

INVESTIGACIÓN SOBRE SISTEMAS DE COMUNICACIONES MÓVILES Y PCS



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

TABLA DE CONTENIDOS

Página

INTRODUCCIÓN 10

- **HISTORIA 12**
- **TECNOLOGÍAS GSM EN AMÉRICA 14**
- **CODE DIVISIÓN MÚLTIPLE ACCESS 14**
- **DIVISIÓN MÚLTIPLE ACCESS 14**
- **GENERALIDADES 14**
- **CAPA DE ENLACE 16**

- **DESCRIPCIÓN AL SISTEMA CELULAR 17**
- **INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS MÓVILES PCS 19**
- **GSM (SISTEMA GLOBAL PARA TELECOMUNICACIONES MÓVILES) 19**
- **NACIMIENTO 19**
- **NECESIDADES QUE BUSCA SATISFACER EL SISTEMA GSM 20**
- **ADMINISTRACIÓN DE DATOS 21**
- **ACCESO A LA RED 22**
- **COBERTURA 22**
- **CAPACIDAD 23**
- **DISEÑO DE LAS CELDAS 23**
- **ARQUITECTURA DE REDES PCS 28**

- **MODELO DE ESTRUCTURA DE TRÁFICO PCS 30**
- **MODELO DE LLAMADAS 30**

- **MODELO DE TRÁFICOS DE LLAMADAS 30**
- **MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE LLAMADAS 31**
- **MODELO DE MOVILIDAD 31**
- **ESTRUCTURA DE REDES INTELIGENTES PARA PCS 33**
- **DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA RED 35**
- **SISTEMA DE ESTACIONES BASE 35**
- **SISTEMA DE CONMUTACIÓN 36**
- **CENTRO DE CONMUTACIÓN DE SERVICIOS 36 MÓVILES (MSC) 36**
- **BASE DE DATOS 36**
- **CENTRO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 36**
- **PROBLEMAS DE TRANSMISIÓN 37**
- **SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS DE TRANSMISIÓN 38**
- **SERVICIOS AL ABONADO 40**
- **SERVICIOS BÁSICOS 40**
- **TELESERVICIOS BÁSICOS 40**
- **SERVICIOS PORTADORES BÁSICOS 41**
- **SERVICIOS SUPLEMENTARIOS 42**
- **FUNCIONALIDADES INNOVADORAS DE**

ERICSSON 43

- **SERVICIOS DE RED INTELIGENTE DE**

ERICSSON 44

- **MÓDULO DE IDENTIDAD DEL ABONADO 45**
- **EVALUACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS 47**
- **COMPARACIÓN CDMA RESPECTO A GSM PCS-1900 49**
- **RESUMEN MÉTODOS DE ACCESO 50**
- **INTERFAZ AIRE 51**
- **CANALES LÓGICOS EN TSI 51**
- **CANALES DE CONTROL 52**
- **CANALES DE CONTROL COMÚN 53**
- **CANALES DE CONTROL DEDICADO**

(DCCH) 53

- **CANALES DE TRÁFICO 54**
- **RÁFAGAS Y TRAMAS 55**
- **MARCO LEGAL DE TELECOMUNICACIONES PARA**

COLOMBIA 60

- **LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA CONCESIÓN DE LOS PCS Y EL PERMISO PARA EL USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO ASOCIADO CON ESTOS SERVICIOS 62**
- **REDES DE PCS 64**
- **PROYECTO DE LEY No. DE 1999 SERVICIOS PCS 69**
- **HIPERVÍNCULO DIAPOSITIVAS 80**

17. CONCLUSIONES 81

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 82

LISTA DE TABLAS

Página

TABLA 1 Tecnología 13

TABLA 2 Trama 51

TABLA 3 Trama 51

TABLA 4 Ráfaga normal 56

TABLA 5 Ráfaga de acceso 57

TABLA 6 Ráfaga de relleno 57

TABLA 7 Ráfaga de corrección de frecuencia 57

TABLA 8 Ráfaga de sincronización 58

TABLA 9 Red A y Red B 61

LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 1 Capa de enlace 16

FIGURA 2 Red celular 18

FIGURA 3 Estructura de celda 24

FIGURA 4 Hand off 26

FIGURA 5 Puertos de radio 29

FIGURA 6 Comparamiento de llamada 32

FIGURA 7 Red de señalización 34

FIGURA 8 Transmisión multitrama TCH 59

FIGURA 9 Condiciones de prestación de servicios PCS 66

FIGURA 10 Condiciones de prestación de servicios PCS 67

GLOSARIO

AGCH	Canal de acceso garantizado
AMPS	Advanced Mobile Phone Service

BCH	Canales de difusión
BTS	Base Transceiver Station
CACHING	Almacenamiento
CCCH	Canales de control común
CDMA	Code Division Multiple Access
CMI	Cable Microcell Integrator
CORDLESS	Sistema Móvil Celular sin hilos
CSPDN	Redes de datos de comunicación de circuitos
CTIA	Cellular Techonology Industry Association
CT2	Cordless Telephone 2
DAMPS	Digital AMPS
DCS	Digital Cellular System
DECT	Digital European Cordless Telecommunications
DELAY	Retraso de información
EAM	Electro Absorption Modulator
FCCH	Canal de sincronización
GSM	Global Special Mobile, Global System for Mobile Communications
HECU	Head End Control Unit
HFC	Hybrid Fiber-Coaxial
HIC	Head end Interface Converter
IN	Red Inteligente
IN CS-1	Intelligent Network Capability Sit One
ISDN	Tráfico hacia la Red Digital de Servicios Integrados
IS-95	Interim Standard 95
ITU	International Telecommunication Union
JTACS	Japan TACS
MAHO	Mobile Assisted Hand-off
MS	Estaciones móviles
MSCS	Control de conmutación
NMT	Nordic Mobile Telephone
NTACS	Nippon TACS
NTT	Nippon Telephone and Telegraph
PACS	Personal Access Communication Service
PCH	Canal de búsqueda
PCN	Personal Communication Network
PCS	Personal Communication Service
PDC	Personal Digital Cellular
PHS	Personal Handyphone System
PLMN	Red pública móvil
PSPDN	Redes públicas de comunicación de paquetes
PSTN	Tráfico hacia la red telefónica
RACH	Canal de acceso aleatorio
RAD	Remote Antenna Driver

RASP	Remote Antenna Signal Processor
ROAMING NUMBER	Número de destino
SACCH	Canal de control asociado lento
SCP	Punto de control de servicios
SDCCH	Canal de control dedicado independiente
SIM	Suscriber Identity Module
SLOT	Intervalo de tiempo
SMS	Servicio de mensajes cortos
TACS	Total Access Communication System
TCH	Canales de tráfico
TDMA	Time Division Multiple access
TIA	Telecommunications Industry Association
TRUNKING	Llamada interurbana
WACS	Wireless Access Communication System
WLL	Wireless Local Loop

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de comunicaciones personales se basan en radiotelefonía celular, tecnología introducida comercialmente en Europa a principios de la década de los 80. Los sistemas de radio celular ofrecen largo alcance y utilizan potencias de transmisión más altas que los sistemas inalámbricos tradicionales. A principios de los años 80, los sistemas celulares estaban basados en tecnología analógica, pero a finales de la citada década tuvo lugar el desarrollo de una nueva norma digital: GSM. A continuación nos centraremos en la radiotelefonía celular para comunicaciones personales y en los aspectos tecnológicos involucrados.

Las redes de radio celular fueron proyectadas inicialmente a fin de proporcionar un servicio para teléfonos móviles ubicados en vehículos. Estas redes se conectaban a la red pública telefónica conmutada a modo de interconexiones de trunking (llamada interurbana). Los sistemas de comunicaciones personales utilizan el concepto de la división del área de cobertura en células propias de la radio celular, así como el de la reutilización de frecuencias en células suficientemente separadas.

Los rápidos avances tecnológicos, la creciente demanda del mercado, las nuevas normas digitales y la relativamente reciente liberalización del sector han dado lugar al concepto de servicios de comunicaciones personales. Actualmente, estos servicios se apoyan en tres distintas tecnologías: acceso múltiple por división de código (CDMA), acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA) y PCS 1900, la nueva generación de GSM.

La razón fundamental de la evolución tecnológica de los sistemas de telefonía móvil; la aparición de los sistemas celulares, al permitir una capacidad de abonados muy superior, ha dado pie a que la telefonía móvil se convierta en una aplicación de consumo a la que pueden acceder no solamente las personas que necesitan específicamente este tipo de aplicación, sino también otras que lo consideran una comodidad más de las proporcionadas por los avances de la tecnología.

Como consecuencia, los terminales son cada vez más pequeños, más baratos y con más autonomía, y los sistemas ofrecen cada día más servicios (similares a los que ofrece la telefonía fija). Ello ha provocado que este tipo de servicio esté alcanzando índices de crecimientos increíbles, hasta el punto de que los próximos años el teléfono móvil será un bien más de consumo, como el computador o la cámara de vídeo. Es más, a medio plazo se considera que puede llegar a convertirse en una alternativa real a la telefonía fija.

Además, en el caso Europeo la telefonía móvil celular está creciendo, por sus propias características técnicas, para arrancar los procesos de liberalización en el factor de las telecomunicaciones (es mucho más fácil tener 2 operadores en un sistema celular que en uno de telefonía fija). Este hecho también ayuda a que el crecimiento de los citados servicios sea más rápido de lo habitual.

En el capítulo 1 hacemos una breve explicación de las tecnologías celulares que a las que se refiere el sistema PCS.

• HISTORIA

A partir de 1983 los costos de los celulares se abarataron y por lo tanto se dio un incremento en el consumo de la telefonía celular, en este momento se utilizaba un sistema analógico llamado AMPS (Advance Mobile Phone Service) y al estudiar el sistema, se hicieron predicciones en las cuales para 1990 la capacidad del sistema podría saturarse.

Ante la posible saturación de la demanda del consumidor, existían tres tipos de maneras de expandir el sistema celular:

- Moverse hacia nuevas frecuencias de banda
- Dividir las células existentes en otras más pequeñas
- Introducir una nueva tecnología y hacer más eficiente el ancho de banda

Se estudiaron las tres alternativas; como dividir las células resultaba muy caro y el moverse hacia nuevas frecuencias no se encontraba disponible en ese momento, se optó por la tercera opción como el mejor camino. La FCC estimuló la creación de esta tecnología y en 1987 declaró que las licencias de telefonía celular podrían emplear una tecnología alternativa de la banda de los 800Mhz, esto logró que la industria de celulares buscara una nueva forma de transmisión que incrementara la eficiencia de las comunicaciones comparadas con el sistema AMPS.

En 1988, se creó la Cellular Technology Industry Association (CTIA), organismo que tenía como objetivo introducir la nueva tecnología, productos y servicios para 1991.

Los objetivos eran:

- Incrementar la capacidad del sistema comparado con AMPS (analógico)
- Modo dual y compatibilidad AMPS/Digital durante la transmisión de datos
- Nuevas capacidades como fax y servicio de mensajes cortos (SMS)
- Asegurarse de que el equipo estaría listo para 1991
- Lograr un servicio estándar de alta calidad

Después de largos debates con la TIA (Telecommunications Industry Association), se creó un sistema de tecnologías híbrido que trabajaría con TDMA IS-136, CDMA IS-195 y el estándar del GSM europeo; tomando en cuenta que cada una de estas tecnologías tienen ventajas sobre el AMPS.

Así fue como surgió PCS que quiere decir Personal Communications Service (Servicio de Comunicaciones Personales) y se refiere principalmente al conjunto de tres tipos de tecnología celular.

Los tres tipos de tecnología celular a los que se refiere PCS son GSM 1900 o también llamado PCS1900, CDMA IS-95 y TDMA IS-136, esto se resume en la tabla 1.

TECNOLOGÍA	CLASIFICACIÓN	FRECUENCIA
AMPS	Analógico	800 Mhz

CDMA	Digital	800–1900 Mhz
TDMA	Digital	800–1900 Mhz
PCS1900	Digital	1900 Mhz

TABLA 1

1.1 Tecnologías GSM en América (PCS1900)

El GSM es un estándar europeo, que también es usado en América, sólo que el que se usa acá no es exactamente el mismo, sino una variante. A esta variante se le conoce como PCS 1900, que en teoría es el mismo que el GSM europeo.

Gracias a que este protocolo que es totalmente digital, es posible utilizar servicios de datos utilizando nuestro teléfono móvil (fax, e-mail, internet, etc..).

Como el GSM es un protocolo estandarizado por más de 100 países europeos, existe roaming entre todos estos países y se puede usar el teléfono con la seguridad de que funcionará. La versión europea opera a 900Mhz (arriba de la frecuencia analógica) y como la versión americana opera a 1900 Mhz es imposible el roaming entre los dos continentes, a menos que se remueva la tarjeta SIM (Subscriber Identity Module) de Europa y se coloquen en la americana.

1.2 Code Division Multiple Access (CDMA)

Este protocolo está basado en el IS-95 desarrollado por QUALCOMM y aprobado por la TIA en 1993, es un derivado de AMPS y como su nombre lo indica se trata de acceso múltiple, esto quiere decir que varios usuarios pueden estar usando el sistema de manera simultánea. En lugar de dividir la señal en canales de frecuencia distintos se separan los usuarios y se les asigna un código dentro de la misma señal.

Una de las ventajas que tiene CDMA es que no interfiere con otras señales, al ser digital provee de mayor privacidad e incrementa el alcance. CDMA opera en la banda de los 1900 Mhz y los 800 Mhz.

1.3 Time Division Multiple Access (TDMA)

Es llamado así porque la señal es dividida en intervalos de tiempos regulares para cada usuario, utilizando el mismo canal (al igual que CDMA) y también es digital (transmitiéndose igual entre los 800 Mhz y los 1900 Mhz).

1.4 Generalidades

PCS es completamente digital y por esto las comunicaciones tienen más privacidad que en el caso de la comunicación analógica. Si PCS es enteramente digital, ¿cómo es que pueden coexistir con las otras tecnologías?, la respuesta es muy sencilla: para enviar datos sobre AMPS, PCS actúa como un módem modulando y remodulando la señal para enviarla con una señal analógica. Aunque PCS es digital, cuando el teléfono PCS no tiene soporte para esta misma, utiliza AMPS.

Al ser enviada por medio de una señal analógica de radio, puede sufrir de algunos problemas como pérdida de la fuerza de la señal si el transmisor se aleja del receptor o viceversa, interferencia de otras señales, delay o retraso de la información por edificios u otros objetos, distorsión, etc. Para contrarrestar eso la señal digital es procesada de diferentes formas de manera que pueda resolver estos problemas más eficientemente que la señal analógica, algunos ejemplos pueden ser: regeneración de la señal, digitalización de voz, compresión de voz, modulación y demodulación.

En contraste con las señales analógicas, las señales digitales son representadas en sistema binario (ceros y unos) y además como las computadoras utilizan el sistema binario, las señales digitales son ideales para la transmisión de datos de computadora.

Otra de las ventajas que tiene, es que admite más usuarios en el mismo canal de radiofrecuencia, esto es una ventaja para los operadores que tienen una capacidad limitada, de manera que si un canal está siendo utilizado, el siguiente canal disponible es asignado automáticamente.

1.5 Capa de enlace

Tomando en cuenta el modelo OSI de comunicaciones, encontramos la capa física. PCS toma la voz y los datos de igual manera, lo cifra de manera que pueda ser utilizado en comunicaciones de radio y después se transmite modulando la señal de radio (variando la amplitud y la frecuencia de la señal).

FIGURA 1

Datos y voz tienen que ser transmitidos sin retraso de información (delay), pero como la prioridad es enviar los datos sin errores aunque esto signifique un retraso en la transmisión, es por esto que las redes PCS utilizan diferentes capas de enlace para acomodarse a sus necesidades.

• DESCRIPCIÓN AL SISTEMA CELULAR

La telefonía móvil consiste en ofrecer un acceso vía radio a una abonado de telefonía, de tal forma que pueda realizar y recibir llamadas dentro del radio de cobertura del sistema (área dentro de la cual el terminal móvil puede conectarse con el sistema de radio para llamar o ser llamado).

La diferencia entre un sistema móvil celular y uno cordless o sin hilos, es que mientras el primero se supone que tiene una cobertura amplia (normalmente cobertura nacional), en el caso de un sistema cordless se supone que la cobertura es limitada (un área de oficinas o los alrededores de un área residencial).

Los sistemas celulares incorporan la ventaja de dividir el área de cobertura en células, lo cual, limitando convenientemente la potencia con que se emite cada frecuencia, permite la reutilización de las mismas a distancias bastante cortas y, por lo tanto, aumentar tremendamente la capacidad de los sistemas.

Por lo tanto, un sistema celular consta de células, cubiertas cada una por un sistema de radio que permite la conexión de los terminales móviles al sistema (estación base), y un sistema de conmutación (centro de servicios móviles) que permite la interconexión entre las estaciones bases y la conexión del sistema a la red de conmutación públicas. (Fig. 2).

FIGURA 2

Las estaciones bases (BTS) controlan la conexión radio de los terminales móviles, y permiten tener permanentemente localizados a los distintos abonados (siempre que el terminal móvil este encendido).

La central de conmutación de móviles (MSC) realiza la conexión entre los distintos abonados o entre éstos y la red telefónica fija. Además, es la responsable de las funciones de operación y mantenimiento y de tarificación.

El nuevo sistema GSM, del que hablaremos posteriormente define un elemento intermedio, el controlador de estaciones bases (BSC), del que se definirán posteriormente sus funciones.

3. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS MÓVILES PCS

No es secreto que los sistemas celulares rápidamente se han visto sobrepasados por el aumento del tamaño del mercado debido a que estos sistemas se construyen sobre un número limitado de canales. Cada canal puede ser usado por una llamada a la vez, por lo tanto, no es posible hacerlos crecer en capacidad, solamente en cobertura.

Una solución digital surge en respuesta a esta necesidad de mejor uso de las bandas de frecuencia. Dentro de esta digitalización de las comunicaciones han aparecido dos tecnologías competidoras e incompatibles la TDMA y CDMA.

Ambas tienen la meta de maximizar el número de llamadas y son aplicables a las nuevas microceldas PCS, además de otro tipo de enlaces, como los satelitales.

TDMA (Time-Division Multiple Access) ha tenido un rápido avance ya que se ha establecido comercialmente en Europa, cuyo sistema celular digital GSM (Global System for Mobile Communications) se encuentra validado desde 1989.

Sin embargo, como en todas las cosas digitales, ha surgido una tecnología desarrollada por una empresa estadounidense llamada Qualcomm. CDMA (Code Division Multiple Access) se basa en división de la banda por el uso de códigos que identifican cada llamada. De esta forma todas las llamadas se comparten en un canal ancho, pero cada una ignorando a las otras. Logrando con esto un sistema bastante simple ya que no requiere de división de canales ni planificación en el uso de portadoras.

Respecto de PCS como sistema celular, tiene primeramente dos competidores. Uno basado en CDMA y otro, basado en TDMA y derivado del GSM europeo.

3.1 GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles)

3.1.1 Nacimiento:

En 1982, GSM es un estándar que se propone unificar las comunicaciones en Europa a 900 MHz, proporcionando una plataforma para dicho sistema global y con sus respectivas especificaciones y requerimientos. Con el tiempo las especificaciones se han ampliado para cubrir las bandas 1800 MHz (DCS, Digital Cellular System), y 1900 MHz (PCS, Personal Communication Services)

3.1.2 Necesidades que busca satisfacer el sistema GSM:

Uso más eficiente de las bandas de frecuencias: como respuesta se acuerda usar RF (radio frecuencia) digital en vez de analógica.

Mayor calidad de voz: usando en este caso digitalización de 13 bits muestreada a 8KHz y empleando complejos codificadores de voz (híbridos: codificador de forma de onda y vocoder a la vez)

Más confiabilidad

Eficiente control de errores durante la transmisión por aire, usando codificación por bloque para el 20% más importante de bits, seguida de codificación convencional al 70% (20% importante anterior y el 50% menos importante), dejando el restante 30% sin codificar.

Seguridad

Necesidad de obtener una comunicación móvil libre de interferencias, sin pérdidas en la cobertura minimizando posibles inconvenientes propios de un enlace en movimiento (desvanecimiento de la señal,

dispersión del tiempo).

Mejorar el proceso de traspaso de la transmisión de una celda a otra (Handoff)

Como respuesta, GSM incorpora el MAHO (Mobile Assisted Hand-Off) en que el teléfono envía constantemente datos acerca de la recepción de su celda y de las celdas vecinas proporcionando información para evaluar mejor el traspaso y hacerlo más confiable, independiente de la velocidad del móvil.

Por último hay que señalar que la base del sistema GSM está en el método de acceso que tienen los usuarios hacia la red, se trata del Acceso Múltiple por División en el Tiempo ó TDMA el cual presenta interesantes características.

3.2 ADMINISTRACIÓN DE DATOS

La motivación en investigaciones sobre modelo de tráfico para PCS está en que esto presenta problemas desafiantes en la administración de la data; la red PCS almacena información importante por usuario, tales como localización actual, información autenticada e información de facturación en perfiles de usuarios. La administración de la data se refiere al acceso y mantenimiento de información en el perfil de usuario. Como por ejemplo duración de las llamadas, entre otras tareas, la red necesita acceder al perfil de llamadas para información de localización y perfil de la persona quien realiza la llamada para la autenticidad de la información. También la red registra el movimiento de usuario para actualizar la información de localización en el perfil del usuario. El performance de cualquier esquema de administración de data es una función fundamental de la arquitectura de la base de datos, protocolos y Algoritmos. En los últimos años, muchos esquemas sofisticados de administración de data han sido propuestos para reducir el perfil de búsqueda para mejorar los tiempos de respuesta y de señalización de tráfico. Estos métodos utilizan técnicas tales como replicación de data y caching (almacenamiento). Es importante hacer notar que estas propuestas dependen fuertemente sobre el comportamiento del subscritor. En otras palabras los méritos de caching y de los esquemas de replicación de data son funciones de movilidad y patrones de llamadas. Como resultado tenemos que el modelo de tráfico basado sobre llamadas reales y patrones de movilidad son un aspecto crítico de la evaluación del performance.

3.3 ACCESO A LA RED (funcionabilidad)

La banda de 1900MHz está dividida en 299 canales. Cada canal tiene un ancho de banda de 200KHz subdividido en 8 slots o intervalos de tiempo, o sea 8 llamadas por canal. La tasa de información enviada por el aire por cada canal es de 270 Kbit/seg, como hay 8 canales físicos, la información se envía en paquetes por un cierto intervalo de tiempo (ráfagas).

La ventaja de enviar la información por ráfagas es el ahorro de energía a lo largo de la transmisión ya que se emplea 1/8 de tiempo normal para el enlace ascendente (del móvil a la antena) y 1/8 para el descendente, consiguiendo mayor duración de las baterías.

El uso de la TDMA tiene un inconveniente, requiere de constante sincronización y monitoreo, necesitando mayor robustez. Además existe un problema llamado Alineamiento Temporal, consiste en la pérdida de sincronismo desde y hacia la estación móvil al alejarse de la antena, todo esto debido a que la señal requerida se va desfasando al tardar más tiempo en llegar y termina por salirse de su canal físico (intervalo de tiempo), irrumpiendo en los adyacentes.

Este es uno de los factores que limitan el tamaño de la célula, ya que la base (antena) muchas veces debe enviar el mensaje antes, para que el retardo producido por la distancia no afecte la recepción (35 Km. y 70 Km, con 8 y 4 intervalos de tiempo por portadora respectivamente).

3.3.1 Cobertura

La cobertura del sistema se refiere a las zonas geográficas en las que se va a prestar el servicio. La tecnología más apropiada es aquella que permita una máxima cobertura con un mínimo de estaciones base, manteniendo los parámetros de calidad exigidos por las necesidades de los usuarios. La tendencia en cuanto a cobertura de la red es permitir al usuario acceso a los servicios en cualquier lugar, ya sea local, regional, nacional e incluso mundial, lo que exige acuerdos de interconexión entre diferentes operadoras para extender el servicio a otras áreas de influencia diferentes a las áreas donde cada red ha sido diseñada.

3.3.2 Capacidad

Se refiere a la cantidad de usuarios que se pueden atender simultáneamente. Es un factor de elevada relevancia, pues del adecuado dimensionamiento de la capacidad del sistema, según demanda de servicio, depende la calidad del servicio que se preste al usuario. Esta capacidad se puede incrementar mediante el uso de técnicas tales como la reutilización de frecuencias, la asignación adaptativa de canal, el control de potencia, saltos de frecuencia, algoritmos de codificación, diversidad de antenas en la estación móvil, etc.

3.3.3 Diseño de las celdas

La estructura de las redes inalámbricas se diseña teniendo presente la necesidad de superar los obstáculos y manejar las características propias de la radio propagación. Disponer de un radio enlace directo para cada suscriptor, predecir las características de la señal en zonas urbanas donde la densidad de suscriptores es alta y las edificaciones tienen gran influencia en la propagación, son factores que establecen limitaciones fundamentales en el diseño y ejecución de los sistemas inalámbricos orientados a las necesidades personales y empresariales. Los mecanismos que gobiernan la radio propagación son complejos y diversos, y generalmente se atribuyen a fenómenos que sufren las ondas electromagnéticas en su transporte, tales como reflexión, difracción, dispersión y en general pérdidas de propagación. Los requerimientos para reducir el efecto de estos fenómenos en las comunicaciones son definidos de diversas maneras dependiendo de la tecnología utilizada.

Según la capacidad y cobertura requeridas en el área de influencia de las redes, su diseño implicará la utilización de celdas de diferentes radios y las antenas de las estaciones base presentarán diferentes alturas y potencias de transmisión. De allí surgen las definiciones de sistemas macro celulares, micro celulares y pico celulares.

Estructura Jerárquica de Celdas.

-  ZONAS DE DIFÍCIL COBERTURA
-  ÁREAS RURALES
-  CARRETERAS Y CIUDADES
-  CIUDADES
-  OFICINAS Y HOGARES

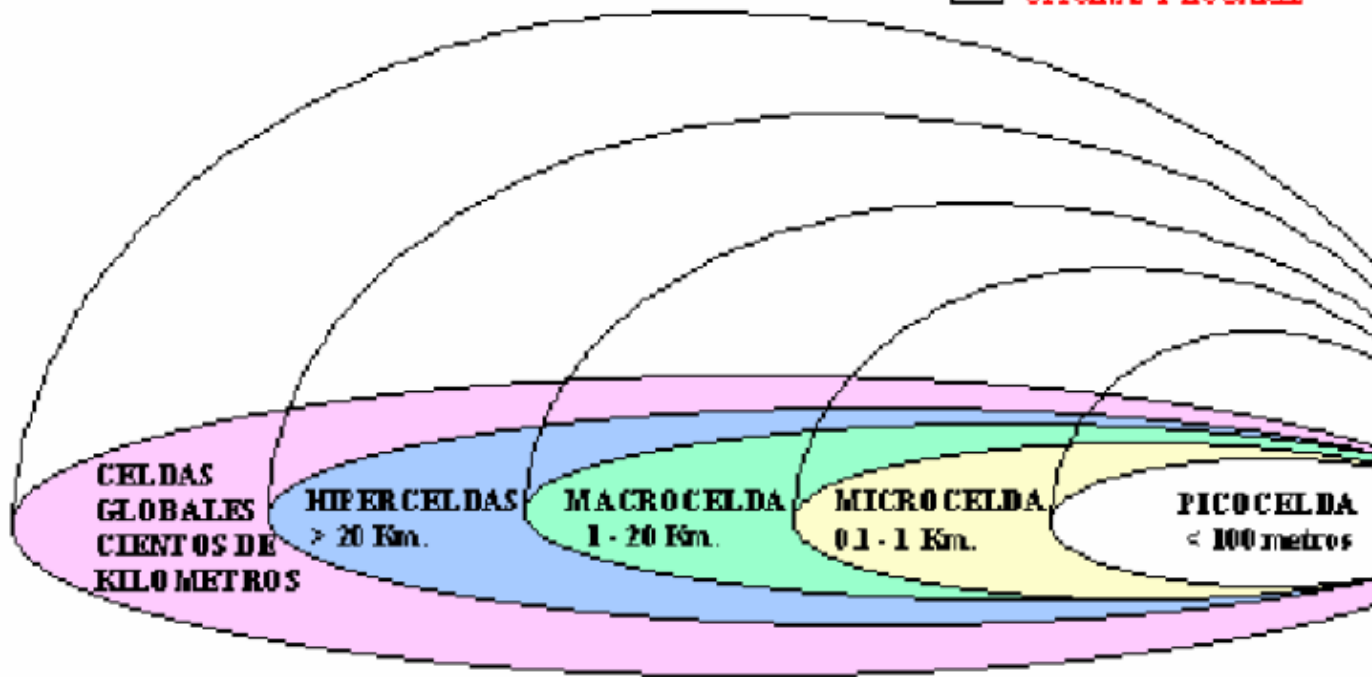


FIGURA 3

Macroceldas

Son los modelos de comunicación más comunes para operación celular. El rango de cubrimiento de éstas se encuentra entre 1 y 30 kilómetros, por lo que son utilizadas principalmente para el manejo del tráfico originado por usuarios que se encuentran en movimiento a gran velocidad, disminuyendo de esta forma el número de handoff y aumentando de esta manera la calidad del servicio al reducir la probabilidad de caída de llamadas.

Microceldas (con rango de cubrimiento entre 100 y 1000 metros)

Incrementa la capacidad de la red, ya que permite hacer un mayor manejo de tráfico y hace posible la utilización de potencias de transmisión muy bajas. Desde el punto de vista del operador, esto se traduce en ventajas adicionales como una mejor cobertura, bajos costos de la red por suscriptor y mayor eficiencia en la operación del sistema.

Los requerimientos claves del sistema micro celular incluyen la coexistencia e interoperabilidad con los sistemas ya instalados, necesiéndose un desarrollo mínimo de ingeniería para su diseño.

Al reducir mucho más el tamaño de las celdas, se logran las picoceldas (cubrimiento menor a 100 metros). Como se sabe, una reducción en el tamaño de una celda implica un aumento en su capacidad (manejo de tráfico), por lo que las picoceldas se utilizan para brindar cobertura en las zonas identificadas como de muy alto tráfico, tales como centros de negocios o centros comerciales, donde los usuarios tienen un patrón de comportamiento de baja movilidad y se encuentran en un ambiente cerrado.

Manejo del Handoff

El handoff es el proceso de pasar una llamada de un canal de voz en una celda a un nuevo canal en otra celda o en la misma, a medida que el usuario se mueve a través de la red. El manejo de estas transiciones es un factor vital para garantizar la continuidad de las comunicaciones tanto de voz como de imágenes y datos, caso en el que es muy crítica la pérdida de información.



Figura 4

Movilidad

En la nueva generación de sistemas de telefonía celular digital, se involucra tanto la movilidad personal como la movilidad del terminal. La movilidad personal se refiere a la posibilidad de que el usuario tenga acceso a los servicios en cualquier terminal (inalámbrico) sobre la base de un número único personal y a la capacidad de la red para proveer esos servicios de acuerdo con el perfil de servicio del usuario. Por otro lado, la movilidad del terminal es la capacidad de un terminal inalámbrico de tener acceso a servicios de telecomunicaciones desde diferentes sitios mientras está en movimiento, y también la capacidad de la red para identificar, localizar y seguir ese terminal.

Calidad

Uno de los parámetros a tener en cuenta para establecer las diferencias entre un sistema u otro, se refiere a la medida de calidad del servicio prestado. Las consideraciones que un usuario debe tener en cuenta a la hora de suscribirse a un servicio de telefonía móvil tienen que ver con el precio y las características de operación del dispositivo portátil, la disponibilidad de una variedad de servicios, la duración de la batería, la cobertura geográfica y la posibilidad de disfrutar el servicio en áreas diferentes a la que está inscrito, así como una confiable calidad de transmisión de voz y datos. Por otra parte, la calidad es un factor de especial atención desde el punto de vista de los operadores, pues es conveniente lograr la rentabilidad de sus negocios paralelamente a la satisfacción de sus clientes, al dimensionar óptimamente las redes con la adecuada relación costo / beneficio, reducir los costos de operación y mantenimiento, utilizar eficientemente el espectro radioeléctrico, y disponer de mecanismos que permitan mejorar la operación del sistema de acuerdo con los nuevos avances tecnológicos que surjan.

Flexibilidad y compatibilidad

Debido a la interacción con redes de diferente tipo que debe soportar una red con cubrimiento global (tales como Red Digital de Servicios Integrados, Redes Celulares Análogas, Red Telefónica Pública Conmutada, Redes de Datos, Redes Satelitales), ésta debe suministrar las interfaces adecuadas para la interoperabilidad, y

poseer elevados niveles de gestión que permitan realizar cambios en su estructura inicial sin causar traumatismos en el funcionamiento.

Costos de Infraestructura

Los costos de infraestructura se reflejan principalmente en el precio entre las estaciones base, ya que el manejo de una tecnología u otra en las mismas, no son un factor diferenciador. Lo deseable es que el dimensionamiento de la red minimice el número de celdas, la cantidad de quipos en general y sus costos de operación y mantenimiento.

4. ARQUITECTURA DE REDES PCS

Los sistemas PCS son considerados la tercera generación de sistemas celulares, heredan características de arquitectura de su anterior generación, conocida como celulares digitales. Las diferencias que se generaron en su constitución, proporciona el ofrecimiento de nuevos servicios y suple las necesidades de alta movilidad tanto de terminal, como personal.

Presentamos la estructura general de una red PCS, en la que visualizamos cinco componentes principales:

- Terminal portátil (Terminales de mano o instalados en automóviles).
- Estación base (Retransmite las señales).
- Oficina de conmutación inalámbrica (Para la conmutación y el enrutamiento de las llamadas telefónicas inalámbricas).
- Base de datos (Almacena información de clientes y otras celdas).
- Conexión a la oficina central PSTN.

Esta estructura de red se puede ver como un sistema celular con arquitectura, tanto microcelular celdas de menor tamaño, como macrocelular que son celdas para cubrir áreas geográficas extensas y de mayor demanda de servicios que implica mayor cantidad de estaciones base.

Las implicaciones técnicas incluyen numerosos handoffs entre las celdas para mantener las llamadas de los usuarios.

En una red PCS, los subscriptores movibles se comunican directamente a través de teléfonos portátiles. La arquitectura de red básica se muestra en la fig. 5. Esta consiste de un grupo de Radio Puertos (Ej. Estaciones Base) conectados a una red fija de cables conectados directamente a centros de conmutación de móviles (MSCs). Los puertos de radios son los puntos de servicios de comunicación para los teléfonos portátiles de mano dentro de su áreas de cobertura. Los MSCs son las interfaces de hardware entre grupo de Radio Ports y la red de líneas de cables (Wireline network).

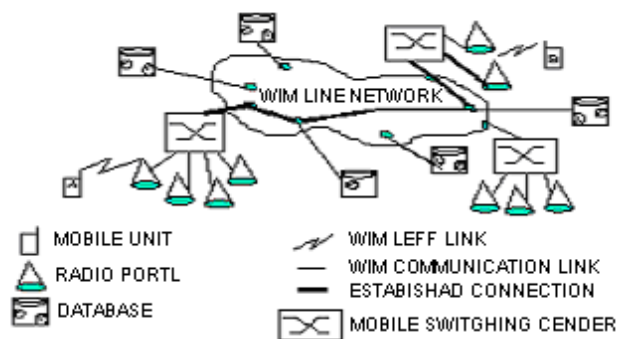


FIGURA 5

5. MODELO DE ESTRUCTURA DE TRÁFICO PCS

Se ha desarrollado un modelo de estructura general para investigaciones de administración de data. La estructura incluye el modelo de llamadas y movimiento de trafico, actividades de administración de data y señalización de la red.

El modelo de estructura de trafico esta compuesto de los siguientes objetos:

Site

Representa un área geográfica. Todas las características físicas de las áreas en conjunto definen la geografía física para movimientos del subscriptor.

User

Representa a un subscriptor humano.

La estructura puede ser también dividida dentro de los siguientes componentes: Modelo de Topología, Modelo de llamadas y Modelo de Movimiento. El modelo de topología especifica la topología geográfica o conectividad entre Sites. El modelo de llamadas y movimiento describe respectivamente como los usuarios hacen llamadas entre sí y como ellos se mueven a través de la geografía definida por el modelo de topología.

5.1 Modelo de llamadas

En el modelo de llamadas se generan tráfico de llamadas por cada usuario individual. El modelo es dividido en dos partes: El modelo de Tráfico de llamadas y modelo de Distribución de líneas.

5.2 Modelo de tráfico de llamadas

El modelo de tráfico de PCS de llamadas describe cuan frecuentemente los usuarios individuales realizan llamadas a otros usuarios y se traza la duración de cada llamada.

5.3 Modelo de Distribución de llamadas

El modelo de distribución de llamadas caracteriza como se genera cada llamada. Este es un modelo importante debido a sus efectos sobre la evaluación de performance, especialmente para esquemas con caching o replicación de data.

Como los servicios de comunicación personal inalámbricos son conceptualmente similares a las redes de celulares móviles, básicamente esto esta dirigido a perfiles de servicios personales y para soportar terminales movibles. Para archivar estas capacidades el número del subscriptor ha sido definido como un número lógico independiente de la estructura de la red.

La capacidad de la red tiene que servir para:

Verificar la información sobre la clase de servicio del usuario que llama:

Obtener la información de localización e interpretar la información de enrutamiento y la ruta de la llamada.

En redes móviles, la función lógica reside en el HLR (Home Location Register), en el VLR (Visiting Location Register) y el MSC (Mobile Switching Center).

5.4 Modelo de movilidad

Antes de describir el modelo de movilidad, veremos brevemente algunos modelos de movimiento humano.

Modelo Markoviano

El modelo markoviano también conocido como el modelo de Random-Walk, el cual describe el comportamiento de movimientos individuales, un subscriptor permanecerá dentro de una región o se moverá a una región adyacente de acuerdo a una distribución de probabilidad de transición.

Modelo de Gravedad

Este ha sido aplicado para regiones de diversos tamaños para modelos de ciudad, modelos nacional y modelos internacional. Una simple forma de describir la cantidad de tráfico $T_{i,j}$ de movimiento de una región i hacia una región j es : $T_{i,j} = K_{i,j} P_i P_j$, donde P_i es la población en la región i , P_j es la población de la región j y $K_{i,j}$ son parámetros que son calculados para todas las posibles pares de regiones (i,j) .

Modelo de Movilidad Nacional

El modelo de movilidad nacional caracteriza el comportamiento de movimiento entre diferentes áreas metropolitanas en un país. Cada lugar ahora representa el flujo de volumen de tráfico entre dos lugares como una función de la población en cada lugar y la distancia que los separa.

Modelo de Movilidad Internacional

El modelo de movilidad internacional caracteriza el comportamiento de movimiento entre diferentes países, si tomamos como ejemplo el movimiento de países con USA, podemos usar la siguiente formula : $T_j = K_j P_u P_j$, donde T_j es el promedio de flujo de tráfico entre los Estados Unidos y la ciudad J , K_j es el parámetro calculado para la ciudad J y P_j es la población de la ciudad J y P_u es la población de USA. El T_j es encontrado tomando el promedio de tráfico entre las llegadas y salidas en los aeropuertos.



FIGURA 6

6. ESTRUCTURA DE REDES INTELIGENTES PARA PCS

El concepto de red inteligente puede proveer una estructura para soporte personal y movilidad del terminal e incrementar servicios en móviles inalámbricos y PCS. Aplicando este concepto la red tiene que crecer separando las funciones relacionadas con transporte y las funciones relacionadas con control de servicios.

Se define entonces una plataforma de servicio de comunicaciones independientes. Tal incremento de redes ha sido estudiado por ITU (International Telecommunication Union) como redes inteligentes (IN) y el primer grupo de capacidades para redes inteligentes IN CS-1 (Intelligent Network Capability Set One) ya ha sido

estandarizado. La red inteligente utiliza un modelo conceptual la cual consiste de cuatro planos: Plano de servicios, Plano Funcional Global , Plano Funcional Distribuido y Plano Físico.

Un importante aspecto de la red inteligente es el modelo de llamadas, mencionadas anteriormente, que cubre los detalles de implementación y dependencias de switches por los diferentes fabricantes. Esto consiste de dos componentes principales: El modelo básico de llamadas (BCM) y de la vista de conexión (CV). El modelo básico de llamadas, como se describió anteriormente, provee un modelo genérico de procesamiento de llamadas. La vista de conexión describe como los programas de servicio lógicos, residen en el punto de control de servicios (SCP).

Para la entrega de llamadas básicas en PCS , el SCP puede proveer el servicio lógico y el HLR-VLR la conexión. Este puede ser primariamente hecho en dos formas: Número de PCS no geográfico similar a las servicios de llamadas libres (800) o números geográficos anclados sobre un switch PCS. Para el caso no geográfico, cuando la persona que realiza la llamada marca el número PCS, esto causa que el switch de origen detecte que este es un número PCS y la llamada es entonces enviada. Esto es un ejemplo de entrega de llamadas básicas usando arquitectura de red inteligente. La otra parte a quien se llamó se le asume habersele buscado en un servicio que provee área de coberturas foráneas, siendo registrado con el SCP/HLR. El switch de origen detecta que el número marcado es un número PCS y envía un mensaje de información analizado para el SCP. El punto de control de servicios (SCP) envía una solicitud de localización (LOCREQ) para el SCP/HLR para ese subscritor. El HLR toma el número de destino (roaming number) desde el VLR y envía esto al switch de origen. El switch de origen entonces envía la llamada para ese número destino hacia el switch destino.

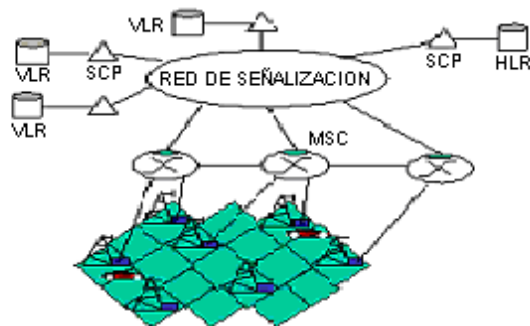


Fig. 7

El terminal móvil está basado sobre un acceso común de radio e interfaces. El terminal movible establece algunos requerimientos importantes sobre la red, como es dar al subscritor la posibilidad de comunicarse desde un área a otra. Esto implica que la red debería registrar continuamente el movimiento del terminal o ser capaz de ubicar el terminal tan pronto como se produzca una llamada.

La movilidad de las personas, se trata alrededor de un usuario quien lleva una identidad personal de subscritor, con una tarjeta de identidad conteniendo un número personal y el usuario puede accesar servicios desde cualquier terminal. Cuando la persona marca un número es responsabilidad de la red enrutar la llamada al terminal escogido por el subscritor.

En una red que soporta terminales movibles como en PCS, el número del subscritor se asigna a cada terminal como un número lógico independiente de la estructura de transporte de la red, y debe tener la capacidad de: un directorio asignado a cada usuario, referido a un número ISDN de un subscritor móvil, un terminal referido como identidad de una estación móvil y un registro identificador de área para indicar el área de una llamada desde un terminal movable.

6.1. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA RED

El diseño de la red PCS–GSM–1900 busca una mayor descentralización para facilitar el mantenimiento, la expansión en capacidad y la cobertura. Este es un gran avance ya que permite obtener mayor provecho de cada unidad por separado, el cual depende de las necesidades de cada proveedor. Para cada unidad existe el modelo sugerido por Ericson, pero se puede desarrollar perfectamente por otro proveedor.

La red está dividida en tres grupos principales:

- Sistema de Estaciones Base (BSS)
- Sistema de Conmutación (SS)
- Centro de Operación y Mantenimiento (OMC)

6.1.1. Sistema de Estaciones Base

- **Estación Base (BTS, RBS2000 de Ericsson):**

Responsable de la recepción /transmisión aérea, permite la configuración a distancia (canales, potencia), además de un continuo monitoreo ante perturbaciones y fallas, los cuales quedan registrados. Esta unidad determina una célula. La idea es que las RBS sean lo más independientes posible y que los equipos compartidos por las unidades de transmisión / recepción sean los mínimos.

- **Controladores de Estaciones Base (BSC):**

Es el centro de reunión de la información en un grupo de BTS, es el responsable de configurar las estaciones base, realizar el handover (o handoff), gestionar el tráfico por las celdas para mantener una buena distribución de canales ocupados. Este controlador calcula la potencia de salida adecuada para el móvil y la base, recibiendo mediciones del enlace ascendente y descendente cada 0.5 seg. aproximadamente.

6.2. Sistema de Conmutación

6.2.1. Centro de Conmutación de Servicios Móviles (MSC):

El MSC tiene conexiones con otras redes (telefonía pública –PSTN, red móvil– PLMN, Redes de Datos, etc.), realizando la conmutación desde y hacia ellas. Se preocupa de buscar el camino para establecer la comunicación deseada.

6.2.2. Base de Datos:

Todas las decisiones tomadas por los Controladores y la Central de Conmutación deben ser implementadas con la ayuda de las Bases de Datos. Existen distintos tipos de unidades funcionales para un completo servicio en relación con el abonado:

- Registro de Localización de Abonados Propios: contiene todas las suscripciones móviles que pertenecen al Operador concreto, incluye información de cada abonado.
- Registro de Localización de Abonados Visitantes: contiene información temporal acerca de la ubicación de los abonados en la zona cubierta por la MSC, es decir, en qué celda se encuentra.
- Centro de Autenticación: provee de claves para el cifrado y autenticación de la llamada, evitando la posibilidad de fraude al Operador.
- Registro de Identidad de Equipos: esta base de datos contiene la identificación de los terminales móviles para poder, si es necesario, bloquear llamadas al terminal que lo solicite además de aquellos robados, no autorizados o defectuosos.

6.3. Centro de Operación y Mantenimiento

Centro de Operación y Mantenimiento (OMC):

Maneja los mensajes de error originados en la red. El OMC tiene acceso tanto al Sistema de Conmutación (vía MSC) como al Sistema de Estaciones Base (vía BSC). El diseño sugerido por Ericsson para este dispositivo es el OSS (Sistema de Operación y Soporte) consta de tres partes importantes: Gestión de Configuración, Gestión de Fallos y Gestión del Rendimiento.

7. PROBLEMAS DE TRANSMISIÓN

Pérdidas Debido a la Distancia:

Producida al alejarse de la base, incluso sin obstáculos entre la antena transmisora y la receptora. La potencia entregada por la antena disminuye conforme aumenta la distancia y la frecuencia de la transmisión. A mayores frecuencias, más pérdidas.

Desvanecimiento:

Debido a la existencia de obstáculos físicos como montañas, edificios y árboles. La fuerza de la señal cae al pasar por la "sombra" proyectada del objeto. Existe otro tipo de Desvanecimiento ("Desvanecimiento de Rayleigh") provocado por el rebote de la señal al recorrer muchos caminos, uno más largos que otros, desfasando la señal al momento de ser recibida y creando pérdidas en la fuerza de la transmisión.

Desvanecimiento Total:

La señal necesita ser recibida con un mínimo de fuerza, bajo ese umbral la información se pierde, este valor umbral se llama Sensibilidad del Receptor. Existen modelos matemáticos que simulan la potencia según distancia a la antena, de esta forma se puede proyectar la cobertura y evitar el Desvanecimiento Total.

Alineamiento Temporal:

O Avance Temporal. El TDMA requiere que la estación móvil transmita sólo en el intervalo de tiempo asignado y que permanezca en silencio el resto del tiempo. De otro modo interfiere con otras transmisiones que usan el mismo canal. Si el móvil se aleja de la estación, la información tarda más tiempo en llegar. Como consecuencia, el móvil demora en responder, haciendo uso de tiempo destinado a otras transmisiones, interfiriéndolas.

Dispersión en el Tiempo:

Es otro de los problemas que aparecen con la transmisión digital cuya consecuencia es la ISI (Interferencia entre Símbolos). El receptor se confunde al recibir simultáneamente (por distintas direcciones) un 0 y un 1 que si bien han sido enviados por separado y secuencialmente, el segundo ha tomado una ruta más rápida que el primero, llegando ambos al mismo tiempo.

Para mejorar la calidad de voz, se necesita transmitir a una velocidad elevada, pero el canal se comparte, luego no se pueden transmitir 8 llamadas con voz digitalizada por el canal de 270 Kbit / seg. Sin que antes sean codificadas.

7.1. Soluciones a problemas de transmisión

Codificación de la Voz:

La voz requiere de más bits por segundo si se desea aumentar su calidad, la codificación de voz permite reducir la cantidad de bits usando algoritmos matemáticos, en GSM los codificadores híbridos reducen en 8 veces la cantidad de bits por segundo y sin perder información al eliminar redundancias.

Codificación de Canal:

Para evitar que la pérdida de algunos bits durante la transmisión introduzca errores en la información, se efectúan procesos de codificación agregando bloques de bits de redundancia y también codificación de convolución. Con esto se pueden reconstruir mensajes en la recepción con la instalación de decodificadores y verificadores de paridad evitando así, la repetición del mensaje incompleto y erróneo.

Entrelazado:

Debido al desvanecimiento de la señal, se pierden bits consecutivos, incluso ráfagas completas. Para que la información no se pierda se realiza el entrelazado, usando un algoritmo cuyo propósito es el siguiente: Supongamos que se pierde una ráfaga de 57 bits (incluidos los bits de codificación), la idea es que en vez de perder 57 bits de una ráfaga, se pierda sólo 1 bit, pero de 57 ráfagas y así poder reconstruir el mensaje gracias a la codificación.

Salto en Frecuencia:

El Desvanecimiento de Rayleigh sucede para ciertas frecuencias y durante cierto intervalo de tiempo, por lo tanto, el sistema cambia la frecuencia en uso hasta que el problema desaparece. De esta forma, la pérdida de información no es significativa en caso de voz.

Diversidad de Antena:

La idea es utilizar dos canales de recepción que se vean afectados de diferente forma por los desvanecimientos. Este método requiere de dos antenas en la estación base separadas por una distancia (que disminuye al aumentar la frecuencia de transmisión). De esta forma se comparan y se elige la mejor, esta operación la realiza la BTS o Estación Base.

Ecualizador:

Esta es una solución al problema de la Interferencia Entre Símbolos (ISI), el procedimiento simula un canal ideal y lo compara con la información que se está recibiendo y encontrando un valor "probable" de ese bit. De esta forma el sistema no se confunde al recibir juntos un 0 que se retrasó y un 1 enviado con posterioridad. En este caso el tiempo de retraso fue de un tiempo de bit, GSM soporta retrasos de hasta 4 tiempos de bit, más o menos diferencias en la trayectoria de 4.5 Km entre la señal directa y la reflejada.

Avance en el Tiempo:

Si la estación móvil se aleja de la base durante una llamada, debe enviar una ráfaga por adelantado respecto del tiempo de sincronización, sin embargo, hay un límite de cuánto antes, para evitar que se mezclen con otros intervalos de tiempo.

8. SERVICIOS AL ABONADO (FUNCIONABILIDAD)

Los Servicios Básicos de telecomunicación se dividen en dos categorías principales:

- **Teleservicios:** aquellos que permiten al abonado comunicarse (voz, datos, fax o Servicio de Mensajes Cortos) con otro abonado.
- **Servicios Portadores:** permite al abonado móvil el envío de datos.

La red PCS GSM-1900, ha sido diseñada para permitir a los operadores diferenciar los servicios que ofrecen respecto de sus competidores, utilizando una técnica basada en los servicios de Red Inteligente (IN) de Ericsson. Además proporciona a los operadores la capacidad de definir nuevos servicios personalizados y en un corto período de desarrollo. Algunos servicios están disponibles para todo el mundo (Servicios Básicos), para los otros, los Servicios Suplementarios y aquellos definidos por Ericsson se necesitan una suscripción.

Estos servicios son los que soporta el sistema GSM para 1900 MHz, algunos no pueden ser implementados por limitaciones de algunas estaciones móviles (MS) y otros requieren la conexión de equipos externos.

8.1. Servicios Básicos

8.1.1. Teleservicios Básicos:

Voz

Capacidad de enviar y recibir llamadas hacia o desde todo el mundo tanto con abonados fijos como móviles con calidad digital de 13 bits.

Llamadas de Emergencia

Posibilita al abonado a hacer llamadas de emergencia pulsando un botón aún sin contar con la tarjeta SIM.

Fax

Soporta facsímil grupo 3.

Servicio de Mensajes Cortos

Es posible enviar un mensaje de hasta 160 caracteres alfanuméricos desde /hacia un terminal móvil. Si el móvil no está conectado o fuera de cobertura, el mensaje se almacena en la central de mensajes hasta que el abonado se conecte, avisándole la existencia de dicho mensaje.

Buzón de Voz

Consiste en un contestador incorporado en la red y controlado por el abonado. Las llamadas pueden ser desviadas al buzón del abonado, accediendo posteriormente a él con un código personal.

Buzón de Fax

Este servicio permite al abonado recibir mensajes de fax en cualquier máquina a través de su móvil. Los mensajes de fax se almacenan en el centro de servicios y el abonado accede a él por medio de su código personal de seguridad, enviándose al número de fax deseado.

Voz y fax alternados

Permite que durante una llamada el abonado intercambie entre voz y fax. Se puede conmutar varias veces.

8.1.2. Servicios Portadores Básicos

Soporta la transmisión de datos síncronos y asíncronos a velocidades de hasta 9.6Kbit/seg.

Tráfico hacia la Red Telefónica (PSTN)

Para enviar el tráfico de datos hacia la red pública es necesario seleccionar un módem en el GIWU.

Tráfico hacia la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN)

Esta red se basa en el envío de información digital. Para el caso de PCS-1900 no tiene restricciones y no se requiere un módem.

Acceso a otras Redes de Datos Asíncronos

Soporta datos hacia las redes PSPDN (Redes Públicas de Comunicación de Paquetes) y CSPDN (Redes de Datos de Comunicación de Circuitos), necesitando interfaz en función de cada propósito.

8.2. Servicios Suplementarios

Los servicios elaborados ya sean completando o modificando los teleservicios y los servicios portadores se denominan servicios suplementarios y se describen a continuación.

Desvío de Llamada

Facilidad para desviar llamadas entrantes a otro número según sea la situación: el móvil no es alcanzable, el móvil está ocupado, si no contesta o desvío de llamada incondicional. Todo esto sin necesidad de apagar el equipo.

Restricción de Llamadas Salientes

Se puede activar o desactivar desde el terminal. Por ejemplo, el abonado puede restringir todas las llamadas salientes o bien restringir llamadas salientes internacionales o sólo las llamadas salientes internacionales excepto aquellas de la propia red PLMN (Red Pública Móvil).

Restricción de Llamadas Entrantes

Se pueden restringir todas las llamadas o sólo aquellas que procedan fuera de la red PLMN propia. Esta función permite al abonado no pagar por las llamadas entrantes sin apagar el equipo.

Aviso de Tarifa

Proporciona información de la tarifa de la llamada en progreso ya que hay algunos tramos que paga el abonado que recibe la llamada.

Llamada en Espera

Este servicio consiste en una notificación al móvil que tiene una llamada que puede contestar, rechazar o ignorar. Pudiendo ser voz, datos, o fax.

Multiconferencia

Permite al abonado establecer una conversación desde tres a seis abonados al sistema. Solo aplicable al teleservicio de Telefonía.

8.3. Funcionalidades Innovadoras de Ericsson

Las nuevas funcionalidades de Ericsson van más allá de los estándares de la red básica. Estas se desarrollan de manera dinámica a medida que las demandas del cliente y el nivel de la competencia aumenta.

Número Personal Único

Permite al abonado desviar la llamada a otras redes cuando no está alcanzable en la red principal. Con esta función, el abonado puede ser localizado mediante un número, aunque esté suscrito en varias redes.

Numeración Dual

Esta función permite al abonado tener dos números asociados a la misma suscripción y al mismo terminal. También se puede asociar diferentes facturas a esos números. Por ejemplo, se puede tener una cuenta del trabajo y otra personal, con el mismo número.

Suscripción Regional y Local

El abonado puede suscribirse al servicio de una determinada área geográfica, fuera de esta área las llamadas se rechazan, excepto las de emergencia.

Tarificación Diferenciada Geográficamente

El operador puede ofrecer llamadas más baratas dentro de algunas regiones (conjunto de células). Este servicio se puede complementar con el de Suscripción Regional.

8.4. Servicios de Red Inteligente de Ericsson

Un método flexible e inteligente de proporcionar más variedad de servicios es hacer uso de técnicas de Red Inteligente (IN). Esto permite crear servicios altamente personalizados con un tiempo de desarrollo muy bajo y así permitir a los operadores diferenciar sus productos de la competencia y reaccionar rápidamente a nuevas y cambiantes necesidades. De esta manera la lista de posibilidades es interminable, sin embargo hay algunos ejemplos:

Servicio Gratuito de Llamada

Permite al abonado suscrito ofrecer la posibilidad de que le llamen de manera gratuita. El costo de estas llamadas será cargado al suscriptor del servicio.

Llamada con Tarjeta de Crédito

Permite al usuario del servicio cargar el costo de la llamada a una tarjeta de crédito. La suscripción al servicio no se tarifica.

Exploración de la Llamada Originada

Es una variante al servicio de restricción de llamadas salientes, pero en este caso se pueden elegir intervalos

de tiempo o series de números a los cuales no se puede llamar.

Exploración de la Llamada Terminada

Servicio análogo al anterior, en este caso el abonado puede restringir las llamadas salientes a algunas series numéricas y durante ciertos intervalos de tiempo.

Servicios Dependientes de la Localización

Este servicio utiliza la información sobre la localización del abonado. Información sobre el tráfico o el tiempo meteorológico, pueden estar accesibles por códigos abreviados.

Planes Privados de Numeración

Permite a grupos de usuarios (por ejemplo una corporación privada) definir un plan de numeración abreviado que pueden utilizar para simplificar la comunicación entre ellos.

8.5. Módulo de Identidad de Abonado (SIM)

Excepto para llamadas de emergencia, las estaciones móviles sólo se pueden utilizar si contienen la tarjeta SIM válida. La estación móvil debe contener una función de seguridad para la autenticación de la identidad del abonado.

La tarjeta almacena tres tipos de información relacionada con el abonado:

- Datos fijos que se almacenan antes que se venda la suscripción, por ejemplo la clave de autenticación y algoritmos de seguridad.
- Datos de red temporales.
- Datos relativos al servicio. Por ejemplo preferencia de idioma y aviso de tarifa.

La tarjeta SIM (Subscriber Identity Module) contiene información para los operadores dentro de la red GSM. Esta información puede estar relacionada con el abonado, con los servicios contratados a él, e información relativa a la red móvil, como la localización. Existen almacenamientos de tipo obligatorio y opcional.

Almacenamiento Obligatorio

Contiene información administrativa para el funcionamiento del equipo. Como el modo de operación, identidad internacional del abonado, información sobre localización, medidor de tiempo, preferencias de idioma y por supuesto, el número de identificación del equipo en la red.

La tarjeta SIM permite bloquear y prohibir las operaciones en la red GSM. Para desbloquearla, el usuario debe introducir la clave de desbloqueo.

En resumen, la tarjeta juega muchos y vitales roles en la estación móvil. Estos roles incluyen: autenticación del suscriptor, cifrado de los canales, protección para el usuario y almacenamiento de datos. Por ejemplo, centro de mensajes cortos, marcación abreviada, bloqueo de algunos números y control del suministro de energía, avisando cuando requiere de carga.

9. EVALUACIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

Dentro de la nueva generación de tecnologías en telefonía personal (servicios telefónicos orientados hacia la comunicación persona a persona y no de punto a punto) y que son servicios que se basan en comunicación digital, está el CDMA (Acceso Múltiple por División en Códigos).

CDMA es una avanzada técnica de transmisión digital móvil que usa códigos matemáticos en vez de frecuencias (FDMA) o intervalos de tiempo (TDMA) para transmitir conversaciones.

Existen algunas diferencias respecto de las comunicaciones habituales como el uso completo de la banda disponible (no hay división en canales) luego la señal tiene lo que se llama un ancho de banda ancho, de allí que se les llame comunicación en banda ancha, mientras que TDMA (GSM) usa canales de banda angosta. Luego no existe planificación celular ni re uso de frecuencias, lo que sí hay es planificación de códigos. La interferencia existe, pero en la medida que los códigos que descifran los mensajes sean parecidos. Requiere un continuo y preciso control de potencia por parte del móvil. Es capaz de tolerar caídas bruscas en la transmisión sin cortarse. El nivel de cobertura y tolerancia a la interferencia depende de la cantidad de información enviada o sea, por lo tanto las características del sistema depende excesivamente del tráfico que presente la celda.

CDMA ofrece:

- Óptima calidad de voz (8Kb, 13Kb)
- Extenso rango de servicio de datos incluyendo datos y voz simultáneamente.
- Virtual eliminación de las caídas de llamadas.
- Baterías que proporcionan cinco horas de conversación y sobre dos días standby.
- Teléfono compacto y liviano.
- La mitad en el número de celdas respecto de un sistema análogo u otras tecnologías digitales.
- Completa seguridad y privacidad.

Además, CDMA para PCS proveerá conectividad inalámbrica a Internet, servicio de mensajes cortos, correo de voz y la exclusiva habilidad de enviar datos y voz simultáneamente.

CDMA no puede estar presente en Europa, debido a que este bloque ha adoptado el sistema GSM y no acepta la liberalización de este mercado.

10. COMPARACIÓN CDMA RESPECTO A GSM PCS-1900

CDMA es la base del sistema IS-95 desarrollado por la empresa norteamericana Qualcomm.

El área de cobertura de IS-95 CDMA depende del número de usuarios activos (carga de la celda). Esto significa que el tamaño de la celda en un sistema IS-95 CDMA decae a medida que el número de usuarios se incrementa. Por ejemplo, si la carga de la celda se incrementa en 60%, el aumento de la interferencia reduce hasta un 40% el área de cobertura.

Ericsson cree que CDMA y su tecnología de banda ancha es una candidata promisoría para la tercera generación de sistemas celulares que tendrán altas tasas de transmisión de datos y gran capacidad. Pero eso es a futuro.

El mayor sustento para CDMA ha sido su incremento en capacidad. Este importante requisito puede ser logrado a través de un acceso múltiple eficiente, codificación adecuada y tipo de modulación.

Los límites de capacidad de la celda son impuestos la cantidad de espectro (banda) disponible y por el grado de interferencia de co-canales.

En los sistemas celulares siempre ha existido una disyuntiva entre calidad y capacidad. Esto, en sí mismo puede ser usado para maximizar la capacidad del sistema. Por ejemplo, haciendo que la calidad dependa de la carga del sistema o implementando diferentes niveles de calidad según la clase de suscriptor.

11. RESUMEN MÉTODOS DE ACCESO

FDMA, TDMA y CDMA son tres tipos básicos esquemas de acceso múltiple.

FDMA divide la banda de transmisión disponible en un conjunto de canales. Con FDMA un suscriptor es asignado a un canal a la vez. Otras llamadas pueden acceder a ese canal solamente cuando se desocupa o cuando el usuario deja ese canal para trasladarse a otra celda (handoff).

TDMA es una técnica de acceso múltiple empleada en sistemas celulares digitales. Divide el canal convencional en intervalos de tiempo para obtener más capacidad. Como en FDMA, otras conversaciones no pueden acceder a un canal TDMA hasta que se desocupe.

CDMA es totalmente distinto. Asigna a cada suscriptor un código único con objeto de colocar múltiples llamadas en el mismo y único canal y al mismo tiempo.

Dependiendo de su nivel de movilidad, CDMA asegura 10 a 20 veces la capacidad de las redes celulares y 4 a 7 veces la capacidad de TDMA.

CDMA es la única de las tres tecnologías que usa eficientemente la banda de frecuencia asignada y ofrece servicios a muchos abonados sin requerimientos de costosas planificaciones de frecuencias.

Todos los usuarios pueden compartir el mismo canal porque sus conversaciones son distinguidas sólo por un código digital.

Mientras los operadores TDMA deben coordinar la habilitación de canales en cada celda para evitar la interferencia, CDMA sólo necesita el mismo canal por cada celda instalada. Además la potencia promedio de transmisión requerida por CDMA es menor que la requerida por FDMA y TDMA.

12. INTERFAZ AIRE

La separación entre portadoras para el sistema PCS GSM-1900 es de 200 KHz, proporcionando 299 canales.

Como cada portadora es compartida por 8 intervalos de tiempo (Time Slots, TSs), el número total de canales es de 2392.

Cada uno de estos canales es un intervalo de tiempo dentro de una trama TDMA y se denomina canal físico. Cada trama TDMA tiene 8 TS.

Entre la MS y la BTS (estación móvil y estación base) se transmite distinta información, para este propósito se usan –dentro de un TS– canales lógicos según sea el tipo de información.

Trama TDMA

$$8 \times 0.577 \text{ ms} = 4.616 \text{ ms}.$$

0	1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 2

$$270.4 \text{ Kbit/s} \times 0.577 \text{ ms} = 156.25 \text{ bit}$$

FCCH	SCH	BCCH	PCH	RACH	AGCH
------	-----	------	-----	------	------

Tabla 3

12.1 Canales Lógicos en TS1

La organización de los canales lógicos dentro de cada intervalo de tiempo es un tema complejo ya que existen muchas categorías.

Inicialmente hay que dividir los canales lógicos en dos tipos: Canales de Control y Canales de Tráfico.

12.1.1. Canales de Control

Canales de Difusión (BCH)

Los canales de difusión permiten que la MS se sintonice con una estación base y se sincronice con la estructura de trama de la célula. Las estaciones base no están sincronizadas entre sí, luego al traspasar a otra celda, la MS debe contactar nuevamente el BCH de la estación vecina.

Los canales de difusión se transmiten en una portadora específica para cada celda, conocida como portadora cero. Como en una portadora hay 8 TS, los canales de difusión se ubican en el intervalo de tiempo cero ó TS0.

Canal de Corrección de Frecuencia (FCCH)

Transmite una señal sinusoidal para indicar que es una portadora de difusión y además para que la MS se sintonice con esa frecuencia.

Canal de Sincronización (SCH)

Permite que la MS establezca la debida conexión con la estación base. Este canal permite asegurar que la estación base contactada pertenezca a la red contratada por el usuario, además realiza la identificación del número de trama TDMA de la base para que la MS se sincronice con ésta.

Canal de Control de Difusión

Este canal lógico transmite información acerca localización de la celda, la máxima potencia aceptada por la base y las portadoras BCH de células vecinas para que la MS realice medidas de potencia en ellas para el handover.

Los canales de difusión transmiten información desde base hacia todas las estaciones móviles ya que la información contenida es vital para la identificación y acceso a la red. Esta conexión es descendente punto a multipunto.

12.1.2. Canales de Control Común (CCCH)

Estos canales gestionan el establecimiento de la comunicación desde y hacia la MS cuando se quiere realizar o recibir una llamada.

La conexión en este caso es punto a punto y es ascendente u descendente según sea el canal, la ubicación de estos canales es en la portadora cero, en el TS0 al igual que los canales de difusión:

Canal de Búsqueda (Paging Channel, PCH)

La MS escucha este canal para asegurarse si alguien quiere establecer contacto con ella. Descendente.

Canal de Acceso Aleatorio (RACH)

La MS responde a la petición de búsqueda a través de él pidiendo un canal de señalización. También se usa cuando se quiere realizar una llamada. Ascendente.

Canal de Acceso Garantizado (AGCH)

Informa de la asignación del canal de señalización. Descendente.

Tanto los BCH como los CCCH usan una parte de la portadora cero, los dos primeros TS; los cuales se repiten constantemente siguiendo un patrón cíclico de duración 51 TSs.

12.1.3. Canales de Control Dedicado (DCCH)

El tercer tipo de canales lógicos de control permite la conmutación hacia algún canal de tráfico, también llevan mensajes cortos de texto en ambos sentidos. Por último, por allí se envía información recogida por la MS hacia la base para que la red evalúe el traspaso a otra celda. El enlace es nuevamente de punto a punto.

Canal de Control Dedicado Independiente (SDCCH)

Canal de señalización asignado por la red, este permite el proceso de establecimiento de llamada ordenándole a la MS conmutar hacia un canal de tráfico, definiéndole una portadora y un intervalo de tiempo. También transmiten mensajes de texto. Ascendente y Descendente. Este se transmite en la portadora cero en TS2.

Canal de Control Asociado Lento (SACCH)

Durante el enlace ascendente envía mediciones de potencia y calidad de la señal, procedente de su estación base y de la potencia recibida de las bases vecinas. En Descendente, la MS recibe medidas acerca de qué potencia de transmisión debe utilizar e instrucciones de avance temporal. Transmitido en la portadora cero en TS2.

FACCH

Este canal envía información necesaria para el traspaso (handover) durante una conversación, esto se logra "robando" 20ms. de voz del canal de tráfico, el abonado no nota esta interrupción de voz. Este canal lógico ocupa parte de un canal de tráfico.

12.1.4. Canales de Tráfico (TCH)

Hay dos tipos de canales de tráfico:

- Velocidad Total y
- Velocidad Media

Actualmente sólo se utilizan TCH a velocidad total. Una vez que se hayan diseñado los codificadores a velocidad total con una calidad aceptable, se utilizarán canales a velocidad media.

Un TCH ocupa un canal físico a velocidad total, mientras que dos TCH pueden compartir un canal físico.

Los canales de tráfico usan algunos los otros 6 TS de la portadora cero (1,3-7) y si existen más portadoras en una celda todas ellas se subdividen en canales de tráfico.

12.1.5 Ráfagas y Tramas

La información contenida en un intervalo de tiempo de una trama TDMA se denomina ráfaga. Hay cinco tipos de ráfagas. Las ráfagas tienen que ver con la estructura de bits con que son enviados los datos, no con el intervalo ni la portadora.

Ráfaga Normal

Se utiliza para transmitir información de tráfico y canales de control. Llevando los canales TCH, BCCH, PCH, AGCH, SDCCH, SACCH y FACCH.

TB	Bits Encriptados		Secuencia de Entrenamiento		Bits Encriptados	TB
3	57	1	26	1	57	3

Tabla 4

Bits Encriptados (57)

Contienen voz o datos en paquetes de 57 bits, más un bit de bandera que indica "modo robado" o sea que en su lugar va el canal de señalización FACCH.

La secuencia de entrenamiento (26)

Es un patrón de voz conocido por el receptor quien crea un modelo de canal capaz de corregir los errores en la recepción producto de la ISI.

Bits de Cola (3)

Son siempre (0,0,0). Indican al ecualizador que es un punto de Comienzo / parada.

Como la duración de un intervalo de tiempo es de 0.57ms. transmitidos a 270.4Kbit/s nos indica que hay disponibles 156.25 bits de los cuales hay 148 ocupados. Los restantes 8.25 bits equivalen a 30 ð s. de período de guarda (GP). Este período permite al transmisor desplazarse por la celda evitando el solapamiento con los otros canales (Alineamiento Temporal).

Ráfaga de Acceso

Esta ráfaga se utiliza para acceder por primera vez a una nueva BTS después de un traspaso. El móvil puede encontrarse lejos de la base, lo que indica que la ráfaga inicial llegará más tarde. La cual debe ser más corta para evitar el solapamiento.

TB	Secuencia de Sincronización	Bits Encriptados	TB	GP
8	41	36	3	68.25

Tabla 5

Ráfaga de Relleno

Esta ráfaga la envía la BTS y no contiene información. El formato es idéntico al de una ráfaga normal con un cierto patrón de bits.

TB	Patrón de Bits	Secuencia de Entrenamiento	Patrón de Bits	TB	GP
3	58	26	58	3	8.25

Tabla 6

Ráfaga de Corrección de Frecuencia

Se utiliza para la sincronización en frecuencia del móvil.

TB	Patrón de Bits	TB	GP
3	142	3	8.25

Tabla 7

Ráfaga de Sincronización

Se utiliza para la sincronización de la trama del móvil.

TB	Bits Encriptados	Secuencia de Sincronización	Bits Encriptados	TB	GP
3	39	64	39	3	8.25

Tabla 8

Finalmente, cabe señalar que los canales envían información cíclica, esto es, cada cierto período de tiempo pero constantemente. Según sea el canal usado y la cantidad de tramas TDMA empleadas, hay dos tipos de ciclos:

- 26 multitramas TDMA para canales TCH, SACCH y FACCH.
- 51 multitramas TDMA, para canales BCCH, CCCH, SDCCH y SACCH.

El canal SACCH que envía información acerca de la transmisión, es usado tanto en modo activo (ciclos de 26 multitramas, durante la conversación) como en modo libre (explorando nuevas celdas, ciclos de 51 multitramas). De esta forma se asegura que el uso de la energía sea eficiente en todo momento y que no existan caídas de la señal aún cuando se está hablando.

Para simplificar la figura, se ha incluido solamente el ciclo para el canal de transmisión (TCH).

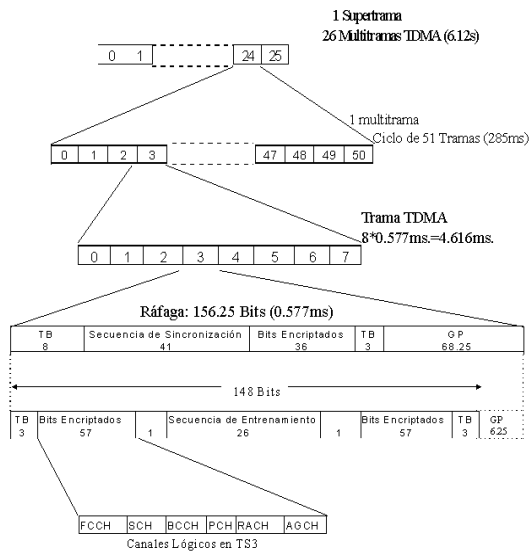


FIGURA 813. MARCO LEGAL DE TELECOMUNICACIONES PARA COLOMBIA.

El Ministerio de Comunicaciones ha lanzado un proyecto que comprende un estudio, el cual pretende establecer la reglamentación general para la prestación de los Servicios de Comunicaciones Personales (PCS), los principios para la concesión de estos servicios, las obligaciones a cargo de los operadores de los mismos y la asignación de las bandas necesarias para la prestación de dichos servicios.

Los Servicios de Comunicaciones Personales (PCS) se clasifican como Servicios Básicos, de Valor Agregado y Telemáticos, no domiciliarios y de cubrimiento nacional, de conformidad con las leyes vigentes.

Los operadores de Servicios PCS deben cumplir, al igual que los operadores de los demás servicios de Telecomunicaciones, con las reglas de acceso, uso e interconexión de la red de Telecomunicaciones del estado y ser vigilados por el Ministerio de Comunicaciones o la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones, según el ámbito de sus competencias. La interconexión debe proveerse ajustándose a las normas de calidad y homologación expedidas por organismos nacionales o Internacionales.

Concesión:

La prestación de servicios PCS requiere de concesión otorgada por el Ministerio de Comunicaciones de conformidad con lo establecido en el decreto 1900 de 1990. La concesión implica la asignación de una banda de frecuencias específica y la autorización para operar, instalar, ampliar, renovar, ensanchar o modificar la red de telecomunicaciones del estado.

Al igual que todas las concesiones, esta da lugar a un canon fijo, que se paga a la firma del contrato de concesión y un canon periódico, equivalente a un porcentaje de los ingresos brutos que percibe el concesionario por la prestación de los servicios concedidos.

Condiciones Técnicas:

La prestación de los servicios PCS deben ajustarse a los planes técnicos fundamentales de señalización, sincronización, numeración, tarificación y enrutamiento establecidos en los reglamentos. Se ha planteado que se realice a través de dos (2) redes de telecomunicaciones de cubrimiento nacional denominados red A y red B, los cuales utilicen las bandas A-A' y B-B' (sub bandas de la banda 1850 – 1990Mhz) respectivamente, que hacen parte de la banda y corresponden a:

Banda A: 1850 – 1865Mhz	Banda A': 1930 – 1945Mhz
Banda B: 1870 – 1885Mhz	Banda B': 1950 – 1965Mhz

Tabla 9

Tanto la banda A como la A' comprenden 30Mhz, igual que la Banda B y B'.

Tanto la red A como la red B deberán utilizar los elementos de red de tres (3) sub-redes:

- Sub – Oriente: Interconecta los departamentos de Cundinamarca, Santander, Norte de Santander, Huila, Tolima, Meta, Boyacá, Putumayo, Caquetá, Vaupés, Guaviare, Guainia, Vichada, Arauca, Casanare, San Andrés y Providencia, Amazonas y el Distrito capital de Santa Fe de Bogotá.
- Sub –red Occidente: Interconecta los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca, Cauca, Chocó, Nariño, Caldas, Risaralda y Quindío.
- Sub – Red Norte: Interconecta los departamentos de Atlántico, Bolívar, Magdalena, Guajira, Sucre, Córdoba y Cesar.

Las subredes que conforman la red Nacional A (B) deben utilizar tecnologías compatibles, sin que esto implique que la red nacional A y la red nacional B deban ser compatibles entre si, pero, en todo caso, se debe garantizar el interfuncionamiento de los servicios.

Las subredes Norte, oriente y Occidente correspondientes tanto a la red Nacional A como a la red nacional B, pueden ser operadas por operadores diferentes o por el mismo operador, de acuerdo con los resultados del proceso de selección objetiva, pero los concesionarios de la red Nacional a deben ser diferentes de los de la red Nacional B.

14. LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA CONCESIÓN DE LOS PCS Y EL PERMISO PARA EL USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO ASOCIADO A ESTOS SERVICIOS

Objetivos PCS en Colombia:

Beneficios para los usuarios

Permitir que los usuarios se beneficien de una mayor oferta de servicios, nuevos desarrollos tecnológicos y mejores condiciones tarifarias.

Beneficios para el sector:

- Incremento de la competencia.
- Recursos para el Fondo de Comunicaciones destinados a inversión social en Telecomunicaciones.

Beneficios para el País:

- Generación de Industria y empleo.
- Oportunidades para la inversión extranjera.
- Recursos para el presupuesto nacional.

Por qué se requiere un Ley?

- Determinación de áreas para asignación de espectro.
- Inversión extranjera en telecomunicaciones.
- Se trata de un servicio que no corresponde exactamente a los clasificados en el Decreto 1900.
- Definición del procedimiento de asignación del espectro.
- Se fijan reglas de protección a los usuarios.
- Se destinan parte de los recursos para el Fondo de Comunicaciones.
- Se otorgan competencias a la CRT.

Por qué Ley especial y no Ley de Telecomunicaciones?

- La Ley general aborda todos los temas relativos al sector, tales como: organización sectorial, régimen de operadores, de redes y servicios, régimen de competencia y protección a los usuarios, aspectos que requieren un amplio debate en el sector y en el Congreso.
- El Ministerio precisa continuar con los procesos de desarrollo y modernización del sector e incorporar un desarrollo tecnológico maduro.
- La Ley de PCS trata un tema específico similar a la Ley 37 de 1993.

Alcance de la Ley:

La Ley tiene por objeto establecer las reglas para otorgar:

- Concesiones para la prestación de servicios PCS.
- Permisos para el uso del espectro radioeléctrico atribuido para la prestación de servicios PCS.
- Autorizaciones para el establecimiento de la red asociada a la prestación de los servicios PCS.

14.1. REDES DE PCS

- Se definen como las redes terrestres cuyo elemento fundamental es el espectro radioeléctrico atribuido y asignado para la prestación de los servicios PCS.
- Los operadores podrán determinar la tecnología a utilizar, pero en todo caso garantizarán la interconexión de sus redes y la interoperabilidad de los servicios.
- Este espectro radioeléctrico se utiliza en células geográficas y puede ser reutilizado dentro de cada área de cubrimiento.
- Las redes PCS deben interconectarse entre sí, con la RTPC y con la RTMC, y pueden interconectarse con otras redes de Telecomunicaciones de Estado.

Prestación de los servicios:

- El servicio está a cargo de la Nación: Planeación, regulación, control, vigilancia y prestación.
- Se prestará en gestión directa o indirecta.
- Las concesiones pueden ser otorgadas a: Empresas Estatales, Sociedades Mixtas, Sociedades Privadas.
- Las concesiones se otorgarán mediante contrato.

Principios Generales de la Licitación:

- Igualdad y acceso democrático.
- Selección objetiva: Sometida al régimen de licitación de Ley 80.
- Adjudicación: Se hará por el sistema de subasta.
- Plazo de la Concesión y del Permiso: Diez años prorrogables por un periodo igual.

- Contraprestaciones económicas:
- Pago inicial: Determinado por la subasta, incluye el valor de la prórroga.
- Pagos Periódicos (trimestrales): El monto será calculado como un porcentaje fijo aplicado sobre los ingresos.

Normas y principios de la subasta:

- Publicidad: El reglamento tendrá amplia difusión, de manera previa a la iniciación del procedimiento.
- Transparencia: Los resultados parciales y finales serán públicos.
- Igualdad: Sólo podrán participar los Proponentes que hayan cumplido con todos los requisitos y condiciones exigidos en los términos de referencia.
- Valor mínimo: Será establecido por el Ministerio para cada concesión antes de iniciar el proceso.
- Seriedad de las ofertas: Todas las ofertas deberán estar respaldadas por una garantía de seriedad.

Condiciones de la prestación de los servicios PCS:

- Se prestará en todo el territorio Nacional.
- Se establecen tres áreas de cubrimiento que coincidan con las establecidas en la Ley 37 de 1993.
- Se otorgarán inicialmente dos concesiones por área.
- Un proponente no podrá obtener las dos concesiones en la misma área.
- Los operadores de TMC o sus accionistas con participación igual o superior al 20% del capital social, sólo podrán obtener una de las dos concesiones en las mismas u otras divisiones del territorio.
- Se prestarán sometidos a la regulación del Estado en condiciones de libre y leal competencia.

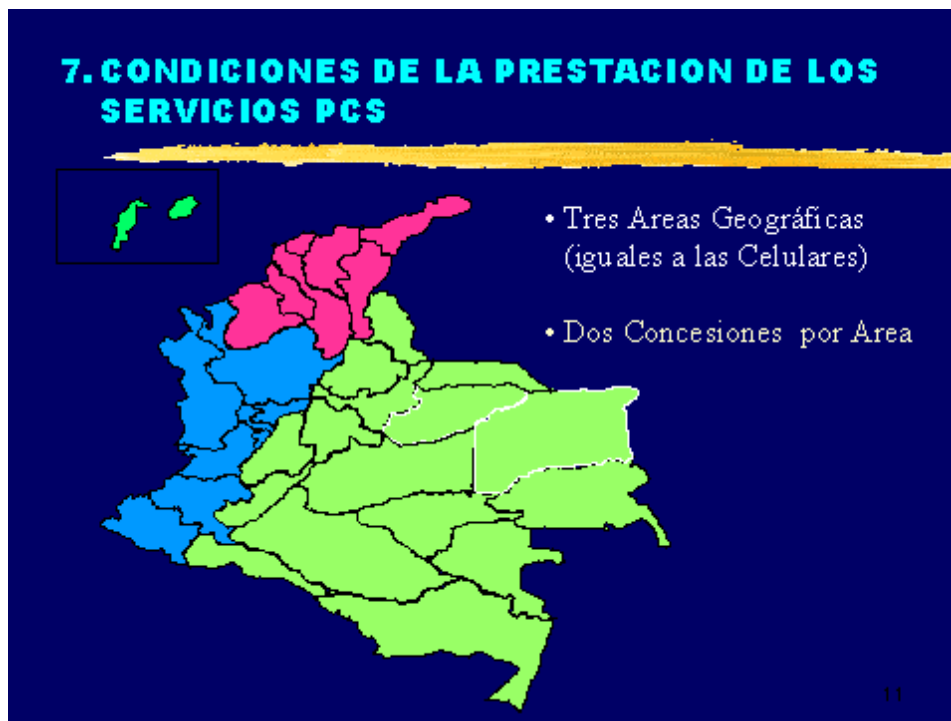


figura 9



figura 10

Inversión extranjera:

- Los concesionarios deben ser personas jurídicas constituidas en Colombia y sometidas a la legislación Colombiana.
- Se permite la inversión extranjera en esas personas jurídicas.
- Su régimen general es el de la ley 9 de 1991.

Interconexión:

- Los operadores de PCS tienen derecho y obligación de interconectar sus redes entre sí y con las RTPCs y las RTMCs, además podrán interconectarse con otras redes de Telecomunicaciones del Estado.
- Los operadores se someterán a reglas técnicas y demás normas referidas a las redes y servicios que expidan dentro de sus competencias el Ministerio de Comunicaciones y la CRT.
- La interconexión e interfuncionamiento de las redes y la interoperabilidad de los servicios. Se someterá a los principios generales acuerdo procederá la imposición de servidumbre de acceso e interconexión a cargo de la CRT.

Fondo de Comunicaciones:

Los pagos periódicos que realicen los operadores de PCS, son rentas que pertenecen al Fondo de Comunicaciones y que se destinarán para el fomento de programas de telecomunicaciones sociales.

15. PROYECTO DE LEY No. de 1999

SERVICIOS PCS

(Presentado al Senado de la República el 4 de mayo de 1999)

Por la cual se regula la prestación de los Servicios de Comunicación Personal PCS

EL CONGRESO DE COLOMBIA, DECRETA:

ARTÍCULO 1. OBJETO. La presente Ley tiene por objeto fijar el régimen jurídico aplicable a los servicios de comunicación personal PCS y establecer reglas y principios generales para otorgar Concesiones para la prestación de los servicios PCS.

La concesión comportará adicionalmente el permiso para el uso del espectro radioeléctrico atribuido para la prestación de servicios PCS y la autorización para el establecimiento de la red asociada a la prestación de los mismos, conforme a los reglamentos que expida el Ministerio de Comunicaciones.

ARTÍCULO 2. DEFINICIÓN. Los servicios de comunicación personal PCS son servicios públicos de telecomunicaciones, no domiciliarios, móviles o fijos, de ámbito y cubrimiento nacional, que se prestan haciendo uso de una red terrestre de telecomunicaciones, cuyo elemento fundamental es el espectro radioeléctrico asignado, que proporcionan en sí mismos capacidad completa para la comunicación entre usuarios PCS y, a través de la interconexión con otras redes de uso público con usuarios de dichas redes. Estos servicios permiten la transmisión de voz, datos e imágenes tanto fijas como móviles y se prestan utilizando las bandas de frecuencias que para el efecto atribuya y asigne el Ministerio de Comunicaciones.

ARTÍCULO 3. REDES DE PCS. Las redes de PCS son redes de telecomunicaciones de uso público, que hacen uso del espectro radioeléctrico asignado para prestar los servicios de comunicación personal PCS, que interconectadas entre ellas o a través de las redes de telecomunicaciones de uso público permiten un cubrimiento nacional.

El espectro radioeléctrico se utiliza en células geográficas y puede ser reutilizado dentro de cada área de cubrimiento.

ARTÍCULO 4. PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE COMUNICACIÓN PERSONAL PCS. Los servicios de comunicación personal PCS son responsabilidad de la Nación, quién los podrá prestar en gestión directa, o indirecta a través de concesiones otorgadas mediante contratos a empresas estatales, sociedades privadas o de naturaleza mixta.

ARTÍCULO 5. PRINCIPIOS GENERALES DE LA CONTRATACIÓN. Los contratos estatales de concesión se adjudicarán previo el trámite de licitación pública, de acuerdo con los requisitos, procedimientos, términos y demás disposiciones previstas en la Ley 80 de 1993, o las normas que la sustituyan, modifiquen o adicionen, en especial las contenidas en la presente Ley.

En ningún caso se podrá adjudicar el contrato de concesión a través del sistema de contratación directa originado en la declaratoria de urgencia manifiesta, en los términos del literal f del artículo 24 de la Ley 80 de 1993.

El acto de adjudicación se realizará por el procedimiento de subasta y tendrá lugar en audiencia pública.

En todo caso, para la licitación, concesión y operación del servicio se deberán observar los principios de igualdad, acceso democrático y trato no discriminatorio.

Teniendo en cuenta que los servicios de comunicación personal PCS son de ámbito y cubrimiento nacional y que el espectro radioeléctrico es un bien público de la Nación, la competencia para otorgar la concesión le corresponde a la Nación a través del Ministerio de Comunicaciones. Corresponde al Ministerio de Comunicaciones, en cumplimiento de sus objetivos y funciones, adelantar los procesos de contratación a que se refiere la presente Ley y velar por el debido cumplimiento y ejecución de los contratos celebrados.

ARTÍCULO 6. PLAZO DE LA CONCESIÓN. El plazo de la concesión para la prestación de los servicios PCS es de 10 años prorrogable por un período igual.

ARTÍCULO 7. NATURALEZA DE LOS CONCESIONARIOS. Los contratos de concesión para prestar servicios PCS sólo podrán celebrarse con personas jurídicas de derecho público o con sociedades privadas o mixtas constituidas en Colombia, de acuerdo con las leyes colombianas y con domicilio principal en este país, especializadas según su objeto social en la prestación de servicios de telecomunicaciones.

Parágrafo 1. Las sociedades de que trata este artículo deben ser sociedades anónimas y deben inscribir sus acciones en una de las bolsas de valores nacionales, en un plazo no mayor a tres (3) años contados a partir del perfeccionamiento del contrato de concesión. La Superintendencia Nacional de Valores vigilará el cumplimiento de lo dispuesto en este parágrafo.

Parágrafo 2. En las sociedades mixtas podrán participar directa o indirectamente, entidades descentralizadas de cualquier orden administrativo que tengan a su cargo la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones. Las entidades descentralizadas del orden nacional que presten servicios de telecomunicaciones, quedan autorizadas por la presente Ley, para participar directa o indirectamente en estas sociedades.

ARTÍCULO 8. MODIFICACIÓN DE LA CONCESIÓN. Después de cinco años de otorgadas las concesiones, en aquellos municipios donde no se esté utilizando el espectro radioeléctrico asignado o no se tenga un plan de utilización para los cinco años siguientes, se perderá el permiso en esos municipios y el Ministerio de Comunicaciones podrá reatribuir y reasignar el espectro para la prestación de servicios de telecomunicaciones.

ARTÍCULO 9. DE LA CONTRATACIÓN. El Ministerio de Comunicaciones seguirá las siguientes reglas generales para el procedimiento de selección de los contratistas y para el acto de adjudicación:

- **Difusión del procedimiento.** El reglamento que contenga las reglas y principios aplicables al procedimiento para la concesión y a la reglamentación de las audiencias para la adjudicación, tendrá amplia difusión, según los mecanismos que determine el Ministerio de Comunicaciones. Esta difusión se realizará de manera previa a la iniciación del procedimiento de selección objetiva de los concesionarios.
- **Transparencia.** Toda la documentación relativa al proceso será pública, salvo en los casos que haya expresa reserva legal. Los resultados parciales y finales se publicarán de acuerdo con los términos señalados en los reglamentos.

El Ministerio de Comunicaciones informará al público cuales proponentes cumplieron con los términos de referencia, por un medio de comunicación de amplia circulación y difusión, antes de efectuarse el procedimiento de subasta.

El Ministerio de Comunicaciones deberá informar al público por un medio de comunicación de amplia circulación y difusión el resultado de la adjudicación.

- **Términos de referencia.** El Ministerio de Comunicaciones elaborará los términos de referencia en los cuales podrá establecer las condiciones mínimas jurídicas, administrativas, técnicas, económicas y demás que estime convenientes, que obligatoriamente debe cumplir cada uno de los proponentes para poder participar en el procedimiento de subasta. El cumplimiento de dichas condiciones no otorgará derecho diferente al de poder presentar ofertas económicas.
- **Audiencia pública previa al procedimiento de subasta.** De acuerdo con los términos del reglamento, el Ministerio de Comunicaciones realizará una audiencia pública para:
 - Explicar el contenido de la reglamentación,
 - Permitir que los interesados presenten sus observaciones, y
 - Realizar los ajustes pertinentes a la reglamentación si es necesario.
- **Audiencia pública de subasta.** De acuerdo con los términos del reglamento, el Ministerio de Comunicaciones realizará el procedimiento de subasta y de adjudicación de concesiones en audiencia pública.
- **Valor mínimo.** El Ministerio de Comunicaciones fijará el valor mínimo a ofertar para cada una de las concesiones.
- **Garantía de seriedad de las propuestas.** Los proponentes deberán otorgar garantías de seriedad para sus propuestas y para tal efecto el Ministerio de Comunicaciones establecerá el valor base de las mismas. El Ministerio de Comunicaciones podrá ordenar ampliar el plazo o el valor de las garantías en cualquier momento dentro del procedimiento de subasta.
- **Contraprestaciones económicas.** Los concesionarios de la prestación de servicios PCS deberán realizar un pago inicial y pagos periódicos.

El pago inicial será el que el proponente ofertó en el procedimiento de subasta y por el cual se le adjudicó la concesión.

La prórroga del contrato de concesión no generará el pago de nuevas contraprestaciones iniciales, pero durante el plazo de la misma, el concesionario deberá pagar las contraprestaciones periódicas establecidas en la presente Ley.

Los pagos periódicos se calcularán como un porcentaje de los ingresos que reciban los operadores de sus usuarios por concepto de la prestación de estos servicios. El valor de estos pagos periódicos incluye la contraprestación por el uso del espectro radioeléctrico asignado para los servicios PCS. Este porcentaje será fijado por el Gobierno Nacional.

- **Adjudicaciones en casos especiales.** En caso que se presente una sola propuesta para una concesión, el Ministerio de Comunicaciones podrá hacerle la adjudicación de la concesión a dicho proponente, siempre y cuando reúna las condiciones y requisitos exigidos.

En el evento que no se presente proponente alguno para una concesión, o que presentándose uno o varios proponentes no cumplan con las condiciones y requisitos exigidos, podrá adjudicarse a un proponente de la otra concesión, dentro de la misma área, según el orden de calificación de su oferta económica, en todo caso cumpliendo con las condiciones establecidas en la presente Ley, en especial las previstas en el artículo 11.

ARTÍCULO 10. CONDICIONES EN QUE SE DEBERÁN PRESTAR LOS SERVICIOS DE COMUNICACIÓN PERSONAL PCS. De conformidad con la Constitución y la Ley, el Gobierno Nacional reglamentará las condiciones en que se deberán prestar los servicios de comunicación personal PCS teniendo en cuenta, entre otros, los siguientes criterios:

- El servicio se prestará en todo el territorio nacional, tanto en zonas urbanas como rurales.
- Las concesiones para la prestación de servicios de comunicación personal PCS se harán conforme con la atribución de bandas de frecuencias que realice el Ministerio de Comunicaciones.
- Los servicios PCS se prestarán sometidos a la regulación del Estado en condiciones de libre y leal

competencia, en especial los operadores se abstendrán de ejercer prácticas monopolísticas o restrictivas en cualquier sentido de la competencia.

ARTÍCULO 11. CONCESIONES INICIALES. Inicialmente se otorgarán dos concesiones para la prestación de servicios de comunicación personal PCS, en cada una de las áreas Oriental, Occidental y la Costa Atlántica, las cuales corresponden a las establecidas para la prestación de los servicios de telefonía móvil celular en la Ley 37 de 1993 y sus reglamentos. De esta manera, la asignación de frecuencias se hará de forma que atienda esta división especial del territorio nacional.

Estas concesiones se otorgarán dentro de los límites de esta Ley, en los términos y oportunidades que para el efecto establezca el Gobierno Nacional, sujeto a las siguientes normas:

- Para adjudicar estas concesiones, el Gobierno Nacional aplicará entre otras, las siguientes reglas para cada una de las áreas:
- Ninguna persona jurídica pública, privada o mixta, podrá directa o indirectamente obtener las dos concesiones de un área en el procedimiento de adjudicación.
- Los Operadores de servicios de telefonía móvil celular –TMC – sólo podrán participar y obtener una de las dos concesiones y siempre que no presten servicio de TMC en dicha área.
- Los Operadores de servicios de telefonía móvil celular –TMC– no podrán participar directa ni indirectamente como accionistas de sociedades que participen y obtengan las concesiones de PCS para la misma área donde prestan el servicio dichos operadores de TMC.
- Los accionistas de empresas operadoras de TMC, sus empresas matrices, filiales o subordinadas, que tengan individual o conjuntamente más del 20% del capital social de los operadores de TMC no podrán participar ni obtener una concesión para la prestación de servicios PCS en la misma área que presta servicios dicho operador de TMC.
- Durante los primeros tres años de concesión para la prestación de servicios PCS contados a partir del perfeccionamiento del correspondiente contrato, se aplicarán las siguientes condiciones para cada una de las áreas:
- Un operador de TMC no podrá tener participación directa ni indirecta en un concesionario de PCS que preste servicios dentro de la misma área donde opera el servicio de TMC.
- Los accionistas de empresas operadoras de TMC, sus empresas matrices, filiales o subordinadas, que tengan individual o conjuntamente más del 20% del capital social de los operadores de TMC no podrán participar en el capital social de los concesionarios de PCS que prestan servicios en la misma área donde opera dicho operador de TMC.
- Un concesionario de PCS no podrá tener participación directa ni indirecta en un operador TMC o en un operador de PCS que presta servicios dentro de la misma área.
- Los accionistas de concesionarios de PCS, sus empresas matrices, filiales o subordinadas, que tengan individual o conjuntamente más del 20% del capital social de los concesionarios de PCS no podrán participar en el capital social de los operadores de TMC o de los concesionarios PCS que presten servicios en la misma área que presta servicios dicho concesionario de PCS.

ARTÍCULO 12. NUEVAS CONCESIONES. Sólo se otorgarán nuevas concesiones, adicionales a las previstas en el artículo 11, para la prestación de servicios PCS que se regulan en la presente Ley después de cinco años contados a partir del otorgamiento de la primera concesión prevista en el artículo 11 y para ello se podrá tomar en cuenta la distribución ordinaria del territorio tanto de entidades territoriales como administrativas o la prevista en la presente Ley. El mecanismo de otorgamiento de la concesión en este caso será el previsto por la Ley para servicios PCS.

En desarrollo del artículo 75 de la Constitución Política, el Gobierno Nacional podrá establecer los requisitos y condiciones que deberán cumplir las empresas para participar y obtener las concesiones de que trata este artículo, garantizando en todo caso la promoción de la competencia y evitando las prácticas monopolísticas en el uso del espectro.

ARTÍCULO 13. INVERSIÓN EXTRANJERA. La inversión extranjera en las personas jurídicas que presten servicios de comunicaciones personales PCS regulados en la presente Ley, se registrará por la Ley 9 de 1991 y las normas que la modifiquen o complementen y no tendrá más limitaciones que las señaladas en esas disposiciones.

ARTÍCULO 14. GESTIÓN Y CONTROL DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. De conformidad con los artículos 75, 101 y 102 de la Constitución Nacional, corresponde al Ministerio de Comunicaciones atribuir y asignar las frecuencias para la prestación de los servicios de comunicación personal PCS, definir su cubrimiento y señalar las demás condiciones dentro de las cuales se prestarán dichos servicios.

ARTÍCULO 15. GARANTIAS DE INTERCONEXIÓN, DE ACCESO Y COSTO. El Ministerio de Comunicaciones y la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones en el ámbito de sus competencias expedirán las reglas técnicas y demás normas a que se someterán las redes y los servicios.

La interconexión e interfuncionamiento de las redes y la interoperabilidad de los servicios, se someterá a los principios generales aplicables a todos los operadores de servicios públicos de telecomunicaciones.

Los operadores de los servicios de comunicación personal PCS tendrán el derecho y la obligación de interconectar sus redes entre sí, y con las redes de telefonía pública básica conmutada –RTPBC– y las redes de telefonía móvil celular –RTMC–, que se encuentren establecidas en el país, para efectos de la interconexión de los elementos de sus propias redes y para el manejo de su tráfico. Esta interconexión se someterá al principio de acceso igual –carga igual, en virtud del cual los operadores de la RTPBC y los operadores de la RTMC están obligados a prestar la interconexión en condiciones técnicas y económicas iguales a todo operador de servicios de comunicación personal PCS que lo solicite.

Los operadores de los servicios de comunicación personal PCS podrán interconectarse con las demás redes de telecomunicaciones de uso público.

Los operadores de redes de telefonía pública básica conmutada y de redes de telefonía móvil celular, que sean socios en empresas prestatarias de los servicios de comunicación personal PCS, no darán a estas empresas condiciones técnicas y económicas ventajosas, en relación con las que ofrezca a las demás empresas prestatarias de los servicios de comunicación personal PCS.

Idéntico derecho de garantía de interconexión y acceso tendrán los operadores de las redes de telefonía pública básica conmutada y telefonía móvil celular en relación con los operadores de servicios de comunicación personal PCS.

Las redes para la prestación de servicios PCS se interconectarán a las redes de telefonía pública conmutada y a las redes de telefonía móvil celular establecidas en el territorio colombiano, en los puntos en que las partes acuerden, siendo por cuenta del operador de servicios PCS todos los equipos requeridos para la interconexión a la central de conmutación de la red de telefonía pública conmutada o de la red de telefonía móvil celular, y se ceñirán a los planes de señalización, numeración, tarificación, enrutamiento y en general a los planes técnicos básicos que elabore el Gobierno Nacional.

Parágrafo. La contravención a lo dispuesto en este artículo será sancionada por la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones. Según el caso, la CRT podrá sancionar, tanto al operador de la red telefónica pública conmutada o de la red de telefonía móvil celular que haya ofrecido condiciones ventajosas, como al operador de los servicios PCS que las haya aceptado.

Las sanciones consistirán en multas hasta por mil salarios mínimos legales mensuales, cada una, según la gravedad de la falta, el daño producido y la reincidencia en su comisión, sin perjuicio de las acciones judiciales que adelanten las partes.

ARTÍCULO 16. COMISIÓN DE REGULACIÓN DE TELECOMUNICACIONES. La CRT será el organismo competente para promover y regular la competencia entre los operadores de servicios PCS entre sí y con otros operadores de telecomunicaciones, fijar el régimen tarifario, regular el régimen de interconexión, ordenar servidumbres en los casos que sea necesario, y dirimir en vía administrativa los conflictos que se presenten entre los operadores de PCS, o entre éstos y otros operadores de telecomunicaciones.

La CRT expedirá las normas que regulan la interconexión entre operadores PCS entre sí y de éstos con operadores de la RTPBC y la RTMC, garantizando los principios de neutralidad y acceso igual-cargo igual.

ARTÍCULO 17. FONDO DE COMUNICACIONES. Los pagos periódicos que realicen los operadores de PCS son rentas que pertenecen al Fondo de Comunicaciones y que se destinarán para el fomento de programas de telecomunicaciones sociales.

ARTÍCULO 18. PROTECCIÓN A LOS USUARIOS DE LOS SERVICIOS PCS. El Gobierno Nacional desarrollará el régimen de derechos y obligaciones de los usuarios de los servicios PCS y establecerá el reglamento de protección a los mismos, en el cual reconocerá a éstos:

- Derecho a libre elección del operador
- Derecho a la medición
- Derecho a la protección
- Derecho a reclamar
- Derecho de acudir a las autoridades
- Derecho a la información
- Derecho a la protección contra publicidad indebida
- Derecho contra conductas restrictivas, abusivas o desleales
- Derecho a trato equitativo
- Derecho a la inviolabilidad y secreto de las comunicaciones

ARTÍCULO 19. APLICACIÓN LEGISLATIVA. En lo no previsto en esta Ley, se aplicará lo dispuesto en la Ley 80 de 1993, la Ley 72 de 1989, el Decreto Ley 1900 de 1990, el Decreto Ley 1901 de 1990, el Decreto 2122 de 1992, Ley 422 de 1998, y demás normas que los adicionen, modifiquen o sustituyan.

ARTÍCULO 20. VIGENCIA. La presente Ley rige a partir de la fecha de su publicación y deroga las normas que sean contrarias.

17. CONCLUSIONES

La implementación de la tecnología PCS GSM-1900 en Chile, Estados Unidos y Canadá – sin incluir los planes de desarrollo en otras áreas – permite ir creando una red mundial de comunicaciones con un estándar común. Lo que significa:

Tarificación clara, ya que se usan recursos comunes y exclusivos de una red.

Número Único Internacional. Cada usuario puede ser ubicado en cualquier área de mundo cubierta por la red con el solamente discando su número dado por el operador.

- Permite usar otras redes GSM en otras bandas (900 Europa, 1800-DCS). Todo esto sin necesidad de contratar servicios especiales con dichas operadoras, gracias a la tarjeta SIM que puede ser insertada

en cualquier equipo.

Además la tecnología TDMA digital tiene excelentes ventajas:

- Uso eficiente Baterías: Más duración, ya que el envío de la información se realiza en "ráfagas" o instantes de tiempo en los cuales el teléfono está activo.
- Confiabilidad y Privacidad: Gracias al envío de información digitalizada la cual no es fácil de descifrar y permite la minimización en la distorsión de la voz.
- Calidad de Voz: Mayor, gracias al uso de digitalización de ésta con una calidad incomparable.

Las redes PCS han ido en aumento a pesar de que es algo relativamente nuevo, (la primera red PCS se instaló en 1995), lo que garantiza un futuro que pueda traer mayores ventajas a las comunicaciones móviles.

- En síntesis, el proceso de reglamentación que el Gobierno adopte para la implantación de los PCS en el país, deberá tener en cuenta los aspectos tratados en este trabajo, con el fin de evitar la monopolización de este sector de las telecomunicaciones, así como también para lograr que la entrada de estos servicios represente una verdadera opción para el usuario final y una sólida base para los sistemas de comunicación que necesita el país para armonizar con el futuro.
- De continuar las tendencias ya mencionadas de caída de los costos en el desarrollo de las redes PCS, así como los esquemas de competencia en reducción de precios al consumidor, los servicios PCS podrían bien capturar una porción significativa del actual mercado de suscriptores de operadores de redes alámbricas locales.
- Gran parte de las ventajas de los sistemas PCS radica en que están interconectadas a las redes heterogéneas como CATV(cable televisión), RDSI, red celular, CDPD(celular digital packet data), etc. Favoreciendo la movilidad de terminal y personal.
- Desde el punto de vista de los servicios ofrecidos por PCS no hay diferencias con los celulares digitales. Ambas modalidades tecnológicas que tienen asignados sus respectivas bandas de operación, poseen las potencialidades, para el desarrollo de servicios nuevos y diversificados que compiten por satisfacer al cliente sus necesidades.
- La modernización en los sistemas de comunicación en Colombia implica tener presente los sistemas PCS.
- PCS es un termino fascinante para nuevos consorcios e inversionistas que desean entrar en el mundo del futuro mercado de telecomunicaciones en Colombia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

- IEEE Communications. "Personal Communications Services", Vol. 34 No. 3,9,12. 1996.
- Redes de telecomunicaciones. Samuel Jaramillo. Volumen 1.

WEBLIOGRAFÍA

- <http://cable.internautas.org/sections.php?op=printpage&artid=24>
- www.mincomunicaciones.gov.co/
- <http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No2/FVasquez.htm>
- WWW.OLA.COM.CO

Capa de enlace Radio Link Protocol

Capa física señal modulada para voz y datos

Teléfono móvil

(aparato celular)

Capa de enlace

Radio Link Protocol

Capa física señal

Modulada para voz y

datos