ошибок в канале связи или прерывания связи в период загрузки. Процедура загрузки, как правило, не влияет на работу системы, за исключением случая использования для оперативной работы и загрузки одного канала связи с ограниченной пропускной способностью. Запуск новой версии программного обеспечения прерывает работу системы на время не более нескольких десятков секунд.



Все программное обеспечение базовой станции хранится в модуле DSP. При каждом рестарте модуля DSP или включении питания модуль проводит проверку версий программного обеспечения прочих блоков и, при необходимости, загружает в них актуальные версии программного обеспечения. Благодаря такой процедуре, установка модуля с устаревшей версией программного обеспечения (например из ЗИП) автоматически сопровождается актуализацией программного обеспечения.



Центр управления сетью ведет опрос состояния версий программного обеспечения, проверяет и, при необходимости, корректирует программное обеспечение базовых станций сети.

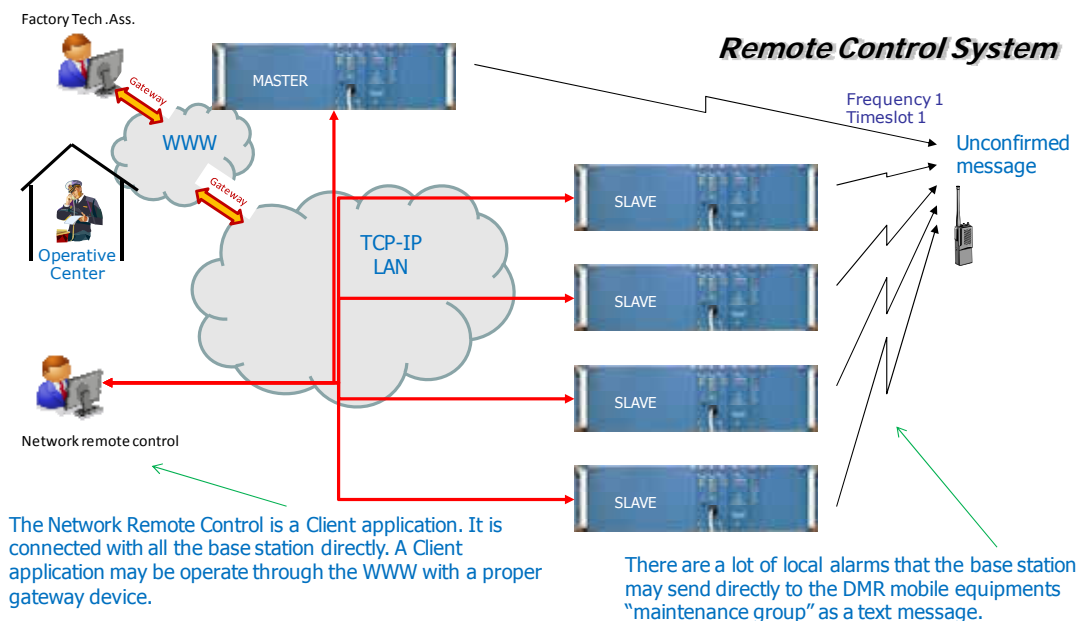
СОЕДИНЕНИЯ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Средства удаленного управления могут использовать различные виды соединений:

- ∞ Порт Ethernet с поддержкой протокола TCP/IP.
- ∞ Локальный последовательный порт RS232 V.24.
- ∞ Встроенный модем GSM/GPRS.
- ∞ Внешний модем для работы через линии связи телефонной сети.
- ∞ Через встроенный модем DMR в линии привязки к Мастер-станции. В данном случае, процедуры дистанционного управления не нарушают оперативную работу в радиосети, и доступны, в том числе, в период неактивности линии привязки.
- ∞ В смешанном режиме, с использованием вышеперечисленных видов соединений, индивидуально, для каждой из периферийных базовых станций сети.

УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЧЕРЕЗ ПЕРВИЧНУЮ СЕТЬ IP

Удаленное управление через первичную сеть IP является наиболее предпочтительным и полнофункциональным вариантом. Рисунок внизу иллюстрирует организацию управления по каналам первичной сети IP.

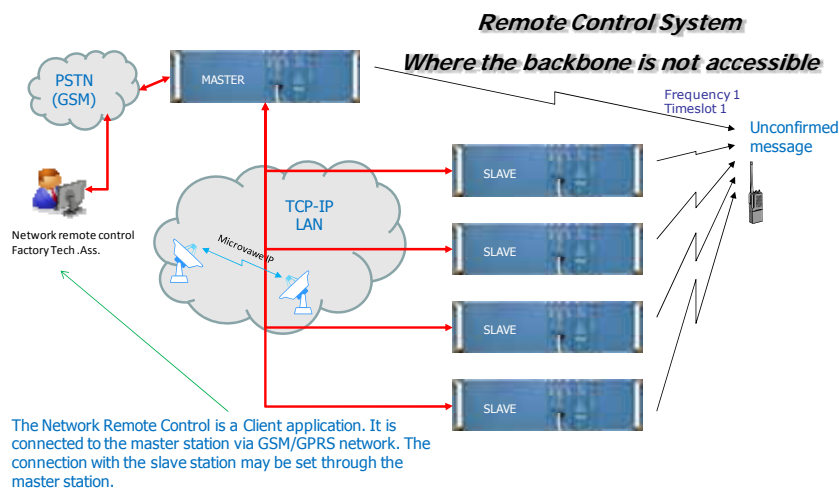


Каждая базовая станция доступна напрямую из центра управления сетью. Как правило, соединение очень быстрое, что и обеспечивает удобство и полноту функций управления. Субъективно, порядок работы с локальной или удаленной базовыми станциями не отличаются.

При наличии присоединения к сети Интернет, возможно организовать прямой доступ технического персонала производителя оборудования к удаленному устройству. Планируется внедрение функции автоматического обновления программного обеспечения непосредственно с Веб-сайта **Radio Activity**.

УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЧЕРЕЗ МОДЕМ GSM ИЛИ ВНЕШНИЙ МОДЕМ СЕТИ АТС

Данное решение по организации удаленного управления используется в случаях отсутствия



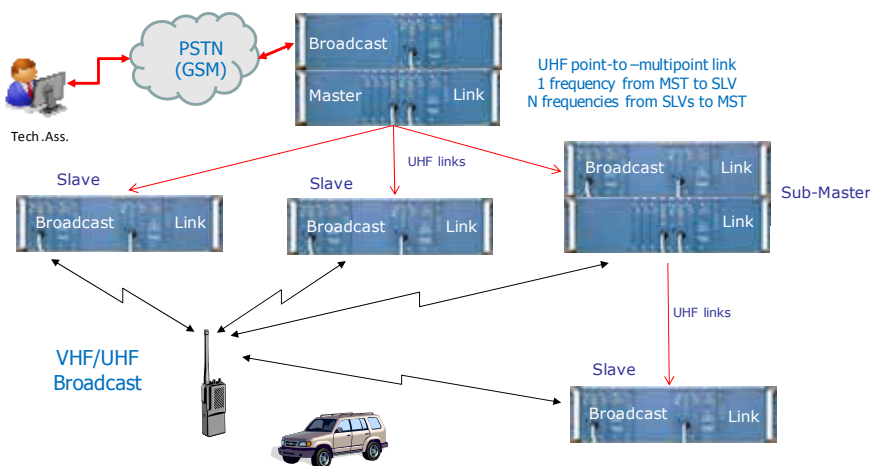
доступа к первичной сети IP, для доступа специалистов производителя оборудования в случае отсутствия сети Интернет и для работы мобильного сервисного персонала.

В данном варианте, Центр управления сетью должен подключиться к оборудованию Мастер-станции через модем GSM или модем сети АТС (внешний модем). Мастер

станция выполняет функции шлюза доступа, как к собственному оборудованию, так и к оборудованию периферийных базовых станций.

Наиболее подходящим данный способ организации управления является для сетей с линиями привязки на основе выделенных УКВ радиотрактов. Собственно говоря, построение радиосети с использованием радиолиний УКВ предусматривается именно в случае недоступности инфраструктуры сетей IP.

Целесообразно использовать модемы GSM на каждой базовой станции. Это обеспечит доступ к управлению базовыми станциями даже если какое-то из устройств сети недоступно.



При отсутствии сети GSM в местах размещения периферийных базовых станций, возможно использовать только одно соединение – GSM модем Мастер-станции. Мастер станция будет выполнять функции шлюза, при обмене пакетами данных с периферийными базовыми станциями через каналы связи DMR. В этом случае, для обмена пакетами используется один из трафиковых каналов линии DMR – временной интервал 1 или временной интервал 2 (“timeslot 1 или 2”). Пакеты данных удаленного управления передаются на общих основаниях и не имеют приоритета. В случае занятости ресурса сети, передача пакетов задерживается. Если процедура передачи пакетов удаленного управления уже запущена, она не может быть прервана другими видами трафика. Данное обстоятельство требует дополнительных пояснений:

- ∞ Так как для удаленного управления используется канал трафика, рекомендуется не устанавливать время опроса периферийных объектов очень частым (достаточно производить опрос каждые 4-8 часов).

- ∞ Полоса пропускания канала DMR очень незначительна, поэтому не рекомендуется производить процедуры требующие значительных ресурсов, например замену программного обеспечения.
- ∞ Периферийная базовая станция может быть недоступна в случае неисправности УКВ линии привязки, т.е. именно тогда, когда удаленное управление наиболее востребовано!

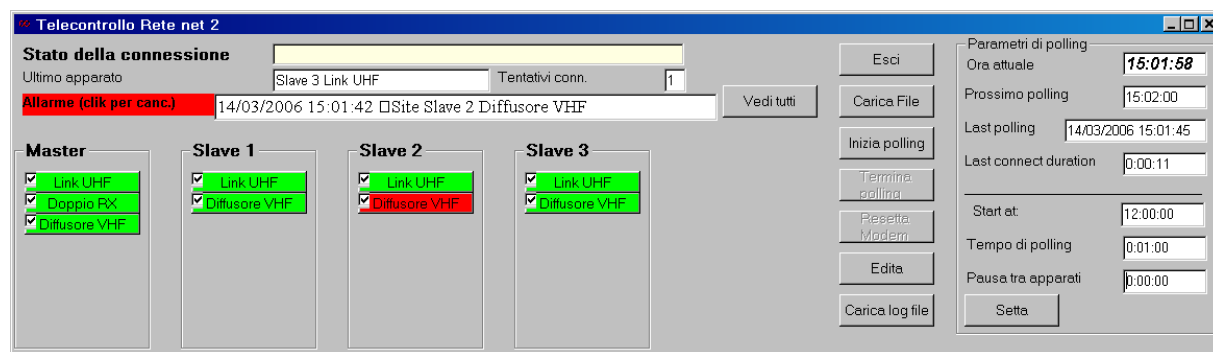
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ СЕТИ

Центр управления сетью функционирует с использованием специального программного пакета «Network Managing Center» (NMC). Программная среда для работы NMC – операционная система Windows. Использование Windows обеспечивает простой пользовательский интерфейс программного пакета мониторинга сети. Программный пакет мониторинга NMC может быть установлен как на компьютере местного администратора сети, так и в Центре технической поддержки.

Основная функция программного пакета NMC – обеспечение непрерывного мониторинга инфраструктуры сети радиосвязи. NMC производит опрос базовых станций сети и отображает на дисплее состояние оборудования и каналов связи. Программный пакет «DMR_NetControl» позволяет дистанционно производить изменения конфигурации оборудования. Доступны те же функции, что и конфигурируемые локально, с помощью программного пакета «DMR_Manager». Доступ к меню конфигурации защищен паролем.

Практически такой же по составу пакет программного обеспечения используется при работе через модем GSM. Как правило, для работы на объектах используется переносной компьютер. Настройка на объектах заключается в настройке значений задержки сигнала.

Структура сети, представлена схемой размещаемой в главном окне программы:



Устройства опрашиваются поочередно. Их статус отображается цветом:

- ∞ зеленый = нормальное состояние.
- ∞ красный = имеет место аварийное сообщение.
- ∞ синий = статус неизвестен.
- ∞ черный = нет соединения (Попыток соединения – до 3-х).

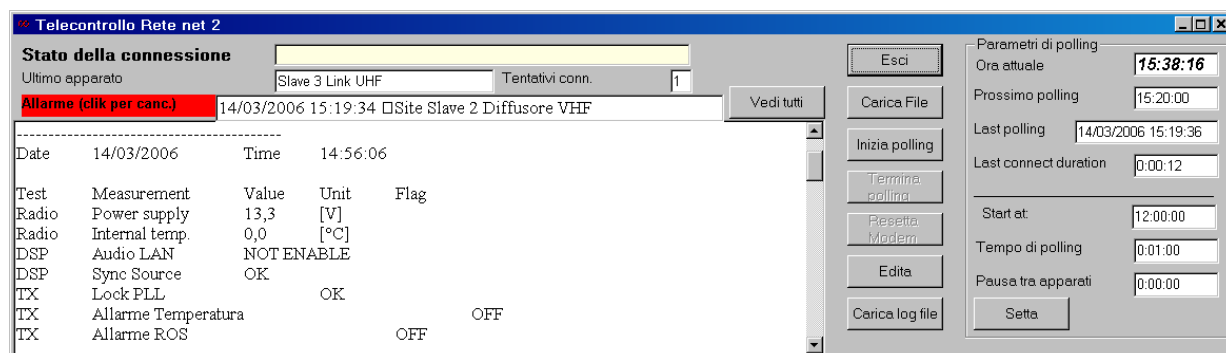
Для включения устройства в цикл опроса необходимо кликнуть на соответствующую устройству иконку.

Одновременно на экран может быть выведено состояние до 160 объектов. При большом количестве объектов, символ каждого из них изображается прямоугольником. Для получения подробной информации об объекте, необходимо навести на него курсор.

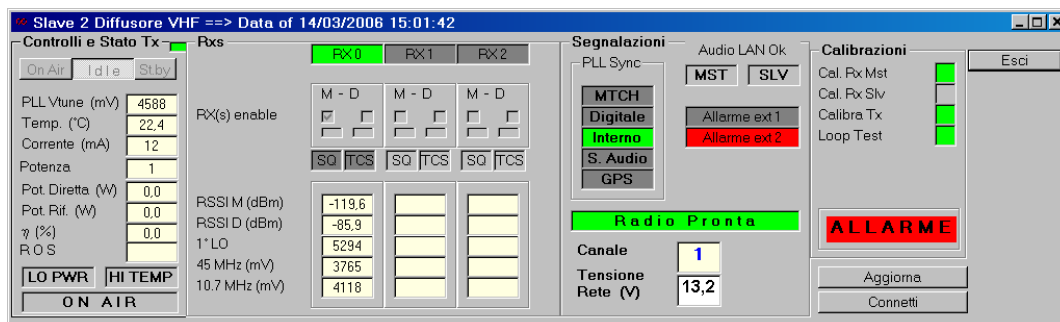
Окно отображения сигналов аварии показывает аварийные сообщения с указанием даты и времени регистрации аварии.

В нормальной ситуации, опрос периферийных устройств производится автоматически, в указанное время (например единожды в сутки, ночью). Параметры соединения устройств (в том числе адрес IP или номер GSM) могут быть установлены немедленно, непосредственно из главного меню.

Имена сайтов и отдельных устройств задаются администратором сети (кнопка “Edit”). Отчеты регистрируют только события, влияющие на работу системы. Отчеты доступны при нажатии на кнопку “Load log file”, непосредственно из программы, или из внешней программы пригодной для просмотра файлов *.csv (например EXCEL). Отчеты формируются ежедневно, отдельно для каждого из устройств. Отчеты хранятся в папке “Failure Report”.



При выборе иконки отдельного устройства вызывается окно статуса данного устройства. На дисплей выводится последняя по времени поступления достоверная информация:



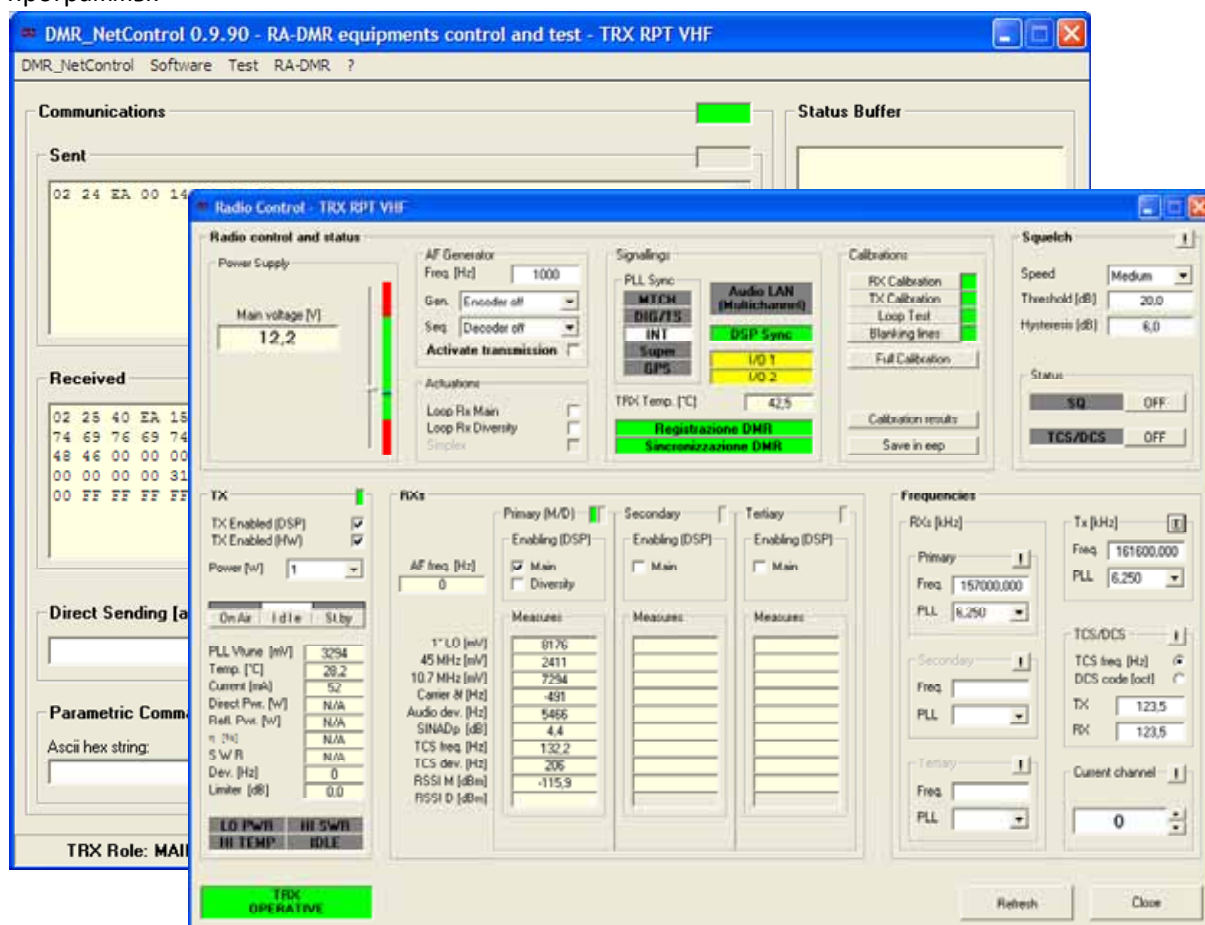
В приведенном примере показано, что активен аварийный сигнал от внешнего источника, подключенного к контакту 2 (“extern alarm 2”). Данный вход является оптоизолированным. Он может подключаться к контактной группе входной двери помещения, к источнику 220 В или к другому контролируемому внешнему устройству.

Поле вверху окна показывает дату и время регистрации статуса устройства. Получение актуальных данных возможно по запросу – кнопка “Update”. Актуализация статуса устройства производится очень быстро. Для этого достаточно передать один пакет данных.

Кнопка “Connect” позволяет произвести подключение к устройству и получить более подробные данные о его статусе. Процедуры получения данных с использованием кнопки “Connect” описаны в документе «DMR_Manager manual».

Выполнение процедуры “Connect” запускает программу DMR_Manager, которая обеспечивает полный доступ к меню конфигурации устройства. Доступ к данной программе защищается паролем.

При запуске процедуры “Connect”, появляется главное меню программы:



Описание программы DMR_Manager выходит за рамки рассмотренные в настоящем документе. Для получения более подробной информации необходимо обратиться к соответствующей документации.

УДАЛЕННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОИЗВОДИТЕЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Компания **Radio Activity**, по запросу пользователя, готова предоставлять услуги по удаленной технической поддержке. Такие услуги могут быть предоставлены в период монтажа и пусконаладки оборудования, в период реконструкции сети, для выявления неисправностей и при ремонте оборудования. Операции удаленной поддержки могут производиться с использованием сети Интернет или сетей GSM/GPRS.

Центр технической поддержки компании **Radio Activity** может произвести детальную диагностику системы, решить часть проблем дистанционно, предоставить консультационную поддержку персоналу пользователя. Технологические операции, производимые непосредственно на оборудовании, не будут требовать привлечения специализированного высококомпетентного персонала. Работа полевого персонала будет заключаться только в замене неисправных блоков на исправные. Неисправные элементы должны быть направлены в Центр технической поддержки **Radio Activity** для ремонта или замены.

Установка новых версий программного обеспечения необходима для активации новых функций и возможностей. Замена версии программного обеспечения является наиболее критичной процедурой для функционирования системы. Рекомендуется производить данную процедуру с

использованием услуг Центра удаленной поддержки. При необходимости замены программного обеспечения, пожалуйста, свяжитесь с Вашим дилером или непосредственно с производителем оборудования.

СООТВЕТСТВИЕ МЕЖДУНАРОДНЫМ РУКОВОДЯЩИМ ДОКУМЕНТАМ

Устройства, входящие в состав системы радиосвязи, разработаны в соответствии с требованиями следующих руководящих документов:

- ∞ **ETS 300 086:** Technical characteristics and test conditions for radio equipment for analog speech.
- ∞ **ETS 300 113:** Technical characteristics and test conditions for non speech radio equipment for the transmission of data.
- ∞ **ETSI 300-230:** Radio Equipment and Systems (RES); Land mobile service; Binary interchange of Information and Signalling (BIIS) at 1.200 bit/s (BIIS 1.200).
- ∞ **ETSI TS 102 361-1 V1.4.5 (2007-12) Air Interface.** Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Digital Mobile Radio (DMR) Systems; Part 1: DMR Air Interface (AI) protocol
- ∞ **ETSI TS 102 361-2 V1.2.6 (2007-12) voice and generic services.** Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Digital Mobile Radio (DMR) Systems; Part 2: DMR voice and generic services and facilities
- ∞ **ETSI TS 102 361-3 V1.1.7 (2007-12) Data protocol.** Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Digital Mobile Radio (DMR) Systems; Part 3: DMR data protocol
- ∞ **FCC Part 90.** Private land mobile services compliance according with ANSI TIA-603-B-2002 (conducted test), ANSI C63.4-2003 (radiated test).
- ∞ **FCC Part 15 Subpart B, 15.107 and 15.109.** Unintentional radiators.
- ∞ Продукция соответствует требованиям директивы 1999-5-CE.
- ∞ Продукция соответствует требованиям директивы 2002/95/CE - RoHS ("ro-has"), не содержит концентраций превышающих нормативные для следующих веществ:

- Свинец (Pb)
- Ртуть (Hg)
- Кадмий (Cd)
- Четырехвалентный хром (Cr(VI))
- Бифенилы соединений брома (PBВ)
- Другие дифенилы соединений брома (PBDEs)

