

115-16

No. de tesis: 103



TESIS

presentada al

**Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
Campus Ciudad de México**

para la obtención del grado de

MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES

por

Enrique Alberto Romero Rosaks

“Push to Talk” Comunicación al instante

Defendida el 29 de Marzo del 2006 ante el comité de tesis:

Asesor:

Dr. Francisco Javier Cuevas Ordaz *Profesor del ITESM-CSF*

Sinodales:

Dr. José Ramón Álvarez Bada *Profesor del ITESM-CCM*

Dr. Alfonso Parra Rodríguez *Profesor del ITESM-CCM*

Trabajo efectuado al seno de la Escuela de Graduados en Ingeniería y Arquitectura del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Ciudad de México

RC12

TK6505

R65

2006

Agradecimientos

Agradecimientos

Índice

Acrónimos	i
Introducción General	1
Capítulo I: Evolución de las redes Celulares	
I.1 Introducción	5
I.2 Evolución de los sistemas celulares	5
I.2.1 Primera Generación	
I.2.2 Segunda Generación	
I.2.3 Generación 2.5	
I.3 Tercera Generación (3G).....	9
I.4 Propuestas para el estándar 3G.....	10
I.4.1 “Wideband Code Division Multiplex Access” (WCDMA)	
I.4.2 “Time Division Multiplex Access” (TDMA) Avanzado	
I.4.3 “Hybrid Code Division Multiplex Access” (CDMA)/ “Time Division Multiple x Access” (TDMA)	
I.4.4 “Orthogonal Frequency Division Multiplexing” (OFDM)	
I.4.5 “Internacional Mobile Telecommunications 2000” (IMT-2000)	
I.5 “Third General Partnership Project” (3GPP).....	13
I.6 “Third General Partnership Project II” (3GPP2).....	14
I.7 Conclusión.....	15
Capítulo II Migración hacia una red de Tercera Generación	
II.1 Introducción	17
II.2 Red celular	17
II.3 Nuevos elementos de la red en CDMA 2000	19
II.3.1 Estación móvil	
II.3.2 Sitio celular	
II.3.3 “Network protocol stack”	
II.3.4 “Transfer control protocol” (TCP y UDP)	

II.3.5 “Point to point protocol” (PPP y RLP)	
II.3.6 “Packet control function” (PCF)	
II.3.7 “Packet data serving node” (PDSN)	
II.3.8 “Authentication, Authorization and Account support” (AAA)	
II.3.9 “Home Agent” (HA)	
II.3.10 Autenticación, Autorización y Contabilidad	
II.4 Interfaces de los nuevos elementos de red.....	27
II.5 Administración de la movilidad de los servicios de paquetes de datos.....	29
II.5.1 “Handoff packet control function and packet data switching node”	
II.5.2 “Handoff between PDSN’s”	
II.5.3 “Inter - PDSN fast handoff”	
II.5.4 Modelo de una red CDMA2000 3GPP2	
II.6 Operación de los canales de tráfico	36
II.7 Configuración y negociación de los canales de tráfico.....	36
II.8 Transmisión de datos y de voz en los canales de tráfico	37
II.8.1 Asignación hacia delante del canal secundario (forward SCH)	
II.8.2 Asignación hacia atrás del canal secundario (reverse SCH)	
II.8.3 Control de admisión y asignación de los canales de tráfico	
II.9 Procesamiento de una llamada en IS2000	44
II.9.1 Estado de inicialización del móvil	
II.9.2 Estado disponible del móvil	
II.9.2.1 Monitoreando el “forward common and broadcast channel”	
II.9.2.2 Monitoreando los mensajes “broadcast in the forward and paging channel” (F-PCH)	
II.9.2.3 Monitoreando los mensajes “broadcast in the forward broadcast control channel F-BCCH y forward common control channel F-CCCH”	
II.9.2.4 Monitoreando el “quick paging channel”	
II.9.2.5 Respuesta a la información de encabezado	
II.9.3 Estado de acceso al sistema	
II.9.3.1 Registración	
II.10 Resumen de mejoras de IS -95 a 3G- 1X.....	52
II.10.1 “Uplink pilot channel”	
II.10.2 Turbo codificador	

II.10.3 “Forward power control”	
II.10.4 Los canales suplementarios	
II.11 Conclusión.....	54
Capítulo III Consolidación de “Push to Talk” (PTT) en una red Celular	
III.1 Introducción a PTT.....	55
III.2 PTT Application Server (AS)	56
III.2.1 “Call session management”	
III.2.2 Funciones del servidor de aplicaciones PTT	
III.2.3 Enrutamiento de peticiones	
III.2.4 “Session initialization protocol” (SIP)	
III.2.5 “Floor control”	
III.2.6 Protocolos en el PTT AS	
III.2.6.1 Interface de aire CDMA 2000	
III.2.6.2 “Radio Link Protocol” (RLP)	
III.2.6.2 “Point to Point Protocol” (PPP)	
III.2.6.3 “Internet Protocol” (IP)	
III.2.6.4 “User Datagram Protocol” (UDP)	
III.2.6.5 “Real-Time Protocol” (RTP)	
III.3 Agente de Servicios (SA).....	64
III.3.1 Arquitectura del SA	
III.3.1.1 Servicios de direccionamiento basado en SIP	
III.3.1.2 Infraestructura de presencia	
III.3.1.3 Infraestructura de datos	
III.3.2 Arquitectura lógica	
III.3.2.1 Agrupamiento por funcionalidad	
III.3.2.1.1 “Edge proxy”	
III.3.2.1.2 “Data storage server”	
III.3.2.1.3 “Presence server”	
III.3.2.1.4 “Data gateway”	
III.3.3 Marco de reportes	
III.3.3.1 Bitácora (logs) de mensajes SIP	
III.3.3.1.1 Bitácora generales	

III.3.3.1.2 Bitácora para facturación	
III.3.3.2 Datos para la operación	
III.3.3.3 Destino para los mensajes de bitácora “logs”	
III.3.3.4 Rotación de los archivos de bitácora “log”	
III.3.3.5 “Fail-over logs”	
III.3.4 Marco de escalabilidad	
III.3.4.1 Particionamiento del cliente	
III.3.4.2 Particionamiento de funciones	
III.3.5 Marco de seguridad	
III.3.5.1 Asegurando la interfaz del móvil en la red SIP	
III.3.5.1.1 Autenticación	
III.3.5.1.2 Prevención de accesos no autorizados	
III.3.5.1.3 Manejo de los ataques	
III.3.5.2 Asegurando la red SIP del acceso de otras redes	
III.3.5.3 Seguridad de servidor a servidor	
III.3.6 Marco de disponibilidad	
III.4 Solución PTT e Implementación.....	82
III.4.1 Consideraciones generales	
III.4.2 Diseño en dos POP’s	
III.4.2.1 Arquitectura propuesta para el SA	
III.4.3 Teléfonos en la red de PTT (MS. mobile station – teléfonos)	
III.4.4 Balanceador de carga (load balancer)	
III.4.5 Registro e inicio de una llamada	
III.4.6 Establecimiento de una llamada entre POP’s (call-setup between POP’s)	
III.4.7 Establecimiento de llamadas grupales “call-setup”	
III.4.8 Detalles del flujo de llamadas	
III.4.9 Problemas comunes	
III.5 Conclusión	97
Capítulo IV La comunicación al instante.	
IV.1 Introducción	99
IV.2 Establecimiento de una llamada PTT.....	100
IV.3 Retardo en el establecimiento de la llamada.....	102

IV.4 Retardo en la red de IX	104
IV.4.1 Retardo en la celda	
IV.4.1.1 Capacidad de recursos de 3G en la celda.	
IV.4.2 Retardo en la central de conmutación	
IV.4.3 Retardo en la red de 3G	
IV.5.Retardo en el PTT “Application Server”	109
IV.6 Retardo en el ‘Service Agent’	113
IV.7 Resultados	118
IV.7 Conclusión	120

Capítulo V.

V.1 Introducc ión.....	121
V.2 El mercado mexicano	121
V.3 La tendencia del mercado mexicano en el 2004	122
V.3.1 La tendencia de las empresas móviles en el mercado mexicano en el 2004	
V.3.2 La tendencia de las empresas “trunking” en el mercado mexicano en el 2004	
V.4 La Regulación de las telecomunicaciones en México	127
V.5 Los resultados en el 2006	128
V.5.1 Telefonía local fija	
V.5.2 Telefonía celular	
V.5.3 Larga distancia	
V.5.4 Trunking	
V.5.5 Evolución tarifaria	
V.5 Conclusión.....	135

Conclusión general	137
---------------------------------	-----

Bibliografía

Acrónimos

1x EV-DO	1x Evolution for Data Only (or Data Optimized)
1x EV-DV	1x Evolution for Data and Voice
2G	Second Generation Wireless System
2.5G	Wireless System in-between 2 nd and 3 rd generation
3G	Third Generation Wireless Systems
3GPP	Third Generation Partnership Project
3GPP2	Third Generation Partnership Project II
AAA	Authentication, Authorization, and Accounting
AAL	ATM Adaptation Layer
AAL2	ATM Adaptation Layer Type 2
AC(AuC)	Authentication Center
ACH	Access Channel
ACK	Acknowledgment
ACN	Access Channel Number
ADA	Advertising Agent
AGCH	Access Grant Channel
A-GPS	Assisted GPS
AGW	Access Gateway
AH	Authentication Header
AMPS	Advanced Mobile Phone System
AN	Access Network
ANSI	American National Standards Institute
AP	Access Point
API	Application Program Interface
APN	Access Point Name
ARIB	Association of Radio Industries and Businesses
ARQ	Automatic Repeat reQuest
AS	Access Stratum
AT	Access Terminal
ATI	Access Terminal Identifier
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BCC11	Broadcast Control Channel
BCH	Broadcast Channel
BER	Bit Error Rate
BG	Border Gateway
BLOB	Block of Bits
BOD	Bandwidth on Demand
BPSK	Binary Phase Shift Keying
BR	Border Router
BS	Base Station
BSC	Base Station Controller

BSS	Base Station System
BTS	Base Station Transceiver System, Base Transceiver Station
CAC	Connection Admission Control
CALEA	Communications Assistance for Law Enforcement Act
CAM	Channel Assignment Message
CAMEL	Customized Applications for Mobile Enhanced Logic
CAVE	Cellular Authentication and Voice Encryption
CCCH	Common Control Channel
CCH	Control Channel
CCP	Compression Control Protocol
CCPCH	Common Control Physical Channel
CCS	Common Channel Signaling
CD	Call Delivery
CDG	CDMA Development Group
CDMA	Code Division Multiple Access
CDPD	Cellular Digital Packet Data
CEPT	European Conference of Posts and Telecommunication Administrations
CGF	Charging Gateway Function
CGI	Common Gateway Interface
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol
CID	Circuit ID
CN	Core Network
CNI	Calling Number Identification
CO	Central Office
CoA	Care of Address
CPCH	Common Packet Channel
CPI	Capability Preference Information
CPU	Central Processing Unit
CQM	Core Quality of Service Manager
CRC	Cyclic Redundancy Check
CS	Circuit Switched
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect
CT	Cordless Telephony
CTCH	Common Traffic Channel
CTIA	Cellular Telecommunications Industries Association
D-AMPS	Digital Advanced Mobile Phone Service
DB	Data Base
DCCH	Dedicated Control Channel
DCH	Dedicated Channel
DECT	Digital European Cordless Telephony
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DNS	Domain Name Server
DPCCCH	Dedicated Physical Control Channel
DPCCH	Dedicated Physical Channel

DPDCH	Dedicated Physical Data Channel
DRC	Data Rate Control
DS	Direct Spread
DS-CDMA	Direct-Sequence Code Division Multiple Access
DSI	Dynamic Subscriber Information
DSL	Digital Subscriber Line
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum
DTCH	Dedicated Traffic Channel
DTMF	Dual Tone Multi Frequency Signal
DTX	Discontinuous Transmission
E911	Enhanced 911
ECAM	Extended Channel Assignment Message
EDGE	Enhanced Data Rates for Global (GSM) Evolution
EIA	Electronic Industries Alliance
EIR	Equipment Identity Register
E-OTD	Enhanced Observed Time Difference
ESCAM	Extended Supplemental Channel Assignment Message
ESMR	Enhanced Specialized Mobile Radio
ESN	Electronic Serial Number
ETRI	Electronics and Telecommunication Research Institute
ETSI	European Telecommunication Standards Institute
EVRC	Enhanced Variable Rate CODEC
F-CCCH	Forward Common Control Channel
F-PICH	Forward Pilot Channel
FA	Foreign Agent
FAC	Foreign Agent Challenge
FACH	Forward Access Channel
F-APICH	Dedicated Auxiliary Pilot Channel
F-ATDPICH	Auxiliary Transmit Diversity Pilot Channel
F-BCCCH	Broadcast Control Channel
FBI	Feedback Information
F-CACH	Common Assignment Channel
FCC	Federal Communications Commission
F-CCCH	Forward Common Control Channel
FCH	Fundamental Channel
F-CPCCCH	Common Power Control Channel
F-DCCCH	Forward Dedicated Control Channel
FDD	Frequency Division Duplex
FDM	Frequency Division Multiplexing
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FE	Functional Entities
FEC	Forward Error Correction
FER	Frame Error Rate
F-FCH	Forward/Reverse Fundamental Channel
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum

FM	Frequency Modulation
F-PCH	Paging Channel
F-PDCCCH	Forward Packet Data Control Channel
F-PDCH	Forward Packet Data Channel
F-QPCH	Quick Paging Channel
FRAMES	Future Radio wideband Multiple access System
F-SCCH	Forward Supplemental Code Channel
F-SCH	Forward Supplemental Channel
FSK	Frame Shift Keying
F-SYNCH	Sync Channel
FTAM	File Transfer and Access Management
FTC	Forward Traffic Channel
F-TDPICH	Transmit Diversity Pilot Channel
FTP	File Transfer Protocol
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GLR	Gateway Location Register
GMM	GPRS Mobility Management
GMSC	Gateway Mobile Switching Center
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying
GPRS	Generic Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GRE	Generic Routing Encapsulation
GSM	Global Systems for Mobile Communications
GSN	GPRS Support Node
GTP	GPRS Tunneling Protocol
HA	Home Agent
HCI	Host Controller Interface
HDLC	High-level Data Link Control
HDM	Hand Off Direction Message
HDR	High Data Rate
HLR	Home Location Register
HO	Handover
HRPD	High Rate Packet Data
HSCSD	High-Speed Circuit Switched Data
HSDPA	High-Speed Downlink Packet Access
HS-DSCH	High Speed Downlink Shared Channel
HTML	HyperText Markup Language
iDEN	Integrated Digital Enhanced Network
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IKE	Internet Key Exchange
IMEI	International Mobile Equipment Identity
i-mode	Information mode
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
IMT-2000	International Mobile Telecommunications -2000

IN/AIN	Intelligent Network/Advanced Intelligent Network
IOS	Inter Operability Specification
IP	Internet Protocol
IPSec	IP Security
IPv4	Internet Protocol Version 4
IPv6	Internet Protocol Version 6
IS	Interim Standard
I-SCM	Interrogating SCM
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISM	Industrial Scientific Medical
ISP	Internet Service Provider
ISUP	ISDN Signaling User Part
ITU	International Telecommunication Union
ITU-D	ITU-Development
ITU-R	ITU Radio communication
ITU-T	ITU Telecommunications
IWF	Inter Working Function
J2ME	Java 2 Micro Edition
JTC	Joint Technical Committee
kbps	kilo-bits per second
L1	Layer 1 (physical layer)
L2	Layer 2 (data link layer)
L3	Layer 3 (network layer)
LAC	Link Access Control
LAI	Location Area Identity
LAN	Local Area Network
LCP	Link Control Protocol
LEA	Law Enforcement Agencies
LEC	Local Exchange Carrier
LEO	Low Earth Orbit
LLC	Logical Link Control
LMDS	Local Multipoint Distribution Systems
LOC	Location Database
L-SCM	Local SCM
MAC	Medium Access Control
MAN	Metropolitan Area Network
MAP	Mobile Application Part
MC	Messaging Center
MCC	Mobile Country Code
MCF	Mobile Control Function
MCS	Modulation and Coding Scheme
ME	Mobile Equipment
MEO	Medium Earth Orbit
MGCF	Media Gateway Control Function
MGW	Media Gateway

MIB	Management Information Base
MIN	Mobile Identifications Number
MIP	Mobile IP
MLP	Mobile Location Protocol
MM	Mobility Management
MMDS	Multichannel Multipoint Distribution System
MN	Mobile Node
MOU	Minutes of Use
MPC	Mobile Positioning Center
MRF	Media Resource Function
MRFC	Media Resource Function Controller
MRFP	Media Resource Function Processor
MS	Mobile Station
MSC	Mobile Switching Center
MSID	Mobile Station ID
MT	Mobile Terminal
Mux	Multiplex
MWD	Mobile Wireless Data
NAI	Network Address Identifier
N-AMPS	Narrowband Advanced Mobile Phone System
NAS	Non-Access Stratum
NA-TDMA	North American TDMA, i.e., IS-136
NCGW	Network Capability Gateway
NID	Network Identifier
NMT	Nordic Mobile Telephone
NNI	Network to Network Interface
NOC	National Operations Centers
NSAPI	Network layer Service Access Point Identifier
NSS	Network SubSystem
OA&M	Operations, Administrations and Maintenance
OMC	Operations and Maintenance Centers
OSI	Open Systems Interconnection
OTAF	Over The air Activation Function
OTASP	Over the Air Service Provisioning
OTD	Orthogonal Transmit Diversity
OVSF	Orthogonal Variable Spreading Factor
PACA	Priority Access and Channel Assignment
PACCH	Packet Associated Control Channel
PAGCH	Packet Access Grant Channel
PAN	Personal Area Network
PAP	Password Authentication Protocol
PC	Power Control
PCB	Power Control Bit
PCF	Packet Control Function
PCH	Paging Channel

PCM	Pulse Code Modulation
PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association
PCS	Personal Communication Services
PCS	Personal Communication System
PCU	Packet Control Unit
PDA	Personal Digital Assistant
PDC	Personal Digital Cellular
PDCCH	Packet Dedicated Control Channel
PDCH	Packet Data Channel
PDCP	Personal Digital Cellular Packet
PDE	Position Determining Entity
PDN	Packet Data Node
PDP	Packet Data Protocol
PDSN	Packet Data Serving Node
PDTCH	Packet Data Traffic Channel
PDU	Protocol Data Unit
PG	Processing Gain
PHB	Per Hop Behavior
PHS	Personal Handyphone System
PHY	Physical Layer
PI	Power Increase
PLMN	Public Land Mobile Network
PN	Pseudo-Noise
PPDN	Public Packet Data Network
PPP	Point-to-Point Protocol
PRAT	Paging Channel Data Rate
PS	Packet Switched
PSAP	Public Safety Answering Point
PS-CN	Packet Switched-Core Network
PSI	PCF Session ID
PSK	Phase Shift Keying
PSMM	Pilot Strength Measurement Message
PSTN	Public Switched Telephone Network
PTM	Point to Multipoint
PTP	Point to point
PTT	Push to Talk
PZID	Packet Zone ID
QAM	Quad Amplitude Modulation
QOF	Quasi Orthogonal Function
QoS	Quality of Service
QPCH	Quick Paging Channel
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
RA	Routing Area
RAB	Reverse Activity Bit
RAC	Routing Area Code

R-ACH	Reverse Access Channel
RACH	Random Access Channel
R-ACKCH	Reverse Acknowledgement Channel
RADIUS	Remote Authentication Dial In User Service
RAI	Routing Area Identity
RAN	Radio Access Network
RAND	Random Number
RAR	Resource Allocation Request
RBP	Radio Burst Protocol
RC	Radio Configuration
R-CCCH	Reverse Common Control Channel
RCD	Resource Configuration Database
R-CQICH	Reverse Channel Quality Indicator Channel
R-DCCH	Reverse Dedicated Control Channel
RDF	Resource Description Framework
RDP	Remote Display Protocol
R-EACH	Enhanced Access Channel
RF	Radio Frequency
RFC	Remote Feature Control
R-FCH	Reverse Fundamental Channel
RLC	Radio Link Control
RLP	Radio Link Protocol
RN	Radio Network
RNC	Radio Network Controller
RNS	Radio Network Subsystem
R-P	RN-PDSN interface
RPC	Reverse Power Control
R-PICH	Reverse Pilot Channel
RR	Radio Resource management
RRC	Radio Resource Control
RRI	Reverse Rate Indicator
RRP	Mobile IP Registration RePLY
RRQ	Registration Request (Mobile IP)
RSCAMM	Reverse Supplemental Channel Assignment Mini Message
R-SCCH	Reverse Supplement Code Channel
R-SCH	Reverse Supplemental Channel
RSVP	Resource Reservation Protocol
RT	Random Time
RTC	Reverse Traffic Channel
RTP	Real Time Protocol
RTT	Radio Transmission Technology
SA	Security Association
SAP	Service Access Point
SAPI	Service Access Point Identifier
SAR	Segmentation and Reassembly sublayer

SCAM	Supplemental Channel Assignment Message
SCCH	Supplemental Code Channel
SCF	Service Control Function
SCH	Supplemental Channel
SCM	Session Control Manager
SCP	Service Control Point
SCRM	Supplemental Channel Request Message
SCRMM	Supplemental Channel Request Mini Message
SDB	Short Data Burst
SDU	Service Data Unit
SF	Spreading Factor
SGSN	Serving GPRS Support Node
SGW	Signaling Gate-Way
SIBB	Service Independent Building Block
SID	System Identifier
SIM	Subscriber Identity Module
SIP	Session Initiation Protocol
SLA	Service Level Agreement
SME	Short Message Entity
SMG	Special Mobile Group
SMR	Specialized Mobile Radio
SMS	Service Management System
SMS	Short Message Service
SMS-SC	Short Message Service-Service Center
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SN	Service Node
SNMP	Simple Network Management Protocol
SNR	Signal to Noise Ratio
SONET	Synchronous Optical Network
SQM	Subscription Quality of Service Management
SR	Spreading Rate
SR_ID	Service Reference Identifier
SRBP	Signaling Radio Burst Protocol
SS7	Signaling System 7
SSD	Shared Secret Data
STP	Signaling Transfer Point
STS	Space Time Spreading
TCP	Transmission Control Protocol
TD	Transmit Diversity
TDD	Time Division Duplex
TDMA	Time Division Multiple Access
TE	Terminal Equipment
TFCI	Transport Format Combination Indicator
TIA	Telecommunication Industry Association
TM	Traffic Mode

TMSI	Temporary Mobile Subscriber Identity
TOA	Time of Arrival
TRAU	Transcoder and Rate Adaptor Unit
TT	Traffic Type
TTA	Telecommunication Technology Association
UDP	User Datagram Protocol
UDR	Usage Data Record
UE	User Equipment
UI	User Interface
UIM	User Identity Module
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
USB	Universal Serial Bus
UTRA	UMTS terrestrial Radio Access
UTRAN	UMTS terrestrial Radio Access Network
UWC	Universal Wireless Communication
UWCC	Universal Wireless Communication Consortium
VLR	Visitor Location Register
VMS	Voice Messaging System
VoIP	Voice over Internet Protocol
WAP	Wireless Application Protocol
WARC	World Administrative Radio Congress
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access
WIN	Wireless Intelligent Network
WLAN	Wireless Local Area Networks
WLL	Wireless Local Loop
WML	Wireless Markup Language
WNO	Wireless Network Operator
WNP	Wireless Number Portability
WWW	World Wide Web

Introducción General

Actualmente las compañías celulares en México se encuentran en diferentes posiciones competitivas. Transición administrativa, recuperación económica y ejecución de crecimiento son procesos comunes en los que seguramente se les podría ubicar, dando como resultado no tener una definición clara por absorber el mercado de usuarios. A pesar de que el mercado de telefonía móvil ha cambiado durante los últimos años, se pueden encontrar modelos de éxito en otros lugares que permitan el desarrollo y establecimiento de una compañía.

Para un usuario de telefonía celular actual no es suficiente el servicio de voz, las demandas del mercado exigen a las compañías el diseño y la consolidación de nuevas aplicaciones, servicios y productos que al usuario le resulten atractivos, ofreciéndole un producto personalizado a cada usuario.

El modelo de Sprint, compañía que en menos de un año del lanzamiento de su producto Ready Link, logro acaparar dentro del mercado americano aproximadamente 500,000 usuarios es un tema que interesa a las compañías mexicanas e internacionales de comunicación celular, ya que es una muestra palpable del servicio que podrá ser usado en el futuro cercano.

Empezaré mi tema de tesis planteando 2 preguntas, que me ayudarán a explicar de una manera más sencilla y clara; mi tesis:

¿Que es presionar para hablar (Push to Talk PTT)?

Push to Talk (PTT) es uno de los productos mas importantes que se han identificado como uno de los lanzamientos de las compañías celulares para el año 2004 y 2005, de acuerdo con las tendencias que se están aplicando en América con los nuevos servicios en las redes móviles.

PTT es producto de la aplicación de la tecnología de voz sobre IP sobre las redes móviles; el cual permite una comunicación económica e instantánea ya sea de forma individual o grupal. El usuario solo tiene que seleccionar de un menú el nombre de la persona o grupo con el que se quiere comunicar, al tenerlo seleccionado solo debe apretar el botón que inicia la llamada y comenzar a hablar. La llamada PTT usa el modo half duplex, de tal modo que el usuario que comience la comunicación va a ser el que mantenga el control del ancho de banda hasta que se libere el botón, simulando una comunicación tipo Walkie Talkie. Además cuenta con un sistema que permite tener control de presencia, el hace saber al usuario llamante el estado del teléfono de la persona llamada: activo, ocupado, apagado, no disponible etc. facilitando la comunicación entre los usuarios.

Esta nueva aplicación exige la adecuación de equipos de última tecnología dentro de la red de datos de tercera generación, en PTT la voz es transportada como un paquete de datos

entre los participantes, desde el momento en el que el botón de control es presionado usando como arquitectura fundamental el protocolo SIP (Session Initiation Protocol) RFC 3261 y RTP (Real Transfer Protocol) RFC 1889 para voz sobre IP.

Para que se pueda tener Push To Talk funcionando en una red celular, va ha ser necesario adecuar 2 elementos a la red; Los cuales deben ser implementados bajo la filosofía de comunicaciones de red inteligente (evolución de las redes celulares).

El Primero de estos elementos es un Agente de Servicios (SA), que para esta tesis se eligió el Service Agent de DynamicSoft™ Service Agent, el cual debe de proveer básicamente las siguientes funciones:

- **Autenticación** - Debe ser capaz de autenticar a los usuarios que intenten acceder a la red de datos.
- **Registro** - Debe proveer servicios de registración del usuario, apoyando a un mejor desempeño del ruteo.
- **Ruteo** - Debe de proveer servicios de ruteo.
- **Validación** - Debe de proveer validación de servicios. Con el fin de identificar a quien se le esta llamando.
- **Recuperación** - Debe proveer esquemas de DRP (Disaster Recovery Plan).
- **Operación y mantenimiento** - Debe de proveer servicios de O&M (Operations and Maintenance)
- **Aprovisionamiento** - Debe de contar con una plataforma de aprovisionamiento de usuarios en línea y fuera de línea.

El segundo elemento clave en el producto Push to Talk es el Servidor de Aplicaciones (PTT AS), el cual para este trabajo de estudio se eligió el Winphoria PTT Application Server™. La función de este elemento es dar la continuidad de la llamada que ya inicio en el SA, este elemento posteriormente toma todo el control de esta asignando los recursos de datos y voz al usuario.

Además de estos dos elementos externos que se debe de aprovisionar, el proveedor de servicios debe contar con una red de datos instalada previamente, la cual conlleva a tener una red de tercera generación funcionando en la interfaz de aire, así como un Backbone que incluye un convertidor hacia IP llamado PCF (Packet Control Function), un Home Agent y un PDSN (Paquet Data Switching Network), que proporcionen el ruteo y la asignación de IP dinámicas a cada usuario que se autentifique en la red.

Debido a que Push To Talk es una tecnología nueva existen riesgos a los que se podría enfrentar una compañía que tuviera el deseo de implementar en su red esta solución, por ejemplo:

- i. Para la aplicación de PTT no existe un estándar que se adecue a las redes CDMA y

- GSM, de tal manera que es necesario adecuar la red para que se pueda brindar el servicio.
2. La capacidad y diseño de las radio bases y elementos de la central celular debe ser adecuada y optimizada para que se pueda brindar un servicio de calidad a los usuarios.
 3. La interacción de los equipos debe ser cada vez más eficiente con el fin de proporcionar una calidad de servicio similar o superior a la tecnología de conmutación de circuitos ya que es sustituida por la conmutación de paquetes.

¿Por que una compañía celular en México quisiera consolidar el servicio de PTT?

Algunas predicciones hechas por analistas del mercado de las Telecomunicaciones anticipan que al cierre del 2005 habría en el mundo más de 1000 millones de usuarios de telefonía inalámbrica, situación que pone de manifiesto que ha sido una de las tecnologías con mayor auge y desarrollo en los últimos años. Los pronósticos aseguran, además, el uso de aplicaciones mucho mas sofisticadas que las actuales.

En México, la industria de la telefonía celular, se prepara para superar en 2006 los ingresos obtenidos por la telefonía fija, los primeros indicios de este fenómeno se pudieron apreciar claramente desde los últimos meses del 2003 cuando el 39% de los ingresos del mercado de telefonía local, móvil y de larga distancia, provino de los clientes de telefonía fija y 38%, de los usuarios celulares. Esta tendencia se atribuye al desarrollo de los servicios, el abaratamiento de los equipos, las tarjetas de prepago, los esquemas de pago justo por minuto y el programa del que llama paga, los cuales en conjunto han propiciado un crecimiento de consumo de líneas del 200 por ciento. Sin embargo en el 2003 el sector solo creció 4.0% es decir cuatro puntos por debajo del 2002. Pero, ¿Cómo superar los números del 2003?, es decir, ingresos y números de clientes en los siguientes 3 años, si en México ya existen 33 millones de usuarios. Es posible que el crecimiento no sea espectacular, por otro lado ningún operador quiere una guerra de precios con el operador dominante (Telcel™) ni este operador quisiera perder mercado.

Por tal razón la pelea se tendrá que dar en la calidad y aun más en los servicios. Lo anterior explica por que la mayor parte de los jugadores en este sector enfrentan actualmente un proceso de transición tecnológica y se pretende mostrar que una de esas transiciones debe de ser el implementar los servicios de PTT en México, de manera que la compañía celular que tome el riesgo de adecuar y mejorar este servicio, es la que va a penetrar en el mercado de los negocios e innovar para tener un crecimiento y diferenciador adicional. En este documento de tesis se presentan los temas relacionados con la consolidación de PTT como una aplicación en una red celular.

El motivo para la realización de este trabajo de tesis fue el dar solución a un problema real que sucedió durante y después de la implementación de la aplicación. La falta de calidad en el servicio de PTT fue el motivo principal de esta investigación y los resultados obtenidos ofrecieron un cambio en la operación y diseño del sistema. La adecuación del porcentaje de completación de llamadas y la reducción del tiempo de interconexión son los dos puntos mas importantes que este documento aporta.

Evolución de las Redes Celulares

1.1 Introducción

Actualmente la telefonía móvil e Internet captan el mayor interés dentro del mundo de las telecomunicaciones y la informática, prueba de ello es el crecimiento experimentado en el número de usuarios que optan por utilizar estos dos servicios.

Así, Internet crece a un ritmo superior al 100% anual, mientras que la telefonía móvil lo hace a un ritmo entre el 40-60%, cifras espectaculares frente al crecimiento de la telefonía fija que no supera en los países más avanzados el 5 ó 10%. A finales del año 2000 existían 650 millones de usuarios de telefonía móvil en todo el mundo y se prevé alcanzar los mil millones a finales del 2005. [HUI-04]

A pesar de este crecimiento, hasta el momento, no se han satisfecho las expectativas que se tenían en servicio, principalmente por las limitaciones de las redes de comunicaciones y la ausencia de servicios de acceso móvil. Por un lado, los sistemas de comunicaciones móviles de primera generación (analógicos) y segunda generación (digitales) no estaban concebidos para funcionar a nivel mundial, sino más bien a nivel nacional, y en el mejor de los casos regional [KOR-01].

A esto se suma la gran variedad de estándares de comunicaciones móviles existentes hoy día, distribuidos por todo el mundo como Global System for Mobile (GSM), Code Division Multiple Access (CDMA – IS-95), Advanced Mobile Phone Service (AMPS), Time Division Multiple Access (TDMA) las cuales no son compatibles entre sí tecnológicamente, convenientemente para los proveedores de servicios, por lo que la utilización de una sola terminal en estas redes es imposible.

En este capítulo se discute brevemente a manera de historia la evolución de los sistemas de comunicación inalámbricos, presentando las tecnologías de primera generación, seguido por la evolución a sistemas más complejos como CDMA y TDMA y posteriormente se explican las propuestas para llegar a las tercera generación.

1.2 Evolución de los sistemas celulares

1.2.1 Primera Generación

La primera generación de los sistemas de telecomunicaciones celulares apareció en 1980.

La primera generación usaba técnicas de transmisión analógica para su tráfico el cual era **completamente voz**. Aunque no había un estándar dominante los más exitosos fueron el Nordic Mobile Telephone (NMT) y el AMPS.

El primero se introdujo en Europa en dos variantes en la banda de 450 y 900Mhz. Este segundo fue lanzado después y ofrecía la posibilidad de tener roaming internacional.

AMPS se utilizó en Norteamérica y en algunos otros países en la banda de 800Mhz y este ofrecía 666 canales divididos en 624 canales de voz y 42 canales de señalización de 30Khz cada uno.

Aunque el mundo se está ahora moviendo hacia las redes de tercera generación, las redes de primera generación siguen en uso y para países con mayor infraestructura de comunicaciones las redes de primera generación están casi de salida.

1.2.2 Segunda Generación

Los sistemas celulares de segunda generación usan sistemas de transmisión de radio digital, la segunda generación de redes tiene mucho más capacidad que los sistemas de primera generación. Un canal de frecuencia es simultáneamente dividido a través de muchos usuarios (ya sea por división de tiempo o división de código).

Existen cuatro estándares para los sistemas de segunda generación: GSM, "Digital AMPS" (D-AMPS), CDMA – IS-95 y "Personal Digital Cellular (PDC)".

GSM es hasta ahora el sistema 2G más exitoso y ampliamente usado en el mundo aunque en un principio fue diseñado como un estándar europeo.

GSM básico usa la banda de 900Mhz, pero también hay dos derivaciones Digital Cellular System, 1,800 (DCS-1800; también conocido como GSM-1800) y PCS-1900 o (GSM-1900). Posteriormente el Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeas (ETSI) había desarrollado dos especificaciones GSM-400 y GSM-800.

D-AMPS (también conocido como US-TDMA) es usado en América y algunos otros países. Es compatible con AMPS. D-AMPS fue primero definido en el estándar IS-54 el cual evolucionó en el estándar permanente TIA-EIA-136-C.

TDMA y GSM no tienen una ruta en común aunque están basados en el esquema TDMA.

CDMA (IS-95) es un estándar desarrollado por Qualcomm y usa un diseño de interfaz de aire diferente, en vez de dividir la frecuencia de la portadora en pequeños time slots como se hace en TDMA, CDMA usa diferentes códigos para separar la transmisión en la misma frecuencia.

PDC es el estándar japonés de segunda generación. Originalmente esta era conocida como "Japanese Digital Cellular" (JDC), pero el nombre fue cambiado por "Personal Digital Cellular" para hacer el sistema más atractivo comercialmente; sin embargo únicamente es usado en Japón. Su especificación es conocida como la RCR STD-27 y el sistema opera en dos frecuencias, 800Mhz y 1500Mhz. Este sistema tenía ambos modos analógico y digital.

Sus parámetros de capa física son muy similares a D-AMPS y a GSM. La falta de éxito comercial de este sistema en otros países provocó que los fabricantes japoneses se

dedicaran a desarrollar tecnología de tercera generación, aunque este sistema si tuvo éxito en Japón [KOR-01].

1.2.3. Generación 2.5

La generación 2.5 es designada como la actualización de las redes de segunda generación.

Estas actualizaciones proveían casi los mismos atributos como los planeados en los sistemas 3G. La línea entre 2G y 2.5G fue muy delgada ya que es difícil decir cuando paso de una a otra.

Generalmente los sistemas 2.5G incluyen al menos una de las siguientes tecnologías:

- “High-Speed Circuit-Switched Data” (HSCSD)
- “General Packet Radio Services” (GPRS)
- “Enhanced Data Rates for Global Evolution” (EDGE)

El principal problema con GSM es su baja velocidad de datos en la interfase de aire. GSM básico puede originalmente dar solo 9.6Kbps de velocidad de datos por usuario.

HSCSD

Es la forma más fácil de hacer que la velocidad suba. Eso significa que en vez de usar un solo time slot, un teléfono puede usar muchos time slots para la conexión de datos y la velocidad total es simplemente el numero de time slots multiplicados por la velocidad de un slot. Esto es un modo relativamente barato de incrementar las capacidades de datos, ya que solo requiere actualizaciones de software y claro, terminales capaces de soportar el nuevo HSCSD.

Pero este sistema tiene sus desventajas y el principal problema es el uso de sus recursos de radio por que HSCSD permite el uso de los time slots constantemente aun cuando nada esta siendo transmitido, pero de otra forma esta misma característica lo hace una buena elección para las aplicaciones de tiempo realas cuales permiten solo pocos retardos.

Otro problema es que los usuarios que van a emplear HSCSD usarán este servicio en áreas donde las redes ya están seguramente congestionadas lo cual no hace la situación mejor. Como tercer problema los fabricantes de terminales no están muy interesados en implementar estas tecnologías en sus terminales.

GPRS

La siguiente solución es GPRS, con esta tecnología se pueden alcanzar velocidades de hasta 115Kbps o incluso mayores si se pudiera evitar la corrección de errores, como sea con la adecuada protección de datos esos 115Kbps son una buena aproximación a los 8 slots, pero lo que es incluso más importante es que este sistema es conmutado en paquetes y esto hace que los recursos del radio no se ocupen constantemente, solo cuando se requiere enviar algo.

El principal lanzamiento comercial de GRPS fue a principios del 2001.

La adaptación del sistema GRPS es mucho más cara que la del sistema HSCSD. Las redes requieren nuevos componentes así como modificaciones a las existentes.

EDGE

La idea detrás de EDGE es un nuevo esquema de modulación llamado Eight-Phase-Shift-Keying (8-PSK), este incrementa el triple las velocidades de datos para el estándar GSM.

EDGE es una actualización atractiva para las redes de GSM ya que solo requiere una actualización de software al sitio celular si los amplificadores de RF pueden manejar la modulación envolvente no constante, con los picos relativos de potencia radiada. Este no reemplaza pero coexiste con la modulación Gausseana GMSK, así que los usuarios pueden continuar usando sus antiguos teléfonos si ellos no requieren todavía un cambio a una mejor calidad de servicios provistos por las altas velocidades de datos de EDGE. También es necesario mantener el antiguo GMSK ya que el 8-PSK solo puede ser usado efectivamente sobre distancias cortas.

Si EDGE es usado con GPRS entonces la combinación se le conoce como GPRS mejorado (EGPRS). La máxima velocidad de datos de GRPS usando 8 times slots es 384Kbps. Nótese que solo se puede alcanzar esta velocidad utilizando todos los recursos de radio de la portadora y solo cuando el móvil este cerca del sitio celular.

CDMA

El estándar de CDMA e IS-95 provee 14.4Kbps en velocidad de datos y este fue mejorado hacia IS-95B el cual permite transferir datos a 64Kbps, la siguiente versión vista desde esta generación, era a través de la especificación IS-95C para alcanzar hasta 144Kbps, de cualquier forma CDMA en esta generación 2.5 estaba detrás de GSM en velocidades de datos, pero una ventaja para esta tecnología era que la evolución ya sea hacia IS-95C o hacia 3G CDMA2000 seria transparente ya que solo requerirían un nuevo chip en una tarjeta y las redes podrían coexistir en la interfase aire.

PDC

Japón también había evolucionado para proveer una rápida concesión de datos, NTT DoCoMo había desarrollado un servicio propietario llamado I-MODE. Este usa una red de paquetes de datos (PDC-P).

El servicio I-MODE podía ser usado para acceder a los servicios inalámbricos de Internet, además de la navegación web I-MODE proveía una buena plataforma de servicio de Internet inalámbrico. En una red de paquetes conmutados, la entrega de e-mails a través de la interfase de radio es económica y rápida, cualquier usuario podía enviar un e-mail simplemente usando el formato de direccionamiento <mobile_number>@docomo.ne.jp.

Las páginas web de I-MODE fueron implementadas usando un lenguaje basado en el estándar HTML, así que la idea detrás de I-MODE era similar a la del protocolo "Wireless Application Protocol" (WAP). Estas similitudes fueron más evidentes una vez que las redes GPRS fueron tomando uso y WAP podía ser usado sobre conexiones de paquetes.

I-MODE es o ha sido una historia de éxito. El sistema fue lanzado a finales de febrero de 1999 y diecisiete meses después en agosto del 2000 esta ya había acaparado 10 millones de suscriptores. Esto prueba que existe un mercado para los servicios WAP, pero estos requieren una red basada en paquetes como GPRS que sea factible y comprable para los usuarios.

Es notable que NTT DoCoMo había hecho una conciente decisión al introducir nuevos servicios lo mas pronto posible aun si eso requería soluciones propietarias. I-MODE es un ejemplo, y WCDMA es otro. NTT DoCoMo estaba apuntando a comenzar con los servicios de 3G antes que los operadores usando una versión propietaria de las especificaciones 3GPP WCDMA [ETE-04].

1.3. Tercera Generación (3G)

Existen razones más que evidentes que explican la necesidad de introducir la tercera generación en los sistemas móviles: Una de ellas es la **capacidad** de las redes móviles actuales que permiten albergar un número limitado de usuarios.

La segunda es el incremento de tráfico el cual se encuentra motivado por la sustitución del tráfico fijo por el móvil ya que paulatinamente el costo de las llamadas se reduce y los hábitos de consumo de los usuarios se modifica, necesitándose entonces más **espectro**.

Por último, por la aparición de nuevos servicios, donde la gran mayoría es cada vez más personalizada, como es el acceso a Internet y el aumento de aplicaciones multimedia.

En el año 2000 surgieron diversos grupos interesados en el desarrollo y en la investigación de las redes para la siguiente generación.

Para ese año ETSI había comenzado el trabajo de estandarización para las redes de la siguiente generación. Este nuevo sistema fue llamado Universal Mobile Telecommunications System (UMTS).

La Comisión Europea formo 2 programas de investigación llamados RACE (Research on Advanced Communications Technologies in Europe) y ACTS (Advanced Communication Technologies and Services).

Un paso fundamental en estos estudios se dio cuando la "Association of Radio Industries and Businesses" (ARIB) y la ETSI seleccionaron el ancho de Banda de CDMA como la interface de Radio candidata para la 3G.

Posteriormente las compañías más importantes en la industria de las telecomunicaciones unieron sus fuerzas en el programa 3GPP, su meta era la de proporcionar las especificaciones para 3G, basados en la interfase de radio ETSI Universal Terrestrial Radio Access (UTRA) y Enhanced GSM/GPRS Mobile Application Part (MAP) Core Network.

El espectro de radio originalmente dado por la UMTS está dado en la siguiente figura.

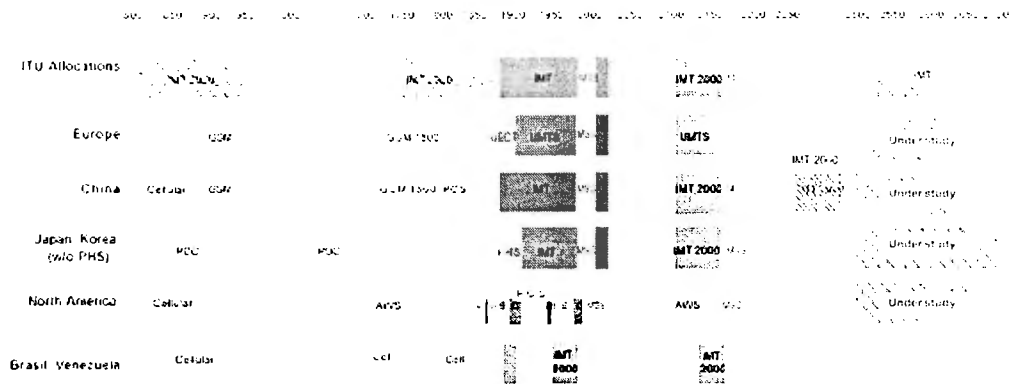


Figura 1.1 Asignación de frecuencias en IMT-2000

Como se puede ver Europa y Japón tienen la misma estructura, pero Estados Unidos la mayoría del espectro de IMT-2000 lo pidió en el mismo lugar que en las redes de segunda generación.

1.4. Propuestas para el estándar 3G

Para asegurar el éxito de los servicios 3G es necesario proporcionar a los usuarios sistemas de comunicaciones eficientes, que proporcionen alta velocidad y una excelente calidad además de ser fáciles de usar. Para que tal objetivo se lleve a cabo los sistemas de tercera generación deben ofrecer las siguientes características:

- Transmisión simétrica/asimétrica de alta disponibilidad
- Uso de ancho de banda dinámico, en función de la aplicación.
- Velocidades binarias mucho más altas: 144 kbit/s en alta movilidad, 384 kbit/s en espacios abiertos y 2 Mbit/s en baja movilidad.
- Soporte tanto de conmutación de paquetes (IP) como de circuitos.
- Soporte IP para acceso a Internet (navegación WWW), videojuegos, comercio electrónico, y vídeo y audio en tiempo real.
- Diferentes servicios simultáneos en una sola conexión.
- Calidad de voz como en la red fija.
- Soporte radioeléctrico flexible, con utilización más eficaz del espectro, con bandas de frecuencias comunes en todo el mundo.
- Personalización de los servicios, según perfil de usuario.
- Servicios dependientes de la posición (localización) del usuario.
- Incorporación gradual en coexistencia con los sistemas actuales de 2G.
- Itinerancia (roaming), incluido el internacional, entre diferentes operadores y tipos de redes.
- Ambientes de funcionamiento marítimo, terrestre y aeronáutico.

- Capacidad de terminales telecargables, multibanda y multientorno.
- Economías de escala y un estándar global abierto que cubra las necesidades de un mercado de masas.
- Provisión de un “ambiente local virtual” VHE: el usuario podrá recibir el mismo servicio independiente de su ubicación geográfica.

Lo que a continuación presento son las propuestas tecnológicas competitivas para el estándar de 3G así como sus características:

1.4.1 “Wideband Code Division Multiple Access” (WCDMA)

Por definición el ancho de banda del sistema wideband CDMA es de 5 Mhz o más, y estos 5 Mhz son también el ancho de banda nominal de todas las propuestas de tercera generación de WCDMA, este ancho de banda fue escogido por que:

- Provee velocidades de datos mayores de 144 y 384 kbps
- El ancho de banda es siempre escaso, y el usar una asignación pequeña es muy útil, especialmente si el sistema debe ocupar bandas de frecuencias ya ocupadas por el sistema 2G.
- Este ancho de banda resuelve la mayoría de los problemas de desempeño ya que tiene una asignación de rutas mayor.

La propuesta de tercera generación de WCDMA se divide en dos grupos, redes síncronas y redes asíncronas. En una red síncrona todas las radio bases están sincronizadas unas con otras. Esto da como resultado una interfase de aire más eficiente, pero requiere de un hardware más caro en la radio base.

La propuesta de la ETSI/ARIB es la más popular de los sistemas para 3G originalmente esta tenía el soporte de Ericsson, Nokia y las compañías de telecomunicaciones Japonesas más grandes incluyendo NTT DoCoMo y esta propuesta es asíncrona, mas tarde fue adoptada por algunos otros fabricantes europeos y fue renombrada como UTRAN FDD.

Esta es una opción atractiva para los operadores de la GSM por que el corazón de la red esta basado en redes GSM MAP.

La propuesta del CDMA2000 es compatible con los sistemas IS -95 de Norte América. Sus más importantes patrocinadores incluyen los operadores IS -95 Qualcomm, Lucent y Motorola, y el grupo que realizo las especificaciones para esta propuesta se llamo 3G Partnership Project Number Two. El corazón de esta red es diferente de GSM MAP, ya que CDMA 2000 usa un corazón de red ANSI-41.

1.4.2 “Time Division Multiple Access advanced” (TDMA)

Por algún tiempo la investigación europea de 3G fue concentrada en los sistemas TDMA y CDMA fue solo visto como una alternativa secundaria. Al final el UWC-136 fue la única propuesta de TDMA 3G.

UWC-136 es un sistema compatible con IS-136, este usa tres diferentes tipos de portadora: 30kHz, 200kHz y 1.6MHz. El ancho de banda limitado de 30kHz es el mismo que el de IS-136, pero usa una modulación diferente. La portadora de 200kHz usa los mismos parámetros que GSM EDGE y provee velocidades de datos arriba de 384kbps. Este esta diseñado para ser usado en exteriores. La portadora de 1.6Mhz es para uso de interiores y puede proveer velocidades de datos arriba de los 2 Mbps.

1.4.3 “Hybrid Code Division Multiple Access” (CDMA) / “Time Division Multiple Access” (TDMA)

Esta solución fue examinada en el proyecto europeo FRAMES. Este fue el esquema original de la interfase de Aire ETSI UMTS. Cada FRAME de TDMA es dividido en 8 time slots y con estos 8 time slots los diferentes canales son multiplexados usando CDMA.

Esta propuesta particular de ETSI ya no existe .

1.4.4 “Orthogonal Frequency Division Multiplexing” (OFDM)

Esta basado en un principio de modulación multiportadora, lo que significa dividir los “stream” de datos en muchos “bitstreams”, cada uno de los cuales tiene mucho menos velocidad de bits que el “stream” de datos grande, y usa este “sub-stream” para modular muchas portadoras.

OFDM puede estar basado tanto en CDMA como en TDMA y este esquema tiene finalmente dos beneficios:

- Flexibilidad: Cada teléfono tiene acceso a todas las portadoras subportadoras.
- Fácil ecualización: Los símbolos OFDM son más grandes que el máximo retardo resultando en un canal plano.

Como sea ninguna de las tecnologías IMT2000 usa OFDM

1.4.5 “International Mobile Telecommunications 2000” (IMT-2000)

IMT-2000 es el parte aguas de la especificación de todos los sistemas 3G. Originalmente este era el propósito de la unión internacional de telecomunicaciones (ITU) de tener solo una especificación global de 3G, pero por razones técnicas y políticas esto no sucedió.

El estándar más importante y con mayor soporte es la propuesta combinado ETSI/ARIB WCDMA (ahora conocida como UTRA FDD), el cual es ahora desarrollado por el 3GPP.

Los otros dos sistemas terrestres importantes son el UWC-136 y el CDMA2000.

La ITU acepto las siguientes propuestas como compatibles con IMT-2000.

- IMT Direct Spread (IMT-DS; aka UTRA FDD)
- IMT Multicarrier (IMT-MC; aka CDMA 2000).
- IMT time code (IMT-TC; aka UTRA-TDD/TD-SCDMA “narrowband TDD”).

- IMT single carrier (IMT-SC; aka UWC-136).
- IMT Frequency Time (IMT-FT; aka DECT).

Es obvio que el IMT adopta una política en la que ningún candidato serio podía ser excluido de la nueva especificación IMT-2000. Sin duda el sistema más importante de IMT-2000 va a ser el IMT-DS y el MT-MC. Estos están siendo desarrollados por la organización 3GPP y la 3GPP2 respectivamente.

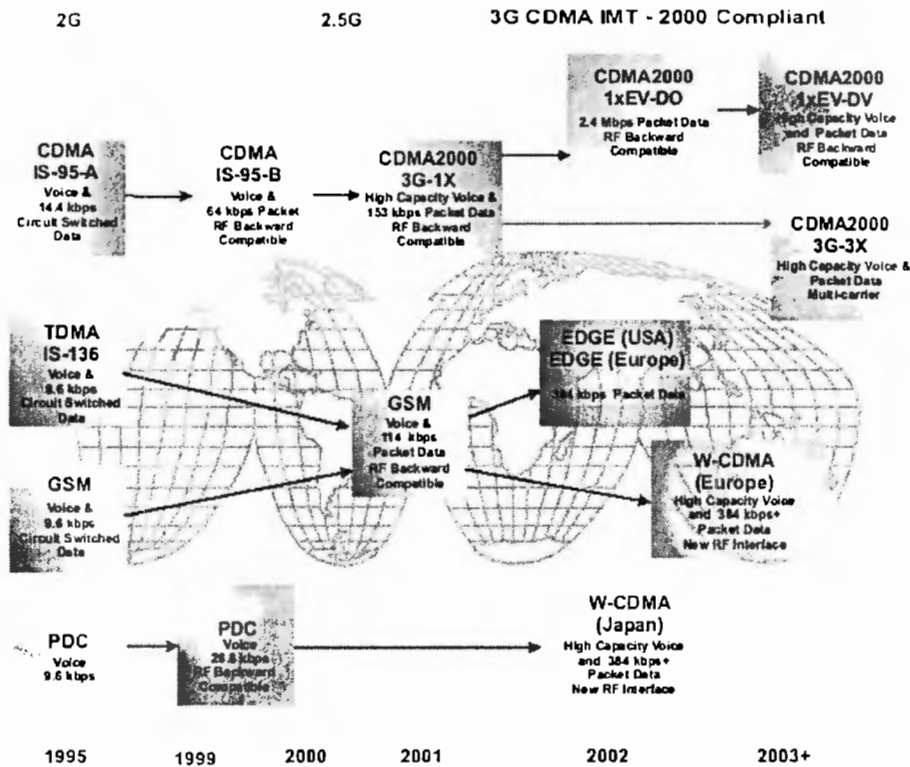


Figura I.2 Evolución global de los estándares inalámbricos.

1.5. "Third General Partnership Project" (3GPP)

3GPP es una organización que desarrolla especificaciones para el sistema 3G basados en la interfase de aire UTRA y en el corazón de la red del GSM mejorado.

3GPP es también responsable del futuro de las especificaciones de GSM. Este trabajo pertenecía a la ETSI pero como 3GPP y GSM usaban el mismo corazón de la red (GSM-MAP) esto hizo que se desarrollara la especificación para ambos sistemas en un lugar. La organización PPP incluía ETSI, ARIB, T1, TTA (Telecommunication Technology Association, TTC (Telecommunication Technology Committee) y el CWTS (China Wireless Telecommunications Standard). El sistema ultra se compone de dos modos: el frequency división duplex (FDD) y el time división duplex (TDD) [3GPP].

En el modo FDD la señal de up link y reverse link usan bandas de frecuencia separadas, estas portadoras tienen un ancho de banda de 5MHz. Cada portadora está dividida en tramas de radio de 10 ms y cada trama dentro de 15 time slots.

1.6. “Third General Partnership Project IP” 3GPP2

3GPP2 es la otra organización de estandarización de 3G, esta promueve el sistema CDMA 2000 el cual está también basado en la tecnología WCDMA. En el mundo de IMT-2000, esta propuesta es conocida como IMT-MC.

La mayor diferencia entre 3GPP y 3GPP2 está en el desarrollo de las especificaciones de las interfaces de aire ya que 3GPP ha especificado una completamente nueva interfase de aire sin ningún prejuicio hacia el pasado, mientras que 3GPP2 ha especificado un sistema que es compatible hacia las anteriores tecnologías con el sistema IS-95. Este acercamiento ha sido necesario por que en norte América el sistema IS-95 ahora mismo usa las frecuencias de banda dadas para 3G dadas por la WARC (World Administrative Radio Conference). Esto hace la transición hacia 3G más fácil ya que el nuevo sistema y el anterior pueden coexistir usando la misma frecuencia de banda, incluso usa el mismo corazón de la red IS-41.

La velocidad del chip en CDMA no es fija como en UTRAN, este va a ser un múltiplo de 1.2288 mcps, dando la máxima velocidad de 14.7456 mcps. En la primera fase del CDMA 2000 la máxima velocidad va a ser tres veces 1.2288 mcps o sea 3.6864 mcps. Como puede ser visto esto está muy cerca de la velocidad del chip de UTRAN.

En las especificaciones del sistema CDMA 2000 la señal de bajada es llamada “forwardlink” y “uplink” la señal de reversa. La composición de la portadora de CDMA puede ser diferente en la bajada que en la subida. En la señal de bajada están dos opciones disponibles: El multiportadora y el “directspread”.

En la primera configuración muchos limitadores de portadora son puestos juntos. La primera versión de CDMA 2000 va a usar tres portadoras llamadas 3X. Con el mismo ancho de banda que la portadora de IS-95 y puede ser sobrepuesta. Es también posible elegir los códigos dispersos en CDMA2000, así que son ortogonales con los códigos en IS-95.

En la configuración de direct spread todo el ancho de banda de la señal de bajada puede ser tomado por una portadora de direct spread, por ejemplo una banda de 5 MHz se puede acomodar en una portadora de 3.75Mhz más dos bandas de guarda de 625KHz, esta opción puede ser usada en caso de que el operador tenga 5Mhz libres de espectro disponible. En la señal de subida solo la portadora de direct spectrum puede ser usada. El sistema CDMA 2000 no usa un reloj o un tiempo de sincronía en la señal de subida, así que no puede usar códigos ortogonales mutuos con IS-95, de ahí que el separar el ancho de banda de la portadora en muchas portadoras separadas no traería ningún beneficio [ETE-04].

La primera adaptación del CDMA 2000 usa un estándar llamada CDMA 2000 1X el cual emplea solo una portadora de 1.25Mhz en ambos links.

En el sistema CDMA 2000 hay dos tipos de canales. Como en UTRAN, el canal físico existe en la interfase de aire y es definido por una frecuencia y un código expandido. Los canales lógicos existen solo por encima de los canales físicos. Ellos definen que tipos de datos van a ser transmitidos en los canales físicos. Muchos canales lógicos pueden ser mapeados en un canal físico.

Los socios de 3GPP2 son: ARIB, CWTS, TTA y TTC.

Aun así hay unas características en común entre 3GPP y 3GPP2 y es que estos dos pertenecen al mismo parte aguas del IMT-2000. Aun así ambos son técnicamente incompatibles

I.7 Conclusión

En estos momentos, las comunicaciones móviles se encuentran en un punto de inflexión, donde la movilidad a escala internacional, el acceso a los servicios de Internet y las aplicaciones multimedia sobre terminales móviles cobran una gran importancia. Prueba ello son las cifras millonarias que se han pagado en algunos países Europeos, por las nuevas licencias y el interés mostrado por la industria y grupos financieros por participar en este prometedor negocio, que aunque tardara algunos años en madurarse, es el futuro a mediano plazo, también llamado tercera generación de telefonía celular, la cual en un esquema maduro esta planeada para tener un roaming global, transmisión de datos a alta velocidad a través de técnicas avanzadas de conmutación de paquetes, soportando tecnologías IP, lo que posibilitaría el acceso a nuevas aplicaciones, como es Internet, multimedia, servicios personalizados (RingTones, Wall Papers, Games, etc.) y servicios de localización de usuarios.

En este nuevo modelo que se esta madurando en redes mundiales, entran en juego nuevos agentes, los proveedores de contenidos y los proveedores de aplicaciones son algunos de ellos. La forma en que el capital económico se podría distribuir no esta definido, esta por observarse como las economías globales tratarán este fenómeno, realmente algo complicado.

Capítulo II

Migración hacia una red de Tercera Generación

II.1 Introducción

En este capítulo se presentan los conceptos básicos de telefonía celular, que deben ser completamente comprendidos por el lector, ya que de ello dependerá el perfecto entendimiento de este trabajo de tesis.

Debido a que la evolución no es un proceso sencillo se considero que este capítulo explique la arquitectura de las redes celulares actuales, sus elementos clave y los nuevos elementos sumados a esta red para efectuar el transporte de los paquetes de datos, así como sus modelos de referencia para CDMA 2000. Estos modelos son diseñados por la organización 3GPP2 "Third Generation Partnership Project II" para definir la evolución de las redes basadas en conmutación de circuitos a una arquitectura completa de IP y la compatibilidad con las tecnologías pasadas aun en funcionamiento.

En la mayoría de los desarrollos iniciales de CDMA 2000, los servicios de paquetes de datos son introducidos agregando elementos a la red, mismos que requieren de nuevos protocolos y tipos de interfaz para la correcta comunicación entre ellos, ya que, el corazón de la red IP esta separado pero requiere una interacción de forma dinámica con la red de circuitos conmutados [GWE-00].

Dicha evolución de elementos, es la base de la tecnología que va a ser empleada por lo menos en los próximos 4 años en todas las redes CDMA en el mundo.

Esta evolución, esta marcada por el cambio de mentalidad de los usuarios de servicios que están satisfechos con la función fundamental del servicio móvil, pero exigen mayores y mejores servicios en sus terminales móviles.

II.2 Red celular

La arquitectura de una red celular común esta diseñada para soportar tráfico de voz y de datos de muy baja velocidad en una red inalámbrica. Esta arquitectura incluye sitios celulares, red de conmutación de circuitos y otros elementos funcionales para la movilidad y administración de la red.

La siguiente figura II.1 muestra la arquitectura de una red CDMA básica basado en el modelo de la TIA-EIA-TR45 [OJA-98].

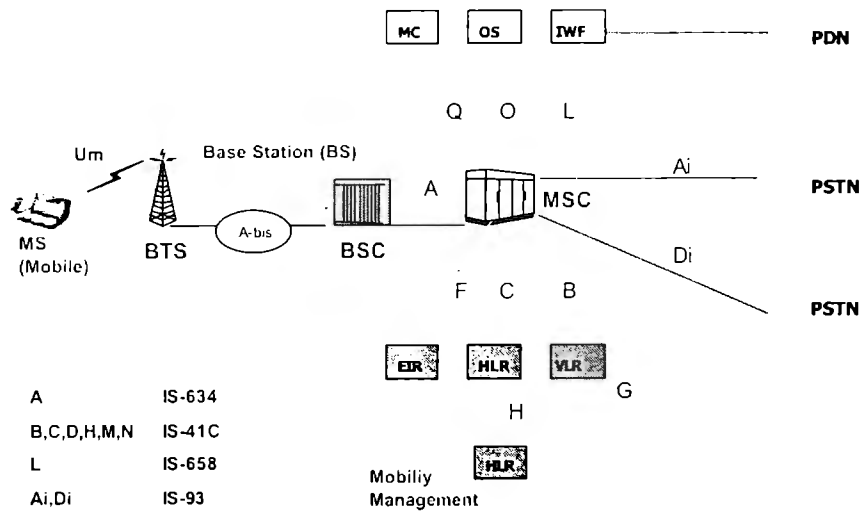


Figura II.1 TIA-EIA modelo de red para IS95A/B

A continuación se describirá los elementos claves de la red:

Estación móvil (MS): Es un teléfono usado por el usuario para acceder a los servicios de la red a través de la interfaz de aire (UM).

Sitio Celular (BS): Una estación base (BTS) esta compuesta de sistemas de transmisión y recepción y sistemas controladores de la estación (BSC) y provee al MS acceso de radio a los servicios de la red.

- La BTS es una entidad compuesta de dispositivos de radio, antena y equipo que provee funcionalidades de transmisión a través de la interfaz de aire.
- La BSC es una entidad que provee control y administración ya sea para uno o mas radio bases casi siempre dependiendo del proveedor, e intercambia mensajes con su BTS y su MSC.

“Mobile Switching Center” (MSC): El MSC conmuta los circuitos de tráfico entre la terminal originante y la terminal destino; provee el procesamiento, el control de las llamadas y los servicios. El MSC puede interactuar con otros MSC en la misma o en diferentes redes y también se puede conectar con otras redes públicas (PSTN) como la conocida en México Telmex.

“Home Location Register” (HLR): El HLR es el registro de localización a la cual la identidad del usuario es asignada para propósitos de información completa de las características del usuario. Por ejemplo: el número de serie (ESN), el número directo del teléfono (MDN), localización actual del usuario y periodo de autorización. El HLR es la primera base de datos que es interrogada para obtener la localización del móvil y la información de ruteo una vez que otro usuario le marca desde fuera de la red.

“*Visitor Location Register*” (*VLR*): El VLR es un registro de localización usado por el MSC para tener información del manejo de las llamadas de un usuario visitante. El VLR mantiene un registro de la localización del móvil además que actualiza el registro del HLR.

Centro de Mensajes (SMC): El SMC o MC (Message Center) guarda y envía mensajes cortos a los usuarios, también provee servicios suplementarios.

“*Interworking function*” (*IWF*): El IWF provee un protocolo de conversión para uno o más elementos de la red inalámbrica soportando varios servicios de datos como el Fax Digital.

“*Voice Message System*” (*VMS*): El VMS es la entidad responsable de guardar los mensajes de voz recibidos cuando el usuario no contesta su teléfono. Este a su vez proporciona servicios de notificación hacia la terminal para alertar cuando se tiene un mensaje.

II.3 Nuevos elementos de la red en CDMA 2000

La siguiente figura II.2 muestra los elementos clave y sus interfaz definidas en la red de CDMA 2000. Aunque muchos elementos de la red y sus funcionalidades son similares a los de una red básica hay elementos e interfaz para soportar paquetes de datos y otros servicios mejorados. Algunos de los nuevos elementos y funcionalidades serán descritos en este capítulo [ETE-04].

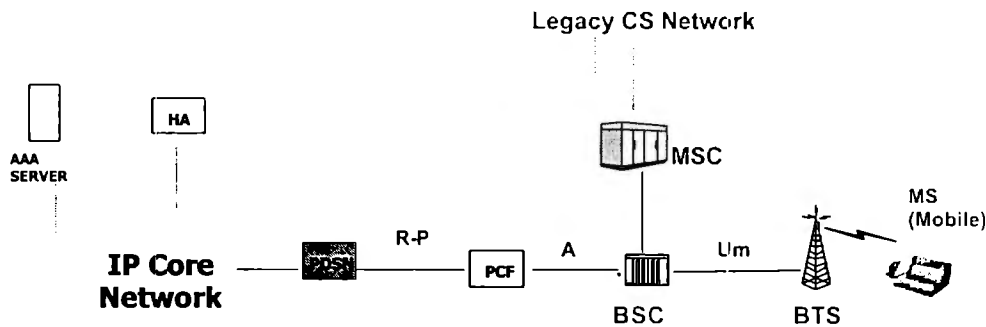


Figura II.2 Nuevos elementos para el servicio de paquetes de datos en una red CDMA2000

II.3.1 Estación móvil (MS)

El teléfono en CDMA 2000 tiene las mismas funcionalidades que los teléfonos de CDMA ONE pero con características y funcionalidades adicionales para soportar los nuevos servicios de paquetes de datos y mejorar los mensajes de señalización.

II.3.2 Sitio celular (BS)

El BS en CDMA 2000 en términos de funcionalidad básicas es igual al de la EIA-TIA95, pero tanto la BTS y la BSC tienen algunos cambios en el software y en el hardware para soportar la interfaz mejorada de radio y proveer tráfico de voz, datos y multimedia.

También la interfaz A-BIS fue mejorada para facilitar la eficiencia del transporte del tráfico mezclado.

II.3.3 “Network Protocol Stack”

Antes de pasar a los demás elementos que se suman a la red celular, es necesario comentar los protocolos que se van a usar para comunicar a los próximos elementos ya sea de la red conmutada a la red de datos y/o entre los mismos elementos de datos.

Los protocolos 3G1X HSPD están basados en protocolos de red bien establecidos como PPP, IP, TCP y UDP. El Radio Link Protocol (RLP) es usado para combatir la alta tasa de errores producida por la interfaz de aire de IS-2000 [LUC-03].

II.3.4 “Transfer Control Protocol” (TCP) “and the User Datagram Protocol” (UDP)

Las aplicaciones de usuario final siempre confían en las capas de protocolos de transporte como TCP o UDP. TCP provee considerablemente más facilidades para las aplicaciones que UDP, como recuperación de errores, confiabilidad y control en el flujo. TCP es un protocolo orientado a conexión, mientras que UDP es un protocolo sin conexión. Las aplicaciones de usuario más comunes como “web browsing”, “email” y FTP usan TCP, y las aplicaciones “Streaming” siempre usan UDP.

II.3.5 “Point-to-point Protocol” (PPP) “and the Radio Link Protocol” (RLP)

El protocolo “Point-to-Point” (PPP) proporciona la capa de conexión entre los usuarios finales en este caso los dispositivos inalámbricos y los elementos de la red 3G1X. En general, PPP ha sido diseñado cuidadosamente para retener la compatibilidad con cualquier tipo de “hardware” más común usado. PPP proporciona la facilidad de detectar errores.

El protocolo “Radio Link Protocol” (RLP) coordina la transmisión de los paquetes de una sesión de datos. RLP reduce la tasa de errores provocada por la transmisión de datos, o por la corrupción de la retransmisión y por la pérdida de tramas [3GPP].

II.3.6 “Packet Control Function” (PCF)

El servidor PCF es parte de la solución de paquetes de datos. Este provee la interfaz entre la red de radio de una llamada de datos y la parte de internet de una llamada de datos. Este se comunica con la central de conmutación celular (DCS) y el “Packet Data Serving Node” (PDSN) respectivamente.

El PCF también administra el número de circuitos virtuales (SVCs) en estado activo y estado de “dormant”. El DCS, en la central de conmutación interactúa con el PCF a través de la interfaz “L” o a través de cableado IP (La interfaz “L” se refiere al protocolo “frame relay” usado en los E1 y T1). Las conexiones hacia el PDSN son retransmitidas por el PCF hacia el PDSN por el protocolo de internet simple (SIP), acceso básico a internet, o por el Protocolo de Internet Móvil (MIP) [LUC-03].

El PCF es una entidad que maneja el buffering y el retardo de los paquetes entre el MSC o el BS y el PDSN. El PCF establece, controla y termina conexiones de capa 2 al PDSN y mantiene el conocimiento del estatus de la terminal, por ejemplo: activo o dormido (stand-by or “dormant”).

El PCF también colecta la interfaz aire relacionada con la información de cuenta para ser usada por el AAA.

II.3.7 “Packet Data Serving Node” (PDSN)

El PDSN es una nueva entidad de red con las siguientes funciones:

- Actúa como un Agente Foráneo (FA) aportando servicios de ruteo de acuerdo con los protocolos simple IP y/o mobile IP, así como proveer y mantener las tablas de ruteo y ejecutar búsqueda de rutas.
- Manejo de la interfaz de paquetes de radio y de las sesiones PPP para los usuarios móviles.
- Inicia la autenticación, autorización y la contabilidad de los usuarios hacia el servidor y recibe los parámetros de servicio para los usuarios desde el AAA.

Como parte de una red privada virtual (VPN), el PDSN puede establecer un túnel a través de una red de paquetes pública (PDSN) usando el protocolo de túnel de capa 2 y el gateway VPN, el cual es el punto de acceso a una red privada. La red privada autentica al usuario y le asigna una dirección IP. El PDSN puede opcionalmente usar el protocolo IPSec para proteger aun más el túnel entre el PDSN y el gateway VPN [LUC-03].

II.3.7.1 Funcionamiento del PDSN

Cuando una estación móvil hace una llamada de datos, esta establece un enlace “Point-to-Point” (PPP) con el PDSN. El PDSN autentica el teléfono comunicándose con el servidor AAA. El servidor AAA verifica que el usuario es un suscriptor válido, determina los servicios disponibles, y guarda el uso para facturación [ETE-04].

El método usado para asignar una dirección IP y la naturaleza de la conexión depende del tipo de servicio y la configuración de la red. La operación Simple IP y la operación Mobile IP están referenciadas como tipo de servicio. El tipo de servicio disponible a un usuario esta determinado por el teléfono y por el tipo de servicio que el proveedor de servicios ofrece.

Una vez que el teléfono esta autenticado, este solicita una dirección IP. La terminal Simple IP comunica las solicitudes usando el protocolo Internet Protocol Control Protocol (IPCP).

Las terminales Mobile IP comunican las solicitudes usando registros Mobile IP.

A continuación se describirá la comunicación y el direccionamiento de las IP para cada tema respectivamente:

- PDSN Simple IP
- PDSN Mobile IP
- PDSN Proxy Mobile IP

II.3.7.1.1 “Simple IP”

Con simple IP un proveedor de servicios asigna una dirección IP dinámica o estática al móvil durante el inicio de la conexión PPP. La estación móvil retiene esta dirección IP mientras mantiene la conectividad con la dirección del PDSN asignado [LUC-03].

El Servicio SIP da al usuario la posibilidad de acceder a los servicios de una red IP a través de la interfaz de aire CDMA si la aplicación del usuario soporta la desconexión y el restablecimiento de la subyacente conexión PPP. Asumiendo que el proveedor de servicios ofrece conectividad a la Internet, los usuarios de SIP pueden acceder al Internet por varias aplicaciones tales como “Internet Browsing”, “email”, transferencia de archivos y aplicaciones personalizadas.

SIP no requiere de un software agente de movilidad que se agregue al equipamiento de usuario final.

La siguiente figura II.3 muestra un escenario de llamada en Simple IP.

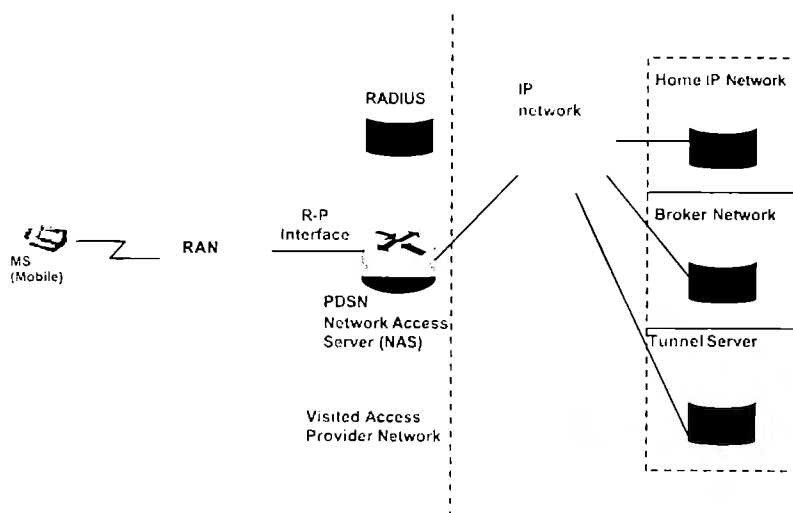


Figura II.3 Red simple IP CDMA 2000.

VDPN permite a una red privada el hacer un servicio de marcación para acceder a una servidor llamado Network Access Servers (NAS). En este ejemplo de conexión el PDSN actúa como NAS.

- 1.- Una terminal PPP se conecta con el NAS (PDSN) local.
- 2.- El NAS comienza la autenticación cuando el cliente marca. El NAS determina que PPP link debe de ser errutado a un túnel. La localización del túnel es dada como parte de la autenticación por el servidor RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service).

3.- El túnel ejecuta su propia autenticación del usuario y comienza la negociación PPP. Es decir la autenticación para comenzar el túnel y para el cliente.

4.- El establecimiento del PPP es completado y todas las tramas intercambiadas entre el cliente y el túnel son enviadas a través del NAS.

Vista de arquitectura (figura II.4) CDMA 3G-1X SIP de paquetes de datos con PCF/PDSN.

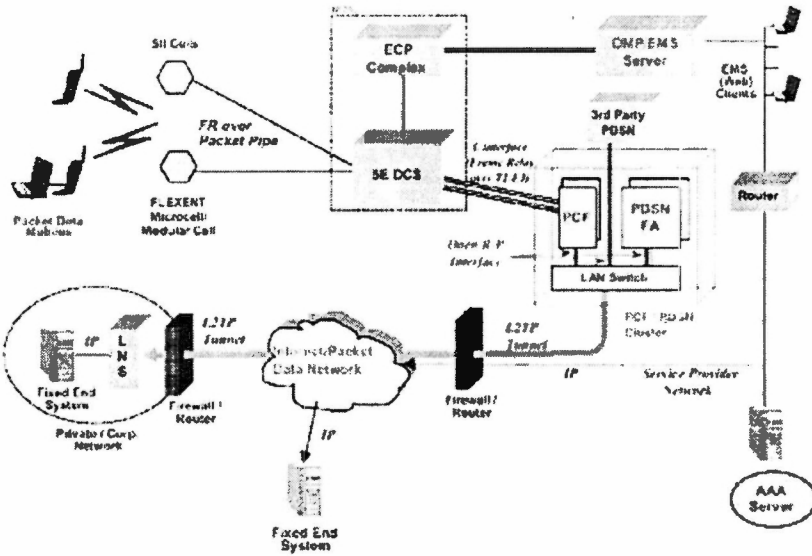


Figura II.4 Vista de arquitectura CDMA 3G-1X SIP de paquetes de datos con PCF/PDSN

II.3.7.1.2 “Mobile IP”

Con “Mobile IP”(MIP), la terminal puede hacer roaming debajo del área de cobertura dada por un PDSN y sigue manteniendo la misma dirección IP y el nivel de aplicación de las conexiones [LUC-03].

MIP introduce a la industria el estándar abierto “Radio Network”/PDSN R-P dentro de la arquitectura de CDMA. Las funciones antes ejecutadas por el IWF son repartidas en dos nuevos elementos de red: el servidor PCF y el PDSN. El servicio MIP puede soportar llamadas SIP y MIP sobre la interfaz R-P y da a los proveedores de servicio la posibilidad de desplegar una plataforma MIP-Ready.

Para soportar MIP se debe usar la combinación PCF/PDSN. Esto quiere decir que se debe de reemplazar el servidor 3G – 1X IWF por un servidor PCF con funcionalidades reducidas como:

“Termination Point to Point” (PPP) que da el encabezado del paquete y a la compresión de los datos acceso a las redes en modo privado a través de un túnel obligatorio L2TP.

Vista de arquitectura (figura II.5) CDMA 3G-1X MIP de paquetes de datos con PCF/PDSN.

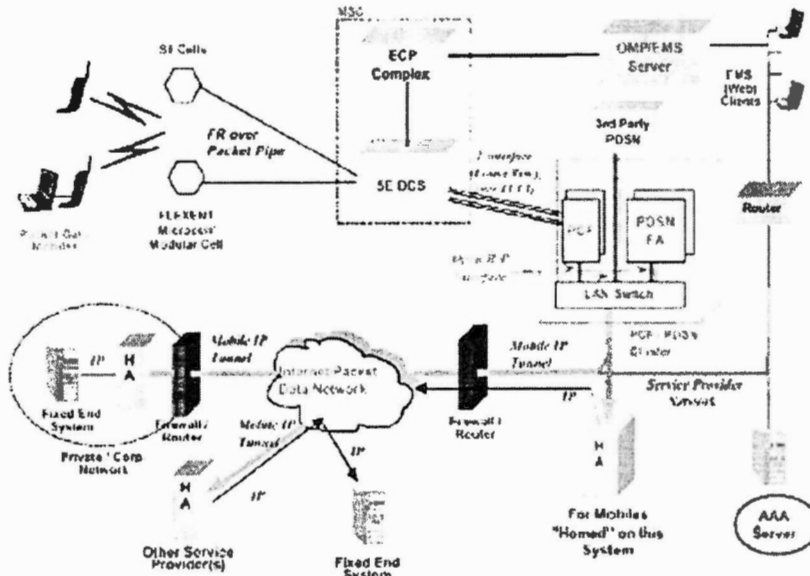


Figura II.5 Vista de arquitectura CDMA 3G-1X MIP de paquetes de datos con PCF/PDSN

La siguiente figura II.6 describe el funcionamiento del PDSN en un escenario Mobile IP.

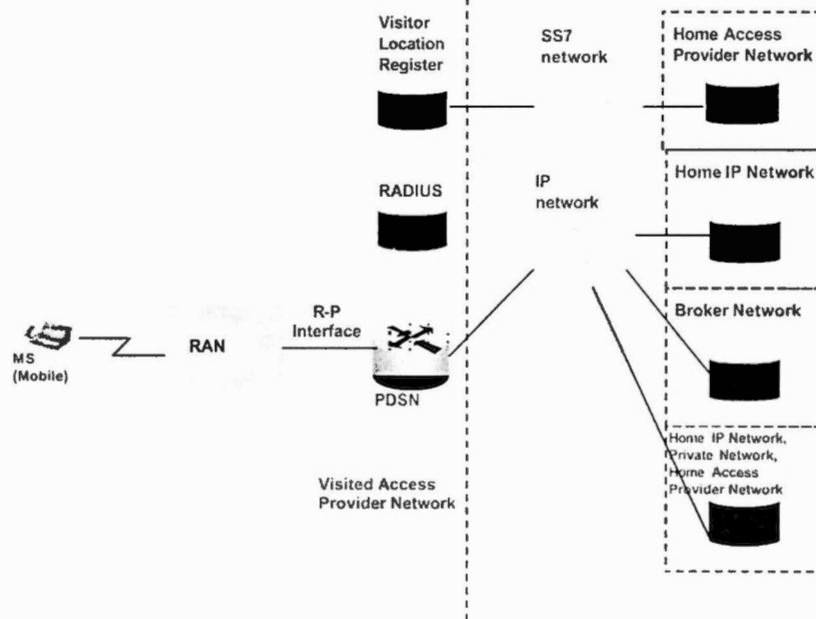


Figura II.6 Red de mobile IP, en CDMA 2000.

El proceso de comunicación ocurre en el siguiente orden:

- 1.- El teléfono (MS) solicita la registración con su Home Agent (HA) a través del FA en este caso el PDSN.
 - 2.- El HA acepta la registración, asignando una dirección IP al teléfono, y crea un túnel al FA. Resultando un enlace PPP entre (MS) y el FA (PDSN), y un túnel IP in IP o túnel GRE entre el FA y el HA.
- Como parte del proceso de registración, el HA crea una tabla para asociar la dirección del teléfono con su dirección dada (care of address).
- 3.- El HA publica y verifica que la red alcanza al teléfono a través de los túneles creados.
 - 4.- El teléfono (MS) envía los paquetes desde su dirección home.
 - 5.- Los paquetes destinados hacia el teléfono van a través del HA; El HA los envía en el túnel a través del PDSN y este los envía al teléfono usando la dirección (care of address).
 - 6.- Cuando el enlace PPP hace un hand-off a una nuevo PDSN, el enlace es renegociado y la registración Mobile IP es re negociada nuevamente.
 - 7.- El HA actualiza su tabla con la nueva dirección asignada (care-of address).

11.3.7.1.3 “PDSN Proxy Mobile IP”

Esta funcionalidad, permite a los usuarios Mobile IP tener movilidad para autenticar a los usuarios PPP [KOR-01].

El proceso de comunicación ocurre en el siguiente orden:

- 1.- El PDSN (actuando como FA) colecta y envía al teléfono la información de autenticación al servidor AAA.
- 2.- Si el móvil es exitosamente autenticado para usar el PDSN Proxy Mobile IP, el servidor AAA, regresa los datos de registración y la dirección del HA.
- 3.- El FA usa esta información y otros datos, para generar un Registration Request (RRQ) al móvil y al HA.
- 4.- Si la registración es exitosa, el HA envía la respuesta de registración (RRP) que contiene una dirección del FA.
- 6.- Un túnel es establecido entre el HA y el FA/PDSN. El túnel maneja el tráfico desde y hacia el teléfono.

II.3.8 “Authentication, Authorization and Account support” (AAA)

El PDSN provee un cliente de Autenticación con cualquier AAA, para autenticar el teléfono. Este usa el nombre del móvil para hacer la autenticación del usuario con el servidor AAA local “Network Address Identifier” (NAI).

El PDSN soporta los siguientes servicios de AAA para simple IP:

- “Password Authentication Protocol (PAP) and Challenge Handshake Authentication Protocol (CHAP)”
- Información de la cuenta.
- Localización de la dirección IP del usuario.

El PDSN soporta los siguientes servicios AAA para VPDN:

- Autenticación PAP y CHAP.
- Información de Cuenta.

El PDSN soporta los siguientes servicios AAA para el Proxy Mobile IP:

- Autenticación PAP y CHAP.
- Información de Cuenta.
- Asignación de la dirección IP (recibidas desde HA) durante la fase IPCP.

El PDSN suporta los siguientes servicios AAA para Mobile IP.

- Opcionalmente se brinca la autenticación durante PPP recibido del móvil.
- Registros de Mobile IP.
- Verificación del reto de la respuesta del FA en la solicitud de registración de Mobile IP de acuerdo a la publicación reciente.

II.3.9 Home Agent (HA)

El HA es un elemento de red que tiene 2 funciones principales: la registración de mobile IP y el re-enrutamiento de paquetes.

El HA acepta la registración de mobile IP y actualiza el punto actual de encuentro con el usuario que no es mas que la dirección IP actual para ser usada para transmitir y recibir paquetes IP.

El HA interactúa con el AAA para recibir la petición de registración de mobile IP que ha sido autenticada y regresa una respuesta de registración de mobile IP. El HA también interactúa con el PDSN/FA para recibir peticiones de registro subsecuentes de mobile IP. El HA puede opcionalmente soportar IPSec para proporcionar mayor seguridad entre el HA y el FA.

El HA también re-envía paquetes IP hacia y desde el punto actual a través del FA donde el usuario es actualmente registrado por paquetes IP encapsulados.

El HA también soporta la creación de túneles en reversa de forma que un operador pueda tener ambos tráficos a través del HA y permitir un uso más eficiente de los recursos de red.

II.3.10 Autenticación, Autorización y Contabilidad

Función de autenticación: Como parte de la función de autenticación el AAA proporciona autenticación a los suscriptores y sus terminales. Esta función incluye una verificación del dispositivo y del usuario para permitir el acceso a la red. Las funciones de autenticación también proveen llaves de encriptación para establecer una seguridad dinámica entre los elementos de la red [ETE-04].

Función de autorización: Para soportar la función de autorización el AAA decide si un usuario está autorizado para un servicio en particular con una calidad de servicio específica basándose en el perfil de servicio del usuario. La función de autorización tiene acceso al perfil de suscriptores, el registro del dispositivo y a las políticas de operación del repositorio [ETE-04].

Un dispositivo que solicita autorización al AAA puede pedir y recibir una información de autorización temporal (cache) permitiéndole hacer varias decisiones concernientes al servicio sin una nueva petición al AAA, esta autorización temporal típicamente tiene un tiempo de expiración. El AAA también puede enviar mensajes no solicitados conteniendo decisiones de política apropiadas para los dispositivos [ETE-04].

Función de contabilidad: Esta función de AAA colecta y guarda los datos relacionados con la facturación de acuerdo con los servicios ofrecidos y su calidad de servicio asociada, así como los recursos de multimedia solicitados y usados por un suscriptor. Los datos colectados incluyen los detalles de sesión y los registros de movilidad. Los detalles de sesión son colectados desde el administrador de control de sesión, el administrador de calidad de servicio u otros servidores de contabilidad de tiempo de duración y quien lo uso. Los registros de movilidad incluyen localización de dominio administrativa así como fechas y tiempos de los movimientos [ETE-04].

II.4. Interfaz de los nuevos elementos de red

Además de la funcionalidad de los nuevos elementos de red en la red de CDMA 2000, la interfaz entre elementos también han cambiado y han sido mejoradas para soportar el nuevo tráfico de señalización y el de los usuarios. La siguiente figura II.7 muestra algunos de los principales puntos y su interfaz correspondiente de acuerdo con el acceso a la red.

El punto de referencia A entre el BSC y el MSC está implementado por la interfaz A1, A2 y A5 [ETE-04].

- A1: La interfaz A1 lleva información de señalización entre el control de la llamada y la función de administración de movilidad del MSC y el componente de control de la llamada de la BSC.
- A2: La interfaz A2 es usada para proveer una ruta para el tráfico de usuario, la interfaz A2 lleva información PCM de 64/56 kbps (circuitos orientados a voz) o 64kbps información digital no restringida (ISDN) entre el componente conmutación y la estación de base.

- A5: La interfaz A5 es usada para proveer una ruta para tráfico de usuarios para las llamadas de datos orientadas a circuitos entre la BS y el MSC. La interfaz A5 soporta el tráfico de bytes en el modo full duplex entre el componente de conmutación y la BS.

El punto de referencia ATER esta dado por la interfaz A3 y A7.

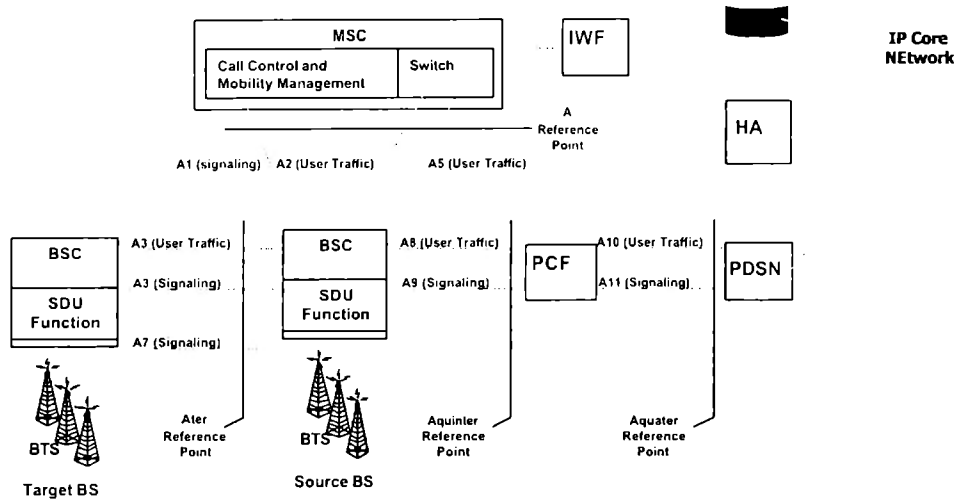


Figura II.7 CMDA 2000 Interfaz de Acceso a la Red.

- A3 y A7. La interfaz A3 y A7 son usadas para soportar el tráfico de los usuarios y de señalización entre celdas es decir el “soft” y el “softer handoff”. La Interfaz A3 maneja la información de usuario codificada (voz y datos) y la información de señalización entre el teléfono y el channel element de la BS objetivo. La interfaz A3 esta compuesta de 2 partes: señalización y tráfico del usuario. La información de señalización es transportada a través de canales lógicos separados de los canales de tráfico de los usuarios y controla la asignación y uso de los canales para transportar el tráfico del usuario.
- A7. La interfaz A7 maneja la información de señalización entre un teléfono y la celda que le puede dar servicio, para realizar “soft/softer handoff”.

El punto de referencia Aquinter es proporcionado por la interfaz A8 y A9, esta interfaz lleva la información de señalización y de tráfico entre BS y el PCF respectivamente.

El punto de referencia de Aquater es proporcionado por la interfaz A10 y A11, esta interfaz lleva la información de señalización y tráfico entre el PCF y el PDSN respectivamente.

II.5 Administración de la movilidad de los servicios de paquetes de datos

Uno de los aspectos clave de los servicios de paquetes de datos de CDMA 2000, es la administración de la movilidad, incluyendo la registración, la autenticación y los procesos de “handoff” [LUC-03].

Cuando el MS origina una llamada con los servicios de paquetes de datos una secuencia de validaciones y asignación de recursos requiere ser ejecutada.

- Los mensajes son intercambiados para establecer y cerrar una conexión R-P entre el PCF y el PDSN.
- Una vez que hay una conexión entre el handset y el PDSN. El PDSN comienza la negociación de una sesión PPP con el móvil.
- El PDSN y el móvil realizan la autenticación mediante los protocolos de autenticación que en este caso existen 2 modos: el challenge handshake authentication protocol (CHAP) y el password authentication protocol (PAP).
- El PDSN envía una solicitud de autenticación al servidor AAA, el cual determina si debe autenticar al móvil.
- El PDSN construye un “network access identifier” (NAI) con la forma MSID@realm, donde el MSID es el número de identificador del móvil y el realm es el dominio de Internet de la red a la que pertenece el número. Este NAI sirve para identificar al usuario en la cuenta del AAA.
- El subscriber es identificado como un usuario válido, y el PDSN sabe que tratamiento darle a este usuario.

Cuando la sesión PPP está establecida, el PDSN asigna al móvil una dirección IP de un conjunto de direcciones IP's que él administra. La dirección IP del móvil está relacionada con la localización del PDSN con la red de paquetes. El móvil usa la dirección IP para identificarse a sí mismo como cliente y funcionar en la red pública de datos. Los routers en la red de paquetes deben ser capaces de dirigir cualquier paquete con esta dirección IP al PDSN que provea el servicio del móvil. CDMA 2000 provee múltiples niveles de soporte de movilidad para paquetes de servicios de datos a través de diferentes mecanismos de “handoff”.

La siguiente figura II.8 muestra los diferentes niveles de movilidad y la interfaz correspondiente involucrada en el “handoff”.

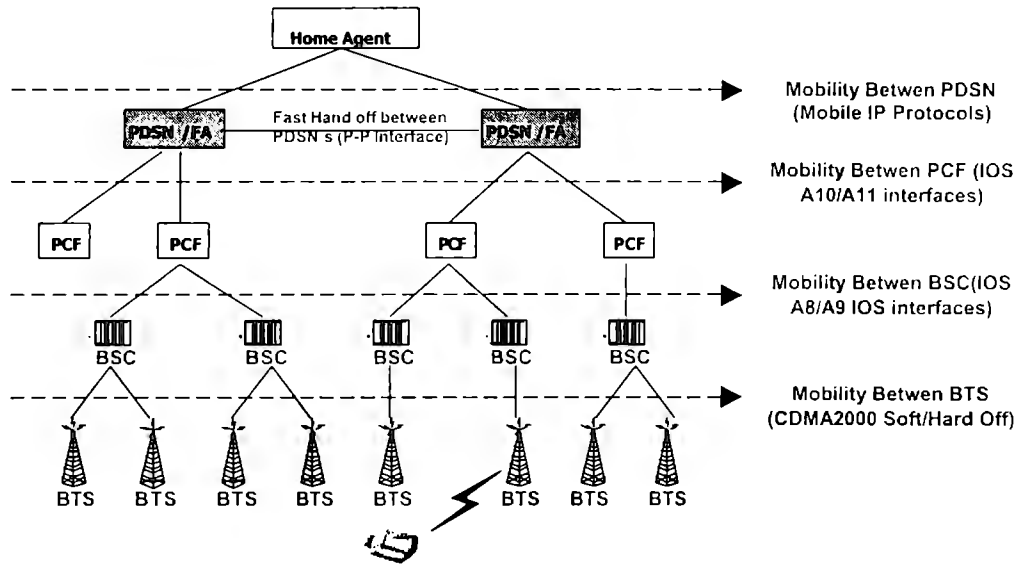


Figura II.8 Estructura de la movilidad en CDMA 2000.

La movilidad y los “handoff” entre celdas requieren procesos de “handoff” soportados por la interfaz de aire de cdma 2000 del tipo “soft, softer” y “hard handoff” para móviles activos y procesos de “handoff” en estado de “dormant” para móviles inactivos.

La movilidad de los teléfonos entre celdas del mismo BSC que dan servicio al mismo PCF esta soportada por la interfaz A8/A9.

Cuando un “handoff” es entre PCF’s con la conectividad al mismo PDSN, de modo que el PDSN no cambia de rutas, durante y después del “handoff”, a esto se le llama un “handoff” intra - PDSN. La interfaz A10 y A11 soportan la movilidad del teléfono entre los PCF conectados al mismo PDSN.

Cuando un “handoff” es entre PCF’s que tienen conectividad a diferentes PDSNs. El “handoff” es llamado Inter - PDSN “handoff”. En este caso, la mobile IP soporta la movilidad entre PDSN dentro del mismo home agent, mientras que el PDSN esta dando la funcionalidad de un foreign Agent (FA).

La red también podría soportar alguna interfaz opcionales P- P entre PDSN para soportar los procesos llamados “fast handoff”. El “fast handoff” con la interfaz P-P es utilizado para mantener la sesión PPP cuando se hace un “handoff” de un PDSN a otro PDSN.

II.5.1 “Handoff between PCFs and between PDSN”

Para que un teléfono se pueda mover de un PCF a otro PCF, los paquetes de datos deben de establecer una nueva conexión entre el PCF y el PDSN de modo que la sesión PPP va a ser movida a una nueva interfaz R-P

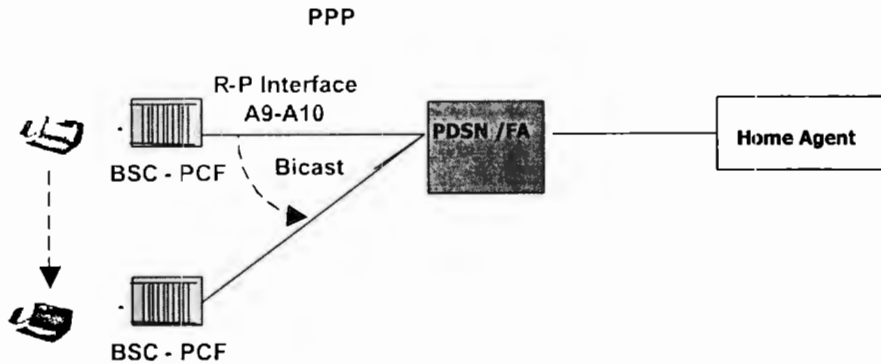


Figura II.9 Intra – PDSN “handoff”.

El “handoff” entre PCF’s involucra:

- La selección del PDSN, donde la alta prioridad esta dada por la misma selección del PDSN de forma que se pueda mantener la sesión PPP existente ente el PDSN y el móvil. Si un PDSN es seleccionado se ejecutara un “handoff” inter – PDSN.
- Establecer una nueva sesión R-P con el PCF
- Desechar una sesión R-P previa. Si el PDSN seleccionado es el mismo servidor que estaba dando el servicio, la misma programación del PDSN cancela la sesión R-P anterior.

El “handoff” de un PCF a otro PCF puede ocurrir cuando un teléfono estando en su modo activo o de “dormant”. El PCF “handoff” en modo de “dormant” ayuda a mantener la sesión PPP, ya que mientras un teléfono esta en modo de “dormant” minimiza el uso de recursos de la interfaz aire.

Durante una sesión activa de “handoff”, el PDSN soporta una bajo retardo al efectuarse el “handoff” entre los PCF’s en lo que se termina el intercambio de datos entre el nuevo y el anterior PCF.

En un escenario de “handoff” entre PDSN’s las direcciones IP serán las mismas por que el móvil continua teniendo un conexión PPP al PDSN que asigno la dirección IP. La sesión no será interrumpida, y el “handoff” será transparente para el usuario. El “handoff” entre PDSN’s también es posible en redes con simple IP porque no requiere de las características específicas de mobile IP.

II.5.2 “Handoff between PDSN’s”

Una red basada en simple IP no soporta la movilidad más allá de la cobertura de un PDSN, y mucho menos la opción de un “fast handoff”. Sin el soporte de un “fast handoff” las redes simple IP no permiten el “handoff” entre PDSN’s y para tener movilidad se requiere establecer una nueva sesión PPP con el PDSN y una autenticación con el AAA. Así que el usuario debe adquirir una nueva dirección IP e informar al servidor que el obtuvo una nueva dirección IP cuando cambio al área de servicio del nuevo PDSN, y todas las aplicaciones basadas en IP deben ser re-iniciadas. El anterior PDSN continuara enviando paquetes a la dirección IP anterior, pero como los paquetes no serán entregados las aplicaciones que estaban en esa sesión expiraran por tiempo y serán dadas de baja.

Mobile IP en cambio provee la función de movilidad necesaria que mantiene la dirección IP en todos los PDSNs. Para que un móvil basado en mobile IP retenga la IP mientras se mueve entre los PDSNs, el teléfono debe de registrarse con el HA.

Cuando un “fast handoff” no es soportado, en mobile IP suceden lo siguientes pasos:

- Se establece una nueva sesión PPP.
- Se requiere detectar un nuevo FA a través del agente de avisos.
- Se debe efectuar una Autenticación a través del AAA.
- Se hace una nueva registración con el HA.

Durante un “handoff” de un PDSN a otro PDSN el móvil puede estar en modo de activo o “dormant”.

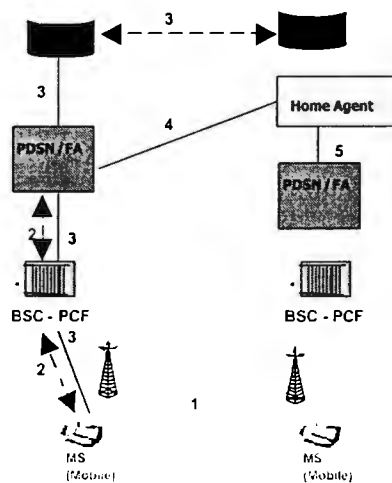


Figura II. 10 Procesos de “handoff” ente PDSN.

Con la figura II.10 y la siguiente secuencia de eventos, presento en mayor detalle el proceso de un “handoff” ente PDSN’s en una red mobile IP, cuando un “handoff” no es soportado y el teléfono esta en modo activo:

- Cuando un teléfono se mueve hacia una celda que esta en una nueva área de servicio de un nuevo PDSN, este detecta el cambio de identificadores de paquetes de zona (packet zone ID) recibidos por medio de la nueva celda.
- El teléfono envía un mensaje de originación hacia la celda, solicitando un servicio de paquetes de datos y una nueva interfaz R-P hacia el PDSN se establece.
- El teléfono comienza una negociación PPP con el nuevo PDSN.
- Una vez que la conexión existe entre el teléfono y el PDSN, este último comienza la sesión PPP con el móvil. El PDSN y el móvil negocian una autenticación con el AAA.
- Cuando el nuevo link PPP esta establecido, el móvil localiza al PDSN/FA en la nueva red y se lleva a cabo al registración.
- El FA asigna una IP (care of address COA) temporal al teléfono y notifica al HA.
- El HA actualiza sus tablas con la nueva COA del teléfono.
- Se establece un túnel IP en IP entre el FA y el HA, donde el HA envía en el túnel el tráfico que envía hacia el FA encapsulando los paquetes dentro de diferentes direcciones de paquetes IP.
- El FA des encapsula el tráfico antes de enviarlo al teléfono.
- La anterior conexión PPP es cancelada debido a que el tiempo de registración expira.

Si el teléfono esta en modo “dormant” durante la transmisión de una celada a otra, este no ocupara los recursos de radio y por ese motivo no tendrá que hacer un “handoff”, en este caso, solo información de contexto PPP y la interfaz R-P serán mantenidos. Pero si el teléfono se mueve, y se detectara una nueva zona (packet data zone), este va a iniciar un “hard handoff” en modo “dormant”, enviando una solicitud “origination request” sin datos al MSC, y este hará que el nuevo PDSN reciba la información del estado “dormant” del teléfono. Entonces el teléfono realiza una transición al estado activo y negocia una nueva sesión PPP con el nuevo PDSN, y también el HA actualizará sus registros con la información del nuevo PDSN/FA.

II.5.3 “Inter - PDSN fast handoff”

Si es “Fast Handoff” esta soportado entonces el PDSN destino inicia el establecimiento de una sesión P-P con el PDSN actual. La interfaz P-P es usada para mantener la sesión PPP de un PDSN a otro PDSN, esto permite a la sesión PPP existente continuar de modo que no se interrumpa el servicio por perdida de tiempo o de datos. La siguiente figura II.11 muestra los modelos de referencia para el control de mobile IP incluyendo los protocolos de intercambio durante un fast “handoff”.

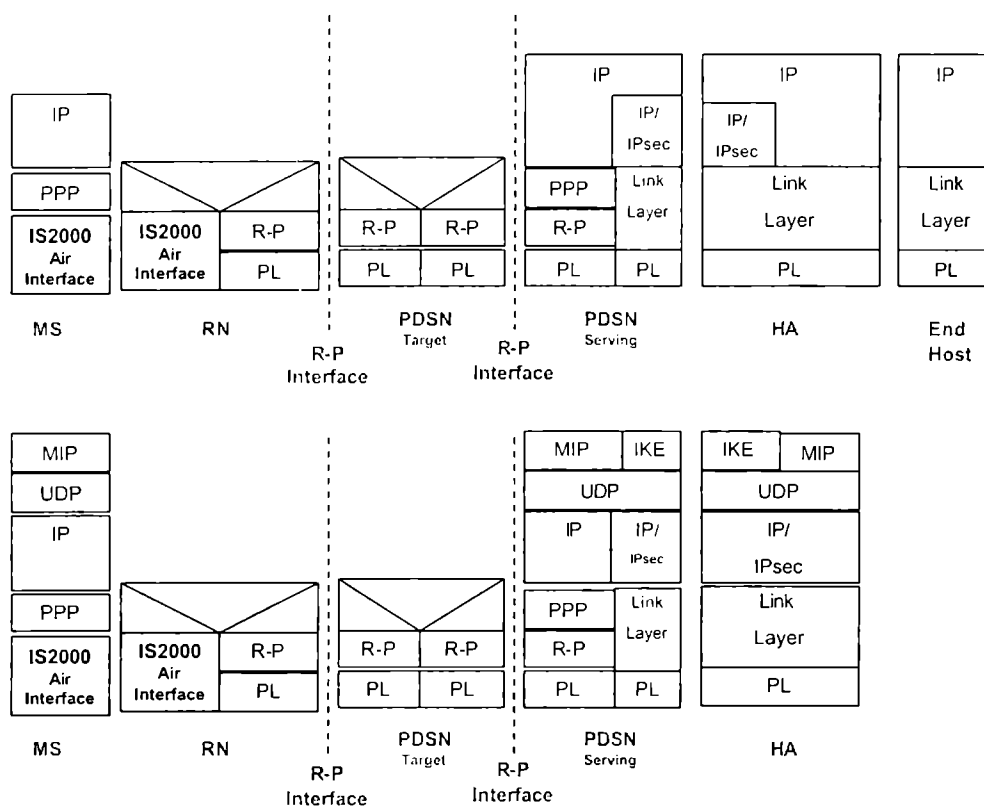


Figura II.11 Modelo de protocolo de referencia para MIP y para el control durante un “fast handoff”.

Conexión hacia delante (Forward):

- El PDSN servidor mete en un túnel el tráfico recibido a través de la conexión P-P del PDSN destino.
- El PDSN destino entonces envía el tráfico al teléfono a través de la conexión RP correspondiente.

Conexión hacia atrás (Backward):

- El túnel del PDSN destino recibe la información del teléfono a través de la conexión P-P apropiada del PDSN servidor. El PDSN servidor entonces reenvía el tráfico a la red externa.

La implementación del “fast handoff” permite realizar un “fast handoff” entre PDSN para sesiones activas, incluso para las redes simple IP.

En una red simple IP el "fast handoff" entre PDSN requiere de los siguientes pasos:

- Establecimiento de una conexión P-P para cada conexión R-P asociadas al PDSN destino y la continuación de la sesión PPP actual en el PDSN servidor.
- Establecimiento de una nueva sesión PPP y la autenticación con el AAA por medio del PDSN destino
- Liberación de una sesión P-P asociada mientras la nueva sesión PPP esta siendo establecida con el PDSN destino.

En una red mobile IP el "fast handoff" entre PDSN involucra los siguientes pasos:

- El establecimiento de una conexión P-P para cada conexión asociada R-P hacia el PDSN destino y la continuación de la sesión P-P actual en el PDSN servidor.
- El establecimiento de una nueva sesión PPP a través del PDSN destino cuando el teléfono se va a modo "dormant" o el MS renegocia la sesión PPP.
- La liberación de la conexión P-P asociada mientras que la nueva sesión PPP esta siendo establecida con el PDSN destino.
- La detección de un nuevo FA a través del agente de mensajes.
- La autenticación vía AAA.
- La registración con el HA.

II.5.4 Modelo de una red CDMA2000 3GPP

En esta sección se mostrara y explicara un modelo de red CDMA2000 como lo define la 3GPP. La siguiente figura muestra los elementos clave involucrados en el tráfico de datos y voz ya sean de conmutación o de ruteo.

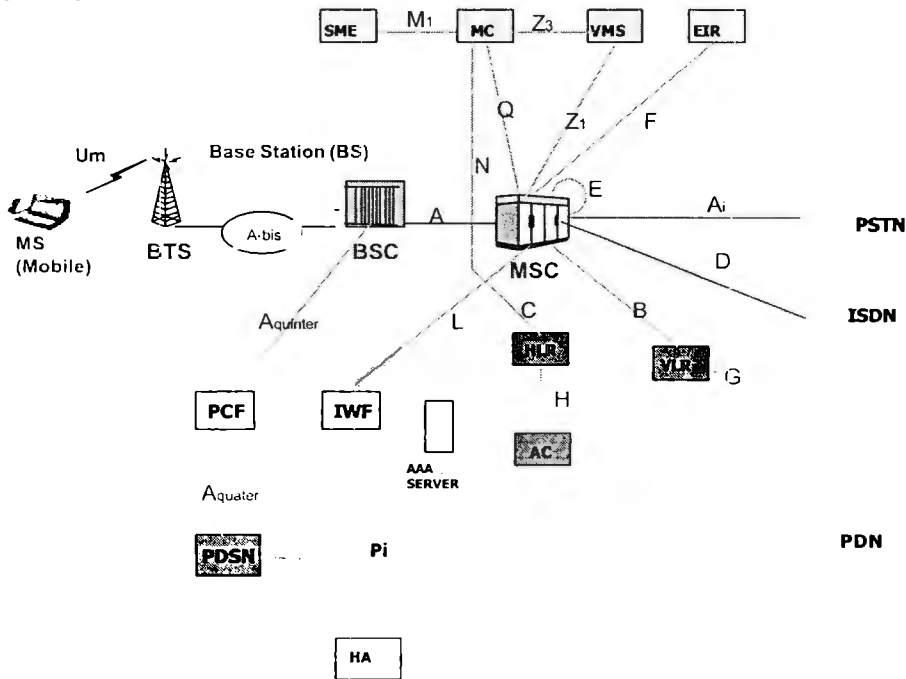


Figura II.12 Modelo de una red CDMA2000 3GPP2.

II.6. Operación de los canales de tráfico

Uno de los principales objetivos de diseño de los sistemas IMT2000 e IS2000 es el permitir el uso eficiente de los canales de tráfico de datos a alta velocidad y los servicios de voz. Para llegar a este objetivo en una red celular los canales de tráfico son diseñados para permitir una asignación dinámica flexible de los paquetes de datos a alta velocidad así como la transmisión del tráfico de voz, estos son configurados de acuerdo a las reglas de prioridad del operador así como el control de admisión y de reservación [LUC-03].

Un teléfono IS2000 se comunica con la estación base con los canales de tráfico dedicados hacia adelante y hacia atrás. Esta comunicación consta de los siguientes sub estados:

- **Iniciación del canal de tráfico:** En ese sub estado el teléfono verifica que el reciba el canal de tráfico hacia delante y comienza a transmitir por el canal de reversa.
- **Canal de tráfico:** En este sub estado el teléfono intercambia tramas con la radio base.
- **Liberación:** En este sub estado todos los niveles que controlan la llamada son desconectados y los canales físicos asociados son liberados.

II.7 Configuración y negociación de los canales de tráfico

Durante la operación de los canales de tráfico el teléfono y la radio base usan un grupo de atributos en común conocidos como configuraciones de servicio, para construir e interpretar las tramas de los canales de tráfico

La configuración de servicio puede también estar determinada como parte del proceso de negociación de servicios entre la radio base y el teléfono. Si la radio base solicita una configuración de servicio específico que no es aceptado por el teléfono la radio base puede rechazar la petición de servicio o proponer una configuración de servicio alternativa. Los parámetros de configuración de servicio incluyen parámetros negociables y no negociables. Los parámetros no negociables son aquellos enviados desde la radio base hacia el teléfono.

Los parámetros de configuración de servicio negociables son los siguientes:

- **Opciones multiplexadas hacia delante y hacia atrás:** Son los parámetros que definen como los bits de información de las tramas de los canales de tráfico hacia delante y hacia atrás, son divididas en diferentes tipos de tráfico así como la señalización del tráfico primario y secundario.
- **Configuraciones de canal de tráfico hacia delante y hacia atrás:** Definen la configuración de radio y otros atributos necesarios para los canales de tráfico.
- **Velocidad de transmisión de los canales de tráfico hacia adelante y hacia atrás:** Son las velocidades de transmisión actualmente usadas por los canales de tráfico. Estas velocidades pueden incluir todo o un grupo de velocidades de radio soportadas asociadas con la opción de multiplexación correspondiente.

Parámetros de configuración de servicio no negociable:

- Reverse Pilot: Controla la forma en que el canal piloto de reversa es bloqueado.
- Parámetros de control de potencia hacia delante y hacia atrás: Definen el modo de potencia y los parámetros asociados.
- Mapeo lógico a físico: Consiste de un identificador de servicio de recursos lógicos y recursos físicos y su prioridad.

II.8 Transmisión de datos y de voz en los canales de tráfico

Transmisión de voz y datos en RC1 y RC2: Los canales de tráfico en RC1 y RC2 son canales llamados fundamentales y suplementarios (FCH y SCCH) los cuales están diseñados para tener compatibilidad con IS95A/B [QUI-01].

En estas configuraciones de radio los FCH son usados por tráfico de voz y señalización. FCH puede también ser usado para enviar circuitos de baja velocidad o paquetes de datos en direcciones hacia delante y hacia atrás, el FCH puede ser combinado con más de siete canales suplementarios para proporcionar velocidades de datos altas. Cada canal complementario (SCCH) soporta solo datos y tiene una tasa fija igual a su correspondiente FCH igual a 9.6kbps para RC1 y 14.4kbps para RC2. El SCCH puede ser solicitado con un FCH. Mientras que el canal fundamental es asignado entre el teléfono y la radio base los SCCH adicionales independientemente y dinámicamente para la duración de cada ráfaga de datos y liberada después.

El SCCH es solicitado y asignado usando un mensaje de solicitud suplemental (SRCM) y un mensaje de Supplemental Channel Assignment (SCAM). La siguiente figura muestra el concepto del código de agregación de canales. Donde el móvil esta intercambiando tráfico y tramas de señalización con la radio base en un FCH y la radio base asigna 3SCCH's hacia delante al móvil en un mensaje SCA y envía una ráfaga de datos (3+1) x 9.6=38.4kbps.

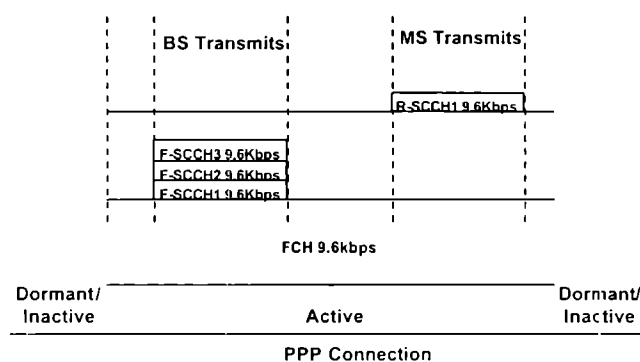


Figura II.13 Asignación de canales durante la demanda de datos, para proveer mayor velocidad de datos en EIA-TIA95B y IS2000

Después el móvil solicita una ráfaga de datos de 19.2 kbps enviando un mensaje SRCM a la radio base y después recibiendo el correspondiente mensaje SCAM esta envía una ráfaga de datos de 19.2kbps usando el SCCH asignado y el FCH.

En el modelo de la EIA-TIA95B y los modos RC1 y RC2 las opciones de servicio de paquetes de datos tienen dos estados llamados en el estado activo y el estado “dormant”. En el estado activo un canal de tráfico es asignado al móvil y una capa de enlace establece una conexión point-to-point protocol (PPP) entre el IWF/PDSN y el móvil. En el estado “dormant” no se asigna un canal de tráfico físico; pero el estado de registración del usuario para paquetes de datos y la conexión lógica PPP son mantenidos hasta que el móvil termine la sesión [ETE-04].

Transmisión de voz y datos en RC3 y superiores: El IS2000 usa FCH o DCCH como el canal de tráfico básico además con la velocidad variable de SCH cuando es solicitada la transmisión de ráfagas de datos a alta velocidad.

Todos los canales de voz son llevados en el canal fundamental, usando una estructura de tramas compatible hacia tecnologías pasadas y señalización asociada.

Note que aun en RC3 y superiores un DCCH puede en principio ser usado para soportar el tráfico de voz, el FCH es generalmente el canal preferido para este propósito. El grupo de canales FCH disponibles puede dinámicamente ser asignado a teléfonos 2G o 3G. Aunque la estructura de tramas de FCH es la misma que los canales de tráfico de IS95A, un número de nuevos mensajes y opciones de vocoder son introducidos para ser dirigidos y usadas por los móviles 3G.

Para el tráfico de datos en RC3 y superiores el sistema puede asignar ambos un FCH o un DCCH como el canal de tráfico básico. Esos canales bi direccionales manejan una baja velocidad de datos y sus retransmisiones como parte del radio link protocol (RLP) así como la señalización de tráfico asociada, en esta señalización “in-band” y mensajes MAC se incluye el control de potencia los mensajes relacionados con los “handoff” así como los reconocimientos RLP.

El FCH/DCCH para datos es establecido en el mismo camino que los canales de tráfico de voz después de intercambiar los mensajes de señalización en los canales de acceso y paging. El FCH/DCCH necesita ser levantado antes de que la sesión de datos del móvil entre al estado activo donde puede intercambiar tramas de tráfico con las radio bases o canales de tráfico dedicados.

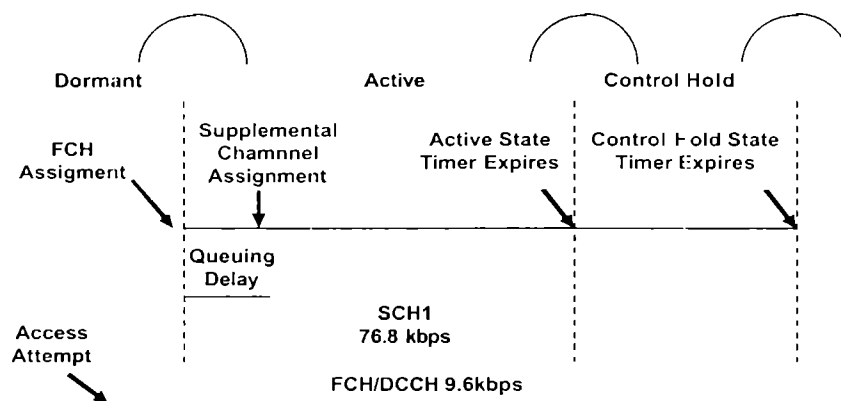


Figura II. 14 Transmisión de datos en un SCH1 y FCH/DCCH, con RC > 2.

Este setup (inicio) ocurre al principio de una sesión de datos o cuando el usuario regresa de un estado de “dormant”. Una sesión de datos está en estado de “dormant” si no tiene un canal dedicado o usado por el móvil. La transición de “dormant” a active puede ocurrir por que un móvil o una red solicita el intercambio de datos.

Esta transmisión está dibujada en la siguiente figura II.15. El teléfono puede entrar y salir del estado activo muchas veces durante una sesión de paquetes de datos debajo de la misma conexión lógica PPP

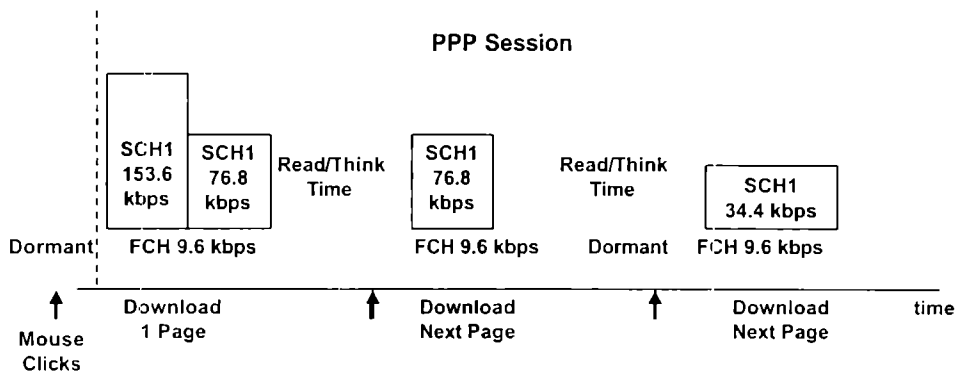


Figura II. 15 Asignación de y liberación de múltiples canales de tráfico con la misma sesión PPP.

II.8.1 “Forward SCH assignment”

Una asignación hacia delante de ráfagas suplementarias indicada como parte de un mensaje de asignación de canal suplementario extendido (ESCAM) especifica el tiempo de comienzo, la velocidad de datos y la duración de la transmisión. El ESCAM también define el código del canal que este es Walsh o índice QOF y el grupo activo para el canal designado identificado por FOR_SCH_ID. La duración de la asignación del canal suplementario está especificada por los parámetros FOR_SCH_DURATION. Donde el valor de la duración “1111” indica duración infinita, y “0000” indica que el móvil debe de tener el procesamiento del canal suplementario hacia delante.

El sistema define un mínimo y un máximo de tiempo de transmisión en el SCH note que aunque en principio el SCH es el sistema preferido de canales para paquetes de transmisión de datos, para un paquete de tamaño pequeño será mas eficiente en manejar el tráfico en un canal de baja velocidad FCH/DCCH.

Un móvil puede recibir una nueva asignación suplementaria mientras procesa el FSCH de su última asignación. El tiempo comienza en el segundo antes o después de la primera asignación. De cualquier forma la nueva asignación sobrescribe la asignación previa.

Si la nueva asignación comienza después de que termine la asignación previa el resultado será borrado. Hay dos escenarios en el cual el teléfono recibe una nueva asignación suplementaria antes de que termine la primera asignación.

Estos escenarios son mostrados en la siguiente figura II.16:

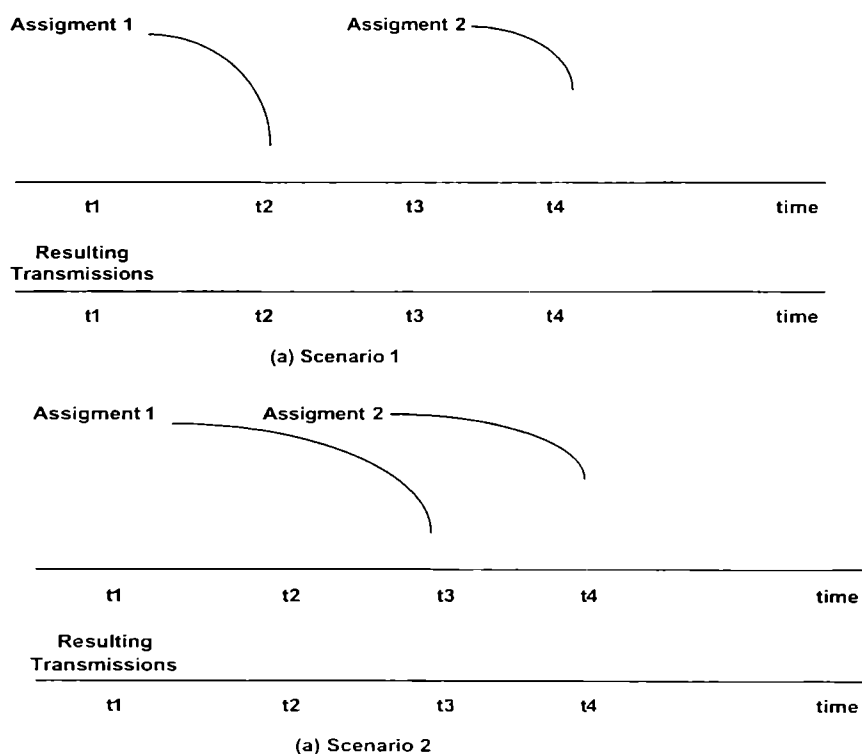


Figura II.16 Un nuevo F-FCH debe ser asignado mientras el previo esta en uso.

- Escenario 1: La asignación dos comienza después del tiempo de comienzo pero antes del término de la asignación 1. Esto es cuando el móvil ha comenzado el procesamiento de un F-SCH de acuerdo con la asignación uno. En este caso la asignación dos toma efecto inmediatamente y la asignación uno es ignorada después.

- Escenario 2: Una asignación 2 comienza antes de que el teléfono comience el procesamiento del canal suplementario de acuerdo a la asignación uno. En este caso la segunda asignación simplemente reemplaza la primera asignación.

La transmisión F-SCH puede continuar más allá de la duración inicial asignada sin más datos son bufereados y si los recursos están seguramente disponibles. Como sea, el número de continuaciones consecutivas puede ser limitado para prevenir que uno o algunos pocos usuarios monopolicen los recursos del sistema por un largo período de tiempo.

En general la asignación del FCH/DCCH (para llamadas de datos y de voz) toma preferencia sobre la asignación de canales suplementarios. De ahí que si los recursos necesarios para comenzar un FCH/DCCH no están disponibles por que ya están siendo utilizados por SCH existentes. El sistema puede terminar la transmisión en el SCH antes de liberar sus recursos a los FCH/DCCH entrantes.

Normalmente la transmisión de datos en el F-SCH es terminada cuando el tiempo de transmisión asignada al móvil es completado.

La transmisión en el F-SCH puede como sea ser terminada por que la potencia en la radio base es sobrepasada o por un incremento de la interferencia o por que no hay un recurso de la radio base para continuar la llamada en un "soft handoff". En este caso la radio base puede ordenar al móvil detener el procesamiento del FCCH asignando. Alternativamente y basado en la reevaluación de recursos disponibles al tiempo de la terminación la radio base puede asignar un nuevo F-SCH con menor velocidad al móvil. En ambos casos una baja velocidad de conexión en el F-SCH o en DCCH es típicamente mantenida para evitar cualquier interrupción de servicio. La velocidad de transmisión del F-SCH puede subsecuentemente estar incrementado si el sistema determina que una gran cantidad de recursos están disponibles

II.8.2 "Reverse SCH assignment"

En la conexión hacia arriba el móvil solicita por medio de un canal R-SCH enviar un mensaje SCRM en la R-SCH o el R-DCCH. La estación base asigna el R-SCH enviando un mensaje ESCAM en el F-FCH/F-DCCH especificando la velocidad, duración y el comienzo de la ráfaga de datos. La duración de la asignación de la R-SCH puede soportar uno o más de 20 ms frames dependiendo de la cantidad de datos que el buffer del teléfono transmita. Igual que el enlace hacia abajo el sistema define una duración mínima de ráfagas para R-SCH. Cualquier ráfaga de datos menor que el largo mínimo puede ser transmitida en velocidades bajas en el R-FCH en el enlace de subida, el sistema deja al teléfono decidir si envía los datos a través del R-FCH y el R-SCH simultáneamente. En una terminación normal de la transmisión R-SCH el móvil completa la transmisión de datos en su buffer y solicita al R-SCH se libere enviando un mensaje SCRM como sea el R-SCH puede ser terminado por el sistema antes de que el móvil solicite dicha terminación. La pronta terminación de una asignación R-SCH puede estar causada por una aproximación a las condiciones de sobrecarga del enlace de reversa o por la necesidad de liberar recursos de la radio base por ejemplo "Channel elements", el permitir el procesamiento de una nueva llamada o un "handoff". Así también el R-SCH puede estar en un "soft handoff" con muchas radios bases y puede terminar esa sesión para ajustar y típicamente bajar la velocidad de datos de modo que una nueva "handoff leg" lo pueda soportar [LUC-04].

Note que la terminación de un R-SCH no necesariamente significa la interrupción de la conexión o de servicio, ya que las tramas pueden seguir siendo intercambiadas en bajas velocidades por el FCH/DCCII.

II.8.3 Control de admisión y asignación de los canales de tráfico

La asignación de los canales de tráfico en IS2000 confía en el control de admisión basado en la prioridad de las solicitudes de llamadas de voz y datos así como en la administración de los recursos de radio para optimizar y uniformemente utilizar los recursos de la radio base a través de las diferentes frecuencias de portadora.

Los algoritmos para la admisión de llamadas están diseñados para maximizar el número de usuarios simultáneos y proteger el sistema de una sobrecarga.

El sistema define un grupo de umbrales de admisión y distribución de carga para proveer un nivel aceptable de servicio para todos los usuarios existentes y entrantes.

La administración de los recursos de radio está firmemente relacionada al control de admisión por que el control de admisión basado en prioridad no solo aplica a las nuevas llamadas entrantes, también impacta a la asignación de canales y a la reserva de llamadas activas de voz y datos.

En IS2000 el control de admisión de llamadas y el control de recursos depende enormemente de la implementación del sistema; como sea, las siguientes consideraciones están típicamente hechas en la mayoría de los casos.

- Aplicaciones de alta prioridad vs. Baja prioridad: Mientras que en la mayoría de los sistemas la voz tiene una alta prioridad sobre el tráfico de los paquetes de datos, el sistema también puede ser configurado para dar reglas de prioridad alternativa si es deseado. Las reglas de prioridad específicas soportadas por el sistema dependen de la implementación. Por ejemplo cuando la mas alta prioridad esta dada a la voz, una nueva llamada de voz o una solicitud de "handoff" sin recursos disponibles en el sistema inmediatamente solicitara recursos terminando la transmisión de alta velocidad en los SCH o empujando las conexiones activas y existentes de paquetes de baja velocidad al estado de "dormant".
- Balanceo de tráfico entre portadoras. Otro criterio para la admisión de llamadas es el balanceo de tráfico a través de diferentes canales de frecuencia de un sistema multiportadora. El balanceo de carga asegura la justa utilización de los recursos así como la distribución uniforme de la interfaz a través de las portadoras.
- Admisión de llamadas 2G vs. 3G: En IS2000 el control de recursos también necesita diferenciar las distintas generaciones de los móviles y sus capacidades y tomarlas en consideración para la asignación de los canales. En una red anterior donde hay una mezcla de móviles descontinuados y 3G el sistema necesita soportar ambos tipos 2G y 3G para voz y datos. Las radio bases pueden ser configuradas para manejar tráfico 2G y 3G en portadoras separadas o dinámicamente compartir la portadora entre los dos tipos.

De cualquier forma la estrategia para balancear el tráfico 2G y 3G debe ser optimizada para asegurar que mientras cada portadora es justamente utilizada los “handoff” entre frecuencias o entre generación puedan ser ejecutadas.

El algoritmo de reservación específico depende de la implementación y puede ser optimizado basándose en diferentes criterios. Como sea la mayoría de los esquemas de reserva consideran los siguientes factores determinando la velocidad y duración de la transmisión del F-SCH:

- Clase de usuario, clase de aplicación, cantidad de datos buffereados para la transmisión de un móvil.
- Recursos requeridos para una asignación - Potencia fraccional, número de elementos de canal, ancho de los códigos “Walsh”, capacidad “backhaul”.
- Disponibilidad de los recursos actuales basándonos en:
 - La utilización del “forward link power” o la carga en términos del poder total consumido para otras aplicaciones y usuarios.
 - Canales, “backhaul”, funciones “Walsh” y otros recursos disponibles de sistema y hardware.
 - Un margen adicional para asegurar la disponibilidad de recursos para una asignación urgente de llamadas de voz o “handoff”.
 - Políticas de reserva.
 - Estado del “soft handoff”: Si el F-SCH soporta el “soft handoff”. Note que en el “forward link” la alta velocidad y la reserva de F-SCH tiene un grupo activo menor que el FCH y puede solo soportar simples piamas de “handoff”.

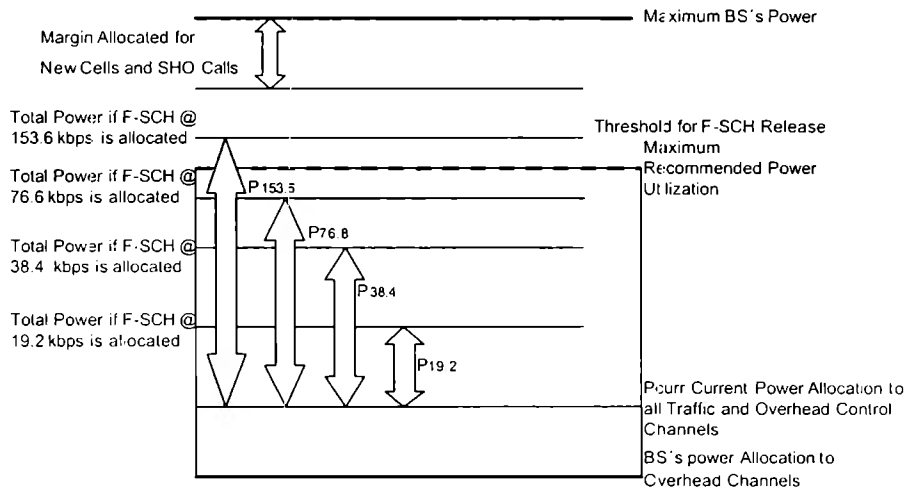


Figura II.17 Determinación de la velocidad de bajada basándose en la potencia.

La figura II.17 muestra esquemáticamente el concepto de la determinación de la velocidad basado en la potencia de la utilización de los recursos. El mismo acercamiento es tomado por otros recursos tales como los códigos "Walsh" y los canales.

En este ejemplo la radio base da mas poder requerido PRI para la asignación de un F-SCH a la velocidad RI, al poder total PCURR actualmente usado por otros canales incluyendo los canales de cabecera para estimar el poder total PPOST usado después de dicha asignación. La estación base debe de asignar el SCH a una velocidad RI si la estimada $PPOST = PRI + PCURR$ no se excede el poder de uso recomendado en la estación base para cada velocidad de datos R uno puede definir un parámetro llamado el factor de potencia PFR como el producto de la velocidad de datos R y es requerido el Eb/No. La más alta velocidad de datos PFRI en el SCH, la potencia más alta PRI requerida por ese canal.

En este ejemplo la estación base se basa en las asignaciones actuales de potencia y los umbrales y puede solamente asignar arriba de 76.8kbps de velocidad al canal F-SCH. La estación base puede asignar la máxima velocidad en el SCH que conozca este criterio o una velocidad menor basándose en sus consideraciones.

La misma evaluación requiere ser hecha en los códigos "Walch", los canales, los recursos de "backhaul" antes de que sea determinada la velocidad factible.

La mas alta velocidad de datos en un F-SCH esta dada en base en los códigos "Walsh" necesitados para el canal y el numero de canales equivalente FCH que ocupa mas específicamente un F-SCH a 19.2, 38.4, 78.6 y 153.6kbps va a tomar 2x, 4x, 8x, 16x códigos de un F-FCH o canal de voz a 9.6kbps.

Desde la perspectiva de los channel elements (CE), en la mayoría de las implementaciones iniciales la transmisión de altas velocidades de datos a través del F-SCH requiere un gran numero de CE y un menor numero de canales de baja velocidad. Por tal motivo es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones.

- Cantidad de datos buffereados para la transmisión por el móvil.
- Un estimado de la ocupación de los canales.
- El máximo poder de transmisión disponible para el R-SCH del móvil.
- Disponibilidad de CE y backhaul en la radio base

II.9 Procesamiento de una llamada en IS2000

Uno de las principales características de cada estándar de interfaz de aire es la estructura de mensaje de capa 2 y capa 3 y el uso de varios canales de control.

En un modo normal de operación un móvil IS2000 debe ocupar uno de los siguientes estados:

- Estado de inicialización del móvil.
- Estado disponible.
- Estado de acceso al sistema.
- Estado de control y asignación de canal de tráfico

Después de prender el teléfono el móvil primero entra al estado de inicialización donde se selecciona y se adquiere el sistema servidor. Posteriormente el móvil entra al estado de disponible, en ese estado el móvil monitorea los mensajes en los canales de control de paging y forward.

Cualquiera de los siguientes tres eventos causara que el móvil cambie su estado disponible al de acceso al sistema.

- El móvil recibe un mensaje de paging que requiere de reconocimiento o respuesta.
- El móvil origina una llamada.
- El móvil ejecuta una registración.

En el estado de acceso, el móvil envía un mensaje a la radio base en el canal de acceso. Cuando el móvil es direccionado al canal de tráfico este entra al estado de control del canal de tráfico, donde se comunica con la radio base en los canales "forward or reverse". Cuando la llamada termina el móvil regresa al estado de inicialización.

II.9.1 Estado de inicialización del móvil

En el estado de inicialización, el móvil primero selecciona un sistema. Si el sistema seleccionado es un sistema CDMA el móvil procede a tomar el piloto y después la sincronización del sistema.

Si el sistema seleccionado es un sistema analógico el móvil comienza la operación en el modo analógico.

El estado de inicialización del móvil consiste de cuatro sub estados:

- "System determination substate": Selecciona que sistema usar - Todos los teléfonos celulares CDMA tienen un modo dual de modo que pueda decidir si operar en CDMA o en analógico. Si el teléfono es un móvil multi-banda capaz de operar en diferentes bandas de frecuencia, este va a elegir el mejor sistema servidor basándose en las preferencias de Roaming. Dependiendo de las indicaciones que se tomen al entrar al sistema el móvil va requerir ajustar algunos parámetros antes de entrar al siguiente sub estado.
- "Pilot channel acquisition substate": Adquiere el canal piloto del sistema CDMA - En este sub estado el móvil intenta tomar el canal piloto del sistema CDMA seleccionado.
- "Sync channel acquisition substate". Obtiene la configuración del sistema y la información de tiempo - Si se recibe un mensaje de sincronía válido el móvil leerá y guardará todos los parámetros que están definidos, algunos de estos parámetros son:
 - El "system identification" (SID) y el "network identification" (NIT).

- Información de tiempo:
 - Tiempo del sistema.
 - Secuencia del piloto PN y el “log code state”.
- “Timing change substate”: Involucra la sincronización con el sistema CDMA seleccionado - En este sub estado el móvil sincroniza su código de temporización largo y el tiempo del sistema usando el pilot PN, el LC “state” y el “sys time”.

II.9.2 Estado disponible del móvil

En este estado el móvil monitorea el canal “forward” y también puede monitorear el “quick paging channel” si lo soporta. Mientras monitorea este canal el móvil puede recibir mensajes directos o de cabecera y también puede recibir o iniciar llamadas. El móvil también puede iniciar una registración.

Mientras el móvil esta en el estado disponible ejecuta los siguientes procesos:

- Monitoring forward common and broadcast channel
 - “Paging channel monitoring”
 - “Forward common control channel monitoring”
 - “Primary Broadcast control channel monitoring”
 - “Quick paging channel monitoring”
- Registración.
- Operación de originación.
- Procesamiento de mensajes y órdenes.
- Transmisión de mensajes de operación.
- Power Down
- Cancelación de la operación.
- Procedimientos de “handoff”.

II.9.2.1 “Monitoring forward common and broadcast channel”

Cuando el móvil entra al estado de disponible, ajusta los valores del canal de código, la velocidad de datos y la velocidad de códigos para el canal de control de transmisión primaria (primary broadcast control channel) si esta soportado, de lo contrario ajusta los valores del canal de código y la velocidad de datos para el canal de “paging”. El móvil también determina si va a usar el “Slotted mode” o el modo de transmisión de diversidad.

Una vez que estos parámetros están ajustados, el teléfono comienza el proceso de supervisión del canal común.

La supervisión correcta del “forward common channel” esta administrada por un temporizador. El móvil ejecuta las siguientes acciones:

- Inicia un reloj (T30) si este comienza a monitorear el F-PCCH o el F-CCCH/F-BCCH.

- Resetea el reloj si este recibe un mensaje de estos canales.
- Deshabilita el reloj cuando no esta monitoreando estos canales.

Un móvil que esta monitoreando el F-PCH o el F-CCCH/F-BCCH solo lo hace por ciertos momentos o ciertos “slots”, durante el momento en que no esta siendo monitoreado por el canal de “paging” o por el “forward common control channel”, el teléfono no monitorea nada con el fin de ahorrar el tiempo de vida de la batería y el uso de los recursos de la radio base.

El “Broadcast control channel” esta dividido en 40-, 80-, o 160-ms de “slot” llamados “broadcast control channel slots”. El primer “broadcast control channel” es usado para mensajes de control. Este primario “broadcast control channel” va a operar con el “forward common control channel” con o sin el “quick paging channel”.

Después de que un móvil adquiere y sincroniza con la radio base que soporta el “broadcast control channel” primario (BCCH), el móvil monitorea el BCCH primario para recibir información. Una vez que el móvil ha recibido la actualización de la información del BCCH primario, el móvil comenzara a monitorear el “forward common control channel” o el “quick paging channel” si este lo soporta.

Mientras monitorea el BCCH primario el móvil determina que el CONFIG_MSG_SQ a cambiado, y debe monitorear nuevamente el “broadcast control channel” para recibir nuevos mensajes.

El “paging channel” y el “forward common control channel” esta dividido en 80-ms “slots” llamados F-PCH “slots” y F-CCCH “slots” respectivamente. Los protocolos F-PCH y el F-CCCH proveen mensaje de transmisión reservados para móviles específicos en ciertos “slots” asignados.

Un móvil operando en el modo “slot” generalmente monitorea el canal de “paging” por uno o por dos “slots” por “slot cycle”, pero este puede opcionalmente monitorear “slots” adicionales para recibir un mensaje broadcast.

El mínimo ancho del “slot cycle” es 1.28s, consistiendo 16 “slots” de 8ms cada uno. Por lo tanto cualquier “slot cycle” T es medido en unidades de 1.28s, dados por $T=2 \text{ “slot cycle index”}$ y hay 16 por T “slots en un slot cycle”.

II.9.2.2 Monitoreando los mensajes “broadcast” en el F-PCH

El F-PCH puede ser usado para enviar mensajes de “broadcast” o búsquedas “broadcast”. Un mensaje “broadcast” es un mensaje ráfaga que tiene un tipo de dirección “broadcast”, mientras que una búsqueda “broadcast” es un registro con un mensaje de búsqueda general que tiene un tipo de dirección “broadcast”.

El protocolo de canal de “paging” provee de dos métodos para la transmisión de mensajes “broadcast”.

- “Multislot broadcast message transmisión”: En este método un mensaje “broadcast” es enviado con un número suficiente de “slots” asignados tales que pueden ser recibidos por todos los móviles que estén operando en el modo “slot”.
- “Periodic Broadcast paging”. En este método el móvil está configurado para monitorear mensajes del “broadcast” en un “slot” específico.

II.9.2.3 Monitoreando los mensajes de “broadcast” en el F-BCCH y F-CCCH

El protocolo del “broadcast control channel-forward common control channel” permite a los móviles operar en el “modo slot” o en el modo no “slot” para recibir mensajes de “broadcast”.

El mensaje de “broadcast” es un mensaje de datos que tiene un tipo de dirección “Broadcast”. Una búsqueda mejorada broadcast es un registro con un mensaje de búsqueda general o un mensaje de búsqueda universal que tiene un tipo de direcciones broadcast e incluye información de mensajes de reserva.

Igual que el protocolo de canal de “paging” el “broadcast control channel” tiene dos métodos de transmisión del mensaje “broadcast”.

- “Multislot broadcast message transmission”: De acuerdo con este método una búsqueda “broadcast” mejorada es enviada a un número suficiente de “slots” asignados en el F-CCCH para que así pueda ser recibido por todos los móviles operando en el modo “slot”.
- “Periodic Broadcast Paging”: En este método la radio base transmite una búsqueda “broadcast” mejorada en un “slot” asignado F-CCCH o en un “slot broadcast” para informar al móvil que un mensaje “broadcast” va a ser transmitido en un “slot” específico del “broadcast control channel”.

La búsqueda de “broadcast” mejorada identifica al “broadcast control channel” y el “slot” que el móvil debe monitorear para recibir el mensaje broadcast.

II.9.2.4 Monitoreando el “quick paging channel”

El “quick paging channel” (QPCH) es usado por la radio base para rápidamente y eficientemente notificar al móvil acerca de un cambio en la configuración. El móvil puede ahorrar batería por que solo monitorean un solo bit en el QPCH y ellos comienzan a monitorear el canal de “paging” normal solo si el bit correspondiente está prendido. La cantidad de batería ahorrada por el móvil depende del número de búsquedas enviadas en el sector, el número de búsquedas enviadas en el sector, el número de QPCH y su velocidad.

El QPCH es usado para la transmisión de indicadores de “paging”, indicadores en el cambio de la configuración e indicadores de broadcast para “slots” específicos.

El móvil es informado a través de mensajes de parámetros en el sistema acerca de la existencia de un número de QPCH en el sector. Por que hay un número fijo de indicadores de “paging” en los QPCH, los indicadores son compartidos por grupos de móviles. Los indicadores de “paging” son asignados a los móviles en su algoritmo de “hashing”.

Cuando un móvil es buscado cada móvil con el mismo indicador de “paging” asignado también despierta para monitorear el mensaje de “paging” en el canal de “paging”.

El QPCH está dividido en 80 ms “slots” llamados QPCH “slots”. Cada QPCH consiste de indicadores varios simples que pueden ser detectados con muy poco procesamiento para reducir el consumo de batería durante el estado disponible.

Dos indicadores de “paging” son transmitidos en cada “slot” QPCH para direccionar el móvil al “paging channel” o al F-CCCH. Un estándar “hashing” es usado para determinar la posición del móvil asignando indicadores de “paging” con el “slot” QPCH asignado. Para dar algún tiempo de diversidad el algoritmo “hashing” es ideado de tal forma que los dos indicadores de un “paging” estén separados en tiempo.

11.9.2.5 Respuesta a la información de encabezado

Un móvil en su estado disponible debe siempre monitorear el canal “broadcast” o “paging” para leer y actualizar su configuración guardada y sus parámetros de acceso. Los mensajes de cabecera incluyen parámetros de acceso y mensajes de configuración.

Los mensajes de cabecera en el canal de control “broadcast” primario son:

- “Enhanced Access Parameters Message”
- “ANSI-41 system parameters message”
- “MS-RR parameters message”
- “Universal neighbor list message”
- “Private neighbor list message”
- “Extended CDMA channel list message”
- “Extended global service redirection message”
- “User zone identification message”
- “ANSI-41 rand message”

Los mensajes de cabecera en el canal de “paging” son:

- “Access parameter message”
- “System parameter message”
- “Extended system parameters message”
- “Neighbor list message”
- “Extended Neighbor list message”
- “General Neighbor list message”
- “Private Neighbor list message”
- “CDMA channel list message”
- “Extended CDMA channel list message”
- “Global service redirection message”
- “Extended service redirection message”
- “User zone identification message”

II.9.3 Estado de acceso al sistema

En el estado de acceso al sistema el móvil monitorea el F-PCH o el F-CCCH para cualquier actualización en el mensaje de cabecera y este puede transmitir o responder mensajes a la radio base por el canal de acceso.

El estado de acceso al sistema consiste de muchos sub estados:

- “Update overhead information substate”: El móvil debe actualizar sus parámetros de acceso al sistema incluyendo su lista de vecinos.
- “Origination Attempt substate”: En este sub estado el móvil envía un mensaje de origen a la radio base usando los procedimientos de acceso.
- “Registration access Substate”: El móvil envía un mensaje de registración a la radio base. El móvil entra a ese estado solo si no se ha registrado en la red, por ejemplo cuando el teléfono es encendido por el usuario.
- “Page Response Substate”: En este estado el móvil envía un mensaje de respuesta en respuesta a una búsqueda enviada desde la radio base.
- “Mobile Station Order/Message response substate”: en ese sub estado el móvil envía una respuesta de reconocimiento al mensaje recibido desde la radio base usando los procedimientos de acceso. Por ejemplo, el móvil puede enviar la respuesta de autenticación en respuesta a un reto enviado por la radio base de autenticación.
- “Mobile station message transmission substate”: En este sub estado el móvil envía un mensaje de datos o un mensaje del dispositivo hacia la radio base.
- “PACA cancel substate”: PACA (Priority access channel assignment) es un servicio en la cual la prioridad esta dada por la originación del móvil. El móvil envía un mensaje PACA a la estación base. Una vez que el móvil recibe la confirmación de cualquier mensaje enviado en el estado de acceso este envía una respuesta y pone al móvil en el estado disponible.

II.9.3.1 Registración

Otra importante parte del procesamiento de la llamada es la registración del móvil.

La registración es el proceso por el medio del cual el móvil notifica a la radio base su localización, su estatus, su identificación, “slot cycle” y otras características.

La información provista a través del proceso de registración es usada por la radio base para optimizar la búsqueda del móvil cuando recibe una llamada. Por operación en el modo “slot” el móvil provee el parámetro “SLOT_CYCLE_INDEX” de modo que la radio base pueda determinar que “slots” el móvil esta monitoreando. El móvil proporciona la clase de estación y el numero de protocolo de modo que la radio base sepa la capacidad del móvil.

La siguiente tabla II.1 muestra las revisiones de protocolo de los móviles arriba del "Release A".

MOB_P_REV	Standard Rev.
<i>MOB_P_REV 1</i>	J-STD-008, 1.8 to 1.9 GHz
<i>MOB_P_REV 3</i>	IS95 A, 800 MHz
<i>MOB_P_REV 4,5</i>	TIA/EIA-95B
<i>MOB_P_REV 6</i>	Cdma2000, Rev. 0 (1x RTT)
<i>MOB_P_REV 7</i>	Cdma2000, Rev A

Tabla II.1 CDMA Mobile Protocol Revisions.

La especificación IS2000A soporta 11 diferentes formas de registración:

- "Power-up Registration": Cuando el MS se enciende selecciona el uso de diferentes bloques de frecuencia, diferentes clases de banda, o un modo de operación alternativo como puede ser el sistema analógica
- "Power-down Registration": Cuando el MS se apaga si esta previamente registrado en el sistema.
- "Timer-base registration": Cuando un tiempo predeterminado expira.
- "Distance Based Registration": Cuando la distancia entre la BS actual y la BS en la cual el MS excedió el umbral del ultimo registro.
- "Zone-Based Registration": Cuando el MS entra en una nueva zona.
- "Parameter change Registration": cuando algunos de los parámetros guardados en el móvil cambian o cuando este entra en un nuevo sistema.
- "Ordered registration": el cual es iniciado por el BS a través de un mensaje.
- "Implicit Registration": Cuando el MS exitosamente envía un mensaje de originación, un mensaje de reconexión o un mensaje de respuesta de búsqueda "Page response". En estos casos la radio base puede inferir en la localización del móvil y esto esta considerado como una registración implícita. Ese tipo de registraciones no envuelven el intercambio de ningún mensaje de registración entre la BS y el MS.
- Registración del canal de tráfico: siempre que la BS tiene información de registración del MS que ha sido asignada a un canal de tráfico, la BS puede notificar al MS que esta registrado.
- "User zone registration": Cuando en MS se registra seleccionando a una zona de usuario activo.

- “Encryption/Message Integrity Re-sync required registration”: El MS se registra cuando una nueva encriptación extendida es encendida o cuando el mensaje de integridad es soportado y el MS determina que no puede descifrar o validar algunos mensajes de la BS.

Las primeras cinco formas de registración son llamadas “autonomous registration”. El “autonomous registration” y los cambios de parámetro de registración puede ser habilitado o deshabilitados y sus parámetros pueden ser comunicados en los parámetros del sistema en el canal de “paging” o en los parámetros del sistema ANSI-41. La radio base también puede obtener información de registración enviando el mensaje de estatus “request” al móvil. El móvil puede ser notificado que esta registrado a través del mensaje móvil registrado.

II.10 Resumen de las mejoras de IS-95 a 3G-1X.

CDMA2000 fue introducido como 1x (1.25 MHz), designado 3G-1X, y permite manejar voz y datos en la misma portadora. La mejora de CDMA 2000 es que trajo consigo un buen número de mejoras en la interfaz de aire sobre IS-95 para incrementar la capacidad, velocidad de datos, y la calidad de la transmisión mientras mantiene la misma portadora de IS-95 1.25 MHz. Las mejoras en 3G 1X sobre IS-95 son las siguientes:

II.10.1 “Uplink pilot channel”

Las altas velocidades de datos son logradas a través del uso del canal piloto (uplink). IS-95 emplea una técnica de detección, en la cual la celda determina la referencia de fase de la señal del móvil. En 3G-1X, el móvil envía una señal al piloto para indicar la referencia de fase a la radio base. Esta es referida como una desmodulación coherente o una detección coherente, ya que la radio base usa el tiempo del “uplink pilot channel” para remodular la señal de tráfico

Como resultado el “uplink traffic channel” puede ser transmitido con un nivel de potencia bajo, obteniendo menos interferencia, permitiendo incrementar la capacidad y la velocidad de datos.

El “uplink pilot channel” provee un ahorro significativo de la potencia arriba de 3 dB. Esto significa que el canal piloto permite a los teléfonos 3G transmitir al doble de la velocidad de datos, con el mismo nivel de potencia. Por decirlo de otra manera un móvil 3G puede transmitir a la misma velocidad con la mitad de la potencia.

II.10.2 Turbo codificador

La tecnología IS-95 usa un codificador de convolución $K = 9$ para realizar la corrección de errores (FEC). El FEC es una técnica usada para reducir el mínimo de señal recibida al nivel de interferencia, conocido como nivel Eb/No, requerido para asegurar la calidad de la recepción. Esto es realizado en un codificador de convolución añadiendo redundancia en la trama de bits de datos transmitida.

La interrelación de cada bit con los bits anteriores en la trama de datos provee una redundancia para el decodificador receptor, obteniendo la habilidad de recobrar datos entrantes cuando algunos bits están corruptos. La recuperación de bits será validada tan pronto como la transmisión de errores sea restringida a algunos o pocos bits por tiempo.

La tecnología 3G introduce un turbo codificador que puede ser usado como la mitad, la tercera o la cuarta la velocidad de codificación. En promedio un "turbo coder" efectivamente reduce el mínimo requerido de Eb/No por 1dB a 2dB. Sin un "turbo coder", la complejidad exponencial de un K=10 coder, la cual requiere una velocidad de 4 a 5 coders. Esta complejidad del diseño es minimizada con un turbo codificador.

En 1xEV-DO, el turbo codificador funciona en tercer y quinto nivel en el enlace de avance, y en medio y cuarto nivel en el enlace de reversa.

Un turbo codificador consiste en dos codificadores K = 4 con circunvolución en medio tarifa y un "turbo interleaver", según las indicaciones de la figura 1.

Cada bit de información se envía a través del turbo codificador sin cambiar para convertirse en el símbolo de salida de código (Turbo Código). El bit de información también es codificado por el codificador K = 4 en media tarifa, produciendo 2 bits de símbolo en las líneas A y B. El codificador K=4 media tarifa no es tan complejo como el codificador K = 9 y su salida es una función de los tres bits anteriores, además, los bits de información de entrada son revueltos por el "turbo interleaver" y son cifrados por el codificador "interleaver" K = 4 en media tarifa, produciendo 2 bits de símbolo en las líneas C y D.

La selección del tipo del codificador se implementa con el control de la puntura. Cuando se selecciona el tipo de codificación en media tarifa, el control de la puntura inhibe el flujo de bits en las líneas B, C, y la D. Así, el turbo codificador genera solamente dos bits cifrados de símbolo: los bits originales de la instrucción y los bits en la línea A. Cuando se requiere codificar en tercera tarifa, Los 2 bits de salida de símbolo de el codificador K = 4 en media tarifa se permite junto con la información original. Cuando se requiere codificar en cuarta tarifa, además, de los 2 bits de salida de símbolo de el codificador K = 4 en media tarifa y la información original se incluye también el flujo de bits en la línea C.

II.10.3 "Forward power control"

Otra diferencia entre IS-95 y 3G -1X es la implementación del Forward Power Control. El cual permite incrementar o reducir la señal de potencia como una función del nivel de señal recibida en la radio base. En IS-95, el móvil envía una solicitud de control de potencia a la radio base a través del canal de tráfico cada 20 ms, o 50 veces en 1 segundo. En 3G-1X, el móvil envía una solicitud de control de potencia cada 1.25 ms, o 800 veces en un segundo, a través del reverse pilot channel.

II.10.4 Los canales suplementarios

Los canales Suplementarios fueron introducidos en 3G – 1X para la transmisión de datos a alta velocidad, como Internet o aplicaciones multimedia [LUC-03].

Los canales manejan únicamente datos y los mensajes deben de ser enviados a través del canal fundamental o el canal de control. Un canal fundamental es usado como un canal de tráfico en IS-95, además de dar control de los datos a los canales suplementarios. Los canales fundamentales son primeramente usados para manejar tráfico de voz.

II.11. Conclusiones

La evolución de una red hacia las nuevas tecnologías siempre significa una inversión de capital para los operadores de telefonía celular, sin embargo son necesarios para poder mantenerse en vanguardia en cuanto a los servicios que estas ofreciendo y se pueden llegar ofrecer en un futuro. Los conceptos que se mencionan en este Capítulo son necesarios para que aplicaciones como PTT y otras por citar un ejemplo java, brew, MMS, "location" puedan ser desarrolladas e implementadas en una red de 3G.

Muchos de estos conceptos son desarrollados de acuerdo a las especificaciones de estándares internacionales y otros son implementados de acuerdo a las necesidades del mercado.

PTT como tal utiliza estos procesos ya establecidos y el equipamiento que se tiene dentro de una red de 3G para su implementación, por lo que las compañías que decidan instalar este producto solamente se deben de preocupar por optimizar y agregar equipamiento a la red ya existente, es decir se deben de utilizar y compartir estos recursos ya establecidos con PTT.

Capítulo III

Consolidación de “Push to Talk” (PTT) en una red Celular

III.1 Introducción

“Push to Talk” (PTT) en su siglas en ingles, es una solución basada en voz sobre voz sobre IP (VoIP). Debido a que PTT funciona sobre datos debe de implementarse en una red 3G.

La funcionalidad primaria de PTT es la de proveer un servicio semejante al de radio de una sola vía, es decir que un solo cliente tenga el control de la llamada en el tiempo. Pero también como elemento agregado es posible realizar llamadas de PTT de un usuario a un grupo de usuarios [DYN-03].

Para poder realizar esto la estructura de la llamada usa los protocolos “User Datagram Protocol” (UDP)/ “Real Time Protocol (RTP)” para su transmisión y para el mantenimiento/aprovisionamiento de los grupos se utiliza HTTP.

Para que el usuario pueda tener servicio de PTT se tienen que considerar factores que van desde la capacidad de los teléfonos para procesar mensajes “Session Initiation Protocol” (SIP)/RTP hasta componentes mas complejos que realicen las funciones de control.

Los componentes que conforman la solución de PTT que viven en la red de 3G son los siguientes:

- “Service Agent” (SA) [DYN-03].
- “PTT Application Server” (PTT AS) [MOT-04].
- Sistemas de Aprovisionamiento.

Los componentes SA y PTT AS han sido desarrollados bajo esquemas de implementación e investigación nuevos. Que viene a significar que no existe un estándar formal para el desarrollo del producto. Sin embargo, haciendo uso de protocolos de señalización y construyendo plataformas que soporten estos mecanismos de comunicación se puede resolver y/o generar una base de “software” y equipamiento necesario para que aplicaciones como PTT e IM puedan vivir en una red celular.

Ya en capítulos anteriores se ha expuesto el material necesario para que una red 3G pueda soportar nuevos esquemas de señalización y comunicación relativos al tema.

En las siguientes paginas encontraremos la descripción de los elementos que son el core de la red PTT, con excepción de la parte relacionada con el aprovisionamiento de usuarios.

Es importante remarcar que el diseño de cada elemento se basa en configuraciones estándar de “software” y “hardware”, por lo que puede ser implementado rápidamente y eficazmente utilizando componentes que ya existen en el mercado.

El PTT AS no se adapta a este concepto, ya que es un elemento muy complejo que involucra controles estrictos y procesos de gestión que van más allá de la aplicación PTT, donde el propietario es Motorola. Sin embargo la intención de este documento no es la de generar nuevas versiones del software de Motorola, sino la de mostrar como es que el aplicativo puede ser implementado utilizando componentes de varios vendors.

III.2 “PTT Application Server” (AS) [MOT-04]

En esta sección se demarcara las funciones necesarias que debe de proveer del PTT AS.

III.2.1 “Call Session management”

El servidor de aplicaciones PTT AS tendrá la responsabilidad de manejar las sesiones de llamadas (Call Session Management). Este deberá de soportar la señalización para el establecimiento de las llamadas de PTT y el control de la llamada usando RFC3261, SIP and RTP. SIP es una aplicación de control en capas, para crear, modificar y terminar sesiones con uno o más participantes. Es una capa de transporte independiente. En PTT, UDP/IP será utilizado para el transporte de los mensajes SIP; RTP es usado para el “Floor-Control” RFC1889.

III.2.2 Funciones del PTT AS

El PTT AS debe de proveer las siguientes funciones:

- Debe de soportar SIP– Compatible con SIP 1.0 RFC 3261.
- Mensajes basados en SIP enviados desde clientes (Móvil) - Soportar mensajes SIP que puedan interactuar con clientes de software dentro de los móviles. Soportar y procesar mensajes SIP originados en un cliente para iniciar una sesión PTT. Generar nuevos mensajes SIP para solicitar que otro cliente participe en la sesión PTT. Soportar y procesar respuestas a requerimientos para unirse a una sesión PTT. Soportar comandos SIP para permitir que un usuario pueda abandonar una sesión PTT.
- Presentar en pantalla el MDN (Mobile Directory Number) que origina la llamada.
- “Floor-Control” – El participante con el “Floor-Control” puede hablar y ningún otro participante lo puede interrumpir. “Floor-Control” se obtiene cuando se presiona el botón de PTT y se libera al soltar el botón RTP se usa con este propósito.
- Presentar en pantalla quien tiene el “Floor-Control” – Todos los participantes en una conversación deben de conocer que usuario tiene el control de la llamada. Debe de proveer alarmas con luz, sonido en pantalla cada vez que el “Floor-Control” cambie.
- Terminación de la llamada – Cada participante puede abandonar la sesión cuando este así lo decida.

- Terminación de la sesión – Una sesión de PTT puede ser terminada por lapsos de tiempo sin actividad. Este parámetro también debe ser configurable.
- Límites de participantes – El número de grupos y número de miembros debe de ser limitado por el proveedor de servicios.
- Directorio de participantes.

EL PTT AS direcciona al PTT SA para invitar a otros participantes en una sesión usando SIP. RTP es usado para transportar la voz.

El Protocolo SIP fue diseñado como una parte de la IETF para el manejo de multimedia y arquitectura de control para soportar cinco facetas de establecimiento y terminación de comunicaciones.

- Localización de Usuarios – Determinación del sistema final usado para la comunicación.
- Servicio – Determinación de los parámetros de media a usarse.
- Disponibilidad de usuario.
- Call-Setup (CST) – Establecimiento de los parámetros de llamada para el originador y terminación durante la sesión inicial, antes del intercambio de paquetes de voz.
- Manejo de Llamada – Incluye terminación y intercambio de paquetes.

Un usuario PTT puede ser capaz de hablar con un participante o un grupo de participantes.

1. MDN o MDN's.
2. Predefinidas lista de grupos o códigos cortos para un grupo. El teléfono enviara el nombre de la lista o grupo hacia la red en el formato NAI o equivalente.

El usuario puede seleccionar un nombre predefinido (p.e Enrique PTT) o un código corto (p.e 5364) para esta persona. El teléfono PTT deberá de buscar el código o nombre dentro de su libreta de contactos local y enviar el MDN asociado hacia el SA.

El móvil que origina usara el método SIP INVITE con el header "TO" para indicar si la llamada será identificada con el MDN o nombre predefinido, nombre corto o código.

Un paquete de datos 3G (PTT) esta basado en NAI (NAI se usa cuando un MS (Mobile Station) realiza una registracion por IP y CST). El SA (NRS) creara un mapa entre el MDN y el NAI para que de este modo la IP del móvil pueda ser obtenida a través de mensajes de ruteo. Un NAI especifico y único debe de ser usado para cada usuario PTT.

III.2.3 Enrutamiento de Peticiones

El cliente SIP en el móvil tendrá la IP de su "Home SA" (determinado por los sistemas de aprovisionamiento). El cliente usará la dirección del SA para realizar el inicio de una llamada PTT.

Las tablas de ruteo en el HA deberán de poder rutear los datagramas IP basados en el destino del mensaje IP.

Las rutas de los mensajes RTP se manejan de la siguiente forma:

1. El SIP INVITE enviado desde el cliente en el móvil hacia el PTT AS (vía SA) que origina una llamada PTT debe de contener el SDP (dirección IP, puerto de entrada y formato esperado de media).
2. El PTT "Application Server Media Resource Function (MRF)" enviará el SDP de vuelta hacia el móvil en el mensaje SIP 200 OK (En respuesta al mensaje INVITE del móvil).
3. El "PTT Application Server" incluirá su información SDP en cada mensaje siguiente SIP INVITE enviado vía el SA a cada móvil participante.
4. Cada participante SIP deberá de responder con un 200 OK incluyendo su propio SDP para la interacción MRF. El móvil destino y el PTT AS MRF pueden ahora transmitir datos RTP usando la información SDP de cada uno.

Una vez que la llamada PTT esta en progreso el "Floor-Control" es liberado y ganado usando un encabezado RTP.

En la Figura III.1 se muestra las dos funcionalidades básicas del PTT AS y su interacción con la solución de PTT. (Resaltados en azul).

PTT Application High Level Architecture

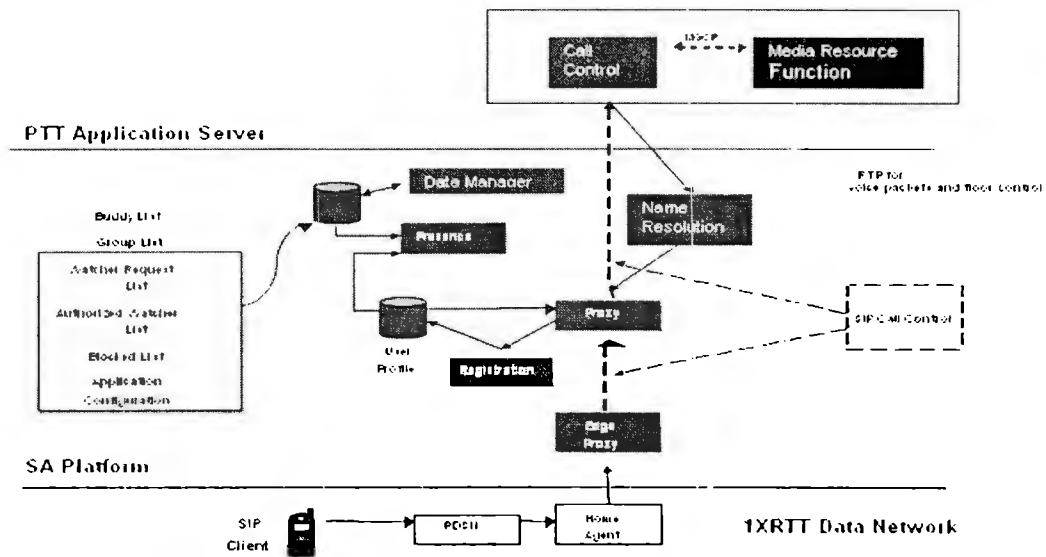


Figura III.1 Componentes de l PTT AS primarios y su interacción con PTT.

III.2.4 SIP métodos de protocolos de iniciación de sesión

El PTT AS debe de soportar los siguientes 6 métodos SIP:

- Invite – Invitar a un usuario a una llamada y establecer una nueva conexión. Enviar el Caller-ID.
- ACK – Usado para facilitar el intercambio de mensajes de invitación.
- OPTIONS – Solicitar información sobre las capacidades SIP de los servers. El PTT AS usará esta opción para revisar el estatus de los SPP del SA.
- BYE – Terminar la conexión entre los usuarios o negar el servicio.
- CANCEL – Terminar una solicitud para la búsqueda de un usuario.

El código Status SIP es un entero de 3 dígitos con el que se puede identificar las salidas y entradas, para poder entender los estatus en los requerimientos en mensajes. El PTT AS soporta el siguiente código:

- 1xx: Information – Recepción de requerimientos, continuación del procesamiento del requerimiento.
- 2xx: Success – La acción fue exitosa, es decir recibida, aceptada e interpretada.
- 3xx: Redirection – Otras acciones deben de ser tomadas para completar el requerimiento.

- 4xx: Client Error – La sintaxis del requerimiento es incorrecto o no puede ser interpretado.
- 5xx: Server Error – El servidor falló al tratar de completar un mensaje aparentemente válido.
- 6xx: Global Failure – El requerimiento no puede ser interpretado en ningún servidor.

El primer dígito del código-status define el tipo de respuesta. Los otros dos dígitos no se encuentran clasificados.

III.2.5 “Floor Control”

Específicamente el móvil usará el “Bit Marker” en RTP (Observar la Figura III.2 como referencia) para indicar el último paquete de voz y el control del “Floor-Open”. El PTT AS transmitirá los paquetes de voz a los otros participantes y en conjunto ellos podrán conocer el estatus del “Floor-Control”. Si un participante presiona el botón de PTT se le permite hablar inmediatamente. El “Bit Marker” es usado para indicar quién tiene el “Floor-Control” y se envía junto con los paquetes de voz del PTT AS. Para evitar que los paquetes de datos se pierdan, el encabezado de RTP se necesita enviar repetidamente.

Existe una condición en la que muchos usuarios tratan de obtener el “Floor-Control” en un instante de tiempo, sin embargo el primer paquete que reciba el PTT AS es el que va a tener el “Floor-Control”, los otros serán rechazados.

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Ver	P	X	CC					M	PT																				
Timestamp																													
SSRC (Synchronization Source Identifier)																													
CSRC [0..15] (Contributing Source Identifier(s))																													
...																													
Header Extension Type														Length															
Variable Length Header Extension Data (i.e. speaker identification)																													
Media Payload Data (i.e. EVRC)																													

Figura III.2 Encabezado RTP.

El PTT AS tendrá nuevos tiempos de aprovisionamiento, $T_{AS-floor}$, específicos para el servidor, este se inicia al recibir cada paquete desde el móvil que origina y se limpia cada vez que el PTT AS recibe paquetes RTP del usuario que tiene el “Floor-Control”.

Este temporizador idealmente debe de ser ajustado en las expectativas de pérdidas de paquetes y retardos en la red. Si ningún paquete RTP es recibido por el PTT AS después de que el tiempo expire el “Floor-Control” es liberado. (Figura III. 3).

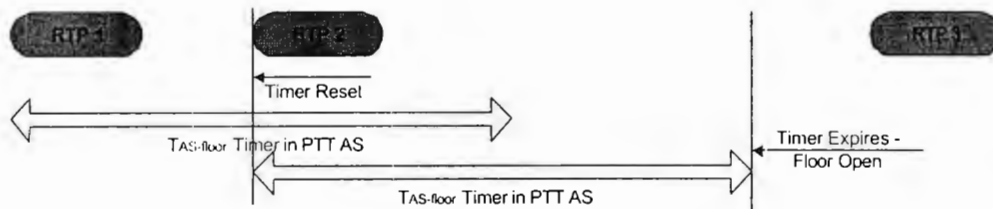


Figura III.3 Temporizadores “Floor-Control”.

La identificación del participante, el MDN deberá de ser enviado en campo extensión del encabezado del RTP.

El PTT AS enviara los siguientes temporizadores y banderas hacia el móvil en el SDP a través del SIP INVITE y SIP 200 OK para controlar la configuración del tiempo en el móvil.

- $T_{HS-floor}$: El móvil considera que el “Floor-Control” esta libre después de expirar este tiempo.
- T_{info} : Determina cuan seguido se envía la voz desde el móvil hasta el PTT AS.
- AST_{call} : EL móvil da por hecho que la llamada es terminada después de expirar este tiempo
- T_{ping} : Este temporizador determina cuando un ping (paquete RTP vacío) necesita ser enviado desde el móvil que origina para evitar que cambie su estatus a “dormant” cuando espera la respuesta del móvil destino.
- F_{deny} : Una bandera indica cuando el móvil deberá de tocar un tono de mensaje de error, se usa cuando el usuario presiona el botón de PTT en el tiempo que otra persona este hablando.

III.2.6 Protocolos en el PTT AS

Una llamada PTT es definida como una llamada “half-duplex”. El “Media Resource Function” asegura que solamente un participante pueda hablar en un instante de tiempo, y los otros participantes solamente tengan que escuchar. Debido a la limitante del ancho de banda provisto por el canal fundamental 9.6kbps 1XRTT para audio, señalización y control de tráfico, el uso de ½ de EVRC (Enhanced Variable Rate Codec) es requerido cuando los PDSN no pueden soportar Header-Compression (Robust Header Compresión – ROHC), si los PDSN soportan esta funcionalidad se puede implementar EVRC normal, también se puede implementar cuando canales dedicados a datos en 1XRTT son provistos.

La funcionalidad de Mobile IP será implementada en el móvil siguiendo el estándar que se usa en IxRTT. La definición en este proyecto es que ambos, tanto el tráfico que se recibe, como el que se envía tienen que pasar por el Home Agent y el EP.

El efecto que esta arquitectura tiene en la ruta de la llamada es que tanto las señales de voz como de señalización de o hacia el móvil tienen que pasar por el HA y EP.

Siguiendo el modelo ISO (Open System Interconnection) para comunicaciones de datos en redes, los diferentes niveles o capas del protocolo con los que interactúa la transmisión de voz y señalización para el tráfico de PTT son los siguientes: (Figura III.4).

SIP	EVRC
	RTP
UDP	
IP	
PPP	
Radio Link Protocol RLP	
CDMA 2000 Air Interface (9.6 kbps)	

Figura III.4 Capas de Protocolo.

III.2.6.1 “CDMA 2000 Air Interface”

La interfaz de aire CDMA 2000 es el medio de transmisión por el que se transportan (Capa física) la señalización y los paquetes de voz. CDMA 2000 puede soportar 9.6Kbps en canales fundamentales. Adicionales canales suplementarios pueden ser multiplexados junto con los canales fundamentales para proveer niveles más altos de transmisión de datos.

III.2.6.2 “Radio Link Protocol (RLP)”

El protocolo “Radio Link Protocol” provee la función para que los paquetes de CDMA sean transportados. La conexión RLP es establecida entre el móvil y el “Packet Control Function”. Cuando el móvil establece la conexión RLP para el servicio de transmisión de los paquetes, este debe de especificar Service Option 33 (para la transmisión de paquetes de datos a través de un PDSN). Para canales fundamentales 9.6kbps, el tipo numero 1 deberá de ser utilizado con “Physical Layer Radio Configuration” 3 (RC 3). 1 “frame” de RLP deberá de ser generado cada 20ms. En cada “frame” RLP habrá 171 bits de datos para un total de datos de salida de 8550 bits por segundo.

RLP soporta 2 modos de operación.

1. El primer modo de operación es conocido como “non-transparent”. El modo “Non-transparent” utiliza el protocolo “Automatic Repeat Request” para retransmitir segmentos de datos que no fueron entregados adecuadamente por la capa física.

2. El modo “Non-transparent” introduce retardos en la presencia de los “frames” de error debido a la retransmisión.
3. “Transparent-Mode” por otro lado no provee retransmisión de errores en los frames con error. Por tal razón este provee la mejor salida sin introducir retardos en la red. Como las llamadas PTT no pueden ser distinguidas de otra sesión de datos de IXRTP estas llamadas deben de estar sujetas al modo “Non-transparent”.

Se entiende que por definición de QoS (Quality of Service) establecidos por el cliente se podrá proveer suficiente prioridad para soportar (real-time) tiempo real en transporte de datos.

- Un paquete perdido RLP resultara en varios paquetes UDP perdidos.
- CDMA radio link tiene un promedio Frame Error Rate (FER) del 2%. Si el “Index Slot Cycle” es 2 puede resultar en 5.12 + de retardo en el “paging” al móvil destino. “Non-slotted mode o Index Slot Cycle” de 0 o 1 podría reducir el retardo en el CST a expensas de una duración muy corta de la batería, debido a la búsqueda que hace el móvil en más time-slots.

III.2.6.2 “Point to Point Protocol (PPP)”

En adición a RLP el protocolo PPP es utilizado para llenar la capa de link. El móvil establece una conexión punto a punto con el PDSN que es el término de la conexión PPP. El punto más importante a considerar en esta capa son los 6 bytes que se tienen que agregar a la carga útil que será puesta dentro de los frames RLP y enviados a través de la interfaz de aire.

III.2.6.3 “Internet Protocol (IP)”

El protocolo Internet provee la capa de transporte de red. IP es usado para entregar los paquetes de datos.

Se considera que el campo que hace referencia al Tipo de Servicio (Type of Service) debe de ser llenado con la prioridad apropiada para proveer de alguna manera eficiencia en la entrega y transporte de los mensajes en la red. IP agrega 20 bytes al encabezado de carga útil.

III.2.6.4 “User Datagram Protocol (UDP)”

UDP es la capa de transporte que provee a otras aplicaciones el mecanismo necesario para enviar datagramas a otras aplicaciones. UDP utiliza IP para transportar un mensaje de un sistema a otro. UDP provee la habilidad de distinguir entre múltiples destinos (puertos) dentro de una computadora. Para transporte de voz la implementación no-confiable (un-reliable) UDP es aceptada, para transporte de señalización confiable UDP se recomienda (reliable).

UDP agrega 8 bytes al encabezado de cada paquete cuando se envía.

III.2.6.5 “Real-Time Protocol (RTP)”

RTP ofrece transporte en tiempo real para los paquetes de voz (EVRC) entre el cliente en el móvil y la plataforma MRP (Media Resource Platform). Existe actualmente un borrador IETF que define como RTP es utilizado para transportar EVRC audio.

III.3 Agente de Servicios

III.3.1 Arquitectura del SA [DYN-03]

La Arquitectura del SA se compone de diversos elementos de red que utilizan el protocolo SIP diseñados para soportar de manera eficiente los nuevos requerimientos en servicios y aplicaciones dentro de una red. Los servicios que pueden ser creados utilizando esta arquitectura son muchos, el servicio mas importante concerniente a este documento es el de PTT (Push to Talk), otros servicios como IM (Instante Message) quedan fuera del alcance de este documento, PTT es un servicio de voz, de una sola vía.

La arquitectura del SA (Service Agent) provee a los desarrolladores un conjunto de servicios sobre los cuales se pueden construir nuevas aplicaciones, como resultado muchos de los problemas mas complicados asociados al desarrollo de servicios de alta disponibilidad dentro de un proveedor de telecomunicaciones han sido ya solucionados en la arquitectura del SA, permitiendo a los desarrolladores enfocarse en la lógica de la aplicación, sin tener que preocuparse por complejos procesos de señalización.

Existen tres grupos primarios o funcionalidades primarias que debe de soportar el SA.

- Servicios de direccionamiento basado en SIP.
- Infraestructura de Presencia.
- Infraestructura de datos.

III.3.1.1 Servicios de direccionamiento basado en SIP

Una de las habilidades más importantes del SA es la de poder direccionar peticiones SIP, existen varias capacidades que el SA debe proveer para poder entregar esta funcionalidad, entre ellas existen:

- **Registro** – El SA soporta los siguientes tipos de Registro:
 - **NAI Registro** – Este tipo de registro crea un mapa, para ambos, entre la IP con la que el usuario esta conectado y el MDN que le corresponde al usuario. (NAI – Network Address Identifier, MDN Móvil Directory Number)
 - **MDN Registro** – Este tipo de registro crea un mapa del MDN con el NAI con el que se encuentra conectado el usuario.

- **Seguridad** – El SA soporta las siguientes funciones de seguridad:
 - **Autenticación** – El SA autentica los mensajes entrantes SIP, verificando la identidad del origen del mensaje. Esta identidad es guardada en la transacción y es usada por los componentes de la arquitectura del SA y por aplicaciones para subsecuentes procesamientos.
 - **DoS protecciones contra Ataques** – El SA utiliza un número de acercamientos ayudando a minimizar la vulnerabilidad del sistema por ataques. Estos incluyen:
 - **Diseño de red escondido** – El SA soporta la habilidad de mantener fuera del alcance la topología de red interna del sistema de los clientes de software que están en los teléfonos. Esto previene que los usuarios del servicio puedan a través de los teléfonos descubrir direccionamiento IP o direcciones internas de los servidores que constituyen el SA.
 - **Interfaces Internas y Externas** – Los componentes en la última etapa de conectividad del SA tienen interfaces separadas externas e internas. La única dirección conocida por los clientes en los teléfonos es la externa. Esto junto con el diseño de red escondido ayuda a prevenir que paquetes de datos no permitidos puedan alcanzar los servidores internos.
 - **Seguridad entre los Servidores** - El SA también soporta seguridad asociada a los servidores que se encuentran dentro de la arquitectura del SA. Esto provee a estos servidores de la habilidad de ignorar paquetes que no hayan sido enviados desde una fuente segura y confiable.
- **Compresión** - El SA provee de la habilidad de compresión de los paquetes SIP sobre la interfaz de radio. Esto da como resultado un ahorro de ancho de banda dentro de la capacidad de transmisión del MSC para las aplicaciones que soportan SIP.
- **Autorización** - El SA soporta la autorización hacia peticiones de servicio. Esto elimina la necesidad a las aplicaciones de realizar esta actividad en forma separada. La autorización esta basada en el perfil del usuario y una de las siguientes opciones:
 - Para características de autorización al originar se autentifica la identidad de la fuente del requerimiento del servicio.
 - Para características de terminación, se autentifica el destino.
- **Requerimiento de direccionamiento de Servicio** – Una de las características más importantes del SA es la habilidad de direccionar las peticiones de servicio. Estos requerimientos pueden ser direccionadas a aplicaciones o hacia recursos.
 - **Selección de Aplicación** – El SA soporta la selección de aplicación(es) para la cual la petición de servicio deberá ser direccionada.

Esta basada en el tipo de solicitud, el usuario y el estado actual de procesamiento de la solicitud.

- **Características interactivas de operación** – Es frecuente que se requiera invocar múltiples aplicaciones desde un solo punto de requerimiento. El SA soporta la habilidad de definir las características de interacción de estas aplicaciones en los paquetes de servicio. Asignado a clientes, estos paquetes de servicio controlan el orden de invocación de servicios individuales.
- **Inter POP direccionamiento** – El SA soporta direccionamiento de requerimientos de servicio basado en el particionamiento de usuarios entre POP's. El direccionamiento es realizado cuando las peticiones llegan desde redes externas o cuando la petición del cliente es asignada a un POP diferente al del cliente.
- **Escalabilidad** – El SA soporta la habilidad de crecer la solución para soportar desde pequeños hasta grandes números de clientes.
- **Disponibilidad** – La arquitectura del SA permite a los desarrolladores un alto grado de disponibilidad. Esto incluye la recuperación de servidores, falla de un sitio y DRP.

III.3.1.2 Infraestructura de Presencia

La infraestructura de presencia es una parte muy importante de la arquitectura del SA. Esta capacidad es frecuentemente considerada parte de la aplicación de Instant Messaging, sin embargo la capacidad de presencia es relevante en muchas aplicaciones.

El SA soporta las siguientes funcionales relativas a presencia.

- **Publicación de Documento de Presencia** – El SA soporta la habilidad de que los clientes puedan publicar su actual documento de presencia que contiene el estado actual de presencia del usuario. Este estado de presencia incluye información de conectividad e indicaciones sobre el deseo de usuarios de aceptar solicitudes y varios métodos que pueden utilizarse para comunicarse con el usuario.
- **Composición del Documento de Presencia** – El SA soporta una combinación del estado actual de registro de presencia y el estado actual de la publicación del documento de presencia. Esta composición del documento de presencia es entonces usada para comunicar la presencia de visores de presencia.
- **Manejo de Lista de Contactos** – Esta función permite a los usuarios de redes inalámbricas poder administrar los miembros de sus listas de amigos. Esta es la lista de clientes que los usuarios quieren ver. Esta función utiliza información del Data Manager para mantener sincronizada la copia de la lista de amigos en el teléfono.

- **Subscripciones de lista de Contactos** – Esta función rastrea el estatus de la presencia del contenido de una lista de contactos, además maneja de manera eficiente el envío de estatus de presencia dentro de la red.
- **Manejo de Subscripciones** – Esta función maneja la suscripción de usuarios individuales, así como el Servidor de Presencia actúa como un agente para la misma.
- **Autorización de Visualización** – Esta función permite a los usuarios la posibilidad de manejar la visualización del estatus de su presencia. Como parte de esta función el SA notifica al usuario cuando una petición de visualización llega y no esta dentro de las políticas que el usuario definió para visualizar.
- **Información de Visor** – Esta función permite a los usuarios la habilidad de ver quien esta actualmente suscrito a su estado de presencia.

III.3.1.3 Infraestructura de Datos

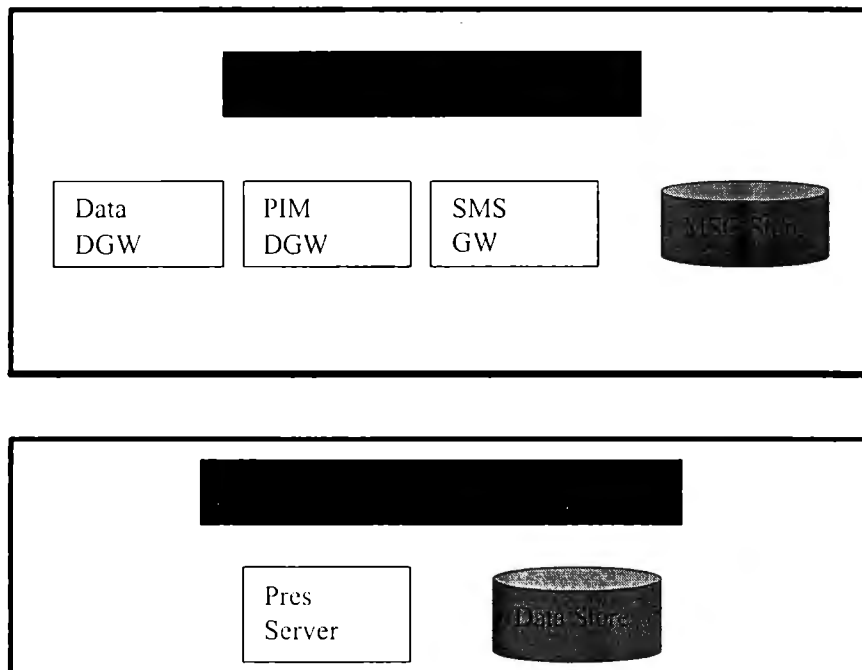
La infraestructura de datos permite a muchas aplicaciones tener acceso a los objetos de datos que son comunes a las aplicaciones. Las siguientes son funciones que permite la infraestructura de datos.

- **Interfaz de aprovisionamiento** – Esta es la interfaz de los sistemas de aprovisionamiento. Esta interfaz soporta la creación, borrado y modificación de la información del cliente. También soporta acceso de lectura a los datos que genera la red (Como el registro de un móvil en la red).
- **Manejo de Información del Cliente** - Esta información incluye el almacenamiento, distribución y acceso a la información del cliente. Esto incluye el perfil del usuario y los datos aplicativos.
- **Manejo de datos de la red**– Esta función incluye la distribución y el acceso a los datos generados por la red.
- **Distribución de Datos** – Esta función permite la distribución de datos entre los diversos POP's y el Application Server Center que requiere que los objetos deben ser distribuidos. Esta distribución se basa en reglas para cada uno de los objetos de manera individual. Los datos pueden ser particionados a través del POP's o distribuidos a todos los POP's.
- **Replicación de Datos** - Esta función permite replicar los objetos de datos para propósitos de disponibilidad. Cada objeto de datos es entregado a cada POP y debe ser replicado en el mismo POP.
- **Acceso de Datos** – Esta función provee de acceso a cualquier aplicación que haya sido diseñada sobre la arquitectura del SA. Existen dos tipos de acceso:
 - **Interfaz Query** – Una interfaz rápida de búsqueda y localización a los objetos de datos.

- **Message Bus** – Esta interfaz es usada como medio de transporte de datos por el SA para realizar actualizaciones o cualquier cambio en los datos. Esta interfaz esta basada en un mecanismo de publicación y registro.
- **Sincronización del Móvil con la red** - El SA soporta la capacidad de sincronizar datos entre la red y los móviles. La sincronización ocurre cuando el usuario interactúa con el teléfono o cuando se tiene que duplicar la información de la red hacia los móviles causados por interfaces externas.

III.3.2 Arquitectura Lógica

Esta sección describe la arquitectura lógica del SA. Se puede ver el agrupamiento lógico de los componentes funcionales del SA. Este agrupamiento lógico de los elementos no tiene que estar de acuerdo al desarrollo físico de los componentes. Figura III.5.



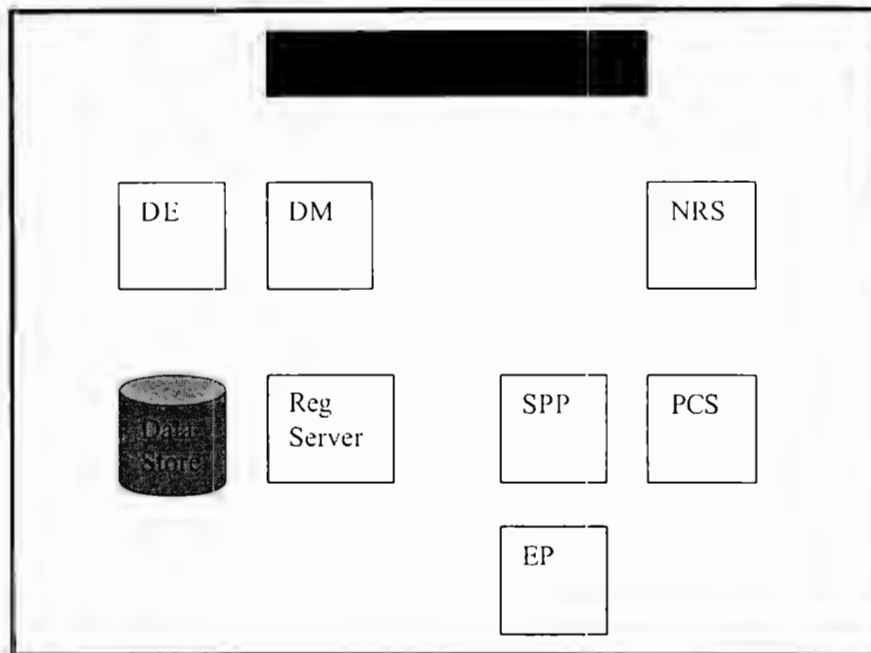


Figura III.5 Arquitectura Lógica del SA

Los componentes han sido agrupados basados en el número mínimo de instancias necesarias en cada POP.

Los componentes en el SA POP deberán ser desarrollados en cada POP que tenga acceso a la red de datos.

Los componentes en el cuadro "Application Service Center" no necesitan ser desarrollados en cada POP. Generalmente hay muy pocos o un "Application Service Center" que POP's. La diferencia primaria entre los elementos del ASC (Application Service Center) y los elementos que conforman un POP es que no se requieren en mismo número de ASC por cada POP. Se espera que los elementos centralizados sean instalados dentro de centro de cómputo.

En las líneas siguientes encontraremos una descripción de cada elemento funcional.

- **Edge Proxy (EP)** – Los teléfonos envían todas las peticiones de mensajes SIP a través del Edge Proxy, que es por default el "proxy externo". El EP autentifica todos los requerimientos y manipula la compresión y descompresión de los mensajes SIP enviados entre el teléfono y la red. El EP mantiene en cubierto la arquitectura interna de red de el teléfono quitando o encriptando información que pueda ser utilizada para determinar la procedencia de red.
- **Service Provider Proxy (SPP)** – El "Service Provider Proxy" determina el manejo de los mensajes SIP que ya hallan llegado a la arquitectura del SA desde los teléfonos, otra red y/o de otra aplicación.

El SPP direcciona estos requerimientos hacia aplicaciones o recursos. También direcciona peticiones hacia el cliente del teléfono basado en información de registro.

- **Registrar** – La función de Registro maneja todas las peticiones SIP REGISTER. Estas peticiones crean un mapa entre la identidad del cliente y la IP del teléfono con el cual el cliente se ha conectado.
- **“Presence Composition Service” (PCS)** – El “Presence Composition Service” crea el documento de presencia de un documento publicado de presencia y su estado de registro. El servidor de presencia puede entonces utilizar el resultado del documento de presencia para notificar a los visores sobre los cambios en el estado de presencia. El documento de presencia puede también ser utilizado por otras aplicaciones que no necesitan saber el estado actual de presencia del cliente.
- **“Name Resolution Server” (NRS)**
 - Es un Proxy de peticiones SIP entre los diversos POP’s
 - Direcciona las peticiones de fuentes externas hacia el POP manejando al cliente para direccionarlo al recurso de petición.
- **“Data Manager” (DM)**
 - Sincroniza los datos de aplicación entre la red y el cliente de los teléfonos.
 - Notifica a otras aplicaciones sobre los cambios en los datos.

El “Data Manager” informa a las aplicaciones en el móvil o en la red sobre los cambios en los objetos de datos en cuales las aplicaciones muestren interés.

- **“Data Store” (DS)**– El “Data Store” se encarga de manejar todos los perfiles y los datos de red asociados a un POP individual y al ASC. Para datos de perfil, este debe de incluir disponibilidad de los datos, distribución de los datos a los elementos de red interesados, y permitir el acceso a los datos. Para los datos generados por la red debe de realizar un caché y distribución de datos.
- **“Data Exchanger” (DE)** – El “Data Exchanger” provee acceso al perfil de datos almacenados en el DS y a los datos de red generados en el POP. Los datos de red incluyen datos de registro y presencia.
- **“Presence Server” (PS)** – El servidor de presencia actúa como un agente de presencia para representar a los usuarios y como un agente visor para los clientes. El servidor de presencia maneja todas las suscripciones del cliente. Este también vigila a todos los miembros de una lista y envía los cambios de estatus a los teléfonos de los clientes en la lista cuando estos ocurren.
- **“Data Gateway” (DGW)** – El “Data Gateway” opera la interfaz del sistema de aprovisionamiento. Distribuye todos los cambios realizados al perfil de usuario hacia todos los POP’s y ASC’s que así lo requieran

- **“Presence and Instant Messaging Gateway” (PIMGW)** – El “Instant Messaging Gateway” provee una interfaz con servicios ya existentes de IM para el intercambio del estatus de presencia y envío IM.
- **“Short Messaging System Gateway” (SMSGW)** – El SMS “Gateway” proporciona una interfaz entre los mensajes cortos en 3G y 2G.
- **“Message Store” (MSG Store)** – El MSG “Store” guarda los mensajes que por alguna razón no pudieron ser entregados al destinatario y los envía después como mensajes históricos.

III.3.2.1 Agrupamiento por funcionalidad

En esta sección se describe el agrupamiento por funcionalidad que debe de ser usada para desarrollar la arquitectura del SA. Este agrupamiento de funcionalidad en los servidores se basa en las especulaciones iniciales de rendimiento. Es posible que la experiencia de desarrollo marque nuevos caminos para realizar este agrupamiento para ofrecer un mejor rendimiento. Esta arquitectura es capaz de soportar estos cambios ya que cada función puede ser desarrollada como un servidor independiente.

III.3.2.1.1 “Edge proxy”

El “Edge proxy” es responsable de lo siguiente:

- Esconder los detalles de la red interna de cualquier entidad externa a la red interna.
- Las identidades de la topología de red pueden aparecer en los parámetros RECORD-ROUTE, los encabezados de Route and Vía pueden ser insertados por el servidor dentro la red del operador en cuestión.
- Comprimir los mensajes SIP antes de ser enviados para lograr el ahorro del ancho de banda en la transmisión.
- Descomprimir los mensajes que se reciben por las interfaces conectadas por radio y de mensajes de autenticación recibidos en la red.
- Manejo de la cargas para las peticiones entrantes hacia el conjunto de SPP con lo que se logra una distribución uniforme de tráfico SIP en un POP.

III.3.2.1.2 “Data storage server”

El “Data storage server” (DSS) organizará la mayor parte de los datos relativos a funciones en el POP, esto incluye lo siguiente:

- “Data Exchanger”.
- “Data Store”.
- “Data Manager”.

III.3.2.1.3 “Presence server”

El servidor de Presencia dentro de PTT es solamente utilizado cuando se requiere que los teléfonos conozcan el estado actual de presencia de otro cliente. Este estado actual requiere que se transmita sobre la interfaz de radio a cada elemento de un grupo de clientes la información necesaria para poder visualizar el estado actual de un miembro.

En esta solución el estado actual de un cliente se puede saber hasta el momento en que un móvil inicia una petición de servicio a un usuario, en ese momento se envía el estatus actual del destino hacia el teléfono que origino la petición, logrando de esta manera conocer el estatus de presencia del teléfono destino.

III.3.2.1.4 “Data gateway”

El Data Gateway provee la interfaz necesaria para los sistemas de aprovisionamiento, no es necesario que se implemente en cada POP, sin embargo para cuestiones de disponibilidad es necesario que sea instalado y configurado como n+1 elementos. Es decir que se pueda tener una redundancia en la interfaz de aprovisionamiento del sistema. En el siguiente diagrama se muestra una configuración deseable para la arquitectura del “Data Gateway”. Figura III.6.

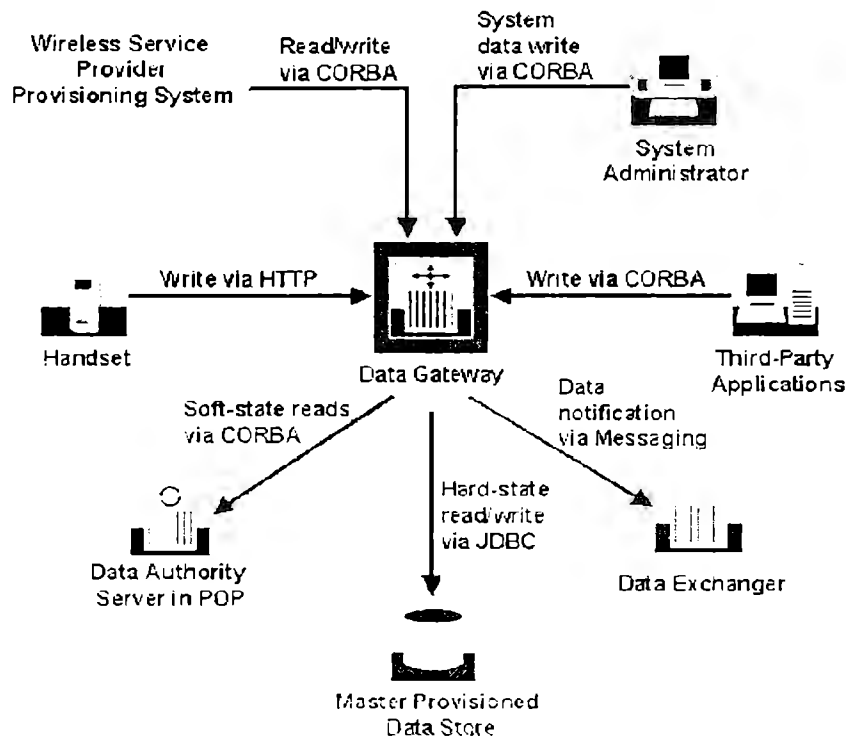


Figura III.6 Arquitectura del “Data Gateway”

El “data gateway” provee de las siguiente interfaces a la arquitectura del SA.

- **“HW Interface”** – Una interfaz http hacia el teléfono. El teléfono como dispositivo móvil es usado por el cliente para poder modificar datos de tipo volátil.
- **“P Interface”** – Una interfaz CORBA con el que el proveedor de servicio puede conectar sus sistemas aprovisionamiento. Esta interfaz permite al proveedor de servicio acceso a toda la información relativa al usuario.
- **“P’ (or PP) Interface”** – Una interfaz CORBA que permite al administrador del sistema modificar datos del sistema.

Adicionalmente el Data Gateway provee de acceso de lectura y escritura a los clientes conectados. El Data Gateway utiliza las siguientes interfaces para poder comunicarse con el DE y el DAS en cada POP.

- **“D Interface”** – Una interfaz de mensajes hacia el DE. El DE es un servidor local que actualiza la información del DAS dentro del mismo POP por requerimientos que recibe el Data Gateway de fuentes externas. El DE también provee a los teléfonos y a aplicaciones de terceros acceso de lectura a los datos correspondientes al profile del cliente.
- **“Q Interface”** – Una interfaz Java (JDBC) hacia el “Master Provisioning Data Store” (MPDS). Esta interfaz permite al DGW almacenar los datos de tipo permanente en el MPDS. Cuando el DGW recibe una petición de tipo permanente la envía hacia el MPDS para su resguardo y también envía estas peticiones hacia el cliente que realizó el requerimiento.
- **“R, S Interface”** – Una interfaz CORBA hacia el DAS en el mismo POP. Esta interfaz permite al DGW acceso a los datos de tipo volátil que están en el DAS para poder dar soporte a las peticiones o solicitud de información que pueden ser requeridas por el sistema de soporte de cliente, tanto de red como de Atención a Clientes.

III.3.3 Marco de Reportes

III.3.3.1 Bitácora (Log’s) de Mensajes SIP

El procesamiento de los mensajes SIP es procesado por varios elementos dentro de la red de datos.

- Provee los datos necesarios para resolver y realizar procesos de gestión a los problemas en operación
- Traza y almacena la utilización de recursos de red.
- Provee los datos necesarios para realizar conceptos de facturación.
- Provee un visor a alto nivel de la operación de la red.

III.3.3.1.1. Bitácoras Generales

Los componentes de la arquitectura del SA soportan múltiples niveles de bitácoras de mensajes. Los registros de bitácoras pueden ser configurados para permitir la recolección de datos de registros de llamadas sin necesariamente sobrecargar los elementos de red involucrados en el procesamiento.

Típicas bitácoras podrían ser:

- Las primeras líneas de los mensajes SIP.
- Las primeras líneas de los mensajes SIP, adicionando otra información de encabezados como VIA, TO, FROM, etc.
- Requerimientos de respuestas.

El tipo de bitácora que se escoja debe de ser de acuerdo al problema. Debe de ser posible configurar los mensajes de “loggeo” dinámicamente en un sistema en producción sin interrumpir la operación.

III.3.3.1.2 Bitácora para facturación

Los elementos SIP en la red generan información de llamadas de forma incompleta, por lo que no pueden utilizarse para generar registros de llamadas o cdrs. Por esta razón los mensajes SIP producidos por los elementos de RED son enviados a un servidor de mediación en los que se los analiza y conforma para poder generar un CDR de llamada con sentido para los sistemas de facturación. Como mínimo los siguientes elementos del mensaje SIP deben de ser tomados para generar registros de cdr apropiados.

1. “Call-ID”.
2. “Calling Party from tag”.
3. “Remote-Party-ID”.
4. “Request Method (for Request)”.
5. “Request URI (for Request)”.
6. “Response Status (For Response)”.
7. Cseq

III.3.3.2 Datos para la operación

Los datos de Operación pueden ser útiles para revisar la salud general del sistema en la producción de mensajes SIP y poder identificar problemas durante la operación.

Los siguientes datos operacionales son necesarios para recolectar y reportear a través de la interfaz de bitácora.

1. Alarmas SNMP son disparadas durante la operación
2. Los eventos que ocurren cuando un servidor determina que otro servidor adyacente esta fuera de servicio y es marcado como no disponible.

3. Datos estadísticos (PEG Counts). Estos deben de incluir un número agregado de mensajes pasando a través de los elementos de red en un determinado periodo de tiempo. Por ejemplo, uno puede almacenar el número de mensajes de clase 500 que envía un elemento de red en un minuto y prender una bandera si el número excede cierto criterio.
4. Mensajes de entrada y salida, así como varias clases de requisición y respuestas pueden ser enviados a bitácoras por separado.

III.3.3.3 Destino para los mensajes de Bitácora

Existen algunas controversias entre almacenar las bitácoras en disco o enviarlas a algún servidor de loggueo remoto. Para decidir cual es la mejor forma, se deben de tomar en cuenta criterios como desempeño, disponibilidad y operación de los servidores productivos, contra criterios de complejidad de acceso, recolección y manejo de datos.

III.3.3.4 Rotación de los archivos de bitácora (logs)

Cuando se almacenan las bitácoras en archivos, el tamaño del archivo crecerá sin control a menos que se tenga el cuidado de rotarlos periódicamente, por consiguiente los servidores de SIP deben de ser configurables para cambiar el destino de almacenamiento de los mensajes en intervalos de tiempo o cuando el archivo alcanza los niveles críticos de tamaño permitidos por el sistema.

III.3.3.5 “Fail-over logs”

Si el punto primario de almacenamiento falla debe de configurarse otro punto o destino en el cual el sistema pueda almacenar sus bitácoras, lo que se traduce en la no pérdida de datos requeridos durante la operación.

III.3.4 Marco de e escalabilidad

Esta sección define el marco de escalabilidad utilizado en la arquitectura del SA. Los requerimientos básicos de escalabilidad para la arquitectura del SA y las aplicaciones han sido construidos para permitir el crecimiento de capacidad en la red con un parámetro de costo razonable y sin agregar complejidad a la red ya existente.

La finalidad en términos de escalabilidad es un crecimiento lineal en capacidad cada vez que un nuevo sistema es agregado a la red. Una finalidad adicional es no exceder los costos o mantenerlos dentro del estándar propicio y adecuado a la necesidad de la compañía.

Cuando se determina el incremento de costo para adicionar nueva capacidad, es importante tomar en cuenta las ventajas que se tienen en la inversión de capital contra cualquier nuevo hardware y software y los costos adicionales para ponerlos en operación.

En general, el costo de capital mas bajo es alcanzado cuando se desarrolla el sistema en un número grande de pequeños servidores.

Esto hará que el costo por adicionar nueva capacidad a la red sea relativamente pequeño a expensas o sacrificio de los costos asociados con la operación de más servidores relacionados a la operación del sistema para poder soportar el incremento de capacidad.

Alternativamente, el más bajo costo de operación se puede alcanzar desarrollando el sistema dentro de pocos servidores grandes en la red. Con esta aproximación los costos por agregar nueva capacidad es relativamente alta, pero los costos asociados por la operación de pocos servidores es relativamente bajo.

En algunos casos, el incremento en la inversión de capital puede ser compensado durante el desarrollo inicial utilizando servidores que se encuentren dentro de su configuración básica, no saturados y que permitan que nuevos componentes internos puedan ser instalados. Es siempre mucho más caro agregar un nuevo servidor a la red, que incluir un nuevo CPU, I/O, disco a servidores ya existentes en la red.

La arquitectura del SA ha sido construida en un ambiente o modelo de distribución de computo con el trabajo distribuido entre múltiples sistemas cooperando entre si.

La arquitectura del SA usa dos tipos de particionamiento para alcanzar este objetivo.

- El total de los clientes esta dividido entre los diferentes POP's con los que la solución cuenta. Cada uno de los POP's provee de servicios a una porción de los clientes.
- Dentro de los POP's, el sistema es dividido por las funciones individuales que provee cada sistema.

III.3.4.1 Particionamiento de Cliente

La red celular esta diseñada para soportar que muchos usuarios puedan tener servicio, para poder realizar esto, el total de los clientes debe de ser particionado entre muchos POP's regionales. Cada uno de estos POP's deberá de soportar el servicio a los usuarios en una parte.

Los sistemas instalados en cada POP deberán de proveer la misma funcionalidad, cada uno para división de los clientes.

En orden de alcanzar este particionamiento, los requerimientos de servicios deben de ser dirigidos al POP apropiado para su manejo. El método con el que se realice esta operación dependerá de la naturaleza de la fuente de origen. Para requerimientos que se originan en la RED desde los teléfonos, las peticiones son enviadas hacia el POP al que pertenece al usuario basado en la dirección que obtiene el teléfono al momento de registrarse.

Para requerimientos que llegan desde otras redes tales como servicios de “Instant Message” el servidor NRS (Name Resolution Server) envía las peticiones al POP correspondiente para su tratamiento.

Para peticiones de origen y terminación de llamadas en diferentes POP el NRS direcciona las peticiones a los POP correspondientes.

III.3.4.2 Particionamiento de funciones

La división de funciones permite la optimización de grupos de servidores basados en las funciones que estos proveen. En general, los servidores que proveen funciones de SIP “proxys” deben de tener diferentes niveles de operación y desempeño que los servidores que realizan funciones relacionadas a base de datos. La división de estos servidores en grupos de servers o cluster de servidores permite que el incrementar la capacidad para únicamente ciertas funciones sea relativamente fácil y no se necesite incrementar la capacidad de toda la solución.

Las funciones siguientes son las que provee la arquitectura del SA y que pueden ser distribuidas en POP’s distintos:

- Edge Proxy (EP).
- Service Provider Proxy.
- Registrar.
- Presence Composition Server.
- Name Resolution Server.
- Data Manager
- Data Exchanger.
- Data Store.

Es posible que se realice el desarrollo de muchas de las funciones en un mismo grupo de servidores. Por ejemplo el SPP y el Registrar pueden estar conviviendo en el mismo servidor. Esto al principio puede significar algunos beneficios en el desarrollo inicial en donde las diferencias de funciones en escala no signifiquen un gran efecto. En desarrollos a gran escala es conveniente desde el principio desarrollar cada una de estas funciones en servidores por separado.

Es posible que se use el mismo tipo de división para las aplicaciones que el que se usa con los clientes, sin embargo existen ocasiones en que es más eficiente desarrollar las aplicaciones en menos servidores que pops existentes en la arquitectura.

Para poder proveer las diferentes estrategias de particionamiento la arquitectura del SA soporta el concepto de ASC (Application Server Center). Cada ASC soportara una sección del total de la base de clientes, el tamaño de esta partición puede ser mas grande que la que soporta el POP, lo que se traduce en que cada ASC puede soportar clientes de mas de un POP. En la configuración más simple existen dos ASC con la mitad del POP asignado a uno y la otra mitad al otro.

Es de esperarse que el retardo en las llamadas de PTT sea un factor decisivo que dirija el desarrollo de la aplicación PTT en todos los POP's, sin embargo el "Presence Server" puede ser desarrollado en un grupo compacto de ASC.

Como se ha comentado en partes anteriores el NRS tiene la obligación de dirigir los requerimientos hacia los diferentes POP's. EL NRS se puede desarrollar bajo un esquema centralizado de servidores que soporten esta función, una aproximación formal no necesita que se desarrolle esta función en un grupo grande de servidores.

Es importante notar que cuando se realice el desarrollo e implementación del NRS se considere los retardos en los tiempos de transmisión y recepción de mensajes entre los elementos a los que da servicio el NRS, evitando así que impacte en la percepción del usuario final de PTT la duración del establecimiento de la llamada (Call-Setup).

III.3.5 Marco de seguridad

Esta sección describe el marco de seguridad para los componentes SIP en la arquitectura del SA. Existen 4 aspectos primarios de seguridad a considerar:

- Asegurar la interfaz entre el Móvil y la red Celular.
- Asegurar la interfaz entre la red externa y la red SIP.
- Asegurar la red interna SIP. (Mensajes SIP entre servidores).
- Asegurar los accesos de operación hacia los elementos de la red SIP. (Esta sección deberá de formar parte de los manuales de operación y mantenimiento de cada proveedor de servicios, es imposible realizar las recomendaciones pertinentes en cuanto a la seguridad de los servidores debido al acceso. Cada compañía tiene sus propios principios y estándares de conducta con respecto a los usuarios que realizan trabajos de operación y mantenimiento).

Básicamente entonces se tratarán 3 puntos:

- Autenticación de los requerimientos de servicio.
- Prevenir el uso no autorizado de la red SIP.
- Manejo DoS (Denial of Service) ataques a los elementos de la red SIP.

III.3.5.1 Asegurando la interfaz del móvil en la red SIP

Esta sección describe el aseguramiento de la red SIP de peticiones que llegan vía interfaz de radio desde el móvil. En particular las peticiones de servicio del móvil hacia el EP (Edge Proxy Server).

III.3.5.1.1 "Authentication"

Los requerimientos SIP que llegan desde los móviles deben de ser autenticados en el EP (Edge Proxy Server).

Esta autenticación esta basada en los lineamientos de autenticación establecidos en el diseño del EP para la interfaz SIP.

El EP obtendrá la identificación del requerimiento desde el DSS en el SA. Este validará los mensajes SIP entrantes basado en las políticas definidas para controlar la frecuencia de la autenticación. Existen varias opciones para el diseño de la política de autenticación:

- **Autenticar todos los requerimientos que llegan desde el móvil** – Esta es la política que se sugiere, sin embargo es obvio el impacto que puede tener en el desempeño del servidor donde reside el EP.
- **Autenticar solamente requerimientos específicos** – Por ejemplo, REGISTER y MESSAGE deberán de ser autenticados, pero un INVITE no tendría sentido. La segunda consideración es la frecuencia de los nuevos requerimientos de autenticación. Nota: Requerimientos múltiples pueden incluir la misma respuesta de autenticación.

Como tal el comportamiento esperado del móvil es que debe de incluir la respuesta para el último cambio en autenticación, asumiendo que el cambio fue recibido durante la sesión actual de conexión. Nuevos cambios en autenticación son generados para prevenir ataques por respuestas. Las siguientes son estrategias potenciales de políticas para la generación de nuevos cambios o retos.

- **Un reto por cada petición** – Esta tiene el impacto mas alto en el desempeño del EP. La generación de nuevos retos para cada requerimiento necesita el rechazo de cada petición y nuevos argumentos de autenticación sean incluidos en la respuesta 407 (Proxy authentication required).
- **Un reto por cada petición de un solo tipo** – Por ejemplo, solamente requerimientos como REGISTER, deberán de resultar en nuevos retos.
- **Un nuevo reto cada “n” numero de peticiones** – En este escenario, un reto o cambio deberá de ser utilizado por el móvil cada “n” veces. Después de las “n” veces que el requerimiento ha sido utilizado, el EP deberá de generar un nuevo reto. Esta es una estrategia que minimiza el impacto de desempeño en el EP. Sin embargo esta estrategia abre la red para cualquier ataque de tipo respuesta.
- **Un nuevo reto cada “n” segundos** – Este escenario es similar al previo, excepto que la determinación de cuando generar una nueva respuesta esta basado en tiempo y no en el conteo de eventos.

III.3.5.1.2 Prevención de accesos no autorizados

La autenticación utiliza las estrategias que se definieron en la sección anterior como el primer paso para impedir los accesos no autorizados a la red SIP. El segundo paso incluye la autorización de estos requerimientos.

Los siguientes pasos son requeridos para determinar la autorización de una petición SIP.

1. El EP debe de incluir el encabezado “Remote-Party-ID” en la autenticación de los mensajes SIP. Este mensaje servirá para identificar la fuente del requerimiento.
2. El SPP utilizara el contenido del encabezado “Remote-Party-ID” para determinar si el requerimiento es autorizado. La información de autorización debe ser parte del perfil de usuario dentro de la base de datos.

Los requerimientos a autorizados deben de ser dirigidos a la aplicación apropiada o recurso.

III.3.5.1.3 Manejo de los ataques

Las estrategias que se usan para el manejo de los DoS (Denial of Service) ataques son las siguientes:

- **Prevenir que el usuario del móvil pueda determinar la topología de la red SIP**
- Mientras que el móvil debe de conocer la dirección del EP para poder comunicarse con la red SIP, el procesamiento básico SIP puede también decirle al usuario del móvil la dirección de otros elementos de la red SIP. Estas direcciones se incluyen en varios encabezados de los mensajes SIP, incluyendo el “VIA Headers, Record-Route y Route Headers”. Esta información también se puede incluir en el cuerpo del mensaje de servicios que utilicen agentes “back-to-back”.

El descubrimiento de la topología interna de la red SIP se puede prevenir por una combinación de repartición y encriptación de encabezados. Los “VIA headers” en requerimientos enviados hacia el móvil pueden ser distribuidos por el EP y reinsertados en las respuestas siguientes recibidas desde el móvil. La repartición-distribución (stripping) de los encabezados “Record-Route” y “Route” pueden requerir un estado de sesión mantenida para todas las sesiones establecidas por el móvil. El precio de este detalle es muy alto en una solución, y como tal incrementara dramáticamente el numero de EP’s. Debido a esto el acercamiento apropiado para esconder el contenido de estos encabezados es encriptar el contenido de estos mensajes cuando se envían hacia el móvil y desencriptarlos cuando son recibidos desde el móvil.

- **Uso de dos interfaces de red en los EP** – El EP contiene dos interfaces de red. Una de la interfaces apunta hacia el exterior de la RED y es usada para el intercambio de mensajes con los móviles. La otra apunta dentro de la red y es usada para intercambio de mensajes con los SPP’s.
- **Desecho de Mensajes** – El EP implementa estrategias de descartar mensajes cuando estos llegan a una frecuencia más grande que el EP puede manejar.

III.3.5.2 Asegurado la red SIP del acceso de otras redes

Existen consideraciones similares para asegurar la red SIP de otras redes externas SIP. Esto incluye poner funcionalidad similar a la del EP en los componentes en la etapa final de red.

- **Autenticación de la fuente de requerimiento** - Esto no necesariamente implica que haya que autenticar cada petición. Es recomendable tener un SLA (Service Level Agreement) con el proveedor externo para poder demarcar la autenticación de la red externa. Si el SA no realiza autenticación entonces es considerado que los requerimientos que llegan de redes externas deberán de incluir "remote-party-id" identificador del elemento que envía el requerimiento.
- **Autorización de requerimiento** - El método de autenticación dependerá del SLA definido con el proveedor de la red externa.
- **Esconder la topología interna de la red SIP** - Esto requerirá funcionalidad similar que ya hemos discutido anteriormente.
- **Manejo de los ataques DoS** - Esto requerirá funcionalidad similar que ya hemos discutido anteriormente.

III.3.5.3 Seguridad de servidor a servidor

Las estrategias básicas para seguridad de servidor a servidor son las siguientes:

1. Los servidores internos confían en los servidores EP para autenticar y autorizar las peticiones de requerimientos y esconder la topología interna de la red.
2. La arquitectura del SA usa IPsec AH funcionalidad para asegurar que servidores individuales solamente acepten requerimientos de los servidores con los cuales se ha definido una asociación de seguridad.

Estas estrategias permiten a los servidores internos asegurar que cualquier requerimiento SIP que ha sido recibido haya sido apropiadamente autenticado y autorizado, y manejarlo como tal.

Estas dos estrategias pueden ser usadas para manejar la asociación de seguridad:

- **Definir una red completa de asociaciones de seguridad** - Este modelo es apropiado para escalas pequeñas de implementación, donde el número de servidores es limitado de alguna forma.
- **Consolidar la asociación de seguridad en un conjunto de proxys** - El elemento lógico para este trabajo en la arquitectura del SA es el NRS. Esta aproximación deberá de ser utilizada en implementación a gran escala.

La diferencia entre estos dos roles es el número de asociaciones de seguridad que se necesitan tener contra el costo de los servidores que se necesitan para manejar los mensajes adicionales en el NRS. El esconder la topología de red que realiza el EP es un buen paso que asegura que los elementos internos puedan manejar los ataques DoS. Sin embargo esta situación no es suficiente defensa en contra de estos ataques.

Todos los servidores SIP necesitan manejar el aumento o desborde de los mensajes. Una estrategia similar a la usada en los EP se puede utilizar en los otros servidores.

III.3.6 Marco de disponibilidad

Existen dos aspectos importantes de disponibilidad:

- **Disponibilidad de la solución** – Este aspecto de la disponibilidad es dictado por la percepción-experiencia de servicio del usuario. Está regido por el porcentaje de los requerimientos de servicios sean manejados apropiadamente por la red.
- **Disponibilidad de servidores** – Este aspecto es manejado por el costo de operar el sistema. Es medido de acuerdo a los tiempos de MTBF (Mean Time Between Failure) y MTTR (Mean Time To Repair).

III.4 Solución PTT e implementación

Como parte importante de este capítulo, se expondrán a continuación los temas necesarios para la implementación y desarrollo de la solución PTT utilizando los elementos que ya se han descrito en páginas anteriores. El modelo a seguir se basa en las consideraciones y escenarios de llamadas para justificar la presencia de los elementos y como interactúan unos con otros.

El diagrama siguiente escenifica a grandes rasgos como es que el servicio de PTT interactúa con la red de 3G. Figura III.7.

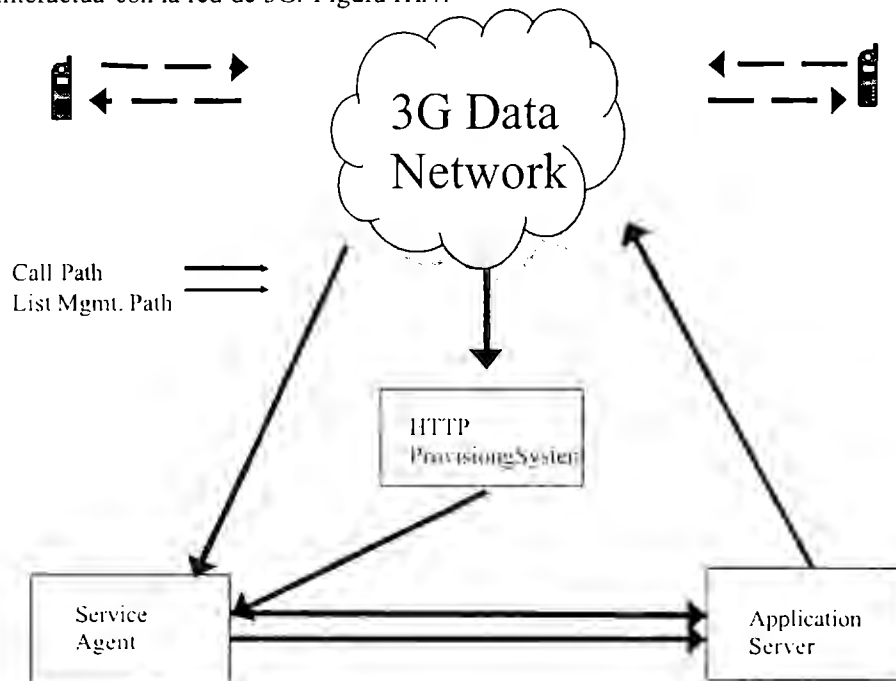


Figura III.7 Arquitectura básica de la red PTT.

Teniendo en consideración el simple diagrama anterior podemos entonces comenzar con las consideraciones necesarias para la arquitectura del producto.

Todos los sistemas que se diseñan actualmente deben de tener la habilidad de redundancia en funciones, así como de equipamiento, por lo que partiendo de esta punto se tendrían que instalar dos SITES que soporten la operación de PTT. Esto por supuesto teniendo las consideraciones necesarias de direccionamiento en la red de 3G. En este capítulo no demarcamos las acciones y funciones necesarias que deben de ser implementadas en la red IT de 3G. En algunas secciones donde se requieran se explicaran en mínimo detalle las particularidades e interacciones con la red IT de 3G.

III.4.1 Consideraciones Generales

Se deben de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Los teléfonos deben de soportar el protocolo SIP/RTP/HTTP mas los características convencionales de voz.
2. La red IT de 3G debe de estar preparada con los ruteos y los equipos necesarios para soportar toda la nueva estructura del producto.
3. Se debe de realizar el dimensionamiento y equipamiento de los requerimientos de Hardware y Software necesarios para el desarrollo de la aplicación.
4. Se deben de tener lista la logística y preparación de los sites y de este modo ubicar la localidad propicia para la instalación de los nodos de PTT.
5. Realizar la instalación y desarrollo del producto
6. Pruebas

Cada uno de los puntos anteriores es por si solo, muy complejo y grande para su explicación, sin embargo son necesarios para poder tener éxito en la implementación y lanzamiento del producto. Este documento solamente contempla el core de la red de PTT que finalmente es la que provee el servicio, sin embargo antes de esta capa existen otros elementos y funciones que no se describen por que se no consideran dentro de este alcance. Sin embargo es de común conocimiento para el ingeniero entrenado la planeacion de los proyectos.

III.4.2 Diseño en dos POP's

Es muy claro al observar la Figura III.8 por qué es necesario la implementación de cuando menos $n + 1$ nodos. La justificación para esto podría venir desde la consideración de costos y continuación de negocio hasta por simple redundancia.

El Diseño de cada uno de los POP's debe contar con lo siguiente:

1. PTT AS
2. SA

La interconexión con la red de 3G y los otros ambientes se observa a continuación.

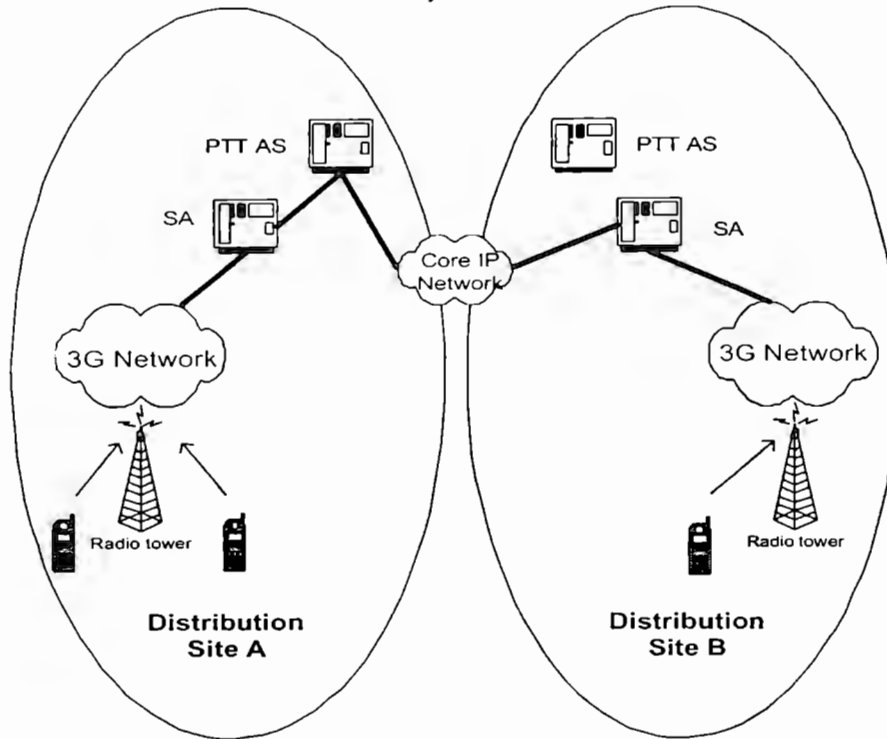


Figura III.8 Arquitectura de la solución PTT basado en dos sitios.

Para simplificar la solución ilustrare la forma en que los componentes deben de ser implementados en un solo sitio. Con esto sería suficiente para poder construir otro guiándose de las consideraciones iniciales que aquí se toman.

Los teléfonos nunca interactúan directamente con la arquitectura de PTT. El punto de encuentro para estos son otros elementos de direccionamiento.

Para que un Móvil pueda tener servicio de PTT es necesario considerar lo siguiente:

- Habilitar los procesos de registración – El móvil debe de ser capaz de soportar los protocolos SIP, RTP, HTTP y los convencionales de voz IS-95 y 1XRTP. Durante una llamada de PTT el móvil inicia una sesión de datos dentro de la red de 3G por lo que la interacción entre los servicios es de carácter mutuamente excluyente.

- Proveer al móvil con el direccionamiento necesario para su operación en la red 3G
– El móvil necesita conocer las direcciones IP de los servidores Edge Proxy.
- El móvil este dentro de cobertura 3G (1XRTT).

III.4.2.1 Arquitectura propuesta para el SA.

El Service Agent como componente principal de la solución PTT ha sido agrupado bajo el siguiente esquema. Figura III.9

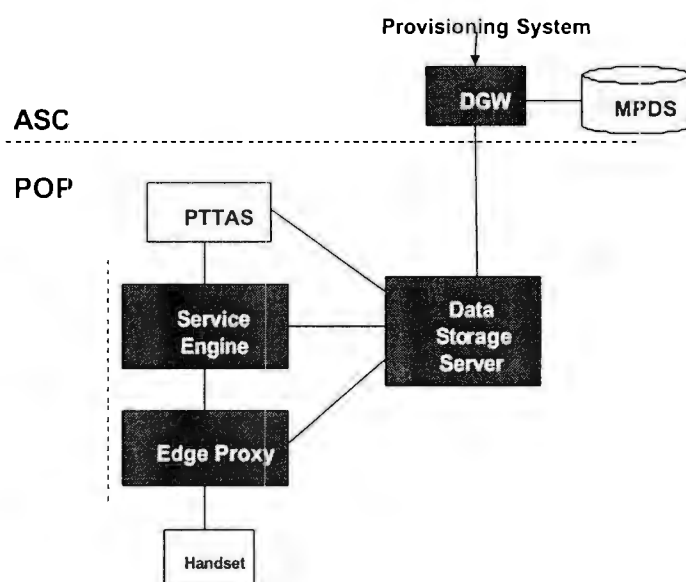


Figura III.9 Componentes del Service Agent (resaltados en rojo).

Todas las funciones que se necesitan para que PTT pueda operar dentro de la red han sido desarrolladas debajo de los siguientes elementos:

- Edge Proxy
 - Autentifica el tráfico SIP.
 - Autentifica al usuario.
 - Revisa la existencia del perfil.
 - Realiza la validación de la combinación del NAI/MDN.
 - Codificación y decodificación del tráfico usando SIP tokenized.
 - Corre validaciones contra el servidor siguiente en este caso el (Service Engine SE).

- Service Engine
 - Registración.
 - Service Provider Proxy (SPP) enrutando los mensajes a un destino.
 - Name Resolution Server (NRS).
 - Presence.

- Data Storage Server
 - Data Exchanger.
 - Data Authority Server.
 - Message Bus (SonicMQ).

- Data Gateway
 - Aproveccionamiento
 - Temporal – DAS.
 - Permanente – DAS y MPDS.

III.4.3 Teléfonos en la red de PTT

Existen dos instancias que el móvil debe de conocer para que pueda vivir en la red de PTT.

1. La IP de los Servidores Edge Proxy (SIP).
2. La IP de los Servidores de Aproveccionamiento (http).

Un equipo celular con los atributos de PTT debe de contar con las siguientes características:

1. Deberá soportar 3G 1X RTT y usar la opción de servicio 33 para llamadas PTT. La “Physical Layer Radio Configuration” deberá ser RC 3 (basado en un Rate Set 1). Los canales fundamentales 9.6kbps de CDMA serán usados para el transporte de los paquetes PTT.
2. Deberán de soportar Mobile IP y todas los tipos de “hand-off”, incluyendo inter-PDSN e inter-BS “handoff”.
3. Deberán de soportar VoIP. Asegurar que los paquetes de voz y los encabezados RTP/UDP/IP estén en un 9.6kbps canal fundamental 3G 1X RTT.
4. Usaran EVRC para reducir la tarifa modo (Max ½ rate EVRC).
5. Deberán operar en modo “half-duplex” para PTT.
6. Deberán de soportar frames de voz y mezcla de frames. [Referencia draft-ietf-avt-evrc-07.txt de la IETF].

7. Deberán de soportar SIP Tokenized y presencia, SUBSCRIBER y NOTIFY. [Referencia draft-ietf-simple-presence-00.txt]
8. Enviarán mensajes SIP sobre UDP/IP.
9. Soportar compresión y descompresión de SIP.
10. Deberán ser capaces de automáticamente y periódicamente registrarse en el SA para informar si el móvil esta en la red y esta listo para usar PTT. Deberán de desregistrarse cuando el móvil sea apagado. Ambos registrar y desregistrar usaran el método SIP REGISTER.
11. Deberán soportar registracion al HLR y Mobile IP en HA.
12. Deberán de soportar un cliente SIP con la funcionalidad requerida para ejecutar el "Floor-Control" , flujos de llamadas y escenarios.
13. Cuando el usuario seleccione PTT, el móvil deberá comenzar a cambiar de "dormant" a activo.
14. Deberá de soportar 3G "Over-the-Air" (OTA), funcionalidad de aprovisionamiento (la IP del SA deberá de ser aprovisionada en el móvil).
15. Debe de ser capaz de editar las listas de grupos en el móvil y recargarla en la lista de grupos en el SA.
16. Deberá establecer un canal de radio cuando el usuario este seleccionando opciones en PTT.
17. Deberá de soportar un único modo PTT para permitir al usuario hacer llamadas PTT. Un NAI específico será usado para conectarse con el AAA. Handset slot 5 será usado para el NAI PTT.
18. Cliente IP móvil integrado con el PTT software.
19. Tiempos de "Talk/Standby"
20. Deberá de soportar modo "slotted". Se usara "slot_cycle_index" 0 para móviles PTT.
21. Si el SA EP o el nodo SA SPP no pueden procesar la llamada entonces el móvil realizara el proceso de "fail-over" al segundo nodo de PTT.
 - a. "Mobile-IP time-out" por inactividad.
 - b. "Mobile-IP time-out" por perdida de cobertura o energía.
 - c. Desconexión.
 - d. Realizar "fail-over" al POP secundario.

22. El móvil deberá de ser capaz de realizar un buffer de la voz antes de tener un recurso de tráfico establecido.
23. RTP será usado para el "Floor-Control".
24. Soportar la funcionalidad "keep alive" para impedir que el móvil cambie a "dormant" durante una sesión PTT.
25. Utilizar los "timers" que recibe desde el PTT AS para manejar la llamada PTT.

Como parte estructural del diseño se tiene en el teléfono grabado las direcciones de un POP primario y otro secundario. Lo que viene a significar en redundancia al momento de registracion y operacion. La siguiente Figura III.10 ilustra como es que este diseño funciona.

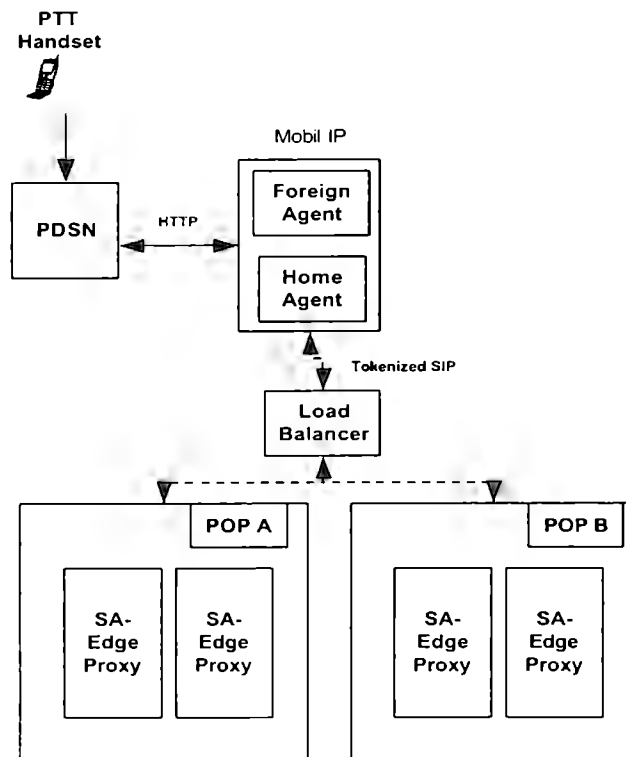


Figura III.10 Arquitectura con dos POP a través de un balanceador de carga.

III.4.4 Balanceador de carga “Load balancer”

El Balanceador de carga es un elemento de ruteo que permite a los móviles conocer la dirección IP de los dos POP’, este elemento debe de traducir y retransmitir los mensajes SIP y estar conectado a los 4 EP de los dos POP’s en cuestión.

Este es el primer punto con el que se inicia una transacción en PTT. La Figura III.11 muestra los componentes agrupados en un solo POP.

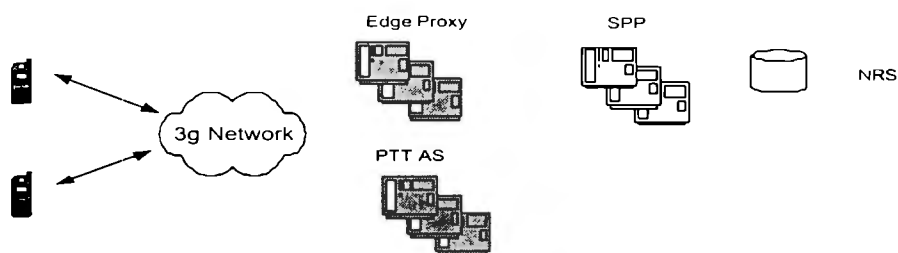


Figura III.11 Componentes en un POP

Este es el agrupamiento inicial con el que se puede conformar un POP.

Bajo el esquema del balanceador de carga los componentes que conforman la red SIP del SA son transparentes para el móvil.

El SPP actúa como un ruteador para direccionar las llamadas y el NRS se utiliza para procesos de registro, localiza y determina en donde se encuentra provisionado un cliente.

Con la arquitectura del Agente de Servicios, el “Service Engine” maneja o soporta la mayoría de las funcionalidades de SIP. El servidor realiza las funciones en el origen y la terminación del procesamiento de cada llamada, además de correr las validaciones contra otras instancias (PTT AS, el local EP, y todos los SEs).

Consta de 3 funciones lógicas

- **Registración.** La función de registración maneja las peticiones de registro (SIP REGISTER), creando un mapeo entre la identidad del suscriptor y la dirección IP con la que el suscriptor este conectado.
- **Proxy.** La función del “Service Provider Proxy” determina como manejar las peticiones SIP que vienen al Agente de Servicios desde el teléfono u otra red o aplicación. Determina que aplicaciones o recursos deben ser dirigidos y en que orden.

El proceso de registro se ilustra en la siguiente Figura III.12.



Figura III.12 Registro de un móvil.

III.4.5 Registro e inicio de una llamada

Las llamadas de PTT pueden estar dentro de un mismo POP o pueden terminar en POP's diferentes. Esto depende de consideraciones de diseño. Es decir si el usuario destino y el usuario que origina pertenecen al mismo POP entonces las llamadas solo utilizaran los recursos de un POP, en caso contrario se tendrá intercambios de mensajes SIP entre los POP.

La siguiente Figura III.13 ilustra el establecimiento de una llamada dentro un mismo POP.

INVITE

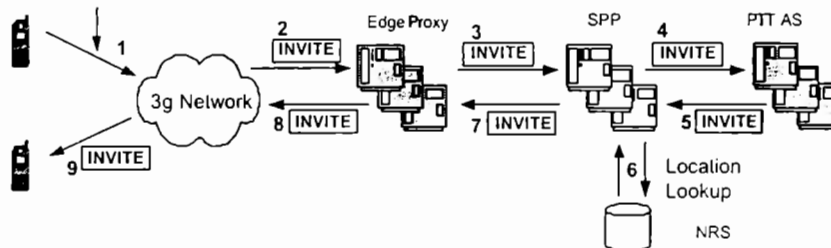


Figura III.13 Call-Setup en un mismo POP.

Como Sucede:

- 1 y 2) El móvil que origina envía un mensaje "INVITE" a su Edge Proxy.
- 3) El Edge Proxy reenvía el mensaje hacia el SPP.
- 4) SPP reenvía el mensaje hacia el PTT AS.
- 5) PTT As determina si es una llamada grupal o no y envía los "INVITES" de vuelta al SPP.
- 6) SPP realiza una busca para determinar a donde debe de entregar la llamada.
- 7) El SPP envía el mensaje hacia el EP destino.
- 8) El EP envía el mensaje hacia el móvil destino.

III.4.6 Establecimiento de una llamada entre POP's Call-Setup entre POP's

Call-Setup entre POP's. Figura III.14.

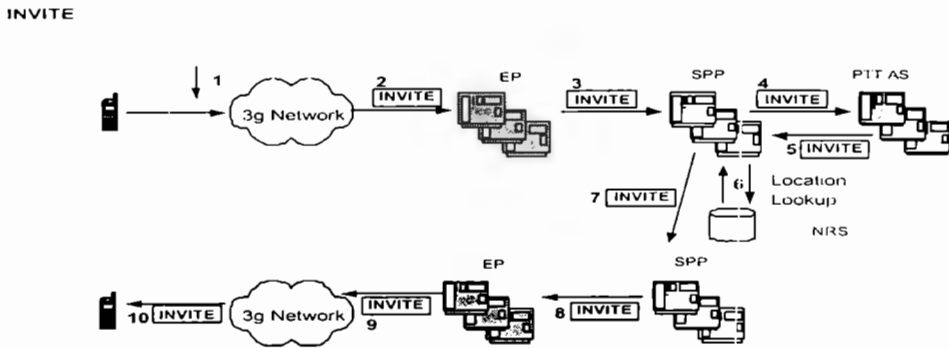


Figura III.14 Call-Setup entre POP's.

La única diferencia entre una llamada dentro de un mismo POP y entre pops es que el POP en donde se origina la llamada envía el mensaje hacia el POP destino (SPP).

III.4.7 Establecimiento de llamadas grupales Call-Setup

Como parte de las características nuevas que presenta PTT se tiene la habilidad de poder realizar llamadas a grupos de personas. Esto sucede debido a la habilidad que tienen los protocolos de datos de poder realizar la transmisión de los paquetes de voz a diversos destinos.

La siguiente Figura III.15 muestra como esto sucede.

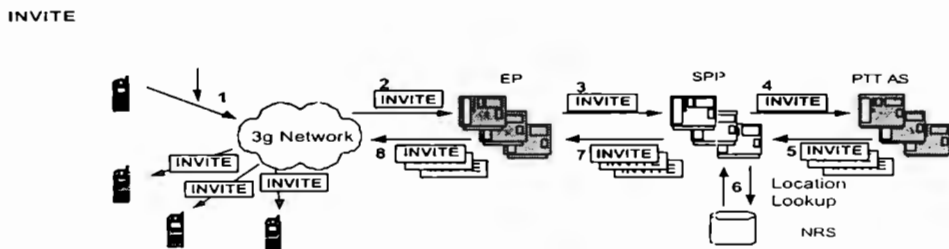


Figura III.15 "Call-Setup" grupal

En una llamada de grupo el móvil que origina envía "INVITES" al nombre de un grupo de personas.

El PTT AS realiza copias de este invite y los reenvía a los móviles destinos. Como consecuencia el PTT AS debe de tener una copia de todos los grupos provisionados en el sistema.

Para poder mantener sincronizados los grupos entre el PTT AS y SA se utiliza en DE con su interfaz An. Figura III.16

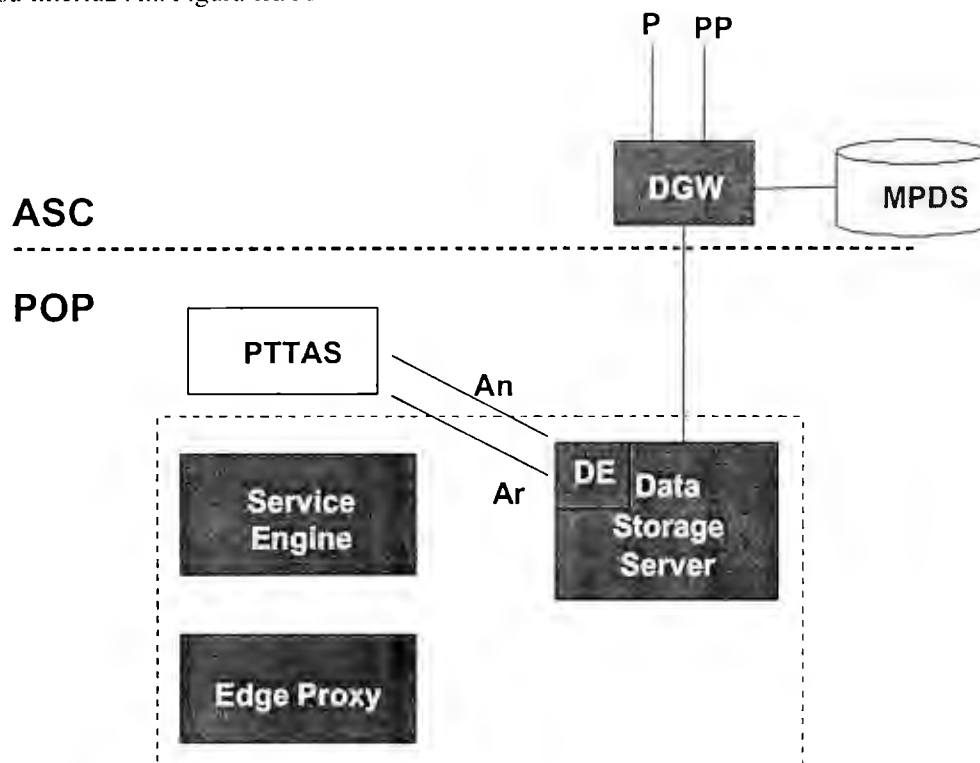


Figura III.16 Interfaces en el DE.

Bajo este esquema el SA envía una notificación al PTT AS sobre la creación de un nuevo grupo y el PTT AS a través de su interfaz CORBA realiza una búsqueda para actualizar la lista de grupos y sus componentes. El flujo de los mensajes de aprovisionamiento se muestra a continuación. Estos requerimientos llegan desde los móviles y desde los sistemas propios de la compañía. Figura III.17.

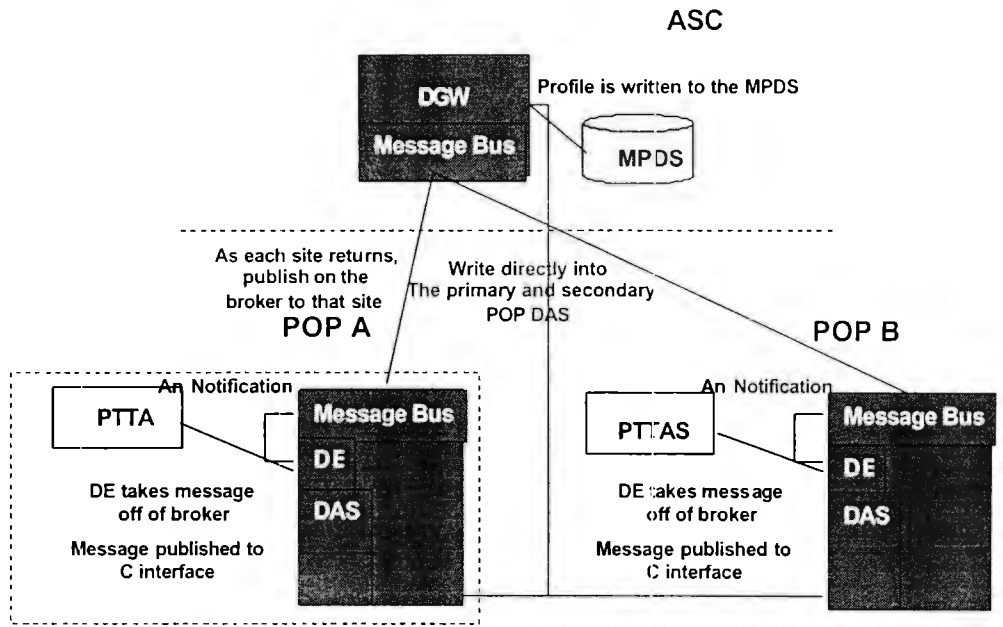


Figura III.17 Flujo de los mensajes de datos relacionados al perfil del usuario.

El flujo de las llamadas de grupo InterPOP es muy similar al flujo mostrado en los párrafos anteriores, es decir es una combinación de los escenarios de llamadas grupales e interPOP.

Una vez establecida la llamada bajo el protocolo de SIP, se inicia el proceso de "Floor-Control" manejado por el Servidor de Aplicaciones. Los mensajes de voz son enviados en forma de paquetes utilizando el protocolo RTP. Observe que los móviles nunca hablan directamente entre ellos, el PTT AS funciona como Control Switch para cada una de las partes que forman la conversación.

En la Figura III.18 se puede observar como funciona esto para una llamada 1-1.

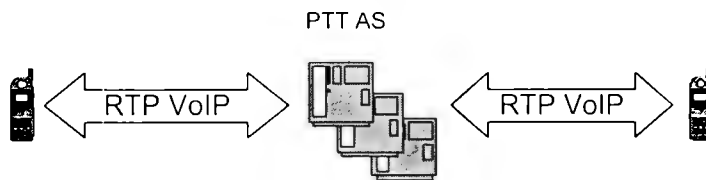


Figura III.18 Transferencia de datos usando RTP en 1-1

Las llamadas grupales tienen el mismo principio. Figura III.19.

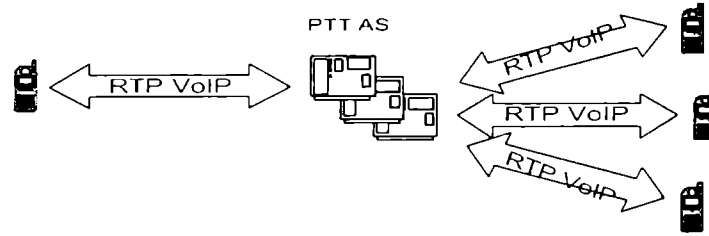


Figura III.19 Transferencia de datos para llamadas grupales.

III.4.8 Detalles del flujo de llamadas

El establecimiento de una llamada y el proceso de “Floor-Control” están basados en los protocolos SIP y RTP. A continuación se marcan en detalle el flujo de cada llamada y los mensajes iniciales que son intercambiados. Figura III.20

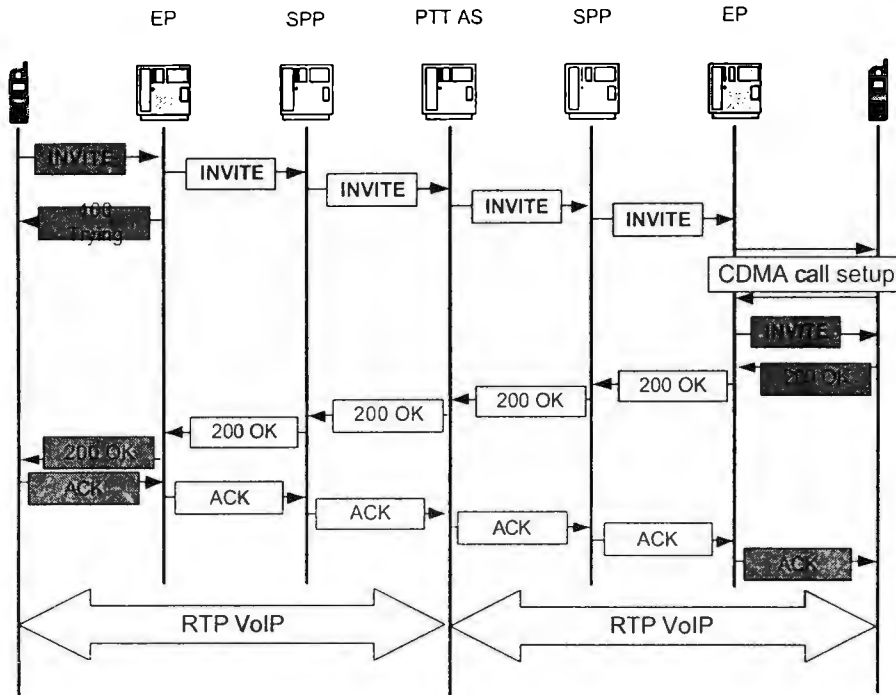


Figura III.20 Flujo de Mensajes en detalle durante el call-setup.

Observe que los mensajes SIP que son enviados a la red 3G son de tipo "Tokenized SIP" para poder ahorrar ancho de banda en la interfaz de radio.

La terminación de las llamadas puede ser originada por el móvil o por el mismo control Switch PTT AS.

En las Figura III.21 y Figura III.22 se muestra como es que esto sucede

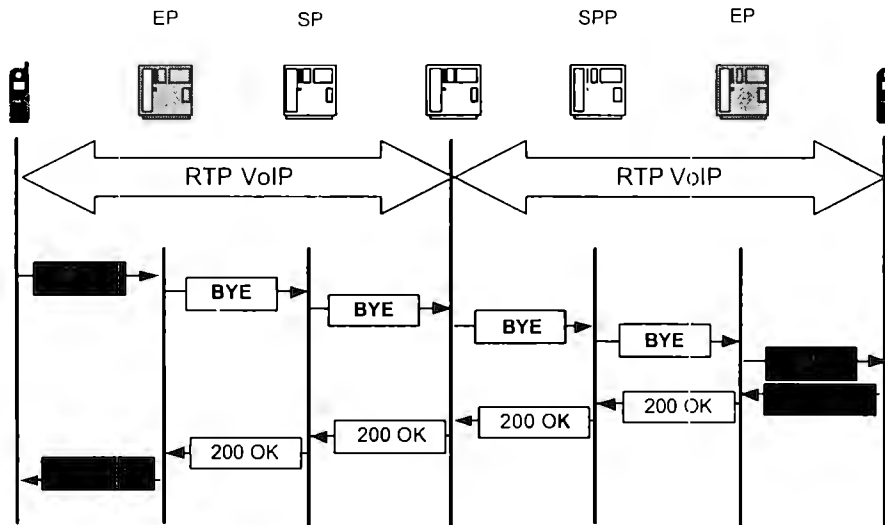


Figura III.21 Llamada terminada por el usuario.

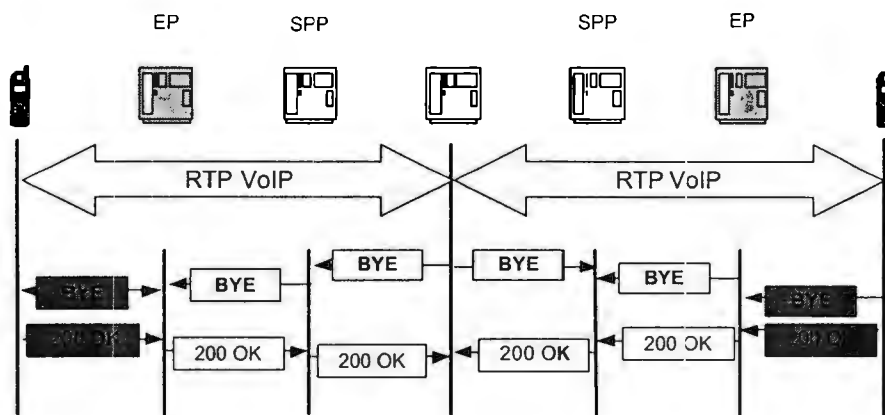


Figura III.22 Llamada terminada por el Control Switch PTT AS.

III.4.9 Problemas comunes

Dentro de la red de PTT los problemas más comunes pueden derivarse de muchos factores, pero básicamente los relativos a la red de 3G son los siguientes:

1. Time out – Como el servicio de PTT esta basado en los elementos que conforman la red de datos, se pueden tener problemas relacionados con RF, Mobile IP y Firewalls, estos problemas pueden provocar retardo o impedir que un mensaje SIP llegue al móvil destino. Se debe de tener particular cuidado con los efectos que el proceso de “Dormant” en un móvil pueda ocasionar.

En el mejor de los casos si los dos móviles no están en “Dormant” el establecimiento de la llamada puede estar en

2-3 segundos, pero si no es así pueden elevarse mucho los tiempos. Existen maneras y procedimientos de análisis que permiten optimizar los tiempos en que se realiza el “call-setup” de la llamada. Por la importancia de este tema se tratara como un capítulo aparte.

2. Curva de Aprendizaje – Es común que durante los primeros meses de uso de un servicio tan particular como PTT, el usuario tenga la necesidad de acostumbrarse a la morfología y funcionamiento propios de una aplicación de datos dentro de la red 3G. Esto claro, teniendo en consideración la experiencia previa del usuario con servicios de voz, ya que en esencia PTT se comporta como una llamada de radio de una sola vía, el usuario puede confundir esta facilidad con una de las que el proveedor de servicio tiene para voz.
3. Usuarios sin presencia en llamadas de Grupos y/o 1-1.
4. Los usuarios cuando se encuentran en una sesión de PTT no conocen el estado de los participantes, es decir si un usuario esta realizando una llamada de grupo y uno de los miembros es contactado por un tercer usuario que no participa en la conferencia trata de contactarlo no podrá saber su estado de presencia hasta que los mensajes SIP envíen el estado del móvil destino al que origina.
5. Voz y PTT - PTT es una aplicación de datos, por lo que los servicios de Voz y PTT son mutuamente excluyentes. No existen procesos para realizar tareas muy propias de las características de voz, tales como Transferencia de llamada, Conferencia Tripartita, etc. También se debe de considerar que cuando se termina una llamada existe un tiempo de transferencia en el que el móvil pueda resolver nuevamente llamadas de voz.

III.5 Conclusión

Como hemos podido observar durante el desarrollo de este documento, los conceptos que abarcan la solución de PTT son muchos y muy grandes. Sin embargo, podemos notar que usando componentes simples, desarrollados e implementados siguiendo la descripción de cada uno de ellos podemos tener una aproximación muy real de lo que sería una solución completamente funcional. Es también claro notar que para poder entender tales conceptos y poder implementarlos se necesita experiencia en muchas de las disciplinas que involucra una red de telefonía. Este capítulo trata con todos los temas necesarios para poder llegar a la integración final de un producto como PTT.

No se pretende mostrar las reglas de diseño de aplicaciones, sin embargo este acercamiento puede usarse como base para el desarrollo de documentos más completos para cada elemento. Por sí solo cada uno de los elementos podría formar un libro con especificaciones técnicas y detalles exactos para su construcción. Este capítulo pretende abrir al lector la posibilidad de entender como es que se pueden usar elementos para formar la aplicación de PTT sobre 3G, así como también generar las ideas necesarias para las

mejoras en los conceptos y la operación del sistema. En otras palabras, que el usuario de este libro pueda determinar los puntos en los que cada elemento puede estar ocasionando problemas y mejorarlo. Las interacciones de PTT con otros servicios característicos de 3G y sus procesos de señalización no son incluidas en este documento.

En la siguiente Figura III.23 se muestra la configuración necesaria final con todos sus elementos para poder realizar la implementación completa de los nodos de PTT.

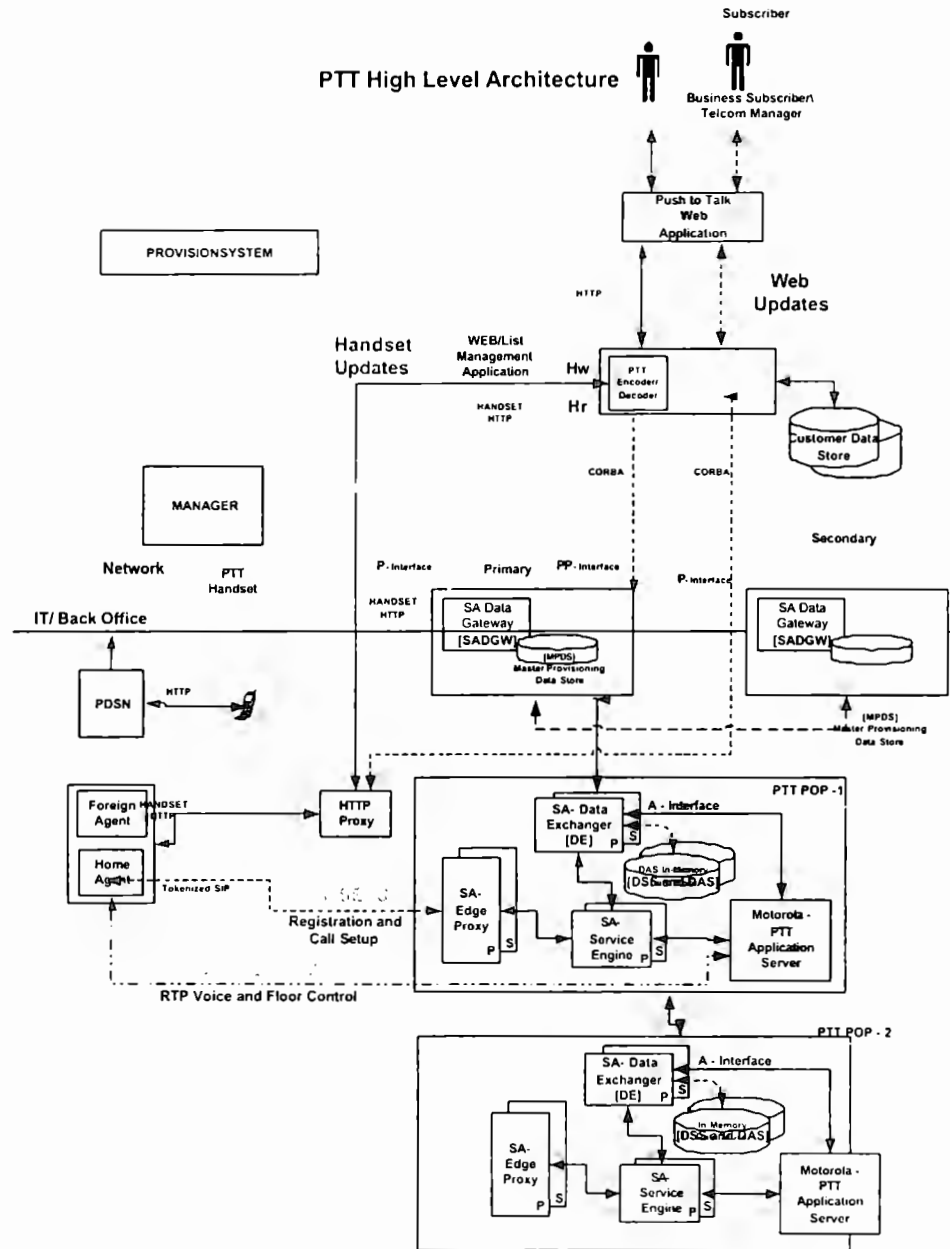


Figura III.23 Arquitectura PTT (Se incluye aprovisionamiento solamente para ilustración).

Capítulo IV

La comunicación al instante.

IV.1 Introducción.

El principal rol de un nuevo sistema es el de capturar la atención de los usuarios. Usuarios que se encuentran satisfechos con el servicio actual al que están acostumbrados.

Las aplicaciones de tercera generación mejoran en mucho los servicios existentes, ya que tienen nuevas capacidades y funcionalidades, como servicios de velocidades variables, y poco retardo. Diferentes aplicaciones generan diferentes características de tráfico y eso provoca diferentes impactos en los diseños y capacidades de los sistemas. La amplia variedad de los servicios para tercera generación hace que la planeación y la puesta en servicio sea cada vez más un reto.

La comunicación al instante ha sido el motivo más importante para el desarrollo de este documento. Los procesos involucrados en la creación y composición de una plataforma segura y confiable que permita que nuevos servicios sean implementados con facilidad "Push to talk" (PTT) como producto nuevo carece de una metodología estándar de implementación lo que se traduce al final en un producto de baja calidad. Sin embargo en este capítulo se agregan conceptos que permiten al proveedor de servicio medir la calidad en el diseño y la operación de la plataforma.

Conceptos como Latency (Retardo), Call-Setup (establecimiento de la llamada) e interconexión de los elementos de la red SIP ayudan a entender y corregir los problemas de diseño. Al realizar las mejoras en los conceptos anteriores permiten que PTT sea un producto viable, listo para su comercialización. Solamente entonces la interacción que tendrá el cliente con el servicio de PTT será entonces satisfactoria.

En el capítulo anterior se habló que uno de los problemas más comunes en PTT son los retardos en la conexión, estos retardos pueden estar presentes durante toda la llamada, incluso pueden ocasionar que esta no se lleve a cabo.

En este capítulo se explicará a detalle el camino que debe seguir PTT para lograr la comunicación con otro usuario de PTT mostrando la interacción entre los elementos involucrados, posteriormente se mostrarán los puntos en los que el sistema no ofrece una estabilidad en la comunicación, como puede ser en la red celular 3G1X, la red del Servidor de Aplicaciones (PTT AS) y el Agente de Servicios (SA).

Este capítulo aportará al lector, el conocimiento y mejoras necesarias que deben de ser consideradas durante la consolidación de PTT. Estas consideraciones están basadas en el error 408, que resulta de rebasar el tiempo máximo permitido para la interconexión de una llamada.

IV.2 Establecimiento de una llamada PTT

La registraci3n es la primera acci3n del m3vil de PTT, con la cual le permite a la red conocer la ubicaci3n del m3vil, esta sucede cada vez que el m3vil es encendido o determinado tiempo en el que el sistema vuelve a preguntar al m3vil su localizaci3n o viceversa, si el m3vil llega a una nueva 3rea de servicio. Generando un registro en el MSC creando un VLR (visitor location register), en el PDSN y en el SA (Service Agent) (elemento Edge Proxy). Adem3s de obtener una IP del FA (Foreign Agent) a trav3s del HA (Home Agent).

Para que un m3vil PTT pueda tener servicio es necesario que el tel3fono se encuentre recibiendo las funcionalidades y la cobertura de 1X-3G.

1.- Cuando un usuario pulsa el bot3n de PTT que el tel3fono tiene en su hardware, inicia una solicitud a la celda deseando obtener un canal de trafico "Channel Element", para hacer la transmisi3n de paquetes de datos con informaci3n de la llamada.

2.- Cuando la informaci3n es enviada del tel3fono a la celda (uplink), los paquetes o datos generados por el m3vil ya sean aplicaciones o protocolos son codificados en tramas RLP "Radio Link Protocol" para ser enviados a trav3s de la interfaz de aire a la celda.

3.- La celda da el mismo tratamiento a las llamadas de paquetes de datos que a las llamadas de voz, intercambiando y transportando el "call setup" y la informaci3n de control hacia el MSC.

4.- El MSC, tambi3n proporciona las mismas funciones a las llamadas de datos que a las llamadas de voz, como es el an3lisis de d3gitos, el control de la llamada, la creaci3n de registros de facturaci3n, el establecimiento de la llamada y la terminaci3n de esta.

5.- Despu3s de procesar los d3gitos y datos enviados por el m3vil, comprende que es una llamada de datos y que esta debe ser enrutada a cierto destino. Entonces el DCS (Digital Cellular Switch) que reside dentro del MSC, crea la ruta entre la celda y el grupo l3gico asignado para atender las llamadas de datos, para enviar los paquetes al servidor PCF. Los datos enviados o transferidos de la celda son convertidos de RLP a FR-SVC (Frame Relay- Switched Virtual Circuit) o en su defecto de RLP a IP.

6.- El servidor PCF es la interfaz entre el DCS y el PDSN, esto quiere decir que al haber una llamada en el grupo del DCS, este elemento creara a trav3s de la interfaz "L" ("L" interfaz de frame relay usado en E1/T1 del DCS y enviara la informaci3n del m3vil (MIN mobile identifier number, opciones del servicio, tiempo de conexi3n, etc.) al PDSN abriendo una interfaz R-P (Radio Network/PDSN).

7.- Ahora si se logra establecer una conexi3n PPP (Point to Point Protocol) entre el m3vil y PDSN. En estos momentos el PDSN se comunica con el servidor AAA, para verificar que el usuario es un suscriptor v3lido y poder intercambiar datos con el HA. El AAA autoriza al usuario y env3a la aceptaci3n al PDSN, y el PDSN env3a solicitud de conexi3n al HA y establece un t3nel virtual con el HA. El HA env3a el usuario y la contrase1a al AAA para realizar la autenticaci3n del m3vil y el HA asigna la IP al usuario y se establece la conexi3n

8.- Posteriormente el PDSN a través de la conexión que ya tiene establecida con el HA busca los servidores "Edge Proxy" del SA. También el HA nos sirve para tener salida a las redes privadas o públicas. Hasta antes de enviar la llamada al "Edge Proxy", todas las llamadas de datos para cualquier aplicación siguen el mismo camino y componentes.

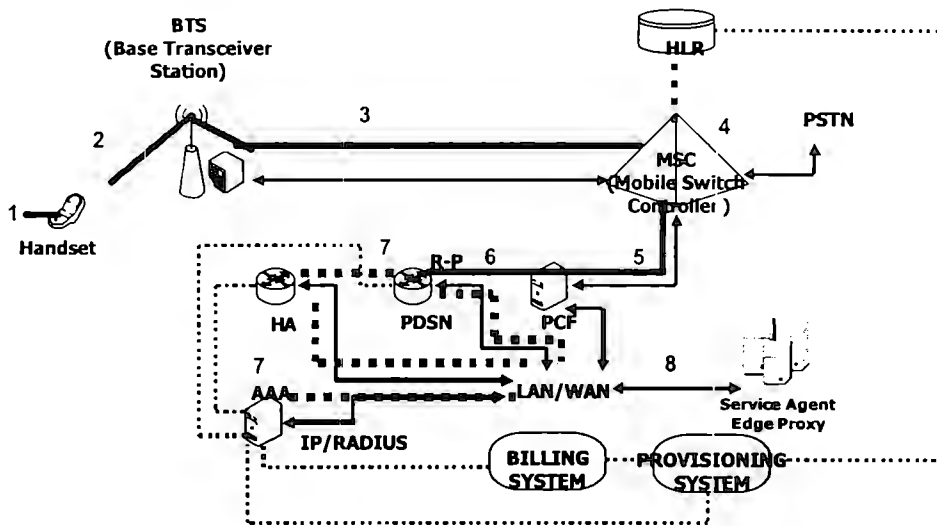


Figura IV.1 "Call setup" de PTT en la red de IxRTT

Esta sección es la segunda parte de la llamada, donde ahora todo el intercambio de mensajes se hace entre el móvil y el SA, cabe resaltar que el móvil solo interactúa con el EP, el resto de los elementos son invisibles para la terminal. El diseño de este establecimiento de llamada esta basado en las consideraciones iniciales incluidas en este documento de tesis y el diseño de los elementos que PTT incluye.

- 1, 2.- Cuando el usuario presiona el botón para hablar, la terminal envía una solicitud SIP (Session Initialization Protocol) a través del mensaje "INVITE" buscando al EP (Edge Proxy) del SA.
- 3.- El EP después de autenticar a la terminal envía la misma solicitud al SPP (SE).
- 4.- El SSP (SE) recibe la solicitud, la procesa y reenvía el mensaje de "INVITE" al PTTAS (Aplication Server Motorola).
- 5.- El PTTAS analiza el mensaje y detecta si es una llamada grupal o uno a uno y ahora envía el mensaje "INVITE" al SPP buscando los números o el número destino que quiere ser encontrado por el móvil origen.
- 6.- El SPP (SE) comienza la búsqueda de las IP de los números destino en el NRS.
- 7.- El SPP (SE) envía la solicitud "INTIVE" con las direcciones IP del número remoto al EP.

8, 9.- El EP envía la solicitud "INVITE" al numero remoto. Ahora el EP envía la llamada al HA y a toda la red 1xRTT buscando al móvil.

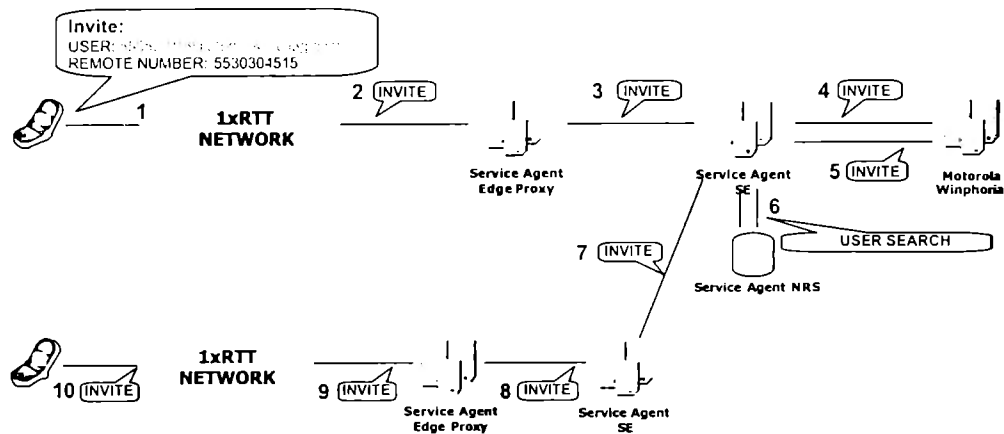


Figura IV.2 "Call setup" de PTT en la solución de PTT

IV.3 Retardo en el establecimiento de la llamada

Cuando un usuario está haciendo uso de un equipo de comunicación, este tiene la expectativa de poder establecer una conexión con otro elemento, con rapidez, confiabilidad y con calidad de servicio.

En PTT esto se traduce a 2 puntos importantes:

- Establecimiento de la llamada.
- Transmisión y recepción de los paquetes de voz.

En la experiencia del uso de equipos telefónicos los usuarios ignoran los procesos e intercambio de mensajes en el establecimiento de una llamada, la expectativa de ellos es meramente la rápida comunicación, debido a ello las centrales telefónicas en todo el mundo ocupan tonos y mensajes que indican al usuario que su llamada está siendo atendida y procesada. Sería difícil para un usuario esperar en la línea telefónica un silencio de más de 10 segundos, por ejemplo la Comisión Federal de Telecomunicaciones en México (Cofetel) define en el documento de calidad de las redes móviles que el tiempo de conexión para un servicio de voz debe ser menor a 12 segundos.

Como se menciona en el capítulo III, En México, el tiempo de conexión de PTT no está regulado, pero los proveedores de servicio deben establecer sus tiempos acorde al tiempo que ocupan para conectar otras aplicaciones y con la misma calidad.

Basándonos en las consideraciones hechas en este documento, se debe de cumplir con un tiempo de conexión en modo activo de 3 a 5 segundos y en modo dormant menor a 12 segundos.

La siguiente Figura muestra el camino completo que debe seguir una llamada para conectar el primer móvil hasta móvil destino.

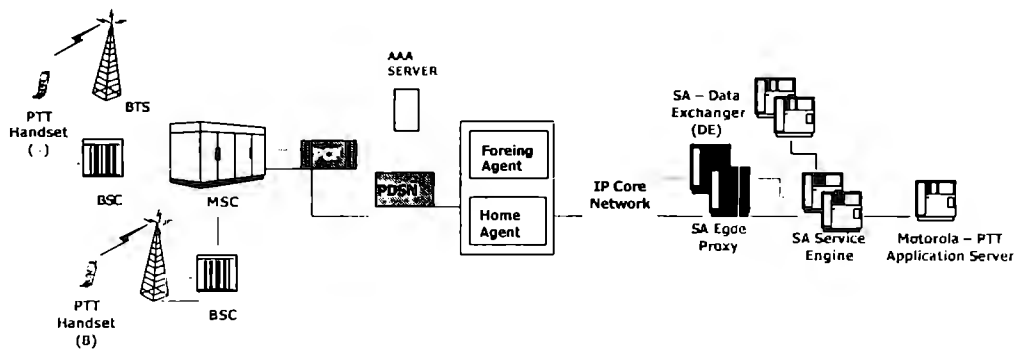


Figura IV.3 “Call Setup” de la llamada de PTT.

Después de observar esta compleja red y la interacción de sus elementos, es cuando nos percatamos de que es necesario, que el call setup de la llamada tome el menor tiempo posible en cada elemento, ya que cualquier anomalía puede ocasionar un retardo mayor en el establecimiento de la llamada.

Si este retardo excede el tiempo permitido por la red, para establecer una llamada el móvil recibirá los mensajes del elemento SA con el que siempre intenta tener contacto, este elemento al no encontrar al móvil destino, enviara un mensaje del tipo SIP que para este caso de tiempo mayor será un 408.

IV.3.1 El error SIP 408

El error 408 esta definido en el RFC 3261 como “request timeout” pero mas bien debe de entenderse como que no fue posible alcanzar al “handset” destino y puesto de este modo no importa en que parte de la llamada se hallan quedado los mensajes, o la razón ya sea por perdida de estos o por retardo en el intercambio de estos en los elementos, el usuario va a entender que no se pudo encontrar al numero que el deseaba contactar. El sistema en este caso el “Edge Proxy” (EP) enviara una leyenda de “Unable to complete call, Please try later” o en español No se pudo completar la llamada, por favor intente nuevamente mas tarde, dejando en un mal precedente al proveedor de servicios.

De hecho cuando se esta usando este servicio de PTT, el error 408 puede ser usado como la métrica de desempeño de los elementos de la solución PTT es decir el SA y el PTT AS, ya que este en toda la extensión de su significado nos permite saber u obtener el porcentaje de completación de las llamadas.

De hecho en la experiencia, yo pongo a este error como el detonante de los problemas en la red de IX y también de PTT, ya que claramente te dice que algo en la red esta haciendo un bloqueo o un retardo causando el decremento de la calidad de la red aumentando las llamadas no completadas.

Aunque no hay una norma preestablecida para calificar a un sistema en base al número de 408, como aportación, con la experiencia obtenida durante la implementación y la comparación que realice con otros operadores de PTT, se puede establecer que debajo de un 10% de porcentaje de llamadas con error 408 se está ofreciendo una calidad óptima de servicio, y por su puesto empeorando si se rebasa este porcentaje. De modo que este indicador es y debe tomarse como el indicador más importante de desempeño del producto.

IV.4 Retardo en la red de 1X

IV.4.1 Retardo en la celda.

Cuando en una red de telefonía celular se quiere implementar las aplicaciones de tercera generación se debe de tomar bien en cuenta el tipo de tráfico que estas aplicaciones generan, así como el uso que se desea que los usuarios tengan de él.

En el caso de la aplicación de PTT, es requerido que los móviles detecten las funcionalidades de 1X-RTT. En el caso de que el móvil no detecte esta tecnología se pondrá en el modo de no servicio para datos lo que puede ocasionar que no se puedan realizar llamadas o en su defecto recibirlas.

En los sistemas actuales de CDMA se habló durante el capítulo 1 y 2 que esta tecnología siempre ha procurado ser compatible hacia atrás es decir la segunda generación puede ser capaz de convivir con la primera generación y lo mismo le sucede a la tercera generación debe de ser capaz de convivir con la segunda generación. Por tal motivo es muy factible que la mayoría de los proveedores de servicio que estén brindando el servicio en la tecnología CDMA, se encuentren aun teniendo equipamiento en sus Radio Bases (BS) con la tecnología AMPS, CDMA 2G, y CDMA 3G.

En la mayoría de los equipos no importa cual sea el proveedor, para poder brindar la tecnología 3G es necesario realizar un cambio o instalar las tarjetas que ofrecen los "Channel Elements".

De todas las familias de celdas Lucent que hay en el mercado voy a exponer 4 de ellas:

- Series II
- Micro Celdas
- Mod Cell's
- Mod Compaq 4.0

Series II. Este tipo de celda proporciona al usuario la tecnología AMPS, 2G y 3G. El equipamiento que se instala dentro de esta radio base para la tecnología 2G son las tarjetas ECU 10 las cuales proporcionan 10 "Channel Elements" por tarjeta, estas se instalan en todas las portadoras que tenga la celda ya que como sabemos CDMA nos permite proveer el servicio en varias portadoras y además los teléfonos de acuerdo a su "Hash" pueden tener preferencia por una u otras portadoras.

Cuando se instalan las funcionalidades de 3G a la celda también se agregan tarjetas a los sitios con funcionalidades diferentes, capaces de dar mayores funciones a los canales de control de 3G. Este tipo de tarjetas son las ECU 32 las cuales además de permitir la

activación de los canales de control como el “quick paging channel”, proporcionan 32 canales mas para alojar llamadas.

Micro Celdas. Este tipo de celda se caracteriza por su diminuto espacio, puede ser instalada en áreas de poco espacio, como lo son dentro de edificios y centros comerciales, estas pueden ser analógicas o digitales y ocupan tarjetas CCU 20 para la tecnología 2G y 32 para la tecnología 3G

Mod Cell. Este tipo de celda no proporciona la tecnología AMPS, ya que se caracteriza por ser 100% digital. El equipamiento de canales de trafico “channel elements” que maneja esta celda es de 2 tipos la CCU 20 para el servicio de 2G proporcionando 20 “channel elements”. Cuando se quiere proporcionar el servicio de 3G en esta celda se debe de agregar las tarjetas CCU 32 las cuales también proporcionan 32 “channel elements”.

El realizar esto tiene un costo y este costo es la utilización de los canales trafico, ya que los teléfonos están programados para preferir el servicio 3G antes que el servicio 2G, entonces se observa que la ocupación va de 3G a 2G lo que da como resultado que se agoten rápidamente los recursos de 3G para llamadas de voz y cuando un móvil PTT quiere hacer o recibir llamadas no encuentra los canales para proporcionar el servicio y el numero de time out por falta de capacidad se puede incrementar considerablemente.

Las tarjetas de 10 o 20 canales instaladas en las celdas de la familia series II, Micro celdas o Mod Cell, ocupan cada una de ellas 2 canales de control por sector y por portadora, lo que quiere decir que de estos canales disponibles con que cuenta la tarjeta se van restar los canales de control, así mismo cuando se instalan en la red las tarjetas de 32 canales estas se ven reducidas con 3 canales por sector y por portadora para control, este canal extra como ya se comento con anterioridad es el “quick paging channel”, lo que en una celda normal con 3 sectores quedaría reducida a 23 canales, lo cual vuelve a tener un impacto en la capacidad de la radio base, pero tiene la ventaja que si se instala una segunda tarjeta los canales de control solo los toma de la primera tarjeta instalada en esa portadora.

Las familias de celdas de Motorola.

En Motorola se manejan las tarjetas tipo MCC, las cuales proporcionan el servicio 2G. Estas pueden proporcionar 8, 26, 24 y 32 “Channel elements”. Para poder proveer el servicio de 3G-1X es necesario instalar un nuevo tipo de tarjetas el MCC 1X las cuales proporcionan 32, 64, y 128 “Channel elements”.

Las familias de celdas en Huawei.

Las celdas Huawei, solo tienen la tecnología 3G -1X funcionando, el tipo de tarjeta es la QC-CCPM, las cuales vienen equipadas con 32, 64, 96 y 128 “Channel elements”.

Las familias de celdas en Nortel.

IV.4.1.1 Capacidad de recursos de 3G en la celda.

Cualquiera que sea el proveedor de equipo proporciona un canal de 9.6 kbps por cada “Channel Element”, en el cual se puede alojar una sola llamada de PTT a través de este canal.

El **primer retardo** en la red celular es originado por la **capacidad** de los recursos de tráfico en la celda. Por ello debemos de asegurarnos que si queremos introducir esta solución de PTT a una red, es necesario el reservar un numero significativo de canales de 3G para atender las llamadas de datos en este caso PTT, siempre considerando que estas concursan con las llamadas de voz. Por lo que el total de recursos de 3G siempre debe de estar por debajo del 80% de uso, de este modo se brindará el servicio con la calidad deseada. De lo contrario al originar o recibir una llamada, los canales de acceso o en los canales de "paging", pilotos estarían disponibles pero al intentar asignar los canales de trafico, el móvil se quedara intentando acceder en al caso de que se quiera realizar la llamada lo cual resultaría en no lograr una conexión con la celda y para el usuario pues un tiempo muy alto para poder hacer una llamada que incluso en una hora de trafico elevado no sería exitosa. Para el caso de llamada entrante o lo que llamaríamos asignación de canales de tráfico de la celda hacia el móvil "Reverse" al no haber los recursos disponibles, no hay reintentos y simplemente envía un mensaje a los elementos de que no pudo localizar "No page response" por parte del móvil.

Para poder llevar el control de 85% de la capacidad de la celda, es necesario medir la intensidad de trafico de las radio bases.

La intensidad de tráfico se mide en "Erlangs". Un "Erlang" es equivalente a una llamada con duración de una hora. La intensidad de tráfico puede ser calculada con la siguiente operación:

$$\text{(Numero de llamadas (por hora) x promedio de duración de las llamadas (en segundos))} / 3600$$

Posteriormente a este valor obtenido de una celda se obtiene el porcentaje de ocupación el cual como ya se menciono siempre debe ser menor al 85% y esta dado por la siguiente formula:

$$\text{((intensidad de trafico medida en una hora (valor en "erlangs") / capacidad instalada en la radio base (valor en "erlangs")) * 100)}$$

En un sistema CDMA la capacidad no esta limitada por el numero de "channel elements" pero si por la cantidad de interferencia en la interfaz de aire.

El segundo retardo en la red celular es originado por la **potencia**. Cuando un teléfono celular se encuentra en movimiento, la intensidad de la señal recibida puede disminuir, debido a que es debilitada por la humedad de la atmósfera, reflejada por edificios y superficies lisas e incluso llega a ser bloqueada por obstáculos.

Para esto es necesario que se tenga un cuidado especial en el control dinámico de potencias con el fin de lograr la óptima asignación de las potencias de la radio base, la asignación que propongo es:

- 15 % de la potencia para el canal piloto.
- 5.5% de la potencia para el canal de paging.
- 1.5% de la potencia para el canal de Sincronía.
- 20% dividido para los canales de tráfico.

Se debe de procurar que la optima señal de la radio base debe de estar en los parámetros estándares que son de -75dBm a -105dBm.

El tercer retardo en la red celular es originado por el “**cross carrier assignmet**”, como se platico en el capítulo 2, dependiendo de cierto algoritmo de acuerdo al min (mobile identifier number) el móvil tiene cierta preferencia por una portadora, esto es parte del diseño de CDMA, que busca tener un balanceo en la asignación de recursos en la celda especialmente balancear el tráfico entre los elementos de cada portadora con que cuente la radio base. Lo anterior quiere decir que por ejemplo el móvil 0595231994 tendrá preferencia por la segunda portadora y el 0595234515 lo tendrá por la primera en el caso de que solo se cuente con 2 portadoras en esa celda o sistema.

Es común que los operadores de servicio, quieran poner el equipamiento de 3G – 1X en una portadora y el equipamiento 2G en otra portadora, suponiendo que es preferible optimizar los canales de “overhead”, pero esto ocasiona un retardo grande al momento de originar y recibir una llamada; Si este fuera el caso lo que sucedería es que el móvil por tener un tipo de “hashing” prefiera una portadora, pero al sob encontrar recursos 3G-1X en otra portadora, entonces comenzaría una renegociación para cambiarse a la otra portadora y pedir los recursos de 3G, lo que ocasionaría un tiempo en el “call setup” de la llamada, y si esto sucede en el escenario de entrega de llamada pues pasaría mas tiempo para encontrar el móvil, incluso primero nos daría una falla de llamada no efectiva y posteriormente se conmutaría a la portadora correcta, lo que tardaría 1 segundo mas a la llamada.

Este mismo escenario puede también suceder cuando, si se tengan recursos de 3G -1X en ambas portadoras pero una de ellas esta llena y no permita “accesar” otra llamada, entonces también ocurrirá un cambio de asignación de portadoras para buscar los recursos de la segunda.

Este escenario de “cross carrier assignmet” se puede evitar balanceando los recurso de 3G-1X y 2G en las portadoras, es decir procurando poner el mismo numero de “channel elements” en cada portadora y la misma tecnología. De este modo ningún móvil entrara en su algoritmo de decisiones para acceder a la correcta portadora que le brindara el servicio y ahorrara tiempo para tomar el canal de tráfico

IV.4.2 Retardo en la central de conmutación

El **cuarto retardo** es causado por los “Vocoders”, la mayoría de los sistemas CDMA usan algoritmos de codificación de tasa variable de discurso (variable-rate speech coding algorithms) en conjunto con el control de potencia para alcanzar una buena calidad de voz. Los “vocoders” mejoran las propiedades de la fuente del discurso, clasificando cada trama de voz o datos de acuerdo a su forma de onda, energía y eligen uno de los muchos esquemas de compresión para lograr un buen promedio de calidad de audio.

En pocas palabras los “vocoders” son los elementos encargados de decodificar los paquetes ya sean de voz o de datos, además de mejorar la calidad del audio para que estos puedan ser enrutados al grupo o destino correspondiente y así establecer la llamada, en este caso existen proveedores de tecnología que asignan un tipo de tarjeta para desarrollar esta función, lo puede haber de diferentes tipos tales como:

8kbps
13 kbps
EVRC (Enhanced Variable Rate Vocoder)
SMV (Selectable Mode Vocoder)

La capacidad de estos elementos también es finita y esta en función de los canales y tarjetas que estén equipados en la central de conmutación. Para poder obtener su capacidad instalada y usada se ocupa la fórmula de probabilidad de bloqueo de "Erlang" al 1%.

En el caso de tener estos recursos, sin capacidad para procesar la llamada sería imposible contactar al móvil o móviles destinos, ya que hasta este elemento de red la llamada se quedaría obteniendo entonces un "reorder" o un aviso de la central de conmutación de falta de recursos, lo cual ofrecería un tono de ocupado, un poco diferente conocido como ocupado rápido, a los usuarios y lógicamente esto causaría que los errores 408, crecieran de forma contundente, ya que sería imposible el completar una llamada.

Para este caso cada proveedor elige el número de canales o circuitos, que debe tener cada tarjeta y en base a esto se debe de crecer la capacidad de estas tarjetas en base al tráfico primario que esta cursando al central de conmutación.

El **quinto retardo** es causado por los circuitos de los PCF's esto son llamados SVC "Switched Virtual Circuits".

Para que este elemento tenga un buen desempeño y no sea una causa de problemas se deben de cuidar rubros tales como:

- Numero de procesos corriendo en determinado tiempo, la mayoría de las veces el proveedor de tecnología conoce el numero de procesos que se pueden correr por minuto y por hora. De modo que si se excede este numero, el sistema puede estar fuera de servicio por algunos instantes en lo que libera espacio a su procesador, incluso puede causar una inicialización en la maquina.
- Numero de Circuitos SVC disponibles, se debe tener cuidado en la intensidad de tráfico en estos circuitos, al igual que los anteriores elementos es necesario contar con capacidad suficiente para cursar el tráfico en este elemento por lo que se recomienda tener la capacidad de estos elementos debajo del 70%. Uno de los síntomas mas notables cuando la capacidad se esta excediendo es que la conexión toma de 4 a 5 segundos para establecerse debido que el sistema se queda en espera de la liberación de algún circuito. Al igual que el punto anterior cada proveedor de servicio, tiene un tipo de tarjeta la cual proporciona un número finito de circuitos para calcular la capacidad instalada y el porcentaje de uso, es necesario contar con dicha información.

IV.4.3 Retardo en la red de 3G

El Sexto retardo es causado por el PDSN.

El PDSN es el corazón de la red 3G, el cual se encarga de transportar y controlar todas las sesiones de datos. Este elemento mientras mas eficiente sea mas eficiente vuelve la red.

Para que el PDSN opere de la forma que se espera se debe tener una buena administración de él. Es importante tener cuidado del tráfico que se está atendiendo a través de él de hecho se aconseja planear perfectamente que tipo de equipo se va a contratar así como la capacidad de transacciones, medido en el número de usuarios que se desea atender y los servicios.

Existen varios proveedores de equipos PDSN tales como:
Starring, Shafra, Nokia y Sisco

Este tipo de equipos cuando se excede el umbral que tienen permitido para el procesamiento de los mensajes es probable que descarten mensajes antes de botee, en cualquiera de los dos casos esta ocasionaría una pérdida momentánea del servicio

El Séptimo retardo es causado por el HA.

El HA es el equipo encargado de asignar las IP en Mobile IP, en caso de que este equipo no tenga una pool de IP que asignar pues dejara fuera el servicio hasta que se libere una IP.

También es probable que al exceder el número de transacciones, este equipo se salga de servicio por algún momento ya que su procesador estara ocupado con otras transacciones.

El Octavo retardo es causado por el AAA.

El AAA es el portero encargado de dejar pasar a los usuarios validos en caso de que esta aplicación no esta disponible, pues no habría servicio de datos.

IV.5 Retardo en el PTT AS.

Los estados de Dormant y Paging son dos factores críticos para el call-setup. En muchos de los casos el móvil PTT se encontrara en el estado de Dormant.

Cuando un usuario inicia una llamada PTT, le tomara aproximadamente 2 segundos para pasar del estado de dormant a activo y el móvil destino tendrá el mismo comportamiento. Adicionalmente los móviles en acción necesitan ser localizados (paging). El tiempo de paging depende de un parámetro llamado slot-cycle-index, discutido en el capítulo 2.

Los tiempos de retardo son inherentes al sistema. Cualquier aplicación PTT tendrá sus propios retardos como consecuencia de que esta basada en el diseño de la red de radio de 3G CDMA 1xRTT.

La tabla de retardos en los elementos que involucran a PTT se muestra a continuación.

Transaction	Expected Latency (ms)
Initiating móvil Latency	TBD
Initiator dormant-active transition	2000
Initiator Tokenized SIP INVITE (198 bytes)	*200
Terminating móvil dormant to active transition (includes paging latency)	4000
Terminator Tokenized SIP INVITE (290bytes)	*300
Terminator Tokenized SIP 200 OK (292bytes)	*300
Initiator Tokenized SIP 200 OK (292bytes?)	*300
Terminating móvil Latency	TBD
SA latency	*23
PTT AS latency	*10
PDSN/HA latency	*5
Total Call Setup Latency	7138

Tabla IV.1 Retardos en el PTT AS.

Los tiempos de retardo en los móviles dependerán de cada fabricante. Lo ideal es determinar desde el momento en que se realice la orden de compra de móviles los tiempos de retardo para este factor, sin embargo los procesos de diseño e implementación del cliente SIP en el móvil son excluyentes del diseño de la arquitectura de PTT.

El PTT AS realiza dos funciones básicas dentro de la red SIP/RTP de PTT: Participar en el “call-setup” de las llamadas y ofrecer la plataforma de control MRF.

El PTT AS dentro del esquema de “call-setup” no representa un elemento de alto riesgo que introduzca un retardo significativo, ya que el elemento que realiza primariamente esta acción es el SA. Para el SA el PTT AS es solamente otro elemento al que rutear los requerimientos de call-setup como parte del proceso.

Se asume que la red de radio y la red de datos (PDSN/HA) deben tener bastante capacidad y ancho de banda suficiente para poder entregar los paquetes en tiempo real. Si no los paquetes de la voz PTT pueden experimentar retrasos y pérdidas. El PTT AS debe remitir los paquetes de la voz en tiempo real. El estado latente del ingreso-salida en servidor del uso del PTT será de +10 ms.

El móvil permitirá que el usuario hable inmediatamente después que el usuario presiona el botón del PTT en una sesión del PTT. Un datagrama RTP con ambos el “floor-control” y los paquetes de la voz serán enviados al PTT AS.

Se permite al móvil originador hablar con la función del buffering de la voz en el MS antes de que el usuario destino esté conectado. “Timers” en el móvil y el MRF proveerán de esta función. Se espera que esto reduzca la percepción de usuario para poder completar una llamada PTT, es decir, cuando el usuario presiona el botón PTT puede empezar a hablar inmediatamente lo que en la experiencia del usuario pareciera que la llamada ya esta conectada. Sin embargo realizar el buffering de la voz puede traer efectos contraproducentes, ya que si no se tiene el cuidado de configurar los elementos de ruteo dentro de la red de 1x hacia el PTT AS se puede observar efectos extraños en la retransmisión, por ejemplo inversión de paquetes y o pérdidas de los mismo, que se traducirían en una pobre conversación.

En la Figura 1 se puede observar como el “buffering” de la voz se conforma en las partes de la llamada.

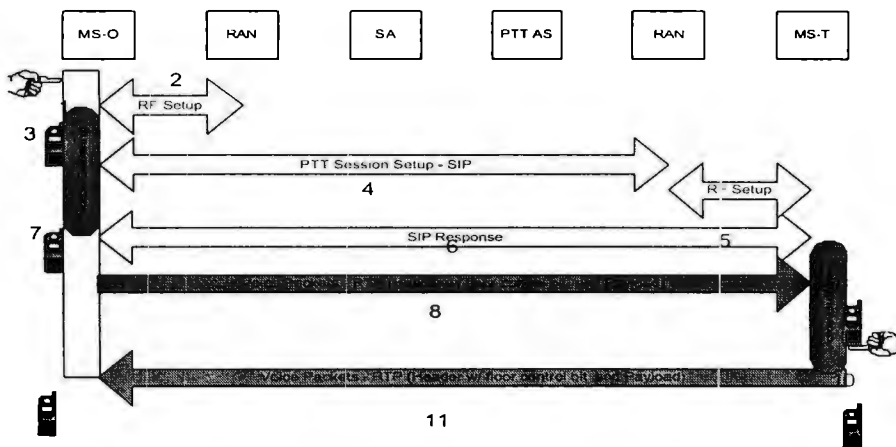


Figura IV.4 “Buffering” Voz.

Los puntos importantes para evitar estos problemas se detallan a continuación:

1. Ruteo Adecuado
2. Verificar la configuración de los elementos de ruteo PDSN, HA, AAA.
3. Conectividad entre el SA y el PTT AS.

Para que las áreas encargadas de la operación y mantenimiento de estos elementos puedan realizar los cambios apropiados en necesario ambientarlos dentro de un esquema de “experiencia del usuario”.

Para que PTT pueda ser una aplicación exitosa pequeños cambios en configuración pueden marcar la diferencia.

El PTT AS como elemento que finalmente maneja los streams de voz tiene que tener una configuración apropiada a los tiempos y arquitectura de la red 3G, sin embargo aunque el diseño en sí toma en cuenta estos puntos, cuando la implementación ya este hecha es muy recomendable realizar las pruebas correspondientes de operación. Estas pruebas deben de ser realizadas con y sin carga dentro de la red de Datos, esta simple situación permitirá evaluar si las consideraciones de diseño y capacidad son las adecuadas en la red.

Las pruebas mínimas necesarias que se tienen que realizar en este elemento son las siguientes: Tabla IV.2.

Test#	Descripción	Funcionalidad
PTT-AS-30	Verificar 1-1 PTT Dormant a Dormant (D2D) call setup	CALL-SETUP
PTT-AS-31	Verificar 1-1 PTT Dormant a Active call setup	CALL-SETUP
PTT-AS-32	Verificar 1-1 PTT Active a Dormant call setup	CALL-SETUP
PTT-AS-33	Verificar 1-1 PTT Active a Active (A2A) call setup	CALL-SETUP
PTT-AS-34	Verificar 1(dormant) a 5(dormant) PTT retardo en call setup para grupos	CALL-SETUP
PTT-AS-35	Verificar 1 (active) a 5 (dormant) llamadas grupales	CALL-SETUP
PTT-AS-36	Verificar 1 (active) a 5 (active) llamadas grupales	CALL-SETUP
PTT-AS-37	Verificar 1 (dormant) a 5 (active) llamadas grupales	CALL-SETUP
PTT-AS-9	Creación de Grupos Corporativos	CORBA
PTT-AS-10	Actualización de Grupos Corporativos	CORBA
PTT-AS-11	Borrado de grupos Corporativos	CORBA
PTT-AS-14	Creación de Grupos Personales	CORBA
PTT-AS-15	Actualización de Grupos Personales	CORBA
PTT-AS-16	Borrado de Grupos Personales	CORBA
PTT-AS-19	Verificar la replicación de los grupos entre los pop's	CORBA
PTT-AS-20	Verificar que el PTT AS este conectado al DE SA para notificación de actualizaciones en grupos	CORBA
PTT-AS-12	Realizar una llamada PTT a un grupo Corporativo después de que ha sido creado	RTP
PTT-AS-13	Realizar una llamada PTT a un grupo Corporativo después de haber sido actualizado	RTP
PTT-AS-17	Realizar una llamada PTT a un grupo Personal después de su creación	RTP
PTT-AS-18	Realizar una llamada PTT a un grupo Personal después de su actualización	RTP
PTT-AS-21	Validar los paquetes RTP para llamadas 1-1 después del call-setup en un solo pop	RTP
PTT-AS-22	Validar los paquetes RTP para llamadas 1-1 después del call-setup en un solo pop, el que origina tiene el floor-control	RTP
PTT-AS-23	Validar los paquetes RTP para llamadas 1-1 después del call-setup en un solo pop, el destino tiene el floor-control	RTP

PTT-AS-24	Realizar una llamada PTT 1-1 con dos móviles, el que origina toma el control y lo libera, entonces el destino toma el control y así sucesivamente, el que origina envía el BYE.	RTP
PTT-AS-25	Realizar una llamada PTT 1-1 con dos móviles, el que origina toma el control y lo libera, entonces el destino toma el control y así sucesivamente, el destino envía el BYE.	RTP
PTT-AS-26	Mismas pruebas 20-24 para llamadas 1-Muchos	RTP
PTT-AS-27	Verificar la carga valida de transacciones en llamadas concurrentes	RTP
PTT-AS-28	Mismas pruebas 20-24 para llamadas inter POP's	RTP
PTT-AS-29	Mismas pruebas 20-24 para llamadas 1-Muchos inter POP's	RTP
PTT-AS-1	Validar que el PTT AS recibe y envía el mensaje SIP INVITE correctamente	SIP
PTT-AS-2	Validar que el PTT AS recibe 200 OK desde el móvil destino y envía el 200 OK hacia el móvil que origina.	SIP
PTT-AS-3	Validar que el PTT AS recibe ACK desde el móvil que origina y envía el ACK hacia el móvil destino	SIP
PTT-AS-4	Validar que el PTT AS es capaz de originar el mensaje BYE cuando el floor-control expira	SIP
PTT-AS-5	Validar que el PTT AS puede recibir el mensaje BYE desde un móvil y enviar de regreso el 200 hacia el móvil que origina. El PTT AS envía el BYE hacia el móvil destino	SIP
PTT-AS-6	Validar que no se utilice información SIP en el floor-control	SIP
PTT-AS-7	Verificar que los mensajes SIP INVITE,BYE,200,100,ACK están siendo procesados de manera correcta por el PTT AS : en una llamada	SIP
PTT-AS-8	Verificar que los mensajes SIP INVITE,BYE,200,100,ACK están siendo procesados de manera correcta por el PTT AS : muchas llamadas	SIP

Tabla IV.2 Pruebas en el PTT AS.

IV.6 Retardos en el “Service Agent”

Dentro de la solución de PTT el Service Agent debe de proveer de los siguientes servicios:

- Manejo de listas de grupos.
- OAMP (Operación y Mantenimiento).
- Manejo de Localización y Presencia.
- interacción con el PTT AS vía mensajes SIP para llamadas PTT.
- Interfaz de aprovisionamiento vía CORBA IDL.

Desde del punto de vista aplicativo el SA es el responsable de establecer una sesión PTT.

A partir de que el requerimiento de servicio impacta el primer elemento dentro de la arquitectura del SA, las condiciones de la llamada son tratadas internamente completamente. Es entonces en donde las modificaciones y adecuaciones al software del SA juegan un papel importante. Si la configuración y la implementación son correctas se espera una tabla de retardos como se ve en la tabla # IV.3.

Transaction	Latency
Initial Transaction EP – SE	5 ms
OS-SA dispatch (open port)	2 ms
NRS lookup (DB Fetch)	5 ms
T-SA dispatch SE – EP	5 ms
T-SA dispatch EP – HA	2 ms
Return path PTT AS	12ms
Total SA Architecture Latency	23 ms

Tabla IV.3 Retardos en el SA.

Ya en el capítulo III se explico a detalle como debe de realizarse el desarrollo de cada uno de los elementos del SA.

Eventualmente de que los elementos ya han sido desarrollados inicia la fase de implementación, en donde entran en juego otros elementos de análisis.

En esta parte del capítulo las recomendaciones son las siguientes:

1.- Observar el ambiente de Sistema Operativo (SO) en el que opera el software.

La elección del SO apropiado puede brindar elementos de solución y gestión para la aplicación PTT. Los elementos de software de PTT viven dentro del ambiente provisto por el SO, lo que quiere decir que de alguna manera se deben y pueden manipular desde este.

Las interfaces deben de ser programadas para funcionar en el mejor de los modos que el ambiente de red y sus propiedades le permitan, esto quiere decir que al momento de fijar la velocidad de transmisión y modo de transmisión de la interfaz se debe de considerar el ruteador que les proporcionara servicio.

Para proveer también alta disponibilidad se deben de configurar redes virtuales dentro de los servidores. Se deben de considerar elementos de software propios del SO y elementos de disco.

El Anexo A proporciona una configuración estándar de un SE para propósito de guía. [Iusacell™ SE1 – Nodo León].

El PTT SE ha sido configurado para lograr el mejor desempeño basado en las consideraciones iniciales de diseño que se incluyen en este documento.

2.- Configuración interna de cada uno de los elementos.

Existe un concepto dentro de la ingeniería de los elementos del SA en el que se pueden agrupar elementos con la misma funcionalidad. Se pueden agrupar EP's, SPP's, DAS, PTT AS's, etc.

Dentro de la definición de estos grupos se deben incluir parámetros de interconexión. Los siguientes archivos ejemplifican la configuración de un EdgeProxy y de un "Service Provider Proxy de DynamicSoft™".

Ejemplo de archivo de configuración del EP de "DynamicSoft™". [1]

```
!_*****
!- SA version 2.x Edge Proxy Configuration Template
!- Version: 20050630-003
!_*****
!- Create another server group for the SPP in our buddy POP to
!- support Geo-Failover
sg -s se-popb.carrier-domain.com
sg-element -s se-popb.carrier-domain.com -i 192.168.1.108 -p 5060
sg-element -s se-popb.carrier-domain.com -i 192.168.1.111 -p 5060
!- Create a Service Engine server group
sg -s spp
sg-element -s spp -i 192.168.2.108 -p 5060 -q .75
sg-element -s spp -i 192.168.2.111 -p 5060 -q .75
sg-element -s spp -r se-popb.carrier-domain.com -q .5
```

[1] "DynamicSoft Edge Admin Guide".

Ejemplo de archivo de configuración del SPP de DynamicSoft™. [2]

```
!_*****
!- SA version 2.x Service Engine (SE) Configuration Template
!- Version: 20050630-003
!-
!_*****

!- Create PTT server group
sg -s ptt_sg
sg-element -s ptt_sg -i 192.168.6.35 -p 5060 -q 0.5
sg-element -s ptt_sg -i 192.168.2.35 -p 5060 -q 1.0

!- Create a subscriber dispatch server groups
!- Must correspond to the host port ion of the Record-Route URIs used by the Edge Proxies
sg -s cp-popb.carrier-domain.com
sg-element -s cp-popb.carrier-domain.com -i 192.168.6.102 -p 5060 -t UDP -q 1.0
sg-element -s cp-popb.carrier-domain.com -i 192.168.6.105 -p 5060 -t UDP -q 1.0
sg-element -s cp-popb.carrier-domain.com -i 192.168.2.102 -p 5060 -t UDP -q 0.5
sg-element -s cp-popb.carrier-domain.com -i 192.168.2.105 -p 5060 -t UDP -q 0.5
sg -s cp-popb.carrier-domain.com
sg-element -s cp-popb.carrier-domain.com -i 192.168.2.102 -p 5060 -t UDP -q 1.0
sg-element -s cp-popb.carrier-domain.com -i 192.168.2.105 -p 5060 -t UDP -q 1.0
sg-element -s cp-popb.carrier-domain.com -i 192.168.6.102 -p 5060 -t UDP -q 0.5
sg-element -s cp-popb.carrier-domain.com -i 192.168.6.105 -p 5060 -t UDP -q 0.5
```

[2] "DynamicSoft Service Engine Admin Guide".

El punto mas importante que se debe de notar aqui es sobre la agrupación y manejo de los componentes dentro del SA. Los elementos que interactúan con los temporizadores y retardos deben de ser provistos junto con el software.

Los retardos en el PTT SA no son significativos al momento de realizar el call-setup, sin embargo el mal funcionamiento o configuración incorrecta de los elementos dentro del sistema pueden ocasionar la perdida de paquetes.

Eventos como búsquedas en base de datos de las listas de grupos de usuarios tomara aproximadamente 10 ms. Estos puntos deben de considerarse durante la construcción de los elementos de software. Tomando consideraciones serias y de cuidado en el diseño otros de los retardos pueden reducirse, teniendo al final aproximadamente 43 ms para el call-setup en un sistema dedicado.

Como ultima parte de la implementación se debe de realizar las pruebas pertinentes en el SA con la finalidad de revisar si esta parte de la solución cumple con las expectativas de diseño.

La siguiente tabla ejemplifica los puntos más importantes a probar. Cada Proveedor de servicios debe de generar una matriz de prueba apropiadas a sus sistemas, sin embargo se pueden tomar estos ejemplos como una muy buena base.

Caso #	Descripción	Elemento
SA-1	Crear un usuario con información de grupos	Aprovisionamiento
SA-2	Crear un usuario sin información de grupos	Aprovisionamiento
SA-3	Borrar un usuario con información de grupos	Aprovisionamiento
SA-4	Borrar un usuario sin información de grupos	Aprovisionamiento
SA-5	Desactivar el PTT DE y crear un grupo	Aprovisionamiento
SA-6	Desactivar el PTT DE y modificar un grupo	Aprovisionamiento
SA-7	Desactivar el PTT DE y borrar un grupo	Aprovisionamiento
SA-8	Verificar cuando se activa el PTT DE los grupos creado	Aprovisionamiento
SA-9	Verificar cuando se activa el PTT DE los grupos modificados	Aprovisionamiento
SA-10	Verificar cuando se activa del PTT DE los grupos borrados	Aprovisionamiento
SA-11	Verificar la funcionalidad del Message Bus	Message Bus
SA-12	Verificar el fail over en el Message Bus	Message Bus
SA-13	Verificar que el móvil se registre con el EP	Procesamiento de llamadas
SA-14	Verificar que el móvil se suscriba exitosamente	Procesamiento de llamadas
SA-15	Realizar una llamada PTT 1-1 un mismo	Procesamiento de llamadas
SA-16	Realizar una llamada PTT 1-muchos un mismo pop	Procesamiento de llamadas
SA-17	Verificar la conexión con el DAS en cada POP	Procesamiento de llamadas
SA-18	Verificar la actualización del registro de usuario en el DAS	Procesamiento de llamadas
SA-19	Verificar el intercambio de mensajes entre EP y SPP	Procesamiento de llamadas
SA-20	Verificar el intercambio de mensajes entre el EP y el SPP	Procesamiento de llamadas
SA-21	Verificar el intercambio de mensajes entre el EP y la red 1x	Procesamiento de llamadas

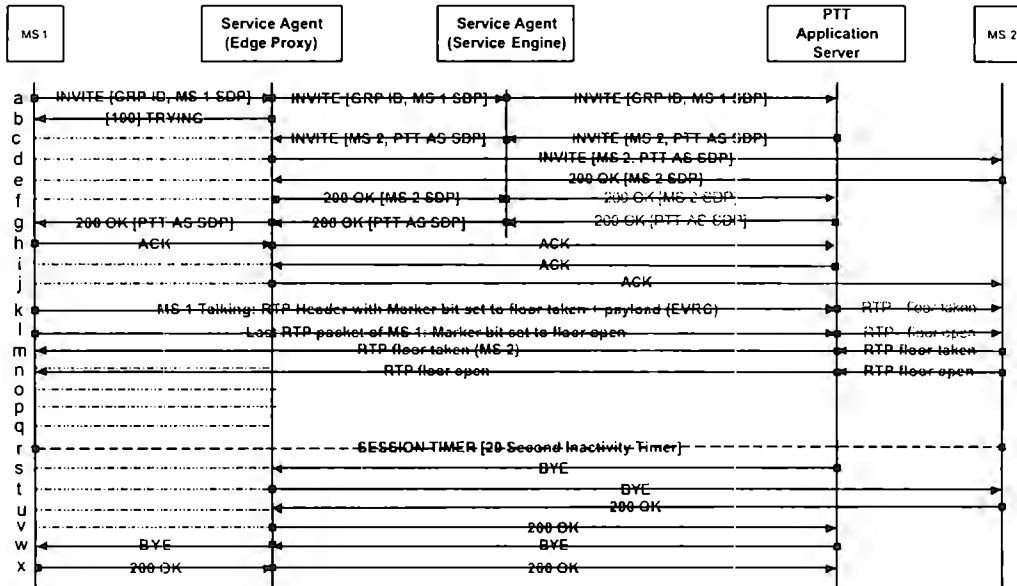
SA-22	Levantar Todas las aplicaciones y verificar el estado de los servidor	Servidores
SA-23	Realizar múltiples llamadas concurrentes observando el comportamiento del servidor	Servidores
SA-24	Realizar múltiples registraciones de móviles hacia el EP observar el servidor	Servidores

Tabla IV.4 Pruebas en el PTT SA.

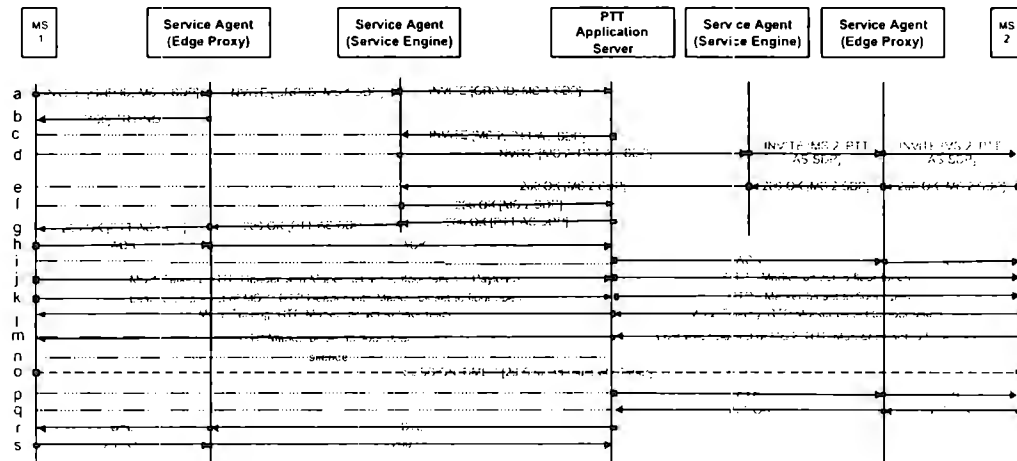
Los ejemplos anteriores muestran como se debe de realizar la configuración de los componentes y su interacción para que el SA pueda procesar debidamente los requerimientos. Esta agrupación y especificación se derivan de los lineamientos establecidos en este documento de tesis.

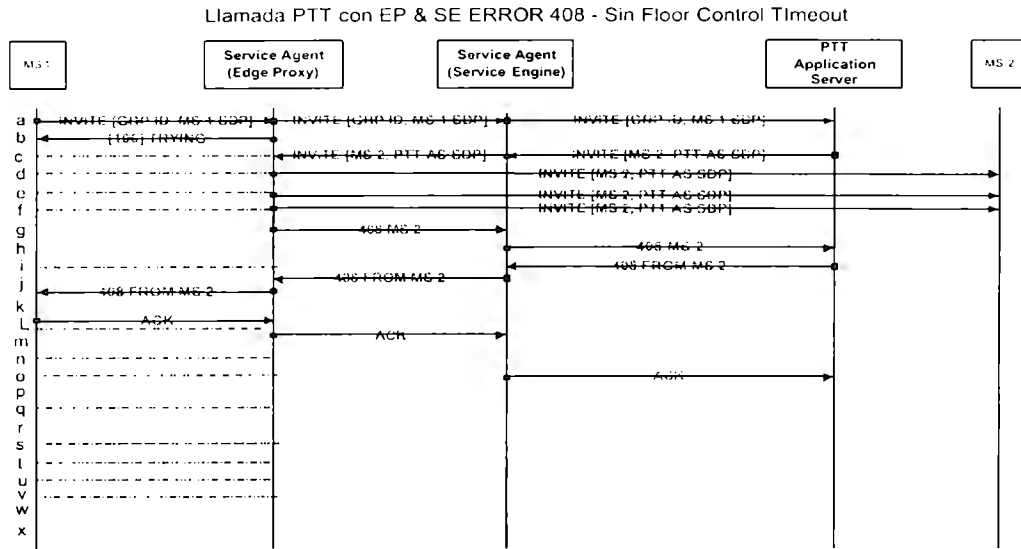
IV.7 Mejoras para la comunicación al instante en el flujo de las llamadas.

Llamada PTT Instant Call con EP & SE - Sin "Floor Control Timeout"



PTT llamada con mas de 1 EP & SPP - Sin "Floor Control Timeout"





IV.7 Resultados.

Al termino del estudio y la aplicación de las soluciones, se cumplió con el principal objetivo que era el completar la mayor cantidad posible de llamadas, que se vería reflejado en la satisfacción del cliente y en la completa aceptación del producto.

La manera de validar la satisfacción del producto puede ser medida de tres formas:

- Incremento de tráfico
- Reducción de errores
- Incremento de número de usuarios.

Reducción de errores

```

/logdata/output/TOL/ep01.msg                               Bytes: 226252702
LOG Date:Mon feb 24 15:11:00 2005
INV-> (67294) ACK-> (62774) OK -> (219877)
REG-> (191485) SUB-> (66315) BYE-> (47267) CAN-> (1615)
100-> (55356) 404-> (584) 405-> (464) 407-> (68614) 408-> (38759)
480-> (6498) 481-> (2913) 483-> (3461) 486-> (6958) 489-> (58640)
500-> (2) 502-> (1000) 503-> ( )
( One out of every (1.73) Invites is a 408 for (57%) )

/logdata/output/TOL/spp01.msg                               Bytes: 112000025
LOG Date:Mon feb 24 15:11:00 2005
INV-> (69278) ACK-> (29117) OK -> (108897)
REG-> (67511) SUB-> (28422) BYE-> (250) CAN-> (483)
100-> (69274) 404-> (1387) 405-> (250) 407-> ( ) 408-> (38877)
480-> (10521) 481-> ( ) 483-> (1225) 486-> (7126) 489-> (28422)
500-> ( ) 502-> (10000) 503-> ( )
( One out of every (1.78) Invites is a 408 for (56%) )
    
```

```

/logdata/output/TOL/ep01.msg                               Bytes: 226252702
LOG Date:Sun Mar 26 15:11:00 2006
INV-> (67294) ACK-> (62774) OK-> (219877)
REG-> (191485) SUB-> (66315) BYE-> (47267) CAN-> (1615)
100-> (55356) 404-> (584) 405-> (464) 407-> (68614) 408-> (6250)
480-> (6498) 481-> (2913) 483-> (3461) 486-> (6958) 489-> (58640)
500-> (2) 502-> (14) 503-> ( )
( One out of every (10.76) Invites is a 408 for (9%) )

/logdata/output/TOL/spp01.msg                               Bytes: 112000025
LOG Date:Sun Mar 26 15:10:59 2006
INV-> (69278) ACK-> (29117) OK-> (108897)
REG-> (67511) SUB-> (28422) BYE-> (250) CAN-> (483)
100-> (69274) 404-> (1387) 405-> (250) 407-> ( ) 408-> (6128)
480-> (10521) 481-> ( ) 483-> (1225) 486-> (7126) 489-> (28422)
500-> ( ) 502-> (10) 503-> ( )
( One out of every (11.30) Invites is a 408 for (8%) )
    
```

Figura IV.5 Archivo KPI “Key performance indicators”

En los gráficos anteriores podemos resaltar que la completación medida en el primer gráfico mostraba que de 2 llamadas solo 1 se completaba.

En cambio en el segundo gráfico podemos validar como la completación ahora es de 1 una llamada fallida por cada 11.

Lo cual establecimos que de acuerdo a la percepción de calidad de servicio del usuario, un $\leq 10\%$ de 408 del total de Invites se puede considerar optimo para la operación del servicio.

Incremento de tráfico.

Debido a que la información de tráfico no puede ser del dominio publico por respeto a la compañía, solo se incluirá el trafico de cierta ciudad mostrando la evolución de después de las mejora lo cual se ve en un beneficio para la empresa que mejera la calidad del servicio. Es difícil especular si esto hace un incremento del número de ingresos ya que hasta ahora es difícil y no se ha establecido como se debe hacer el cobro o cargo de las sesiones de datos. Pero es muy marcado como podemos observar el porcentaje de incremento después de aumentar la capacidad de los sistemas, pero para fines financieros es necesario considerar que el incremento requiere de una buena inversión de capital, en este caso de ejemplo este incremento fue de un 35%.

En términos financieros se habla que la inversión debe para desbloquear esta ciudad seria de 400,000 dólares, la recuperación en base a las tarifas y cobro de minutos estaría aproximadamente en 8,000 dólares diarios para esta ciudad ejemplo.

	Operaciones	Inversión Dolares
Costo por tarjeta	12,000.00	420,000.00
Número de Tarjetas	35.00	
Trafico actual	1,740.00	
Aumento de tráfico	533.00	Ingreso
Aumento de tráfico (MOUS)	31,963.00	8,717.18

Tabla IV.5 Análisis de resultados.

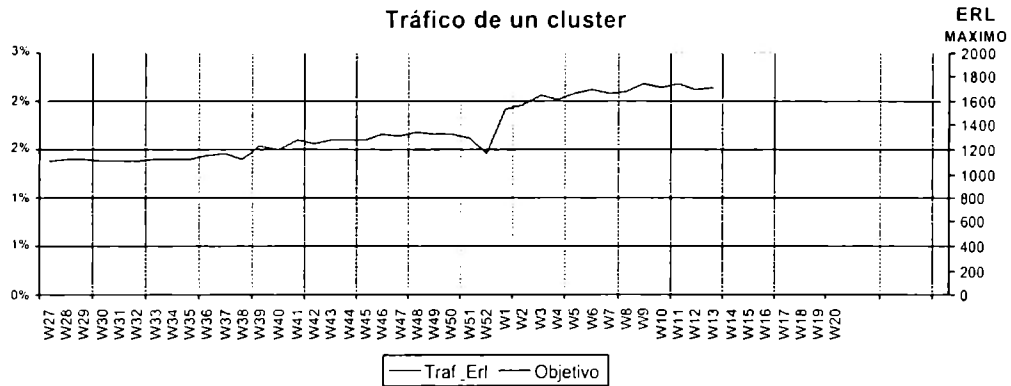


Figura IV.6 Incremento de tráfico después de aumento de capacidad.

IV.8 Conclusión.

En este capítulo se mostró la interacción de cada uno de los elementos de la red que intervienen en la llamada de PTT, desde un punto de vista diferente, ya que se explicó que es una aplicación que tiene una gran sensibilidad al tiempo de conexión el cual puede ser el parte aguas entre ofrecer un buen servicio a los usuarios o el causarles una mala percepción del producto, por eso se le dio la importancia necesaria a discutir las posibilidades de retardo de cada elemento, de modo que se evite el tener puntos débiles en la red que afecten o causen la no conexión.

Este capítulo sienta las bases de lo que es una investigación por reducir el tiempo de conexión de una sesión de PTT, haciendo una mejora continua de la ingeniería, de los equipos usados y de la interacción entre ellos. Esta búsqueda por mejorar el tiempo de interconexión no se detiene, hasta poder ubicar a la solución de PTT en el mismo tiempo de conexión establecido por la competencia con la solución INET de Motorola usado por Nextel.

Capítulo V

Mercado Mexicano

V.1 Introducción

En el presente capítulo se hace una presentación del entorno que tienen las compañías celulares en México en materia de oportunidades, competencia, así como amenazas.

Mostrando las expectativas y planes desde el 2003 para estabilizar y posicionar a los competidores de telefonía celular en los años posteriores.

Además se presenta un análisis del resultado de los movimientos hechos por los distintos sectores en materia de Telecomunicaciones que nos muestran los errores y tendencias de los distintos operadores en México.

V.2 El mercado mexicano

A finales del 2003 la economía nacional se encontraba en una recesión económica, razón por la cual no había podido crecer. Desde finales del 2001 el PIB de México no había mejorado, esto se debe principalmente a choques externos, aunque también influyeron ciertas variables internas entre ellas la falta de acuerdos en el congreso de la unión respecto a las reformas estructurales principalmente las fiscal y la energética.

Uno de los primeros problemas por los que la economía mundial entró en recesión fueron los escandalosos fraudes contables de las firmas estadounidenses Enron™ y WorldCom™ que ocasionaron gran desconfianza en el mercado accionario y se convirtieron en uno de los principales factores para la caída de las bolsas de valores. Les siguieron otras empresas y recientemente otras administraciones mexicanas como la de Unefon™ se encontraban en tela de juicio [RAM-03] [GIL-03] [OLM-04] [URI-04] [COF-05].

A pesar de la contracción económica que vivía el país la telefonía celular es uno de los segmentos de telecomunicaciones que presenta el mayor crecimiento. Situación que pone de manifiesto que la telefonía inalámbrica es una de las tecnologías con mayor auge y desarrollo en los últimos años.

Los pronósticos auguraban, además el uso de aplicaciones mucho más sofisticadas que las actuales.

Lo anterior explica por que la mayor parte de los jugadores en este sector enfrentaban y enfrentan actualmente un proceso de transición tecnológica, cuyo objetivo es ir sustituyendo sus redes obsoletas y desplegar la infraestructura con la que al cabo actualizarán sus plataformas, para que una vez renovados sean capaces de ofrecer servicios más sofisticados y avanzados en cuanto a la transmisión de datos como, por ejemplo las

aplicaciones de la tercera generación (3G) de la telefonía celular, la cual se caracteriza por la convergencia de voz y datos con acceso inalámbrico a Internet.

En el 2003 el número de usuarios sumaba 23 millones de usuarios y las proyecciones de los analistas estimaban que al cierre del 2006 existirían unos 40 millones de usuarios de celular.

V.3 La tendencia del mercado mexicano en el 2004

La Industria de los celulares se preparaba para superar en 2004 los ingresos obtenidos por la telefonía fija; en los últimos meses de 2003 el 39% de los ingresos del servicio local – móvil y de larga distancia provino de los clientes de telefonía fija y 38% de los usuarios de celulares [COF-05].

Los analistas atribuyen esa tendencia al desarrollo de los servicios y a la disminución en precio de los equipos.

Tras más de 10 años de desarrollo sostenido, gracias a la diversificación de los servicios y a la constante inyección de capital la telefonía celular enfrentó en 2004 el doble reto de crecer en medio del tímido despegue de la economía nacional –máximo de 4.0%, según el banco mundial- y concretar una legislación que ayudara a incentivar una mayor competencia.

Para los operadores de telefonía fija, el desafío consistía en promover más y mejores servicios de tipo digital, orientados a ganar mercado y conservar terreno frente a la telefonía celular, mientras que esta deberá robustecer su infraestructura para garantizar la transmisión eficiente de voz, datos y video, así como trabajar en nuevos planes tarifarios que promuevan un mayor consumo.

Para empresas como Iusacell™, Alestra™ y Avantel™ el reto era mayor, pues deberán responder a las implicaciones de sus reestructuras financieras. No obstante que el segmento atravesaba por un periodo de ajuste, en el que se vislumbran menos empresas, se aprecia en esta mayor poder de mercado.

Además, en tanto se definía si la industria adoptaba una legislación que redefine las reglas del juego en dominancia, competencia, interconexión y bucle local –El aterrizaje de las llamadas de larga distancia- la telefonía fija crece a buen ritmo.

Aunque en el periodo de 2003- 2004 cayó la inversión de las principales empresas en telefonía local el segmento creció 9.1% en el segundo trimestre de 2003 para registrar un total de 15 millones 516 mil 748 líneas lo cual representaba una teledensidad aproximada de 15 líneas telefónicas por cada 100 habitantes según se muestra en el índice de producción del sector telecomunicaciones [COF-05] [RAM-03].

La empresa de consultoría Select™ pronosticó que el sector creció 2% en 2003 y 2004 principalmente por concepto de la telefonía de larga distancia y por servicios de valor agregado como IP.

Teléfonos de México (Telmex™) se mantiene como el gigante de la industria, con 35% del mercado de telefonía local, 73% del segmento de Larga distancia nacional y 65% de la larga distancia internacional, según datos de la propia firma.

Sus ingresos al segundo trimestre del 2003, disminuyeron 0.3% respecto al mismo periodo de 2002, para ubicarse en 28,000 millones de pesos mientras que las entradas obtenidas a partir de Internet y servicios de valor agregado de transmisión de datos aumentaron 3.5%, y es precisamente este “nicho” hacia el que Telmex™ apunta su estrategia.

Pero el crecimiento de Telmex™ no solo se dará en número de líneas, pues a partir de la compra que realizó de los activos de “AT&T Latin America”; aprovecho la sinergia que existe en materia de servicios de voz, datos e internet con Argentina, Brasil, Chile, Colombia y Perú para fortalecer su desarrollo en la región.

La telefónica enfrenta retos complejos, como el abatir el “by pass”, practica que disfraza la transmisión de voz como llamadas de datos que según estudios de Telmex™ se traducen en pérdidas para la industria de las comunicaciones por 2,067.6 millones de dólares de los cuales 60% corresponden a esta empresa.

V.3.1 La tendencia de las empresas móviles en el mercado mexicano en el 2004

La industria de telefonía celular se preparó para superar en 2004 los ingresos obtenidos por la telefonía fija. De acuerdo con la empresa de consultoría Select™, los primeros indicios de este fenómeno se pudieron apreciar claramente desde los últimos meses de 2003, cuando 39% de los ingresos de mercado de telefonía local, móvil y de larga distancia, provino de los clientes de telefonía fija y 38% de los usuarios de celulares.

Los analistas atribuyen la tendencia al desarrollo de los servicios, al abaratamiento de los equipos, las tarjetas de prepago, los esquemas de “pago justo por minuto” y el programa “el que llama paga” que, en conjunto, han propiciado un crecimiento de consumo de líneas de 200%.

Pese a esto según Select™, el sector creció 4.0% en 2003, 4 puntos por debajo del 2002.

Esto explica que los operadores hayan explotado el mercado, por lo que ahora el reto será aumentar el tráfico y el uso intensivo de los servicios.

ANO	MILES DE USUARIOS
1990	63.9
1991	160.9
1992	312.6
1993	386.1
1994	571.8
1995	688.5
1996	1.021.9
1997	1.740.8
1998	3.349.5
1999	7.731.6
2000	14.077.9
2001	21.757.6
2002	25.928.3
2003 p/	30.097.7
Agosto de 2004	34.276.2

Figura V.1 Número de usuarios 1990 a 2004

Para ello, será necesario implantar tecnologías que permitan la transmisión eficientemente de voz, datos y video.

Telcel™. La subsidiaria mexicana de América Móvil™ estaba consciente de la tendencia por lo cual tan solo en 2003 invirtió 500 millones de dólares para reforzar su infraestructura GSM y abarcar a 450 Poblaciones.

Entre sus planes para 2004, destacó la inversión de entre 1,300 y 1,400 millones de dólares, de los cuales, 400 millones se destinaron a su operación en Brasil, 500 millones de dólares para Telcel™ y resto se dividió entre Argentina y Colombia.

América Móvil™ cerró la primera mitad del 2003 con 35.8 millones de suscriptores, de los que Telcel™ aportó 21.3 millones.

Telefónica Móviles™. Por medio de su filial Mexicana Telefónica Movistar™, sabe qué sitio ocupa, al ser el único competidor viable para América Móvil™ que lejanamente encuentra competencia en Iusacell™ y Unefon™.

Tras comprar en 2003 Pegaso PCS, por 100 millones de dólares Movistar™ buscaba reforzar su presencia en México y su cobertura nacional con una inversión garantizada de 1500 millones de dólares. Su objetivo era la de tener de 6 a 7 millones de clientes en 2006 frente a los 2.4 millones que tenía en el 2004. En el estudio de Gartner Inc™ sobre telefonía celular, realizado por Donald Stuart y Joe Tuset se señalaba que la compra de Pegaso™ PCS, aunada a factores de mercado, podrían convertir a Telefónica en líder del mercado. Incluso, hablaban de la posibilidad de crecimiento a partir de la compra de Unefon™. Pese a todo, los españoles tienen claro que deben consolidarse antes de pensar en dar el gran salto.

Su estrategia en el corto plazo, se concentraba en el lanzamiento de Telefónica Movistar™, cuya red GSM tiene presencia en 15 de las principales ciudades del país.

Iusacel™. Intentaba seguir en la batalla, tras 2 años de pérdidas operativas continua que desembocaron en la oferta de compra por 10 millones de dólares por Ricardo Salinas Pliego, de Televisión Azteca™ y co-propietario de Unefon™.

De ser el número 2, en 2004 su participación de mercado ascendió a un modesto 8% que lo ubicaba lejos de ser competencia para Telcel™.

Hoy la empresa esta saldando su deuda por 830 millones de dólares. Aun y cuando la expectativas eran que Ricardo Salinas Pliego no saldaría la deuda. ya que afirmaciones de el aseveraban que “de mi bolsa no saldrá el dinero”.

Sin embargo esta compañía se ha preocupado por estar a la vanguardia lo que le ha permitido adecuarse a las creciente necesidades de los clientes. Un ejemplo de ello fue el lanzamiento comercial de la Red Express 3G el cual es un ejemplo del dinamismo que esta tomando esta empresa que en los últimos años se ha enfocado aun más a los segmentos corporativos y profesionales.

Uno de sus objetivos para el 2006 es tener una red de EVDO en las principales ciudades con mayor concentración de negocios y actividades comerciales.

Si bien la industria de la telefonía atraviesa por reajustes determinados por el escenario económico, sigue siendo un motor importante para la economía nacional.

La estabilidad y repunte que algunas de ellas esperaban en el 2004 dependió de la capacidad que tenían para hacer frente al panorama financiero nacional, de ajustarse a las demandas de un mercado cada día mas exigente y, por supuesto, de las reglas que podrian surgir de aprobarse la nueva ley federal de telecomunicaciones.

Sin embargo, considero que el crecimiento esperado no será sólo en el aspecto de registrar un mayor volumen de usuarios, si no que el mercado esta por ver ofertas más agresivas en cuanto al tipo de productos y servicios.

Esto es consecuencia de la competencia entre los nuevos e inovadores jugadores que ahora participan en la industria, quienes eventualmente invertirán gran parte de sus recursos en la cimentación de nueva infraestructura, con la intensión de dar mayor auge al segmento de las soluciones móviles.

La tendencia en este sector es hacia la creación de equipos que integren todos los servicios que las telecomunicaciones son capaces de brindar pero que en este momento existen por separado.

Las empresas de telefonía celular en México lanzaron durante el 2004 y 2005 los servicios de radiocomunicación (push to talk), un nicho de mercado muy atractivo, ya que se basa en clientes que por lo general son de alto ingreso con alta generación de ARPU (ingreso promedio por suscriptor). Esto lo hacen con el fin de entrar al creciente nicho de mercado de Nextel

"El atractivo del nicho de mercado de Nextel, se basa en que sus clientes por lo general son de alto ingreso con una alta generación de ARPU (Ingreso promedio por suscriptor)", resaltó.

Por otra parte, analistas de Select prevén que en 2004 las empresas de telefonía celular en México buscarán fortalecerse y enfocarse a nichos específicos: Unefon a servicios de voz a bajo precio, Iusacell se dirigirá al mercado corporativo, Telefónica Movistar al segmento joven y Telcel a servicios de valor agregado.

A su vez, Telefónica Movistar "le vino a dar una vigorización al mercado de telefonía móvil", y seguirá peleando por seguir siendo un muy honorable segundo competidor, enfocado al segmento de gente joven no comprometido con ninguna marca.

Telcel, propiedad de Carlos Slim, difícilmente perderá mercado el próximo año, "va a seguir siendo el primer competidor en México, pero deberá fijarse en un solo aspecto: que sus usuarios sigan usando el servicio".

Pero con el gran despliegue de usuarios que tiene cada una de las compañías, uno de sus principales objetivos es hacer que los usuarios hablen mas u ocupen mas su servicios que les brinda sus terminales, a través de planes atractivos de precio.

V.3.2 La tendencia de la empresa de "trunking" en el mercado mexicano en el 2004

Nextel™ se estableció oficialmente a principios de 1998 y ha sorprendido a propios y extraños con su vertiginoso crecimiento, al ofrecer soluciones integrales destinadas a satisfacer la comunicación de empresas que operan grupos móviles de trabajo.

Nextel™ es una compañía que ha sabido fundamentar la directriz de su negocio en la calidad del servicio y en la relación con los clientes, pues al cierre del 2003 incremento su base de usuarios con 35,000 clientes.

Su constante crecimiento de usuarios se puede observar en la siguiente tabla.

	<i>Suscriptores</i>	<i>Ingresos (mmd)</i>
2002	517,000	n.d
2003	658,000	939
2004	943,000	1,200
2005	1,119,800	1,310

Tabla V.1 Evolución de suscriptores de la empresa Nextel.

Nextel™ es la empresa sensación en el mercado de las telecomunicaciones, que crece a un ritmo de 20%, que atrae a los analistas de Wall Street y cuya acción pasó de valer 5.50 dólares a 111 por unidad en sólo dos años y medio.

A la fecha, la empresa ha canalizado 2,000 millones de dólares a diversos planes de crecimiento y en este año podría elevar aún más esas inversiones, ya que resultó ganador de la subasta de radiofrecuencias que permite llevar la cobertura a nivel nacional con 870 MHz y 1.9 MHz en PCS.

NextelTM es una de las compañías que mejor refleja el concepto de convergencia, al tener en un solo aparato radio, teléfono, e Internet, y el gran lanzamiento que prepara como nuevo servicio de larga distancia.

Desde mediados del 2004, NextelTM se fijó como objetivo ofrecer la posibilidad de que todas las ciudades donde tiene cobertura se conecten vía trunking con EE.UU. y Sudamérica, sin costo ahora es la primera red transfronteriza, que permite conectar varias ciudades del norte de México con cualquier punto en Estados Unidos.

V.4 La Regulación de las telecomunicaciones en México

El auge de las tecnologías de la información y su vertiginoso crecimiento obligó al gobierno mexicano a reflexionar sobre la necesidad de contar con una sólida infraestructura y así aprovechar las oportunidades que ofrece un mundo globalizado, donde las telecomunicaciones han tomado un lugar predominante para el desarrollo de las naciones [COF-05].

Si bien la estrategia de liberación emprendida por la mayoría de los países, incluido México, trajo beneficios tangibles, también demostró que la racionalidad del mercado no es capaz de llevar los servicios de telecomunicaciones a toda la población de forma rápida y masiva, como sería deseable.

Por esa razón, las autoridades del sector buscan establecer políticas de regulación que permitan lograr un adecuado despliegue de infraestructura básica, que tienda a acortar la brecha digital.

En México era necesario hacer un cambio en la ley Federal de Telecomunicaciones ya que la anterior era del 1996, y sus textos estaban rezagados ante la necesidad del sector. Que crece y acoge novedosos instrumentos de comunicación, como Internet, telefonía celular, correo de voz, radio localización móvil y el arribo de las tecnologías de tercera generación (3G) y uso de banda ancha, entre otras nuevas realidades.

Para que los mexicanos tengan acceso a los servicios básicos de telecomunicaciones a una distancia- tiempo-costos razonable, es necesario, que las autoridades del sector aseguren el éxito de una competencia efectiva, que contribuyen a la ampliación de la infraestructura, la cobertura y la calidad de los servicios al mejor precio.

Para alcanzar estos objetivos, advierte la Cámara nacional de la industria eléctrica (Canieti) resulta vital que el órgano regulador del sector – La Comisión federal de telecomunicaciones (Cofetel)- goce de autonomía operativa y presupuestaria, con facultades de vigilancia, precautorias y de sanción.

Pese a las millonarias inversiones que en los últimos años han realizado las empresas de telecomunicaciones, persisten múltiples contratiempos para expandir la infraestructura y usar eficientemente la ya existente.

De ahí la importancia de que exista una efectiva y eficiente coordinación entre los niveles de gobierno – federal, estatal y municipal- para homologar procesos, criterios y acortar los tiempos de autorizaciones.

También que no se limiten las técnicas o métodos de contratación; es decir que se fomente el uso compartido y no discriminatorio de infraestructura.

A juicio de especialistas, la ley que debía ser aprobada por el congreso en materia de telecomunicaciones tendrá que incluir el impulso a la teledensidad, lograr una mayor penetración de los servicios, consolidar la inter conectividad en banda ancha, brindar cobertura a la población mas desprotegida, contar con un ambiente de plena competencia, garantizar las inversiones y brindar certidumbre jurídica a los inversionistas.

Una de las reglas mas esperadas que cambien es la del negocio de la telefonía fija, en dominancia, competencia y bucle local, ya que en el documento se establece que aquel concesionario que haya obtenido mas de 25% de sus ingresos por la utilización de redes o prestación de servicios en el ejercicio fiscal del año anterior, sea declarado como dominante por la Comisión federal de competencia (Cofeco).

Para Telmex el planteamiento atenta contra la empresa – en todos los segmentos de negocio supera ese rango- y contra el consumidor, por que en ese supuesto no le bajarían tarifas ni le empaquetarían servicios.

Otro aspecto polémico es el relativo al bucle local, por que significa compartir con otros operadores el acceso al mercado local de telefonía mediante el arrendamiento total o parcial de la conexión que va de la central telefónica al domicilio del usuario.

En materia de inversión extranjera las cosas quedarían igual que en la ley del 2005 – no más del 49% en telefonía fija y 100% en telefonía móvil- ; donde si habría cambios sustanciales en la figura de la Cofetel, que adquiriría una mayor autonomía.

Pero aun faltan temas por atender por parte de la Cofetel como son:

El que llama paga nacional.

El que llama paga internacional

Así como la aprobación de la telefonía celular con el uso del radio, el cual ha sido un tema sin resolver por que no esta definido que un móvil pueda tener un servicio que no es de su concesión, aunque para este punto los operadores debaten en desacuerdo, debido a que no se ocupa una funcionalidad diferente, simplemente se usa una aplicación mas en el equipo móvil.

V.5 Los resultados en el 2006

Al cierre de 2005, el sector telecomunicaciones mantuvo el dinamismo que lo ha caracterizado en los últimos años, al registrar un crecimiento anual de 21.5%. Durante el cuarto trimestre de ese año, el sector creció 18.5% con respecto al mismo periodo de 2004.

En términos generales, el sector telecomunicaciones muestra la tendencia de la economía mexicana, que al cierre de 2005 tuvo un descenso en el ritmo de crecimiento, al pasar de una tasa anual de 4.2% en 2004 a una tasa de crecimiento de 3% (preliminar).

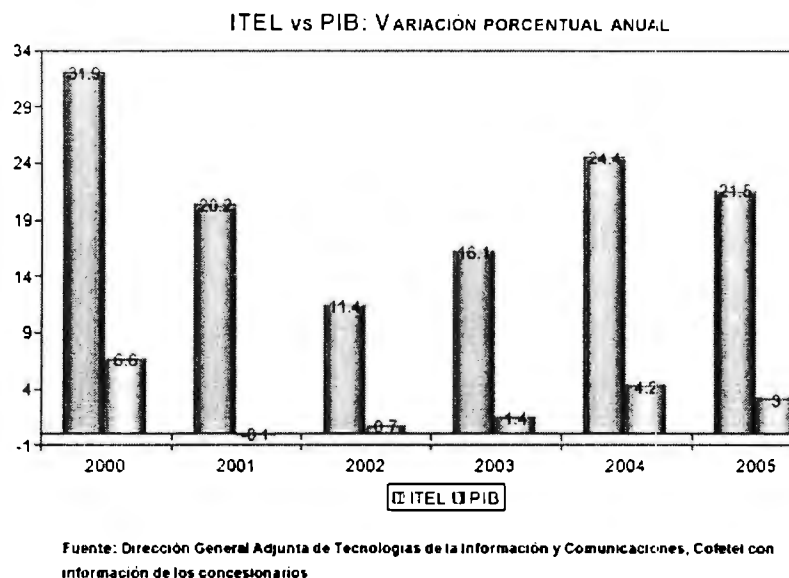


Figura V.2 Variación porcentual anual de la economía.

En el ramo de las telecomunicaciones, el rubro que destacó sobre los demás y lo sigue haciendo es el tráfico de larga distancia internacional de entrada que creció a una tasa de 60.3% anual con respecto a 2004, lo que se explica en buena medida por el ritmo de expansión de la economía estadounidense, la disminución en las tarifas para llamadas de Estado Unidos a México y el creciente número de inmigrantes en territorio americano [COF-05].

Por otro lado, la telefonía móvil continúa con su dinamismo, al alcanzar al cierre de 2005 47.5 millones de usuarios, mientras que en términos de tráfico se registró un crecimiento de 35% respecto a 2004.

Este buen desempeño, permitió que este sector contribuyera 71.2% del crecimiento de las telecomunicaciones. En términos de usuarios, el segmento de suscriptores de televisión restringida registró un incremento de 13.6% con relación al año anterior.

También, destacó el crecimiento de 29.5 por ciento en el número de usuarios de la televisión vía microondas, mientras que la base de usuarios de radiocomunicación especializada de flotillas (trunking), aumentó 26.3% durante el periodo de referencia.

Al término de 2005, el número de líneas fijas totalizó en 19 millones 515 mil, lo que representa un crecimiento de 8% con relación a diciembre de 2004. Otro servicio que mantiene una evolución favorable es televisión por cable que registró un incremento anual de 12.3%, al proporcionar servicio a 3.2 millones de hogares; asimismo, el tráfico de larga

distancia nacional tuvo un repunte de 2.8% en línea con el crecimiento de la economía en su conjunto, y el servicio de televisión vía satélite finalizó con un avance de 8.3% durante el último trimestre de 2005.

Los servicios que retrocedieron fueron: radio localización móvil de personas (paging), que sigue observando un desempeño desfavorable, ya que el número de usuarios se redujo 35.3% con relación a 2004; el tráfico de larga distancia internacional de salida se contrajo 3.5% y provisión satelital (medido en mega hertz) disminuyó 0.6% con relación a 2005.

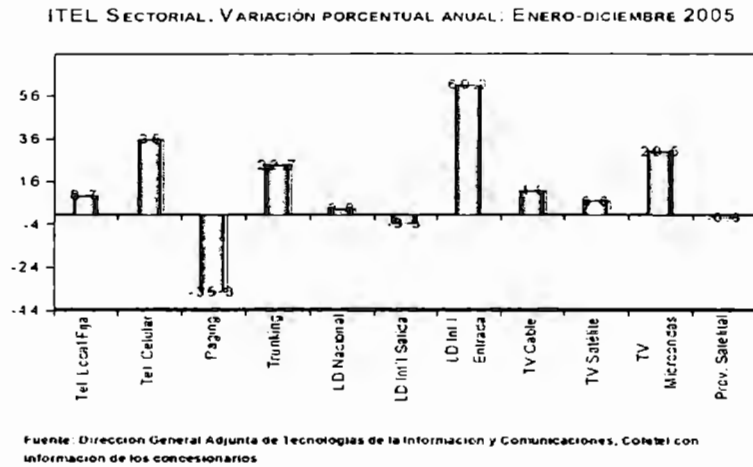


Figura V.3 Variación porcentual anual, por sector de telecomunicaciones.

V.5.1 Telefonía local fija

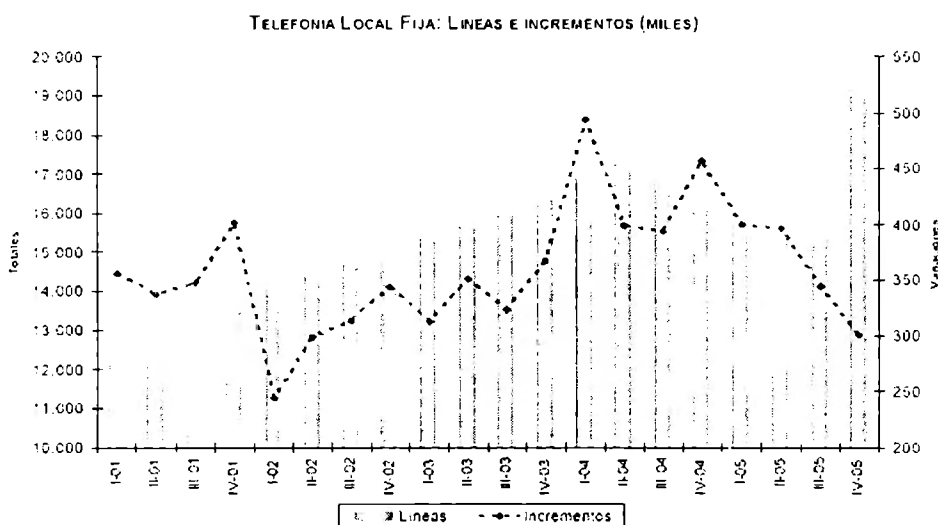


Figura V.4 Crecimiento de la telefonía local.

Durante el cuarto trimestre de 2005 se instalaron 298 mil líneas fijas, lo que significa un incremento de 6.5% con respecto al mismo periodo de 2004. Del total, 19.7% fueron instaladas por operadores diferentes a Telmex, quienes incrementaron su participación en ese mercado. Las líneas instaladas en el cuarto trimestre hicieron posible que al cierre de 2005 se registrara un total de 19 millones 515 mil líneas fijas, cifra que representa un crecimiento de 8%, por lo que la teledensidad en México se ubicó en 18.9 líneas por cada 100 habitantes.

V.5.2 Telefonía celular

Este rubro continúa como uno de los sectores mejor posicionados de las telecomunicaciones, tanto por el crecimiento de sus usuarios como el tráfico. Los diferentes concesionarios continúan compitiendo a través de paquetes tarifarios atractivos para los usuarios y la presentación de nuevos servicios con el fin de incrementar su participación de mercado, lo que ha ocasionado una reducción en términos reales de 6.2% y 6.5% en las tarifas de pospago y prepago respectivamente, con respecto al cierre del 2004.

Al cuarto trimestre de 2005 el número de minutos cursados en las redes de los concesionarios de telefonía celular/PCS aumentó 29.3% con relación al mismo periodo de 2004, al registrar durante 2005 un incremento anual acumulado de 35%. En lo que respecta al número de usuarios, al cierre del año se sumaron 2.88 millones, registrando un total de 47.5 millones, lo que significa un incremento de 23.4% con respecto al mismo periodo de 2004. La teledensidad en telefonía Celular/PCS se ubica en 46.1 líneas móviles por cada 100 habitantes.

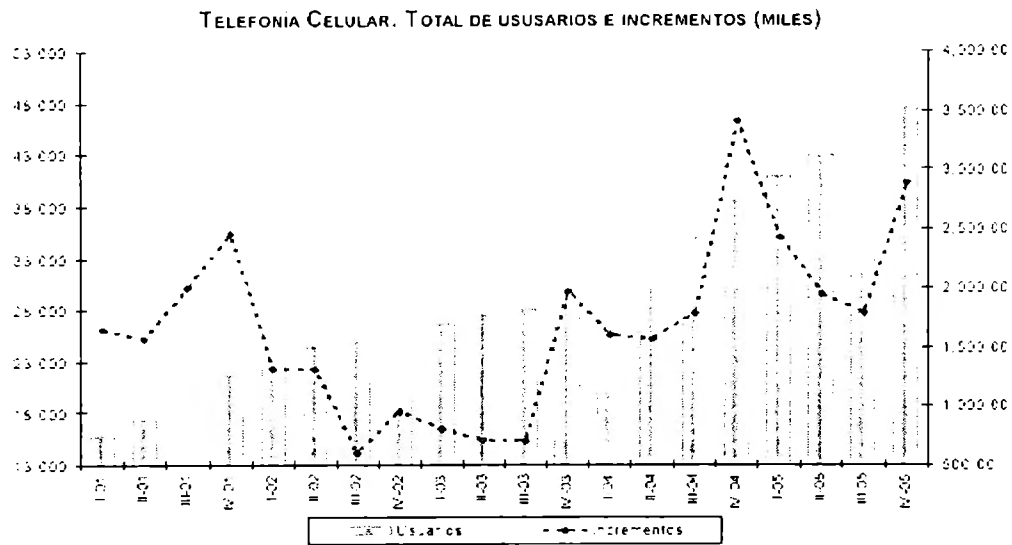


Figura V.5 Crecimiento de la telefonía celular.

V.5.3 Larga distancia

Larga distancia nacional

El tráfico de larga distancia nacional, medido en minutos, tuvo un incremento de 1.9% durante el periodo de análisis. En 2005 el tráfico de larga distancia nacional creció 2.8% con respecto a 2004 como consecuencia de las moderadas tasas de crecimiento de la actividad económica durante los últimos trimestres [COF-05].

Larga distancia internacional.

Este rubro presentó resultados mixtos. En lo que respecta al tráfico de larga distancia internacional de entrada, medido en minutos registró una tasa de crecimiento de 38.4% con relación al cuarto trimestre de 2004, lo que representó durante 2005 un incremento de 60.3%, por lo que ambas tasas se ubicaron como líderes de la industria de telecomunicaciones en dichos periodos. El impulso de este avance provino de la reducción relativamente mayor en las tarifas para las llamadas de Estados Unidos a México frente a las tarifas para llamadas de México a Estados Unidos, disminución que se acentuó a partir de la entrada en vigor de las Reglas de Telecomunicaciones Internacionales emitidas por la Cofetel el 21 de junio de 2004, lo que liberó el mercado de larga distancia internacional de entrada.

El tráfico de larga distancia internacional de salida, medido en minutos, tuvo un decremento de 3.1% en el trimestre de análisis, y registró asimismo una reducción total de 3.5% en 2005. La relación de tráfico internacional de entrada/salida se ubicó en ocho veces en el cuarto trimestre del año, lo que refleja un grado de sustitución entre ambos tráficos, situación que permite comprobar que el Panel de Solución de Disputas que resolvió en 2004 la controversia entre México y Estados Unidos en materia de telecomunicaciones, definió en forma imprecisa el mercado relevante en disputa.

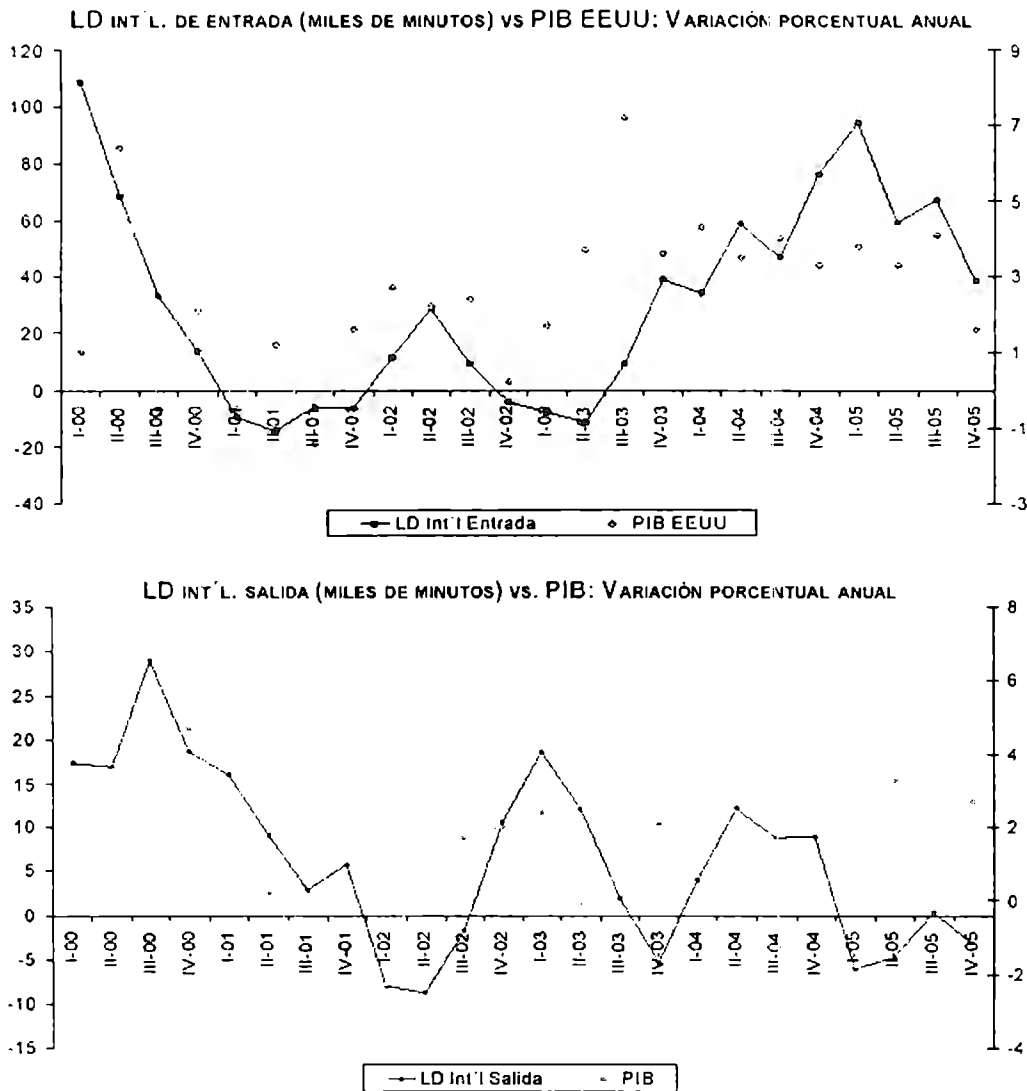


Figura V.6 Trafico de larga distancia.

V.5.4 Trunking

Al cierre de 2005 el número de usuarios de trunking se incrementó 27.9% con respecto al mismo periodo de 2004, lo que significa la tasa más alta desde el segundo trimestre de 2002, debido a que los concesionarios de este servicio adquirieron más espectro radioeléctrico durante la licitación que llevó a cabo la Cofetel en marzo del 2005. Ello les permitió aumentar su presencia en más ciudades del país e incrementar su capacidad en zonas donde estaban a punto de la saturación.

Durante el cuarto trimestre del año se sumaron 93.9 mil usuarios, registrando en 2005 un total de 259.8 mil usuarios, ubicándose hasta el cierre de este año en 1.189 millones.

TRUNKING (# DE USUARIOS): VARIACIÓN PORCENTUAL ANUAL

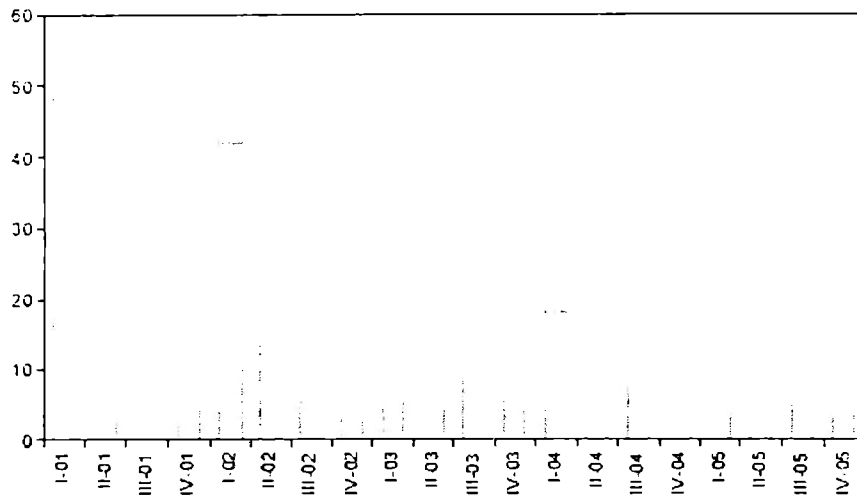


Figura V.7 Numero de usuarios del servicio de trunking.

V.5.5 Evolución tarifaria

El entorno competitivo en el sector telecomunicaciones ha provocado que los concesionarios de todos los servicios mantengan la oferta de paquetes tarifarios atractivos, lo que ha influido en la tendencia a la baja de las tarifas, tanto en términos reales como nominales. Este comportamiento característico desde la entrada de la competencia en el sector, ha permitido la expansión de nuevos servicios a más mexicanos a precios más accesibles, así como la introducción de nuevos servicios y tecnologías [OLM-04].

En primera instancia, el índice de precios del servicio telefónico que reporta el Banco de México, al mes de diciembre de 2005 se redujo 3.5% en términos reales con relación al cierre de 2004, lo que representa una reducción acumulada de 16.9% entre diciembre de 2000 y diciembre de 2005.

De acuerdo con las tarifas de servicios de telecomunicaciones registradas en la Cofetel, de 2000 a la fecha, las tarifas de servicio local y de larga distancia se han reducido en términos reales 17.2% y 32.8%, respectivamente.

En el caso de la telefonía celular, durante 2005 las tarifas disminuyeron 6.2% y 6.5% anual en términos reales en las modalidades de pospago y prepago, respectivamente.

TARIFAS DEL SERVICIO TELEFONICO
(PRECIOS SEGUNDA QUINCENA JUNIO 2002)

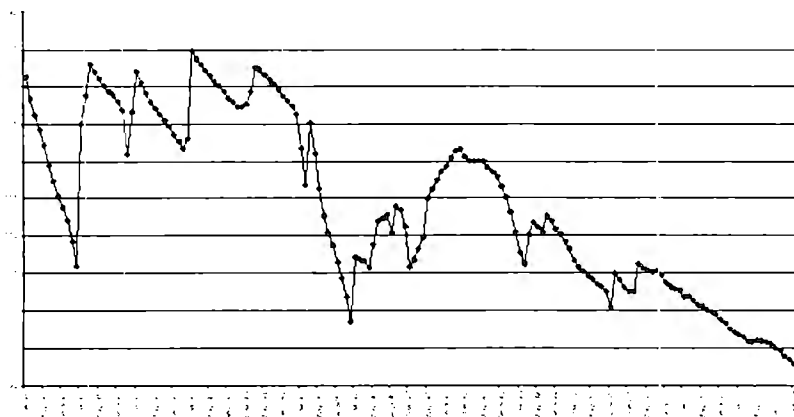


Figura V.8 Tarifas del servicio telefónico

Este ultimo capitulo se tomo como fuente los datos de la direcc.ón general adjunta de tecnologías de la información y comunicaciones, Cofetel con información de los concesionarios.

V.6. Conclusión

La apertura de las telecomunicaciones en México, ha brindado una mayor variedad de servicios al público y un rápido acceso a tecnologías de punta. El reto de esta nueva política en telecomunicaciones será continuar incrementando la densidad telefónica en el país. Se puede esperar que el crecimiento de la actividad continúe en el corto y en el mediano plazo, motivado por una creciente demanda por comunicaciones más rápidas y con manejo de mayores volúmenes de información.

El reto por parte de los operadores es el integrar más y mejores servicios a su red, con el fin de dar el mayor uso posible a estas, en virtud de recuperar las inversiones realizadas en equipos, capacitación y desarrollos de nuevas aplicaciones, además de proporcionar oportunidades a las nuevas generaciones de tener un empleo.

En el marco regulatorio los gobiernos deben de poner una mayor atención en no limitar el desarrollo de nuevos productos y servicios por medio de reglas que impidan el crecimiento y el abaratamiento de los costos, a su vez la reducción de precios y la competencia de servicios siempre debe de ser solicitada a los operadores, con el fin de que se beneficié al usuario final. Un punto igual de importante es el de revisar la brecha digital, es decir el no descuidar las ciudades o poblaciones que se han rezagando en el uso de las comunicaciones debido a la escasez de información o recursos económicos.

El servicio de PTT, hoy en día es un nicho que apenas comienza pero en el futuro cercano será un segmento más en el marco de las telecomunicaciones.

Conclusiones Generales

La nueva generación de usuarios celulares necesita integrar nuevos servicios y aplicaciones a las ventajas de la movilidad. El intercambio de información que exige la globalización de alguna manera impulsa y dicta las tendencias que el mercado celular debe de seguir. Con el diseño e implementación de PTT se pueden lograr convergencias en el mercado y consolidar los puntos necesarios que los grupos de clientes requiera. Basado en las consideraciones de diseño PTT es el primer servicio que opera en México en donde la interoperabilidad de las compañías se esta dando, esta interoperabilidad puede ser transportada a mercados internacionales haciendo que la propuesta de negocio para este servicio sea atractivo.

En el capítulo I se enmarca la evolución de las redes celulares y la convergencia hacia los nuevos servicios, el capítulo II recrea los escenarios y elementos necesarios para la evolución a los servicios de 3G. En los capítulos III y IV se presentan los elementos necesarios para la construcción del servicio de PTT en una red Celular 3G, así mismo abre las puertas y mecanismos que permitan a las compañías celulares tomar la iniciativa sobre la implementación, complejidad y permeabilidad del producto dentro de la red. El Capítulo V muestra las tendencias del mundo de las comunicaciones y la importancia de lograr “La Comunicación al Instante”, frase clave en cuanto al tipo de servicio que el usuario de esta nueva generación espera.

Este trabajo de tesis enseña y aporta el conocimiento necesario para alcanzar calidad en el servicio de PTT. El diseño en si de la aplicación carece de los elementos que permitan al operador dar un buen servicio; las métricas y objetivos de esta tesis se cumplieron una vez que la investigación termino y las recomendaciones técnicas fueron aplicadas.

Basado en el entorno planteado, se puede concluir que PTT es un producto viable, listo para su comercialización e integración en el mundo de las comunicaciones, un escalón necesario para que una compañía pueda proyectar y desarrollar el tipo necesario de servicio que el usuario actual busca.

Bibliografía

- 1.- [3GPP] 3GPP Technical Specifications 25.211-214 V3.1.0 (UMTS-FDD)
 - 2.- [3GPP] 3GPP Technical Specifications 25.211-214 V3.1.0 (UMTS-TDD)
 - 3.- [ETE-04] Autor: Eternad, Kamran CDMA2000 evolution: system concepts and design principles, 2004, John Wiley & Sons, Inc.
 - 4.- [OJA-98] Autor: Ojanpera, Tero wideband CDMA for third generation mobile communications 1998, Ramjee Prasad
 - 5.- [MOT-04] Technical information Sprint Push to talk over cellular (PoC) operations and maintenance, 2004, Motorola rev 2003 Lucent Technologies
2.0 – 06/04 poc102OM
 - 6.- [RAM-03] Autor: Moisés Ramírez Piña. Artículo: Crecimiento sin ley. 2003, Mundo ejecutivo, tomo 1 edición especial las 1000 empresas mas importantes de México 2003-2004.
 - 7.- [QUI-01] Autor: Hector Quintero, Artículo: Wireless 3G Evolution, Octubre 2001, México
 - 8.- [GWE-00] Autor: Gwenn Larson, Artículo: Evolución de cdmaOne a sistemas de tercera generación 2001, Revista Review, Ericsson segundo tomo 2000
 - 9.- [GIL-03] Autor: Sergio Gil, Artículo: En tono de espera, revista business communications, Marzo 2003 No. 11
 - 10.- [FOY-04] Autor: Peter Foyo, Artículo: Nextel “Gratis, larga distancia internacional, en julio”, revista mundo ejecutivo, abril 2004
 - 11.- [URI-04] Autor: Erika Uribe, Artículo: El reino de los celulares, revista mundo ejecutivo enero 2004
 - 12.- [OLM-04] Autor: Raúl Olmedo Gutierrez, Artículo: Ranking 50 empresas rentables en la recesión, revista mundo ejecutivo marzo 2004
 - 13.- [NAV-03] Autor: Ulises Navarro, Artículo: 25 millones de celulares y van por mas, revista alto nivel, año 16, numero 178, junio 2003
 - 14.- [DYN-03] Dynamicsoft Inc. Introduction to Service Agent 1.3 Manual, 2003
 - 15.- [DYN-03] Dynamicsoft Inc. Service Agent Data Architecture 1.3 Manual, 2003
-

16.- [ATH-02] Autor: Rebecca Atherley, Artículo: Sprint Wins “Best Carrier – Americas” at 2002 world communications awards, London Octubre 2002, internet.

17.- [AHC-2001] Autor: AHC IET Artículo: Nextel y Movistar crean interconexión para envío y recepción de SMS”, México, Distrito Federal, 09 de marzo, 2002

18.- [SEM-06] Autor: El semanario en línea, Artículo: Crece el número de celulares en México. Revista El semanario en línea marzo 23/2006.

19.- [HUI-04] Huidobro José Manuel “La evolución hacia la 3ª generación de comunicaciones móviles” Internet, 2004.

20.- [ITE] Autor: ITEL Artículo: Índice de producción del sector telecomunicaciones, cuarto trimestre 2005.

21 [HOY-04] Artículo: “Telcel Directo” revista: Hoy en telecomunicaciones 16 de noviembre, 2004

22.- [HOY-04] Artículo: Movistar lanzó servicios Push to talk. Hoy en telecomunicaciones, jueves 18 de Noviembre, 2004

23.- [SUT-04] Artículo: “PTT Edges into the Enterprise”, Sprint

24.- [SUT-04] Artículo: “How to decide on PTT”, Sprint

25.- [ALC-04] Autor: Maria Elena Alcántara Castro, Artículo: El botón que hace la diferencia, Select 2004

26.- [HOY-04] Autor: Hoy en telecomunicaciones, Artículo: Telcel el competidor más importante de Nextel: IXE. Lunes 29 de noviembre, 2004

27.- [KOR] Autor: Juha Korhonen, Introduction to 3G mobile communications, 2001, Artech house Inc.

28.- [LUC-03] 3G1X High Speed Packet Data, 2003 Lucent Technologies

29.- [LUC-03] 3G Channel Element (CE) Provisioning Fragmentation, 2003 Lucent Technologies

30.- [LUC-03] CDMA 3G-1X Packet Data, 2003 Lucent Technologies

31.- [IETF] draft-ietf-avt-evrc-07.txt, The Internet Society

32.- [IETF] draft-ietf-simple-presence 07.txt, The Internet Society

33. – [IETF] RFC 3261, The Internet Society 2002

34. – [IETF] RFC 1889, The Internet Society 1996

35. – [COF-05] Comisión Federal de Telecomunicaciones, ITEL 2005
