

34
21.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**ANALISIS DE LA ARQUITECTURA DEL
SISTEMA CELULAR MOVIL 88**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :
CARLOS ^{Antonio} CARRION GARCIA
LISANDRO MARIO PASCACIO PEREZ
MARCO ANTONIO ROSAS HERNANDEZ

ASESOR: ING. JOSE JUAN CONTRERAS ESPINOZA
COASESOR: ING. JUAN GONZALEZ VEGA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR

DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES, S. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo
"Análisis de la Arquitectura del Sistema Celular Móvil 88"

que presenta el pasante: Carlos Antonio Carrión García
con número de cuenta: 8808835 - 4 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlan Izcalli, Edo. de Mex., a 14 de Febrero de 199 7

PRESIDENTE Ing. José Juan Contreras Espinosa
VOCAL Ing. Jorge de la Cruz Trejo
SECRETARIO Ing. Antonio Trejo Lugo
1er. SUPLENTE Ing. Ramón Osorio Galicia
2do. SUPLENTE Ing. Margarita López López



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
 FACULTAD DE ESTUDIOS
 SUPERIORES-CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE

DR. JAIME KELLER TORRES
 DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
 P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Caballeros
 Jefe del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:
 "Análisis de la Arquitectura del Sistema Celular Móvil 88"

que presenta el pasante: Lisandro Mario Pascacio Pérez
 con número de cuentas: 8739164 - 8 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
 "POR MI FAZA HABLARA EL ESPIRITU"
 Cuautitlan Izcalli, Edo. de Mex., a 14 de Febrero de 1997

PRESIDENTE	<u>Ing. José Juan Contreras Espinosa</u>	
VOCAL	<u>Ing. Jorge de la Cruz Trejo</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. Antonio Trejo Lugo</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Ramón Osorio Galicia</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Margarita López López</u>	



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Análisis de la Arquitectura del Sistema Celular Móvil 88"

que presenta el pasante: Marco Antonio Rosas Hernández
con número de cuenta: 8801959 - 4 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlan Izcalli, Edo. de Mex., a 14 de Febrero de 1997

PRESIDENTE Ing. José Juan Contreras Espinosa
VOCAL Ing. Jorge de la Cruz Trejo
SECRETARIO Ing. Antonio Trejo Lugo
PRIMER SUPLENTE Ing. Ramón Osorio Calicia
SEGUNDO SUPLENTE Ing. Margarita López López

Dedicado:

A Dios

Ma. del Consuelo García de Carrión y C.P. Carlos Carrión Bogard
Mis padres que supieron guiarme en mi formación gracias a su ejemplo,
confianza y amor que me han brindado durante toda mi vida,
formado una familia.

Karina, Pamela y Fabian
Mis hermanos, que gracias a su apoyo incondicional han alentado mis
aspiraciones y han fortalecido la unión familiar.

Doña Maga y Doña Jesusita
Mis abuelitas, por toda una vida.

A todos mis tíos, primos y sobrinos
Por todo su cariño.

Ing. José Ricardo Patiño Arias
Por asumir la responsabilidad de guía en esta etapa de mi vida, pero sobre
todo por brindarme su confianza y amistad.

Ing. José Juan Contreras Espinosa
Por ofrecerme su respaldo y consejos durante todos mis estudios en la
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan.

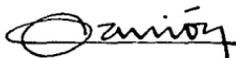
Ing. Juan Gonzalez Vega
Por otorgarme sus consejos y apoyo, en el desarrollo de la carrera de
Ingeniero Mecánico Electricista.

A mis Profesores y compañeros de la Generación 91 de la
Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan.

En especial a

Noé Altamirano, Centel Alvarado, Alejandro Herrera, Abraham Licea,
Luis F. Olvera, J. Fernando Parada, Juan Resendiz,
Manuel Rodríguez y Miguel A. Vázquez

Lisandro Mario Pascacio Pérez y Marco Antonio Rosas Hernández
Por haber formado un equipo en el desarrollo de este trabajo.



Carlos Antonio Carrión García

LISANDRO MARIO PASCACIO PEREZ

Dedicado:

 A la memoria de mi Padre (Q.E.P.D.)
LIC. LISANDRO G. PASCACIO ARCE

Que con su ejemplo de conducta y trabajo siempre me inculco el ideal de superación.

A mi Madre

MA. ESTHER PEREZ MEDINA VDA. DE PASCACIO

Quien en todo momento me brindo su fortaleza moral e hizo posible que concluyera mis estudios profesionales.

A mis Hermanos

RAMON Y GILBERTO

Que siempre me han ofrecido su apoyo incondicional para salir adelante en todos mis propósitos, por ello mi mas profunda gratitud.

A ELSITA

Con todo cariño y gratitud por ser una segunda madre para mi.
Por tus cuidados y desvelos mil gracias.

A mi Abuelita (Q.E.P.D.)

ESPERANZA ARCE GRANADOS

Con quien fue una gran fortuna haber convivido y que por su gran carácter y alegría de vivir, dejo profunda huella en mi vida.

A mis Tíos
RAFAEL, MANUEL, MARGARITA ROBERTO, FEDERICO, RITA, IGNACIO,
OSCAR Y ROCIO
Con todo mi cariño.

A mis Abuelos
PRIMITIVO PEREZ VARGAS (Q.E.P.D.)
Y
MA. DE JESUS MEDINA VDA. DE PEREZ
Con todo mi cariño y admiración.

AI ING. JOSE JUAN CONTRERAS
Con todo mi reconocimiento y mi sincera admiración, por su sensibilidad
para entender las inquietudes de los alumnos de la
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan.

Con mi sincero agradecimiento
AI ING. JUAN GONZALEZ VEGA
Por sus atinados consejos, para la elaboración de este trabajo.

Con admiración y respeto
AI ING. JOSE RICARDO PATIÑO ARIAS
Quien influyo de manera especial en la elaboración de este trabajo.

A la FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
Y mis maestros con profunda gratitud.

ESTE TRABAJO LO DEDICO A MIS PADRES :

FRANCISCO ROSAS VILLANUEVA
MARIA DE JESUS HERNANDEZ GOMEZ

A MIS HERMANOS :

MARIA ISABEL ROSAS HERNANDEZ
FRANCISCO ROSAS HERNANDEZ

YA QUE CON SU IMPULSO, PACIENCIA Y CONSEJOS ME FUE POSIBLE SEGUIR ADELANTE, HASTA LLEGAR A LO QUE AHORA ES UNA REALIDAD QUE TIENEN EN SUS MANOS.

NECESITARIA MAS DE UN LIBRO DE ESTE TAMAÑO PARA PODER NOMBRAR Y AGRADECER TODAS Y CADA UNA DE LAS OCASIONES EN QUE ME BRINDARON SU APOYO DE MANERA INCONDICIONAL.

A LAURA POR SU APOYO DURANTE LA REALIZACION DEL PRESENTE.

QUIERO MENCIONAR Y AL MISMO TIEMPO AGRADECER EL IMPULSO QUE RECIBI POR PARTE DEL ING. RICARDO PATIÑO: SUS CONSEJOS Y AYUDA FUERON FUNDAMENTALES PARA QUE MIS COMPAÑEROS Y YO CONJUNTARAMOS NUESTRAS IDEAS Y TRABAJO, Y DE ESTA FORMA DAR INICIO AL PRESENTE, FUE LA ESCENCIA FUNDAMENTAL PARA QUE INICIARAMOS ESTA INVESTIGACION.

EXTERNO EL AGRADECIMIENTO A LOS INGENIEROS JOSE JUAN CONTRERAS ESPINOSA Y JUAN GONZALEZ VEGA, POR SU PACIENCIA, DEDICACION Y SUGERENCIAS PARA EL BUEN DESARROLLO DE ESTA TESIS.

FINALMENTE AGRADEZCO A LOS INGENIEROS ARTURO ALMAZAN TERRAZAS Y RAMON ALVARO GALVAN GUZMAN DEL CENTRO DE REPARACIONES DE ERICSSON TELECOM LA AYUDA BIBLIOGRAFICA QUE NOS PROPORCIONARON PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

"A TODOS GRACIAS"



MARCO ANTONIO ROSAS HERNANDEZ

Agradecemos:

Al Ing. José Juan Contreras Espinosa por apoyar la realización de esta tesis de manera incondicional, brindándonos su confianza, orientación y paciencia.

Al Ing. Juan González Vega por su colaboración, compartiendo con nosotros su experiencia y asesoría en el desarrollo de esta tesis.

En especial al Ing. Ricardo Patiño Arias por lograr conjuntar nuestras inquietudes personales, encausándolas hacia la culminación de esta etapa en nuestra vida académica.

Respetuosamente a nuestro jurado:

Ing. Jorge de la Cruz Trejo
Ing. Antonio Trejo Lugo
Ing. Ramón Osorio Galicia
Ing. Margarita López López

A todos los profesores de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan por se parte fundamental el nuestra formación profesional.

INDICE

INDICE

INTRODUCCION.	I
I INTRODUCCION A LAS TELECOMUNICACIONES.	
I.1 GENERALIDADES.	1
I.1.1 Requisitos básicos de los Sistemas de Telecomunicaciones.	2
I.1.2 Señales Analógicas y Señales Codificadas.	4
I.1.3 Uso de señales de Corriente Directa.	4
I.1.4 Ondas de Corriente Alterna.	7
I.1.5 Relación entre frecuencia, longitud de onda y velocidad.	12
I.1.6 Capacidad de las ondas de C.A. para portar información.	15
I.1.7 Composición de Ondas Complejas.	16
I.2 MODULACION DE SEÑALES.	19
I.2.1 Modulación de Amplitud.	23
I.2.2 Modulación de Frecuencia.	29
I.2.3 Modulación por Codificación de Pulsos (PCM).	31
I.2.3.1 Muestreo.	34
I.2.3.2 Cuantificación.	36
I.2.3.3 Codificación.	39
I.3 CODIGOS DE TRANSMISION.	41
I.3.1 No retorno a cero (NRZ).	41
I.3.2 Inversión de Marcas Alternas (AMI).	42
I.3.3 Alta Densidad Bipolar Exceso en 3 (HDB3).	42

I.4	MULTIPLEX POR DISTRIBUCION DE TIEMPO TDM.	44
I.5	METODOS DE ACCESO.	50
I.6	COMUNICACIONES MOVILES DE RADIO.	52
I.6.1	Evolución de las Comunicaciones Móviles de Radio.	52
I.6.2	Hacia una nueva era en las Comunicaciones Móviles.	55
I.6.3	El desarrollo de las Comunicaciones Móviles.	56
II	ARQUITECTURA DEL SISTEMA CMS 88.	
II.1	GENERALIDADES.	59
II.2	CONCEPTOS BASICOS.	61
II.2.1	Red del Sistema.	61
II.2.2	La Estación de Base y la Célula.	65
II.2.3	Estructura de la Red Móvil Terrestre Pública (PLMN).	69
II.2.4	El CMS 88 y otros Sistemas Celulares Ericsson.	71
II.2.5	Áreas de Localización (solo CMS 8810).	74
II.2.6	Plan de Numeración de la red telefónica.	76
II.2.7	Plan de Radionumeración.	79
II.2.8	Tasación.	82
II.2.9	Servicios y facilidades de abonado.	83
II.2.10	Canales de Radio.	86
II.2.11	Asignación de Frecuencia en el CMS 8800.	96
II.2.12	Asignación de Frecuencia en el CMS 8810.	100
II.2.13	Asignación de Frecuencia, Comparación de Sistemas.	102
II.2.14	Principio de Modulación en Frecuencia.	103

II.3	ESTACION DE BASE.	108
II.3.1	Generalidades.	108
II.3.2	Estructura del Hardware.	111
II.3.2.1	Grupo de radiocanales (RCG).	111
II.3.2.2	Interfaz central/equipo de radio (ERI).	120
II.3.2.3	Alimentación.	122
II.3.2.4	Sistema de Antenas.	122
II.4	CENTRO DE CONMUTACION DE SERVICIOS MOVILES (MSC).	126
II.4.1	Estructura del Sistema.	126
II.4.1.1	Sistema de conmutación APT.	126
II.4.1.2	Sistema de procesamiento de datos APZ.	130
II.4.2	Diagrama del Hardware de MSC.	133
II.5	SUBSISTEMA DE TELEFONIA MOVIL (MTS).	137
II.5.1	Manejo de tráfico, bloques en MTS.	138
II.5.2	Casos de tráfico.	151
II.6	LA ESTACION MOVIL.	162
II.6.1	Potencia de salida de la estación móvil.	163
II.6.2	Rastreo de los canales de control por la estación móvil.	167
II.6.3	Pre-programación de una estación móvil.	168
II.6.4	Memoria dinámica.	169
I.7	CONEXIONES ENTRE MSC Y LAS ESTACIONES BASE.	170
II.7.1	Transmisión entre MSC y BS.	170
II.7.2	Comunicación de datos MSC-Estación Base.	170

11.7.3	Líneas de voz entre MSC y una BS.	176
11.7.4	Conexiones duplicadas.	178
11.7.5	interfaz de radio de central.	180
11.7.6	El grupo de módulo de extensión (EMG).	182
11.8	SISTEMAS DE SEÑALIZACION.	184
11.8.1	Señalización de Datos, Estación Móvil-Estación Base.	184
11.8.2	El canal de control hacia adelante (FOCC).	185
11.8.2.1	Mensajes FOCC.	187
11.8.2.2	Mensajes de encabezado.	190
11.8.2.3	Flujo de mensaje, FOCC.	197
11.8.3	Canal de control hacia atrás (RECC).	198
11.8.3.1	Mensajes RECC.	200
11.8.4	Canal de voz hacia adelante (FVC).	202
11.8.4.1	Mensajes FVC.	203
11.8.5	Canal de voz hacia atrás (RVC).	205
11.8.5.1	Mensajes RVC.	206
III	PLANEACION CELULAR.	
	GENERALIDADES.	207
III.1	PASOS INICIALES EN LA PLANEACION CELULAR.	207
III.1.1	Reglamentaciones.	208
III.1.2	Situación del Mercado.	208
III.1.3	Calidad de Servicio.	211

III.2	CARGA DE ABONADOS.	212
III.2.1	Máximo número de llamadas por hora por célula.	214
III.2.2	Máximo número de canales por célula.	215
III.3	REUSO DE FRECUENCIA.	216
III.3.1	Esquemas de reusos de frecuencias.	218
III.3.2	Distancia para reuso de frecuencia.	218
III.4	INTERFERENCIA POR CO-CANAL.	219
III.4.1	Tipos de células.	219
III.4.2	Factor de Reducción de Interferencia por co-canal.	223
III.5	NUMERO DE USUARIOS EN EL SISTEMA.	224
III.6	SECTORIZACION DE CELULAS.	225
III.6.1	Partición de células.	228
IV	CAPACIDAD Y MANEJO DE LLAMADAS.	
	GENERALIDADES.	230
IV.1	LLAMADAS DE SUPERVISION SOBRE LA CALIDAD DE TRANSMISION DE LA SEÑAL DE RADIO.	232
IV.1.1	Relación de Señal a ruido en el SAT.	232
IV.1.2	Intensidad de Señal en Radio Frecuencia.	235
IV.1.3	Regulación de Tráfico.	236
IV.2	LLAMADA A UN ABONADO MOVIL.	237

IV.3	LLAMADA DESDE UN ABONADO MOVIL.	248
IV.4	LLAMADA ENTRE ESTACIONES MOVILES.	259
IV.5	DESCONEXION DE UNA LLAMADA.	259
IV.6	RETORNO DE LLAMADA HACIA UN ABONADO MOVIL.	263
IV.7	LOCALIZACION Y HANDOFF.	263
IV.7.1	Localización.	263
IV.7.2	Handoff.	268
IV.8	REGISTRO POR LA ESTACION MOVIL.	272
IV.8.1	Registro periódico.	272
IV.8.2	Registro del área de localización (Registro forzado).	278
IV.9	ROAMING.	280
IV.9.1	Roaming Automático.	283
IV.9.2	Enrutamiento de una llamada a un roamer.	287
IV.9.3	Una llamada de servicio de abonado desde un roamer.	290
IV.9.4	Enrutando una llamada a un roamer con el servicio de abonado de transferencia de llamada activado.	291
IV.9.5	Inactividad del roamer.	291
IV.9.6	Señalización de roaming (CCITT No. 7).	292
IV.9.7	Roaming manual.	299
IV.9.7.1	Actualización de localización.	299
IV.9.7.2	Llamadas a un roamer (huésped).	300

IV.10	HANDOFF ENTRE CENTRALES.	301
IV.10.1	Un caso de tráfico.	306
IV.11	DENSIDAD DE ABONADOS.	310
IV.12	CAPACIDAD DE LA RED DE MSC.	311
V	OPERACION Y MANTENIMIENTO.	
V.1	GENERALIDADES.	312
V.2	ADMINISTRACION.	313
V.3	SUPERVISION, PRUEBA Y LOCALIZACION DE FALLAS.	318
V.4	SUPERVISION.	320
V.5	PRUEBA Y LOCALIZACION DE FALLAS.	325
V.6	MEDICION Y ESTADISTICA DE TRAFICO.	329
V.7	SISTEMA DE SOPORTE DE OPERACION.	336
CONCLUSION.		338
BIBLIOGRAFIA.		340
APENDICE.		343

INTRODUCCION

INTRODUCCION

La segunda década en la evolución de las Comunicaciones Móviles se esta observando, y continuara mostrándose a través de un gran crecimiento en el uso de la radio tecnología. Existen tres razones primordiales por las cuales se la ha dado auge al desarrollo de la Telefonía Móvil Celular: movilidad, competencia y tecnología.

La movilidad ofrece los beneficios de productividad y flexibilidad dentro del sector de los negocios. En adición, los usuarios privados han incrementado el uso de la Telefonía Móvil Celular para su conveniencia, ya que les ofrece libertad y seguridad.

El incremento en la competencia entre los operadores de redes y los proveedores de servicios han impulsado un desarrollo en los servicios que brindan , ofreciendo al usuario final una mejor calidad.

Las nuevas tecnologías han realizado la utilización del espectro de frecuencias disponibles, así, logrando obtener un mayor numero de abonados. La tendencia hacia el uso de micro electrónica, aunado a la gran producción en escala, han causado un gran impacto en los productos de Radio Comunicación. Las terminales ahora son mas pequeñas, ligeras, baratas, tienen mayor poder y utilizan menor energía.

Como el uso de la Telefonía Móvil Celular hasta ahora se ha convertido en algo mas barato mas gente puede pagar por el servicio y mas operadores de redes han tenido que expandir sus servicios, para así obtener una mayor movilidad y también como una alternativa a las redes de comunicación alámbricas. La Telefonía Móvil Celular ha evolucionado dentro de las Comunicaciones Personales facilitando la comunicación de una persona a otra persona y no a lugares.

El desarrollo de la presente tesis está enfocado al estudio y análisis de un Sistema de Telefonía Móvil, ya que se ha demostrado que este tipo de comunicaciones ha alcanzado una gran expansión tanto en la tecnología como en el mercado.

El Sistema de Comunicación Móvil, en el que particularizaremos, es en el Sistema de Telefonía Celular CMS 88 (Sistema de Comunicación Móvil), este concepto ofrece una solución a algunos de los problemas de telecomunicaciones, principalmente en los países altamente industrializados y densamente poblados.

En principio en el capítulo I **Introducción a las Telecomunicaciones** como su título lo indica realizamos una revisión de los fundamentos en las Telecomunicaciones, describiendo las principales formas de transmisión y recepción de información, los formatos de modulación para las señales de voz y datos y los métodos de acceso, así como, la evolución, las tendencias y el desarrollo de los Sistemas de Comunicaciones Móviles.

En el capítulo II **Arquitectura del Sistema CMS 88** analizamos el diseño del sistema CMS 88 de Ericsson el cual opera en los estándares análogos AMPS (Advanced Mobile Phone Service) y que básicamente cuenta con una central modular de conmutación, con estaciones base extremadamente compactas que pueden ser conmutadas por control remoto en operación análoga o digital y las estaciones móviles. Para lograr una mejor comprensión del Sistema revisamos los conceptos básicos de la Telefonía Móvil Celular.

Planeación Celular es el título del capítulo III en el cual estudiamos un aspecto importante de la Telefonía Celular; la planeación del Sistema Celular, la cual trata de obtener una alta capacidad de tráfico. En este capítulo se define el tamaño de una célula, el concepto de reuso de frecuencia, la asignación de canal, los planes de expansión sucesiva y celular, así como la protección contra interferencia de canales y el cálculo de la capacidad de tráfico de la célula.

El capítulo IV **Capacidad y Manejo de Llamadas** describe los casos de tráfico que se presentan normalmente, así como las funciones de manejo de llamadas: localización, transferencia, etc. Y la funciones de handoff y roaming.

Por último el capítulo V **Operación y Mantenimiento** aborda uno de los aspectos más importantes para mantener bajos los costos y ofrecer un servicio de calidad: la operación y mantenimiento de el CMS 88.

Al haber elaborado este tema para presentarlo como tesis, hemos tenido la pretensión de estudiar y analizar completamente el Sistema de Telefonía Móvil CMS 88, considerando que nuestro país ha alcanzado un gran auge y desarrollo en este tipo de telefonía, siendo ésta una tecnología de vanguardia.

CAPITULO I

INTRODUCCION
A LAS
TELECOMUNICACIONES

I INTRODUCCION A LAS TELECOMUNICACIONES

I.1 GENERALIDADES.

Telecomunicación es el proceso de transmitir **energía de información** a grandes distancias con la ayuda de medios electrónicos. La energía de información es enviada a su destino ya sea por medio de alambres conductores apropiados para este fin, llamados **líneas de transmisión**, o en forma inalámbrica a través de la atmósfera por un enlace de radio.

En Telecomunicaciones, una cierta forma de **información** o energía **inteligente** es convertida en energía eléctrica para poder de este modo mandarla a un punto distante. Ya en su destino, la energía eléctrica se convierte de nuevo a su forma original. Este uso particular de la energía eléctrica para transmitir información es parte de la electrónica. Algunas formas familiares de energía que contienen información son los sonidos que produce la voz humana, la música, las fotografías fijas o en movimiento, entre otras.

1.1.1 Requisitos básicos de los Sistemas de Telecomunicaciones.

En primer lugar se tiene que convertir la energía que contiene información a una forma eléctrica, para así producir una señal electrónica de información. Esto se logra por medio de un transductor adecuado, término que se da generalmente a cualquier dispositivo que convierte una forma de energía en otra. En la práctica, los sistemas requieren de algunos dispositivos adicionales, pueden necesitarse amplificadores en determinados puntos del sistema para elevar la fuerza de la señal electrónica hasta valores aceptables (figura 1.1).

En un sistema de radio se requiere un transmisor en el punto de origen de la comunicación para enviar, inalámbricamente, la señal a la velocidad de la luz. En el punto de destino se requiere un receptor para recobrar la señal antes de poder aplicarla al transductor, como se muestra en la figura 1.2.

En las figuras 1.1 y 1.2 se muestran sistemas simples en un solo sentido o unidireccionales, generalmente llamados canales. El radio doméstico y la televisión son ejemplos de este tipo de sistema. Sin embargo, otros sistemas, como los teléfonos, deben tener capacidad de manejar información en ambos sentidos. Para conseguirlo, los requisitos básicos mostrados en las figuras 1.1 y 1.2 deben duplicarse en la dirección opuesta para proveer un sistema de doble sentido o bidireccional, generalmente llamado circuito.

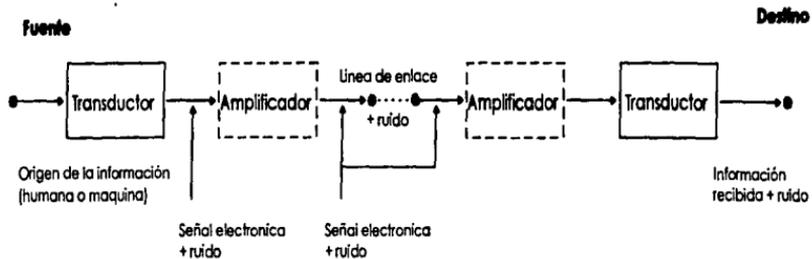


Figura 1.1
Requisitos basicos de un canal de Telecomunicacion por Línea en un solo sentido.

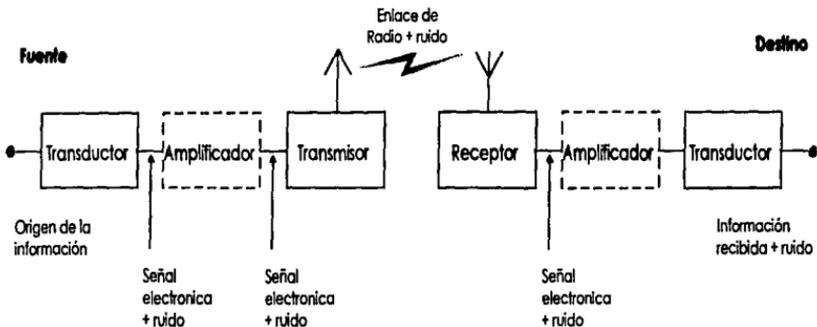


Figura 1.2
Requisitos basicos de un canal de Telecomunicacion por Radio de un solo sentido.

1.1.2 Señales Analógicas y Señales Codificadas.

Algunos transductores de telecomunicaciones producen una señal electrónica que sigue directamente la variación instantánea de la energía de información original. A dichas señales se les conoce como señales analógicas.

Hay otros sistemas en los que el transductor produce una señal electrónica en un código predeterminado, en forma de pulsos o variaciones, que puede ser entendido por seres humanos o por máquinas en ambas terminales del sistema.

1.1.3 Uso de señales de Corriente Directa.

Un flujo estable de Corriente Directa en un circuito no puede llevar información por sí mismo, pero la inclusión de un simple interruptor de encendido-apagado permite regular la corriente en una serie de pulsos. Cuando el interruptor es abierto, la corriente cae a cero y cuando el interruptor se cierra, la corriente aumenta a un valor estable. Si los pulso de corriente se producen de acuerdo con un código preestablecido, entonces una combinación particular de pulsos puede representar una letra o un número y, operando el interruptor, puede enviarse un mensaje. Los pulsos de corriente deben hacer actuar a un aparato que permita a otra persona **ver** u **oír** el mensaje. (figuras 1.3 y 1.4)

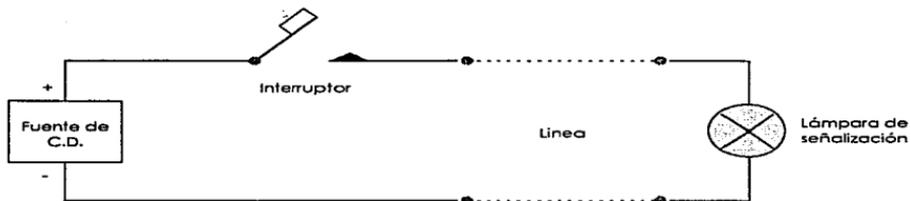


Figura 1.3
Circuito simple de señalización de lámpara en código morse.

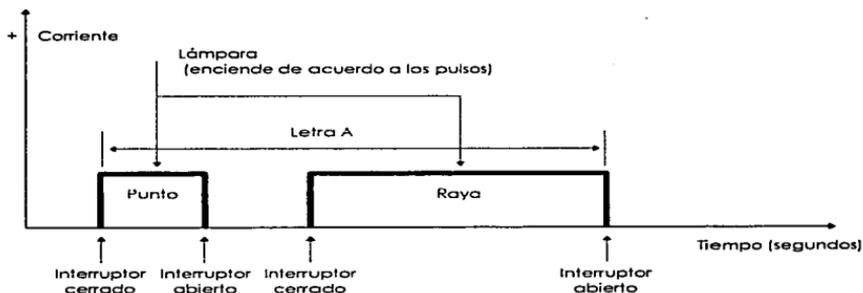


Figura 1.4
Código de corriente directa que representa la letra A en código morse.

Con este método de señalización de Corriente Directa, la información se representa por la ausencia o presencia alterna de la corriente. También es posible transmitir información alternando entre dos diferentes valores de Corriente Directa. De cualquier manera, la variación de la amplitud de la corriente es lo importante.

Otros usos típicos de señales de Corriente Directa son:

- a) Operación de conmutadores de centrales automáticas desde el disco del teléfono.
- b) Control y medición de llamadas telefónicas entre centrales.
- c) Operación de instrumentos indicadores simples.

Las desventajas principales de las señales de corriente directa son :

- a) Las transmisiones usando líneas muy largas se dificultan debido a que la señal se atenúa y se distorsionan; sin embargo la regeneración (reforzamiento) y la amplificación son posibles.
- b) Es necesario conectar alambres en todo el sistema de Telecomunicación.

Es importante destacar, sin embargo, que las fuentes de energía de Corriente Directa son ampliamente usadas para proveer de fuerza a los circuitos electrónicos.

1.1.4 Ondas de Corriente Alterna.

La Corriente Alterna invierte su dirección a intervalos regulares, como un patrón de repetición en forma de onda. Las principales ventajas de las señales de Corriente Alterna son:

- a) Se puede alternar fácilmente la fuerza o amplitud, haciendo posible la transmisión usando líneas muy largas.
- b) No es necesario conectar alambres a todo el circuito de telecomunicación.

Con la Corriente Alterna se pueden producir muchos tipos de ondas. Una de las más simples de producir surge de la rotación de una bobina de alambre dentro de un campo magnético uniforme. A esta se le llama onda senoidal y se muestra en la figura 1.5

La secuencia completa desde el punto A hasta el punto E representa una rotación completa del bucle de alambre dentro del campo magnético y a esto se le conoce como ciclo de Corriente Alterna.

Al tiempo, en segundos, que tarda la onda en complementar un ciclo se le llama periodo (T) de la onda de corriente alterna. Al número de ciclos que ocurren en un segundo se le llama frecuencia (f) y se expresa en Hertz (Hz). Un hertz equivale a un ciclo por segundo. En la figura 1.6 se puede ver claramente que la frecuencia es inversamente proporcional al periodo. Esto es:

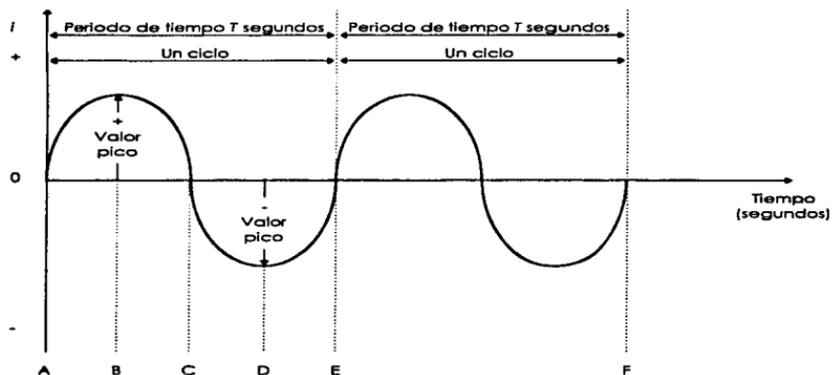


Figura 1.5
Onda senoidal de corriente alterna

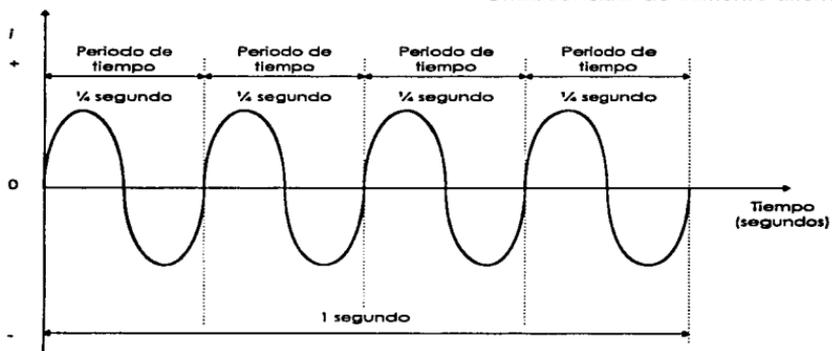


Figura 1.6
Onda senoidal de corriente alterna
con una frecuencia de 4 Hz.

$$\text{Frecuencia} = \frac{1}{\text{Periodo}}$$

$$\text{Periodo} = \frac{1}{\text{Frecuencia}}$$

Igual que en la C.D., la intensidad de la corriente en cualquier instante es llamada amplitud de onda; la dirección de la corriente (positiva y negativa) es llamada polaridad de la corriente. La amplitud alcanza su valor pico en las direcciones positiva y negativa una vez en cada ciclo. Consideramos que el bucle o bobina gira 360° en una rotación, así que podemos gráficar la corriente resultante contra rotación angular, como se muestra en la figura 1.7.

La onda formada de energía de C.A. viaja a través del espacio o de una línea de transmisión a una determinada velocidad; esta onda viajará a una cierta distancia en el periodo de un ciclo. En la figura 1.8 podemos apreciar que la onda repite ciclos completos a lo largo de distancias iguales. A la distancia recorrida en cada ciclo se le llama longitud de onda.

Cada ciclo sucesivo comienza en 0° termina en 360° , como se muestra en la figura 1.9 En puntos iguales en cada ciclo, la amplitud de la onda tiene el mismo valor. A la manera de identificar un punto de un ciclo cualquiera como un grado de rotación se le llama **fase** de la onda C.A.

Ahora bien si dos ondas son idénticas excepto por su fase, a la diferencia entre las dos se le llama defase. Esto se muestra en la figura 1.10

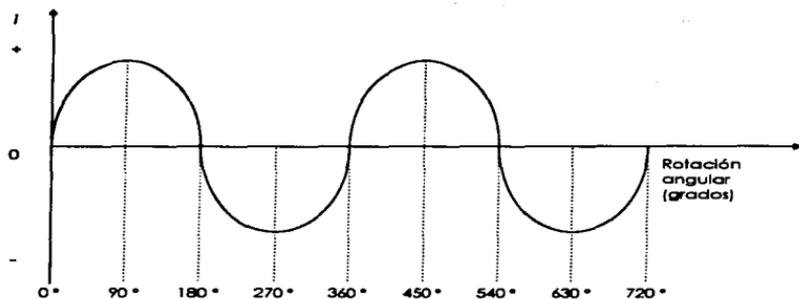


Figura 1.7
Onda senoidal de corriente
alterna graficada contra
rotación angular

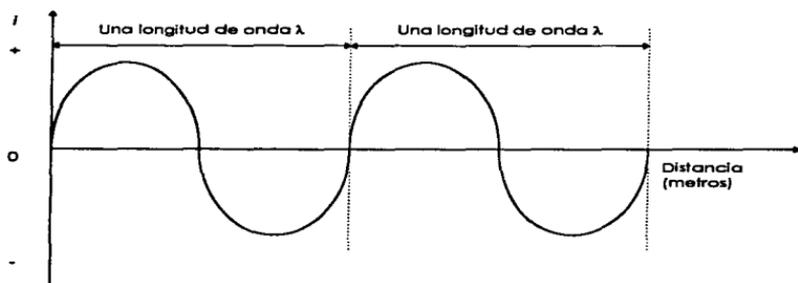


Figura 1.8
Onda senoidal de corriente
alterna graficada contra
distancia

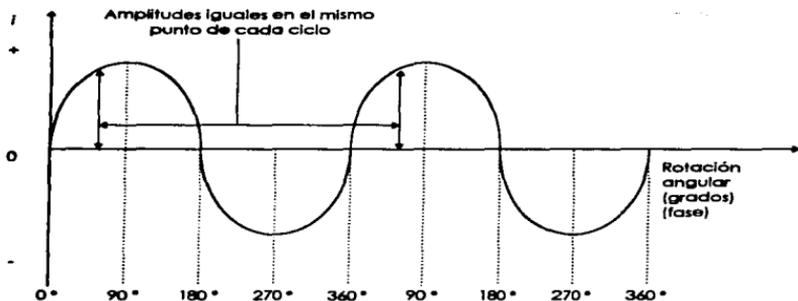


Figura 1.9
Onda senoidal de corriente
alterna relacionada con su fase.

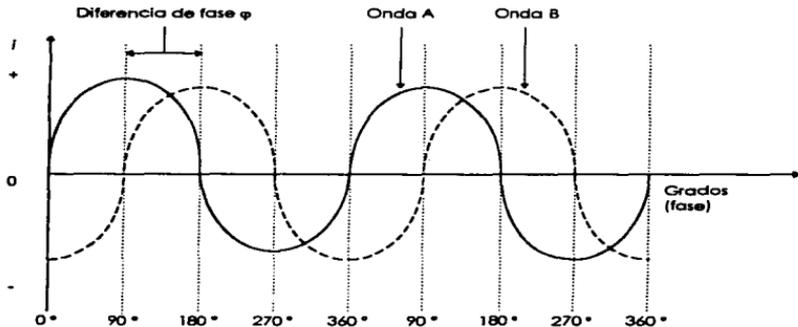


Figura 1.10
Ilustración de la diferencia de
fase ϕ entre dos ondas.

1.1.5 Relación entre frecuencia, longitud de onda y velocidad.

La onda tiene cierta velocidad (metros por segundo), en un tiempo periódico (T segundos) para cada ciclo y una determinada longitud de onda (λ metros) para cada ciclo. Velocidad, distancia y tiempo se relacionan así:

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Distancia}}{\text{Tiempo}}$$

Para una onda de c.a., con longitud de onda λ y período de tiempo T , tenemos:

$$\text{Velocidad } v = \frac{\text{Longitud de onda } \lambda}{\text{Tiempo } T}$$

Pero ya se ha establecido que:

$$\text{Frecuencia } f \text{ (Hz)} = \frac{1}{\text{Periodo } T \text{ (s)}}$$

Entonces:

$$\text{Velocidad } v = \text{Longitud de onda } \lambda \times \text{frecuencia } f$$

La energía de la C.A. puede propagarse en la atmósfera igual que las ondas de radio, esto es, sin el uso de alambres. Esta de hecho, es un tipo de **onda electromagnética** muy similar a la energía luminosa; su velocidad es la misma que la velocidad de la luz que es de 300 000 km/s y se representa con la letra *c*. Se pueden generar ondas de radio con un amplio rango de frecuencias, comenzando alrededor de 10 mil Hz, continuando hasta millones de Hz y alcanzando hasta miles de millones de Hz, como puede verse en la figura 1.12. Se incluyen ondas electromagnéticas como la luz visible, los rayos X, etc.. Las características de propagación de las ondas de radio a través de la atmósfera varían bastante, dependiendo de la frecuencia, por lo que la selección de la frecuencia para un determinado servicio de radio debe ser tomada en cuenta. Las ondas de radio se dividen en diferentes bandas de frecuencias de acuerdo con sus características de propagación (figura 1.11).

Banda de frecuencia	Rango	Longitud de onda correspondiente
Muy baja frecuencia (VLF)	Menos de 30 KHz	más de 10000 m
Baja frecuencia (LF)	30 KHz a 300 KHz	10000 a 1000 m
Media frecuencia (MF)	300 KHz a 3 MHz	1000 a 100 m
Alta frecuencia (HF)	3 MHz a 30 MHz	100 a 10 m
Muy alta frecuencia (VHF)	30 MHz a 300 MHz	10 a 1 m
Ultra alta frecuencia (UHF)	300 MHz a 3 GHz	1 m a 10 cm
Super alta frecuencia (SHF)	3 GHz a 30 GHz	10 a 1 cm
Extrema alta frecuencia (EHF)	Más de 30 GHz	Menos de 1 cm

Figura 1.11 (Tabla)

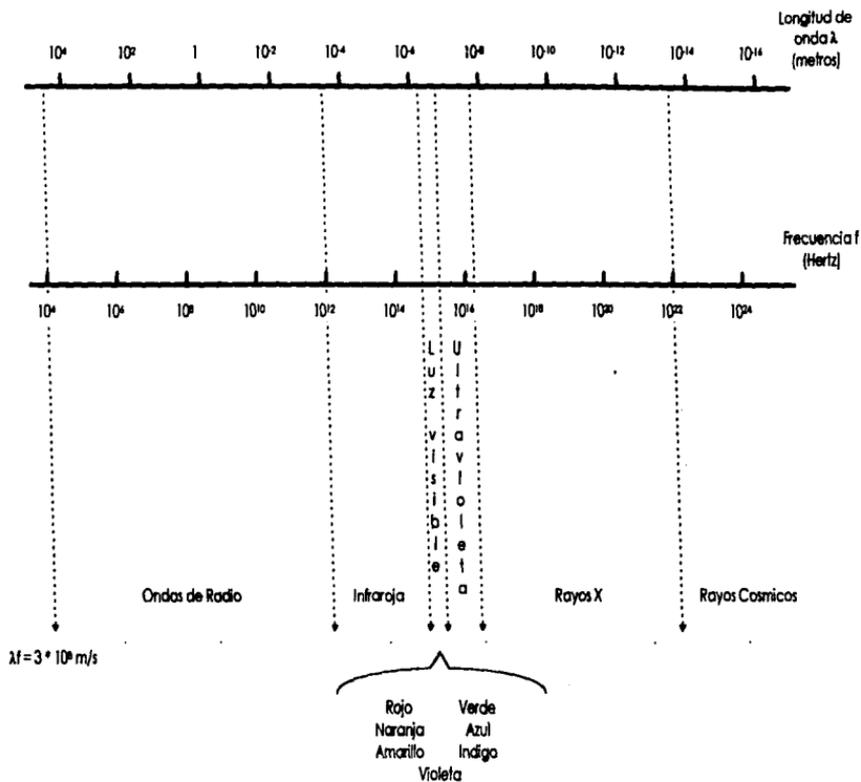


Figura 1.12
Espectro de onda electromagnética

Algunos servicios típicos alojados en las diferentes bandas de frecuencia son los siguientes:

- VLF Radiodifusión telegráfica a larga distancia.
- LF Servicios de larga distancia punto a punto, ayudas a la navegación, radiodifusión de sonidos, sistemas portadores de línea.
- HF Servicio de larga y media distancia punto a punto, radiodifusión de sonidos, sistemas portadores de línea.
- VHF Comunicación a corta distancia, TV y radiodifusión de sonidos, radar.
- UHF Servicios aire-aire y aire-tierra, entre aeronaves.
- SHF Sistemas de comunicación por microondas, punto a punto, radar.

1.1.6 Capacidad de las ondas de C.A. para portar información.

La Corriente Alterna, o voltaje, puede usarse para transmitir información desde una fuente hacia un lugar de destino, adaptándola como señal de información al variar las características de la onda, ya sea su amplitud, su frecuencia o su fase.

1.1.7 Composición de Ondas Complejas.

El análisis matemático puede demostrar que una onda compleja se forma de una onda senoidal que tiene una determinada frecuencia llamada **fundamental** y de varias ondas senoidales con valor pico decrecientes, cuyas frecuencias son múltiplos directos de la frecuencia fundamental. Esos múltiplos directos de la frecuencia fundamental son llamados armónicas de la frecuencia fundamental. Otras ondas complejas contienen también una componente de corriente directa; sin embargo, su valor es cero para las tres ondas mostradas en la figura 1.13.

Por ejemplo, una onda compleja cuya frecuencia fundamental es f Hz también se presentarán las siguientes armónicas:

$$2f, 3f, 4f, 5f, 6f, \dots \text{ etc.}$$

La onda cuadrada mostrada en la figura 1.13(a) se construye teóricamente con una frecuencia fundamental f y todas sus armónicas nones tendiendo a infinito; esto es,

$$3f, 5f, 7f, \dots \text{ etc.}$$

La figura 1.14 muestra cómo se combina una onda senoidal fundamental con su tercera y quinta armónica para producir una onda compleja; sugiriendo así que si se le agregan más armónicas nones se produciría una onda cuadrada.

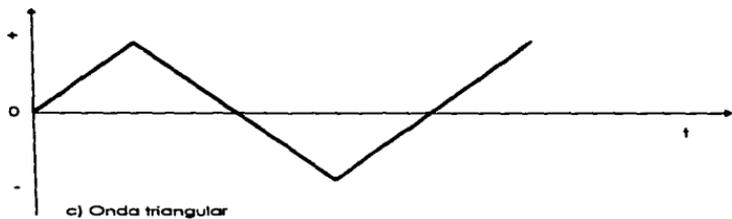
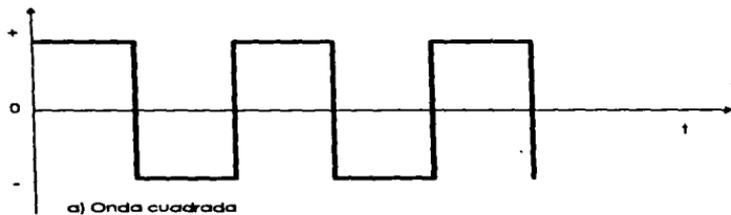


Figura 1.13
Ondas complejas típicas de corriente alterna

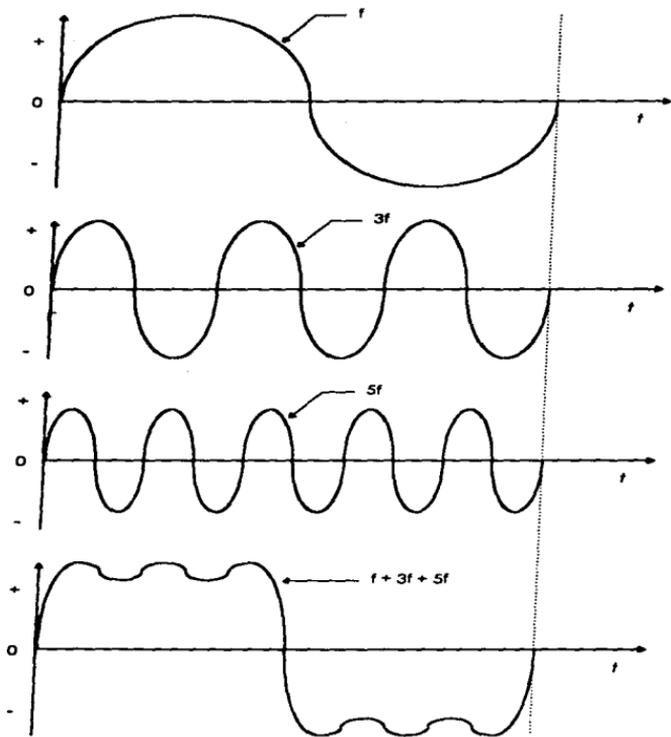


Figura 1.14
 Onda fundamental de corriente alterna con
 adición de su tercera y quinta armónica.

La onda con forma de dientes de sierra que se muestra en la figura 1.13(b) se construye teóricamente con una frecuencia fundamental f y todas sus armónicas nones y pares tendiendo al infinito.

Por lo general, las frecuencias fundamentales contienen la información y la mayor parte de la potencia, y las armónicas permiten reconocer la fuente original de la señal.

El rango de frecuencias producidas por la voz humana promedio es del orden de 100 a 7500 Hz. Como regla simple puede decirse que la transmisión de frecuencia en el ancho de banda es costosa, por lo que desde el principio del desarrollo nacional e internacional de las redes telefónicas se acordó que, por razones de economía la frecuencia natural en el ancho de banda de las señales producidas por la acción de hablar por teléfono debería restringirse al rango de 300 a 3400 Hz, llamándola **ancho de banda de voz comercial**.

1.2 MODULACION DE SEÑALES.

La modulación es el proceso por el cual una propiedad o un parámetro de una señal se varía proporcionalmente de acuerdo a una segunda señal. El tipo de dependencia se determina por la forma de modulación empleada.

Las diferentes técnicas de modulación se basan en los tres parámetros básicos de toda onda senoidal.

- Amplitud.
- Frecuencia.
- Fase.

De forma tal que la modulación también la podemos definir como el proceso mediante el cual la Amplitud, la Frecuencia o Fase de una portadora o alguna combinación de ellas es variado de acuerdo con la información a transmitir.

Hay dos situaciones diferentes que necesitan la introducción del proceso de modulación.

1. En ciertos puntos de la red telefónica nacional, el número de llamadas telefónicas que se manejan es muy grande y si una línea o radio portador fuera usado para cada llamada en la frecuencia de 300 a 3400 Hz, entonces se necesitarían muchas líneas. Es posible fabricar cables o instalar enlaces de radio que puedan manejar señales en un gran ancho de banda de frecuencias, así que el desarrollo natural se fue dirigiendo a permitir que muchas llamadas telefónicas compartieran la gran capacidad de ancho de banda de estas líneas.

Esta técnica es llamada multiplexaje (multiplexing) y el compartir una línea por muchos canales telefónicos puede hacerse con base en la frecuencia, el llamado multiplexaje por división de frecuencia, o con base en el tiempo, llamado multiplexaje por división en el tiempo.

2. Es posible radiar energía como una onda electromagnética, sin el uso de alambres, a partir de frecuencias de aproximadamente 10 KHz. De hecho, es muy caro transmitir ondas de radio en muy bajas frecuencias (abajo de 30 KHz) debido a la gran potencia requerida para el transmisor y porque la instalación aérea del transmisor debe ser muy grande. A efecto de radiar energía eficientemente, se necesita que la longitud de la instalación aérea de transmisión se aproxime, cuando menos, a un cuarto de la longitud de onda de la frecuencia en que se está trabajando.

Así, es verdaderamente difícil transmitir bajas frecuencias de señales de información de voz o música directamente como ondas de radio. Sin embargo, se vuelve más fácil y económico transmitir ondas de radio con frecuencias más altas y longitudes de onda menores, por lo que los sistemas de radio usan altas frecuencias para portar hacia su destino las señales de información de baja frecuencia.

En ambos casos, para el uso más económico de líneas en el ancho de banda y para permitir la propagación de las ondas de radio, las señales de información son superpuestas en la señal portadora en el punto de transmisión con el proceso de modulación. En el lugar de destino, la señal de información se recobra de la portadora por el proceso inverso llamado demodulación.

La señal moduladora y la onda portadora se aplican a un circuito modulador, y la onda portadora modulada se extrae de la salida del circuito modulador, como se muestra en la figura 1.15.

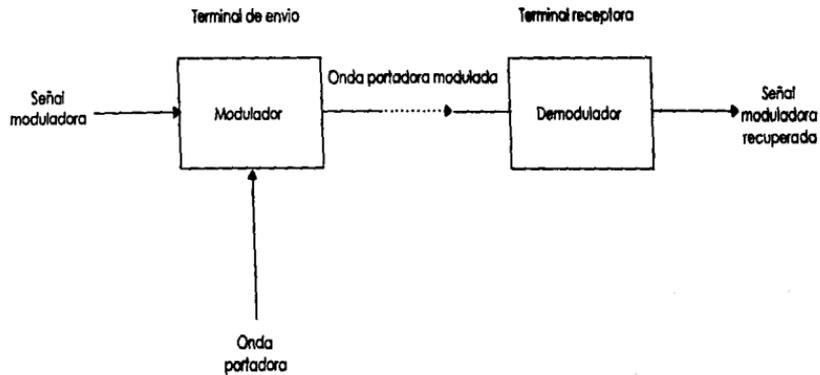


Figura 1.15
Principio simple de un sistema modulado de telecomunicación.

1.2.1 Modulación de Amplitud.

Este proceso consiste en hacer variar la amplitud de la onda senoidal portadora por la amplitud de la señal moduladora, y se ilustra en la figura 1.16.

La onda portadora sin modular tiene un valor pico constante y una frecuencia más alta que la señal moduladora, pero cuando se aplica la señal moduladora, el valor pico de la portadora varía de acuerdo con el valor instantáneo de la señal moduladora y el contorno de la forma de la onda o envolvente de los valores pico de la onda modulada, tienen la misma forma que la señal moduladora original. La onda de la señal moduladora ha sido superpuesta a la onda portadora.

Ancho de banda de las ondas portadoras de amplitud modulada.

El análisis matemático puede mostrar que cuando una onda portadora senoidal de frecuencia f_c (Hz) es modulada en su amplitud por una señal moduladora senoidal de frecuencia f_m (Hz), entonces la onda portadora modulada contiene tres frecuencias.

1. La frecuencia original de la señal portadora: f_c Hz
2. La resultante de la suma de las frecuencias de la portadora y de la señal moduladora: $(f_c + f_m)$ Hz
3. La resultante de la diferencia entre las frecuencias de la señal portadora y la señal moduladora: $(f_c - f_m)$ Hz

Lo anterior se ilustra en la figura 1.17.

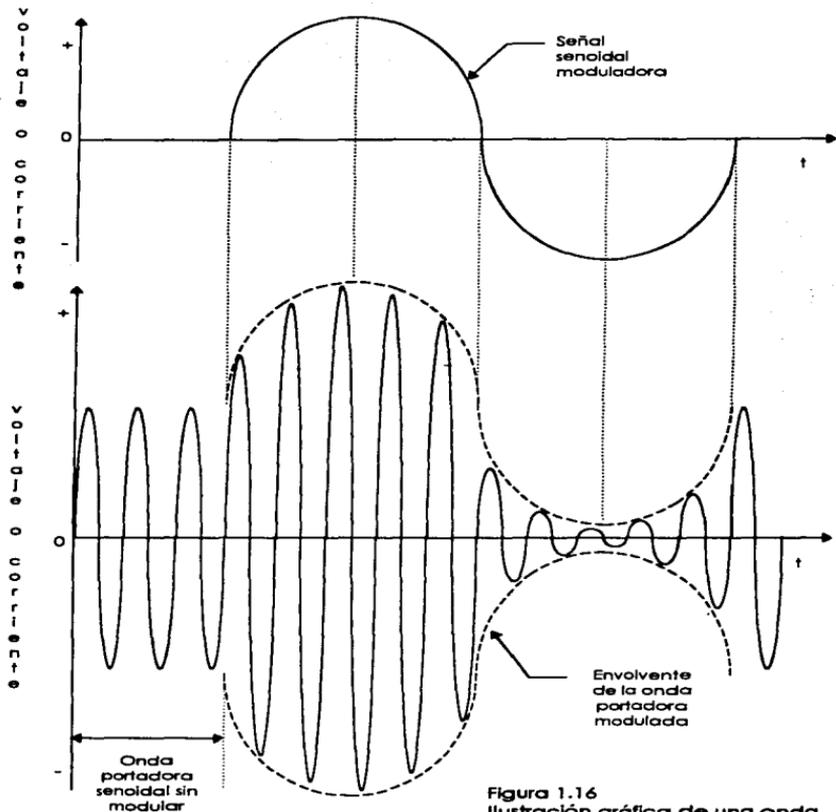


Figura 1.16
 Ilustración gráfica de una onda portadora de amplitud modulada

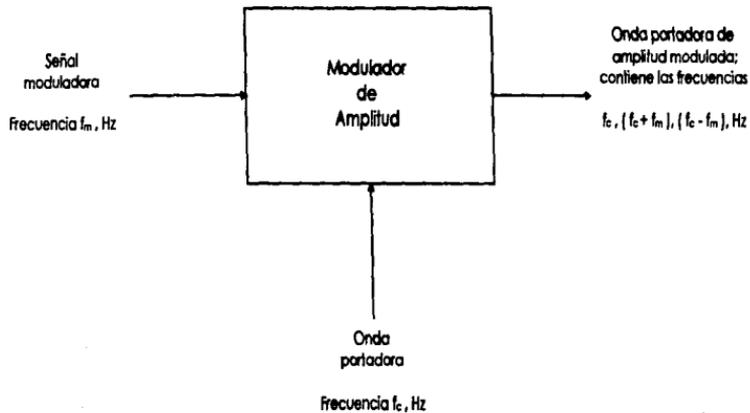


Figura 1.17
Principio simple de la modulación de amplitud.

Debe notarse que dos de esas frecuencias son nuevas, siendo producidas por el proceso de modular la amplitud y son llamadas **frecuencias laterales**.

A la suma de las frecuencias de las señales portadora y moduladora se le llama **frecuencia lateral superior**. A la diferencia entre las frecuencias de las señales portadora y moduladora se le llama **frecuencia lateral inferior**. Lo anterior se muestra en el diagrama de espectro de frecuencias en la figura 1.18.

El ancho de banda de la onda portadora modulada es:

$$(f_c + f_m) - (f_c - f_m) = 2f_m$$

Es decir, el doble de la frecuencia de la señal modulada. Cuando la señal modulada consiste en una banda de frecuencias, como por ejemplo en locución comercial y música, cada frecuencia individual producirá frecuencias laterales superiores e inferiores alrededor de la frecuencia portadora sin modular, y así se obtendrán **bandas laterales superiores e inferiores**. Esto se ilustra en la figura 1.19.

El ancho de banda de la onda portadora modulada es:

$$(f_c + 3400) - (f_c - 3400) = 6800 \text{ Hz}$$

que es el doble de la frecuencia más alta de la señal moduladora.

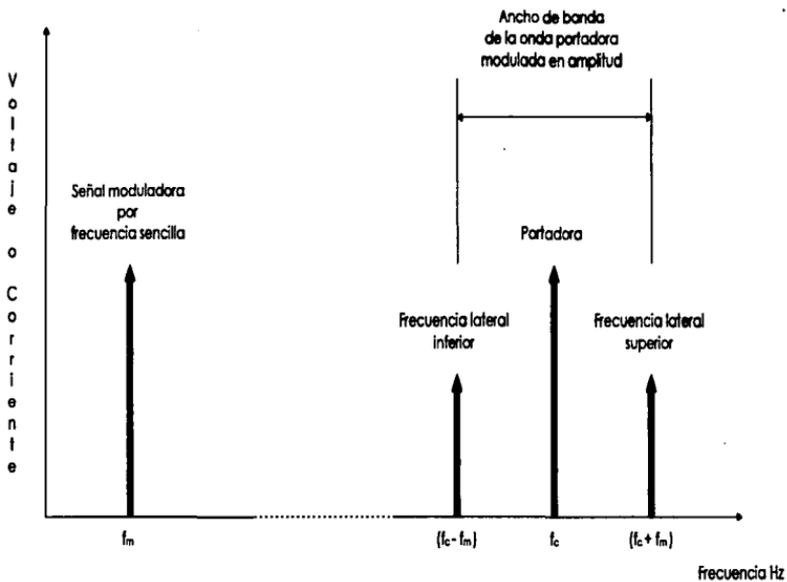


Figura 1.18
Espectro de frecuencia de una onda de amplitud modulada para una señal moduladora de frecuencia sencilla.

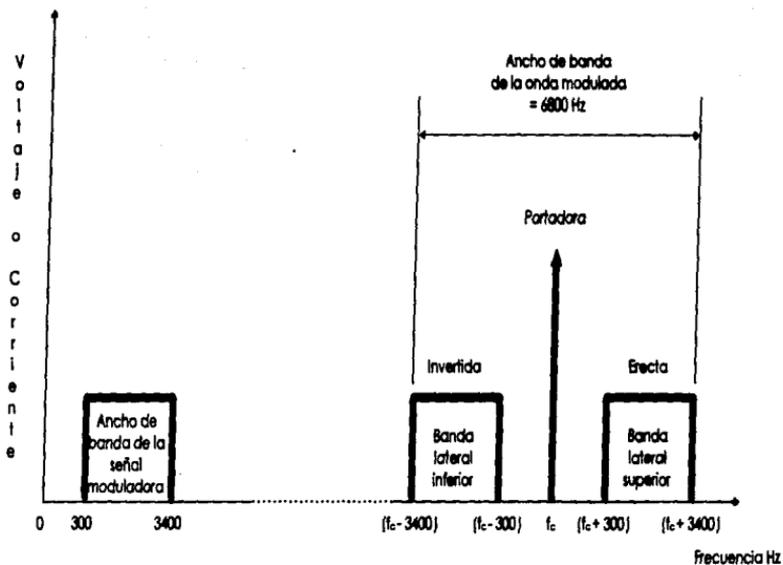


Figura 1.19

Espectro de frecuencia de una onda de amplitud modulada para una señal moduladora de voz comercial.

1.2.2 Modulación de Frecuencia.

Este proceso consiste en hacer variar la frecuencia de la onda portadora senoidal por la amplitud de la señal moduladora, y se ilustra en la figura 1.20.

Cuando se aplica la señal moduladora, la frecuencia de la señal portadora se incrementa a un valor máximo en dirección positiva y se decrementa hasta su valor sin modular, mientras que la amplitud decrece de nuevo hacia cero. Entonces, en la segunda mitad del ciclo de la señal moduladora, la frecuencia de la portadora se decrementa a un valor mínimo mientras se incrementa el valor de la amplitud de la frecuencia moduladora al máximo, en dirección negativa, y se incrementa a su valor sin modular, mientras la señal moduladora decrece nuevamente hacia cero.

Una característica importante de este tipo de modulación es que el valor pico o amplitud de la onda portadora permanece constante. Es importante entender que la variación de la frecuencia de la onda portadora hacia arriba y abajo de su valor sin modular depende de la amplitud del voltaje (o corriente) de la señal moduladora.

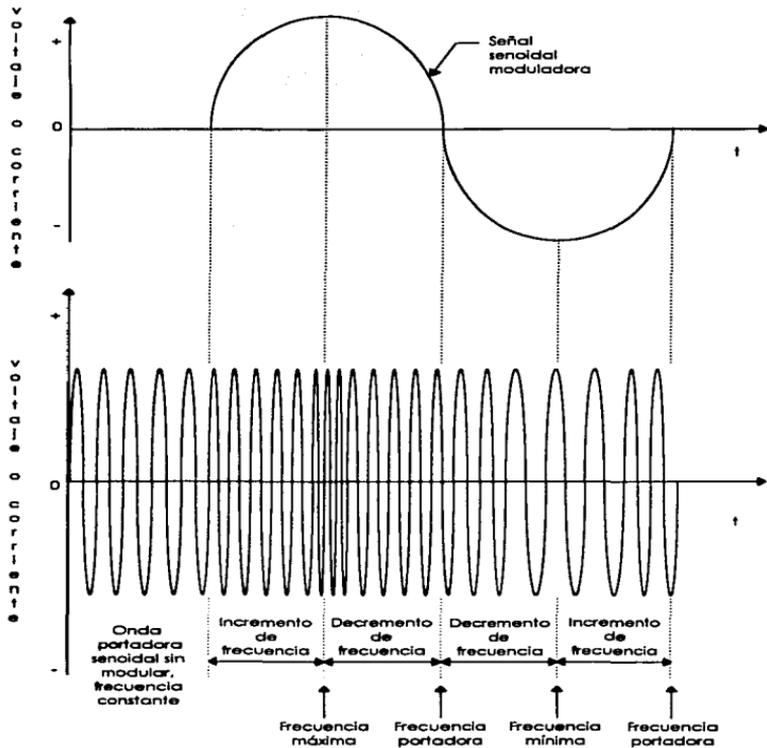


Figura 1.20
 Ilustración gráfica de una onda portadora de
 frecuencia modulada

1.2.3 Modulación por Codificación de Pulsos (PCM).

Otro método para transmitir información es por medio de pulsos de voltaje o corriente. Con modulación de pulsos la onda portadora no es senoidal, pero consiste en pulsos rectangulares repetidos. La amplitud, ancho o posición de los pulsos puede ser alterada por la amplitud de la señal de información, como se ilustra en la figura 1.21.

El PCM (Pulse Code Modulation) es una técnica de transmisión de información multicanal que explota las ventajas de la transmisión digital sobre la transmisión analógica y constituye la base para la digitalización en la telefonía. Se puede establecer, entonces que la telefonía digital se sustenta en el principio de la modulación por codificación de pulsos y hace uso de la tecnología digital para conformar las trayectorias de intercambio de información de las redes de comunicación de voz, actuando sobre señales digitales.

La modulación de pulsos es un proceso discontinuo o discreto, en el sentido de que los pulsos aparecen sólo en ciertos intervalos de tiempo. Por eso la modulación de pulsos se adapta mejor a los mensajes que son discretos por naturaleza. Con la ayuda del muestreo las señales que varían continuamente pueden ser transmitidas sobre portadoras pulsadas.

En la modulación codificada, ocurre una transformación digital, por medio de la cual el mensaje se cambia de un lenguaje simbólico a otro. Si el mensaje es originalmente una función continua del tiempo, debe ser muestreado y digitalizado (cuantificado) antes de ser codificado.

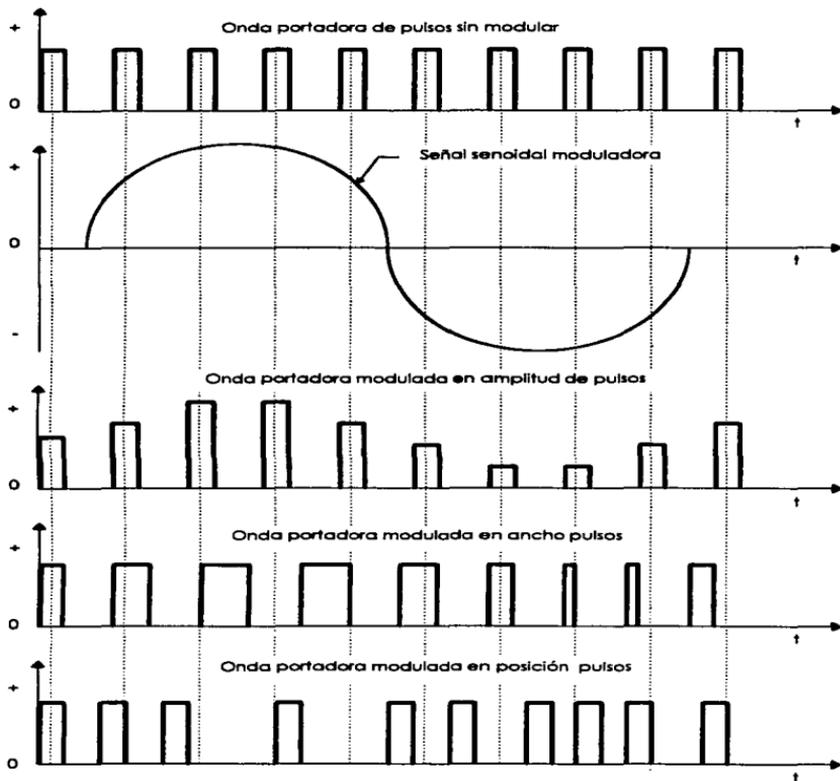


Figura 1.21
Ilustración gráfica de una onda portadora de pulsos modulados

Una señal analógica es convertida en una señal PCM por un proceso que se basa en los principios de :

- Muestreo
- Cuantificación
- Codificación

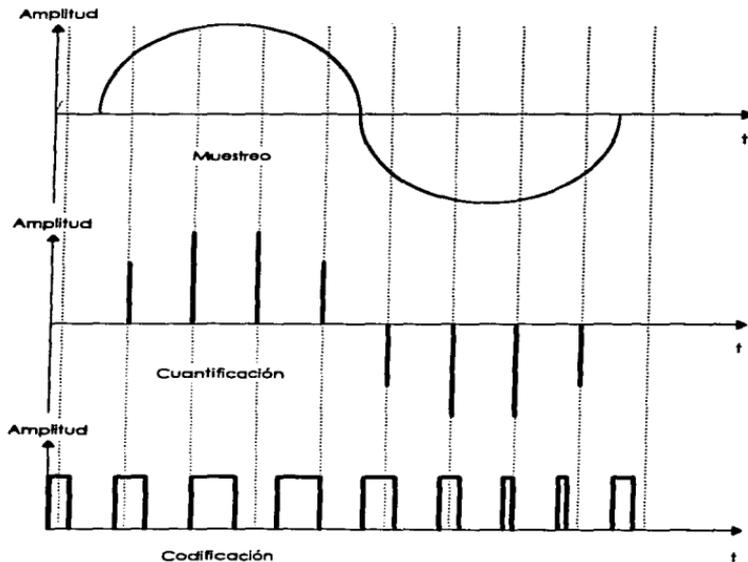


Figura 1.22
Modulación por Codificación de Pulsos

1.2.3.1 Muestreo.

Con la ayuda del muestreo, las señales que varían continuamente pueden ser transmitidas sobre portadoras pulsadas. En los sistemas de audio la señal es transportada en forma continua a lo largo de una portadora, aunque se puede emplear un número finito de puntos discretos para transmitir la misma señal.

La modulación de pulsos se refiere a la transmisión de los valores muestra en vez de enviar la señal en forma continua.

Para poder producir una señal PCM, el nivel de la señal analógica primeramente deberá ser muestreado a intervalos regulares para producir una señal de pulsos de amplitud modulada PAM.

La frecuencia de muestreo esta regida por el teorema de **Nyquist**, el cual establece que " La frecuencia de muestreo (f_s) debe ser por lo menos 2 veces mayor que la componente de frecuencia más alta en la señal analógica (f_{max}), para que la forma de onda original pueda ser recuperada y no exista un *traslape* en las muestras de frecuencia"

$$f_s - f_{max} = f_{max}$$

$$\text{o } f_s = 2 f_{max}$$

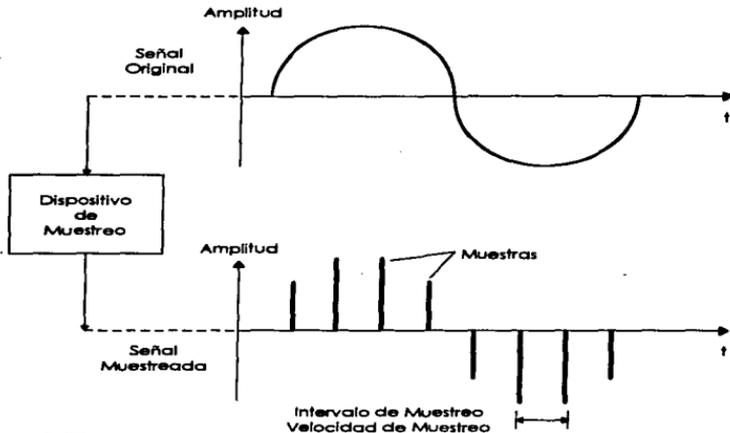


Figura.1.23

Proceso de muestreo.

En el caso de un canal telefónico que tiene un ancho de banda de 300 KHz a 3400 KHz.. Aplicando el teorema de Nyquist la frecuencia de muestreo sería de 6800 Hz , sin embargo de acuerdo a recomendaciones del CCITT la frecuencia de muestra a emplear será de 8000 Hz .

De donde podemos conocer el tiempo de muestreo:

$$f = 1/t$$

$$t = 1/f$$

$$t = 1/8000 = 125 \times 10^{-6} \text{ seg}$$

$$t = 125 \mu\text{seg}$$

Como la señal PAM consiste de muestras de señal, las cuales tienen duración finita y son transmitidas a ciertos intervalos de tiempo, se utilizan los intervalos de tiempo durante los cuales no se transmite para transmitir la información correspondiente a otras señales PAM. Lo cual denominamos multicanalización.

Los mensajes sujetos a muestreo son limitados en tiempo y por ello no pueden ser de banda limitada, Las frecuencias producto de ruido o parásitas se pueden eliminar incrementando la frecuencia de muestreo creando así bandas de seguridad en el espectro de la onda muestreada. Estas se emplean para permitir la reconstrucción del mensaje por medio de filtros pasa bajas con un mínimo de mutilación de alta frecuencia.

1.2.3.2 Cuantificación.

Es un proceso en el cual se aproximan los valores de las muestras de señal, al valor discreto predominante más cercano. Este proceso se realiza generalmente al mismo tiempo que la codificación.

Para poder usar la transmisión digital, cada valor de la muestra tendrá que ser representado por un código. Dado que el número de códigos es limitado, los valores de la amplitud serán redondeados al valor más cercano, el cual puede representarse por un código.

Hay dos métodos principales para cuantizar una señal lineal:

- Cuantización lineal.
- Cuantización no lineal.

El proceso esta sujeto a una perdida de información, puesto que es prácticamente imposible reconstruir la señal analógica original a partir de su versión cuantificada. Sin embargo debido a las características auditivas que poseemos y que nos limitan las distinciones de variaciones pequeñas no tiene la menor importancia y son estas limitaciones quienes hacen posible el proceso de cuantificación.

La figura 1.24 nos muestra el proceso de cuantificación lineal, donde la gama de amplitudes se divide en intervalos (niveles de cuantificación) y a todas las muestras cuyas amplitudes estén dentro de un mismo intervalo de cuantificación se les asigna la misma amplitud de salida.

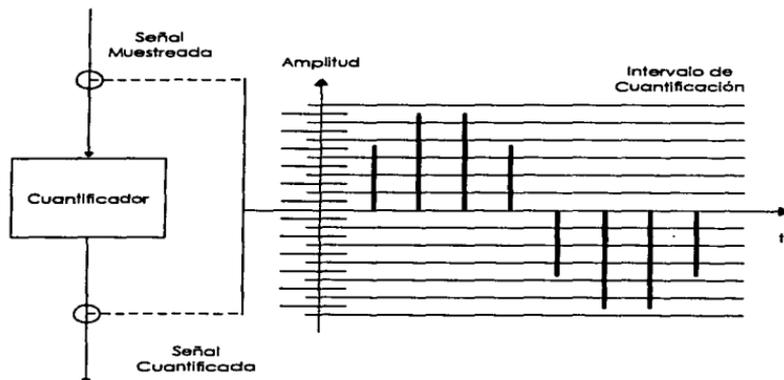


Figura 1.24
Proceso de Cuantificación

Si observamos más detalladamente el proceso de cuantificación lineal podremos observar la distorsión o pérdida de información para amplitudes pequeñas. De esta forma las replicas de estas amplitudes bajas de señal son difíciles de obtener a la salida, para evitar este tipo de pérdidas se introduce un proceso de cuantificación no lineal por medio de un **compresor** de nivel en el transmisor de PCM, por lo que se tendrá la necesidad de tener un **expansor** de nivel en el receptor de PCM para recuperar la señal original. El compresor tiene alta ganancia para amplitudes pequeñas y baja ganancia para amplitudes grandes. El expansor tiene características inversas. Al proceso de comprensión y expansión se le denomina "companding".

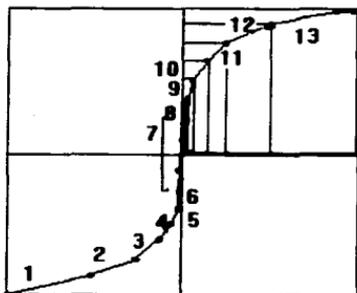
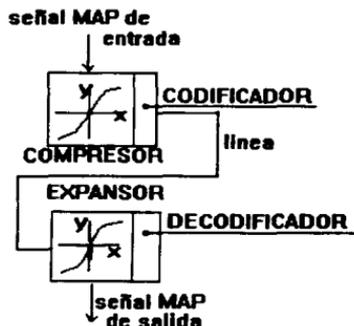


Figura 1.25
Proceso de companding.



FUNCION DELCOMPANSOR

1.2.3.3 Codificación.

Las muestras cuantificadas no son apropiadas para su transmisión directamente; en efecto, sería difícil construir circuitos regeneradores capaces de distinguir entre las 256 diferentes amplitudes de las muestras cuantificadas que se necesitan para las muestras de voz. Sin embargo, se pueden emplear diferentes formas eléctricas adecuadas para la transmisión que resultan de la gran flexibilidad que se tiene para codificar sus amplitudes.

Como se sabe, los pulsos con dos niveles (pulsos binarios) son atractivos para la transmisión porque son fáciles de regenerar en la línea de transmisión. No es difícil construir circuitos regeneradores que sean capaces de determinar si un pulso está presente o no.

Los sistemas prácticos actuales emplean la codificación binaria de las muestras cuantificadas de voz. La codificación de las muestras sigue la conocida conversión decimal binaria. Así un PCM de 8 niveles requiere de 3 dígitos binarios para la transmisión .

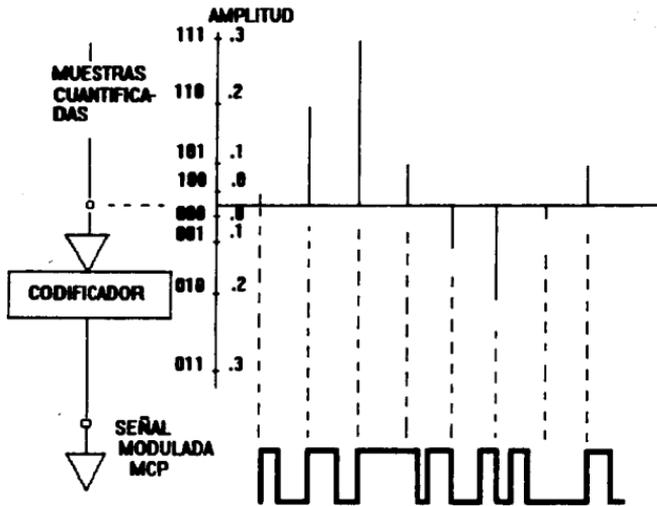


Figura 1.26

Codificación de muestras codificadas con 8 niveles de cuantificación.
(3 dígitos binarios/palabra de código).

1.3 Códigos de Transmisión.

Para enviar señales digitales se han desarrollado los códigos de transmisión. Los buenos códigos de transmisión tendrán las siguientes características:

- El promedio de componentes de corriente directa (CD) introducido en la línea debe ser de 0V CD ya que esto incrementará enormemente la distancia a ser cubierta por el sistema. Este problema es únicamente encontrado para transmisión de larga distancia mayor a un km.
- El bit de reloj debe ser enviado hacia el receptor, usando un reloj distribuido por separado o teniendo transiciones frecuentes en la señal.

Los siguientes códigos son usados frecuentemente:

1.3.1 No retorno a cero (NRZ).

En este código de transmisión un cero puede ser por una tensión negativa y un uno por una tensión positiva.

Sin embargo las desventajas son:

- Componentes de CD largos.
- El bit de reloj no esta presente en la cadena de datos.

Este código es extremadamente simple no requiriendo hardware adicional. Normalmente será usado para cortas distancias de transmisión en un medio ambiente con un sistema de distribución de reloj, separado, por ejemplo, en una central.

1.3.2 Inversión de Marcas Alternas (AMI).

El código AMI se desarrolló para uso en transmisión a largas distancias. El propósito de este código es reducir el continuo nivel de CD en la línea a cero volts. En este código un cero será representado por cero volts y un uno por un potencial alternando positivo o negativo. Al invertir la dirección de marcas consecutivas, el promedio de componente de CD en la línea cae a cero volts. Como resultado, este código es conveniente para transmisión a largas distancias.

Sin embargo un problema no está aún resuelto. Este código no transmite el sistema de reloj. El receptor debe reconocer y seleccionar la razón de reloj de entrada explorando por transiciones en la cadena de bits de entrada. Si se tiene una serie de bits que son iguales a cero, el receptor ya no puede reconocer la razón de reloj porque se tiene un continuo nivel de CD (0 volts) en la línea.

1.3.3 Alta Densidad Bipolar Exceso en 3 (HDB3).

Este código inserta pulsos de violación cuando más de 3 ceros llegan sucesivamente. El lado transmisor inserta los pulso, los cuales pueden ser detectados por el receptor, el lado receptor eliminará estos pulsos de nuevo.

Los pulsos de violación son insertados dependiendo del número de pulsos que han pasado, y dependiendo del signo del último pulso (después de inserción). El número de pulsos que han pasado puede ser par o impar. El signo del último pulso puede ser positivo o negativo. Los pulsos ha insertarse son:

		Número de Pulsos	
		Impar	Par
Ultimo Pulso	Positivo	--- P	N -- N
	Negativo	--- N	P -- P

Cuando el número de pulsos que han pasado es impar, entonces únicamente el cuarto bit se cambiará a un pulso positivo o negativo. Este pulso es en la misma dirección que el anterior pulso. Esto es necesario ya que de otro modo el receptor no puede detectar este pulso como un pulso de violación. Este principio no puede ser usado cuando ha pasado un número par de pulsos, ya que de otra forma, cuando tenemos una serie muy larga de ceros, se insertarían siempre pulsos en la misma dirección. Esto es peligroso, ya que podría generarse una componente de CD. Por esta razón se insertarán 2 pulsos de violación, uno en la primera posición de estos 4 ceros y el otro en la última posición. Ambas son en la misma dirección, pero opuestas al último pulso. Si ahora se tiene una larga serie de ceros, se tendrán alternativamente 2 pulsos positivos y 2 negativos. Un ejemplo de este es el código HDB3. Esto da como resultado, que éste código sea de muy buena calidad, requiriendo algún circuito hardware extra responsable de insertar y retirar los pulsos de violación.

1.4 Múltiplex por Distribución de Tiempo TDM

Si las muestras de diferentes señales muestreadas no ocupan el mismo instante de tiempo entonces es posible que las señales usen el mismo medio de transmisión sin que se interfieran. La Fig. 1.27 ilustra la manera de multiplexar por distribución de tiempo tres señales PAM sobre la misma línea de transmisión. Los pulsos de las tres señales se intercalan en el tiempo abriendo las compuertas de muestreo una por una de manera cíclica. Durante un ciclo, la línea de transmisión recibe un pulso PAM de cada una de las señales participantes. Tal conjunto de pulsos se denomina *trama*. La duración de cada uno de estos pulsos se denomina *ranura* o *intervalo de tiempo*; también se le llama canal. En este ejemplo cada trama tiene tres intervalos de tiempo.

En el receptor, los pulsos se distribuyen nuevamente hacia sus destinos correspondientes. Esto se hace abriendo cíclicamente las compuertas de muestreo de la misma manera que en el transmisor. Por supuesto, se debe tener cuidado con la demora de la transmisión. Por facilidad, esta demora se ha omitido en la Fig. 1.27. En el caso de las señales PCM, el multiplexaje por distribución de tiempo se efectúa, por lo general, antes de que las muestras se codifiquen, es decir las muestras de las señales analógicas participantes se combinan en una línea de transmisión con PAM común, como se ilustra en la Fig. 1.28. De este modo, el equipo de codificación se puede usar en múltiplex por distribución de tiempo. Se observa, en la figura, que los pulsos PCM no se intercalan pulso por pulso, sino palabra por palabra. Esto, a menudo, se denomina *intercalado de intervalos de tiempo*.

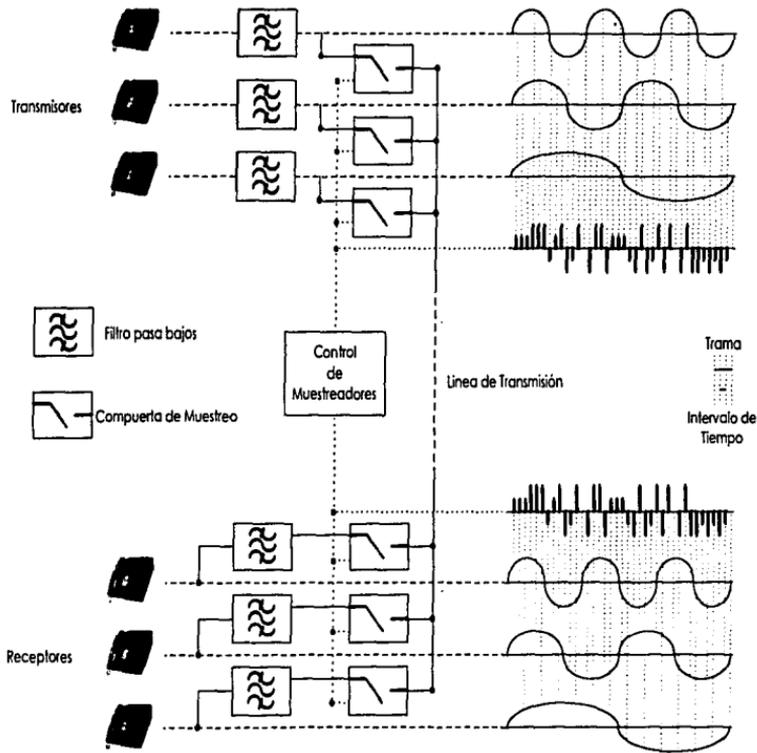


Figura 1.27
 Sistema de transmisión con PAM que usa Múltiplex por distribución de Tiempo.

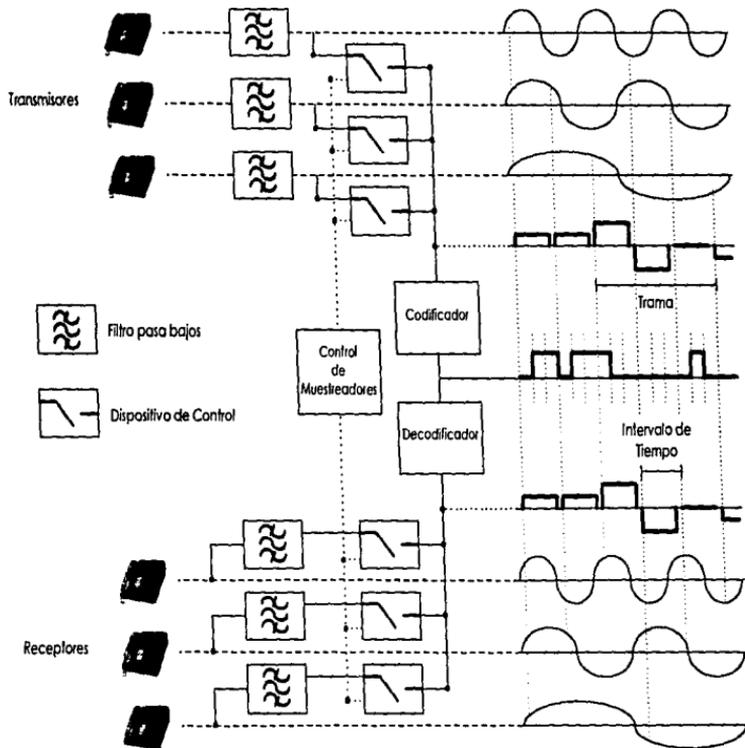


Figura 1.28
Sistema de Transmisión PCM.

La atenuación y la demora de las líneas de transmisión con PAM y con PCM no se muestran. Los sistemas PCM que se emplean en telefonía son, la mayoría de las veces, sistemas TDM de modo que cuando se utiliza el término sistema PCM casi siempre se está refiriendo a un sistema PCM-TDM.

Jerarquías de los Sistemas de Transmisión Digital

Los sistemas de PCM básicos o primarios son de 30 canales para el sistema europeo y 24 para el sistema americano. Estos sistemas de primer orden forman la base de futuras jerarquías de sistemas de transmisión digital.

La figura 1.29 muestra un resumen de datos técnicos importantes para los múltiplex primarios. Es obvio que los múltiplex primarios no son compatibles; tienen, por ejemplo, una cantidad diferente de intervalos de tiempo y diferentes posibilidades de señalización. Ni siquiera los intervalos de tiempo son compatibles porque los sistemas usan diferentes leyes de codificación. Sin embargo, están avanzando los trabajos en el CCITT encaminados a hallar un método digital para la conversión entre las palabras PCM que usen diferentes leyes de codificación a fin de evitar las conversiones a analógico cuando se conectan entre sí diferentes sistemas PCM.

	Sistema europeo de 30 canales	Sistema americano de 24 canales
banda de audiofrecuencia	300-3400 Hz	300-3400 Hz
velocidad de muestreo	8000 Hz	8000 Hz
bits/muestra	8	8
intervalos de tiempo/trama	32	24
canales PCM /trama	32	24
velocidad de transmisión	2048 Kbits/s	1544 Kbits/s
ley de codificación	ley A	ley μ

FIG. 1.29

Datos Técnicos de los múltiplex primarios.

Por ejemplo un PCM de segundo orden contiene 4 módulos básicos de 30 canales o 5 de 24 canales.

Para ilustrar de manera más amplia observemos la figura 1.30 donde nos muestra las jerarquías para un PCM de 30 canales.

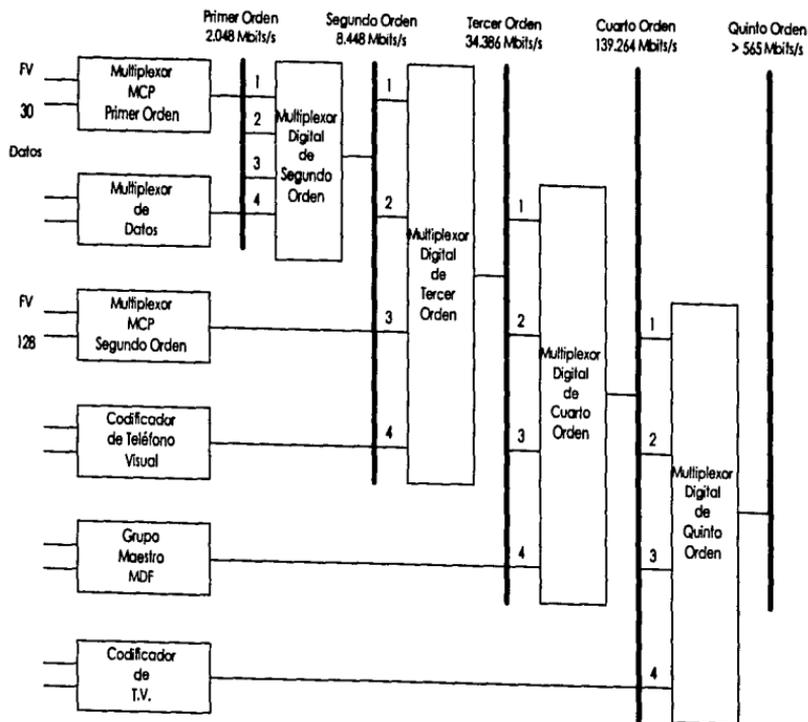


Figura 1.30
Jerarquía de transmisión digital basada en el Sistema PCM de 30 canales.

1.5 Métodos de acceso.

La industria de las comunicaciones personales se enfrenta con el problema de un número de usuarios cada vez mayor compartiendo las mismas bandas de frecuencia limitadas. Para expandir la base de usuarios, la industria debe encontrar métodos que incrementen la capacidad sin degradar la calidad del servicio. Diversos métodos de acceso múltiple –el compartir un recurso de comunicaciones fijo– puede ser una forma muy eficiente de alcanzar una alta capacidad en cualquier red de comunicaciones. Existen básicamente tres métodos de acceso clasificados de acuerdo a los medios (frecuencia, tiempo y código) usados para implementarlos.

- 1) El método más convencional de acceso múltiple es el de acceso múltiple por división de frecuencia. En FDMA la banda de frecuencia disponible se fracciona en canales de frecuencia fijos más pequeños. Este método se usa en los sistemas analógicos.
- 2) Los sistemas digitales también pueden usar FDMA, pero a menudo agregan más canalización a través del acceso múltiple por división de tiempo TDMA, toma los canales de FDMA y agrega una división aun mayor compartiendo el tiempo. TDMA se usa en los sistemas GSM, DSC1800, NADC, PDC, PHS y DSP.
- 3) El acceso múltiple por división de código (CDMA) es un método de acceso donde todos los usuarios se les permite transmitir simultáneamente. Un código privado se asigna a cada usuario para que se pueda identificar su transmisión.

Métodos Duplex.

Cuando se involucran comunicaciones bidireccionales, la conexión full-duplex se puede proveer mediante división de tiempo o de frecuencia. En el primer caso tenemos división de frecuencia dúplex (FDD) y en el segundo caso tenemos división de tiempo dúplex (TDD).

En las comunicaciones FDD, cada dirección de transmisión (transmite y recibe) tiene una banda de frecuencia separada. Se debe permitir un gran intervalo entre esas bandas de frecuencia, para que la interferencia se pueda minimizar. FDD se usa en los sistemas GSM, NADC, PDC, CDMA, DCS1800 y PCS1900.

En las comunicaciones TDD, ambas direcciones de transmisión usan una localización de frecuencias contiguas, pero dos ranuras de tiempo separadas. Como consecuencia del uso de la misma banda de frecuencia, la calidad de la comunicación en ambas direcciones, es la misma. Se debe permitir un tiempo de guarda entre las dos ranuras de tiempo para evitar interferencias. Además se debe proveer sincronización entre las estaciones base, también para minimizar la interferencia. TDD se usa en los sistemas PHS, DST y CT2.

Ambos métodos son dúplex con lo que es factible la transmisión simultánea en ambas direcciones.

1.4 COMUNICACIONES MOVILES DE RADIO

1.4.1 Evolución de las Comunicaciones Móviles de Radio

El último objetivo de las comunicaciones es poder facilitar a cualquiera la comunicación instantánea con quien sea desde cualquier lugar. Esto se puede lograr solo por medio de las Comunicaciones Móviles de Radio.

Las Comunicaciones Móviles de Radio inician con los primeros experimentos de los pioneros de la radio hacia fines del siglo XIX, con las investigaciones de Rudolf Hertz en 1880 para el descubrimiento de las ondas de Radio y con los experimentos de Guglielmo Marconi en 1897 logrando la comunicación inalámbrica entre dos lugares por medio de la Radio Telegrafía. Como se conoce históricamente el suceso que mostró la trascendencia de las Comunicaciones Móviles de Radio fue el desastre del *Titanic* en 1912. En estos primeros años de Comunicaciones Móviles de Radio la Radio Telegrafía dominaba la escena, el código Morse era la principal herramienta usada en el esquema de modulación, esto permitió que se empezara a desarrollar las Comunicaciones Móviles de Radio con tecnología digital.

Durante la Primera Guerra Mundial se le dio gran auge a las Comunicaciones Móviles de Radio, se comenzó a desarrollar el uso de Servicios Móviles de Radio, que es una radiocomunicación entre una estación de control central y estaciones móviles, como vehículos de motor, tanques, aeronaves y personal de combate.

Aun después de la Primera Guerra Mundial la Radio Telefonía o Transmisión de Voz Analógica empezó a jugar un papel muy importante junto a la Radio Telegrafía o Transmisión de Datos Digital.

La dicotomía entre Digital para Telegrafía y Analógico para Telefonía continua hasta mediados de 1970 cuando la Transmisión de Voz Digital comenzó a expanderse. Desde el advenimiento de la Radio Telegrafía Móvil, varios avances tecnológicos provocaron el surgimiento de varios Sistemas de Comunicaciones Móviles de Radio, como el Radio Teléfono, Radio Búsqueda, Sistemas de Despacho, Control de Navegación, Reporte de Condiciones y algunos otros.

La demanda de Servicios de Comunicaciones Móviles de Radio se ha incrementado continuamente. Los Sistemas de Comunicaciones Móviles de Radio están limitados a servicios para grupos especializados debido a que el espectro de frecuencia asignado para el uso móvil es limitado, sobrepasando en gran medida el número de canales disponibles en las bandas asignadas. El espaciamiento entre cada canal se redujo, así como se hizo necesario compartir canales, pero el incremento en la demanda aunado al limitado espectro de Radio Frecuencia (RF Móvil), hizo necesario la explotación de nuevas bandas de frecuencias, mas altas con sus inherentes anchos de banda.

La banda de los 900 MHz surgió como la mayor frontera Radio Móvil de nuestra era tecnológica. Muchos avances tecnológicos y técnicos han desarrollado la fácil implementación de la nueva banda de 900 MHz en los Sistemas de Comunicaciones Móviles de Radio con costos razonables.

En consecuencia, el avance de gran capacidad en los Sistemas de Telefonía Móvil Celular de Radio utilizando la banda de 900 MHz que ha sido desarrollada en varios países. Se espera que la banda de 900 MHz pueda ser la base de los futuros Sistemas portátiles de Radio Telefonía.

Los Sistemas de Telefonía Móvil Celular de Radio habilitan la alta densidad geográfica con el reuso de canal y son efectivos para lograr una eficiente utilización del espectro asignado. Estos Sistemas son adoptados en la planeación de Sistemas Móviles de Radio avanzados. Las tecnologías digitales son también efectivas en la aplicación para lograr no tan solo alta velocidad y gran confiabilidad en la transmisión de datos, si no también, alto grado y gran flexibilidad en los sistemas de control. Sin embargo, en general, la Transmisión de Voz Digital aun no ha sido adoptada por los Sistemas Móviles de Radio.

Desde 1970 la aplicación de Tecnología Digital en las Redes de Telecomunicación Terrestres se ha expandido rápidamente por causa de la innovación a gran escala de la integración de Tecnología de Circuitos (LSI). Consecuentemente, la dicotomía entre Analógico para Transmisión de Voz y Digital para Transmisión de Datos se ha terminado. La revolución Digital que ahora esta surgiendo en la construcción de Redes de Servicios Integrados (ISDN) en escala global, es probable que se presente en los Sistemas de Comunicaciones Móviles de Radio proporcionándoles Servicios de Voz y Datos. Por lo tanto, se espera que el futuro de los Sistemas de Comunicaciones Móviles de Radio se integre a las Redes de Telecomunicaciones Digitales y a la variedad de servicios efectivos que estas proveen.

1.6.2 Hacia una nueva era en las Comunicaciones Móviles

El mundo de las Comunicaciones Móviles es un mundo de crecimiento sin precedente. En realidad las Telecomunicaciones es el fenómeno de mas rápido desarrollo durante la década pasada. Durante estos diez años la tecnología móvil ha transformado la percepción de el teléfono y la telefonía misma.

El usuario ahora no esta restringido a permanecer en un lugar fijo cuando necesite hacer o recibir llamadas. Durante este periodo, la Telefonía Móvil Celular ha experimentado un explosivo desarrollo técnico y comercial. La introducción de teléfonos de bolsillo ha transformado a los Sistemas Celulares para auto en Sistemas Personales de Comunicación.

La libertad y flexibilidad ofrecida por las Comunicaciones Móviles y Personales son los mayores atractivos en el incremento del numero de las diferentes categorías de usuario. Comercialmente, la Telefonía Celular es un extraordinario suceso. La penetración inicialmente esperada era menor al uno por ciento de la población, hasta ahora ha sido superada llegando a alcanzar hasta el 10% en algunas ciudades.

1.6.3 El desarrollo de las Comunicaciones Móviles.

Durante la década pasada, el incremento anual en el número de abonados celulares ha sido aproximadamente el 40 por ciento o más. Cifras estimadas para 1994 nos indican que existen más de 40 millones de abonados activos en todo el mundo. Para el año 2000, las predicciones advierten que habrá entre 150 y 250 millones abonados celulares en las Redes de Comunicación Personal y Servicios (PCN y PCS) alrededor del planeta. Para esa fecha, más del 50 por ciento de los nuevos abonados públicos estarán por medio de conexiones inalámbricas. Sin embargo, algunos países ya han superado el 50 por ciento.

El dominio y crecimiento de la Telefonía Celular es prominente en tres principales regiones económicas en el mundo: Norteamérica, Europa y Asia del Pacífico. Estas tres regiones juntas hasta ahora son más del 95 por ciento de todos los abonados celulares. Consecuentemente, la penetración de los teléfonos celulares se empieza a mostrar en las estadísticas globales de Telecomunicación.

En Estados Unidos existe la mayor demanda de teléfonos celulares con más de 15 millones de suscriptores (1994), la penetración de la telefonía celular ha alcanzado rápidamente a más del seis por ciento de la población total. En Hong Kong y Singapur es más del cinco por ciento, mientras que en Escandinavia a llegado al 10 por ciento (Figura 1.31).

Otros servicios móviles, como el de Radio Búsqueda (Wide-area Paging) o la Transmisión Móvil de Datos (Mobile Data) se han expandido en gran medida. Para el año 2000 los 36 millones de suscriptores de Radio Búsqueda que existen hasta ahora pasaran a ser entre 100 y 120 millones. Los usuarios de Transmisión Móvil de Datos que hasta la fecha suman varios cientos de miles llegarán a ser entre 10 y 15 millones en el año 2000.

El número de teléfonos inalámbricos utilizados en el hogar se ha incrementado enormemente, hasta ahora en la mayoría de las nuevas residencias en Estados Unidos la compra de teléfonos inalámbricos domina, proporcionando una zona de mayor movilidad en el hogar. Esto significa que más de uno de tres habitantes en los Estados Unidos es dueño de un teléfono inalámbrico.

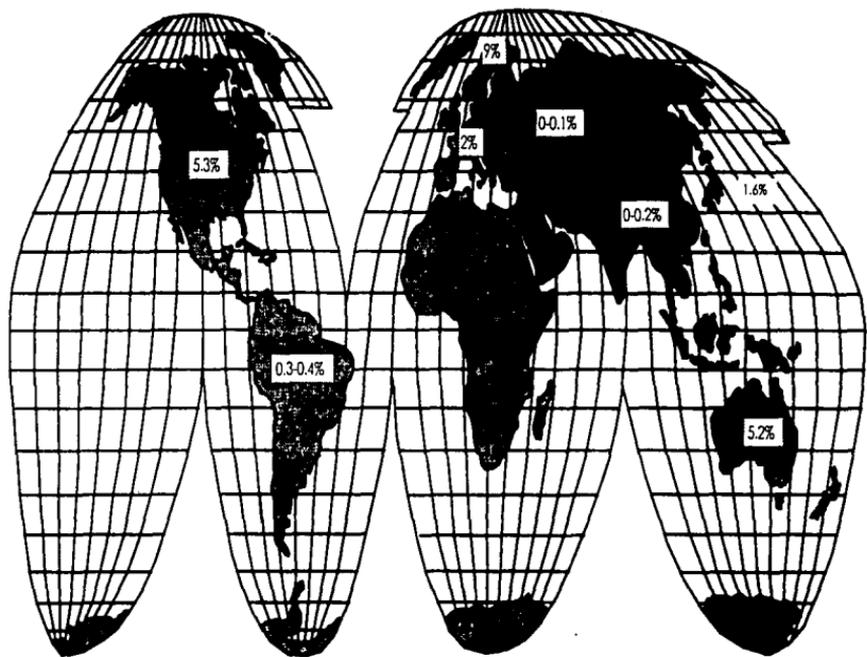


Figura 1.31
Teléfonos Móviles en Operación (Enero 1994)

CAPITULO II

**ARQUITECTURA
DEL
SISTEMA CMS 88**

II ARQUITECTURA DEL SISTEMA CMS 88

II.1 GENERALIDADES

El CMS 88 es un sistema de telefonía móvil celular totalmente automático, cumple con los requisitos de las normas de Estados Unidos EIA/TIA-553 e IS-54, como también las normas del Reino Unido TACS. Ha sido diseñado teniendo en máxima consideración la economía, tanto para densidad de abonados muy altas en grandes zonas urbanas como para ciudades pequeñas poco pobladas. El CMS 88 ha estado en operación desde marzo de 1984 y hoy en día es uno de los sistemas celulares mas extendidos en el mundo.

El CMS 88 tiene incorporados servicios de abonado que solo se ofrecen en las redes telefónicas mas modernas. La base del sistema es la central telefónica AXE 10 de Ericsson, la cual resulta muy adecuada para las aplicaciones de todos los tamaños de sistema. El numero máximo de abonados es de mas de 65000 por central. Para sistemas mas grandes se puede tener varias centrales, utilizando las funciones de roaming automático y de transferencia de centrales.

Normas que cumple el Sistema de Telefonía Móvil Celular CMS 88

- Especificación del interfaz de aire:

Analogico: Cellular System Mobile Station - Land Station Compatibility Specification EIA/TIA-553 publicada por EIA (Electronic Industries Association)

en Estados Unidos o Total Access Communications System, Mobile Station - Land Station Compatibility Specification publicada por CRAG (Cellular Radio Advisory Group) en el Reino Unido.

Digital: IS-54 publicado por EIA (Electronic Industries Association) en Estados Unidos.

-- Gama de Frecuencias de operación:

EIA/TIA-553	824-894 Mhz hasta 832 canales usando separación de canales de 30 KHz.
IS-54	824-894 Mhz hasta 832 canales usando separación de canales de 30 KHz. Cada canal de radio llevara tres conexiones de voz cuando se use el modo de canales de voz digitales.
E-TACS	872-950 Mhz hasta 1320 canales usando separación de canales de 25 KHz.
TACS	890-960 Mhz hasta 1000 canales usando separación de canales de 25 KHz.

II.2 CONCEPTOS BASICOS

II.2.1 Red del Sistema

La figura 2.1 ilustra un Sistema de Telefonía Celular (CMS) automático controlado por una central telefónica, con sus principales componentes.

- Centro de Conmutación de los Servicios Móviles (MSC)
- Estación de Base (BS)
- Estación Móvil (MS)

El MSC constituye una interfaz entre el Sistema de Radio y la Red Pública de Conmutación Telefónica (PSTN). Las llamadas desde y hacia los abonados móviles son conmutadas por el MSC, el cual también provee todas las funciones de señalización necesarias para el establecimiento de llamadas. Esta conexión puede hacerse a nivel local, de tránsito nacional o tránsito internacional.

En el sistema se pueden ubicar uno o mas Centros de Conmutación de Servicios Móviles (MSCs) en CMS. El Centro de Conmutación de los Servicios Móviles (MSC) consiste de una central telefónica AXE 10 a la cual se le incorpora el Subsistema de Telefonía Móvil (MTS).

En Estados Unidos, se utiliza una terminología diferente, uno se puede referir a la Oficina de Conmutación de Telefonía Móvil (MTSO) en lugar de MSC.

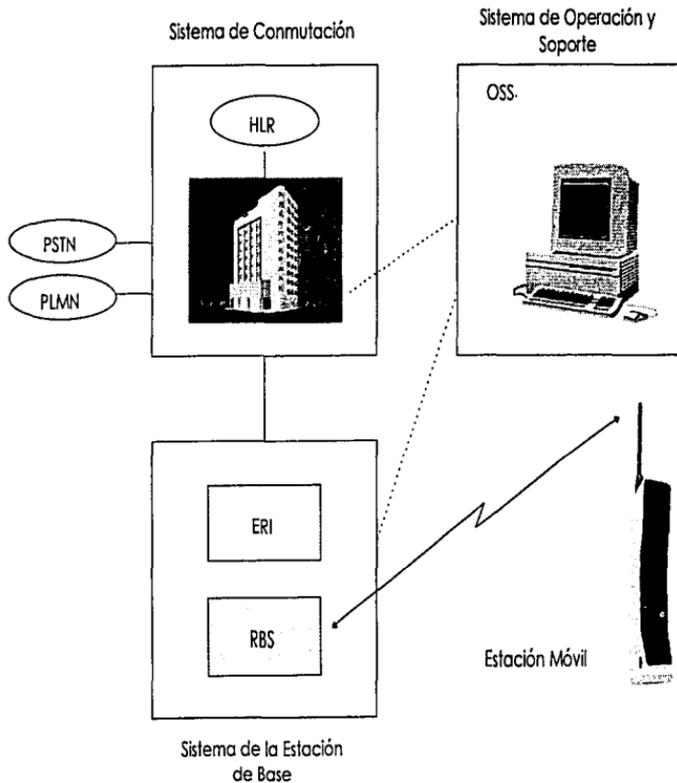


Figura 2.1
Elementos de la Red

Con objeto de obtener un radio de cobertura de un área geográfica dada, se requiere de un número de estaciones de base (BS), desde una (caso muy excepcional) hasta cien o mas. Así, un área geográfica es llamada área de Servicio MSC.

La Estación de Base (BS) contiene unidades de canal. Cada unidad de canal esta equipada con un transmisor de radio, un receptor de radio y una unidad de control. La unidad de control se emplea para casos como la comunicación de datos con MSC y la señalización de datos con las estaciones móviles en la trayectoria de radio. La mayoría de las unidades de canal son unidades de canal de voz. Tal unidad de canal de voz es empleada para manejar una llamada a la vez. Dependiendo de cuantas llamadas simultáneas son manejadas por una estación de base, el numero de unidades de canal de voz puede ser mínimo, mientras que en otras pueden ser cien o mas.

Cada estación de base (BS) esta conectada a un MSC por medio de conexiones analógicas o digitales para comunicación de voz y datos.

La Estación Móvil (MS) es un teléfono transportable, instalado en el auto o de bolsillo, constituye el equipo del abonado, consistente de un transmisor y receptor de radio, una unidad lógica para la señalización de datos con la Estación de Base, y una parte telefónica con un teclado para la marcación, micrófono, etc.

Cuando se ha establecido una llamada entre un abonado móvil y un abonado ordinario, la voz es transmitida por la trayectoria de radio entre la estación móvil y una unidad de canal de voz de la estación de base, situada

cerca de la estación móvil. Entonces se dedica la conexión de línea de voz a esta unidad de canal de voz. Finalmente, la voz es conmutada en el MSC hacia la PSTN donde se encuentra normalmente el abonado ordinario. Aun para una llamada entre dos abonados móviles cualquiera que sean, la trayectoria de voz será establecida en el MSC.

En el momento en que se deteriora la calidad de transmisión durante una llamada en progreso, debido a que la estación móvil se mueve lejos de la estación de base, se realiza un cambio automático de estación de base (mas apropiadamente, un cambio de célula). La conmutación de una llamada en progreso de una estación de base a otra se conoce como hand-off o hand-over. La voz será transmitida desde el MSC en una nueva conexión de línea de voz vía la otra estación base, lo cual implica una nueva reelección de el modo de conmutación en el MSC.

Los abonados móviles y sus estaciones móviles están conectados (en datos) en el MSC para, entre otras cosas, propósitos de tasación, administración de los parámetros de los abonados tales como categorías, etc.

El registro de posiciones base (HLR) contiene datos de todos los abonados, sus servicios y localización. En redes grandes con gran densidad de abonados, los HLR son nodos separados. En redes de menor tamaño pueden estar integrados en el MSC. Se puede introducir un sistema de soporte de operación (OSS) para gestión de los MSC, las BS, los HLR y redes celulares.

II.2.2 La Estación de Base y la Célula

La estación de base (BS) es capaz de comunicarse con cualquier estación móvil, mientras se mueva dentro de una cierta área geográfica cerca de esta.

Dependiendo del tipo de antenas de transmisión empleadas por la estación de base, se puede cubrir una o mas áreas por una estación de base. Tales áreas son llamadas células.

Entre los tipos mas comunes de células están los siguientes:

- Célula Omnidireccional
- Célula Sectorial

Célula Omnidireccional

En este caso, la estación de base, esta equipada con una antena omnidireccional transmitiendo igualmente en todas direcciones, entonces un área en forma circular será cubierta, con la estación de base localizada en el centro (figura 2.2a). La estación móvil contenida en esta área tendrá normalmente una buena conexión de radio con la estación de base. Cuando se presenta una célula en un dibujo, normalmente se usa un hexágono (figura 2.2b).

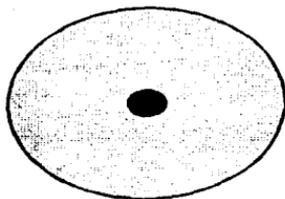


Figura 2.2a
Célula Omnidireccional
Radio cobertura

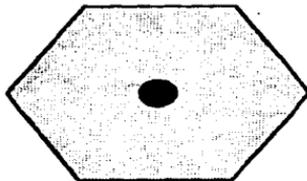


Figura 2.2b
Célula Omnidireccional
Presentación Gráfica



Estación de base

Célula Sectorial

En este caso, la estación de base esta equipada con tres antenas direccionales, cada una cubriendo una célula sectorial de 120 grados (figura 2.3a). En cada una de las estaciones de base, algunas unidades de canal están a una antena cubriendo a una célula sectorial, otras unidades de canal a la segunda antena, y el resto a la tercer antena, entonces una estación de base sirve a tres células sectoriales. Por supuesto, esto no es siempre necesario para las tres células sectoriales dadas. En algunos casos, solo se necesita una sectorial para cubrir por ejemplo una carretera.

Cuando se muestran células sectoriales, se dibujan tres hexágonos, uno para cada célula, con la estación base localizada en el centro de las tres en la esquina de cada hexágono (figura 2.3b). En la figura 2.3a se puede dar una cuenta que con el objeto de tener cobertura total, las células deben traslaparse unas con otras. Esto se aplica para células vecinas en cualquier lugar.

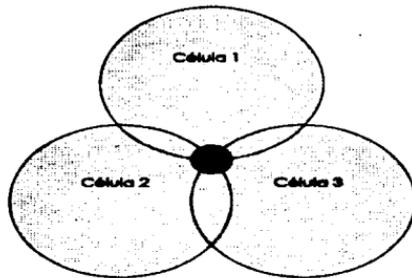


Figura 2.3a
Radio cobertura de tres células sectoriales

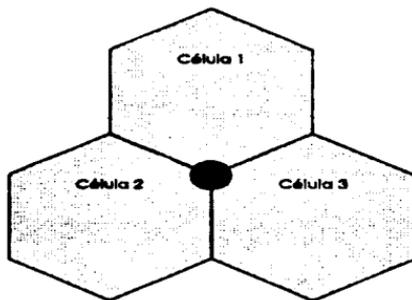


Figura 2.3b
Representación gráfica de tres células sectoriales

II.2.3 Estructura de la Red Móvil Terrestre Pública (PLMN)

Normalmente, se encuentran varios MSCs (centrales) en un sistema celular. Esta red completa, ilustrada en la figura 2.4, es llamada Red Móvil Terrestre Pública (PLMN).

Los MSCs son las interfaces funcionales con la red pública de conmutación telefónica (PSTN), y la señalización empleada para establecer las llamadas se lleva a cabo de acuerdo a la señalización que se usa para la PSTN.

Como se menciona antes, cada abonado móvil y su estación móvil están conectados (en datos) en un MSC, y este es el MSC donde reside el abonado normalmente. Esta central se considera como central de casa (MSC-H), y el abonado como abonado propio.

Cuando una estación móvil entra a otra área de servicio MSC, esta nueva central es considerada como central visitada (MSC-V), y el abonado como abonado visitante. Las llamadas serán ahora enrutadas y conmutadas desde esta MSC-V.

El concepto de la estación móvil llegando de un área de servicio MSC hacia otra es llamado Roaming (vagabundeo). Si una estación móvil se mueve, por ejemplo, de un MSC-H a un MSC-V, los datos acerca de la nueva posición del abonado son enviados a su MSC-H, y las categorías de abonado almacenadas en MSC-H son enviadas a MSC-V. Esto implica que la llamada señalización-MSC, también llamada señalización Roaming, se lleve a cabo entre dos MSCs.

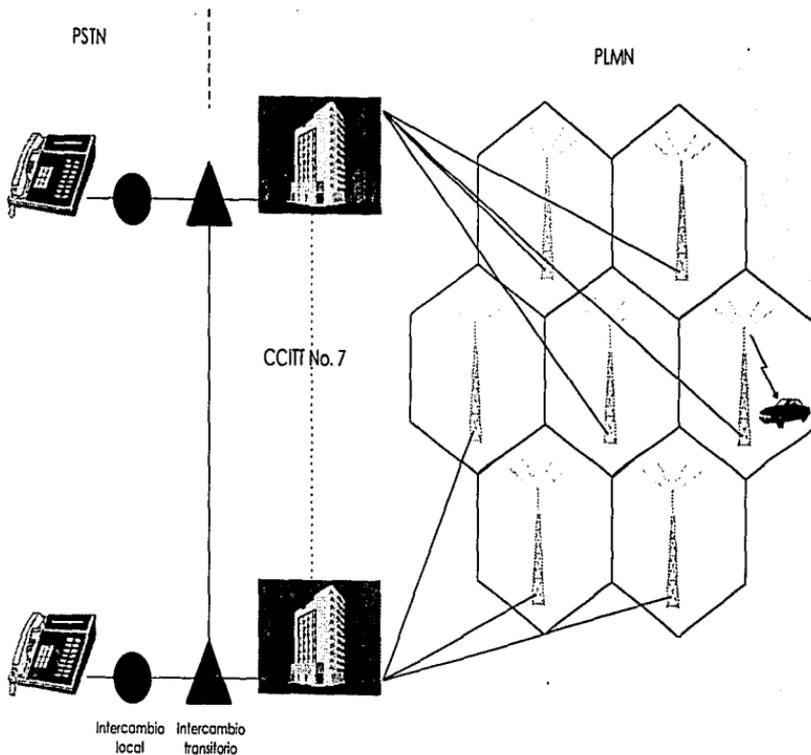


Figura 2.4
Red Móvil Terrestre Pública

El cambio de estación de base durante una llamada en progreso a otra estación de base conectada a un MSC diferente es conocido como handoff entre centrales. Este procedimiento también requiere señalización-MSC.

II.2.4 El CMS 88 y otros Sistemas Celulares Ericsson

La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) en los Estados Unidos ha elaborado una especificación detallada de como debe de ser llevada a cabo la comunicación entre la estación de base y la estación móvil, que banda de frecuencia será usada, etc. La especificación de la FCC ha sido manejada por la Asociación de Industrias Electrónicas (EIA). Esta organización es ahora responsable del mantenimiento y publicación de la especificación. Puesto que el Sistema de Banda de Frecuencia ha sido ubicado por la FCC en la banda de 800 Mhz, el Sistema de Telefonía Celular es llamado CMS 8800. El primer CMS 8800 fue proporcionado por Ericsson para operar en Buffalo, USA, en 1984.

La especificación de la FCC ha sido modificada en algunos detalles para su empleo en el Reino Unido. Ahí, la especificación es llamada Especificación del Sistema de Comunicación de Acceso Total (TACS). El primer sistema fue abastecido por Ericsson en 1985 a una de las dos compañías celulares en el Reino Unido, Racal-Vodafone. El sistema es llamado CMS 8810. Nosotros nos referiremos a estos dos sistemas como CMS 88, solo se hará mención cuando esos dos sistemas difieran uno del otro.

Aparte de esos dos sistemas, Ericsson esta comercializando también otros dos sistemas celulares, los cuales fueron especificados por las Administraciones Nórdicas de Telefonía Móvil (NMT):

- El CMS 45 introducido en 1981 y localizado en la banda de frecuencia de 450 Mhz
- El CMS 89 introducido en 1986 y localizado en la banda de frecuencia de 900 MHz

La siguiente tabla (figura 2.5) nos muestra los diferentes sistemas y algunos de los países a los cuales ha sido suministrado el sistema hasta ahora.

CMS 88	Especificación	País
CMS 8800	FCC	Australia Nueva Zelanda Estados Unidos (LA, San Francisco, Chicago, NYC, etc.) Canadá (Toronto, Montreal, Vancouver, etc.) México
CMS 8810	TACS	Irlanda Reino Unido China
CMS 45	NMT	Islandia Luxemburgo Holanda Países Nórdicos España Malasia Omán Indonesia Arabia Saudita Túnez
CMS 89	NMT	Países Nórdicos Suiza

Figura 2.5 (Tabla)

Tipos de Sistemas CMS adoptados en diferentes países.

II.2.5 Areas de Localización (solo CMS 8810)

El CMS 8800 permite a una estación móvil moverse libremente dentro del área de servicio MSC sin informar a la central acerca de su posición. El MSC no sabe la localización exacta de la estación móvil y, consecuentemente, la llamada al abonado debe ser enviada vía todas las células (voceo) en el área de servicio.

En CMS 8810, cada área de servicio esta dividida en áreas de localización (figura 2.6). La estación móvil, cuando se esta desplazando de un área de localización a otra, debe informar al MSC de su nueva posición. Esto se conoce como registro de área de localización, o como registro forzado.

El voceo de la estación móvil se realiza vía todas las células en esta área de localización.

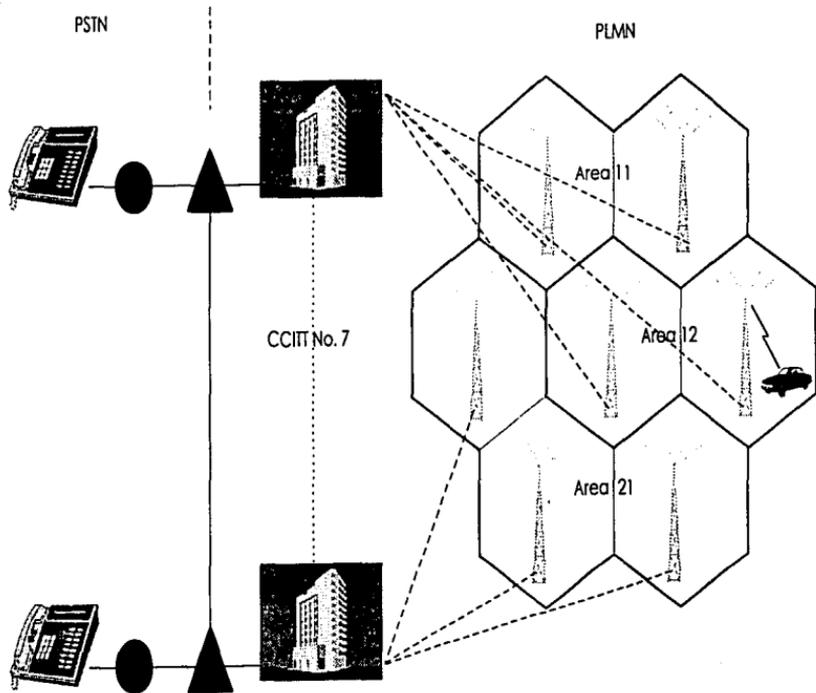


Figura 2.6
 Areas de localización (solo CMS 8810)

II.2.6 Plan de numeración de la red telefónica

Numero de Abonado

Toda la Red Telefónica esta dividida en un plan de numeración por áreas, en las cuales cualquier abonado puede ser localizado mediante la marcación del numero de abonado.

El plan de numeración de la telefonía celular puede también ser considerado como un área separada del plan de numeración, cuyo acceso se logra marcando un código troncal separado, o la numeración de la red telefónica celular es integrada en el plan de numeración ordinario, proporcionándose cierta serie de números a los abonados móviles.

Cada suscriptor móvil esta conectado (en datos) en una central, normalmente la que controla el área donde reside el abonado, por ejemplo MSC-H.

El numero telefónico móvil a ser marcado se puede describir de la siguiente manera:

prefijo de troncal	+	código de troncal (área)	+	numero del abonado
--------------------------	---	--------------------------------	---	--------------------------

Ejemplos de marcación a un abonado móvil en el Reino Unido y en Australia:

Reino Unido	0	+	836	+	PQRSTU
Australia	0	+	18	+	PQRSTU

Las letras PQRSTU definen los seis dígitos que identifican el MSC y al abonado. Cuando se llama en el Reino Unido a un abonado móvil, uno marca primero el prefijo de troncal = 0 (prefijo de marcación del número nacional), después el código de troncal = 836 (código de marcación de número nacional), el cual nos da acceso a la red Racal-Vodafone.

Al realizarse una llamada de un abonado móvil a móvil entre dos abonados de Racal-Vodafone, el código de troncal y el prefijo de troncal pueden ser omitidos. (No es necesaria la marcación, pues pertenecen a la misma troncal).

Cuando PQ, como se menciona antes, identifican el MSC dentro de la red, se utiliza un número de abonado de seis dígitos.

Ejemplos:

PQ = 20, 21,	para el MSC de Londres
PQ = 50, 51,	para el MSC de Birmingham
PQ = 60, 61,	para el MSC de Manchester, etc.

En Australia el prefijo de troncal marcado = 0 es seguido por el código de troncal = 18 el cual da el acceso a la red celular. Se marca entonces un número de abonado de seis dígitos. PQ identifica al MSC contenido en la red.

Ejemplos:

PQ = 20, 21, para el MSC de Sydney
PQ = 50, 51, para el MSC de Melbourne, etc.

Cuando una llamada internacional es hecha hacia un abonado móvil, debe ser marcado primero el prefijo internacional, seguido del código del país, por el código troncal y el número del abonado.

Cuando se está llamando dentro de los Estados Unidos, uno marca el código de área (XXX) el cual identifica el área geográfica y es común para el abonado móvil y los ordinarios (plan de numeración integrado). Entonces se marca el número de abonado de siete dígitos (YYYYZZZ), en el cual YYY identifica el operador celular y la central.

Ejemplos:

XXX = 212 Oeste del estado de Nueva York.
YYY = 861 Operador CMS, Sistema A, Central
Telefónica en Buffalo.
ZZZZ = 1252 Número del abonado seleccionado

II.2.7 Plan de Radionumeración

Número de Estación Móvil

El Número de Estación Móvil (MSNB), también llamado Identidad Internacional de Estación Móvil (IMS), únicamente identifica la suscripción en la trayectoria de radio. El número de la estación móvil es enviado por una estación móvil (vía una estación de base) cuando se accesa al MSC durante, por ejemplo una llamada desde un abonado móvil. El número es también enviado por el MSC por ejemplo, durante el voceo de una estación móvil.

El uso del número de la estación móvil habilita a una estación móvil perteneciente a la red celular para *vagar-recorrer* (roam) en otras redes, tanto nacionales como internacionales y ser capaz de identificarse por sí misma, independientemente del plan de numeración telefónico de la red en la cual se localiza la estación móvil actualmente.

El formato MSNB conforme a las recomendaciones de la CCITT (además de Estados Unidos) es:

código del país móvil (3 dígitos)	+	código de la red (1 dígito)	+	identidad de la estación (6 dígitos)
--	---	--------------------------------------	---	---

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Ejemplos:

Reino Unido	234	+	0 (Sistema A)	+	PQRST
			1 (Sistema B)		
Australia	505	+	0	+	PQRST

En los Estados Unidos, el código móvil del país es idéntico al código troncal y la identidad de la estación móvil es idéntica al número de abonado.

Cada número de estación móvil está conectado (en datos) en MSC-H. El MSC realiza las traducciones de los números de abonados al correspondiente número de estación móvil y viceversa. Esto ilustrado en la figura 2.7.

Numero de serie

Este es un número que identifica únicamente a una estación móvil. El número de serie es usado para protección contra el uso sin autorización de una estación móvil. (Por ejemplo una estación móvil robada). A cada estación móvil manufacturada se asigna un número de serie intransferible. Todas las estaciones móviles pueden ser requeridas por MSC (por medio de comando) para enviar el número de serie junto con el número de la estación móvil.

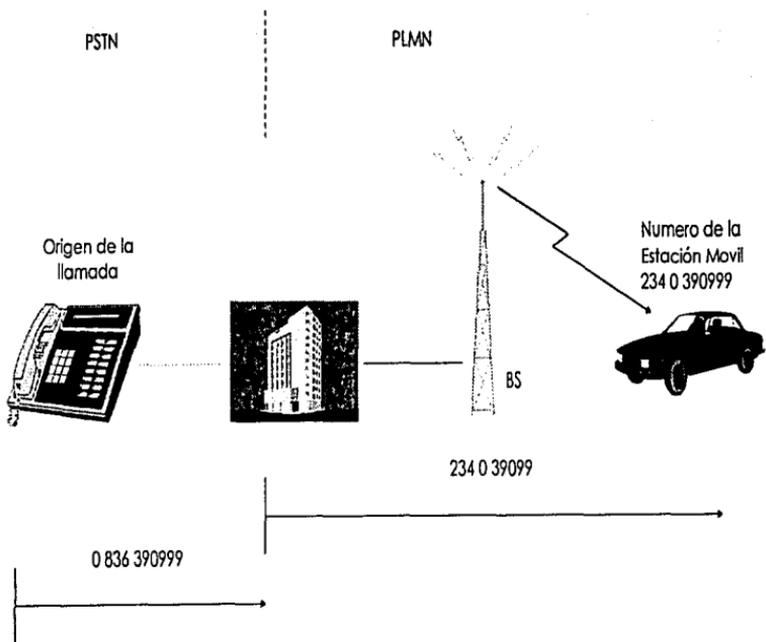


Figura 2.7
 Llamada en el Reino Unido a un abonado móvil de Racal-Vodafone.
 Traducción de los números.

Durante, por ejemplo, una llamada desde un abonado móvil, la estación móvil enviara el numero de la estación móvil, el numero de serie y el numero marcado.

Puesto que cada numero de serie esta conectado (en datos) en MSC así como al correspondiente numero de la estación móvil, se puede realizar un chequeo si el numero de serie almacenado (en datos) corresponde con el numero recibido por la estación móvil en cuestión. Si los números no concuerdan, la estación móvil es excluida del trafico.

También puede ser definida en el MSC una lista de números seriales sin autorización, habilitando la exclusión de estaciones móviles robadas. El numero de serie nunca se envía desde el MSC a una estación móvil.

II.2.8 Tasación

La tasación es realizada por el método Toll Ticketing (TT). El abonado móvil será tasado en el MSC desde el área de servicio en el cual llama. Los datos de tasación para cada numero de abonado que llama o es llamado, llamados números de abonado (numero marcado), día, tiempo, duración de la llamada, etc. Se registran en una cinta de TT. La cinta de TT conteniendo los datos de tasación para mas de 200000 llamadas, es post procesada conjuntamente con cintas TT de otros MSCs.

En las aplicaciones del CMS 8810, es posible enviar información de tarifa desde el MSC a la estación móvil, con el objeto de habilitar la medición local. La señal en cuestión solo será enviada a las estaciones móviles las cuales tienen la categoría de tasación móvil (MCH).

II.2.9 Servicios y facilidades de abonado

Una de las demandas mas importantes en un sistema celular es que los abonados, sin importar los movimientos en la red, puedan recibir el servicio de telefonía móvil sin restricciones, comparado con el servicio PSTN ordinario. El abonado móvil podría entonces ser capaz de usar su teléfono móvil de igual manera que el teléfono ordinario, ambos considerando el procedimiento de llamada así como la reconsideración del acceso a los servicios de abonado.

Los servicios de abonado están implementados en el software de el MSC. Esos servicios son, con excepciones menores, los mismos que en las aplicaciones AXE para abonados PSTN ordinarios.*

Algunos servicios también están implementados en las estaciones móviles y son llamados facilidades de abonado.

Servicios de Abonado

Los servicios de abonado disponibles son:

- **Desviación de una llamada.** al habilitar llamadas a un abonado móvil estas serán automáticamente desviadas por el MSC a otro numero. Este numero también puede ser fijado y asignado a el abonado por la administración (por comando en MSC) o este puede ser activado por el abonado (pulsando el código de servicio + el numero) y cambiarlo en cualquier tiempo.

- **Desviación de llamada en estado ocupado**, la desviación de llamada toma lugar solo cuando el abonado móvil esta ocupado.
- **Desviación de llamada cuando no contesta**, la desviación de llamada toma lugar solo cuando el abonado móvil no contesta la llamada en un tiempo definido. De inmediato la transferencia de llamada toma lugar cuando la estación móvil no esta activa.
- **Servicio de Abonado Ausente**, es parecido al anterior pero la llamada es direccionada a un operador o a una maquina anunciadora. Este puede ser activado también por el abonado o la administración.
- **No molestar**, es como el servicio de abonado ausente.
- **Exclusión de llamada saliente**, previniendo el uso sin autorización de la estación móvil. Esto puede ser activado por el abonado o por la administración.
- **Llamada en espera**, indicando con un tono que otra llamada entrante esta esperando. La llamada en espera puede ser activada también por el abonado o por la administración.
- **Llamada en conferencia**, para conversación tripartita. Este puede ser controlado por el abonado móvil.
- **Rastreo de llamada maliciosa**, para el rastreo automático en MSC de los datos acerca del abonado llamante a el abonado móvil.

Facilidades de Abonado

Las facilidades de abonado están usualmente implementadas en las estaciones móviles; las facilidades pueden sin embargo, variar a algunas extensiones dependiendo del hecho de que las estaciones móviles son suministradas por diferentes proveedores. A continuación se presenta una lista de facilidades mas comunes:

- **Marcación en el micro teléfono**, marcación y micro teléfono en una simple unidad.
- **Display de Cristal Líquido**, indicador con iluminación de fondo para funcionamiento nocturno.
- **Presentación de los dígitos marcados**.
- **Marcación sin descolgar**, dejando el aparato en su lugar hasta que el abonado llamado conteste.
- **Velocidad de marcación**, almacenaje conveniente y remarcación instantánea de hasta los 30 números marcados con mayor frecuencia.
- **Candado electrónico** (código de 4 dígitos), previene la realización de llamadas sin autorización.
- **Indicador de llamada recibida**, indica que el abonado ha sido llamado mientras esta lejos del vehículo.

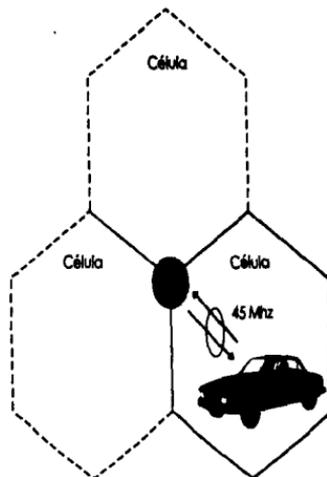
- **Conexión de la terminal de datos con el acceso al sistema de datos vía la PSTN.**
- **Alería,** se activa una alarma externa en el vehículo cuando el abonado es llamado.
- **Operación a manos libres,** la conversación se realiza sin tomar el micro teléfono.

II.2.10 Canales de Radio

El canal de radio es una trayectoria bidireccional de transmisión de radio entre la estación móvil y la estación de base (figura 2.8).

Un canal usa frecuencias de radio separadas, una para la transmisión de la estación móvil y una para la transmisión de la estación de base. Cada canal es llamado canal dúplex. La distancia entre esas dos frecuencias, una distancia dúplex, es siempre la misma y es de 45 MHz.

Cada canal de radio tiene su unidad de canal en una estación base. Su transmisor (Tx) trabaja normalmente a la frecuencia de transmisión preseleccionada (la cual no cambia). Lo mismo se aplica, por supuesto, para el receptor (Rx).



Unidad de Canal en la estación de base

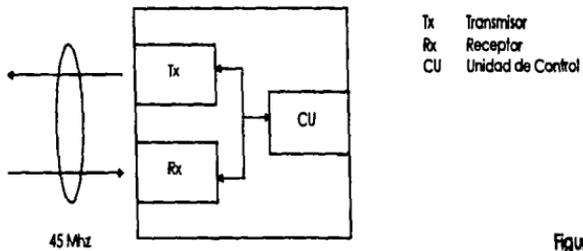


Figura 2.8
Canal de Radio

La estación móvil tiene solamente un transceiver (transmisor/receptor) el cual es sintonizado a un canal de radio en un tiempo. Sin embargo, puede cambiar de canal automáticamente (cambiando de frecuencia) y sintonizarse a cualquiera de los dos canales de radio especificados en el sistema.

Todos los canales de radio en la misma célula trabajan a diferentes frecuencias. También sus células vecinas usan otras frecuencias. Esto es porque podría ocurrir interferencia debido a que las células vecinas se traslapan. Sin embargo se emplean los mismos canales de radio en células suficientemente separadas unas de otras geográficamente. Esto se llama reuso de canal y permite la instalación de una alta capacidad de tráfico por unidad de área.

Existen dos tipos de canales:

- Canales de voz (VC)
- Canales de control (CC)

Canal de Voz (VC)

Un canal de voz (VC) será seleccionado (en datos) y será tomado por MSC, durante el procedimiento de establecimiento de llamada. El canal seleccionado llevara la conversación. Cuando la conversación finalice, el canal estará libre para la próxima conversación. Esto se administra por el MSC el cual guarda una lista (en datos) de todos los canales y sus estados (libre, ocupado, bloqueado, etc.).

Cuando un canal de voz llega a estar libre, el transmisor de la unidad de canal de voz en la estación base se apaga. Cuando un canal de voz es tomado, el transmisor es encendido. Estas acciones son ordenadas por el MSC (figura 2.9). Como se menciona antes, son varios canales de voz en cada célula, normalmente entre 5 y 30.

Aparte de la voz, se puede agregar otra información en un canal de voz, como la que sigue:

- **Tono de Supervisión de Audio (SAT).** Este tono es usado para la supervisión de la calidad de transmisión. El SAT se envía siempre que el transmisor de la unidad de voz ha sido iniciado, en otras palabras es enviado continuamente durante la transmisión de voz. Puesto que la frecuencia del SAT esta muy por debajo de las frecuencias de voz, no habrá interferencia. El SAT es enviado desde la unidad de canal de voz en la estación base y regresado en la estación móvil.
- **Datos.** Los datos son enviados en situaciones específicas, como por ejemplo, durante el handoff. Esto provoca un corte pequeño durante la conversación el cual es prácticamente desapercibido. Los datos pueden ser enviados por:
 - La Estación Móvil
 - El MSC vía la unidad de canal en la BS
 - La unidad de canal en la BS

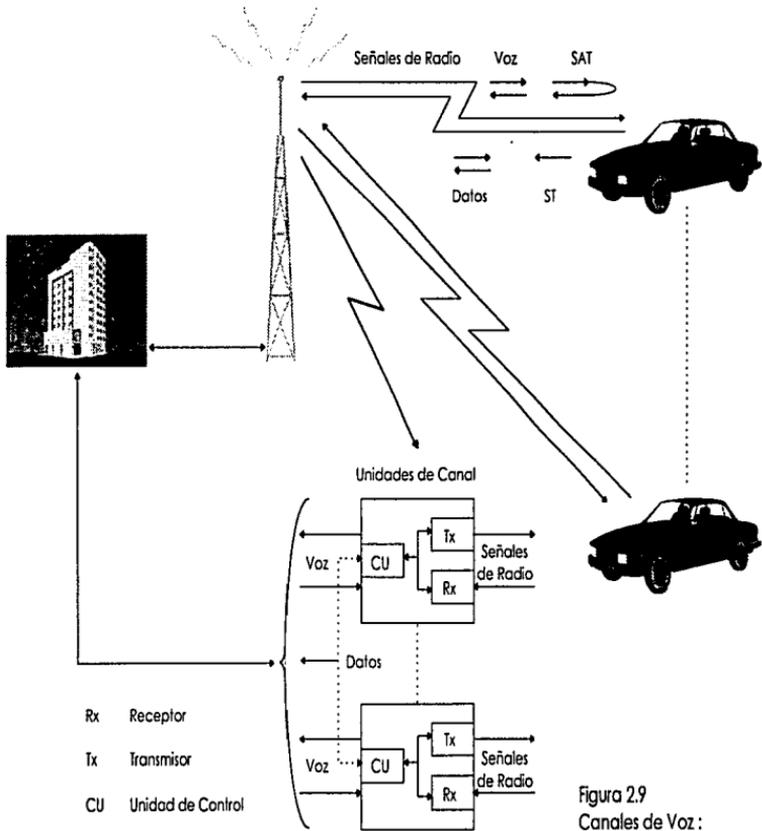


Figura 2.9
 Canales de Voz :
 Señales de Radio y Unidades
 de canal en BS

- **Tono de Señalización (ST).** El tono de señalización que sirve como señalización de línea se envía solo desde el abonado móvil, por ejemplo durante el establecimiento de una llamada y el handoff.

Canal de Control (CC)

Normalmente existe solo un canal de control (CC) en cada célula. Así, una estación de base sirviendo a una célula omnidireccional esta equipada con una unidad de canal de control, y una estación de base sirviendo a tres células sectoriales se equipa con tres unidades de canal de control respectivamente (figura 2.10).

El canal de control solo es usado para:

- Datos

Una estación móvil estando en una célula, y sin estado de conversación, esta siempre sintonizada a el canal de control de esta célula, supervisando el flujo continuo de datos (figura 2.11).

El voceo, el cual es una llamada a un abonado móvil, será enviada por este canal. Esta es la causa de que la función del canal de control en la dirección hacia una estación móvil sea comúnmente llamada:

- Voceo en el Canal de Control (PC)

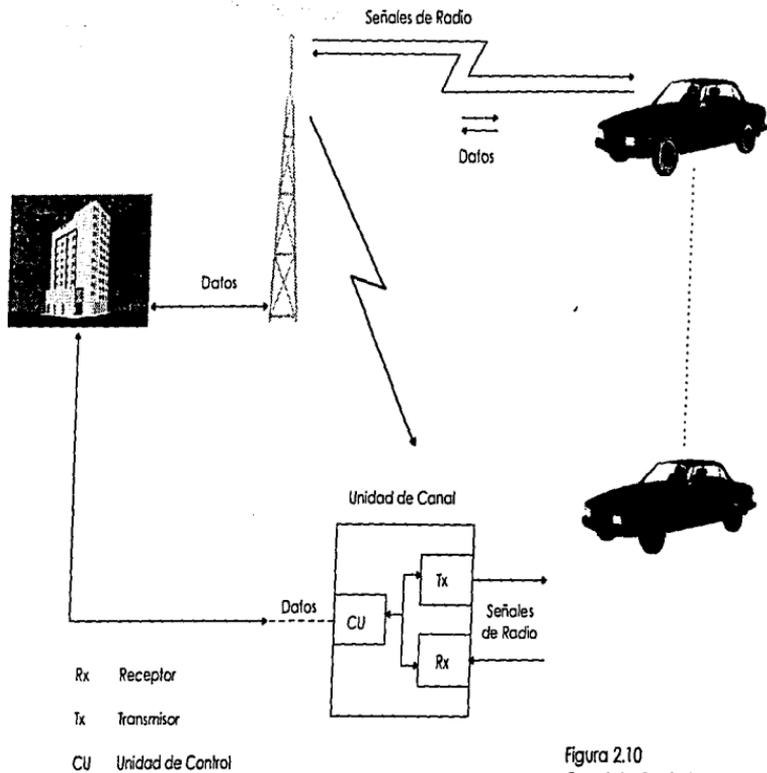


Figura 2.10
Canal de Control

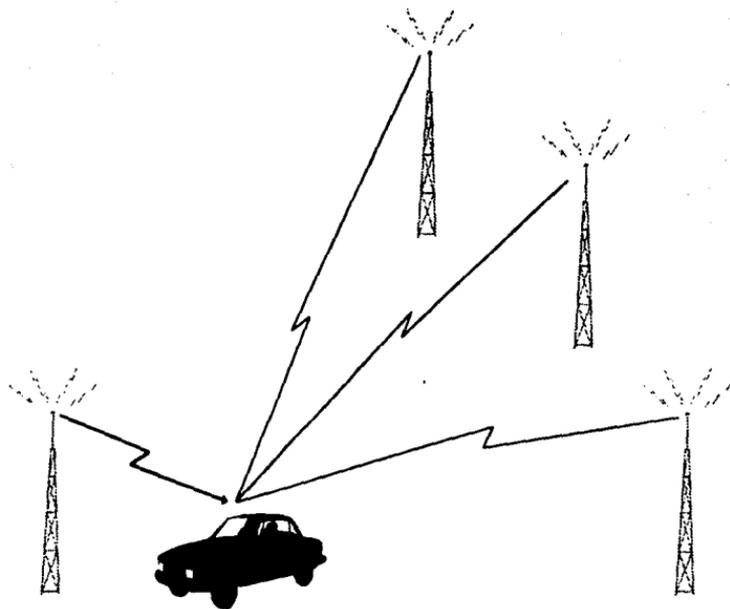


Figura 2.11
La estación Móvil siempre sintoniza a un canal de control

Cuando un abonado ha marcado un número para hacer una llamada, la estación móvil envía la información de acceso a MSC (vía una estación de base). Este es el porque la función del canal de control en la dirección desde la estación móvil es llamada:

- Acceso en el Canal de Control (AC)

Puesto que el PC es usado en una dirección y el AC en otra en el mismo canal de Voceo y Acceso combinado (PAC). Esta se encuentra muy aparte de toda información enviada en un canal de control, no solo voceo y acceso.

La estación móvil, cuando se esta moviendo en estado libre desde una célula a otra, eventualmente perderá la conexión de radio en el canal de control y tendrá que sintonizarse al canal de control de la nueva célula (figura 2.12).

El cambio del canal de control (o sintonía inicial), se da mediante un rastreo automático de todos los canales de control en operación en el sistema celular. Cuando un canal de control con buena calidad de recepción es encontrado, la estación móvil queda sintonizada en este canal hasta que la calidad se deteriora de nuevo. De esta manera todas las estaciones móviles están siempre en contacto con el sistema.

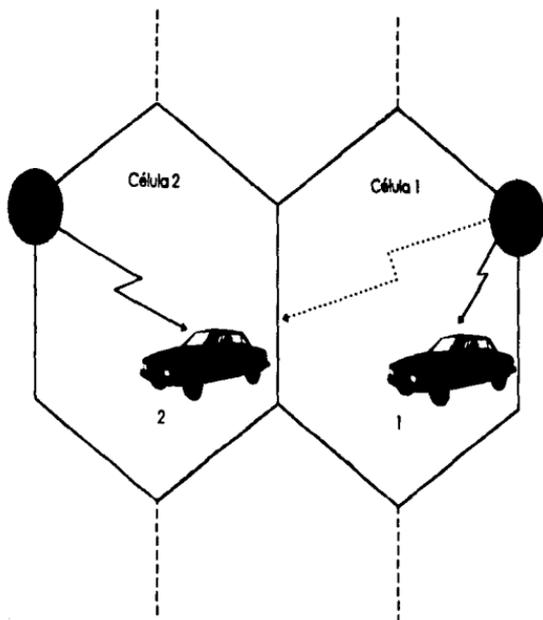


Figura 2.12
Cambio de canal de control por
una estación móvil

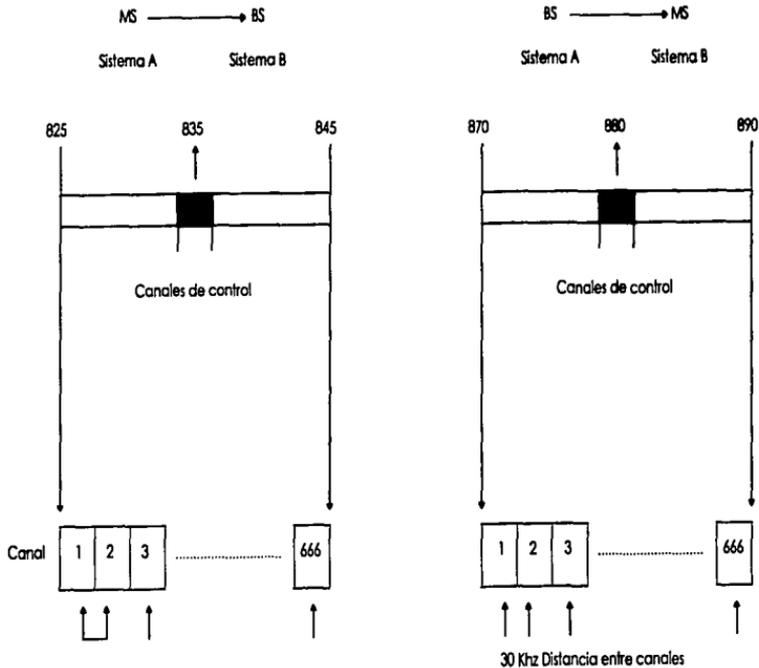
II.2.11 Asignación de Frecuencia en el CMS 8800

La banda de frecuencia especificada por la FCC se ilustra en la figura 2.13. En los Estados Unidos, en cada área estadística metropolitana (Existen 305 áreas), existen dos operadores que compiten en Servicio Celular. Un operador es siempre de una de las compañías telefónicas establecidas en esa área, llamadas compañías de línea y el sistema celular es llamado sistema B. La otra, un operador independiente, el cual no posee su propia red telefónica, sin línea, opera el sistema A. Los abonados tienen libertad de elección para ser cliente de alguno de ellos.

La banda de frecuencia disponible ha sido dividida en dos grupos, unos utilizados por el sistema A y otros empleados por el sistema B.

Normalmente, las estaciones móviles se sintonizan a uno de los canales de control de su propio sistema, pero en situaciones de falla cuando un sistema o parte de él falla, las estaciones móviles pueden acceder al otro sistema y usar sus facilidades (esto depende de los convenios entre los operadores).

La figura 2.13 muestra como los canales de control han sido distribuidos en ambos sistemas. Son 21 canales de control en cada sistema. Estos canales de control son también llamados canales de control dedicados, lo cual significa que los números de canal (frecuencias) son definidos y no pueden ser cambiados. Para hacer eso, la estación móvil solo tiene que rastrear un número máximo de 21 canales para encontrar el mejor canal de control para sintonizarse.



MS → BS Frecuencias de transmisión de la Estación Móvil

BS → MS Frecuencias de transmisión de la Estación de Base

Figura 2.13
Posición del canal en CMS 8800
Nota: La banda de frecuencia extendida no se muestra

En Australia, la Telecom Australia es el único operador. El sistema A y el sistema B están por lo tanto combinados en uno solo, con la ventaja de tener una banda de frecuencia duplicada. Un arreglo de canales de control se utiliza para canales de voz.

La siguiente tabla (figura 2.14) muestra la distribución de la frecuencia en el sistema A, de acuerdo a las especificaciones de la FCC. Los canales están numerados desde el 1 al 333. Los canales 1-312 son los canales de voz, mientras que los canales 313-333 son los canales de control.

Sin embargo, debido a las demandas para una mayor capacidad, la banda de frecuencia contenida en las especificaciones de la FCC ha sido extendida a otros 166 canales de voz, logrando 833 canales como el número total de canales para cada uno de los sistemas.

Numero de Canal	Frecuencia de Transmisión de la Estación de Base	Frecuencia de Transmisión de la Estación Móvil
001	870.030 MHz	825.030 MHz
002	870.060 MHz	825.060 MHz
003	870.090 MHz	825.090 MHz
004	870.120 MHz	825.120 MHz
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
332	879.960 MHz	834.960 MHz
333	879.990 MHz	834.990 MHz

Figura 2.14 (Tabla)

Distribución de canal y frecuencia en los sistemas A en CMS 8800.

Nota: la banda de frecuencias extendida no se muestra.

La separación de canales, la cual es una distancia entre frecuencia de las portadoras de dos canales consecutivos, como por ejemplo el canal 001 y el canal 002, es de 30 KHz (870.060 - 825.030). La distancia dúplex, que es una distancia entre la frecuencia de transmisión y la de recepción en el mismo canal, es de 45 Mhz (870.030 - 825.030).

II.2.12 Asignación de frecuencia en el CMS 8810

La figura 2.15 ilustra la distribución de frecuencias de acorde a la especificación TACS.

En el Reino Unido, el sistema A esta reservado para la compañía de operación Racal-Vodafone (abastecida por Ericsson), mientras que el sistema B, llamado Cellnet, es operado por la British Telecom.

Los 21 canales de control, en el sistema A, son distribuidos entre 23 y el 43. La separación de canales es de 25 KHz, que con la banda de frecuencia disponible brinda un numero total de 500 canales en cada sistema. La distancia dúplex es de 45 Mhz. En algunos países, sin embargo, las frecuencias TACS han sido cambiadas.

Las demandas para una mayor capacidad (como un ejemplo Racal-Vodafone sirve a mas de 130000 abonados móviles), ha originado una necesidad para la banda de frecuencia extendida. Esta extensión, llamada E-TACS, provee otros 320 canales de voz para cada uno de los sistemas.

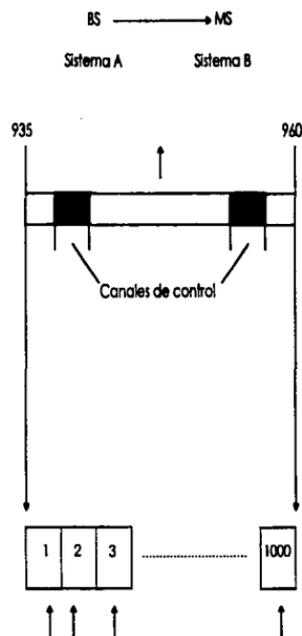
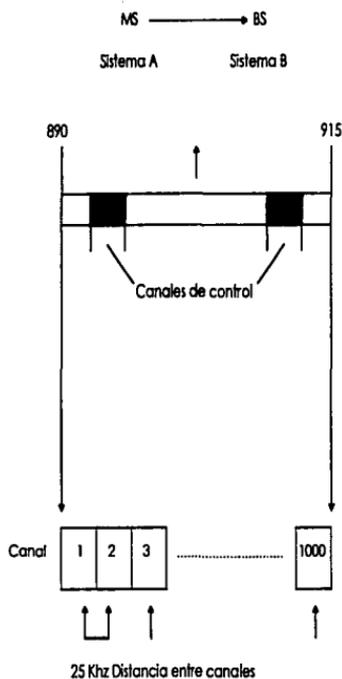


Figura 2.15
 Frecuencias en CMS 8810
 Nota: E-TACS no mostrado en la figura

II.2.13 Asignación de Frecuencia, Comparación de Sistemas

La siguiente tabla (figura 2.16) sintetiza los datos acerca de la asignación de frecuencias en el CMS 8800 (FCC) y en el CMS 8810 (TACS).

Norma	FCC	TACS
Tipo de Sistema	CMS 88	CMS 88
Frecuencia de Banda (Mhz)	800	900
Capacidad de Canales	666/832	1000/1320
Separación entre Canales	30	25
Ancho de banda (MHz)	20/25	25/33
Espacio Dúplex entre Canales	45	45

Figura 2.16 (Tabla)

Asignación de frecuencia en el CMS 88

II.2.14 Principio de Modulación en Frecuencia

Voz, datos, tono de supervisión (SAT) y el tono de señalización (ST) pueden ser las señales de entrada en un transmisor en el cual se realiza la modulación de frecuencia (FM) antes de la transmisión de radio. Las frecuencias de entrada son las siguientes:

- Voz, Audio Frecuencia (AF), es la señal analógica en el rango de 300 - 3400.
- Los datos se envían a la velocidad de 10 Kbits/s (CMS 8800) y a 8 Kbits/s (CMS 8810), lo cual significa 10 Khz y 8 Khz, respectivamente.
- Para el SAT, una de las siguientes tres frecuencias 5970 HZ, 6000 HZ ó 6030 Hz.
- El ST, 10 Khz (CMS 8800) y 8 Khz (CMS 8810).

La figura 2.17 ilustra el principio de Modulación en Frecuencia. Si no hay señal de entrada (moduladora), el transmisor envía una onda sinusoidal portadora sin modular con una frecuencia constante. La frecuencia corresponde a el numero de canal de acuerdo a, por ejemplo la figura 2.14.

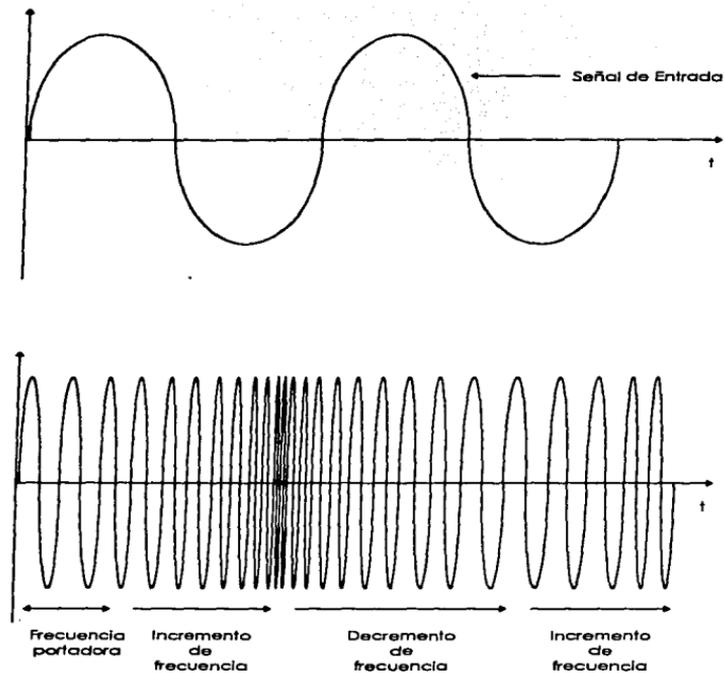


Figura 2.17
Modulación en Frecuencia
Señal analógica

La señal de entrada es, por razones de simplicidad, mostrada como una forma de onda sinusoidal. La señal de entrada aplicada provocara una desviación de frecuencia de la onda portadora, la cual es proporcional a la amplitud de esta señal de entrada:

- Cuando la señal de entrada es cero (no hay señal de entrada) la frecuencia de radio (RF) transmitida es exactamente igual a la frecuencia portadora.
- Cuando la amplitud de la señal de entrada es alta, se incrementa la frecuencia, por encima de la frecuencia portadora.
- Cuando la amplitud es negativa, la frecuencia decrece por abajo de la frecuencia portadora.

La desviación de la onda portadora debe de ser limitada, de otra manera, el canal adyacente será interferido. TACS requiere que la desviación nominal de frecuencia portadora se encuentre entre -6.4 KHz y +6.4 KHz, para la modulación de voz, y la FCC requiere que se halle entre -8 KHz y +8 KHz. Esto es porque, cuando la amplitud de una señal de entrada es muy alta, la desviación debe ser limitada por un circuito especial.

En caso de que el dato sea la señal de entrada, el principio es similar (figura 2.18). Aquí, sin embargo, la señal de entrada tiene dos niveles diferentes, 0 y 1, provocando el corrimiento o cambio de frecuencia.

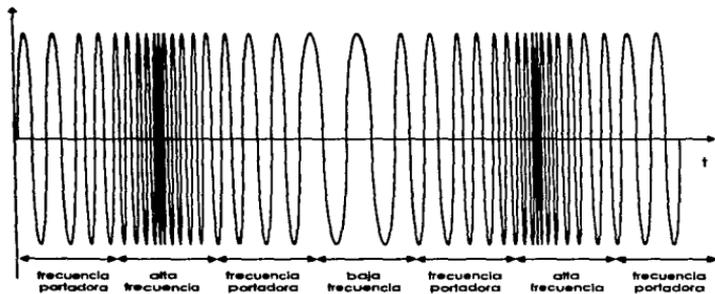
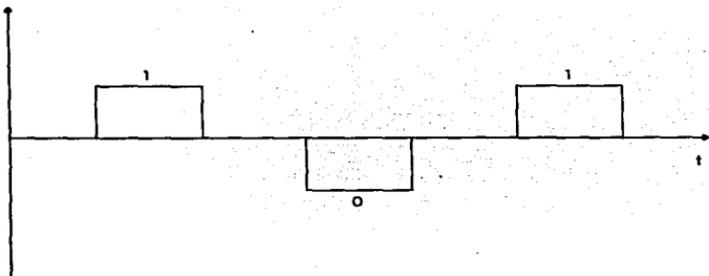


Figura 2.18
Modulación en frecuencia
Datos

Generador de Frecuencia

Debido a que un generador de frecuencia es implementado en cada estación de base, la unidad de canal transmite y recibe. El canal puede operar en la frecuencia que corresponde al número del canal (figura 2.19).

Un generador de frecuencia similar es implementado en la estación móvil.

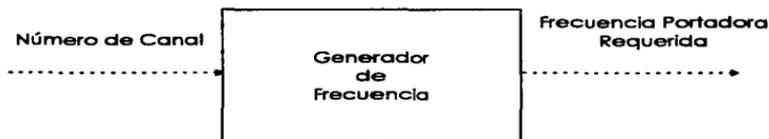


Figura 2.19
Generador de Frecuencia, Descripción simplificada

II.3 ESTACION DE BASE

II.3.1 Generalidades

Las estaciones de base manejan y supervisan la conexión radio eléctrica entre la estación de base y la estación móvil, así como la comunicación entre la estación de base y el MSC.

La estación de base (BS) esta conectada a un MSC por medio de un hardware directo. La estación base maneja las comunicaciones de radio con la estación móvil. Esta función es principalmente con una unidad retransmisora de señales de voz y datos. La estación de base también supervisa la calidad de la transmisión de radio durante una llamada en progreso por medio de un tono de audio de supervisión (SAT) y por la medición de la intensidad de la señal recibida por la estación móvil.

La estación de base puede ser instalada por ejemplo en un edificio de oficinas en ciudades o en algún local fuera de la ciudad. La estación de base es un equipo al servicio de un numero de células, normalmente una célula omnidireccional o tres células sectoriales.

Existen dos tipos de estaciones de base diseñadas por Ericsson para los sistemas CMS 88:

- RBS 882 para CMS 8800
- RBS 883 para CMS 8810

Las versiones anteriores de estaciones de base eran RBS 880 para CMS 8800 y RBS 881 para CMS 8810.

Una de las mayores diferencias entre la nueva generación de estaciones de base con respecto a las anteriores es el tamaño del equipo que se utiliza. El tamaño se ha reducido en aproximadamente el 50 % lo cual ha economizado costos para el usuario celular, considerando que el espacio que ocupa una estación de base en algunas ciudades resulta costoso.

Una estación de base incluye las siguientes unidades funcionales principales:

- Grupo de radiocanales
- Interfaz central/Equipo de radio
- Alimentación
- Sistemas de Antenas

El equipo de radio, al igual que el MSC, tiene un diseño modular (Figura 2.20).



Figura 2.20
Armario de RBS 882

II.3.2 Estructura del Hardware

II.3.2.1 Grupo de radiocanales (RCG)

El grupo de radiocanales contiene todo el equipo necesario para manejar la radiocomunicación con las estaciones móviles.

El grupo de radiocanales es común a los canales de voz analógicos y digitales. La filosofía básica de diseño es la compatibilidad. Es fácil introducir una interfaz digital de radio en las estaciones de base analógicas existentes.

El RCG comprende los siguientes módulos principales:

- Unidades de canal
- Transmisor-Combinador (TX)
- Receptor (RX) Multiacoplador (MC)
- Oscilador de referencia (solo para CMS 8810)
- Switch de redundancia del canal de control (CCRS)
- Probador de canal
- Unidad de monitoreo de Potencia (PMU)
- Módulos de canal (CHM)
- Sistema de combinador de transmisión
- Sistema de multiacoplador de recepción

Unidades de Canal

Las unidades de canal para los canales de control y para los canales de voz son idénticas. Cada unidad de canal consiste de un transmisor (TX), un receptor (RX), una unidad de control (CU) y un amplificador de potencia (PA) conectado a la salida de TX. Una de las siguientes tres versiones disponibles de amplificadores de potencia se monta durante la instalación, 10 W, 25 W, ó 50 W.

La potencia de salida determina el tamaño del área de cobertura del canal en cuestión. Para obtener la cobertura requerida, se selecciona una de las unidades de potencia mencionadas anteriormente, pero también se puede realizar un ajuste de la potencia de salida manualmente.

Se pueden conectar hasta 96 unidades de control de diferentes repisas juntas a un RCG. Una estación radio base puede estar formada desde uno hasta varios RCG's.

Las unidades de canal en el mismo RCG pueden ser asignadas por comando desde el MSC a las diferentes células atendidas por la estación base en cuestión. Las unidades de canal pueden también ser asignadas en la misma forma para operar como canal de voz, canal de control o como receptor de intensidad de señal.

Receptor Multiacoplador (MCA y MCB)

Con el receptor Multiacoplador, se pueden conectar hasta 48 canales receptores y dos receptores de intensidad de señal a la misma antena receptora. La ganancia del amplificador Multiacoplador es suficiente para eliminar la pérdida de las redes híbridas con alimentación dividida, las cuales distribuyen la señal a los receptores del sistema.

El Multiacoplador receptor usa dos etapas de divisores de potencia. Cada paso de división causa una pérdida de 6 dB, la cual es balanceada con la ganancia del amplificador Multiacoplador. Los divisores de potencia son completamente pasivos y no determinantes para la frecuencia. Los divisores proporcionan un aislamiento > 30 dB entre puertos de salida.

Receptor de Intensidad de Señal (SR)

El receptor de intensidad de señal está implementado en una trama de la unidad de canal. Consiste de un receptor y de una unidad de control. El receptor de intensidad de señal mide la intensidad de las señales recibidas (de las estaciones móviles) en cualquier canal localizado para las células vecinas. Los números de canal relevante son especificados por el MSC (especificado por comando) y los canales son continuamente supervisados uno por uno y las muestras de las mediciones se almacena en la unidad de control.

Estos resultados son usados por el MSC durante el handoff para determinar cual llamada en proceso va a ser manejada por la célula en cuestión.

Unidad de Oscilador de Referencia (ROU)

La unidad de Oscilador de referencia se usa solo en el CMS 8810. Este es un oscilador de alta estabilidad construido en una unidad separada de 19 pulgadas. Este provee una señal de 31250 Hz con una estabilidad de frecuencia de 0.25 ppm. Esta señal es distribuida a los generadores de frecuencia en los transmisores (FGTX) y en los receptores (FGRX) en todas las unidades de canal.

Existen dos versiones del ROU, una para conexiones digitales a MSC y otra para las conexiones analógicas a MSC. La versión para enlace digital utiliza como referencia externa el reloj PCM, el cual se origina desde MSC vía el rack ERI (Interfaz central/equipo de radio). Esta versión tiene un oscilador convencional de cuarzo compensado por temperatura (TCXO) con una estabilidad de frecuencia de 1.5 ppm como respaldo para el PCM.

La versión para la conexión analógica no tiene referencia externa sino un oscilador interno de cristal de precisión, el cual brinda la estabilidad requerida de 0.25 ppm.

Todo los FGTX y FGRX tienen su TCXO normal con estabilidad de 1.25 ppm, el cual será utilizado automáticamente en caso de una falla en el sistema ROU. Una ventaja con el sistema ROU es que el chequeo de frecuencia durante el mantenimiento anual solo necesita hacerse en un oscilador y no en los demás de cada unidad de canal.

Transmisor-Combinador (Tx)

Se pueden conectar hasta 16 transmisores a una antena común. Esto es de gran valor porque puede haber carencia de espacio en el mástil o en las torres para soportar el sistema de antena. En casos extremos, uno de los mástiles se tiene que usar algunas veces para mas de 100 canales. La función de combinación del transmisor se logra usando los siguientes elementos:

- Un circulator con baja pérdida en la dirección hacia adelante y alta pérdida en dirección opuesta.
- Cavidad de resonancia de alta eficiencia para filtraje, apartado de otras frecuencias.
- Red de estrellas de líneas de transmisión.

El filtro combinador brinda el efecto de tener solo un transmisor conectado a la antena a cualquier frecuencia de operación dada. A frecuencias lejos de la frecuencia de resonancia de el circuito de filtro, los transmisores son aislados eléctricamente. La eficiencia y el aislamiento obtenidos de la cavidad de resonancia se incrementan a medida de que la separación de frecuencia se hace mas grande. Cuando cada canal 21 se conecta a un punto común, se logra una buena conexión eléctrica con precisión y tamaños razonables.

El circuito de combinación del transmisor tiene la siguiente configuración: cada transmisor está conectado a una unión común después de que la potencia de radiofrecuencia ha sido pasada a través de los tres circuladores y un filtro de alta cavidad Q. El propósito de los circuladores es suprimir la transmisión de potencia desde los canales cercanos (normalmente múltiplos de 21 canales) en el amplificador de potencia del transmisor.

Las cavidades también suprimen las señales de los canales apagados con una gran supresión a una gran separación de frecuencias. Esos circuladores y cavidades minimizan la producción de intermodulación, que podría causar interferencia o señales falsas hacia una estación móvil operando cerca de una estación base.

Estos productos de intermodulación son generados por el amplificador de potencia de otro canal. El amplificador de potencia actúa como un mezclador de alto nivel con una pérdida de potencia de solo 6 dB sobre la suma y diferencia de las frecuencias de dos señales. Cada regulador reduce este nivel más de 25 dB. Este arreglo, junto con el circulador en el transmisor, reduce los productos de intermodulación en más de 80 dB.

La unión de estrella es un tipo de conexión paralela de varias cavidades. La longitud de la conexión de la línea de transmisión es ajustada a un múltiplo impar de un cuarto de longitud de onda, tal que el corto circuito de resonancia de la cavidad se transforma en un circuito abierto en la unión común. En la etapa pasabanda del filtro conectado, la sección del transformador de la unión de estrella parece que será simplemente una pieza de la línea de transmisión.

Probador de Canal (CT)

El probador de canal realizara pruebas controladas por el operador al equipo MSC. Los resultados de las pruebas se envían al operador vía el enlace de datos. Se puede realizar la conexión de prueba para nueve transmisores y los tres pares de receptores de antena. Las unidades de canal y el receptor de intensidad de señal pueden también ser probados.

Unidad de Monitoreo de Potencia (PMU)

La unidad de monitoreo de potencia se conecta a la salida del conmutador. Se encarga de supervisar la potencia de salida y la reflejada, y activa una alarma cuando, por ejemplo, la potencia reflejada es muy alta.

Módulos de Canal

Hay cuatro tipos de módulos de canal para servicio analógico: canal de voz (VC), canal de control (CC), receptor de intensidad de la señal (SR) y probador de canal (CT). Para servicio digital hay módulos de transceptor digital (DTRM) y módulos de verificación de localización (LVM). La figura 2.21 muestra el esquema de bloques funcionales de la estación de base, para el servicio analógico y digital.

El canal de voz (VC) se usa para comunicación de voz, supervisión de la calidad de transmisión de voz, transmisión de datos, por ejemplo, durante las transferencias, y para control de la potencia de salida.

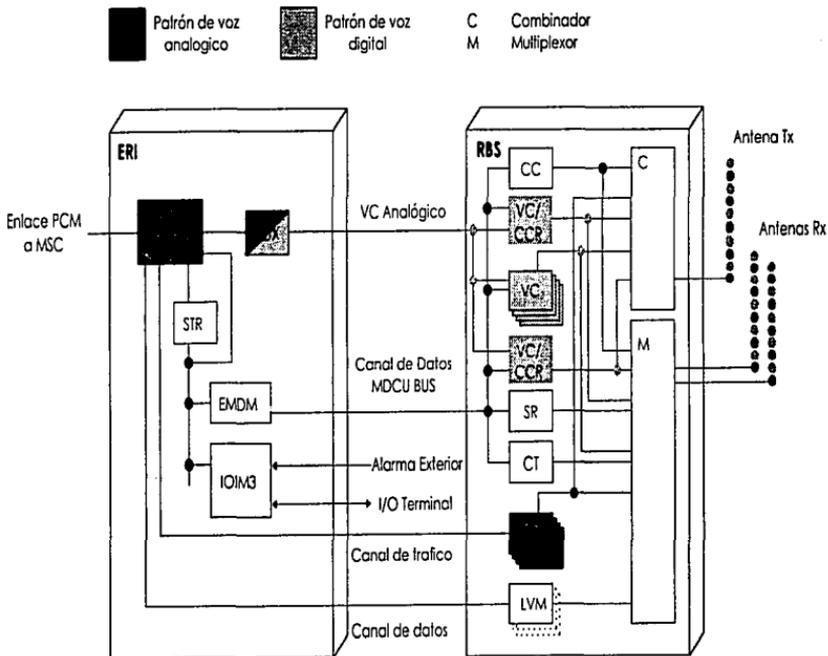


Figura 2.21
 Esquema de bloques funcionales de BS
 BS equipada para servicio analógico y digital

El canal de control (CC) se usa para comunicación entre la estación de base y la estación móvil cuando ésta se encuentra libre. También se usa cuando el MSC está buscando una estación móvil o cuando una estación móvil esta accediendo al sistema.

El receptor de intensidad de la señal (SR) provee los datos de medición que el MSC usa en el proceso de transferencia.

Por orden del MSC se puede asignar un canal de voz (VC) para operar como canal de control (CC) o como receptor de intensidad de la señal (SR). Esta flexibilidad da un alto grado de seguridad operacional, puesto que un CC o un SR defectuoso puede ser reemplazado temporalmente por un VC.

Finalmente el probador de canal (CT) posibilita pruebas controladas por operador del hardware de otros Módulos de canal (CHM): CC, VC, y SR. Los resultados de prueba se envían al MSC por el enlace de datos.

El probador de canal (CT) es común a varias células en el caso de células sectoriales. Se pueden conectar hasta nueve antenas de transmisor y tres pares de antenas de receptor, en todos los 144 canales.

Para el servicio digital el modulo de transceptor digital (DTRM) sirve a un radiocanal de Acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA) con tres canales digitales de trafico (DTC). El modulo de transceptor digital (DTRM) es mecánicamente compatible con el modulo de transceptor (TRM) analógico.

El modulo de verificación de localización (LVM) se usa en la transferencia para verificar que la estación móvil (MS) haya medido la intensidad de la señal en el canal de control correcto.

Sistema Combinador de Transmisión

El combinador de transmisor proporciona la posibilidad de combinar hasta un máximo de 32 transmisores con una antena común.

Sistema Multiacoplador de Recepción

El Multiacoplador de recepción permite la conexión de hasta un máximo de 48 receptores en diversidad a una pareja de antena común.

II.3.2.2 Interfaz central/equipo de radio (ERI)

La interfase funciona como el medio para comunicar una señal entre la estación de base y el MSC. De este modo el equipo recibe información de la unidad de canal y lo envía al MSC que esta dedicado al enlace de datos entre el MSC y la BS, y en sentido contrario maneja la información que es enviada desde el MSC hacia la BS.

Dependiendo del modo de transmisión , la velocidad de la señalización en la conexión MSC-BS puede ser de 2.4, 4.8 o 9.6 Kbit/s (enlaces analógicos) o 64 Kbit/s (enlaces digitales).

El ERI constituye el medio de señalización entre el MSC y los grupos de radiocanales (RCG) en la estación de base. EMDM (Almacén de distribución de módulos de amplificación, véase figura 2.21) recibe vía el STR (Terminal de señalización remoto) mensajes de datos del MSC, distribuyéndolos a los módulos de radiocanal separados y viceversa.

Para mejorar la flexibilidad y al mismo tiempo facilitar la introducción de los canales de voz digitales se ha introducido un nuevo almacén, TRI (Interfaz de radiotransmisión a radio), en el armario ERI.

El TRI es un distribuidor digital. El uso de este almacén tiene dos ventajas:

- La asignación de intervalos de tiempo en el sistema PCM (Modulación de pulsos codificados) a un transceptor específico, analógico o digital, se hace desde la central mediante un comando. Así no hay necesidad de salir al sitio para reconfigurar los canales.
- El TRI soporta la conexión en cascada de estaciones de base, lo cual reduce el costo de transmisión en zonas de poco tráfico.

II.3.2.3 Alimentación

La estación de base es alimentada por diferentes voltajes que pueden ser +24, -48 ó -60 V CC. Esta alimentación es suministrada por un convertidor de CA/CC. En caso de una falla en la alimentación principal la estación de base tomaría la alimentación de un banco de baterías que tiene como respaldo, este resguardo puede mantener alimentada a la estación de base por cierto tiempo.

II.3.2.4 Sistema de Antenas

Normalmente, el sistema de antenas consiste en una antena de transmisor y dos de receptor por célula. Las antenas de receptor están dispuestas con una separación de 3 a 5 metros.

Se tienen diferentes alternativas de configuraciones de antenas que se pueden usar dependiendo de las formas de la célula que es requerida.

Se pueden emplear varias configuraciones alternativas de antenas, dependiendo de la disposición de las células requeridas. Las antenas estándar son, tanto omnidireccionales para células circulares o direccionales para células sectoriales (figura 2.22).

Los receptores están equipados con variaciones de velocidades para reducir la degradación de la calidad de voz, desvanecimiento debido a la propagación múltiple. La figura 2.23 presenta como las señales de radio son mejoradas por la diversidad de sistemas.

Tipos de Antenas

Omnidireccional



Sectorial

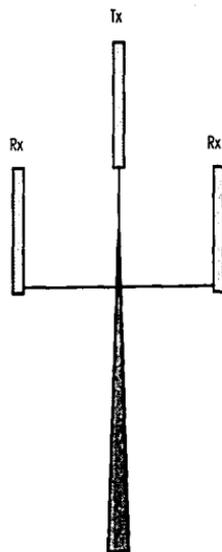
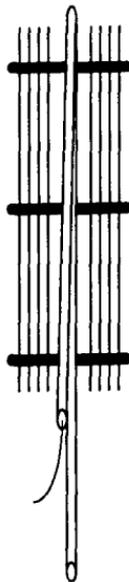


Figura 2.22
Sistema de Antena con dos antenas receptoras (Rx) y una antena transmisora (Tx).

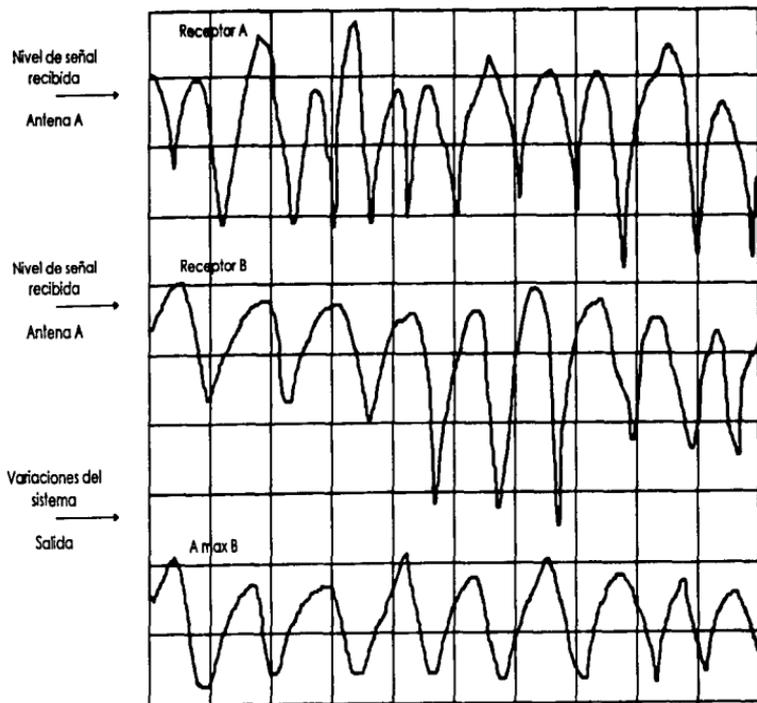


Figura 2.23
 Variaciones en la intensidad de campo como resultado
 del desvanecimiento de varios sistemas

La propagación múltiple es un resultado de las reflexiones sobre la trayectoria de transmisión (la misma señal viaja en diferentes trayectorias). El desvanecimiento se manifiesta a menudo como variaciones considerables de la intensidad de campo, a menudo de 20-30 dB, con profundos huecos (valles) por algunos minisegundos (dependiendo de la velocidad del vehículo de propagación). El considerar la transmisión de datos significa que existen bits de error.

Existen dos entradas de antenas para la diversidad de sistemas en cada receptor. La combinación de señales se da mediante un combinador de ganancia igual. La ganancia recibida con el sistema de ganancia igual dependerá de la distancia entre las antenas receptoras. Con la distancia recomendada de tres a cinco metros, se pueden alcanzar aproximadamente 10 dB.

II.4 CENTRO DE CONMUTACION DE SERVICIOS MOVILES (MSC).

II.4.1 Estructura del Sistema.

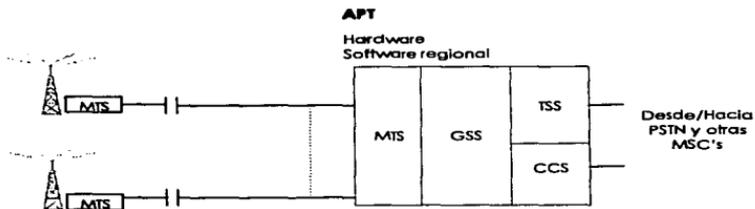
En el sistema de telefonía móvil celular (CMS) se ha elegido a AXE 10 como su central telefónica de conmutación digital. AXE consiste de un número de subsistemas, cada uno realizando un papel específico en la central telefónica. Cada subsistema está diseñado con un alto grado de autonomía y está conectado a otros subsistemas vía interfaces estándar. Esta arquitectura del sistema significa que varios subsistemas pueden ser combinados de diferentes maneras para enfrentar los requerimientos de centrales telefónicas de distintos tipos y tamaños en las redes actuales. El AXE 10 consiste de dos sistemas:

- Sistema de conmutación APT
- Sistema de procesamiento de datos APZ

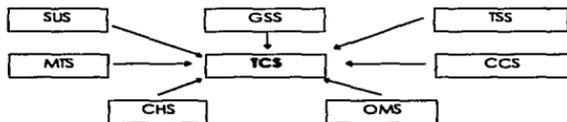
Cada uno de los cuales está compuesto de varios subsistemas.

II.4.1.1 Sistema de conmutación APT.

El sistema de conmutación, normalmente implementado en el MSC, es el sistema APT 210 08. Los subsistemas que conforman este sistema son los siguientes y están representados en la figura 2.24.



Software Central



TSS	Subsistema de Troncales y Señalización
CCS	Subsistema de Señalización por Canal Común
GSS	Subsistema Selector de Grupo
MTS	Subsistema de Telefonía Móvil
SUS	Subsistema de Servicios de Abonado
TCS	Subsistema de Control de Tráfico
CHS	Subsistema de Tasación
OMS	Subsistema de Operación y Mantenimiento

Figura 2.24
Subsistemas en APT

Subsistema de señalización por canal común (CCS)

Contiene funciones para señalización, enrutamiento, supervisión y corrección de mensajes enviados de acuerdo a CCITT No.7. La señalización MSC necesita usar la señalización por canal común, CCITT No. 7. Este tipo de señalización se utiliza hoy en día frecuentemente por las centrales de PSTN y en cuyo caso también será usada para la señalización desde MSC hacia PSTN.

Subsistema selector de grupo (GSS)

Este subsistema está controlado por TCS. GSS activa, supervisa y libera las conexiones a través del selector de grupo. También se consideran las conexiones tripartitas, así como las llamadas en conferencia, etc. La selección de las trayectorias a través del selector se lleva a cabo en el software.

Subsistema de telefonía móvil (MTS)

Cuando se implementa el MTS, la central AXE 10 se convierte en un MSC. Todas las funciones específicas del abonado móvil, las funciones de la red celular, así como también la señalización con las estaciones móviles se manejan por el MTS. El MTS también proporciona los datos necesarios para la señalización MSC, necesarios para el subsistema de señalización por canal común. Las funciones de operación y mantenimiento específico para el sistema celular también se encuentran implementados en MTS.

Subsistema de troncales y señalización (TSS)

Este subsistema supervisa el estado de las líneas troncales, hacia la PSTN y hacia otros MSCs. La señalización entre el MSC y éstos dos, también se maneja por TSS.

Subsistema de operación y mantenimiento (OMS)

Las funciones generales de operación y mantenimiento del sistema de conmutación están incorporadas en OMS. El subsistema toma medidas apropiadas si ocurre una falla, recopila estadísticas de tráfico, maneja los datos administrativos iniciados por ejemplo, por comando.

Subsistema de servicios de abonado (SUS)

Todas las funciones para los servicios de abonado están implementadas en este subsistema.

Subsistema de control de tráfico (TCS)

Este subsistema controla la activación y liberación de las conexiones de voz. Almacena y analiza dígitos recibidos del MTS y TSS, y en base a la información almacenada acerca de las categorías de abonado, rutas, clases de tarifa, etc., decide cómo será manejada la llamada. Las series numéricas internas del MSC y el código de troncal de MSC son almacenados en TCS, además de otras cosas. En MSC, la mayor parte de control de tráfico se realiza en operación estrecha con MTS.

Subsistema de tasación (CHS)

Este subsistema es usado para la tasación de los abonados móviles. Las llamadas salientes son tasadas normalmente por medio de "toll ticketing". Esto significa que los datos de cada llamada, tales como el número de la parte llamante, la fecha, hora, duración de la llamada, etc., son grabados y almacenados por ejemplo, en una cinta magnética. Si el sistema celular tiene más de un MSC, los datos de tasación de todos los MSCs deben ser procesados juntos debido a que el abonado móvil puede hacer llamadas salientes desde varios de ellos. El CHS también brinda facilidades para la contabilidad entre el operador celular y el operador PSTN.

II.4.1.2 Sistema de procesamiento de datos APZ.

Los requerimientos de la capacidad del procesador del MSC tienden a crecer más rápido de lo esperado. Hasta ahora, muchas de las predicciones, considerando el número de nuevos abonados móviles en redes celulares, han sido excedidas varias veces. Por ejemplo, en Estocolmo, hay 50,000 abonados móviles hoy en día, contra los 20,000 considerados hace algunos años. Esto significa que el operador celular debe ser muy cuidadoso cuando elige un proveedor, asegurándose siempre, que el sistema pueda crecer mucho más rápido de lo esperado, que el MSC pueda cubrir los requerimientos de capacidad de procesamiento.

Ericsson ofrece comúnmente dos diferentes procesadores centrales:

- El procesador central APZ 211 puede utilizarse para centrales de necesidades medianas.
- El procesador central APZ 212 puede ser usado para requerimientos extremos, tales como enormes áreas metropolitanas.

Un factor importante es que los procesadores son completamente compatibles, de hecho, en la expansión de una aplicación, se puede realizar la conmutación del APZ 211 al APZ 212, sin dejar al sistema fuera de servicio.

El sistema APZ puede ser dividido en los siguientes subsistemas:

- Subsistema de procesador central (CPS)
- Subsistema de procesadores regionales (RPS)
- Subsistema de mantenimiento (MAS)
- Subsistema de entrada/salida (IOS)

ó los siguientes subsistemas como alternativa a IOS:

- Subsistema de comunicación hombre-máquina (MCS)
- Subsistema de procesador de soporte (SPS)
- Subsistema de comunicación de datos (DCS)
- Subsistema de administración de archivos (FMS)

Subsistema de procesador central (CPS)

El CPS consiste de hardware y software. El hardware está formado por un par de procesadores centrales (CPs). El CPS almacena y ejecuta el software del procesador central para el sistema de conmutación, manejando las funciones más complejas. Realiza funciones tales como administración de trabajos, manejo de almacén (memoria), carga y cambio de programas, etc.

Subsistema de procesador regional (RPS)

El RPS consiste de hardware y software. El hardware que se encuentra en el MSC está formado por procesadores regionales (RPs) y terminales de señalización (STCs) . El hardware localizado en las estaciones base consiste de procesadores regionales de modulo de extensión (EMRPs) y terminales de señalización (STRs).

El software del RP y EMRP almacena y ejecuta el software regional para el sistema de conmutación, son tareas de manejo sencillo, control de ritmo de trabajo, tareas de alta capacidad.

STC y STR manejan la conmutación de datos entre el MSC y la estación base.

Subsistema de mantenimiento (MAS)

El más supervisa la correcta operación del sistema de procesamiento de datos. Localiza fallas de hardware y errores de software, y toma acciones para minimizar los efectos de tales fallas o errores.

Subsistema de entrada/salida (IOS) ALTI

Este sistema maneja la comunicación hombre-máquina, por medio de comandos impresos, así como la entrada y salida de datos en cintas magnéticas, enlaces de datos, cintas de cassettes y la distribución de alarmas hacia el panel visual de alarmas.

II.4.2 Diagrama del Hardware de MSC

La figura 2.25 muestra un diagrama del hardware simplificado del MSC.

AXE en MSC

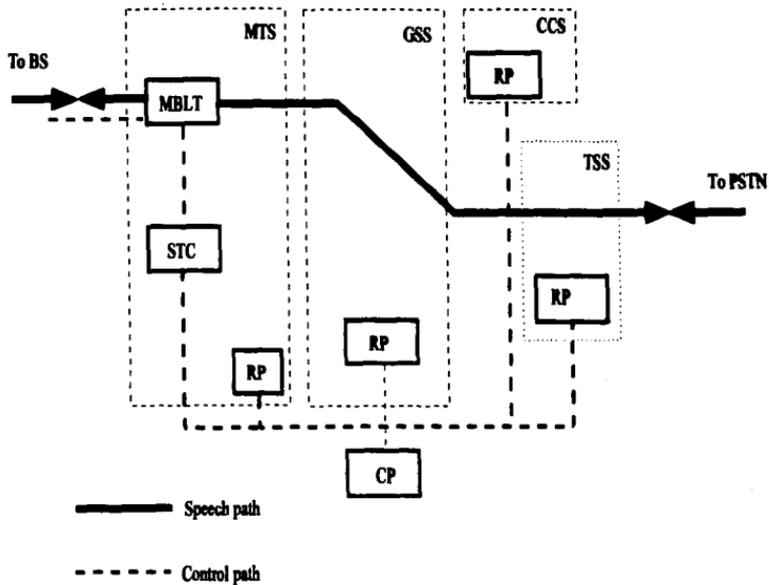


Figura 2.25 Diagrama simplificado de MSC

La figura 2.26 muestra el diagrama del hardware del MSC con más detalle, así como los posibles tipos de conexión con las estaciones base.

Se muestran diferentes alternativas de equipo. La selección de este equipo se hace mediante una demanda específica de aplicación.

AM	Maquina Anunciadora.	MAS	Subsistema de Mantenimiento.
ASD	Circuito de Servicio Auxiliar.	MBLC	Chequeo de la Línea de Estación Base del Teléfono Móvil.
BL	Circuito de doble Línea.	MBLT	Terminal de Línea de Estación Base del Teléfono Móvil.
BS	Estación Base.	MTS	Subsistema de Telefonía Móvil.
CCS	Subsistema de Señalización por Canal Común.	OMS	Subsistema de Operación y Mantenimiento.
CPS	Subsistema de Procesador Central.	OTC	Circuito Troncal de Salida.
CRD	Circuito Receptor de Código.	PCD-D	Circuito Digital de Código de Pulsos.
CSD	Circuito Transmisor de Código.	RCG	Grupo de Radiocanales.
DAM	Maquina Anunciadora Digital.	RD	Circuito Grabador.
ERI	Interfaz Central/Equipo de Radio.	RP	Procesador Regional.
ETC	Enlace de Control.	RPS	Subsistema de Procesadores Regionales.
GSS	Subsistema de Selector de Grupo.	ST - 7	Terminal de Señalización CCITT No. 7
I/O	Entrada/Salida.	STC	Terminal Central de Señalización.
IOS	Subsistema de Entrada/Salida.	TCD	Circuito de Código de Tono.
ITC	Circuito Troncal de Entrada.	TCON	Conexión de Prueba.
KR	Receptor de Código Clave.	TSS	Subsistema de Troncales y Señalización.

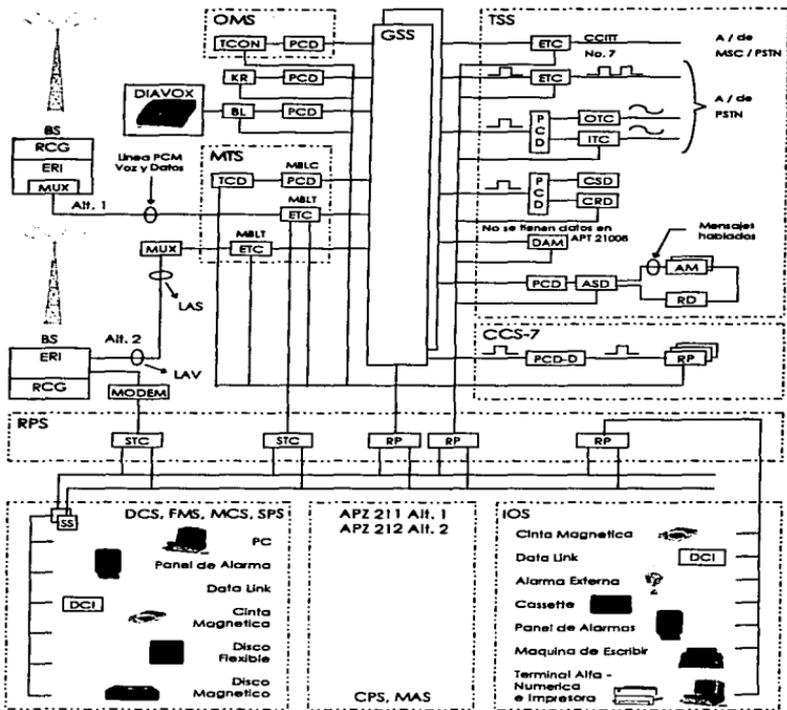


Figura 2.26
Diagrama del Hardware de MSC

II.5 SUBSISTEMA DE TELEFONIA MOVIL (MTS).

En una central AXE 10 local, la interfaz entre los abonados ordinarios y las funciones de manejo de tráfico interno de la central se incorpora en el **Subsistema de Paso de Abonado (SSS)**. En el MSC, el SSS ha sido reemplazado por el **Subsistema de Telefonía Móvil (MTS)**. La mayor dificultad es que ahí no hay líneas de conexión en MSC que identifiquen particularmente al abonado, como en una central local. Este es el porque el número de la estación móvil debe ser enviado al MSC para todos los accesos al sistema y el MTS verá que el abonado sea identificado. En el caso de un abonado visitante, esto implicará un diálogo con otros MSCs. Para enfrentar estos requerimientos, se deben de implementar las funciones necesarias en el MTS. Sin embargo, considerando algunas otras funciones tales como categorías y servicios de abonado común, se emplean los bloques AXE disponibles a los cuales tiene acceso el MTS vía las interfaces software.

El MTS incorporaba cerca de 70 bloques hasta antes de 1987 y extendió a otros 30 a finales de 1987. Las funciones más importantes que maneja el MTS son las siguientes:

- Procedimientos de establecimiento de llamadas, tales como recepción de llamadas originadas desde los abonados móviles, la selección del canal de voz y el voceo de las estaciones móviles. Esto también involucra la señalización de datos hacia las estaciones móviles.

- Provisión continua de canales de voz para llamadas establecidas, como las de los abonados que se mueven entre células. Esto también involucra señalización de datos hacia las estaciones móviles.
- Guardando la información acerca de la ubicación del abonado.
- Provisión de datos de abonados móviles, así como la configuración de la red celular y los parámetros de control del tráfico asociados.
- Observación del desempeño de la red de radio en términos de estadísticas generales y grabación detallada.
- Mantenimiento de las estaciones base.

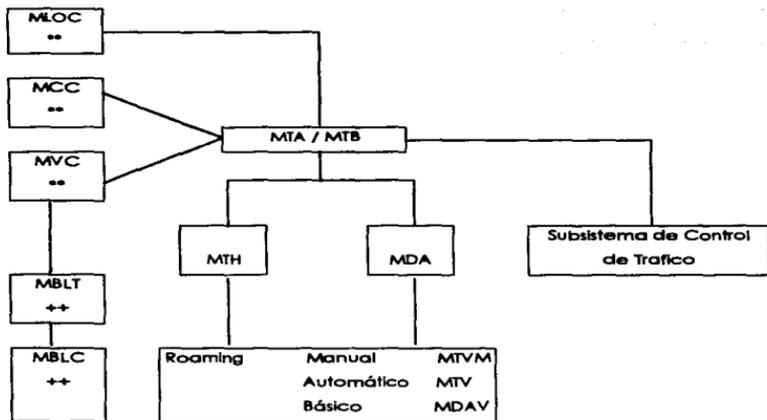
II.5.1 Manejo de tráfico, bloques en MTS.

Los bloques en el MTS pueden ser agrupados como sigue:

- Manejo de tráfico.
- Administración.
- Mantenimiento.

La siguiente descripción únicamente tratará el manejo de tráfico.

La figura 2.27 muestra los bloques del manejo de tráfico más importantes incorporados en el MTS. Las funciones de roaming se implementan solamente cuando el sistema contiene más de un MSC.



- ** Software regional y unidades de canal localizadas en la BS.
- ++ Software y hardware regional localizado en MSC

Figura 2.27

Diagrama simplificado de software (Manejo de tráfico).

MLOC	Localización en Telefonía Móvil.
MCC	Canales de Control de Telefonía Móvil.
MVC	Canales de Voz del Teléfono Móvil.
MBLT	Terminal de Línea de Estación Base del Teléfono Móvil.
MBLC	Cheque de la Línea de Estación Base de Telefonía Móvil.
MTA	Abonado-A de Telefonía Móvil.
MTB	Abonado-B de Telefonía Móvil.
MTH	Abonado de Casa de Telefonía Móvil.
MDA	Análisis de Dígito de Telefonía Móvil
MTVM	Abonado Visitante de Telefonía Móvil (Manual)
MDAV	Análisis de Dígito para Visitantes de Telefonía Móvil
MTV	Abonado Visitante de Telefonía Móvil

Terminal de línea de estación base del teléfono móvil (MBLT).

MBLT controla y supervisa la interfaz de hardware (ETC) para las líneas de la estación base. Esta también envía tonos audibles a los abonados involucrados, es decir: ocupado, señal de campana y tono de congestión a la estación móvil y tonos de campana a la red pública. Hay dos versiones de MBLT.

- MBLT 24 interfazando la línea PCM de 24 canales (1.5 Mb/s).
- MBLT 32 interfazando la línea PCM de 32 canales (2 Mb/s).

MBLT está implementado en software central MBLTU, software regional MBLTR, y el hardware ETC. Cada interfaz de canal PCM (bidireccional) está asociada con un MBLT (figura 2.28). Por ejemplo, la primera línea PCM de 32 canales está interfazada por los siguientes MBLTs particulares: MBLT-0, MBLT-1,, MBLT-31; seguidos por: MBLT-32, MBLT-33,, MBLT-63 para la próxima línea PCM etc. Una MBLT particular se marca ocupada (en datos) para cada conversación.

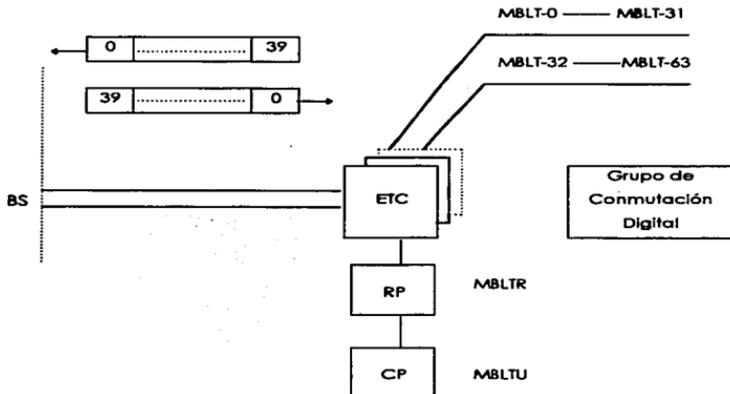


Figura 2.28
Estructura de bloques de MBLT32

Chequeo de la línea de estación base de telefonía móvil, MBLC.

El bloque MBLC maneja el chequeo continuo de la línea de voz antes de establecer la llamada. El chequeo continuo es realizado de la siguiente manera: se envía un tono por un dispositivo MBLC y se transfiere a través del selector de grupo al canal PCM seleccionado, regresado en la unidad de canal de voz en la estación base y checado por el MBLC en el regreso. Si el chequeo falla, el MBLC emite información acerca de este hecho y se seleccionará otra línea de voz. El MBLC está implementado en software central MBLCU, software regional MBLCR y hardware TCD (dispositivos MBLC). Se encuentran cuatro dispositivos en cada magazín. (figura 2.29)

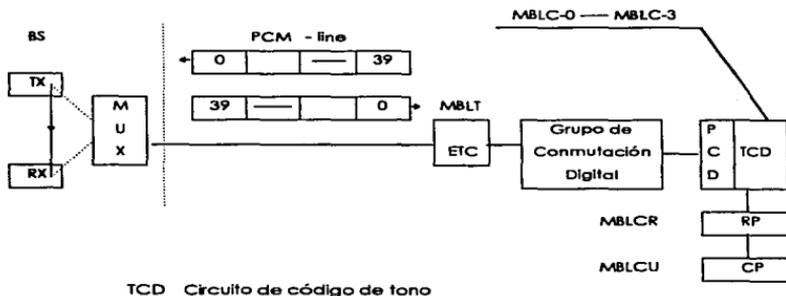


Figura 2.29

MBLC y el chequeo de continuidad.

Canales de control de telefonía móvil, MCC.

El bloque MCC maneja el canal de control de señalización a través del envío de mensajes de control de relleno, así como acceso de una estación móvil, voceo, designación inicial de canal de voz, etc., (figura 2.30).

El MCC contiene tres archivos:

- 1.- Un archivo, conteniendo entre otras cosas información del número de canales de control en operación (NAC y NPC), y la información especificando a cual de las estaciones móviles se le solicitó enviar el número de serie, o efectuar un registro periódico, etc.
- 2.- Un archivo, que contiene información individual para cada canal de control. Cada información especifica el estado de la unidad de control (ocupada, bloqueada, etc.), en qué célula se localiza la unidad de control, el número de canal y el código de color digital.
- 3.- Un archivo que guarda información individual de las células. Cada información contiene datos tales como el nivel de potencia recomendado para ser usado por una estación móvil durante un acceso al sistema, identidad de área de servicio (CMS 8800) o identidad de área (CMS 8810).

Canales de voz de telefonía móvil, MVC.

El bloque MVC maneja los canales de voz (figura 2.30). Involucra la señalización hacia/desde las estaciones móviles, principalmente durante el handoff. La calidad de conversación en la trayectoria de radio se supervisa, las ordenes para cambiar la potencia de salida de la estación móvil se envían y se inicia la solicitud de handoff.

MVC contiene un archivo de datos con la siguiente información:

- Información particular para los canales de voz. Cada apartado de canal de voz contiene la información que especifica en qué célula opera dicho canal, el número del canal, la especificación del MBLT particular asociado con la unidad de canal (en otras palabras, cuál canal PCM se emplea), la intensidad de la señal y los valores de umbral de señal a ruido, el nivel inicial de potencia de la estación base recomendado para usarse en el canal de voz en cuestión, etc.

Localización en telefonía móvil, MLOC.

El bloque MLOC controla las funciones de localización (figura 2.30). El hardware lo forman los receptores de intensidad de señal. MLOC da información acerca de donde se puede obtener la *mejor* calidad de radio transmisión para una llamada en progreso. Mantiene todos los datos necesarios para mediciones y evaluación de resultados.

Estructura de bloques de MCC, MVC, MLOC.

La figura 2.30 presenta la estructura a bloques. Los bloques se implementan en el software central (MCCU, MVCU, MLOCU) en MSC, en el software regional, por ejemplo en EMRPs (MCCR, MVCR, MLOCR), y las unidades de control (CUs).

Como se mencionó anteriormente, el software central mantiene datos acerca de todos los individuos de todas las estaciones base. Son llamados dispositivos de canal y están numerados consecutivamente, como: MCC-0, MCC-1 etc; MVC-0, MVC-1 etc; MLOC-0, MLOC-1 etc.

El software regional en las estaciones base maneja sólo sus dispositivos de canal. Cada EMRP (o par de EMRP) puede controlar como máximo 8 MCCs, 8 MLOCs y 32 MVCs.

Cada bloque contiene rutinas para la administración del dispositivo de canal como por ejemplo: la carga del software en la CU, bloqueo/desbloqueo y el mantenimiento de, por ejemplo: la exploración de los dispositivos de canal, etc.

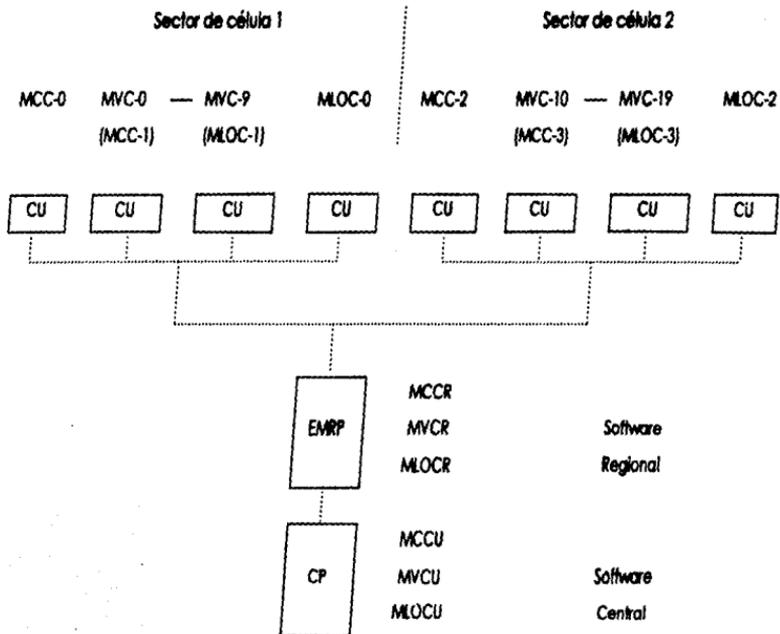


Figura 2.30

Estructura a bloques de MCC, MVC y MLOC

Abonado-A de telefonía móvil (MTA).

El bloque coordina las funciones del manejo de tráfico para las llamadas originadas, por ejemplo: cuando el abonado móvil es el abonado-A. MTA decide acerca de las acciones apropiadas y distribuye las órdenes para los bloques relevantes contenidos en el MTS y para los otros subsistemas.

Abonado-B de telefonía móvil (MTB).

El bloque realiza las funciones del manejo de tráfico de una manera similar al MTA pero para llamadas terminales, por ejemplo: cuando el abonado móvil es el abonado-B.

Abonado de casa de telefonía móvil (MTH).

El bloque maneja los datos del abonado ubicados en el MTS, para los propios abonados móviles. Cada archivo en MTH contiene por ejemplo:

- Estado del abonado.
- Categorías.
- Localización del abonado (área de localización para CMS 8810, identificación del MSC visitado si el propio abonado está visitando otro MSC, etc.).

- Número de serie.
- Referencia para los datos de abonado remanentes en el subsistema TCS.

Existe una relación de abonado para cada abonado *propio*. Cada relación-MTH se enlaza a una relación de SC (categorías de abonado) que contiene el número del abonado y las categorías de abonado.

Abonado visitante de telefonía móvil (MTV).

El bloque maneja los datos de abonados distribuidos en el MTS para visitantes desde una central cooperante con la red de roaming automático.

Cada relación del abonado en MTV contiene, por ejemplo:

- Estado de abonado.
- Número de la estación móvil.
- Categorías.
- Número de serie.
- Referencia de los datos de abonado remanentes en el subsistema TCS.

Existe un gran número de relaciones de abonado en MTV. Se toma una relación MTV cuando un nuevo visitante es identificado, los datos relevantes acerca del abonado son confirmados desde su MSC de *casa* y almacenados en esta relación hasta que el abonado se va a otro MSC. La relación entonces se libera y puede ser usada por otro visitante.

Cada registro MTV se enlaza a un registro SC (categorías de abonado) conteniendo entre otras cosas un número interno de MSC. Este enlace brinda una referencia para un número interno MSC llamado número de roaming. El número de roaming será utilizado cuando la llamada sea enrutada a través de la red para el abonado visitante, lo cual es importante para el MSC-V.

Análisis de dígito de telefonía móvil (MDA).

El bloque realiza el análisis del número de la estación móvil (figura 2.31). El análisis puede entregar uno de los siguientes resultados:

- Abonado propio. En cuyo caso se da un apuntador al registro del abonado en MTH.
- Abonado visitante. Después de consultar MDAV, se da un apuntador al registro de abonado en MTV.
- El número no está especificado en el MDA. La estación móvil es considerada como desconocida. Esto normalmente resultará en una conexión a una máquina anunciadora o a una operadora.

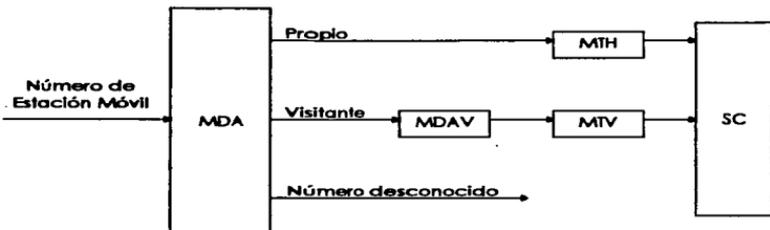


Figura 2.31
Análisis de dígito de telefonía móvil.

Análisis de dígito para visitantes de telefonía móvil (MDAV).

El bloque es ordenado por MDA, para encontrar cual de los visitantes es nuevo. Cada número de estación móvil visitante se almacena en MDAV, el cual en su momento es enlazado hacia un registro de abonado en MTV.

II.5.2 Casos de tráfico.

La figura 2.32 muestra la interrelación entre los bloques de manejo de tráfico básico en MTS.

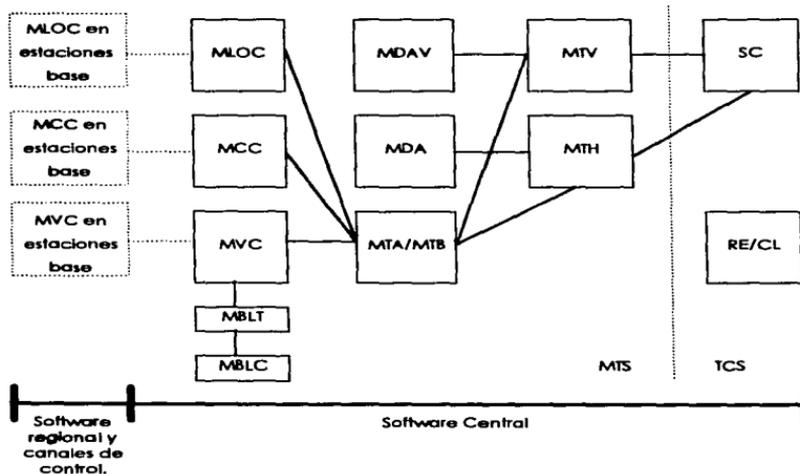


Figura 2.32
Manejo de tráfico, diagrama de software.

Llamada a un abonado móvil.

El MSC recibe el número-B desde la PSTN o desde un abonado móvil vía una estación base. El número es almacenado en RE (registro) el cual ordena al Bloque DA (Análisis de Dígitos) realizar el análisis de dígitos. Como el número-B ha sido analizado por DA mostrando que la llamada es una llamada terminal, el RE recibe el apuntador SC (categorías de abonado) de número de abonado en cuestión. El análisis de la categoría del abonado es realizado y teniendo que el abonado no está marcado, el SC es ordenado a marcar ocupado al abonado. Puesto que SC no tiene toda la información requerida, MTH es avisado. MTH también checa en el registro del abonado si el abonado está localizado en el MSC, si es así, el abonado es marcado ocupado en MTH y se toma un MTB en particular (figura 2.33).



Figura 2.33

Se toma un MTB en particular.

MTB ordena a MCC vocear al abonado móvil. La orden de voceo es enviada al MCC particular en las estaciones base y el voceo es transmitido vía el canal de control correspondiente.

En la estación móvil el **reconocimiento de voceo** (vía una célula) es recibido por MCC, y la localización del abonado es determinada. La identidad de la célula junto con el número de la estación móvil son almacenados en MTB.

Si no hay respuesta del voceo, un mensaje audible es enviado al que llama o la llamada puede ser reentrutada en caso de servicios a abonado.

El MVC es ordenado a tomar y marcar ocupado a un canal de voz libre en la célula donde la respuesta fue detectada. Si un canal de voz libre no está disponible se puede enviar un reintento directo a la estación móvil, es decir, checar cual de las células adyacentes tiene la mejor recepción y seleccionar un canal libre ahí localizado.

De otra manera, MVC puede informar al MTB que el canal se ha tomado. Esta información contiene entre otros datos:

- El número de canal, el SAT alternativo y el nivel de potencia recomendado.

Así, cada MVC individual es enlazado en datos (y por hardware) con un MBLT individual, el MBLC puede realizar el chequeo de continuidad. Después, del chequeo exitoso de continuidad de la línea de voz, el MTB puede ordenar al MVC arrancar al transmisor de canal de voz.

MTB ordena al MCC enviar el mensaje de designación de canal de voz (figura 2.34).

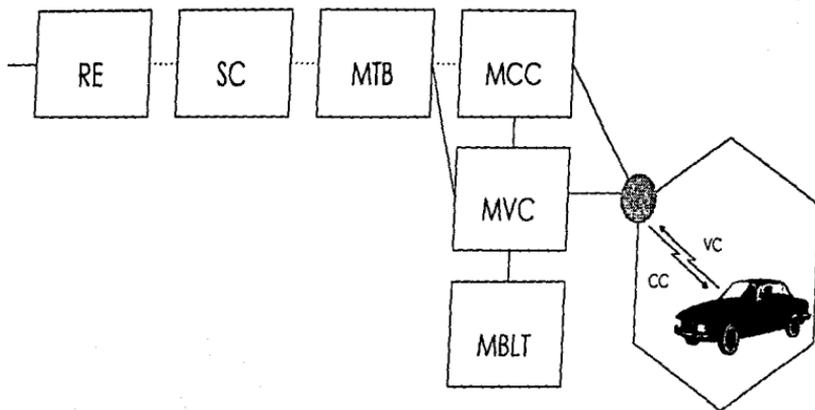


Figura 2.34
 Disposición del enlace para la designación
 del canal de voz

Cuando MVC detecta que la estación móvil está siendo sintonizada al canal de voz informa al MTB acerca de esto y se inicia una conexión.

Un mensaje de orden de señal de campana se envía a la estación móvil por MVC y el tono de control de campana es enviado al abonado B por MBLT.

Cuando el abonado móvil responde, se inicia una supervisión de llamada en CL (*llamada de supervisión*) y MVC (figura 2.35)

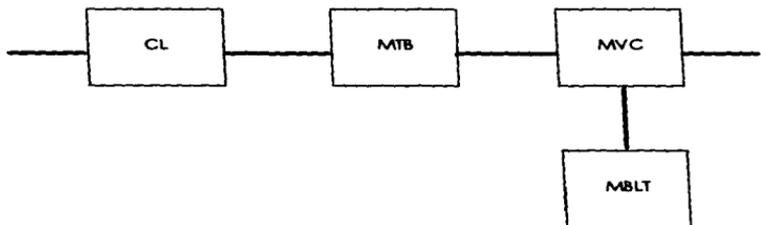


Figura 2.35
Conexión.

Cuando la llamada es terminada, se inicia el procedimiento de liberación de todos los enlaces de software. El canal de voz en MVC, la línea de voz en MBLT y el registro del abonado móvil en MTH son marcados como libres.

Llamada desde un abonado móvil.

Cuando un abonado móvil realiza una llamada, un mensaje de acceso llevando el número de la estación móvil, el número de serie y el número del abonado B marcado se recibe por un MCC particular en la estación libre y mandado al software central (figura 2.36).

MCC ordena a MTA tomar un registro MTA libre. El registro MTA tomado solicita a MTA realizar el análisis del número de la estación móvil.

MDA permite el acceso al registro del abonado en MTH (o MTV) (después de checar si es necesario el número de serie, etc.).

MTA pide a MVC tomar y marcar ocupado un canal de voz libre. Si un canal de voz libre no está disponible, se envía un reintento direccionada a la estación móvil.

Después del chequeo de continuidad de la línea de voz, se le ordena a la unidad de canal de voz encender el transmisor y se envía el mensaje de designación del canal de voz.

MTA es informado por MVC cuando la estación móvil está ahora conectada. MTA pide un registro (RE) para llevar una relación. El MTA provee a RE con el número del abonado B. Las categorías y orígenes son también dados por el subsistema TCS.

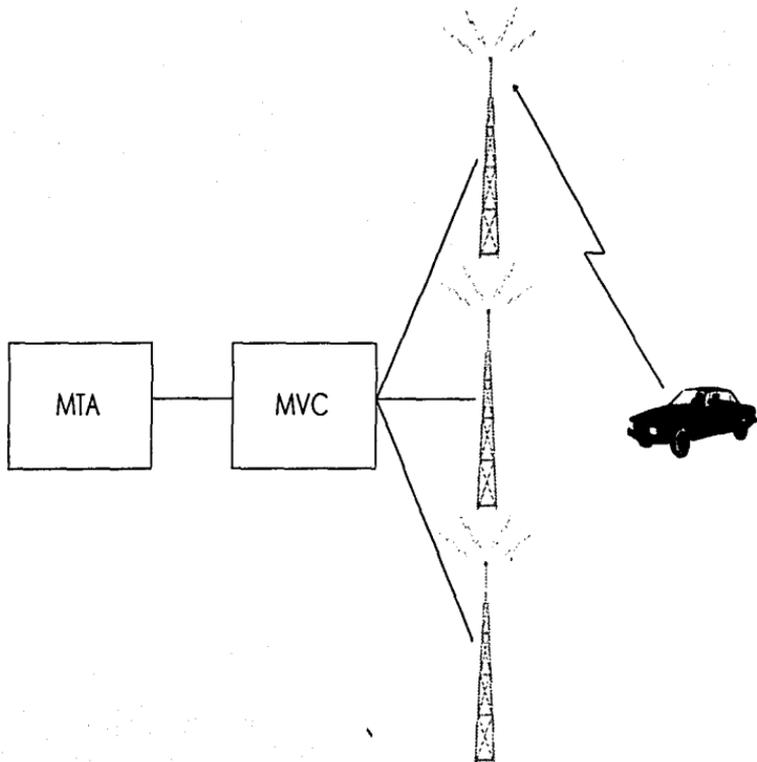


Figura 2.36
Recepción de llamada

TCS controla el establecimiento de la llamada por el número marcado. Después de la conexión, el tono de control de campana desde la central terminal puede ser oído por el abonado que llama y con la contestación del abonado B, se puede iniciar la conversación. Si se solicita, se envía una tasa de cobro para la estación móvil-B que respondió la llamada.

Si el abonado llamado es encontrado ocupado u ocurre una congestión, la llamada es liberada y un mensaje audible es enviado al abonado que llama. La supervisión y la liberación de la llamada son realizadas de igual manera que el caso anterior, con la única excepción de que MTA se involucra en todo el procedimiento en vez de MTB.

Localización y Handoff.

La localización es iniciada por el canal de voz en la estación base cuando la calidad de transmisión de una llamada ha caído en un nivel inaceptable.

MVC informa a MTA acerca de este hecho y MTA manda el requerimiento de localización a MLOC.

MOC encontrará la mejor calidad de radio transmisión solicitando a las células vecinas los resultados de medición que están almacenados en sus MLOC individuales (receptores de intensidad de señal) y por la evaluación de esos resultados. (figura 2.37).

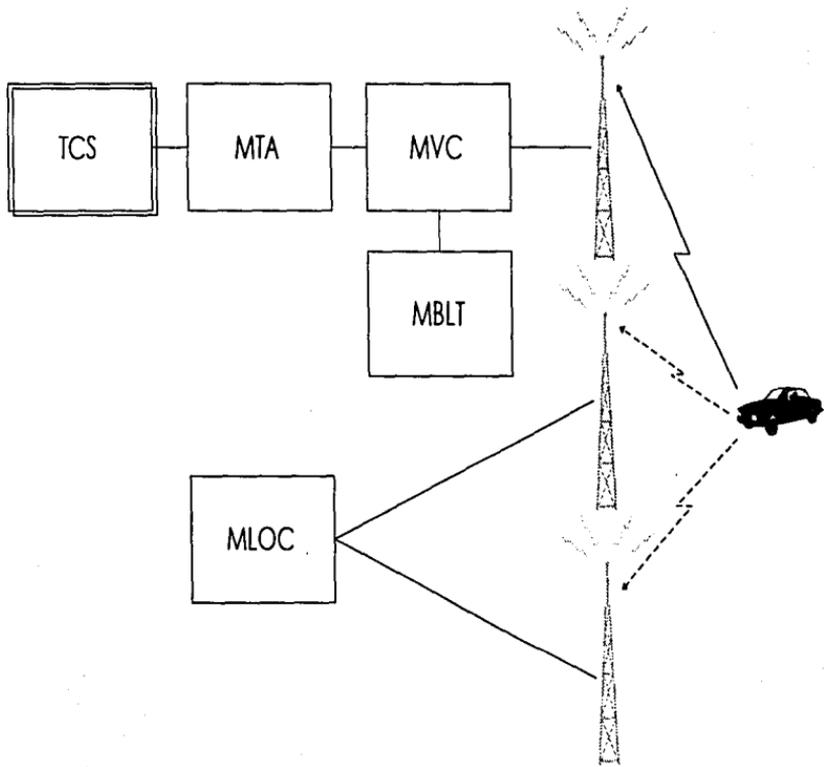


Figura 2.37
Localización

Si una célula vecina califica para tomar la llamada, MLOC ordena a MVC seleccionar un canal de voz libre. Ahí se inicia el handoff, lo cual implica que se realizará la conmutación de llamadas entre células.

MTA requiere el permiso de TCS para conmutar la trayectoria en el selector de grupo. Después MVC es requerido para transferir un mensaje de handoff (mensaje de orden de designación de canal) a la estación móvil.

La trayectoria del selector de grupo es conmutada después de que el MVC ha sido informado a MTA que el tono de sincronización (ST) en el antiguo canal ha sido detectado y la estación móvil se ha sintonizado al nuevo canal. El antiguo canal es ahora desconectado y la llamada continúa vía el nuevo canal. (figura 2.38)

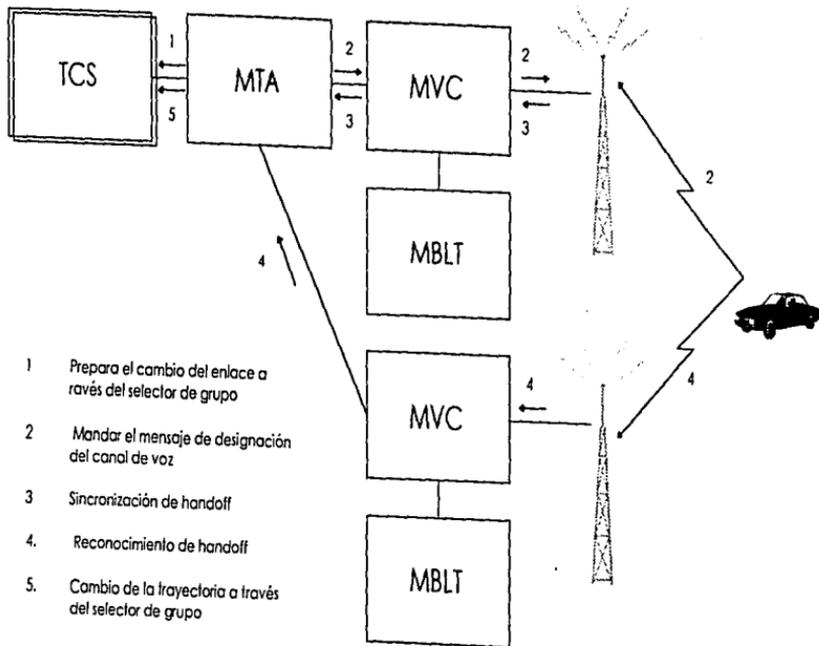


Figura 2.38
Handoff

II.6 LA ESTACION MOVIL

Al equipo del abonado móvil se le llama estación móvil (MS). Las estaciones móviles son construidas por un número de fabricantes independientes. Esto es el porque el diseño de las estaciones móviles y las facilidades de abonado implementadas en ellos puede variar. (figura II.6.1)

Las estaciones móviles pueden ser usadas para diferentes aplicaciones tales como:

- La estación móvil instalada en un auto.
- Transportable, puede ser llevada en la mano. Esto es a menudo un doble papel, es un teléfono que puede ser usado como un teléfono móvil instalado en un carro pero también puede ser fácilmente removido para ser llevado, por ejemplo en un bote o simplemente llevado en la mano cuando se necesita.
- Manual. Una pequeña unidad portable con baja potencia de salida.
- Permanentemente usados como sustituto de teléfonos ordinarios en lugares remotos fuera del área de PSTN, pero con una cobertura celular determinada.
- Usados como teléfonos públicos en trenes, embarcaciones, etc. Esto requerirá de información de tasación que se enviara en el canal de radio de voz.

II.4.1 Potencia de salida de la estación móvil.

Se emplean niveles de potencia bajos en estaciones móviles, comparados con la estación base. Gracias a la diversidad de avanzados sistemas receptores en la estación base, se pueden aceptar señales de nivel bajo recibidas desde las estaciones móviles.

La máxima potencia de salida es de alrededor de 3 Watts para la estación móvil instalada en el carro y alrededor de 1 Watt para el teléfono manual. La estación móvil en el acceso a MSC, envía su marca de clase de estación (SCM), lo cual indica su máxima potencia de salida disponible.

Todas las estaciones son informadas en le canal de control acerca del nivel de potencia inicial que deben usar. En células pequeñas la potencia debe ser más pequeña que en células mayores. Esto es muy importante para el reuso de frecuencias, porque dos células usando las mismas frecuencias en una configuración de célula pequeña, están muy cerca una de la otra y puede originarse fácilmente la interferencia de canales.

Durante una conversación en progreso, la estación móvil puede ser requerida por la estación base para subir o bajar su potencia de salida. Esto es porque la estación móvil puede estar, en algún momento lejos de la estación base la cual cubre la conversación, y en otro momento se puede mover cerca de la estación base. Por estas razones la estación móvil puede atenuar automáticamente (en orden) su nivel de potencia máxima en 8 pasos:

Paso	Nivel de atenuación.
0	No atenuado, es decir, 3 Watts (para una estación móvil instalada en el auto).
1	4 dB
2	8 dB
3	12 dB
4	16 dB
5	20 dB
6	24 dB
7	28 dB

Diagrama a bloques de las unidades funcionales.

El diagrama a bloques de las unidades funcionales se presenta en la figura 2.39.

La **parte operacional** es controlada por un microprocesador y esto es porque ahí se pueden implementar un número de facilidades de abonado. Hoy en día, la parte operacional es comúnmente incorporada en el propio microtelefono.

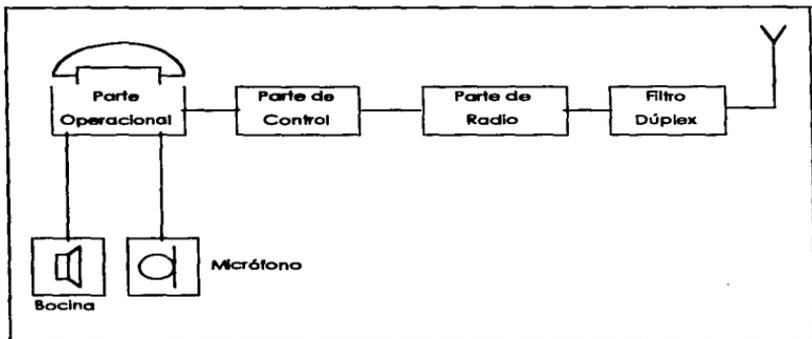


Figura 2.39
Las Unidades Funcionales en la Estación Móvil.

La parte operacional contiene un teclado push-button y un display para los dígitos marcados. La sensibilidad de las teclas marcadas y la operación del display de cristal líquido son manejados por el microprocesador antes mencionado.

La parte de control, la cual esta también basada en un microprocesador, maneja las siguientes tareas:

- La señalización de datos en la trayectoria de radio.
- Control de la parte de radio tal como la selección de canal, inicio del transmisor, apertura de una trayectoria de canal, decisión acerca de cuando el SAT puede o no ser introducido en un bucle.
- La comunicación con la parte operacional como por ejemplo durante la recepción del número de B marcado para ser enviado en la trayectoria de radio.

La parte de radio (transmisor, receptor y amplificador de potencia), cuyas funciones son muy similares a la parte de radio en las estaciones base.

Filtro dúplex, es usado para transmisión y recepción simultáneas, vía la misma antena en la trayectoria de radio.

Bocina y micrófono adicionales pueden ser instalados para la operación a manos libres.

II.6.2 Rastreo de los canales de control por la estación móvil.

Con el objeto de sintonizar el mejor canal de control, la estación móvil debe de buscar a través de los canales de control existentes. Esto es llamado rastreo de los canales de control. El rastreo puede ser iniciado porque la unidad lógica de la estación móvil automáticamente inserta el primer número del canal de control en el generador de frecuencia.

El receptor detectara si la calidad de recepción es buena. Si no, el rastreo continua de manera que el próximo canal pueda ser seleccionado, etc., hasta que se han tratado los 21 canales de control. Por supuesto, uno de los canales de control debe tener buena calidad, de otra forma la estación móvil esta fuera del radio de cobertura.

El tiempo para sintonizar de un canal a otro, también llamado tiempo de conmutación de canal, es aproximadamente de 20 mseg. para los canales adyacentes lo cual es el caso cuando los canales de control son rastreados. El tiempo correspondiente a los canales no adyacentes es de 40 mseg.

II.6.3 Pre-programación de una estación móvil:

Entre las partes de información que deben ser pre-programadas antes de la instalación de la estación móvil, las más importantes son:

- **El número de la estación móvil (MSNB)**, el cual es siempre el número de identidad usado en la trayectoria de radio. MSNB esta dividido en dos partes: tres dígitos más significativos y siete menos significativos.

- **El número de serie**, Únicamente identifica la estación móvil. El número de serie lo brinda el fabricante y no puede ser alterado nunca. Este es enviado por la estación móvil en el canal de control cuando el SPOM requiere los números de serie para ser enviados.

- **Identidad del sistema** (sistema A ó B) y la **Identidad del operador celular**.

- **Marca de clase de la estación (SCM)**, indicando la potencia de salida máxima de la estación móvil y el tipo de estación móvil. El SCM indica también cuál estación móvil puede sintonizar a las frecuencias contenidas en la banda de frecuencia extendida. Si este es el caso, el MSC seleccionará, durante la fase del establecimiento de la llamada, en primer lugar a uno de los canales extendidos para la conversación. El MSC es enviado por la estación móvil.

- **Localización de los canales de control**, indicando donde se va a encontrar el primer canal de control contenido en la banda de frecuencia. Esta información se usa durante la exploración de los canales de control.

- **Clase de acceso de sobrecarga**, haciendo posible privar a ciertos abonados móviles del acceso al MSC.

II.4.4 Memoria dinámica.

La memoria dinámica (lectura/escritura) significa que la información contenida puede ser cambiada por el programa del microprocesador. Esto significa también que cuando la estación móvil esta en OFF y fuera de uso por más de 24 horas, la información será borrada.

La memoria se actualiza continuamente con los datos recibidos desde MSC. Las acciones de la estación móvil serán determinadas por estos datos. Aquí se dan algunos ejemplos:

- Envío del número de serie.
- Envío sólo de 7 dígitos como el número de la estación móvil.
- Realización del registro periódico.
- Identificación del sistema o identificación de área, lo cual puede resultar en el registro de la localización de la estación móvil.
- Uso del nivel de potencia inicial específico durante el acceso.

II.7 CONEXIONES ENTRE MSC Y LAS ESTACIONES BASE.

II.7.1 Transmisión entre MSC y BS.

Cada estación base está conectada a un MSC en un tipo de conexión de 4 hilos. La transmisión involucra diferentes medios tales como cable coaxial, cable óptico o sistemas de radio, y diferentes modos de transmisión (analógica o digital).

La red de transmisión está formada a menudo por líneas básicas rentadas a una compañía telefónica, pero una solución económicamente viable para el operador de sistema celular algunas veces, es involucrar el uso de medios de transmisión independientes para partes seleccionadas de la red de transmisión, o en algunos casos para toda la red.

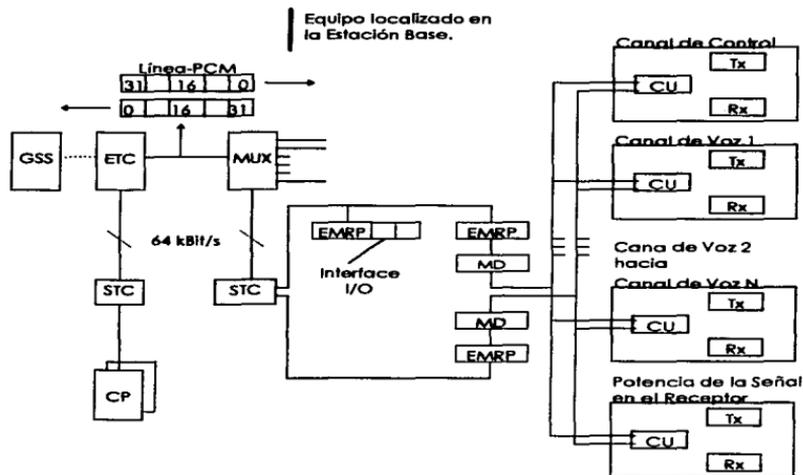
II.7.2 Comunicación de datos MSC-Estación Base.

La comunicación entre MSC y la estación base (BS) toma lugar en los siguientes casos:

- Cuando el MSC origina un mensaje para la estación móvil que será enviado tanto por un canal de control como por un canal de voz.
- Cuando MSC recibe un mensaje desde la BS.

- Cuando MSC recibe un mensaje desde la BS, como por ejemplo un requerimiento de handoff.
- Cuando MSC envía un mensaje hacia la BS como por ejemplo solicitud para la medición-resultado en una posición.
- Cuando MSC recibe un mensaje de alarma por una falla de radio, como por ejemplo falla de transmisión, falla de alimentación ó por falla en cualquier unidad ERI, etc.
- Cuando MSC recibe un mensaje originado por el personal que utiliza una terminal I/O en una estación base, emitido por comandos.
- Cuando una alarma externa es detectada porque por ejemplo hubo una falla importante, intrusión en la estación base, fuego, etc.
- Cuando se tienen otros mensajes de mantenimiento, como por ejemplo la carga de una unidad de canal desde el banco de memoria en el MSC, pruebas de rutina de las unidades de memoria o de EMRPs, etc., que son realizadas.

La figura 2.40 presenta un diagrama de hardware enfatizando en la transmisión de datos entre MSC y una BS. La figura muestra una línea PCM de 30/32 canales, en uso. (también pueden emplearse líneas PCM de 24 canales o líneas analógicas).



CP	Procesador Central	CU	Unidad de Control
STC	Terminal Central de Señalización	GSS	Subsistema de Conmutación
ETC	Enlace de Control	Rx	Receptor
MUX	Multiplexor	Tx	Transmisor
EMRP	Módulo de Procesador Regional	"16"	Canal #16 en la línea PCM
MD	Distribuidor de Mensaje	IOIM	Módulo de Interface de E/S

Figura 2.40
Comunicación de datos MSC-BS, empleando una línea PCM de 32 canales.

Por razones de simplicidad, se muestra sólo una línea PCM, pero se discutirán más adelante otras configuraciones. Dependiendo del destino de la información, entrarán en acción las siguientes unidades, para la comunicación de datos.

- CP, STC, STR, EMPR, CU, o
- CP, STC, STR, EMPR, Terminal I/O, o
- CP, STC, STR, EMPR, Alarma externa.

Por razones de seguridad, un par de EMRPs están normalmente localizados para los procesadores de control de dispositivos (CUs). Un EMRP está siempre en el estado ejecutivo mientras los otros en pasivo esperando tomar el control en una situación de falla. El EMRP actúa como maestro. Este explora todos los CUs, por direccionamiento cada 10ms, con el objeto de encontrar si algún mensaje está esperando. En cuyo caso el mensaje será procesado.

La capacidad máxima de control (direccionamiento) de un EMRP (par de EMRPs) es: 8 canales de control, 32 canales de voz y 8 receptores de intensidad de señal.

Se recomienda un EMRP sencilla para el control de una interfaz I/O, la cual normalmente es una impresora portátil, y para el control de la interfaz de la alarma externa. Esto es porque la seguridad de esta comunicación no es de vital importancia.

Las unidades siguientes se emplean sólo como medios de transmisión en la comunicación de datos:

- ETC, canal No. 16 en el enlace PCM de 2 Mbits/s (uno en cada dirección), MUX, MD. El canal No. 16 es llamado **Enlace de Control o Enlace de Señalización**.

Un mensaje desde MSC a una unidad de control específica (CU) se transmitirá de la siguiente forma:

- El CP envía el mensaje a la STC asignada para la estación base en cuestión.
- La etiqueta del mensaje conteniendo la dirección correcta del EMRP, por ejemplo el EMRP que controla a la CU que recibirá el mensaje, se procesa por la STC, así como el contenido del mensaje. Este es enviado entonces de acuerdo al diagrama de señalización por canal común el cual está basado en el protocolo del CCITT No.7.
- STC envía el mensaje a STR por medio de transmisión formado por ETC, el canal 16 en el enlace PCM y el MUX. ETC y MUX aseguran que el flujo de datos a 64 Kbits/s está insertado correctamente en el canal 16 durante el envío y recuperación del canal 16 durante la recepción.

- La STR recibe el mensaje, asegurándose, de que no ha sido alterado durante la transmisión, por medio del control de check-sum de bits; reformatea el mensaje de señalización y envía el mensaje al EMRP correspondiente vía el EMRP bus.
- El EMRP calcula dirección de CU y envía el mensaje a MD.
- El MD, que está conectado al EMRP, transforma el flujo de datos paralelos en flujo de datos serie, menos sensible a los disturbios de radio, acorde al protocolo HDLC (protocolo de datos de alto nivel).
- La CU reconoce su propia dirección mientras supervisa el flujo de datos por el bus de datos y recupera el mensaje.

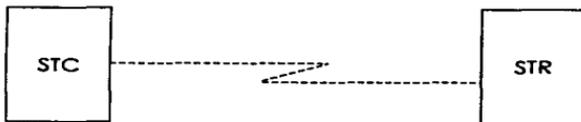


Figura 2.41

Comunicación STC-STR usando el protocolo de señalización por canal común (basado en CCITT No. 7).

II.7.3 Líneas de voz entre MSC y una BS.

Cada canal de radio de voz tiene una línea de voz dedicada bidireccional, entre la unidad de canal de voz en la estación base y el selector de grupo (vía ETC) en MSC.

La figura 2.42 muestra que la voz recibida por un RX en dirección desde el abonado móvil se envía en forma analógica al MUX, el cual realiza una conversión analógica/digital y la inserta en el canal digital PCM asociado. El dato es convertido a la forma analógica y finalmente se direcciona al TX dedicado para la transmisión en la trayectoria de radio. Como se puede ver en la figura 2.42, un MUX interfaza una línea PCM de 2 Mbits/s de 32 canales (un procedimiento similar al descrito ocurre cuando una línea PCM de 24 canales se usa). Debido a que en la línea PCM de 32 canales el canal No. 0 se usa normalmente para la sincronización y transmisión de alarmas, y el canal No. 16 para la transmisión de datos, una línea PCM será capaz de servir a 30 canales de voz.

Un procesador regional (RP) ilustrado en la figura 2.42 será informado por el ETC si la calidad de transmisión en el enlace PCM no es como la requerida, y serán tomadas algunas acciones de mantenimiento, como resultado de un Impreso de alarma.

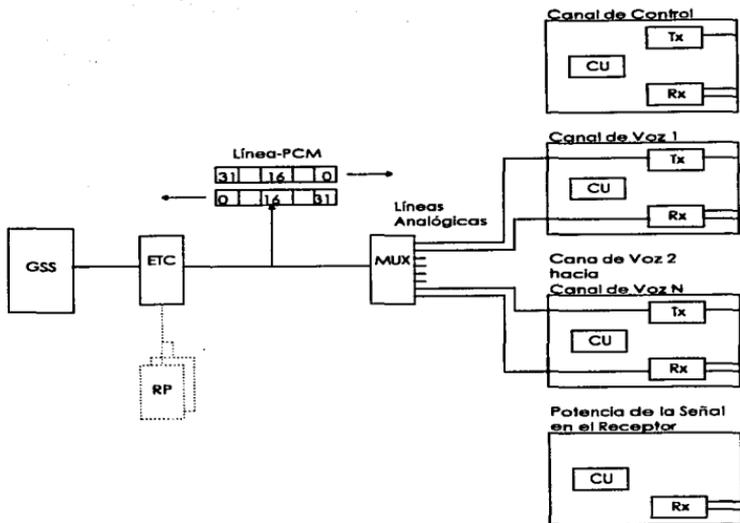


Figura 2.42
Líneas de voz MSC-8S.
 Se usan los canales 1,2, ..., 15 y 17,18, ..., 31.

II.7.4 Conexiones duplicadas

Las discusiones sólo consideraron una configuración denominada PCM sencillo. En caso de falla de una línea PCM, la estación base podría ser **conada** y consecuentemente, todas las estaciones móviles en su área quedarían fuera de servicio. Este es el porque las líneas PCM de una estación base siempre están duplicadas (figura 2.43). Esto también implica una duplicidad de STC, ETC, MUX y STR.

El usar o no cualquiera de las líneas PCM duplicadas es un compromiso entre seguridad y costo. Por supuesto si el número de canales de voz en una estación base es mayor que 30, habrá más de una línea PCM. Consecuentemente el costo del equipo adicional (STC y STR) podría considerarse como una desventaja desde el punto de vista de la importancia de brindar un buen servicio al cliente.

Si una línea PCM llega a fallar en una configuración de control duplicada, el canal No. 16 de otra línea PCM se encargará de la comunicación de datos, y sólo se perderán los canales de voz dedicados de la línea PCM con falla.

La figura 2.43 también ilustra el caso cuando una estación base requiere más de un par EMRP por la gran cantidad de canales. Como se puede ver, la extensión puede ser acompañada por la conexión de otro par de EMRP (o más) al bus existente. En una situación normal, un enlace de control (STC, canal 16 y STR) controla a los EMRPs nones y el otro enlace de control a todos los EMRPs pares, pero cuando un enlace de control falla el otro maneja toda la carga.

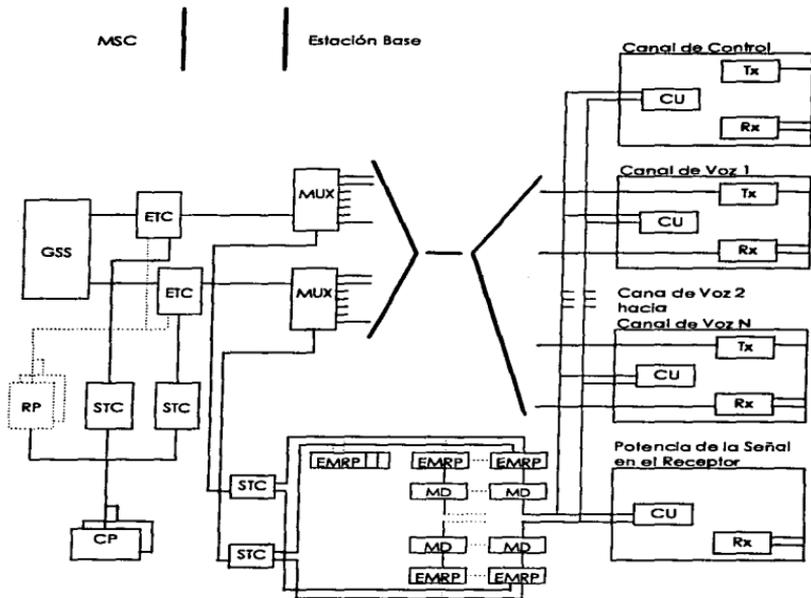


Figura 2.43
Líneas PCM duplicadas

II.7.5 Interfaz de radio de central.

Una de las unidades funcionales de la estación base es la **Interfaz de radio de la central (ERI)**. El ERI comprende las unidades dedicadas a la comunicación de datos. La figura 2.44 presenta un grupo de magazín denominado TSG 30 dentro del cual el equipo corresponde a la configuración de control duplicado, a la que puede ser instalado el ERI.

Debido a que la estación base se alimenta con voltaje de 24 V DC y el equipo de interfaz necesita -48 volts, (voltaje estándar para equipo telefónico), se emplean convertidores DC/DC en la repisa (rack).

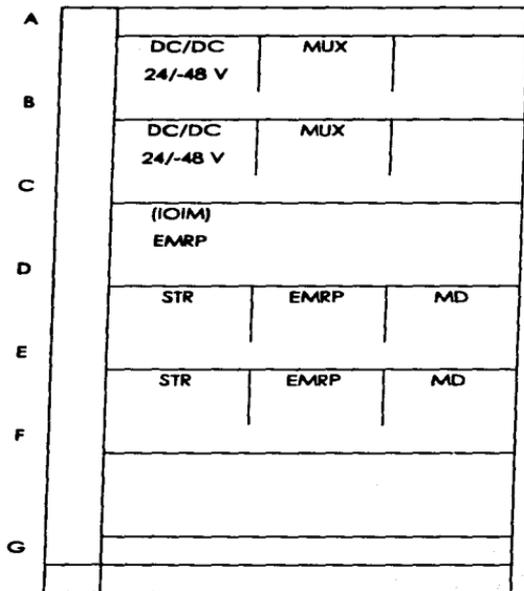


Figura 2.44
Grupo de magazín de TSG 30.

II.7.6 El grupo de módulo de extensión (EMG).

El EMG en una estación base es el equipo designado para controlarla. Este equipo está localizado en la repisa ERI (repisas-racks) y consiste de STR (o par de STRs) y un número de EMRPs. Cada par de EMRP (o sólo un EMRP) se considera como un módulo de extensión (EM). Este es el porque se habla de un grupo de módulo de extensión. Consecuentemente cada módulo de extensión controla las CUs (o impresoras, etc.).

Un EMG se dedica normalmente a controlar una estación base, por ejemplo una célula omnidireccional o tres células sectoriales (figura 2.45). Esto es porque, cuando se conecta una nueva estación base en datos (por comandos) el EMG debe especificarse por nombre o número, así como todos los EMs y el equipo controlado por los EMs. La especificación incluye la configuración de los enlaces de control (sencillo o duplicado).

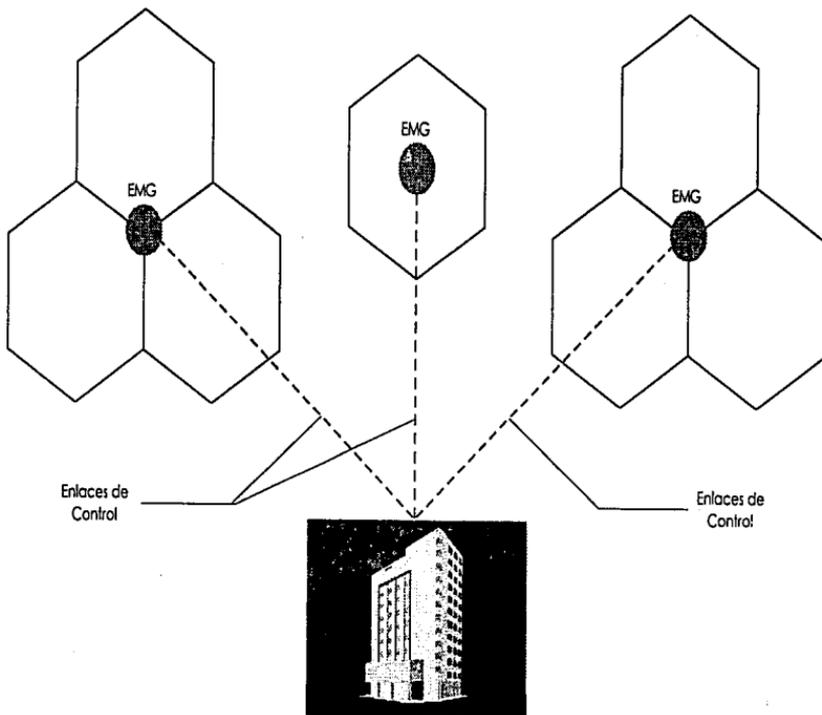


Figura 2.45
Un ejemplo de los Enlaces de Control y los EMG's

II.8 SISTEMAS DE SEÑALIZACION.

II.8.1 Señalización de Datos, Estación Móvil-Estación Base.

La señalización de datos en la trayectoria de radio tiene lugar en los canales de control y puede también ocurrir en los canales de voz. El flujo de datos es generado en el rango de:

- 10 Kbits/s (especificación FCC)
- 8 Kbits/s (especificación TACS)

Previo a la transmisión, el flujo de datos binarios es modulado en el transmisor acorde al principio de la **clave de cambio de frecuencia (FSK)**, lo cual significa que un "1" da una frecuencia constante arriba de la frecuencia portadora del transmisor, y un "0" da una frecuencia constante por debajo de la frecuencia portadora. El canal de control en la dirección desde la BS es llamado **canal de control hacia adelante (FOCC)**, y la información se envía como un flujo continuo de mensajes de datos. El canal de control en la dirección desde MS es llamado **canal de control hacia atrás (RECC)**, y la información es enviada solo cuando cualquiera de las estaciones móviles que están sintonizadas por el canal de control, genera un mensaje de datos.

Los canales de voz pueden portar datos también en la trayectoria de radio. Así como la transmisión de datos se conoce, un canal de voz perteneciente a estación base es llamado *canal de voz hacia adelante (FVC)* mientras que en la dirección desde una estación móvil éste es llamado *canal de voz hacia atrás (RVC)*.

II.8.2 El canal de control hacia adelante (FOCC).

El flujo de datos de FOCC se muestra en la figura 2.46. Los mensajes de señalización son transmitidos en forma de "palabras". Cada palabra se forma de 28 bits los cuales por razones de seguridad, son codificados con un código de corrección de error (código BCH). Este código puede corregir errores de un bit en el flujo de datos. Cuando el patrón presente dos ó más errores, solo podrá ser efectuada la detección. Este código de corrección de error suma 12 bits a una palabra, y así incrementa su tamaño de 40 bits. Cada mensaje iniciará con bits de sincronización seguidos por un par de palabras. Por seguridad extra, cada palabra se repite cinco veces, lo cual implica, según la figura 2.46, que $A1=A2.....=A5$ y que $B1=B2.....=B5$.

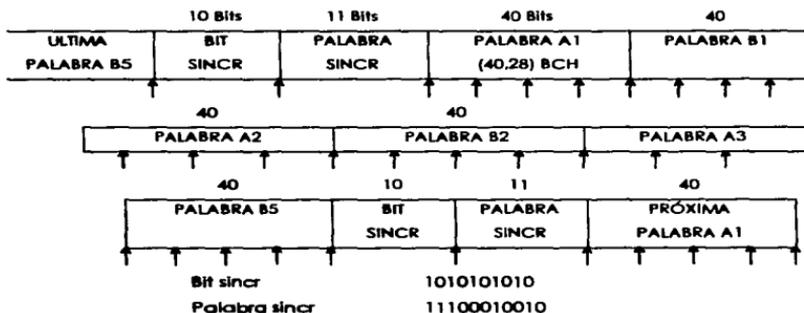


Figura 2.46
Formato del flujo de datos FOCC.

Después del bit y la sincronización de la palabra, y después de cada 10 bits de mensaje, un bit llamado "ocupado-desocupado" se inserta, para indicar si el RECC está libre en ese momento.

Debido a que el RECC se encuentra compartido normalmente por todas las estaciones móviles contenidas en una célula, existe un riesgo de colisión durante los intentos de acceso simultáneos de los diferentes abonados móviles. Por medio del monitoreo del cambio de FOCC a desocupado y ocupado, se pueden evitar muchas de las colisiones. Tan

pronto como una estación móvil accesa a el canal de control, es decir, inicia una llamada, la estación base cambia el estatus de los bits "ocupado-desocupado" de "0" a "1" para informar a las otras estaciones móviles que no se permite enviar mensaje alguno hasta que el estatus haya cambiado a "0" de nuevo.

II.8.2.1 Mensajes FOCC

Existen dos tipos de mensajes FOCC:

- Mensajes de control a la estación móvil
- Mensajes de encabezado

Mensajes de control a la estación móvil

Cada mensaje de control se direcciona a una estación móvil a la vez. Tal mensaje siempre contiene el número de la estación móvil, el cual es la identidad de la estación móvil usada en la trayectoria de radio. Los mensajes más importantes son :

- Voceo, el cual es una llamada a una estación móvil.
- Designación del canal de voz.
- Reintento direccionado.

Voceo.

El voceo es una llamada a una estación móvil y el contenido del mensaje se muestra en la figura 2.47 La estación móvil se identifica por 10 dígitos. Este es el número de la estación móvil. En algunas aplicaciones, en el CMS 8800, sin embargo, pueden bastar 7 dígitos para identificar a las estaciones móviles, y en este caso, solo la palabra 1 es enviada. El DCC es el código de color digital.

Palabra 1

D			
C		Num. de Estación Móvil	Paridad
		(7 dígitos)	
C			
2	2	24	12

Palabra 2 (Palabra extendida del Numero de Estación Móvil)

		Número de Estación Móvil			
		(3 dígitos)			Paridad
2	2	10	14		12

Figura 2.47

Mensaje de Voceo.

El espacio vacío indica que no se emplea se llena por lo tanto con ceros, o bien, la información no es de relevancia.

Designación del canal de voz.

Este mensaje es una orden, durante el establecimiento de la llamada, a una estación móvil para conmutar desde el canal de control a un canal de voz seleccionado por el MSC para la conversión (figura 2.48). El SCC indica cual SAT se transmite en este canal de voz. El número del VC da el número de canal mientras que la alimentación de la MS en VC define la potencia de salida que tendrá inicialmente en el canal de voz desde la estación móvil (potencia baja en células pequeñas, más alta en células grandes).

Palabra 1

D			
C		Número de Estación Móvil (7 dígitos)	Paridad
C			
2	2	24	12

Palabra 2

S	Número de	Potencia de MS		
C	Estación Móvil	sobre	Número VC	Paridad
C	(3 dígitos)	VC		
2	2	10	3	11
				12

SSC Código de color para el Tono de Supervisión de Audio (SAT)

SSC = 00 SAT = 5970 Hz

SSC = 01 SAT = 6000 Hz VC Canal de voz

SSC = 10 SAT = 6030 Hz

Figura 2.48

Mensaje de designación del canal de voz

Reintento direccionado.

Este mensaje será enviado a una estación móvil durante el procedimiento de establecimiento de una llamada cuando el MSC falla en la selección de un canal de voz porque todos los canales de voz en la célula correspondiente se hallan ocupados.

En vez de enviar un mensaje de designación de canal de voz, se envía un mensaje de reintento direccionado a la estación móvil. La posición del canal de control (CC), dentro de este mensaje indica el canal de control en una célula vecina. Se indica hasta un máximo de 6 células adyacentes por nombre, por aquellas células que se hallen traslapadas con la célula en cuestión. Una de esas células deberá ser capaz de brindar una calidad de transmisión aceptable. La estación móvil tomara "el mejor" canal de control de esos 6 para el acceso al MSC. MSC entonces continuara con el procedimiento de establecimiento de llamada, vía la nueva célula.

II.8.2.2 Mensajes de encabezado.

En el CMS 88, las estaciones móviles están preparadas para operar en diferentes sistemas, proporcionados por diferentes fabricantes y manejados por diferentes compañías operadoras. Los diferentes sistemas, algunos ya descontinuados, aplican diferentes partes de la especificación de señalización y pueden tener diferentes características. Por esta razón, la información en el sistema en cuestión es enviada como "mensaje de encabezado del sistema", casi uno por segundo.

Cada mensaje de encabezado se destina a todas las estaciones móviles que sintonizan a los canales de control. Los siguientes mensajes están especificados como mensajes de encabezamiento:

- Mensaje de encabezado de parámetro del sistema (SPOM).
Este mensajes enviado cada 0.8 segundos.
- Mensaje de encabezado de acción global (GAOM).
- Mensaje de encabezado de identificación de registro (REGID).
- Mensaje de encabezado de control de llenado (CF).

Mensaje de encabezado de parámetro de sistema (SPOM).

El mensaje se transmite por la estación base en el canal de control cada 0.8 segundos. Contiene la siguiente información acerca del sistema celular:

- **SID** (Identificación de sistema, en CMS 88), indica el sistema A ó B el número de identidad del sistema, que incluye la identidad de área de servicio del MCS.
- **AID** (Identidad de área, en CMS 8810) indica el sistema A ó B, el número de identidad del sistema que incluye el área de servicio MSC y la identidad del área de localización. Un bit en AID indica que se realizara la registración forzada cuando el área de localización sea cruzada.
- **DCC** (Código de color digital) identifica a cual grupo de células pertenece la célula que esta transmitiendo este mensaje.

Palabra 1

D							
C	SID (CMS 8800)						Paridad
C	AID (CMS8810)						
2	2	14	3	4	3		12

Palabra 2

D		R	R			P						
C	S	E	E	E	NPC	A	NAC			Paridad		
C		G	G			C						
		H	R									
2	2	1	1	1	1	5	1	1	7	1	3	12

Figura 2.49

Descripción simplificada de SPOM

- **NPC** Indica el número de canales de voceo normalmente en operación (normalmente NPC = 21).
- **PAC** Indica si este canal de control es un canal combinado de acceso/voceo (YES ó NO, normalmente = YES).
- **NAC** Indica el número de canales de acceso normalmente en operación (normalmente NAC = 21).

- **S** Indica si el número de serie de la estación móvil debe ser enviado cuando la estación móvil accesa el sistema.
- **E** Indica si los 10 dígitos en el número de la estación móvil deben ser enviados ó si los 7 últimos dígitos significativos son suficientes.
- **REGH** Indica si se solicita el registro periódico de un abonado de casa ó no.
- **REGR** Indica si el registro periódico de los abonados en "ROAMING" se necesita o no.

Mensajes de encabezado de acción global (GAOM).

Los mensajes más interesantes son los siguientes:

- Incremento de registro (REGINCR).
- Control de sobrecarga.
- **Mensaje de encabezado de incremento de registro.** Este mensaje es enviado sólo cuando la función de registro periódico se activa. El valor de REGINCR (un valor constante) recibido por la estación móvil se usa para actualizar el registro interno después de cada registro. Este registro se incrementa con el valor de REGINCR (Figura 2.50).

Palabra 1						
D						
C		Acción	REGINCR			Paridad
C						
2	2	4	12	1	3	12

Figura 2.50

Mensaje de encabezado de incremento de registro.

- **Mensaje de encabezado de control de sobrecarga.** En periodos de acceso de intensidad muy alta, pueden aparecer problemas de congestión en el canal de control hacia atrás (RECC). Para prevenir la congestión total del RECC, se utiliza el mensaje de encabezado de control de sobrecarga. El mensaje puede usarse también para dar prioridad de acceso a abonados con prioridad.

Cada estación móvil ordinaria esta asociada con una clase de control de sobrecarga (OLC). Cuando este OLC se indica en el mensaje (por medio del correspondiente bit), la estación móvil será inhabilitada para poder hacer acceso por el momento. Esto durará normalmente algunos segundos, entonces se indica el próximo OLC, lo cual significa que otro grupo de estaciones móviles es afectado y así sucesivamente. Los abonados probablemente no lo notarán.

Esta función se activa automáticamente en el MSC cuando la intensidad de acceso en el canal de control excede de los 8 accesos/segundo.

Los abonados especiales están asociados con otros OLCs. De esta forma, se puede aprovechar la prioridad, cuando todos los OLCs ordinarios se activen al mismo tiempo y los abonados con prioridad obtengan acceso exclusivo en situaciones de emergencia. Esto se especifica para canal de control, lo cual significa que una ó más células pueden ser seleccionadas (Figura 2.51).

Palabra 1

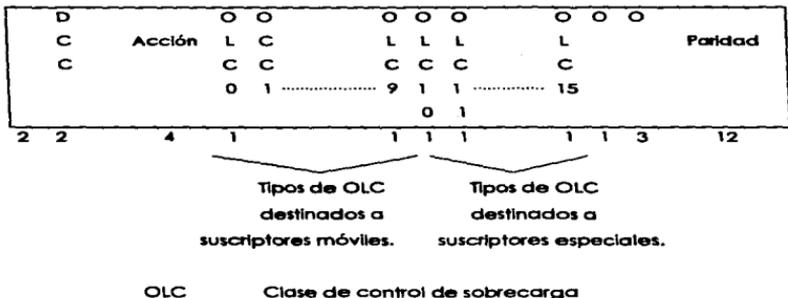


Figura 2.51

Mensaje de encabezado de control de sobrecarga

Mensaje de encabezado de identificación de registro (REGID).

El mensaje es usado para efectuar el registro periódico. Indica el valor actual (REGID) del reloj del programa. (figura 2.52)

Palabra 1

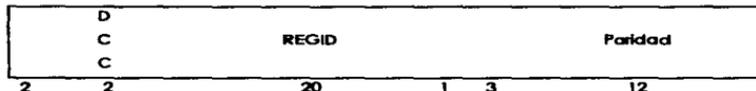


Figura 2.52

Diagrama simplificado del mensaje de encabezado de identificación de registro.

Mensaje de encabezado de control de llenado (CF).

El mensaje es enviado siempre que no haya otros mensajes para enviar en FOCC. Esto indica, aparte del código de color digital (DCC), el nivel de potencia inicial que será usada durante el acceso al sistema, por la estación móvil. (figura 2.53)

Palabra 1

D	Potencia						Paridad		
C	del MS								
C	sobre CC								
2	2	6	3	6	1	1	4	3	12

CC Canal de Control

Figura 2.53

Diagrama simplificado, mensaje de encabezado de control de llenado.

II.6.2.3 Flujo de mensaje, FOCC

Cada FOCC envía un flujo de datos continuos, 40 bits en cada mensaje para habilitar a las estaciones móviles a sintonizarse a éste en cualquier momento. La información es analizada todo el tiempo por las estaciones móviles y las acciones se toman de manera coordinada.

Los mensajes deben ser enviados siempre con un orden específico empezando por el SPOM, el cual se retransmite aproximadamente una vez cada segundo (0.8 segs. para CMS 88). Si existe algún mensaje de encabezamiento de acción global (GOAM) para ser enviado, como por ejemplo un incremento de registro (REGINCR), seguirá inmediatamente después, de otra manera el resto de los intervalos de 0.8 segundos, mencionados anteriormente, serán llenados con los mensajes (CF). (figura 2.54)

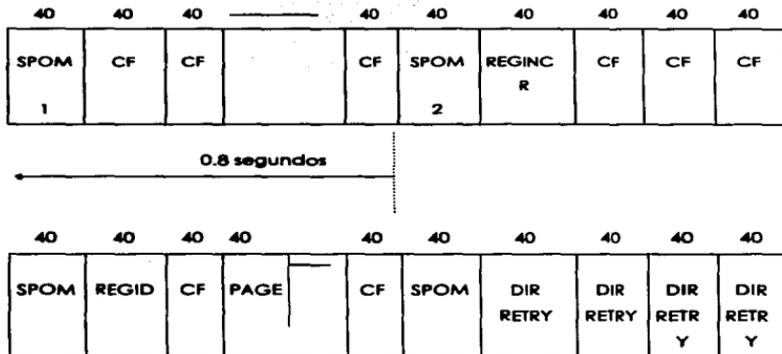
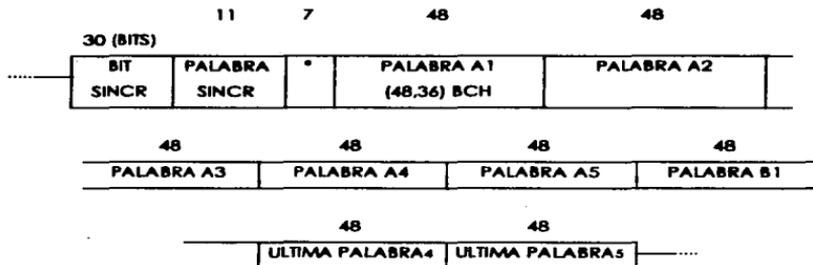


Figura 2.54
Ejemplo de flujo de datos en FOCC.

11.8.3 Canal de control hacia atrás (RECC).

El flujo de datos del canal de control hacia atrás RECC se muestra en la figura 2.55. Cada trama esta precedida por bits de sincronización y por el código de color digital codificado (7bits). Cada palabra contiene 36 bits, y 12 bits de paridad, y se repite cinco veces, por lo tanto $A1 = A2, \dots = A5$ y $B1 = B2, \dots = B5$.



- * Una de cuatro secuencias es para identificar el lugar de la célula hacia el cual se dirige el mensaje = Código de color digital codificado (DCC).

DCC recibido	7 bits de DCC codificado
00	0000000
01	0011111
10	1100011
11	1111100

Figura 2.55
Formato del flujo de datos RECC.

II.8.3.1 Mensajes RECC

Los mensajes más interesantes que se envían en RECC son:

- Respuesta de voceo, que es una respuesta a una llamada. El mensaje puede consistir de una, dos ó tres palabras.
- Acceso desde una estación móvil, es por ejemplo, una llamada desde la estación móvil, y en cada caso el número se envía.
- Orden de confirmación.

Palabra 1

SCM	Número de Estación Móvil (7 dígitos)	Paridad
8	4	24
		12

Palabra 2

Orden	Número de Estación Móvil (3 dígitos)	Paridad
9	3	5
1	8	10
		12

Palabra 3

Número de Serie	Paridad
4	32
	12

Palabra 4 (Número marcado)

1er. Dígito	2do. Dígito	7o. Dígito	8o. Dígito	Paridad
4	4	4	4	12

Palabra 5 (Número marcado)

9o. Dígito	10o. Dígito	15vo. Dígito	16vo. Dígito	Paridad
4	4	4	4	12

SCM

Marca de Clase de estación, define el tipo de estación móvil y su potencia de salida máxima.

Figura 2.56

Diagrama simplificado de los formatos de los mensajes RECC.

II.8.4 Canal de voz hacia adelante (FVC)

El flujo de datos FVC se muestra en la figura 2.57. Cada palabra es precedida por los bits de sincronización 101, y se repite 11 veces.

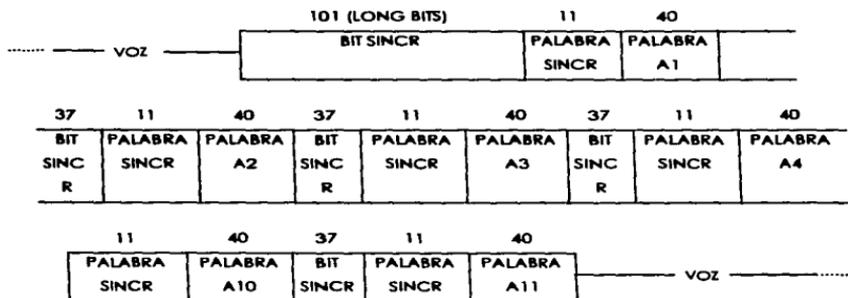


Figura 2.57

Formato del flujo de datos FVC.

II.8.4.1 Mensajes FVC

Se envían los siguientes mensajes:

- Orden
- Designación del canal de voz durante el handoff
- Tasa de cobro

Orden.

Una orden puede ser enviada para, por ejemplo, el cambio de potencia de salida, liberación de llamada, etc.

Palabra 1

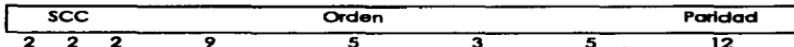


Figura 2.58

Diagrama simplificado del mensaje de orden.

Designación del canal de voz durante el handoff.

Este mensaje le dice a la estación móvil que conmute el canal que usa, a un nuevo canal de voz (figura 2.59). El SCC es el código de color SAT asociado con el nuevo canal de voz, el SCC presente es el código de color SAT asociado con el canal de voz que utiliza actualmente y la potencia de la MS hacia el VC es la potencia de salida de la estación móvil requerida en el nuevo canal de voz.

Palabra 1

SCC Presente	SCC	Potencia del MS sobre el VC	Nuevo Número de Canal	Paridad		
2	2	2	8	3	11	12

Figura 2.59

Diagrama simplificado del mensaje de designación del canal de voz durante el handoff.

II.8.5 Canal de voz hacia atrás (RVC).

El flujo de datos del RVC es similar a uno de FVC, pero cada palabra se repite sólo cinco veces. (figura 2.60)

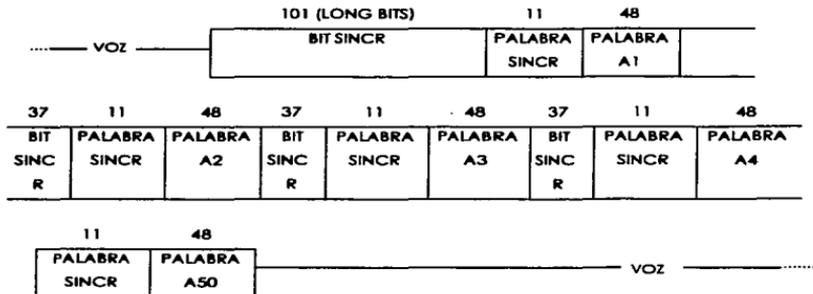


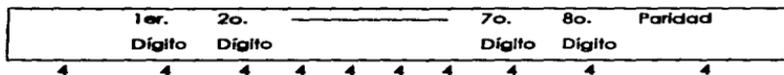
Figura 2.60
Formato del flujo de datos de RVC.

II.8.5.1 Mensajes RVC

Se pueden enviar dos tipos de mensaje en RVC:

- Confirmación de orden
- Dirección de llamada

Palabra 1



Palabra 2

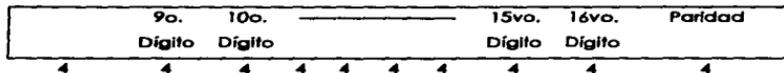


Figura 2.61

Mensaje de dirección de llamada

CAPITULO III

PLANEACION
CELULAR

III. PLANEACION CELULAR

GENERALIDADES

Una parte importante de un sistema de telefonía móvil es la planeación celular, la cual va a permitir dar servicio con una alta calidad en transmisión y recepción a un abonado móvil. La planeación celular contempla que área geográfica se va a cubrir y que tipo de servicio se puede proporcionar en un área limitada.

En este capítulo se mencionan y explican términos como:

- Tipo de célula
- Reuso de frecuencia.
- Número máximo de llamada por hora por célula.
- Máximo número de canales por célula.

III.1 PASOS INICIALES EN LA PLANEACION CELULAR.

Una meta importante cuando se está planeando un sistema celular, es lograr una alta capacidad de tráfico. En otras palabras se quiere un largo número de suscriptores por kilómetro cuadrado capaz de usar el sistema, manteniendo por más tiempo un nivel aceptable de servicio y una conversación de calidad.

El paso inicial para planear un sistema celular es tomar en cuenta dos factores:

- Las reglamentaciones.
- La situación del mercado.

III.1.1 Reglamentaciones.

Existen acuerdos internacionales para todas las naciones y regulaciones federales para cada una de ellas, los primeros son manejados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y los segundos por el organismo interno de cada país, en México este organismo es la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

III.1.2 Situación del Mercado.

En este caso, se deben considerar los siguientes puntos:

- Predicción de los ingresos: Se debe determinar la población, ingresos promedio, tipo de mercado y zona de mercado de manera que se pueda efectuar una predicción de los ingresos.
- Conocer a la competencia: Se debe estudiar la situación de la competencia es decir, que cobertura, rendimiento del sistema y número de abonados posee.
- Decisión de la cobertura geográfica: En este punto se debe decidir que área debe ser cubierta y que tipo de servicio se puede proporcionar en dicha área.

Una vez tomadas en cuenta las reglamentaciones y la situación del mercado, la planeación comprende puntos básicos como son:

- Demanda de tráfico.
- Configuración de las células.
- Propagación de las ondas de radio.
- Datos geográficos.

Demanda de tráfico.

Para una zona donde no hay servicio telefónico celular, el volumen y distribución de la demanda de tráfico debe calcularse con datos como:

- Distribución de la población.
- Distribución de tráfico automovilístico.
- Distribución de propietarios de vehículos caros.

Configuración de las células.

Para una buena planeación de las células deben tomarse en cuenta los siguientes puntos:

- Una configuración nominal de células con asignación de frecuencias es una base de partida necesaria para la planeación de la red, especialmente para zonas con gran densidad de tráfico.
- La configuración de células y el plan de frecuencias deben elaborarse no solo para la red inicial sino también para las fases de expansión, donde la última fase debe considerar las anteriores.

- Para zonas geográficas muy accidentadas la planeación nominal es casi ficticia, por lo que debe recurrirse a un plan basado en las condiciones reales del terreno.

Propagación de las ondas de radio.

Las pérdidas de propagación de radio entre la antena transmisora (Tx) y la receptora (Rx) están determinadas por los siguientes parámetros:

- Perfil de altura del terreno entre Tx y Rx.
- Distancia entre Tx y Rx.
- Alturas de antena entre BS y MS.
- Radiofrecuencia.
- Edificios y vegetación a lo largo del recorrido Tx-Rx.

Datos geográficos.

Debido a que éste es un factor crucial, se necesitan mapas adecuados y otra información sobre la naturaleza del terreno que suministren las bases necesarias para las predicciones de propagación de radio. La información topográfica disponible en los mapas debe transformarse en un formato adecuado para computadora, una base de datos codificados del terreno y de la superficie.

Habiendo considerado también las características del terreno, se deben hacer observaciones desde el punto de vista de balance del sistema, esto significa que debe asegurarse que tanto los equipos móviles como los portátiles puedan establecer una comunicación eficiente con el radio de la antena desde fuera de los límites de cobertura de la célula.

Con cobertura de radio, debido a irregularidades del terreno no es práctico cubrir el 100 % del área por dos razones:

- a) La potencia de transmisión debería ser muy alta para cubrir las áreas poco iluminadas lo que aumentaría el factor costo.
- b) A mayor potencia de transmisión, más dificultades para controlar la interferencia.

Por lo tanto, los sistemas usualmente tratan de cubrir el 90 % de un terreno plano y un 75 % de uno sinuoso.

III.1.3 Calidad de Servicio.

Se requieren tres detalles para que una empresa telefónica celular mantenga la calidad de servicio:

- 1.- Cobertura: Se debe servir en un área lo más amplia posible.
- 2.- Grado de servicio requerido: Para un sistema normal el grado de servicio se especifica para una probabilidad de bloqueo de 0.02 (2%) como promedio en llamadas iniciantes en las horas pico. El bajar la probabilidad de bloqueo requiere una buena planeación y los suficientes canales de radio.

3.- Número de llamadas perdidas: Con un número Q de llamadas durante una hora, si se pierde una llamada y se completan $Q - 1$, entonces, la razón de llamadas perdidas está dado por $1/Q$. Esta razón debe mantenerse baja, pues una razón elevada significa problemas de cobertura ó problemas de transferencia relacionados con una disponibilidad inadecuada de canales.

III.2 CARGA DE ABONADOS.

Para configurar una central telefónica móvil con el número correcto de características, tales como canales de voz, los ingenieros de tráfico deben calcular que tan a menudo un suscriptor usa el sistema telefónico.

La carga individual por abonado se expresa en **ERLANGS** ó en **cientos de segundos de llamada (CCS)**. Un Erlang representa un circuito ocupado por un lapso de una hora, mientras que un CCS representa un circuito ocupado por 100 segundos. La relación existente entre un Erlang y un CCS es:

$$1 \text{ Erlang} = 36 \text{ CCS}$$

El uso por individuo de un sistema telefónico se determina por tres factores principales:

- 1.- El número promedio de llamadas que se efectúan al día.
- 2.- La duración promedio de cada llamada.
- 3.- La razón de llamadas a la hora pico.

La hora-pico es el periodo de 60 minutos durante el día en que ocurre el mayor número de llamadas, y la razón refleja el número de llamadas hechas por el usuario durante la misma.

Por ejemplo, si el abonado promedio efectúa 6 llamadas al día, se mantiene conectado durante 120 segundos en cada llamada, y efectúa 1/8 de dichas llamadas durante la hora-pico, la carga generada se calcula de la siguiente forma:

De la fórmula:

$$C = (LL_d)(F_{hp})(T_{LL} / 3600 \text{ seg.})$$

Donde:

C = Carga en Erlangs.

LL_d = Número de llamadas al día.

F_{hp} = Fracción de llamadas en la hora-pico.

T_{LL} = Tiempo de duración de la llamada en segundos.

Sustituyendo valores se tiene:

$$C = 6 * 1/8 * 120/3600 = 0.025 \text{ Erlangs ó } 0.96 \text{ CCS}$$

La carga en Erlangs representa el porcentaje de tiempo que el abonado promedio usará el sistema durante la hora-pico. En este ejemplo el abonado usa el sistema 2.5% del tiempo durante el periodo mencionado.

Para sistemas celulares la carga más común es aproximadamente 1 CCS por abonado. Para calcular la carga total soportada por una célula, la carga promedio por abonado se multiplica por el número de abonados usando la célula.

Una vez que se conoce la carga en CCS total para la célula, se usan cartas o curvas de probabilidad para determinar el número de canales de voz requeridos en la célula para un grado dado de servicio.

III.2.1 Máximo número de llamadas por hora por célula.

Para calcular el número predicho de llamadas por hora por célula Q en cada célula, se debe conocer el tamaño de la misma y las condiciones de tráfico. La cantidad Q se basa en que tan pequeña puede ser la célula teórica. El control de la cobertura de células pequeñas se basa en desarrollo tecnológico.

Sea un área con gran tráfico de siete kilómetros de radio con siete células de dos kilómetros de radio. La célula con mayor tráfico cubre cuatro caminos principales y diez calles grandes. Un total de 64 kilómetros de caminos con 16 carriles, 48 kilómetros con 12 carriles y 588 kilómetros con 8 carriles. Asíumase que el espaciamiento entre autos es de 10 metros en las hora pico, por lo que se puede determinar un número de 70000. Si la mitad de ellos tiene teléfono, y de ellos el 80% hará llamadas durante ese periodo ($h = 0.8$), se tendrán 28000 llamadas por hora, basándose en una llamada por auto si se usa el teléfono.

El número máximo predicho de llamadas por hora por célula de 2 Km Q se deriva del escenario anterior. Pudiera ser un caso irreal, pero demuestra como se puede calcular Q para diferentes zonas y aplicar este método para hallar Q en diferentes zonas geográficas.

III.2.2 Máximo número de canales por célula.

El número máximo de canales por célula N está relacionado con el tiempo promedio de llamada en la célula. Los hábitos de llamada de los usuarios de la célula pueden cambiar como resultado del costo del servicio y de sus ingresos generales.

Si un tiempo promedio de llamada T es 1.76 minutos y tomando en cuenta el número máximo de llamadas por hora Q_1 , entonces la cantidad de servicio A se calcula:

$$A = Q_1 * T / 60 \text{ [Erlangs]}$$

Ejemplo:

Si se tiene $Q_1 = 28000$ llamadas por célula por hora, $B = 2\%$ y $T = 1.76$ minutos, ¿Cuántos canales se necesitan?

$$A = \frac{28000 * 1.76}{60} = 821 \text{ canales requeridos}$$

III.3 REUSO DE FRECUENCIA.

Las diferentes frecuencias usadas en el sistema celular deben ser asignadas a las diferentes células vecinas, y así de esta forma poder mantener una cobertura de radio total.

Un canal de radio consiste en un par de frecuencias, uno para cada dirección de la transmisión que se usa en operación full-duplex. Un canal de radio en particular, digase F1 usado en una célula, digase C1, con un radio de cobertura R puede usarse en otra célula con el mismo radio de cobertura alejada una distancia D (ver figura 3.1)

La distancia entre dos células es llamada distancia de repetición y el hecho de usar algunas frecuencias para diferentes células es llamado reuso de frecuencias.

El reuso de frecuencia es el concepto central del sistema celular. En este sistema de reuso de frecuencias los usuarios en diferentes localizaciones geográfica (células) pueden usar simultáneamente el mismo canal. Este sistema puede incrementar drásticamente la eficiencia del espectro, pero si no está bien diseñado puede ocurrir una interferencia grave.

La interferencia debida al uso común del mismo canal se denomina interferencia por co-canal y es la mayor preocupación en el reuso de frecuencias.

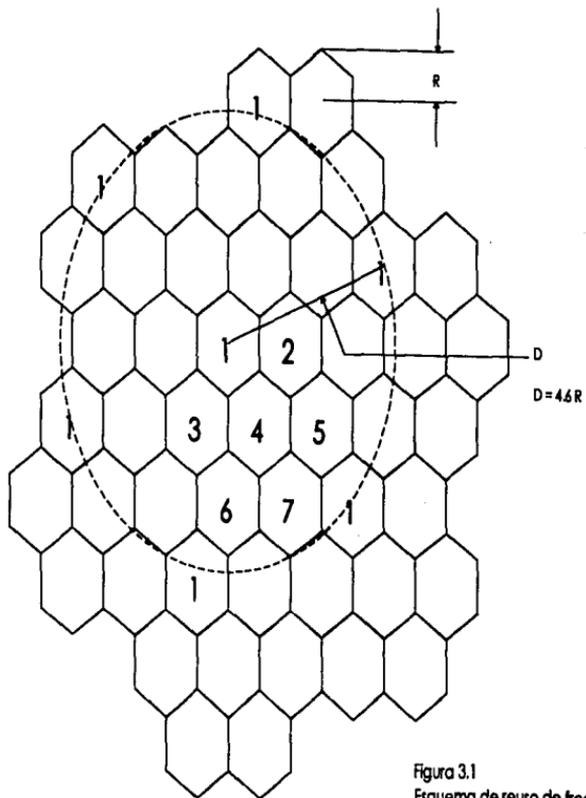


Figura 3.1
Esquema de reuso de frecuencias para un
juego de 7 células

III.3.1 Esquemas de reusos de frecuencias.

El concepto de reuso de frecuencias se puede usar en el dominio del tiempo y en el dominio del espacio. En el primer caso resulta en la ocupación de la misma frecuencia en diferentes periodos de tiempo y se le denomina multiplexado por división de tiempo (TDM). El caso del dominio del espacio se puede dividir en dos categorías:

1.- La misma frecuencia asignada a 2 diferentes áreas geográficas, como dos estaciones de radio usando la misma frecuencia en dos ciudades distintas.

2.- La misma frecuencia usada repetidamente en una misma área general. Hay muchas células co-canal en el sistema. El espectro total en frecuencia asignado se divide en K patrones de reuso en frecuencia.

III.3.2 Distancia para reuso de frecuencia.

La distancia mínima que permite que la misma frecuencia sea usada dependerá de muchos factores, tales como el número de células co-canal en la vecindad de la célula central, el tipo de terreno geográfico, la altura de la antena y la potencia de transmisión de cada estación base.

Dicha distancia puede determinarse a partir de:

$$D = (3K)^{1/2} * R$$

Donde K es el patrón de reuso de frecuencia.

Si todas las BS transmiten a la misma potencia, entonces K se incrementa y la distancia D también, esto reduce la posibilidad de que pueda ocurrir la interferencia por co-canal.

III.4 INTERFERENCIA POR CO-CANAL.

Una consideración importante en el sistema celular es la interferencia por co-canal. La razón de señal a interferencia está dada por D/R , la razón de uso del co-canal. D es la separación entre las dos células con co-canales (juegos idénticos de frecuencias) y R es el radio de las mismas.

En un sistema con células hexagonales se tiene que:

$$D/R = (3N)^{1/2}$$

Donde N es el número de células en un grupo dado.

III.4.1 Tipos de células.

Al área geográfica que cubre una estación base se le da el nombre de célula. Entre los tipos más comunes de células están los siguientes:

- Célula Omnidireccional.
- Célula Sectorial.

Célula Omnidireccional

En este caso, la estación base está equipada con una antena omnidireccional transmitiendo igualmente en todas direcciones. Entonces un área en forma circular será cubierta, con la estación base localizada en el centro (ver la figura 3.2a)

Una estación móvil contenida en esta área tendrá normalmente una buena conexión de radio con la estación base. Cuando se presenta una célula en un dibujo, normalmente se usa un hexágono (ver la figura 3.2b).

Célula Sectorial.

En este caso, la estación base está equipada con tres antenas direccionales, cada una cubriendo una célula sectorial de 120° (ver la figura 3.3a). En cada una de las estaciones base, algunas unidades de canal están conectadas a una antena cubriendo a una célula sectorial, otras unidades de canal a la segunda antena y el resto a la tercera. Entonces, una estación base sirve a tres células sectoriales. Por supuesto esto no siempre es necesario para las tres células sectoriales dadas. En algunos casos, solo se necesita una sectorial para cubrir por ejemplo, una carretera. Cuando se muestran células sectoriales se dibujan tres hexágonos, uno para cada célula, con la estación base localizada en la esquina de cada hexágono (ver la figura 3.3b). Se puede ver que con el objeto de obtener cobertura total, las células deben traslaparse unas con otras. Esto se aplica para las células vecinas en cualquier lugar (ver figura 3.3a).

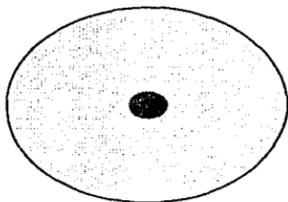


Figura 3.2a
Célula Omnidireccional
Radio cobertura

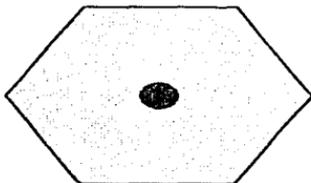


Figura 3.2b
Célula Omnidireccional
Presentación Gráfica



Estación de base

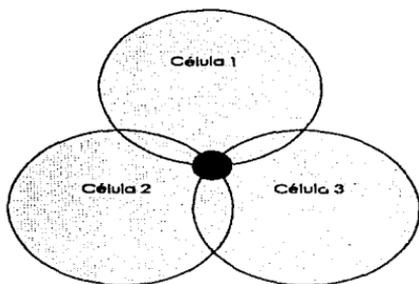


Figura 3.3a
Radio cobertura de tres células sectoriales

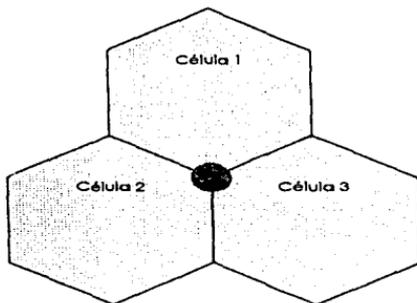


Figura 3.3b
Representación gráfica de tres células sectoriales

III.4.2 Factor de Reducción de Interferencia por co-canal

El hecho de reusar un canal con frecuencias idénticas en dos células diferentes está limitado por la interferencia por co-canal entre ellas, lo que se puede convertir en algo importante. En este caso lo más conveniente es encontrar la distancia mínima para reuso de frecuencias, reduciéndose así este tipo de interferencia.

Una vez que el tamaño de una célula ha sido establecido la interferencia por co-canal es independiente de la potencia transmitida por cada una de ellas, esto significa que el nivel límite de recepción en la MS se ajusta al tamaño de la célula.

Al factor de reducción de interferencia por co-canal se le denomina también q .

Donde $q = D/R$

Existen otros métodos para reducir la interferencia por co-canal entre las cuales están:

- Incremento en la distancia D .
- Empleo de antenas direccionales.
- Reducción en la altura de la antena.
- Empleo de patrones especiales de radiación en antenas direccionales, como el efecto del patrón de sombrilla.
- Control de la potencia de radiación.

III.5 NUMERO DE USUARIOS EN EL SISTEMA.

Cuando se diseña un sistema, las condiciones de tráfico durante la hora pico son algunos de los parámetros que ayudaran a determinar los tamaños de las células y el número de canales en las mismas.

Después de determinar el número máximo de canales necesario de cada célula deberá tomarse en cuenta el número máximo de llamadas por hora por célula Q_i en cada una de ellas y sumarse todos los Q_i . Después se asume que un porcentaje de los teléfonos será usado durante la hora pico, en promedio, una llamada por teléfono ($h_c = 0.XX$). De esta forma se obtiene el tráfico total de usuarios permitidos M_j .

Ejemplo.

Durante una hora pico, el número de llamadas por hora Q_i para cada una de 10 células es 2000, 1500, 3000, 500, 1000, 1200, 1800, 2500, 2800 y 900. Asíumase que el 60% de los teléfonos será usado durante ese periodo ($h_c = 0.6$) con una sola llamada.

$$\text{Se tiene que } Q_j = \sum_{i=1}^{10} Q_i = 17200 \text{ llamadas por hora}$$

De la fórmula $M_j = Q_j / h_c$ tenemos:

$$M_j = 17200 / 0.6 = 28667$$

III.6 SECTORIZACION DE CELULAS.

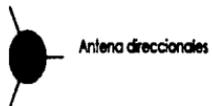
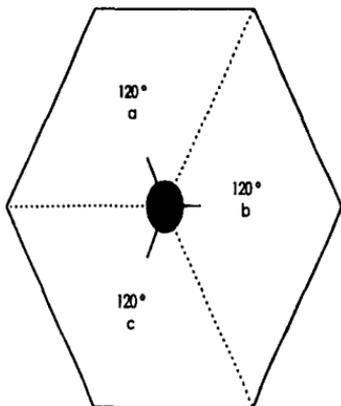
La propagación será un factor determinante, pues es inútil diseñar la BS para un gran área de cobertura si las MS pueden recibir pero no pueden contestar las llamadas que se les dirigen.

Una manera de mejorar esta situación es aumentar la eficiencia de las antenas de recepción en la BS , por lo tanto, cuando es necesario ampliar el sistema para dar cabida a un mayor número de abonados o para poder manejar una densidad de tráfico con mayor eficiencia, y debido a que no es posible de forma alguna añadir canales al sistema, se procede a subdividir las células existentes en tres o más células pequeñas cada una, lo que resulta en una mayor capacidad con sólo el costo que representa la adición de equipo adicional de RF, la reprogramación en el MSC y la instalación de antenas direccionales.

La motivación por la cual implementar un sistema celular es, mejorar la utilización del espectro en frecuencias. Cuando la densidad de tráfico se incrementa y los canales FI de cada célula CI no pueden satisfacer la demanda, la célula original debe ser dividida en células más pequeñas (figuras 3.4 y 3.5). Usualmente el nuevo radio es la mitad del original. Hay dos maneras de sectorizar: usar la célula original después del procedimiento o desecharla

Se tiene que:

$$\text{Radio de las nuevas células} = \frac{\text{Radio de la célula original}}{2}$$



Cada una de las áreas marcadas por una letra es un nuevo sector determinado por el patrón de radiación de una antena

Figura 3.4
Sectorización de una célula

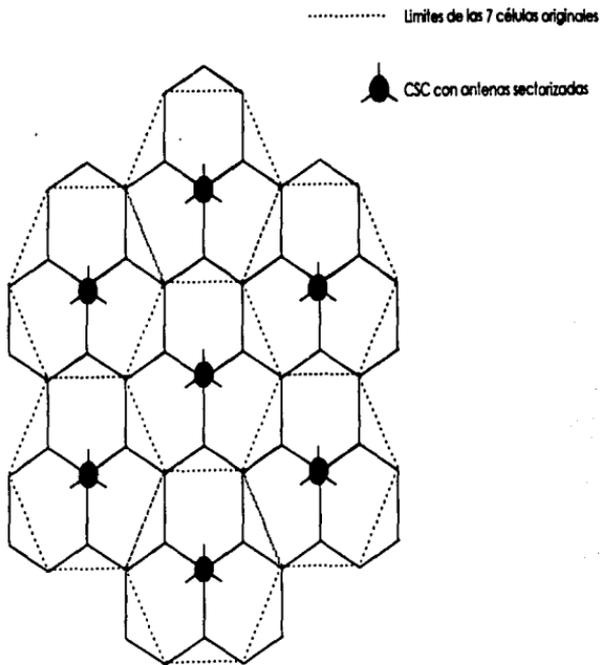


Figura 3.5
Principio de sectorización

Por lo que también es cierto que:

$$\text{Area de la nueva célula} = \frac{\text{Area de la célula original}}{4}$$

Si consideramos que cada nueva célula maneja la misma carga máxima de tráfico que la célula antigua, entonces en teoría:

$$\frac{\text{Nueva carga de tráfico}}{\text{Area unitaria}} = 4 \cdot \frac{\text{Carga de tráfico}}{\text{Area unitaria}}$$

III.6.1 Partición de células.

En un principio, un grupo de 7 células hexagonales se puede usar como sistema inicial. Conforme el número de vehículos se incrementa de acuerdo a la evolución del sistema se pueden partir o dividir las células. Un método de seccionar cada una de las células en tres sectores es por medio del uso de tres antenas direccionales de 120°, esto resulta en 21 células por grupo.

Existen dos tipos de técnicas de sectorización:

1. **Sectorización permanente.** La instalación de cada nueva célula de sectorización debe ser planeada con anterioridad; deben considerarse el número de canales, la potencia de transmisión, las frecuencias asignadas, la selección de la BS y la carga de tráfico.

Quando todo está listo, el corte del servicio debe hacerse en el momento de tráfico mínimo (a media noche o en fin de semana), con algo de suerte sólo se perderán unas cuantas llamadas asumiendo que el corte dure unas dos horas.

2. **Sectorización dinámica.** Este esquema se basa en el uso del espectro de frecuencia asignado en tiempo real, esto es, solamente se empleará el principio de sectorización cuando sea necesario aumentar la capacidad de tráfico durante cierto lapso del día o durante cierto lapso específico de tiempo.

CAPITULO IV

CAPACIDAD Y MANEJO DE LLAMADAS

IV. CAPACIDAD Y MANEJO DE LLAMADAS

GENERALIDADES.

Los sistemas celulares ofrecen además de las características propias de un sistema telefónico y del servicio móvil, otras características tales como: Funciones de manejo de llamada, roaming, capacidad de transferencia de llamada, acceso móvil directo de entrada (DIMA) e intercambio de servicio. Por medio de estas características se mejora grandemente la capacidad de manejo de tráfico del sistema.

El sistema CMS 88 está diseñado para equipo de abonado tanto montado en vehículos como portátil o fijo. Todos los abonados pueden recibir y originar llamadas en su propia zona de servicio o en zonas de servicio visitadas (roaming automático). Cuando un abonado se desplaza de una celda a otra adyacente durante la conversación, la llamada se conmuta automáticamente a la nueva celda (transferencia). Además, si el abonado pasa la frontera a otra zona de MSC (Centro de Conmutación de los Servicios Móviles) durante la conversación, tendrá lugar una transferencia entre los centros de conmutación.

Las potentes funciones de encaminamiento de AXE se usan para posibilitar un encaminamiento eficiente y rentable de llamadas a y desde estaciones móviles.

Esto incluye señalización de interrogación para determinar la verdadera posición de las estaciones móviles y optimizar con ello el encaminamiento hacia la estación móvil.

La capacidad de un sistema celular tiene dos dimensiones:

- La aptitud de un sistema para manejar altas densidades de abonados y mantener una buena calidad de transmisión de voz.

- La aptitud de un sistema de manejar un gran número de abonados.

Uno de los factores clave tras el éxito de CMS 88 es su capacidad para cumplir lo mencionado arriba. Ambas cosas están directamente relacionadas con la potencia de procesamiento que el MSC puede proporcionar. Si el número de abonados en una zona específica se duplica, la carga en el procesador no sólo se duplicara. La densidad de abonados duplicada también requerirá celdas más pequeñas, aumentando así el número de transferencias por llamada, imponiendo carga adicional en el procesador.

El procesador central APZ 211 es rentable en sistemas de tamaño pequeño y mediano mientras que el APZ 212, que actualmente es el procesador de telefonía mas potente, permite construir redes con múltiples MSC de gran capacidad en zonas metropolitanas densas.

IV.1 LLAMADAS DE SUPERVISION SOBRE LA CALIDAD DE TRANSMISION DE LA SEÑAL DE RADIO.

Durante una llamada en progreso, el equipo del canal de voz (RX y CU) en estación base está continuamente supervisando la calidad de transmisión de la señal. Los siguientes chequeos son ejecutados.

- Relación de señal a ruido en el tono supervisor de audio (SAT)
- Intensidad de la señal en radio frecuencia (RF)

Si uno de estos chequeos indica una pobre calidad de transmisión, se deben tomar las acciones pertinentes para que se normalice la calidad de la transmisión (figura 4.1).

IV.1.1 Relación de Señal a ruido en el SAT.

La unidad de canal de voz genera continuamente un tono SAT, el cual es agregado a la señal de conversación transmitida. El tono supervisor de audio (SAT) no interferirá con la voz transmitida porque su frecuencia esta muy por arriba de las frecuencias de la voz (ver figura 4.1).

Cada unidad de canal de voz es inicialmente ordenada por el MSC cuando la estación base es puesta en servicio (inicializada por comando) para usar uno de los tres tonos de supervisión de tono existentes. El tono de supervisión de audio (SAT) es continuamente transmitido a través de la unidad de canal de voz, es recibido por la estación móvil y este lo regresa a la estación base. Este tono es luego evaluado con relación al ruido obtenido de la trayectoria de radio frecuencia.

La unidad del canal de voz genera el SAT en:

5970, 6000 o 6030 Hz

Supervisa las funciones en la unidad del canal de voz:

1. Evalúa el ratio de señal/ruido de retorno del SAT
2. Monitorea la magnitud de la señal RF



Llamada en progreso en el canal de voz. Speech y SAT combinados

CC

La estación móvil enlaza el SAT de regreso a la estación de base

Figura 4.1
Supervisión de llamada

La unidad de control del canal de voz determina si la calidad es aceptable o no. Esto está basado en la comparación que se hace con los siguientes valores inicialmente provistos por el MSC (parámetros inicializados por comandos):

- **SNH** Relación de señal a ruido para petición de handoff.
- **SNR** Relación de señal a ruido para desconexión de llamada.

Si el resultado cae por debajo de SNH, el handoff está siendo requerido. En caso de que el handoff, por alguna razón, no es ejecutado, la calidad de la conversación seguirá deteriorándose. Tarde o temprano el resultado alcanzará el nivel para desconexión de llamada, SNR y la llamada será liberada (ver figura 4.2.).

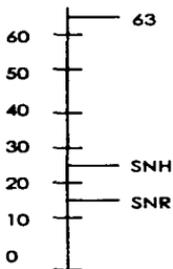


Figura 4.2

Valores de umbral de la relación señal a ruido

IV.1.2 Intensidad de Señal en Radio Frecuencia.

Cada receptor de canal de voz ejecuta continuamente mediciones de la intensidad de la señal en su propio receptor de radio frecuencia. La unidad de control evalúa también estos resultados contra los siguientes valores de inicio almacenados (parámetros inicializados por comandos, almacenados en las unidades de control de cada canal de voz):

- **SSD** Nivel de intensidad de señal para petición de disminución de potencia.
- **SSI** Nivel de intensidad de señal para petición de incremento de potencia.
- **SSH** Nivel de intensidad de señal para petición de handoff
- **SSB** Nivel de intensidad de señal para bloqueo

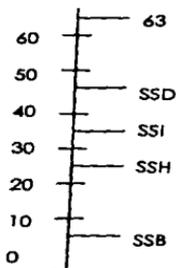


Figura 4.3

Valores de umbral de la señal, almacenados en cada unidad de control de canal de voz.

No es recomendable tener una alta potencia de salida en las estaciones móviles, porque estas causarían disturbios en otras células. Si la intensidad de la señal resultante está por arriba del SSD, la estación móvil es automáticamente ordenada (a través de la unidad de canal de voz) a decrecer su potencia. Si la intensidad de la señal cae por debajo del SSI, se envía la orden de incrementar la potencia de salida. Cuando la potencia en la estación móvil es la máxima posible y a pesar de eso la intensidad de la señal cae por debajo del SSH, la petición de handoff es enviada al MSC.

SSB es considerada únicamente cuando el canal de voz está libre (eventualmente no se usa para conversación). En caso de que la señal recibida pueda sobrepasar el nivel del SSB, la señal será considerada como interrupciones en las frecuencias del canal de voz. Dichas interrupciones pueden ser generadas por alguna fuente externa u otra estación móvil estando en estado de conversación vía otra célula, utilizando la misma frecuencia. En tal caso el canal de voz no debe ser utilizado y será considerado como bloqueado momentáneamente.

Los valores de inicio mencionados son puestos en marcha por un comando para cada célula. Esto significa que todos los canales de voz sirviendo a una célula tienen normalmente los mismos valores.

IV.1.3 Regulación de Tráfico.

Asumiendo que una célula sirve a un área de densidad de tráfico muy alta (por ejemplo la avenida principal en una ciudad muy grande) y que las células vecinas tienen un tráfico mucho menor (normalmente todas las células vecinas se traslapan). Existe una forma de transferir

algunas de las conversaciones hacia las células vecinas. Esto puede ser efectuado si el handoff es forzado. El handoff se realiza activando un valor de umbral de SSH más grande en nuestra célula que en las vecinas. Sin embargo en una configuración de células pequeñas es importante tener las estaciones móviles contenidas en sus células óptimas. Esto es para evitar el riesgo de interferencia con llamadas que usan la misma frecuencia en la distancia de repetición.

IV.2 LLAMADA A UN ABONADO MOVIL.

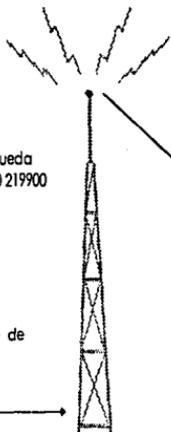
Cuando un usuario de la red pública intenta comunicarse con un abonado móvil, introduce el número telefónico celular apropiado, un código de 10 dígitos similar a un número telefónico convencional. La central telefónica local envía el número a través de un enlace al MSC.

Una llamada a un abonado móvil es recibida por la MSC. Después de todos los análisis necesarios, determinando entre otras cosas que el abonado está actualmente localizado en el área de servicio de la MSC, quien lo convierte en el número de identificación de la MS (Estación Móvil) y ordena localizarla por medio del envío de llamadas de *localización* a través del canal de control (ver figura 4.4). La estación móvil es buscada en todas las estaciones base (BS) dentro del área de servicio de la MSC. Cada estación base envía a su vez la llamada de localización con el número de identificación por un canal de señalización.



1.
Requerimiento de
búsqueda
234 0 219900

2.
Búsqueda
234 0 219900



CC

Estación Móvil
234 0 219900



3.
El mensaje de búsqueda
es transmitido por el canal
de control

Figura 4.4

Cada estación móvil (MS) en el área recibe la llamada y compara el número de identificación con el suyo propio. si concuerda genera un mensaje de **respuesta de localización** conteniendo el número de identificación hacia la estación base (BS).

Si el intento de acceso tiene éxito el mensaje llega al MSC desde la estación base (BS) a través de un enlace de datos a 2400 Bps (ver figura 4.5); el MSC asigna un canal libre de voz a la estación móvil (MS) en la estación base (BS) que reporta la **respuesta de localización**. Un mensaje de **preparación** se envía a la BS, usando el mismo procedimiento descrito anteriormente.

Posteriormente la BS envía un mensaje de **alerta** a la estación móvil por el canal de voz con lo que la unidad móvil enciende un tono de señalización y comienza a sonar. Tan pronto como el abonado móvil contesta, el tono de señalización se apaga.

El canal de voz manda un mensaje de **contestación** al MSC por medio de la estación base y la llamada entra en la fase de conversación.

Las siguientes figuras (4.5 a 4.12) dan una descripción más detallada del curso de los eventos en una llamada a un abonado móvil.

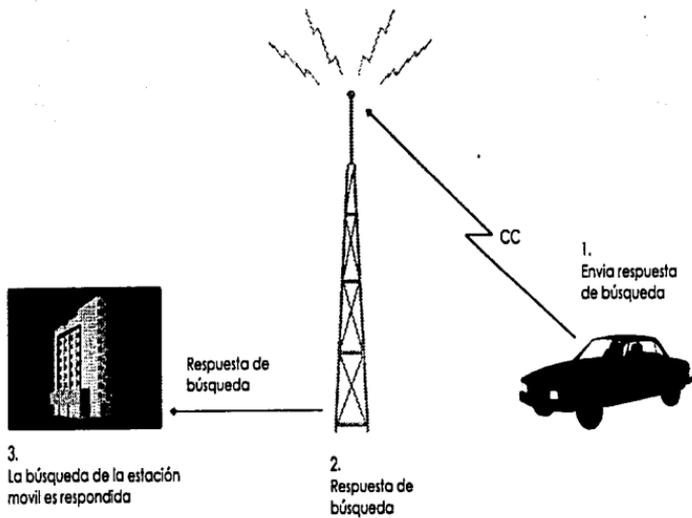


Figura 4.5



1.
Selecciona un canal de voz en la célula para la llamada en progreso

2.
Se enciende el transmisor del canal de voz en la estación base.



CC



Figura 4.6

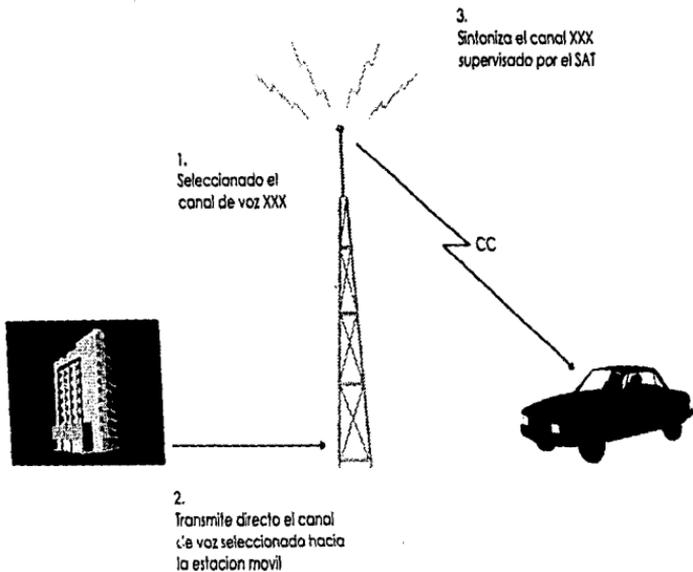


Figura 4.7

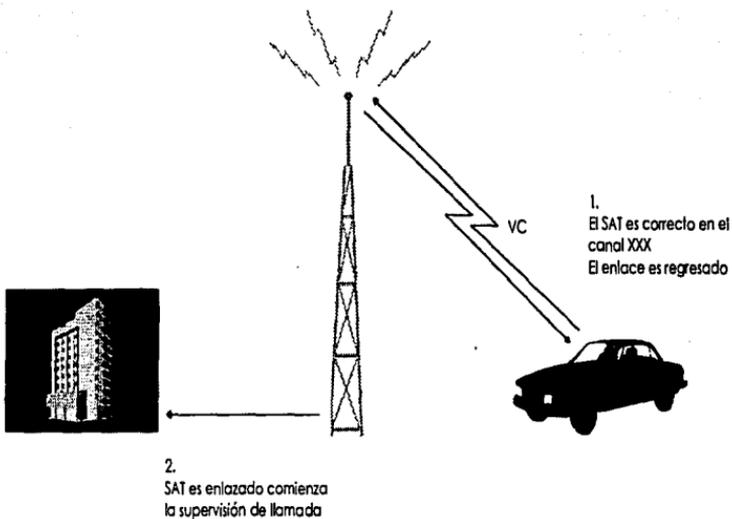


Figura 4.8
El SAT X es enviado como información digital y la frecuencia de SAT correspondiente usada en el canal de voz



1.
Envía la orden de
alerta hacia la
estación móvil



VC



2.
Orden de alerta
Se sintoniza sobre el
tono de señalización
y genera el timbre

Figura 4.9

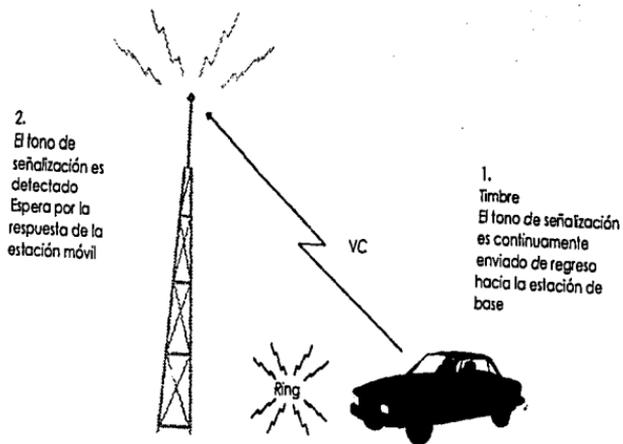


Figura 4.10

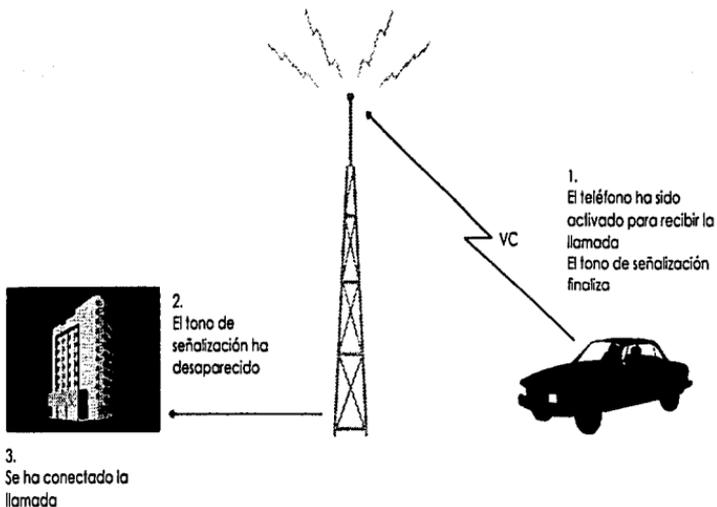


Figura 4.11

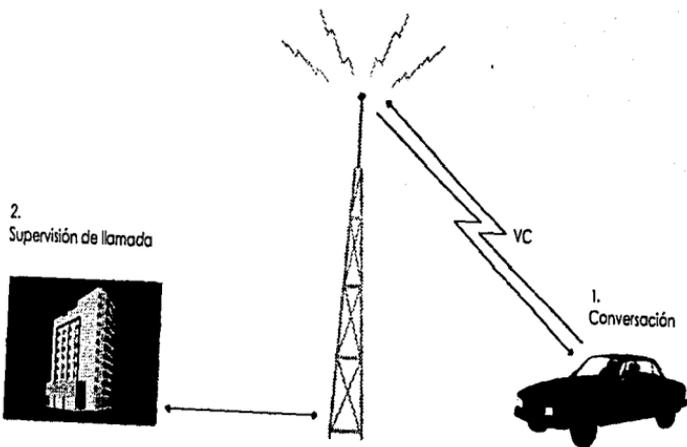


Figura 4.12

IV.3 LLAMADA DESDE UN ABONADO MOVIL

Cuando la estación móvil (MS) se enciende, inmediatamente selecciona y monitorea el canal de control particularmente designado en cada zona de célula para la transmisión continua de información digital entre la MS y la BS. La MS espera por un número de localización, conteniendo el número del teléfono móvil en forma binaria.

Para realizar una llamada, el abonado teclea un número, el cual aparece en la pantalla del teléfono celular; una vez que los dígitos correctos se han introducido, se presiona la tecla **SEND** (Enviar), con lo que la estación móvil hace un intento de acceso al canal de señalización por medio de un mensaje digital enviado a través del canal de control a la estación base más cercana.

La señal de acceso transporta:

- El número de identificación de la estación móvil.
- El número marcado.
- Una solicitud para canal de voz.

Si este intento tiene éxito, se recibirá un mensaje de originación en la estación base (BS); inmediatamente éste último transfiere la requisición de acceso al MSC, el que automáticamente verifica el número de identificación y valida el número al cual se llama.

Una vez completos estos pasos iniciales, el MSC localiza un canal de voz libre en la célula; un mensaje de **preparación de canal** que prepara al canal de radio control para aceptar la llamada se envía a la BS.

La unidad de radio control de canales de voz enciende su transmisor y envía un **Tono Supervisor de Audio (SAT)** a la estación móvil. Al mismo tiempo, la BS envía un mensaje del canal de señalización. Este mensaje permite a la estación móvil saber a cual canal sintonizarse; una vez sintonizada, la estación móvil envía un SAT de regreso a la unidad de radio control de canal de voz. Esto permite a la unidad de radio control saber que la estación móvil ha encontrado el canal apropiado.

La función principal del SAT es asegurar que una vez enviado desde la BS, siendo recibido por la estación móvil en el canal de voz **Fuente-Destino**, se tenga el canal de voz **Destino-Fuente** y sea enviado de regreso a la BS; todo esto dentro de un margen de 5 segundos, pues de lo contrario la BS dará por terminada la llamada.

A cada BS se le asigna uno de tres tonos SAT, 5970, 6000 y 6030 Hz, espaciados solamente 30 Hz, el cual se emplea aparte de la confirmación del canal de voz, para estados de alerta, para control de cambio de potencia, para monitoreo de continuidad de enlace y para funciones de control.

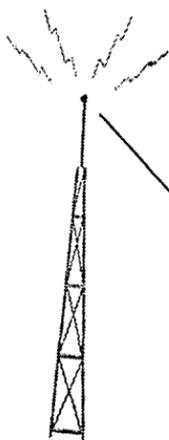
Una vez detectado el SAT de regreso, la unidad de radio control reporta su presencia al MSC a través de la BS. El abonado escucha entonces un tono de llamada, el que indica que la llamada ha sido aceptada.

Después de que el MSC recibe el reporte de la presencia del tono, mide un enlace de salida disponible, manda el número solicitado a la central telefónica local y espera una respuesta. Tan pronto como la otra parte contesta, la llamada pasa a la fase de conversación.

El proceso completo toma de 2 a 3 segundos desde que el abonado solicita la llamada hasta que el otro teléfono empieza a sonar.

Si el proceso no tiene éxito (La línea telefónica está ocupada), los dígitos permanecen almacenados en la memoria de la estación móvil, por lo que si se desea hacer un nuevo intento, solamente se tendrá que presionar la tecla **END** (Fin) para finalizar la llamada en curso y posteriormente las teclas **RCL** (Reclamo de último número marcado), **#** (Remarcado automático) y **SEND** (Enviar).

Las siguientes figuras (4.13 a 4.20) dan una explicación detallada del curso de los eventos.

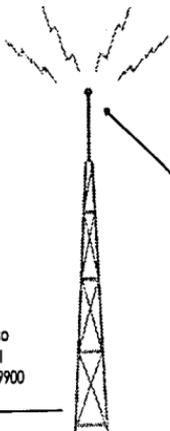


1. La estación está en estado de espera sobre el canal de control
El usuario hace una llamada seleccionando el número que desea llamar y presionando el botón send

2.
El envío realizado desde la
estación móvil activa la
verificación de la validez del
suscriptor



Acceso
móvil
234 0 219900



1.
Al presionar send se
origina la llamada



Numero de la
estación móvil
234 0 219900

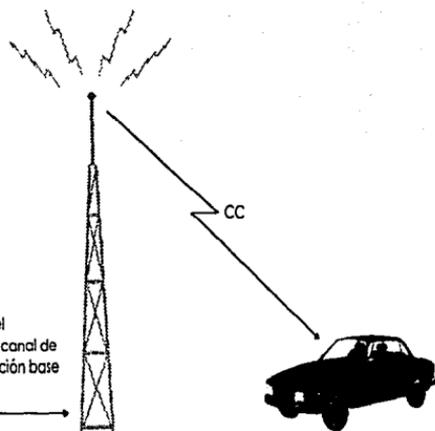
CC

Figura 4.14

1.
Suscriptor valido
Selecciona un canal de
voz para la llamada



2.
Se enciende el
transmisor del canal de
voz en la estación base
y envia el SAT



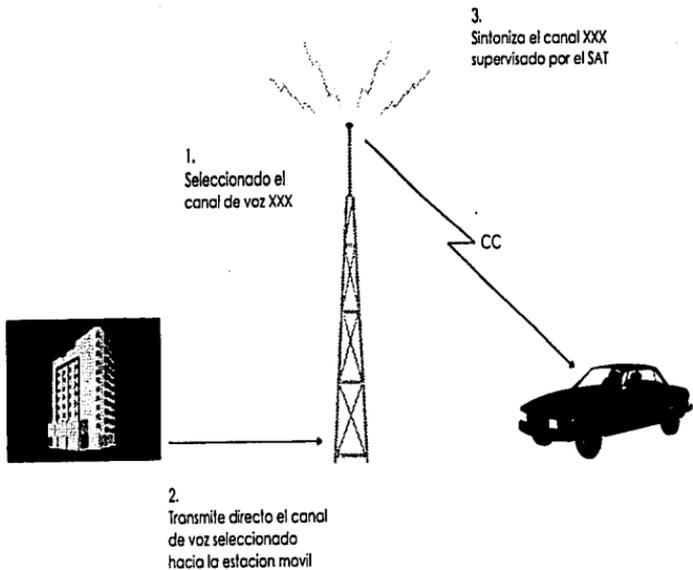


Figura 4.16

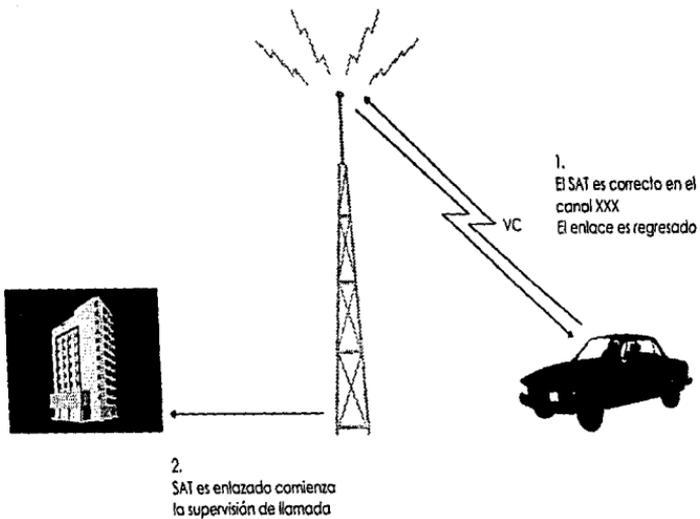


Figura 4.17

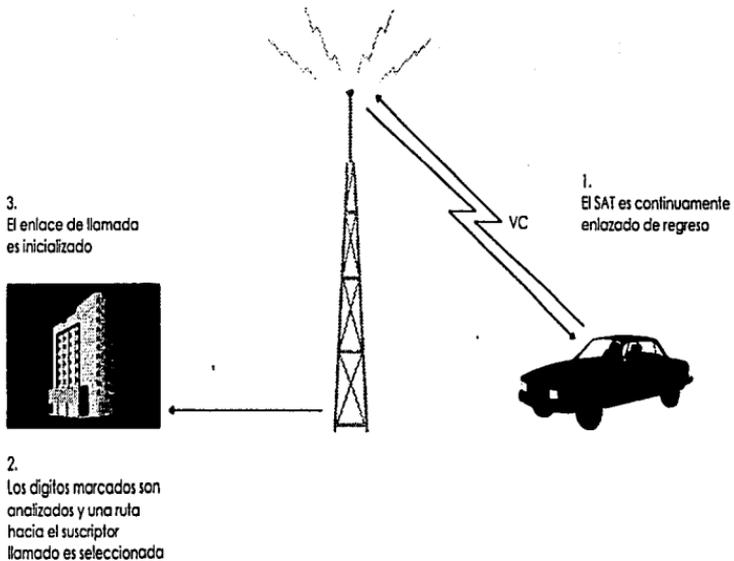


Figura 4.18



1.
Envío de la señal de
timbre del tono de
control



VC



2.
El suscriptor móvil
escucha el sonido del
tono de control
El SAT continua siendo
enlazado de regreso

Figura 4.19

3.
Supervisión de llamada



2.
Conversación



1.
El abonado puede escuchar a la
persona que contesta la llamada
e iniciar la conversación
El SAT continua siendo enlazado
de regreso

IV.4 LLAMADA ENTRE ESTACIONES MOVILES.

Cuando una estación móvil llama a otra igual se combinan las secuencias anteriores, es decir se utiliza el mismo proceso que cuando se realiza la llamada desde un abonado móvil. La red pública no se utiliza, en lugar de eso, el solicitante de llamada y el receptor son manejados únicamente por el MSC.

IV.5 DESCONEXION DE UNA LLAMADA.

Si el abonado móvil cuelga primero por medio de la tecla **END** (ver figura 4.21), la estación móvil genera un tono de señalización por 1.8 segundos y lo envía a la BS. Cuando se detecta este tono, la unidad de radio control de canal de voz desocupa al canal de voz apagando su transmisor y generando un mensaje de **Liberación** para la BS. Este último transfiere el mensaje al MSC (ver figura 4.22), quien envía señales de desconexión a la red pública, desconecta el enlace de terminación y el enlace de zona de célula. (ver figura 4.23)

Si la contraparte (Línea telefónica común) cuelga primero, la MSC recibe la señal de desconexión de la red pública, desocupa la estación móvil enviándole un mensaje de Liberación a través de la BS. La estación móvil reconoce a esta señal enviando un tono de señalización de 1.8 segundos. Tan pronto como la unidad de radio control de canal de voz detecta al tono, apaga su transmisor y genera un mensaje de Liberación Reconocida a la BS. A esta altura el canal está desocupado.

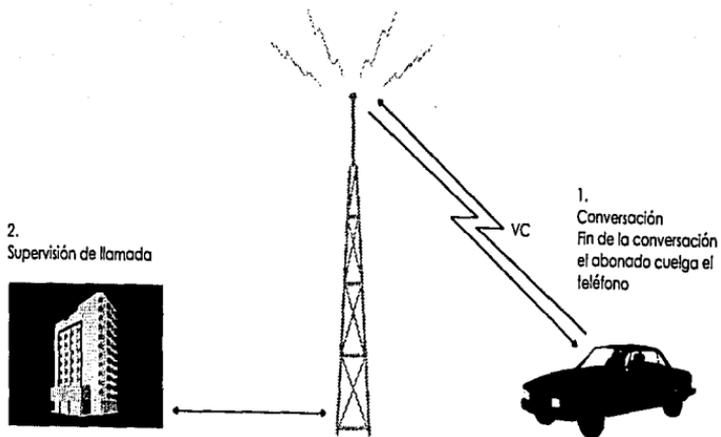


Figura 4.21

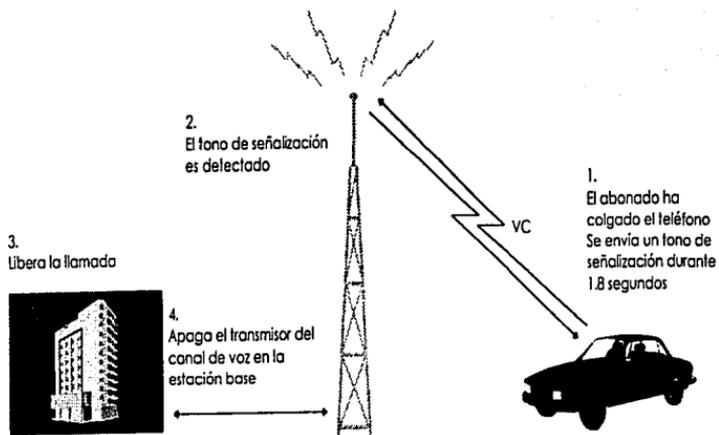


Figura 4.22

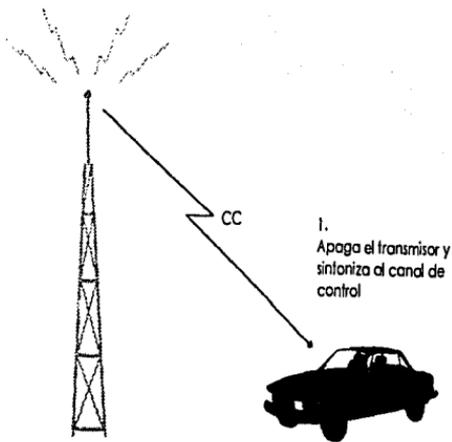


Figura 4.23

IV.6 RETORNO DE LLAMADA HACIA UN ABONADO MOVIL.

Cuando el abonado ha estado conversando con más de un abonado y termina una llamada con alguno de ellos dejando a un tercer abonado en estado de espera, luego el retorno de llamada es iniciado para restablecer la conexión entre el abonado y el abonado en espera. La búsqueda y reconexión es ejecutada de la misma manera como si fuera una llamada a un abonado móvil.

IV.7 LOCALIZACION Y HANDOFF

Cuando la calidad de transmisión de una llamada cae por debajo del SSH o de SNH, la unidad del canal de voz notifica al MSC de este hecho, enviando una petición de handoff. El mensaje de petición de handoff contiene el valor actual de la intensidad de la señal desde la estación móvil. La petición de handoff significa que otra célula con una mejor recepción será localizada para hacerse cargo de la transmisión (ver figura 4.24).

IV.7.1 Localización.

Para explicar esta función, primero describiremos una unidad llamada **receptor de intensidad de la señal (SSR)** (ver figura 4.25). El receptor de intensidad de la señal es utilizado exclusivamente para localizar estaciones móviles en **estado de conversación** en células vecinas. Consecuentemente el SSR es también llamado unidad de localización.

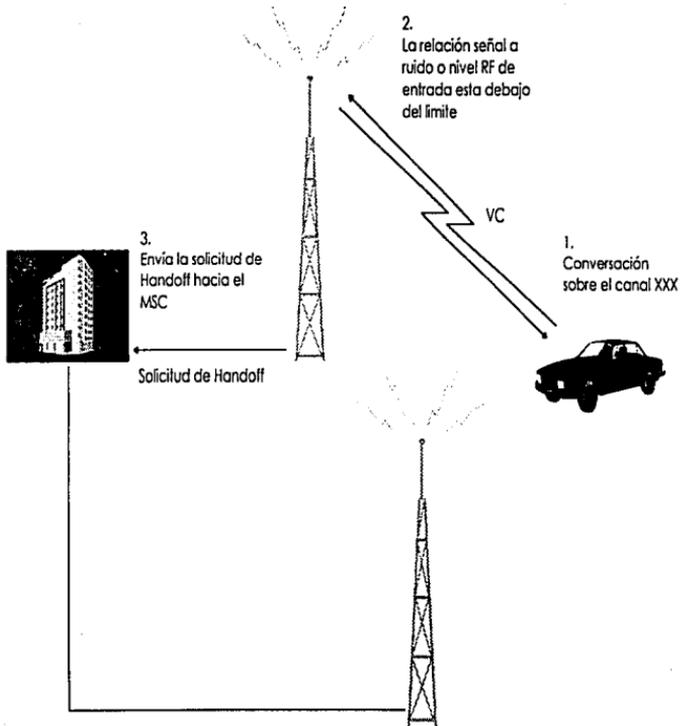


Figura 4.24
Solicitud de Handoff

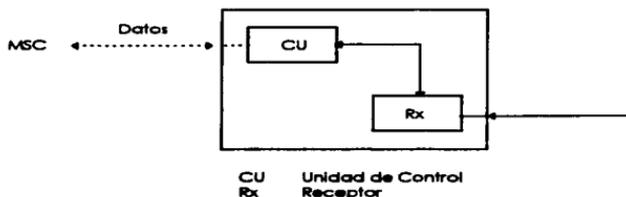


Figura 4.25
Receptor de Intensidad de Señal (SSR).

Cada célula está siempre equipada con un receptor de intensidad de la señal, el cual consiste de un receptor (Rx) y una unidad de control (CU). El SSR está exactamente diseñado igual que las unidades de canal pero sin el transmisor. Una unidad de canal de voz puede ser utilizada para trabajar como un receptor de intensidad de la señal, de cualquier manera esta debe ser utilizada solo como una excepción.

El SSR, en cada célula, ejecuta muestreos periódicos de las mediciones de radio frecuencia recibidos. Todo el sistema de frecuencias es muestreado pero solo las frecuencias de canal de voz destinadas a las células vecinas son de interés para el handoff. La información acerca de cuales canales deben ser tomados en consideración, durante el mencionado muestreo, es originalmente recibido desde la MSC (iniciado por comando). Los resultados de las mediciones son registrados, en la CU como un valor significativo (también son considerados los resultados previos), después de cada muestreo periódico.

De esta manera, cada célula conoce que la calidad de transmisión con cualquier estación móvil utilizando los canales de voz de las células vecinas será adecuada, si la célula en cuestión se encargara de la transmisión (ver figura 4.26).

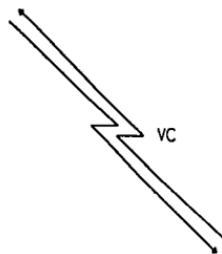
Si un handoff ha sido requerido por una célula, el MSC pedirá a las células vecinas que envíen los resultados de las mediciones de la intensidad de la señal de la estación móvil.

Debido a que los resultados de la intensidad de la señal están siempre disponibles en cada célula, serán inmediatamente provistos al MSC, el cual busca el mejor resultado. El criterio para seleccionar una nueva célula es que el resultado debe ser significativamente mejor que el resultado recibido desde la célula que requirió el handoff.

El MSC puede ahora determinar la célula a la cual se conmutará la llamada, y cuando la célula es determinada, el MSC busca (en datos) un canal de voz libre en esa célula.

Si todos los canales de voz están ocupados en ese momento, se toma la siguiente mejor célula previendo que cumple con el criterio de selección.

4. Envía la solicitud de medición de la intensidad de señal en las células vecinas



Conversación



6. Comparación de los resultados obtenidos de la medición de la intensidad de señal
Selecciona a la célula que obtuvo mejor resultado y conmuta la llamada hacia esta

Medición XXX



5. Obtiene los resultados de las mediciones del canal XXX
Envía estos datos de regreso al MSC

Resultados de la medición

Figura 4.26
Localización

IV.7.2 Handoff.

Cuando el canal de voz ha sido seleccionado, una orden para comenzar la transmisión es enviada hacia la nueva célula. Después se envía sobre el canal de voz actualmente utilizado, una orden a la estación móvil para que sintonice el canal de voz seleccionado.

En este mensaje, también se envía la información acerca de cual SAT es usado por el nuevo canal de voz. (ver figura 4.27).

El tono de señalización (ST), es enviado por la estación móvil habilitando la sincronización de la conmutación para la nueva trayectoria de canal de voz en el selector de grupo en MSC cuando ocurre un cambio de canal de voz.

Detectar el ST significa que la estación móvil se sintonizara hacia el nuevo canal (ver figura 4.28).

La frecuencia del SAT es revisada y si corresponde a la frecuencia esperada, el SAT es enviado de regreso, esto confirma un handoff exitoso. Por último el antiguo canal de voz es marcado como libre en el MSC y se apaga su transmisor.(figura 4.29)

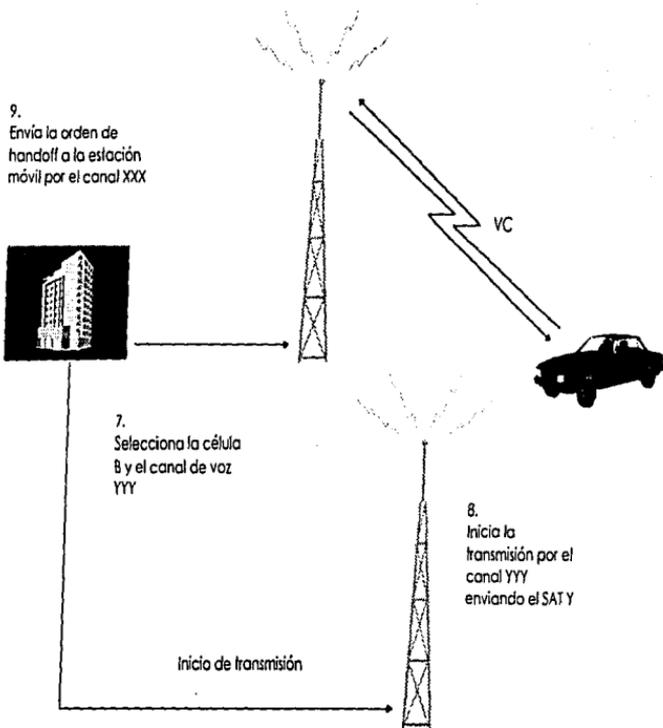
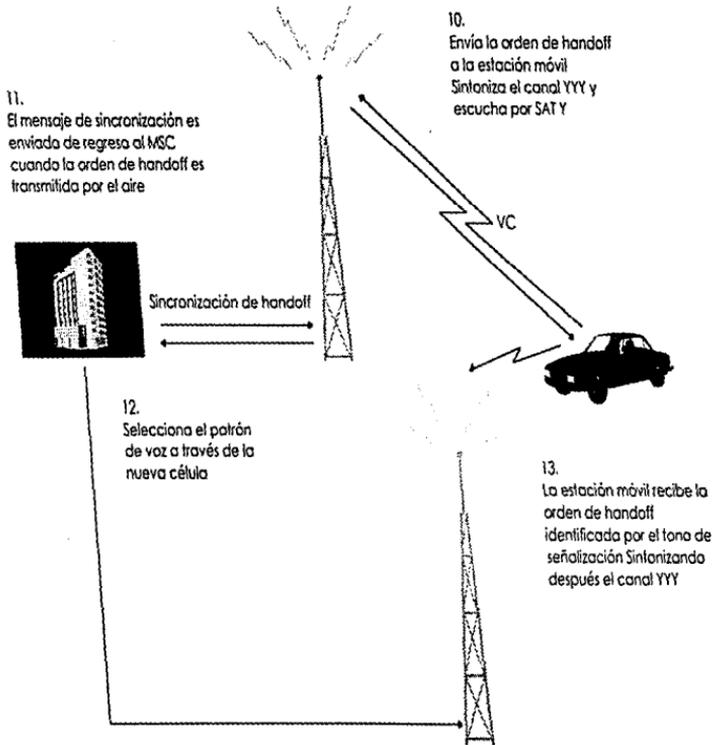


Figura 4.27
Inicio de Handoff



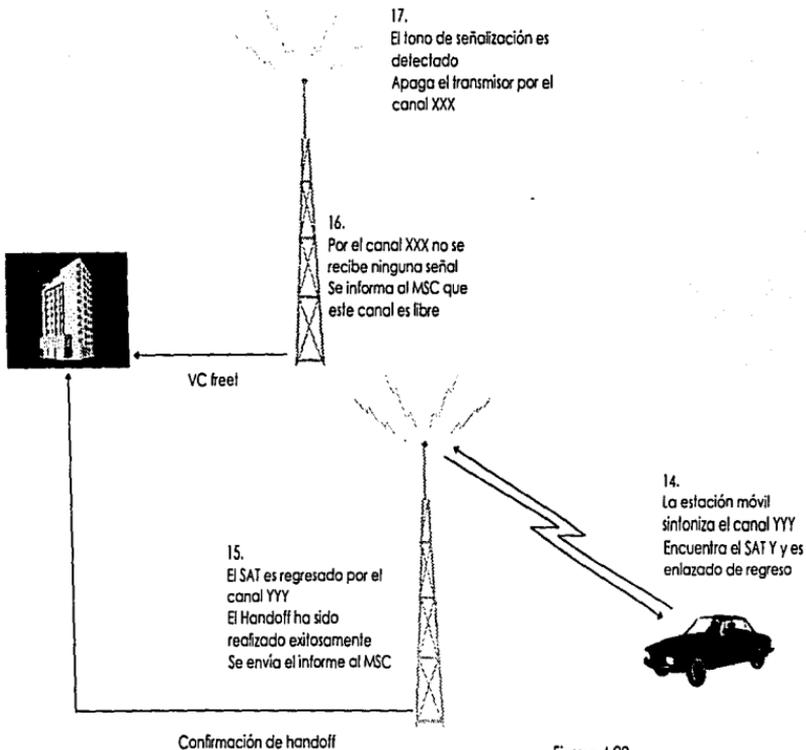


Figura 4.29
El handoff se realiza exitosamente

IV.8 REGISTRO POR LA ESTACION MOVIL.

La estación móvil genera el registro enviando el acceso en el canal de control. Una llamada desde un abonado móvil es, por ejemplo, considerada como un registro, pero normalmente el registro del acceso lo realiza la estación móvil sin alguna intervención del abonado (figura 4.30).

Existen dos tipos de registro:

- Registro periódico. La función es opcional.
- Registro del área de localización (sólo TACS).

El registro periódico se usa en el MSC, el cual recibe el registro de acceso, para determinar si la estación móvil está activa ó no. Este registro debe ser realizado frecuentemente.

El registro del área de localización es usado por el MSC para localizar al abonado. Este registro es realizado cuando la estación móvil entra a una nueva área de localización.

IV.8.1 Registro periódico.

MSC espera que cada estación móvil envíe el acceso periódicamente. De esta manera el MSC sabrá si la estación móvil está activa, es decir, si la estación móvil está dentro del rango de radio y está encendida (ON).

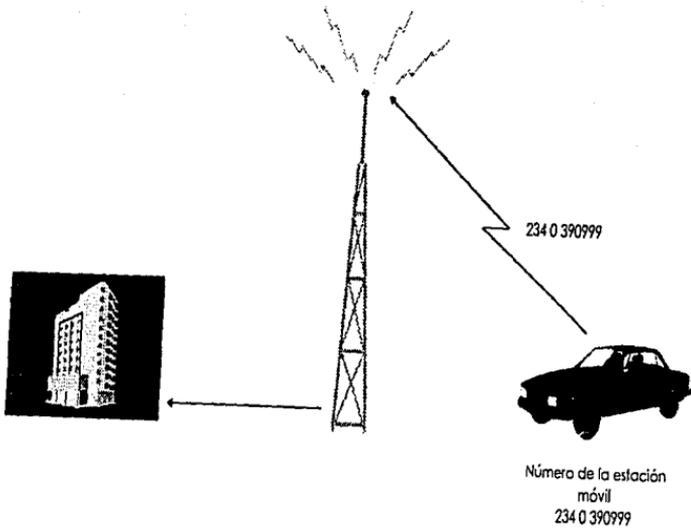


Figura 4.30
Registro de acceso

El MSC toma conocimiento de la actividad de cada estación móvil (aun estaciones móviles visitantes) contenida en su área de servicio. Si la inactividad de un visitante excede un determinado tiempo, el MSC-H será informado.

La ventaja del registro periódico es que si una estación móvil es conocida en el MSC como inactiva, se puede mandar inmediatamente un mensaje grabado al abonado que llama, diciéndole que el abonado móvil no puede ser contactado.

Puesto que la función es opcional, la información del registro periódico es solicitada o no, **REG.YES/NO**, es enviado por un mensaje de encabezado en el canal de control. A las estaciones móviles también se les informa, por medio de un mensaje de encabezado, acerca del periodo de registro. El periodo de registro es decidido inicialmente por el operador celular y es, por lo tanto, especificado en el software de MSC. Un periodo típico es de 20 a 30 minutos.

Con el objeto de evitar registros de todas las estaciones móviles al mismo tiempo ha sido especificado el siguiente procedimiento:

Cada estación móvil genera inicialmente en su registro interno, un valor aleatorio determinando la primera marca a registrar. Después de la primera marca que se registró y después de cada una de las siguientes, este registro es incrementado en un valor constante, **REGINCR**. **REGINCR** es recibido a intervalos de tiempo regulares desde el mensaje de encabezamiento en el canal de control (figuras 4.31 y 4.33).



Figura 4.31

Registro de acceso desde estaciones móviles en instantes diferentes.
Los períodos de registro son constantes.

Una estación móvil sabrá, comparando el contenido de sus registros con un valor en cierto tiempo, **REGID**, cuando llegue el tiempo de registro. REGID también se recibe como un mensaje de encabezado en el canal de control (figura 4.32).

Cuando esos dos valores son iguales (o REGID es mayor que el valor del registro) ocurre un registro o marca (4.33)

El valor REGID es generado por un reloj de programa en la unidad de control del canal de control (existe, sin embargo, un reloj de programa maestro en MSC). Cada paso del reloj incrementa el REGID en uno, y se envía el nuevo valor en el canal de control. El reloj de programa puede trabajar a diferentes velocidades (por parámetros software), con el intervalo más lento de 128 segundos y el más rápido cada segundo.

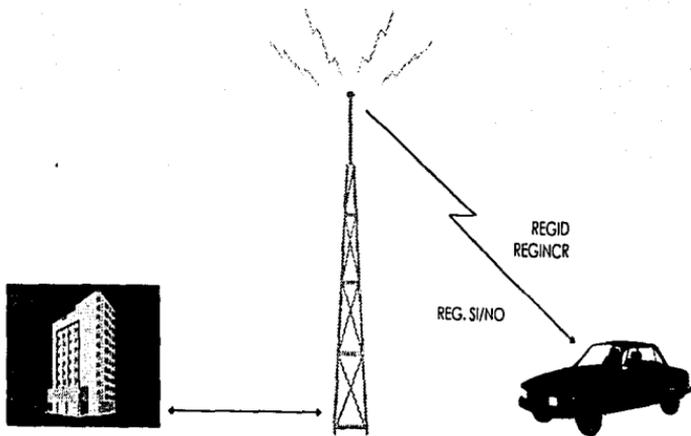


Figura 4.32
Registro periódico de mensajes recibidos por estaciones
móviles en el canal de control

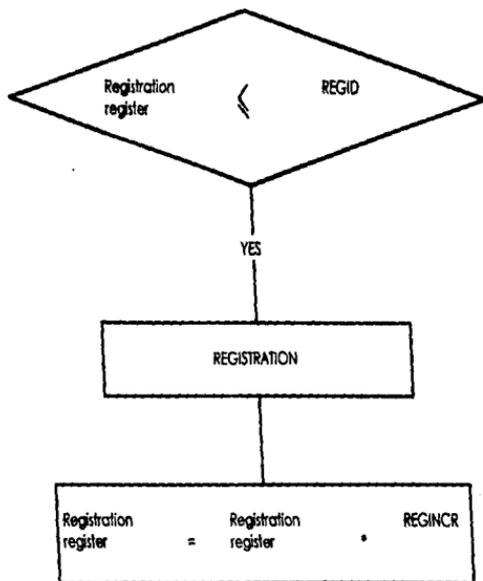


Figura 4.33
 Registro periódico de mensajes recibidos por estaciones
 móviles en el canal de control

IV.8.2 Registro del área de localización (Registro forzado).

Como ya sabemos, el voceo de un abonado tiene que ser realizado sobre todas las células en el área de localización (CMS 8810).

Cuando el número del abonado atendido por un MSC llega a cierto nivel, del orden de 40000-50000, la señalización puede ser crítica en la trayectoria de radio, así como la capacidad de voceo que le corresponde. Esta es la causa de porque la división en áreas de localización es conveniente.

El MSC, por medio de un bit en el mensaje de encabezado, ordenará a todos los abonados móviles efectuar un registro de acceso cada vez que crucen la frontera entre dos áreas de localización. El cruce de la frontera es detectado por la estación móvil dado que el **AID (código de identificación de área)** en el mensaje de encabezado es diferente a la del recibido anteriormente. (figura 4.34)

La detección antes mencionada es posible gracias a la memoria dinámica de la estación móvil la cual siempre almacena el último valor del AID recibido. Esto también ocurre cuando una estación móvil ha sido **apagada** por un período de tiempo (más de 24 horas, que es el tiempo en que la memoria puede retener la información), inmediatamente después de que la estación ha sido **encendida**, ocurre el registro forzado.

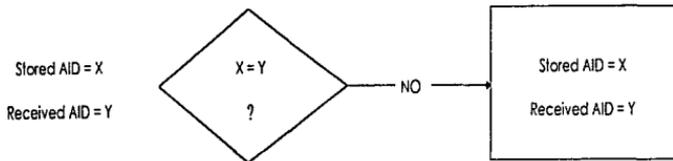
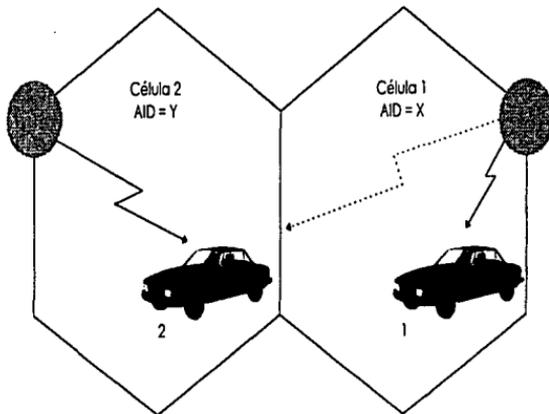


Figura 4.34
La estación móvil detecta que se ha cruzado la frontera entre sus áreas

La descripción anterior de registro forzado se aplica más exactamente al CMS 8810. En el CMS 8800, un valor idéntico de identificación de área del sistema se envía en todos los canales de control dentro del área de servicio del MSC. Esto sólo implicará un registro de acceso por un cambio del área de servicio del MSC. Existe una posible solución conocida como **REGID conmutado**, el cual, por asignación de diferentes REGIDs (usados en el registro periódico) en diferentes células, brinda el efecto de un registro forzado.

IV.9 ROAMING.

La palabra roaming significa moverse alrededor de, **caminar** o simplemente **vagabundear**. Esta palabra fue adoptada para ser usada en la telefonía celular para describir el hecho de que un abonado móvil podría moverse de un área de servicio hacia otra mientras continúa recibiendo el servicio, (figura 4.35).

El servicio a los abonados móviles visitantes puede ser provisto ya sea totalmente automático con asistencia de operadora. Esto nos indica dos tipos de roaming.

- Roaming automático.
- Roaming manual.

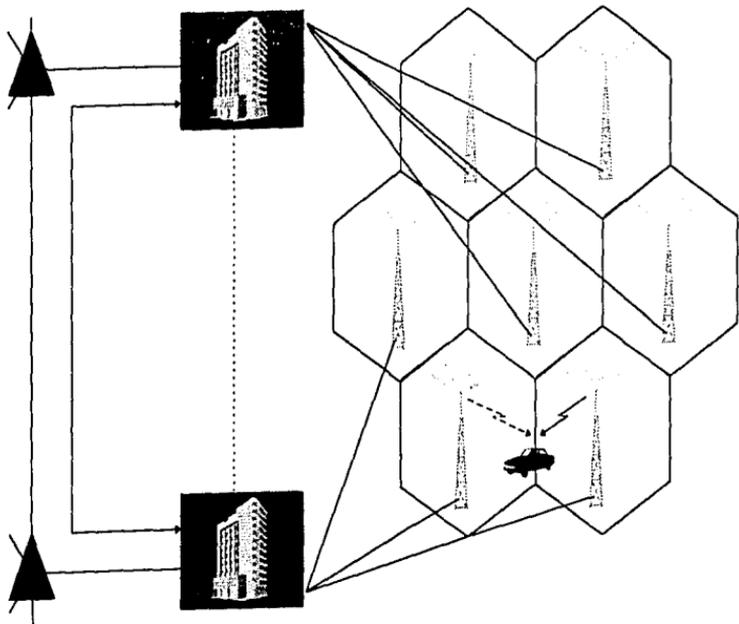


Figura 4.35
Cambio de área de servicio MSC

Cuando el roaming es usado en la red, entonces los MSC proveerán servicio de visitante a cada uno de los otros abonados, y son por consiguiente llamados **MSC cooperantes**. En caso de roaming automático, la transferencia de información entre MSC llamada **señalización de roaming** (señalización de MSC) toman lugar utilizando la señalización por canal común CCITT No 7.

Desde el punto de vista del MSC, los abonados que están suscritos (conectados en datos) a éste MSC son considerados como **abonados propios**, y el MSC es su **central de casa (MSC-H)**. Los abonados propios residen normalmente en el área de servicio de éste MSC. Los abonados localizados en el área de servicio de un MSC cooperante son considerados como **abonados de roaming (roamen-huespedes)**. Desde el punto de vista del MSC, los abonados que tengan sus suscripciones en otra MSC pero que comúnmente se encuentran presentes en el área de servicio del MSC en cuestión son considerados como **abonados visitantes** y la MSC es la **central de visita (MSC-V)**.

Para el enrutamiento de llamadas (dentro de la red celular y a veces aun dentro de la PSTN) para un abonado de roaming, se usa un **número roaming (RN)**. Una serie de números roaming es especificada inicialmente en el MSC (bloque SC) como un número de serie interno. Cuando un nuevo visitante aparece, un número roaming es tomado y enlazado hacia el número de estación móvil del visitante (durante su presencia como huésped). Las llamadas desde los visitantes son tratadas por la MSC de visita de la misma manera que las llamadas hechas desde los abonados propios.

Un abonado suscrito en un MSC así como en otro u otros MSC(s) es llamado un **abonado no-residente**. Un abonado no-residente puede ser llamado con diferentes números de abonado dependiendo de la localización esperada. El sistema no provee ninguna información sobre la localización del abonado.

IV.9.1 Roaming Automático.

Actualización de la Localización. (ver figura 4.36)

1. Un abonado que ha dejado el área de servicio de la central de casa (MSC-H), es detectado por una central de visita (MSC-V) cuando se ha realizado un acceso (intento o registro de llamada) desde la estación móvil. El MSC-V recibe el número de la estación móvil (MSNB), también puede recibir el número de serie.
2. La MSC-V reconoce un nuevo visitante por la ausencia del MSNB en el registro de visitantes (bloque MDAV y MTV).
3. El MSNB es insertado en el registro de visitantes el cual, realiza automáticamente un enlace hacia el número de roaming (bloque SC) con la activación de las categorías de abonado. De esta forma el abonado se conecta como un visitante.

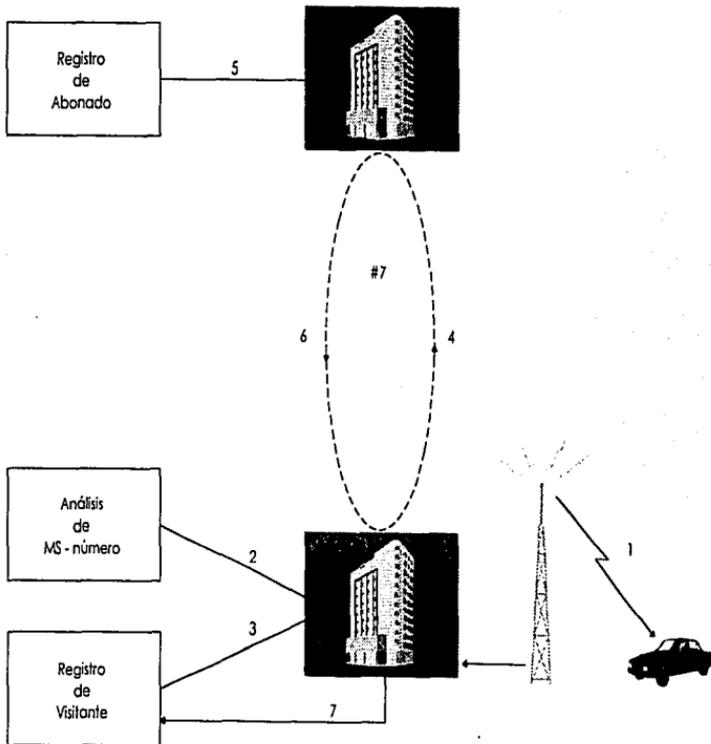


Figura 4.36
Registro de localización y actualización de localización

4. La MSC-V determina (por uso del MSNB) la central de casa del visitante (bloque MDA) así como la identificación de la central. Un mensaje de señalización de roaming (CCITT No.7) llamado **mensaje de actualización de localización** es enviado a la MSC-H, este mensaje contiene el MSNB (y el número de serie). El mensaje significa: "Este abonado está ahora presente en mi área de servicio".
5. La MSC-H encuentra (basado en el MSNB) el registro del abonado (bloque MTH), actualiza la posición del abonado (checa que el número de serie recibido corresponda al número de serie almacenado en su registro) y asigna las categorías de abonado correspondientes (SC).
6. Un mensaje de señalización de roaming llamado **mensaje de actualización de localización aceptada** es regresado hacia la MSC-V. El mensaje contiene el MSNB y las propias categorías del abonado.
7. Las categorías son actualizadas en MSC-V (bloque SC).

Ejemplos de numeración:

números de serie 200000.....200099;.....
 MSC-H ; 219900 ... 219999;

números de serie 500000 500099;
 MSC-V ; 519900 ... 519999;

números de serie
 MSC-V reservado como
 números de roaming 505500 505599;

Número de roaming seleccionado 505555;

Número de abonado 219934;

Cuando el abonado se mueve ahora a otra área de servicio de MSC el registro de localización de un abonado móvil entra en operación de nuevo. El MSC-H actualizará el registro de localización del abonado (bloque MTH) y enviará un mensaje de señalización de roaming hacia el MSC-V llamado **mensaje de cancelación de localización**.

Los datos del abonado son removidos del registro de visitantes (bloque MTV) y el número de roaming vuelve a ser libre para ser utilizado por un nuevo visitante.

IV.9.2 Enrutamiento de una llamada a un roamer

Se asume en éste ejemplo que se hace una llamada desde un abonado ordinario de la PSTN hacia un abonado móvil que es servido por una MSC-V (figura 4.37)

La localización del abonado ha sido actualizado en MSC-H.

1. El enlace es enrutado desde un abonado que está llamando hacia la central de MSC más cercana. Éste MSC es considerada como una central interrogante (MSC-I).
2. MSC-I ejecuta el análisis del número-B (en la forma usual) cuyo resultado apuntará a una ruta de software (ruta de interrogación).
3. Esto servirá como un dato de destino para un mensaje de señalización de roaming enviado a MSC-H. El mensaje es llamado **mensaje de petición de enrutamiento**. Conteniendo el número del abonado. El mensaje significa: "¿A cual MSC debo enrutar la llamada?".
4. MSC-H ejecuta el análisis del número-B (bloque DA) del número del abonado marcado durante una llamada terminal, pero los datos para la localización del abonado, almacenados en el registro de abonado (bloque MTH), muestran que el abonado será encontrado en el MSC-V.

5. Esto significa que con objeto de dirigir la llamada hacia MSC-V el número de roaming debe ser usado. Un mensaje llamado **mensaje de Interogación del número de roaming** es enviado al MSC-V. El mensaje contiene el MSNB encontrado en el registro del abonado (bloque MTH). El número del abonado marcado no puede ser utilizado dado que no está almacenado en MSC-V y podría no ser reconocido.
6. Un registro de visitantes es encontrado (bloque MTV) y se obtiene automáticamente el número roaming (bloque SC).
7. Un mensaje llamado **mensaje de número roaming** es regresado al MSC-H el cual después envía el número roaming al MSC-I a través de otro mensaje llamado **mensaje de enrutamiento**.
8. Se realiza el análisis de numero-B del numero roaming (bloque DA) apuntando a una troncal ordinaria a MSC-V.
9. Una llamada de una troncal ordinaria es enrutada hacia la MSC-V con el número roaming del número marcado.
10. El análisis del número de B del número roaming se dirige hacia la llamada terminal y el registro de SC. Después que el registro de SC es enlazado hacia el registro de MTV que contiene el MSNB, se puede transmitir el voiceo.

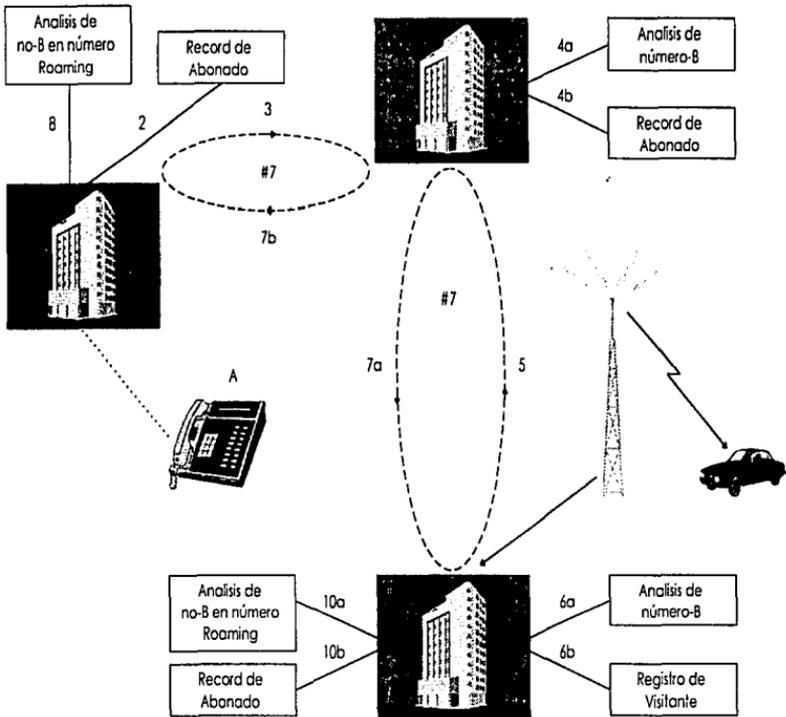


Figura 4.37
Enrutamiento de una llamada para un roamer

Ejemplos de numeración:

Número marcado (número-B)	0 836 219933:
Número de roaming seleccionado	836 505555:
Número de llamada troncal (número-B)	0 836 505555:

Las series de números roaming deben ser elegidas de tal manera que la PSTN no los reconozca como números de abonado móvil. De otra manera, como se mencionó en el punto 9 la PSTN enrutará la llamada al MSC más cercano el cual se convertirá en nuestro MSC-I. Por supuesto, el problema puede evitarse si se usan las rutas directas entre los MSCs.

IV.9.3 Una llamada de servicio de abonado desde un roamer

Si se asume en este ejemplo que el abonado es atendido normalmente por un MSC-V. Cuando un abonado visitante marca un código de servicio controlado por abonado se envía un mensaje llamado **mensaje de código de servicio controlado por abonado** desde MSC-V hacia MSC-H. Contiene el MSC-V y los dígitos marcados. La evaluación del servicio requerido es realizada en MSC-H y la información correspondiente a la aceptación o al rechazo mandada, es reconocida por MSC-V. Por último MSC-V envía un mensaje audible al abonado.

IV.9.4 Enrutando una llamada a un roamer con el servicio de abonado de transferencia de llamada activado.

Se asume que el abonado está atendido normalmente por MSC-V. El servicio de abonado de transferencia de llamada cuando no contesta, requiere que el número de C esté disponible en MSC-V. Si el número de C no está almacenado en el MSC-V, se debe conseguir desde MSC-H en cada ocasión de transferencia de llamada. Un mensaje llamado **mensaje de Interogación de número de C**, se envía a MSC-H. Después de la recepción del número de C, la llamada es enrutada directamente desde el MSC-V de acuerdo al número de C.

IV.9.5 Inactividad del roamer.

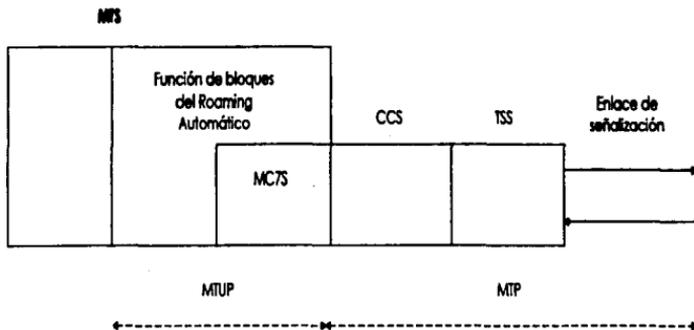
Asumir que el abonado está normalmente atendido por MSC-V. En cada acceso al sistema (respuesta de voceo, llamada desde un abonado móvil, registro) desde una estación móvil, arranca un tiempo de supervisión. Si no se reciben más accesos al sistema durante el tiempo de supervisión, la estación móvil se considera como inactiva. Para evitar enrutar las llamadas a MSC-V si la estación móvil no está activa, el MSC-V envía un mensaje llamado **mensaje de inactividad**. Contiene el MSNB. Si esta es una llamada a un roamer inactivo, la llamada es enrutada al MSC-H, el cual envía un mensaje audible para el abonado.

IV.9.4 Señalización de roaming (CCITT No. 7).

El roaming automático requiere que los mensajes de señalización de roaming entre MSCs sean enviados de acuerdo a la señalización por canal común CCITT No. 7.

La estructura del sistema de señalización por canal común está dividida en una **Parte de Transferencia de Mensaje (MTP)**, y varias partes de usuario. Los usuarios son, entre otros: la **Parte Telefónica de Usuario (TUP)** manejando el establecimiento de llamada cuando se utiliza CCITT No. 7, y la **Parte Telefónica de Usuario Móvil (MTUP)** cuando las funciones de roaming automático están implementadas en MSC. MTP está incorporado en el **Subsistema de Señalización por canal común (CCS)**. Maneja la señalización CCITT No. 7 cuando, por ejemplo, llega por el enlace de supervisión, la corrección de error, checando que las señales no estén perdidas y que sean retransmitidas si es necesario y que las señales sean recibidas en forma correcta, (figura 4.38).

Los mensajes son transmitidos desde (y recibidos por) una **Terminal de Señalización (ST-7)**. La información de señalización desde una terminal de señalización es enviada a través de selector de grupo a un cierto canal en un **circuito terminal de central (ETC)**. Este canal es usado exclusivamente para señalización. La figura 4.39 presenta un ejemplo en el cual el canal 31 de PCM ha sido tomado para la señalización. Este es diferente al de las conexiones a las estaciones base las cuales utilizan el canal 16 en un sistema PCM. En este ejemplo el ETC es el hardware del bloque BTN7 (troncal bidireccional con CCITT No. 7). Los elementos particulares de BTN7 son: BTN-32 BTN-63 los que implican el hecho de que BTN-63 maneje las funciones del enlace de señalización.



- MTS Subsistema de Telefonía Móvil
- CCS Subsistema de Señalización por Canal Común
- TSS Subsistema de Troncales y Señalización
- MTUP Parte Telefónica de Usuario Móvil
- MTP Parte Telefónica de Usuario
- MC7S Señalización CCITT No. 7 de Telefonía Móvil

Figura 4.38
Estructura del Sistema de Señalización

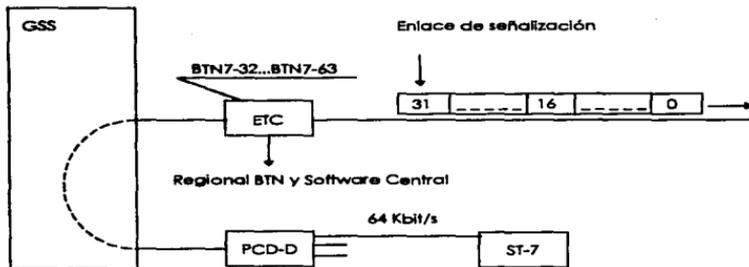
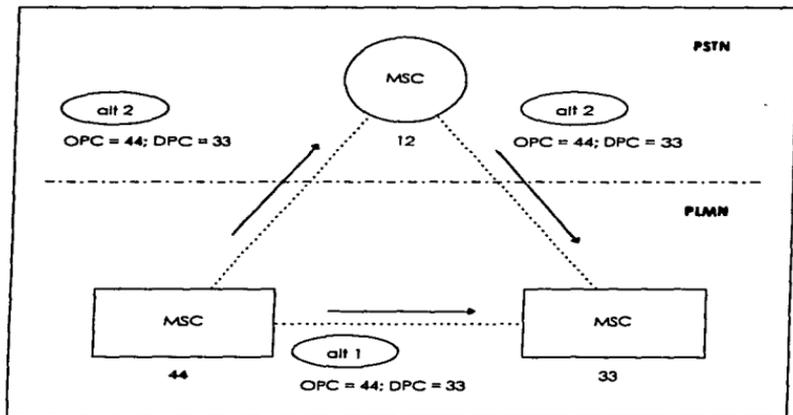


Figura 4.39
Enlace de señalización CCITT No. 7

La Estructura de la Red CCITT No. 7

Los mensajes son transferidos tanto por un enlace directo entre MSCs como vía dos o más enlaces conectados en tandem (figura 4.40) en cuyo caso, la red celular CCITT No. 7 celular es integrada en la red PSTN CCITT No. 7 nacional. En tal red, cada central es considerada como un punto de señalización. El MSC emisor es el punto de origen y el MSC que recibe es el punto de destino. Con el objeto de realizar un seguimiento de **quién es el emisor y cómo se direcciona el mensaje**, se debe de incluir el **código del punto de origen (OPC)** y el **código del punto de destino (DPC)** en la información



- | | |
|-------|--|
| alt 1 | Enlace de señalización de primera prioridad. |
| alt 2 | Enlace de segunda prioridad |
| OPC | Código del Punto Origen. |
| DPC | Código del Punto Destino. |
| PLMN | Red Móvil Terrestre Pública. |
| STP | Punto de Transferencia de Señalización. |

Figura 4.40
Red CCITT No. 7, rutas de señalización alternativas.

Formato de la unidad de mensaje.

La **unidad de señal de mensaje (MSU)** es ilustrada por la figura 4.41. La MSU es un paquete de datos el cual es transmitido sobre el enlace de señalización. El tamaño de la MSU depende de la cantidad de información en un mensaje de señalización roaming, a ser transmitido.

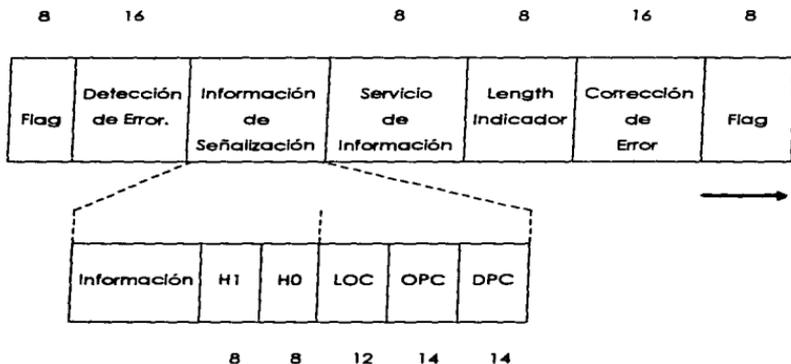


Figura 4.41

Unidad de mensaje de señalización.

Flag (Bandera)	El inicio y final de una MSU se identifican por una palabra única de 8 bits
Corrección de error	Ordena la repetición de cualquier mensaje incorrecto recibido, contiene números secuenciales de mensaje.
Información de Señalización	<p>Este campo contiene la información para ser transmitida, un código de encabezado y una etiqueta de mensaje. La longitud del campo de Información es variable.</p> <p>La información contenida es, por ejemplo el número de serie, categorías, etc. Los códigos de encabezado (H0, H1) indican el tipo del mensaje MTUP posición, Inactividad, información de ruta, etc.). La etiqueta de mensaje se usa para enrutar el MSU a través de la red y consiste del código del punto de origen (OPC), un código del punto de destino (DPC) y un canal lógico identificado por un número de transacción asignado a la señal hacia adelante. El mismo LOC se usa para la correspondiente señal hacia atrás.</p>
Indicador de Longitud.	Especifica la longitud del MSU.
Información de Servicio	Especifica la parte de usuario, ejemplo la parte telefónica de usuario móvil (MTUP) y también si se emplea tanto la red CCITT No. 7 nacional o internacional, así como el número de red (0 ó 1).

Detección de Error	Se realiza una supervisión de 16 bits para checar si los datos se han alterado durante la transmisión, si sucedió, se realiza la corrección o se ordena la retransmisión mediante el campo: corrección de error.
--------------------	--

IV.9.7 Roaming manual.

Esta es una variante del roaming la cual requiere actividades manuales para un servicio completo al visitante. Aquí no se utiliza la señalización roaming (CCITT No. 7). Para permitir el servicio de terminación para abonados visitantes, se requiere la actualización de localización manual del MSC-H. Los servicios de abonado no pueden tampoco ser activados por abonados visitantes y por esto también se requiere una conexión manual (por operador) de servicios de abonados, etc.

IV.9.7.1 Actualización de localización.

Un abonado que ha dejado el MSC-H, es detectado por un MSC-V cuando ha realizado la primera llamada. La llamada es enrutada, si se requiere, hacia un operador, el cual después de una validación, conecta el abonado al servicio. El operador en MSC-H, es informado, por el abonado o por el operador en el MSC-V de la nueva localización del abonado. El operador en MSC-H actualiza la información de la posición del roamer.

Cuando el abonado regresa a casa, su primera llamada reactiva la información de localización. El cambio de posición se notifica al abonado o al operador, quien puede solicitar al operador en el MSC-V anterior que borre la información del abonado.

En la misma forma, si el abonado cambia de área de servicio de MSC-V, será identificado como se describió antes. El operador de casa actualiza la posición del abonado con la información, y al operador de el MSC-V anterior se le pide borrar los datos del abonado. De otra manera, las llamadas de los visitantes se manejan igual que las llamadas de los abonados de casa o propios.

Los abonados que llaman pueden entonces recibir instrucciones de marcación en MSC-H, que expliquen como localizar al abonado marcando directamente hacia MSC-V.

IV.9.7.2 Llamadas a un roamer (huésped).

Las llamadas para los roamers se enrutan hacia el MSC-H del abonado, donde el abonado que llama recibe instrucciones de marcación (un número piloto para MSC-V) seguidas por la liberación de la llamada.

IV.10 HANDOFF ENTRE CENTRALES.

Handoff entre centrales significa que se realiza la conmutación de una llamada en progreso entre dos células controladas por diferentes MSCs. Se involucra la localización de una nueva célula y el reenrutamiento de la llamada (figura 4.42)

El handoff entre centrales requiere de funciones adicionales de software en MTS. Se han diseñado cerca de 15 nuevos bloques. La figura 4.43 muestra como ha sido afectada la interrelación de bloques, considerando el manejo de tráfico.

Existen circuitos de habla (líneas PCM), en cada MSC, dedicados para el handoff entre centrales, dado que cuando se presente, debe estar disponible una trayectoria de voz. Como es ilustrado en la figura 4.44, uno de los circuitos terminales de central (ETCs) interfaza una de las líneas PCM antes mencionadas. El bloque involucrado es llamado MCELT.

Para realizar el handoff, se debe transferir una cantidad considerable de información entre los MSCs, durante un corto período de tiempo. Para enfrentar esos requerimientos, se emplea la señalización por canal común (CCITT No. 7). Se ha presentado ya un arreglo de un enlace de señalización en la figura 4.39 El mismo enlace se utiliza también durante el handoff entre centrales (figura 4.44).

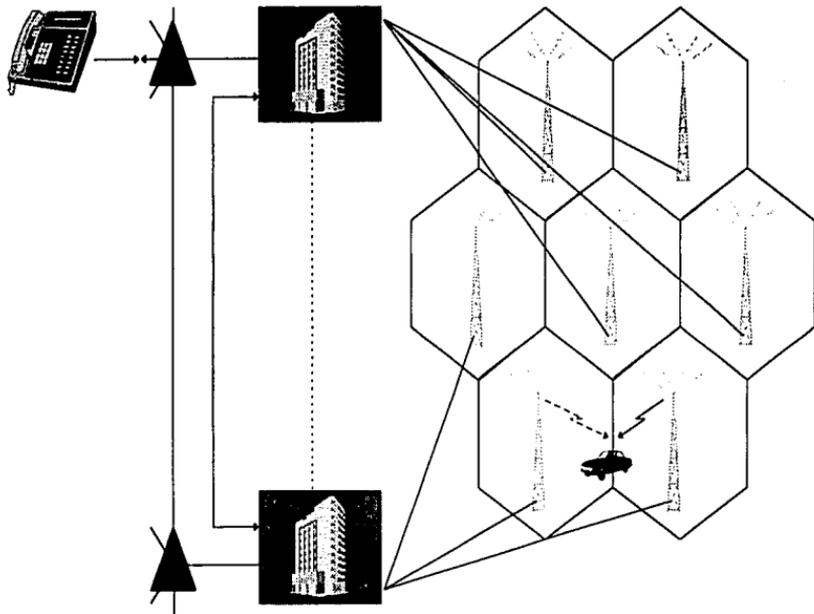
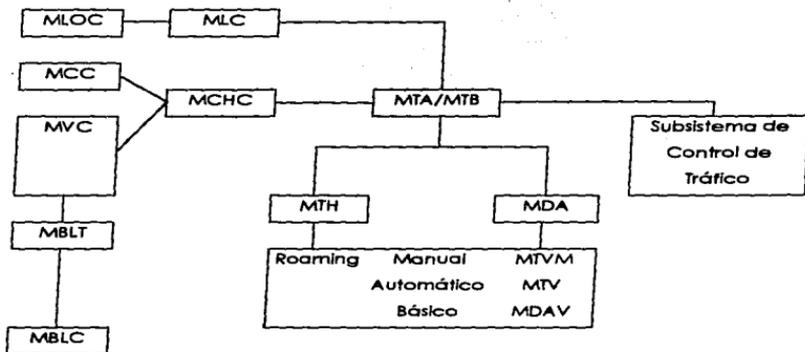


Figura 4.42
Cambio de área de servicio durante una llamada en progreso



- MCHC Coordinación del manejo de llamadas en Telefonía Móvil.
- MLC Coordinación de Localización en Telefonía Móvil.

Figura 4.43
 Diagrama simplificado de software.
 (manejo de tráfico)

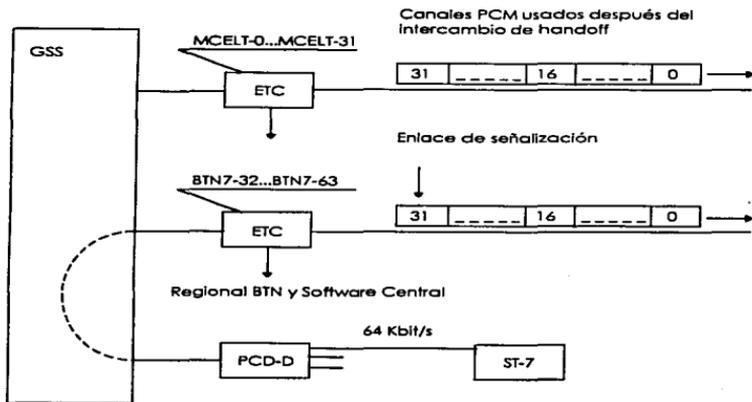


Figura 4.44
Líneas PCM hacia otro MSC.

La estructura de la unidad de mensaje es también semejante a la que se describió en el roaming. Sin embargo, existe una excepción.

- Cuando el circuito de habla (canal PCM) va a ser identificado con un mensaje, un código de identificación de circuito (MCIC) correspondiente al MCELT en cuestión reemplaza a un código de canal lógico (LOC) (figura 4.45).

Se han definido cerca de 30 nuevos mensajes de señalización para los procedimientos de handoff entre centrales.

LOC O MCIC	OPC	DPC
12	14	14

Figura 4.45

Etiqueta de mensaje en la unidad de señalización de mensaje (MSU).

IV.10.1 Un caso de tráfico.

La central que controla la célula donde la estación móvil (llamante o llamada) fue localizada durante el establecimiento de la llamada original es llamada un **MSC fijo**.

La central requerida para brindar los resultados de medición durante la localización es llamada **MSC cooperante**.

Existen tres diferentes casos de handoff entre centrales:

- Handoff desde un MSC fijo.
- Handoff desde un MSC no-fijo a otro MSC.
- Handoff desde un MSC no-fijo a otro MSC no fijo.

Handoff desde un MSC fijo.

El procedimiento de handoff entre centrales inicia en la misma forma como el handoff entre células localizadas en la misma área de servicio. Esto significa que, cuando un handoff ha sido solicitado, las células vecinas son ordenadas por MSC para enviar los resultados de medición de la intensidad de señal de las estaciones móviles involucradas. Entonces, basados en la evaluación de los resultados, la **mejor** célula es seleccionada por el MSC que atiende normalmente a esta llamada.

En este caso de tráfico, una (o varias) de las células vecinas a la célula normalmente usada para la llamada, se controla por otro MSC. Así una célula vecina será autorizada para encargarse de la llamada durante el handoff, dado que ésta ha sido especificada (por comando) como la célula vecina.

Localización.

El MSC fijo solicita al MSC cooperante (2a), (vía el enlace de señalización), enviar los resultados de medición de la intensidad de señal. El MSC cooperante envía el requerimiento a las células vecinas (Figura 4.46).

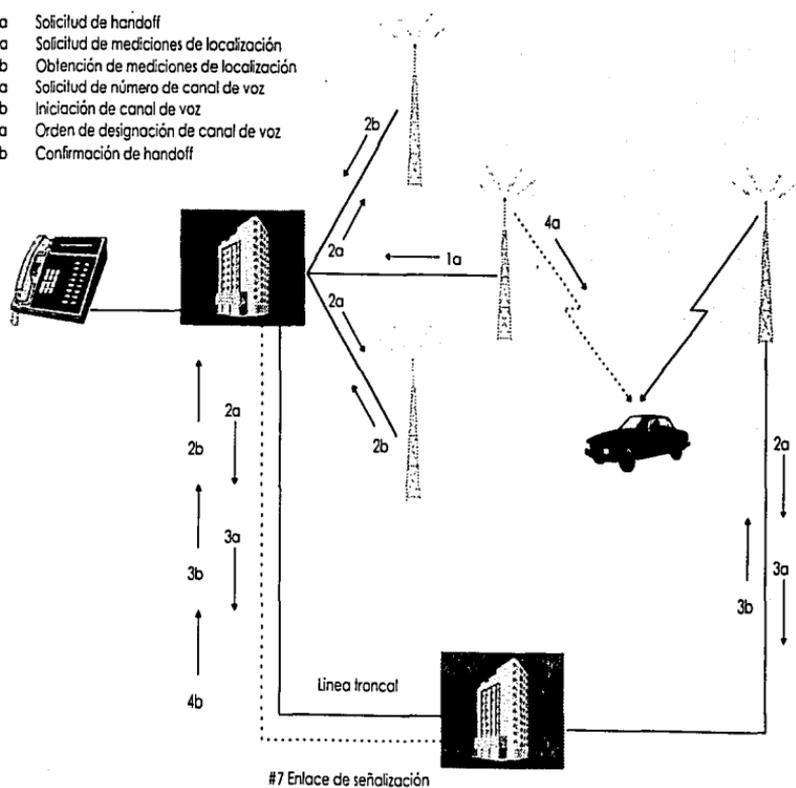
El resultado regresado (2b) es comparado con los resultados obtenidos de las células vecinas internas (2b). El MSC fijo controla la prioridad de las alternativas internas y externas. Si se decide un handoff a una célula en un MSC cooperante, el MSC fijo informa al MSC cooperante de la identidad de la célula.

Toma de un canal de voz y una trayectoria de voz.

El MSC fijo solicita al MSC cooperante (vía el enlace de señalización) el número del canal de voz de la célula (3a).

El MSC fijo toma una trayectoria de voz (MCELT-individual) entre los dos centrales. Esto será usado después de que el handoff ha sido llevado a cabo (el MCIC es usado aquí en la unidad de mensaje).

- 1a Solicitud de handoff
- 2a Solicitud de mediciones de localización
- 2b Obtención de mediciones de localización
- 3a Solicitud de número de canal de voz
- 3b Inicialización de canal de voz
- 4a Orden de designación de canal de voz
- 4b Confirmación de handoff



#7 Enlace de señalización

Figura 4.46
Handoff entre centrales

Handoff.

La trayectoria de voz entre los MSCs y la trayectoria de voz a la nueva unidad de canal de voz en la estación base han sido seleccionadas y la orden de handoff es enviada a la estación móvil (4a).

La estación móvil inicia una conmutación del canal de voz anterior a uno nuevo y al mismo tiempo, se realiza la reselección de la trayectoria de voz en el selector de grupo del MSC fijo. Cuando la estación móvil ha sintonizado al nuevo canal de voz, se confirma el handoff exitoso (4b).

Conversación después del handoff.

El MSC cooperante atiende la llamada después del handoff. El MSC fijo continúa con el control de la llamada después del handoff, lo cual significa que todas las señales hacia y desde las estaciones móviles son transferidas vía el enlace de señalización.

La tasación de la llamada está todavía bajo cargo del MSC fijo. El MSC atendiendo controla la localización interna y del handoff entre centrales y evalúa los resultados.

IV.11 DENSIDAD DE ABONADOS.

El objeto principal de un sistema celular es permitir la reutilización de frecuencias para optimizar la eficiencia del espectro. La capacidad de tráfico de un sistema, en términos de erlangs por kilómetro cuadrado, depende por lo tanto del número total de canales disponibles, así como del tamaño de las celdas y el patrón de reutilización. Cuanto menor sea el tamaño de la celda, mayor es la capacidad de tráfico, usando un sólo patrón de reutilización existe un tamaño mínimo de celda que está limitado por la relación de protección requerida contra interferencia co-canal, lo cual es a su vez un efecto de la dificultad de controlar con precisión la propagación de las ondas radioeléctricas dentro de zonas tan limitadas.

Así pues, la capacidad de tráfico es dependiente, aparte del espectro de frecuencias disponibles, también de la aptitud que un sistema tiene para respaldar una planificación de una red de radio avanzada y para tomar decisiones rápidas y exactas para efectuar transferencias.

CMS 88 está bien equipado para estas dos condiciones:

- No hay necesidad de limitarse a determinado patrón de reutilización.
- Posibilidad de usar celdas superpuestas y tentativas de llamada dirigidas

- El tamaño virtual y la configuración de una celda puede cambiarse mediante un comando en el MSC.
- Numerosas facilidades de medición y estadística a fin de supervisar el comportamiento funcional del sistema.
- Extensas mediciones y evaluaciones en el proceso de localización garantizan buena calidad de transmisión de voz y transferencias fiables.

Además, se impide temporalmente que los canales de radio que sufren interferencia co-canal por encima de determinado nivel sean ocupados.

IV.12 CAPACIDAD DE LA RED DE MSC.

Cada MSC puede controlar un máximo de 256 estaciones de base, pudiéndose ampliar gradualmente para servir a un máximo de 65000 abonados y, si se usa registro de posiciones base (HLR), el sistema puede direccionar hasta 500000 abonados. El diseño modular del MSC garantiza economías en toda la gama de tamaños. Ampliando los MSC existentes y/o añadiendo más MSC, siempre se puede aumentar la capacidad de la red de MSC en lo que respecta al número de abonados.

Las funciones de roaming automático y de transferencia entre centros de conmutación garantizan que los abonados sea atendidos como lo son por un solo MSC grande.

CAPITULO V
OPERACION
Y
MANTENIMIENTO

V OPERACION Y MANTENIMIENTO

V.1 GENERALIDADES

Durante el tiempo de vida del sistema, lo que tiene el papel más importante para mantener bajos los costos es la operación y el mantenimiento. CMS 88 está bien equipada para hacer una gran contribución a la operación y mantenimiento de la red celular.

La comunicación hombre/máquina hace que sea fácil trabajar con CMS 88, basándose en terminología de telefonía estándar, por lo que no se requieren conocimientos especializados en computación.

Un solo MSC (Centro de conmutación de los servicios móviles) incorpora el suficiente software de operación y mantenimiento para hacerlo totalmente autónomo en lo que respecta a la operación y mantenimiento. El subsistema de operación y mantenimiento (OMS) contiene más de 50 bloques de funciones dedicados a tareas rutinarias de telefonía, tales como mediciones de tráfico, análisis y diagnóstico de fallas.

La mayoría del trabajo diario se puede efectuar en una terminal de computadora conectado directamente al MSC. Usando el sistema de soporte de operación (OSS), pueden obtenerse beneficios adicionales.

V.2 ADMINISTRACION

Generalidades

Las funciones de administración (o operación) incluyen cambios de datos de tráfico, tales como la conexión y desconexión de abonados y servicios, asignación de unidades de conmutación y de radiocanal, cambio de celda datos de ruta y de análisis.

Análisis de datos de los abonados móviles propios

La función se hace cargo de la conexión/desconexión de los abonados móviles propios y de la administración de los datos asociados:

- Numero de abonado, numero de estación móvil, numero de serie
- Información de localización
- Categorías de abonado

Hay comandos para especificar la lectura, cambio y supresión de datos.

Administración del registro de visitantes

La función maneja la asignación de los registros de abonado de los abonados móviles visitantes.

Administración de celdas y de módulos de canal

La función se usa para especificar las celdas existentes y sus características.

La función también maneja los comandos para conexión/desconexión, bloqueo/desbloqueo y especificación de las propiedades de los módulos de canal.

Cambiando los parámetros de transferencia, que pueden definirse por celda, el tamaño virtual y la forma de una celda puede determinarse mediante comandos desde el MSC.

Administración de los MSC cooperadores

La función maneja la definición de los MSC cooperadores para Roaming Automático.

Administración de datos de rutas

La función maneja funciones iniciadas por comando para administración de los datos de ruta, o sea, especificación, cambio, supresión y lectura de datos de ruta.

Administración de tablas de análisis del numero de abonado que llama

Al originarse una llamada desde una estación móvil se analiza el numero del abonado que llama para poder determinar el tipo de abonado, es decir, abonado del centro de conmutación de domicilio, este análisis proporciona una referencia al registro del abonado.

El análisis se realiza usando tablas de datos de análisis. Estas tablas se cargan inicialmente y se cambian mediante comandos. Las tablas de datos de análisis están duplicadas para facilitar el cambio de datos. Los nuevos datos de análisis pueden cargarse y probarse en uno de los juegos de tablas, mientras que el otro juego se usa para cursar el trafico.

La función implica los siguientes comandos:

- Especificación de series numéricas y resultados de análisis
- Puesta en vacancia de series numéricas
- Copiado de la tabla existente a una tabla de revisión usada para modificaciones
- Activación de una tabla modificada, inmediatamente o después de una demora de hasta 24 horas
- Regreso a la tabla anterior o cancelación de la activación demorada
- Solicitud de impresión de los datos de análisis del numero del abonado que llama, ya sea de todos los datos de ciertas series numéricas o de todas las series numéricas que tienen cierto resultado

Una solicitud de impresión tiene por resultado una impresión de los datos especificados.

Cuando se han completado todos los cambios, las modificaciones pueden verificarse mediante una lectura de los datos del análisis. Si estos resultan correctos, el análisis puede conmutarse a la tabla de revisión. Si se producen perturbaciones durante la operación en la tabla de revisión debido a errores en los datos de análisis, es posible volver a conmutar el análisis a la tabla original.

Todos los comandos recibidos se analizan en cuanto a formato y plausibilidad en la serie numérica especificada o resultados de análisis especificados. Se hace también una verificación para cerciorarse de que el comando esté permitido en el caso de una modificación relevante.

Administración de tablas de análisis del numero del abonado llamado

Al originarse una llamada, el numero de abonado llamado se analiza. El resultado sirve como base para, por ejemplo, encaminamiento y tasación.

Las tablas de análisis se manejan de la misma forma que las de análisis del numero del abonado que llama.

Administración de datos de análisis de encaminamiento

Las tablas para análisis de ruta y análisis de discriminación de troncales se cargan inicialmente y se cambian mediante comandos. La función procesa la administración de comandos y administra los cambios en los datos de análisis en el subsistema de control de tráfico (TCS).

Cuando los cambios preparados y probados han sido activados, se calcula un periodo de protección, durante el cual no se pueden efectuar nuevos cambios. Durante el periodo de protección puede volverse a la tabla de análisis anterior.

Administración de datos de análisis de tasación

Esta función maneja funciones iniciadas por comandos para la administración de los datos de análisis de tasación, o sea, funciones para cambiar, activar, desconectar y leer datos de tablas en el subsistema de tasación (CHS).

Cuando se cambian los datos para análisis de tasación, estos se introducen en paralelo a los datos existentes. El cambio final se hace en una ocasión adecuada mediante el comando.

Administración de datos de análisis de fin de selección

Las tablas para análisis de fin de selección y temporización, etc. se cargan inicialmente y se cambian mediante comandos. La función procesa la información de comando y administra cambios en los datos de análisis en el subsistema de control de tráfico (TCS).

V.3 SUPERVISION, PRUEBA Y LOCALIZACION DE FALLAS

Generalidades

Las funciones de mantenimiento en CMS 88 pueden dividirse en dos grupos.

El primer grupo consiste en funciones para la supervisión continua durante el curso normal del tráfico. Estas funciones detectan faltas y perturbaciones y, en la mayoría de los casos, aíslan unidades defectuosas mediante bloqueo. La detección de unidades defectuosas conducirá a la generación de informes de alarma aunque solo en los casos en que se requieren medidas de mantenimiento.

El segundo grupo consiste en funciones para prueba y localización de fallas en conexión con alarmas e informes de falla del MSC y de las estaciones de base. Estas funciones posibilitan rastrear fallas, probar unidades sustituidas o instaladas recientemente, etc. La figura 5.1 nos muestra los principios de mantenimiento.

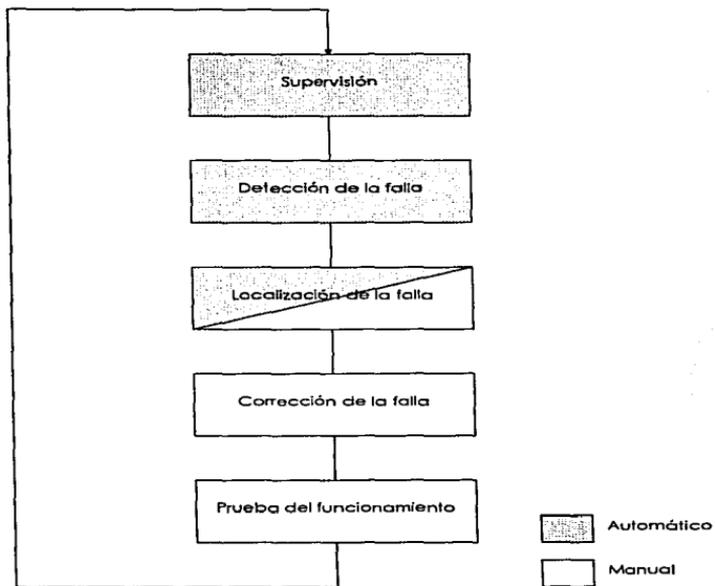


Figura 5.1
Principios de mantenimiento

V.4 SUPERVISION

Supervisión de unidades de canal

Generalidades

El objeto de esta función es supervisar la capacidad operacional de unidades de canal de telefonía móvil y bloquear las unidades de canal que no funcionen correctamente.

La función también sirve para supervisar la situación de bloqueo de unidades de canal e iniciar alarmas en conexión con el bloqueo de dichas unidades.

Supervisión de canal

La supervisión de unidades de canal se lleva a cabo localmente en las estaciones de base e incluye funciones para supervisión de alarma del equipo de radio e indicadores de estado, supervisión de la comunicación del procesador de unidades y de la capacidad de ejecución del programa del procesador de unidades.

Siempre que ocurre una falla que incapacita el sistema a la unidad de canal para cursar el tráfico satisfactoriamente, la unidad se bloquea automáticamente y se pone fuera de servicio.

Supervisión de bloqueo de unidades de canal

Tratándose de canales de voz, se inicia una alarma por celda cuando el número de canales de voz bloqueados sobrepasa de un límite de alarma predeterminado (controlado por comando).

Para los canales de control y receptores de intensidad de la señal se inicia una alarma cuando se bloquea un canal de control o un receptor de intensidad de señal. La alarma se inicia por celda. Si el bloqueo no deja ningún canal de control ejecutivo o receptor de intensidad de la señal en la celda (véase "*Unidades de canal de reserva*"), puede iniciarse una alarma con una clase de alarma más alta.

Unidades de canal de reserva

Esta función permite que un canal de voz funcione temporalmente como canal de control o como receptor de intensidad de la señal en una situación de falla. Un canal de control de reserva y un receptor de intensidad por celda se definen como individuos de software.

En cuanto un canal de control ejecutivo o un receptor de intensidad de la señal ejecutivo se pone fuera de funcionamiento, su individuo de software de reserva toma el control del hardware de su canal de voz asociado y entra en servicio. Tan pronto como la unidad ordinaria se pone nuevamente en servicio, el control del hardware se devuelve al individuo de software del canal de voz.

Control de sobrecarga

El control de sobrecarga es una función que detecta y controla situaciones de alta carga en un canal de control de retorno a fin de mantener la integridad del sistema.

Supervisión del procesador central

Los procesadores centrales APZ 211 y APZ 212 usan el conocido y probado principio de dos máquinas sincronizadas funcionando en paralelo. Si se presenta una falla en la máquina ejecutiva, la de reserva entra en servicio. La estrategia de redundancia implica un MTBSF (tiempo medio entre fallas de sistema) de 1000 años.

Supervisión del selector de grupo

La matriz de conmutación consiste en dos planos. Se supervisan continuamente las siguientes funciones:

- Generación de impulsos de reloj
- Distribución de impulsos de reloj
- Sincronización en el modulo selector
- Memoria de control mediante verificación de paridad
- Trayectos de conversación mediante verificación de paridad
- Conexión directa

La función de selección de plano se activa automáticamente si se detecta una falla, y la llamada se conmuta al plano redundante. La propia función de selección de plano se prueba mediante pruebas rutinarias automáticas. Otras funciones supervisoras y de diagnóstico también se prueban periódicamente mediante pruebas rutinarias automáticas.

Se aíslan fallas mediante bloqueo del módulo afectado después de pruebas automáticas de diagnóstico. Se obtiene una impresión de alarma que indica la unidad afectada y las medidas tomadas por el sistema.

Se pueden realizar pruebas manuales controladas por comando de unidades del selector para verificación del equipo nuevo o sustituido.

Supervisión de bloqueo de troncales

Se encuentran continuamente las troncales bloqueadas manual o automáticamente desde cualquier de los extremos. Si el número actual de troncales bloqueadas en determinada ruta sobrepasa de un nivel umbral predeterminado se activa una alarma. El nivel de alarma específico se ajusta mediante un comando.

Supervisión de perturbación

Las fallas encontradas durante el establecimiento de llamadas (que dan lugar a llamadas perdidas) se cuentan en contadores de relación. Se preajusta un umbral de alarma mediante comando, activándose una alarma si la relación entre llamadas perturbadas y no perturbadas alcanza o sobrepasa el umbral de alarma.

Una troncal en la cual se haya perdido un número de llamadas puede ser bloqueada (ser sacada del servicio) o repuesta a la condición normal de libre, dependiendo de la elección de opciones de supervisión por parte de la administración.

Cuando se usa señalización MFC (Código multifrecuencia) y/o DTMF (Multifrecuencia de doble tono), los emisores y receptores de código se supervisan de la misma forma. Un emisor o receptor que muestre demasiadas llamadas perdidas se bloquea automáticamente.

Supervisión de circuitos digitales

El tren binario entrante de circuitos digitales, o trayectos, se supervisa de acuerdo a las recomendaciones del CCITT (Comité Consultivo Internacional Telegráfico Telefónico).

Supervisión de calidad y de ocupación

Esta función es activada por un comando. Cuando esta activada, supervisa el tiempo de ocupación de troncales. Si en una troncal se observa que hay demasiadas ocupaciones de corta duración en relación a un valor medio, la troncal se bloquea y se genera una alarma que indica la troncal en cuestión.

Lo mismo rige para troncales que no se ocupan nunca durante un intervalo predeterminado, por ejemplo, 24 horas.

V.5 PRUEBA Y LOCALIZACION DE FALLAS**Registro de fallas de funcionamiento del hardware de unidades de canal**

El hardware de las unidades de canal se supervisa continuamente en las estaciones de base (descritas arriba). Si se detecta una situación de falla por las funciones de supervisión, los datos sobre ello se envían a la central y se registran en el registro de fallas de funcionamiento.

Por cada evento registrado, en el registro se almacenan los datos siguientes:

- Unidad de canal
- Fecha y hora
- Código de falla que indica la causa del evento

El registro de fallas de funcionamiento es de progresión cíclica, es decir, cuando esta lleno, los datos de un nuevo evento se escriben sobre los datos del mas antiguo.

Normalmente, se registran todos los eventos detectados, sin embargo, mediante un comando se pueden especificar algunos parámetros de exclusión para impedir que se registren eventos relacionados con ciertas unidades o ciertos códigos de falla.

Además de los datos individuales de cada evento, el registro de fallas de funcionamiento contiene también un vector de contadores de códigos de falla. El vector consiste en un juego de contadores, uno para cada código de falla. Cada vez que se detecta un evento con un código de falla avanza el contador correspondiente a dicho código.

Pruebas de unidades de canal

Esta función se usa para prueba y localización de fallas del equipo de canales de radio de la estación de base.

La función consiste en una prueba local dentro de la propia unidad de canal probada. La prueba puede ordenarse para todos los tipos de unidades de canal.

Las principales pruebas son:

- Supervisión de circuitos de alarma
- Verificación de que todas las unidades de hardware estén presentes
- Verificación de que el procesador de unidades este equipado con las unidades de hardware y el software residente en PROM correctos

Probador de canales integrado

Un probador de canales (CT) es una ayuda para probar el comportamiento funcional del equipo de radiocanales en una estación de base. Las pruebas, que se inician manualmente, pueden realizarse en la instalación, después de una reparación o como prueba de rutina.

El CT consiste en un transceptor (normalmente uno por estación de base) que opera por las frecuencias de la estación móvil. El CT comunica con el MSC de la misma forma que las otras unidades de canal.

Las principales pruebas son:

- Prueba de transmisión de portadora
- Prueba de recepción de portadora
- Prueba de transmisión de señales de datos
- Prueba de recepción del tono de señalización
- Prueba de transmisión del tono de audio de supervisión
- Prueba de recepción del tono de audio de supervisión
- Prueba de audio

Registro de perturbaciones de radio

El objeto de esta función es proporcionar un instrumento para observar la presencia de interferencia co-canal y otras perturbaciones de radiofrecuencia del sistema.

Rastreo del trayecto de llamada

Se puede ordenar un rastreo comenzando desde una unidad específica o estación móvil. Se recibe una impresión en cuanto se ha ejecutado el rastreo ordenado. La impresión contiene información sobre unidades conectadas, conexiones en la red de conmutación, trayectos de conmutación establecidos y cifras recibidas o transmitidas.

Registro de perturbaciones

Se puede ordenar el registro de perturbaciones en rutas troncales. El registro significa que cada vez que ocurre una perturbación se hace una impresión. Esta impresión contiene información sobre las unidades implicadas en la conexión.

Estadística de perturbaciones

Se puede contar el número de perturbaciones y ocupaciones de una ruta durante un intervalo específico de tiempo.

Registro del curso de señalización

La función se usa para verificar las funciones de señalización y registra los cambios de estado y puntos de prueba de unidades. Cada cambio de estado o punto de prueba en las unidades se registra y se presenta en forma de tabla.

Llamadas de prueba

Se pueden generar llamadas de prueba en cualquier troncal y se puede supervisar la secuencia de señalización (señalización de línea/supervisión).

También se pueden establecer llamadas de prueba a unidades contestadoras.

V.6 MEDICION Y ESTADISTICA DE TRAFICO

Generalidades

Las facilidades de medición y estadística de tráfico tienen un papel muy importante en la gestión de la red celular.

El aumento excepcionalmente alto del número de abonados, que a menudo es cincuenta veces mayor que el de la red de conmutación telefónica pública, exige medios perfeccionados para la planificación de la red. A continuación se describen brevemente algunas de las funciones de medición y estadística más importantes de CMS 88.

Estadística de tráfico de celdas

Esta función supervisa el tráfico del sistema celular observando los eventos relacionados con la celdas. Los datos recopilados están directamente asociados con la señalización entre estaciones móviles y de base (por ejemplo, el número de inicio de transferencias logradas, etc.). Los datos pueden ser resultados de centrales o de celdas. Los resultados de centrales contienen una panorámica global de la señalización de radio controlada por la central mientras que los resultados de las celdas están relacionados con una o varias celdas del sistema.

Registro del trafico de celdas

Esta función se usa para registrar y hacer salir información sobre eventos de trafico en la red de telefonía móvil celular. Mientras que la función de estadística de trafico de celdas descrita anteriormente da una panorámica total del comportamiento funcional del sistema, la función de registro de trafico de celdas esta mas orientada a localizar y subsanar fallas en partes especificas del sistema.

Se define un programa de medición especificando el criterio de registro por el cual se seleccionan los eventos de una llamada. El criterio de registro comprende el criterio de selección, el objeto de registro y la velocidad de muestreo.

- El **criterio de selección** puede ser llamadas originadas y/o terminadas o transferencias.
- El **objeto de registro** puede ser una o varias estaciones móviles, celdas o canales de voz.
- La **velocidad de muestreo** determina la proporción de llamadas consideradas.

Cuando tiene lugar un evento que cumple el criterio de registro especificado, salen los datos. El objeto de los datos no procesados de esta función es ante todo para salida de archivos y postproceso. No obstante, se proveen tanto salidas alfanuméricas como salidas de archivo.

Informe de la actividad de los abonados

Esta función presenta información resumida sobre los abonados propios de un MSC:

- Número de abonados propios
- Número de abonados propios que se encuentran en la zona de domicilio
- Número de abonados propios que son activos (se han conectado) en el MSC de domicilio
- Número de abonados propios desplazándose en otros MSC (presentado por cada MSC cooperador)
- Número de abonados propios que son activados en otros MSC (presentado por cada MSC cooperador)

La información de localización esta basada en el ultimo registro hecho por la estación móvil.

La actividad esta basada en el ultimo registro mas un tiempo de supervisión.

Mediciones de la carga del procesador y de la carga de entrada a la central

La función se usa para llevar a cabo mediciones de la carga del procesador y de la carga de entrada a la central. Los datos de carga pueden obtenerse definiendo un programa de medición para las mediciones programadas.

La carga del procesador se define como el porcentaje de tiempo que el procesador utiliza para ejecutar tareas por encima de cierto nivel de prioridad.

La carga de entrada a la central se define como el numero total de llamadas ofrecidas a la central.

Mediciones de trafico en rutas

El objeto de esta función es obtener información histórica para planificación a largo plazo y verificar el dimensionamiento de las rutas.

El registro de trafico se controla por cronograma preprogramado conectado a un programa de medición. Un programa de medición se define por un cronograma, grupos de registro, formatos de impresión y unidad de salida.

Se pueden usar varios programas de medición simultáneamente, independiente unos de otros.

Medición de trafico según tipos de trafico

Esta función se usa para registrar datos de los distintos tipos de trafico que existen en un MSC, por ejemplo, trafico entrante, saliente, originado, terminado, interno y de transito.

El objeto de esta función es proporcionar información para control y seguimiento de la situación de tráfico en el MSC. Además, la función puede usarse en conexión con la planificación de tráfico a largo plazo.

Las mediciones se efectúan de acuerdo a cronograma preprogramado.

Medición de la dispersión del tráfico

Esta función mide ciertos datos en base a cada código de destino. El código de destino es una parte del número del abonado llamado que identifica cualquier central o zona de numeración dentro de la red.

Los datos obtenidos de esta función pueden usarse para planificación de redes. Por ejemplo, de las mediciones de la dispersión del tráfico se forma la matriz del tráfico. Esta matriz proporciona la base para pronosticar el tráfico de la red, datos que son necesarios para la planificación de redes que usan encaminamiento alternativo.

Registro de datos por llamada

Esta función proporciona datos que pueden usarse para muchos fines distintos mediante un muestreo de un número de llamadas desde un objeto especificado. La información obtenida de la muestra registrada puede usarse para determinar, por ejemplo:

- Dispersión de llamadas
- Dispersión de tráfico
- Tiempos entre la llegada de llamadas
- Distribución de los tiempos de ocupación
- Distribución de los tiempos de conversación

La salida de los datos se efectúa para cada llamada. Los datos pueden ser postprocesados para dar la información deseada. La función se ejecuta de acuerdo a un cronograma predeterminado.

Estadística de tasación

Esta función se usa para registrar datos que pueden servir como base para la planificación de tarifas y para decidir si se ha realizar algún cambio de tarifas y en dicho caso cuando. También posibilita observar los efectos de un cambio de tarifas.

Estadística de la calidad de servicio

Esta es la función básica para juzgar la calidad total del servicio.

Esta función opera automáticamente de acuerdo a condiciones establecidas mediante comando, y la realiza la observación automática del servicio mediante muestreo al azar de llamadas que cumplen un criterio de tráfico preseleccionado.

Ejemplos de datos registrados:

- Numero de llamadas cuyo periodo de espera después de marcar sobrepasa de un valor prefijado
- Numero de llamadas en las que el tiempo de conversación es menor que un valor predeterminado
- Numero de llamadas que han encontrado congestión

Observación del trafico

Como complemento de la función mencionada arriba puede usarse la observación del trafico. Esta función proporciona una comunicación de escucha a un operador para hacer una clasificación manual de parámetros que conciernen a la calidad de servicio tal como la experimenta el abonado.

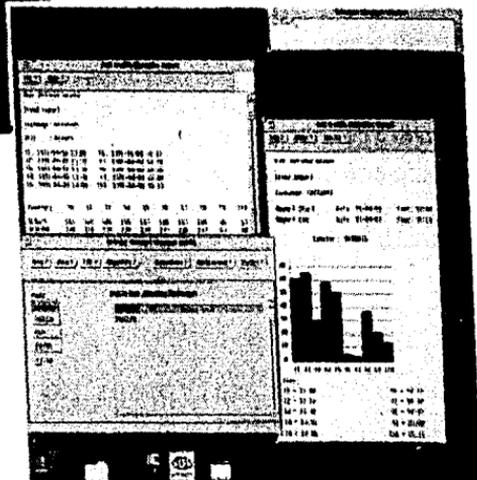
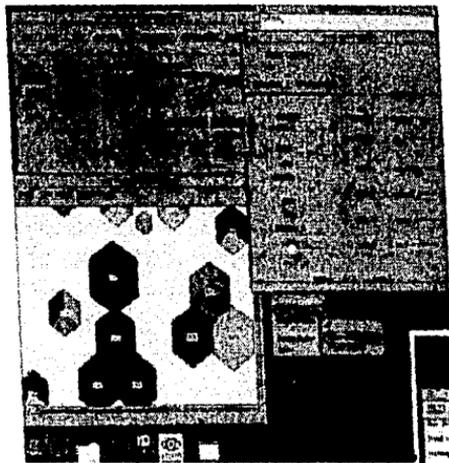
V.7 SISTEMA DE SOPORTE DE OPERACION

Para los sistemas CMS 88 hay disponible un nuevo sistema de soporte de operación (OSS). El producto es una herramienta para manejar el crecimiento de la red de radio, así como funciones de telefonía corrientes tales como el postprocesamiento de mediciones de tráfico, tratamiento de alarmas y administración de abonados.

La arquitectura del sistema esta basada en normas internacionales aceptadas y utiliza productos disponibles en el mercado mundial. El sistema esta basado en una plataforma estándar y el sistema operativo UNIX. La arquitectura permite la centralización y distribución de datos (Figura 5.2).

El objeto del OSS es:

- Proporcionar un interfaz gráfico al CMS 88 fácil de utilizar
- Proporcionar un solo interfaz transparente para redes con múltiples AXE
- Aumentar la eficiencia y productividad de cierta tareas
- Proporcionar las herramientas necesarias para planificar, operar y mantener una red de telefonía celular de alta calidad.



337
 Figura 5.2
 CMS 88 OSS
 Interfaz gráfico

CONCLUSION

CONCLUSION

El trabajo desarrollado en la presente tesis nos da una amplia visión de lo que son y representa las Comunicaciones Móviles, dentro de este tema se hizo énfasis en la Telefonía Celular y en particular en el Sistema de Telefonía Celular CMS 88. Satisfaciendo con esto las inquietudes que nos llevaron al planteamiento del objetivo y a la elaboración misma de esta tesis.

Con el fin de obtener una mejor comprensión de las Comunicaciones Móviles revisamos los fundamentos de las Telecomunicaciones, partiendo de los preceptos básicos para la transmisión de información hasta los procesos mas complejos en la codificación de señales.

Para lograr el análisis de la arquitectura del Sistema CMS 88, partimos de los conceptos propios de la Telefonía Celular, definiendo los principales elementos que conforman el Sistema: Centro de Conmutación de Servicios Móviles (MSC), Estación de Base (BS) y Estación Móvil (MS), de la misma forma estudiamos el funcionamiento y la relación que tienen entre si estos elementos.

La mayor parte de este trabajo se particularizo en las características del Sistema CMS 88: Planeación Celular, Capacidad y Manejo de Llamadas y Operación y Mantenimiento, describiéndolas de manera extensa, para así adquirir un amplio conocimiento de la Telefonía Celular.

Todo esto con el fin de darnos cuenta de la importancia que tienen hoy en día las Telecomunicaciones y en particular la Telefonía Celular. De tal forma que el concepto Celular ofrece una solución a algunos de los problemas de las Comunicaciones Móviles que se han generado en nuestro país en los últimos años.

Ningún país puede desarrollarse y crecer exitosamente sin medios confiables de Comunicación. Para ser completamente satisfactorio, el Sistema Telefónico debe ser simple, barato y lo suficientemente flexible para poder ser empleado tanto en comunidades urbanas como en rurales. Un Sistema Celular parece llenar la mayoría, si no es que todos los requerimientos.

Los Sistemas de Telefonía Celular Móvil del futuro deben ofrecer una capacidad mucho mayor que la actual. Al mismo tiempo, el costo y el volumen del equipo deberá ser reducido, y el tiempo de operación de los teléfonos portátiles deberá ser mayor con una sola carga de batería.

Deberán también proveerse servicios compatibles con la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) y cualquier Sistema nuevo deberá ser compatible con los existentes de forma que puedan funcionar paralelamente.

En general, cualquier tecnología que se emplee en un futuro para mejorar la Telefonía Celular deberá proporcionar mejoras substanciales a la calidad de servicio, es decir, elevar notablemente la capacidad del Sistema en cuanto a manejo de tráfico, rapidez en procesos intrínsecos, etc.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

Ericsson World Wide Web Home Page

<http://www.ericsson.nl/>

Ericsson, 1996

Cellular Mobile Telephone System

Mv/ETX/R/KLO Janusz Mischczuk

L.M. Ericsson, 1994

Mobile Cellular Telecommunications Systems

William C. Y. Lee

Mc Graw-Hill International, 1994

Towards a New Era in Mobile Communications

Nilsson, Torbjörn

Ericsson, 1994

A New Standard for North American Digital Cellular

Magnus Isaksson, John Diachina, Krister Ralith and Anthony Sammarco

Ericsson, 1994

RBS 884 - A New Generation Radio Base Stations for the American Standard

Ulf Hagström, Hakan Djuphammar

Ericsson, 1994

Telefonía Móvil

Otto Winston C.

Ericsson, 1990

Fundamental of Telephony

Arthur Lemuel Albert

Mc Graw-Hill Inc, 1993

Introducción a la Teoría y Sistemas de Comunicaciones

B. P. Lathi

Limusa, 1993

Mobile Communication Satellites: Theory and Applications

Logsdon, Tom

Mc Graw Hill, 1995

Telecommunications: Protocols And Desing

Spragins, John D.

Addison-Wesley, 1994

Digital Satellite Communications

Tri T. Ha

Mc Graw Hill, 1990

Satellite Communications: Mobile and Fixes Services

Miller, Michael J. Bucetic, Branka

Kluwer Academic, 1993

Satellite Communications Systems: Systems, Techniques and Technology

Maral, G. Bousquet, M. Nelson, J. C. C.

J. Wiley, 1993

Satellite Communications

Robert M. Gagliardi

Van Nostrand Reinhold, 1991

Telecommunications System Engineering

Roger L. Freeman

Wiley Interscience 3a. Edición, New York, 1991

Advanced Digital Communications

Dr. Kamilo Feher

Prentice-Hall Inc., USA, 1987

Developing World Communications

Associate Editorials, Londres, 1987

APENDICE

APENDICE

AC	Acceso en el Canal de Control.
ADC	American Digital Cellular.
AF	Audio Frecuencia.
AID	Código de Identificación de Area.
AM	Modulación de Amplitud.
AMI	Alternación de Marcas Invertidas.
AMPS	Servicios Telefónicos Móviles Avanzados.
ASD	Circuito de Servicio Auxiliar.
ASK	Modulación por Desplazamiento de Amplitud.
BL	Circuito de doble Línea.
BS	Estación Base.
BTN7	Troncal Bidireccional con CCITT No. 7
C/I	Relación Portadora a Interferencia.
CA	Análisis de Tasación
CC	Canal de Control.
CCITT	Comité Consultivo Internacional Telegráfico Telefónico.
CCRS	Conmutador de Redundancia del Canal de Control.
CCS	Subsistema de Señalización por Canal Común.
CDR	Registro de Datos de Tasación.
CF	Mensaje de Encabezado de Control de Llenado.
CL	Llamada de Supervisión
CMS	Sistema Móvil Celular.
CP	Procesador Central.
CPS	Subsistema de Procesador Central.
CRD	Circuito Receptor de Código.

CSD	Circuito Transmisor de Código.
CT	Probador de Canal
CU	Unidad de Control.
CHM	Módulo de Canal.
CHS	Subsistema de Tasación.
DCC	Código de Color Digital.
DCS	Subsistema de Comunicación de Datos.
DPC	Código del Punto Destino.
DTC	Canal Digital de Tráfico.
DTMF	Multifrecuencia de Doble Tono.
DTRM	Módulo de Transceptor Digital.
EIA	Asociación de Industrias Electrónicas. (E.U.)
EMDM	Almacén de Distribución de Módulo de Ampliación.
EMG	Grupo de Módulo de Extensión.
EMRP	Módulo de Procesador Regional.
ERI	Interfaz Central/Equipo de Radio.
ERP	Potencia Radiada Equivalente.
ETC	Enlace de Control
FCC	Comisión Federal de Comunicaciones.
FGRx	Generador de Frecuencia en los Receptores.
FGTx	Generador de Frecuencia en los Transmisores.
FM	Modulación de Frecuencia
FMS	Subsistema de Administración de Archivos.
FOOC	Canal de Control hacia adelante.
FSK	Modulación por Desplazamiento de Frecuencia.
FVC	Canal de Voz hacia adelante.
GAOM	Mensaje de Encabezado de Acción Global.
GMSC	Centro de Conmutación de los Servicios Móviles de Cabecera.

GSS	Subsistema de Selector de Grupo.
HDLC	Protocolo de Datos de Alto Nivel.
HF	Alta Frecuencia.
HLR	Registro de Posiciones Base.
HMSC	Centro de Conmutación de los Servicios móviles de Domicilio.
I/O	Entrada/Salida.
IF	Frecuencia Intermedia.
IMSI	Identidad Internacional de Estación Móvil.
IOIM	Módulo de Interfaz de Entrada/Salida.
IOS	Subsistema de Entrada/Salida.
ISDN	Red Digital de Servicios Integrados.
ISUP	Parte de Usuario de ISDN.
ITC	Circuito Troncal de Entrada.
KR	Receptor de Código Clave.
LVM	Módulo de Verificación de Localización.
MAS	Subsistema de Mantenimiento.
MBLC	Chequeo de la Línea de Estación Base del Teléfono Móvil.
MBLT	Terminal de Línea de Estación Base del Teléfono Móvil.
MC	Multiacoplador
MC7S	Señalización CCITT No. 7 de Telefonía Móvil.
MCA	Receptor Multiacoplador A.
MCB	Receptor Multiacoplador B.
MCC	Canales de Control de Telefonía Móvil.
MCIC	Código de Identificación de Circuito.
MCS	Subsistema de comunicación Hombre-máquina.
MCHC	Coordinación del Manejo de Llamadas en Telefonía.
MD	Distribuidor de Mensaje
MDA	Análisis de Dígito de Telefonía Móvil.

MDAV	Análisis de Dígito para Visitantes de Telefonía Móvil.
MFC	Código Multifrecuencia.
MLC	Coordinación de Localización en Telefonía Móvil
MLOC	Localización de Telefonía Móvil.
MS	Estación Móvil.
MSC	Centro de Conmutación de los Servicios Móviles.
MSC-H	Central de Conmutación de los Servicios Móviles de Casa.
MSC-V	Centro de Conmutación de los Servicios Móviles Visitado.
MSNB	Número de Estación Móvil.
MSU	Unidad de Señalización de Mensaje.
MTA	Abonado-A de Telefonía Móvil.
MTB	Abonado-B de Telefonía Móvil.
MTBSF	Tiempo Medio entre Fallas de Sistema.
MTH	Abonado de Casa de Telefonía Móvil.
MTP	Parte de Transferencia de Mensajes.
MTS	Subsistema de Telefonía Móvil.
MTSO	Oficina de Conmutación de Telefonía Móvil.
MTUP	Parte de Usuario de Telefonía Móvil.
MTV	Abonado Visitante de Telefonía Móvil.
MTVMA	Abonado Visitante de Telefonía Móvil (Manual).
MUX	Multiplexor.
MVC	Canales de Voz del teléfono móvil.
NMT	Administraciones Nórdicas de Telefonía Móvil.
NRZ	Sin Retorno a Cero.
OLC	Control de Sobrecargo.
OMS	Subsistema de Operación y Mantenimiento.
OPC	Código del Punto Origen.
OSS	Subsistema de Soporte de Operación.

OTC	Circuito Troncal de Salida.
PA	Amplificador de Potencia.
PAC	Canal de Voceo y Acceso Combinado.
PAM	Modulación por Amplitud de Pulsos.
PC	Voceo en el canal de control.
PCD-D	Circuito Digital de Código de Pulsos.
PCM	Modulación por Codificación de Pulsos.
PCN	Redes de Comunicación Personal.
PCS	Servicios de Comunicación Personal.
PLMN	Red Móvil Terrestre Pública.
PMU	Unidad de Monitoreo de Potencia.
PSK	Modulación por Desplazamiento de Fase.
PSTN	Red de Conmutación Telefónica Pública.
RBS	Estación Base de Radio.
RCG	Grupo de Radiocanales.
RD	Circuito Grabador.
RE	Registro.
RECC	Canal de Control hacia atrás.
REGID	Mensaje de Encabezado de Identificación de Registro.
REGINCR	Mensaje de Encabezado de Incremento de Registro.
RF	Intensidad de la señal en Radiofrecuencia.
RN	Número Roaming.
ROU	Unidad de Oscilador de Referencia.
RP	Procesador Regional.
RPS	Subsistema de Procesadores Regionales.
RVC	Canal de voz hacia atrás.
Rx	Receptor.
S/N	Señal a Ruido.

SAT	Tono de Supervisión de Audio.
SC	Categoría de Abonados.
SCM	Marca de Clase de Estación.
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (México)
SID	Código de Identificación de Sistema.
SNH	Relación de señal a ruido para petición de handoff.
SNR	Relación de señal a ruido para desconexión de llamada.
SPOM	Mensaje de encabezado de Parámetros del Sistema.
SPS	Receptor de Intensidad de la Señal.
SSB	Nivel de Intensidad de Señal para Bloqueo.
SSD	Nivel de Intensidad de Señal para petición de disminución de potencia.
SSH	Nivel de Intensidad de Señal para petición de handoff.
SSI	Nivel de Intensidad de Señal para petición de incremento de potencia.
SSR	Receptor de Intensidad de la Señal.
SSS	Subsistema de Paso de Abonado.
ST	Tono de Señalización.
ST-7	Terminal de Señalización CCITT No. 7
STC	Terminal Central de Señalización.
STP	Punto de Transferencia de Señal.
STR	Terminal de Señalización Remota.
SUS	Subsistema de Servicios de Abonado.
TACS	Especificación del Sistema de Comunicación de Acceso Total.
TCD	Circuito de Código de Tono.
TCON	Conexión de Prueba.
TCS	Subsistema de Control de Tráfico.
TCXO	Oscilador convencional de Cuarzo Compensado

TDM	Multiplexado por División de Tiempo.
TDMA	Acceso Múltiple por División en el Tiempo.
TIA	Asociación de Industrias de Telecomunicaciones.
TRI	Interfaz de Radiotransmisión a Radio.
TRM	Módulo de Transceptor.
TSS	Subsistema de Troncales y Señalización.
TT	Toll Ticketing.
TUP	Parte de Usuario de Telefonía
Tx	Transmisor.
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones.
VC	Canal de Voz.