

Симулкаст PMR системи

Алексей Стефанов

Simulcast PMR systems: *Simulcast is a simultaneous broadcast of audio (analog audio, digital audio or data) by a number of transmitters on a single radio frequency. Simulcast can be used for both PMR radio systems and paging systems.*

Simulcast is used when all other alternative radio system designs have been determined as being ineffective to provide the appropriate communications system solution.

The primary reason for implementing a PMR simulcast system is for wide area coverage with minimal frequencies. Another advantage is its operational simplicity for all radio system users (dispatchers and field personnel) since all radio traffic is on a single RF frequency.

Key words: PMR, Simulcast, Radio Coverage, VHF, UHF.

ВЪВЕДЕНИЕ

Professional Mobile Radio, позната още като Private Mobile Radio (PMR) във Великобритания и Land Mobile Radio (LMR) в САЩ, е наземна подвижна телекомуникационна система, която използва радиоканал като свързочен канал и носими или возими приемо-предавателни устройства за комуникационно осигуряване на своите абонати.

Съгласно Радиорегламента (Radio Regulations) на ITU (International Telecommunication Union) PMR е част от наземните подвижни служби за радиовръзка. За работата на подобни системи са заделени редица честотни подобхвати в диапазона 30 MHz – 1 GHz, а именно: 40, 160, 390, 420, 450 и 860 MHz[6]. В най-общия случай тези системи са обособени в рамките на група от абонати, обединени по някакъв признак, и са предназначени да предоставят комуникационни услуги единствено на тази група. Обикновено дейността им е лимитирана в някаква затворена територия и се извършва на базата на честотен ресурс, предоставен от независимия регулатор, който отговаря за разпределението на честотния спектър.

Обикновено PMR системите се изграждат в рамките на едно населено място, за нуждите на една организация и се характеризират с висока концентрация на абонати. Нормално една средностатистическа професионална мобилна система обслужва между 100 и 200 абоната в рамките на зона с радиус от 10 - 20 километра. При по-големи локални, зонални или национални системи, които обслужват хиляди абонати се преминава към специални технологии (трънking системи), които позволяват ефективно използване на предоставения честотен ресурс. При преминаване в съседна зона е необходимо абонатът ръчно да превключи на новия работен канал или автоматично, след сканиране радиостанцията сама да премине на новите честоти. Този вид системи са ефективни, когато обслужват сумарно поне над 1000 абоната, с не по-малко от 100 абоната на канал.

Един от големите проблеми, с които се сблъскват потребителите на професионалните мобилни мрежи е необходимостта от осигуряване на покритие на големи площи при сравнително малък брой потребители. Това са операторите на газопроводи, електродалекопроводи, различни жп и автомагистрални служби. В този конкретен случай се налага диспечерът на системата да поддържа радиовръзка с едва няколко десетки абоната, разположени по протежение на стотици километри.

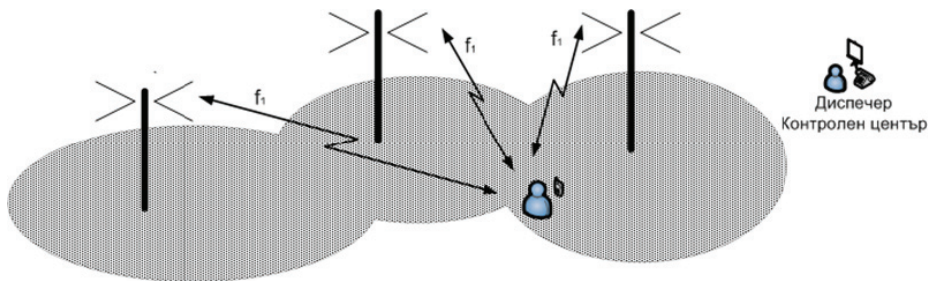
Въпреки че от гледна точка на разстояние покриваният район е огромен, не е ефективно изграждането на многозонални системи с повторно използване на предоставените честоти.

ОБЩИ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Проблемът се решава с използването на симулкаст технологията. Симулкаст има английски произход (simulcast) и се получава от обединението на две думи: simultaneous - едновременен и broadcast - разпръскване и означава синхронно радиоразпръскване. При PMR, за разлика от AM и ЧМ разпространението на радиопрограми, под радиоразпръскване се има предвид двупосочна комуникация.

На фиг. 1 е показана най-общата структурна схема на симулкаст PMR система. В случая тя се състои от три базови станции, които излъчват на една и съща честота. Видно е, че в определени райони има припокриване на зоните на радиопокритие на отделните ретранслатори. За да се избегнат смущенията от многолъчевото приемане се взимат определени мерки, на които ще се спрем по-надолу. Абонатите работят в режим полудуплекс, като възможните режими на работа са:

1. Директен - когато абонатите са на сравнително близки разстояния и се свързват помежду си без ретранслация;
2. Ретранслаторен - на големи разстояния, като цялата мрежа е еквивалентна на един "голям" ретранслатор;
3. Абонат - диспечер: работи се само в ретранслаторен режим. В зависимост от спецификата на мрежата, комуникацията между отделните абонати може да бъде прозрачна за всички абонати или защитена до определена степен в зависимост от използвания метод за защита на разговора.



Фиг. 1

Предимствата на симулкаст системите са следните [5]:

- икономия на честотен ресурс, вследствие на използването на само един полудуплексен канал за връзка с абонатите;
- възможност за създаване на системи с различна конфигурация - линейни, звезда, пръстен, дървовидни и т.н.;
- устойчиво радиопокритие на големи територии;
- възможност за използване на различни линии за свързване на ретранслаторите, включително радиорелейни, оптични, наети линии;
- максимално увеличаване на зоните на припокриване с цел осигуряване на резервирано радиопокритие;
- дистанционно управление на мрежата от диспечера;
- използване на стандартни абонатни радиостанции;
- високо качество на връзката по продължение на цялата обслужвана територия;
- време за установяване на връзката под 500 ms;
- защита на достъпа до мрежата при инициране на повикването и при по-нататъшна ретранслация на сигнала;
- възможност за развитие и обединяване с други професионални радиомрежи.

ОБЩИ ХАРАКТЕРИСТИКИ

За да се изгради една симулкаст PMR система освен работата на една честота е необходимо да бъдат спазени и определени изисквания, така че излъчванията на отделните ретранслатори да не се различават по своите параметри.

Симулкаст мрежите са специфицирани в препоръката на ITU-R Rec. M. 1077[4], където са дадени минималните изисквания, при които се осигурява приемлива работа на системата.

За една аналогова симулкаст система е необходимо[2,5]:

1. Разликата в честотите между отделните ВЧ носещи да не бъде по-голяма от 2 Hz за VHF и 1 Hz за UHF диапазона (еквивалентни съответно на $1,25 \cdot 10^{-8}$ и $2 \cdot 10^{-9}$ честотна разстройка за 160 и 450 MHz);

2. Промените в АЧХ да са в диапазона ± 0.5 dB за цялата аудио лента;

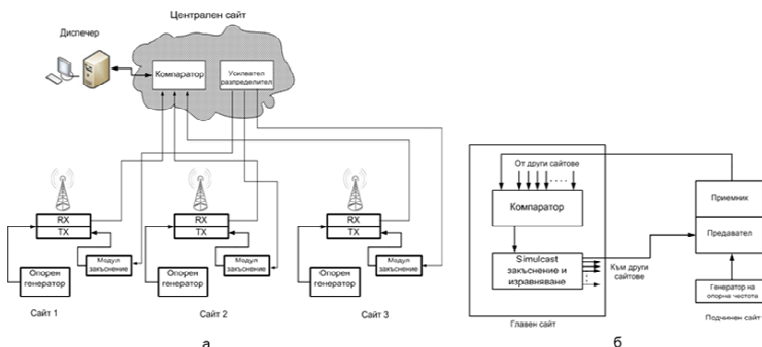
3. Разликата в закъснението при разпространение на сигналите от различните ретранслатори да не надвишава 20 μ s;

4. Разликата във фазите да е по-малка от 100.

Цифровите PMR симулкаст системи изискват още специален дизайн на базовите станции, така че да има възможност за фина настройка на закъснението, перфектна синхронизация и тайминг. Абсолютната стойност на закъснението в цифровите симулкаст системи не трябва да превишава една десета от продължителността на символа $T_s[2]$, където символът е стандартна градивна част на излъчваното съобщение състояща се от набор от информационни и синхронизационни блокове, както и от битове за откриване и корекция на грешки.

Типичната симулкаст система (фиг. 2 а) се състои от един централен и няколко отдалечени сайта, които са в ролята на подчинени спрямо централния[1]. В състава на подчинените сайтове влизат ретранслатори, работещи на една и съща честота,, високостабилни опорни генератори и устройства за осигуряване синфазност на сигналите. Първоначално за осигуряване на честотния контрол са използвани стабилизиращи осцилатори с честотоопределящи елементи получени от един и същи кристал при едни и същи условия. Очаква се, че честотите във всички сайтове, при така реализирани опорни генератори, ще бъдат много близки и при стареене промените ще се движат в еднаква посока, с близки количествени параметри. Този метод изисква калибровка на всеки 6 - 12 месеца и е подходящ за честоти да 450 MHz.

Следващото поколение използва рубидиеви атомни осцилатори, с промяна на честотата не по-голяма от 1 Hz годишно. На практика реализацията на подобни системи излиза не особено ефективна от икономическа гледна точка и затова в съвременните мрежи синхронизацията се постига на базата на GPS, като отклонението на носещата честота в случая е не по-голямо от 0.01 Hz.

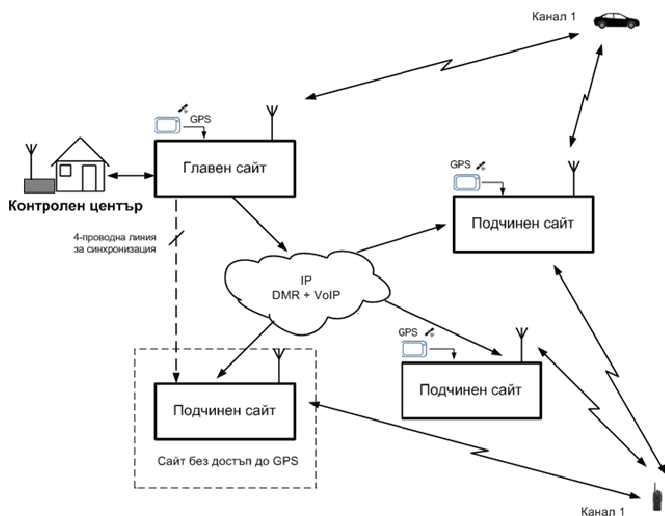


Фиг. 2
- 75 -

За осигуряване на синфазност на сигналите, постъпващи на модулаторите на предавателите в отделните ретранслатори във всеки сайт има монтирано устройство за регулиране на закъснението, което компенсира закъснението на сигнала възникнало в канала за връзка между централния и подчинените сайтове.

В състава на централния сайт (фиг. 2 б) освен апаратурата за управление и диагностика като задължителен елемент влиза и компаратор, който сравнява сигналите, приети от приемниците на ретранслаторите на различните подчинени сайтове при излъчването на абонатните станции. След оценка на всички получени сигнали, управляващото устройство избира най-добрия и го изпраща за излъчване към предавателите на всички подчинени сайтове, влизащи в състава на мрежата.

За връзка на централния с подчинените сайтове се използват радиорелейни,, оптични, медни кабели или радиоканали от друг честотен диапазон в зависимост от изискванията и възможностите на терена и спецификата на предоставеното оборудване [5].



Фиг. 3

С навлизането на цифровите технологии в PMR и появата на нови поколение системи професионално радио от рода на DMR (Digital Mobile Radio) и dPMR (digital Professional Mobile Radio) се създаде възможност да се изграждат TCP-IP базирани симулкаст мрежи[3]. При тях една базова станция от мрежата работи като "главна" с фиксиран IP адрес. Останалите базови станции са конфигуриране като "подчинени". При включване в LAN всяка подчинена радиостанция търси главната и получава мрежовите си настройки от нея.

При постъпил сигнал от абонатното оборудване то се приема от една или повече базови станции. Всяка от тях, която е приела сигнала, го препраща през Ethernet интерфейс към главната станция. На основата на статистически вероятностен модел главната базовата станция извършва оценка на постъпилите сигнали и селекция на най-добрия.

След оценката най-добрия сигнал се изпраща обратно по мрежата до всички подчинени базови станции за излъчване.

Синхронизацията в цялата система е GPS базирана. Чрез сателитната

навигационна система всички базови станции синхронизират своите тайминг, ВЧ носещи и протоколната си история. Синхронизационните процедури отнемат 1 - 2 минути след първо пускане. Благодарение на високостабилните вътрешни тактови генератори, съчетани със сложни мрежови алгоритми синхронизацията остава на задоволително равнище дори 8 часа след евентуално пропадане на GPS сигнала.

На места, където GPS сигнала липсва или е твърде слаб и нестабилен за постигане на прецизна синхронизация се използва информация от главната базова станция по 2 или 4 проводна линия.

Повечето от потребителите на PMR имат изградени и мрежи за видеонаблюдение, за пренос на данни, за телеметрия или за дистанционно управление. Ето защо е много лесно TCP-IP базираните симулкаст професионални радиомрежи да бъдат преконфигурирани, осигурявайки разнообразни топологични решения и възможност за динамично прегрупиране.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Симулкаст мрежите са един мощен инструмент за потребители, при които малко на брой абонати в изпълнение на ежедневните си професионални задължения трябва да обслужват големи райони. Оформянето на една голяма зона с работа на един канал осигурява премахва типичните за трънкинг системите роуминг и handover проблеми и осигурява оперативни комуникации с висококачествено радиопокрытие.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бучко А.А., Сети профессиональной радиосвязи на основе ретрансляторов синхронной радиосвязи (технологии SIMULCAST), 2005, [<http://www.rit.informost.ru/rit/2-2005/21.pdf>].

[2] Bregni S., L. Lacavalla, B. Propersi, F. Residori, Synchronization of Single-Frequency Simulcast Networks Using Network Time Protocol. 2007 IEEE International Conference on Communications, pp. 6129 - 6134, 2004.

[3] Goleva, R., D. Atamian, End-to-End Delay Analyses in IP Networks, ICEST 2008, Nish, Serbia, 2008, pp. 40-43.

[4] ITU-R Rec. M.1077, Multi-Transmitter Radio Systems Using QuasiSynchronous (Simulcast) Transmission for Analogue Speech, 1994.

[5] Radio Activity S. r. l. Simulcast Network Overview, 2009, [<http://www.radioactivity-tlc.com/documenti/ENB18-Simulcast%20overview.pdf>].

[6] Radio Regulations, ITU, Edition of 2008.

За контакти:

гл. ас. д-р Алексей Стефанов, катедра БКР, висше училище „Колеж по телекомуникации и пощи“, тел 02 8334491, e-mail: astef@abv.bg

Докладът е рецензиран.