

1129  
21



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

**CALIDAD EN LAS ORGANIZACIONES  
(EMPRESAS E INSTITUCIONES)  
SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR**

**TRABAJO DE SEMINARIO**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :  
**INGENIERO MECANICO ELECTRCISTA**

**P R E S E N T A :**

**RICARDO DOMINGUEZ MONROY**

ASESOR : ING. EMILIANO FONES ESPINOZA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

2003

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

A



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.

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

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



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES-Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Calidad en las Organizaciones (Empresas e Instituciones)

Sistema de Telefonía Celular.

que presenta el pasante: Ricardo Domínguez Monroy

con número de cuenta: 8834956-3 para obtener el título de:

Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO.BUENO.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 9 de diciembre de 2002.

MODULO	PROFESOR	FIRMA
<u>1</u>	<u>Ing. José Juan Contreras Espinosa</u>	<u>[Firma]</u>
<u>2</u>	<u>Ing. José Luz Hernández</u>	<u>[Firma]</u>
<u>3</u>	<u>Ing. Emiliano Flores Espinoza</u>	<u>[Firma]</u>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **Agradecimientos:**

A LA MEMORIA DE MI MADRE:

Gracias a tu amor, a todos los sacrificios, a tu dedicación y  
constancia soy lo que soy  
Gracias Blanquita  
*¡lo logramos ma!*

A MI PADRE Y HERMANOS:

Papá: Gracias por tu amistad y cariño  
Angel: Por tu comprensión y apoyo  
Toño: Por tu compañerismo  
*¡Muchas Gracias!*

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**INDICE**

Introducción .....2

Indice.....3

Capitulo I INTRODUCCION AL SERVICIO DE TELEFONIA CELULAR.....5

1.1 HISTORIA DE LA RADIO TELEFONIA MOVIL CELULAR  
 1.2 RADIO TELEFONIA MOVIL CELULAR  
 1.3 REUSO DE FRECUENCIAS  
 1.4 SISTEMAS CELULARES ANALOGICOS EN EL MUNDO  
 1.5 SISTEMAS CELULARES DIGITALES EN EL MUNDO (2ª GENERACION)  
 1.6 EL CMS 88 Y OTROS SISTEMAS CELULARES ERICSSON

Capitulo II CARACTERISTICAS DEL SISTEMA CMS8800 .....15

2.1 TERMINOS BASICOS  
 2.2 LA RADIOBASE Y LA CELULA  
 2.3 ESTRUCTURA DE LA RED MOVIL TERRESTRE PUBLICA (PLMN)  
 2.4 AREAS DE LOCALIZACION  
 2.5 PLAN DE NUMERACION DE LA RED TELEFONICA  
 2.6 NUMERO RDAMING  
 2.7 NUMERO DE ESTACION MOVIL  
 2.8 NUMERO DE SERIE  
 2.9 TASACION

Capitulo III DESCRIPCION DE UNA CENTRAL DE CONMUTACION EN LA RED TELEFONIA CELULAR .....27

3.1 CENTRO DE CONMUTACION DE SERVICIOS MOVILES (MSC)  
 3.2 ESTRUCTURA DEL SISTEMA  
 3.3 SISTEMA DE CONMUTACION APT  
 3.4 SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE DATOS APZ

Capitulo IV DESCRIPCION DE LAS RADIOBASES 882 Y 884 ANALOGICAS .....37

4.1 ESTACION RADIO BASE (BS)  
 4.2 RADIOBASES 882 DESCRIPCION  
 4.3 PRINCIPIO DE MODULACION DE FRECUENCIA

Capitulo V INTERCONEXION RADIOBASE - CENTRAL CELULAR - TELEFONIA PUBLICA .....61

5.1 INTERCONEXION RADIOBASES-CENTRAL CELULAR  
 5.2 INTERCONEXION CENTRAL CELULAR - RED PUBLICA  
 5.3 PLAN DE NUMERACION DE LA RED TELEFONICA



## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

Capitulo VI OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RED. ....	77
6.1 OPERACION	
6.2 MANTENIMIENTO	
6.3 TRANSICION DE LA FASE DE CONSTRUCCION A LA FASE DE OPERACION Y MANTENIMIENTO	
6.4 ACTIVIDADES ESPECIFICAS DEL AREA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO	
GLOSARIO. ....	86
CONCLUSION .....88	
BIBLIOGRAFIA .....89	

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# CAPITULO 1

## GENERALIDADES DEL SERVICIO DE TELEFONIA CELULAR

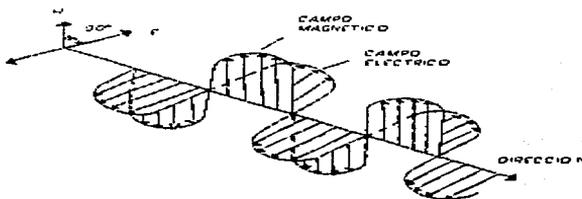
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1

## GENERALIDADES DEL SERVICIO DE TELEFONIA CELULAR

### 1.1 HISTORIA DE LA RADIO TELEFONIA MOVIL CELULAR

En la década de 1860 el físico británico James Clerk Maxwell estableció la teoría de las ondas electromagnéticas en una serie de artículos publicados. (Fig.1.1)



Posteriormente con la invención del sistema de radio por Marconi en 1896 inicia la era de las telecomunicaciones. La cual tiene aplicación en la radio comercial y también para el ejército, aún antes de la primera Guerra Mundial. (Fig.1.2)



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

El desarrollo de la radiocomunicación móvil es usado por primera vez en Detroit en el año de 1921 por el Departamento de Policía de esta Ciudad, al dotar a sus patrullas con este medio de comunicación. En esta época varias unidades recibían desde un puesto central la información. Ellos se comunicaban con el puesto central por medio del mismo canal, por lo que tenían que avisar cuando hacían uso del canal. A este sistema se le conoció como "Push to Talk".

Posteriormente, en el año de 1946 se hace la primera interconexión a la Red Pública (PSTN Public Switched Telephone Network). Para los años cincuenta se desarrollan sistemas que usan un canal separado para hablar, estos sistemas de doble banda evitan que el usuario tenga que pedir cambio de canal para ceder su turno, a éstos se les conoce como sistemas "Full Duplex" porque la comunicación es simultánea en ambos sentidos. (Fig.1.3) Algunos equipos estaban conectados por una operadora a la red pública la cual se encargaba de la conmutación de estos :

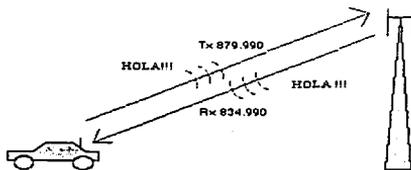


Fig.1.3 Dos canales para comunicación simultanea.

La telefonía celular es ideada en los laboratorios Bell hacia el año de 1958 como solución al problema que existía; tan solo en New York tenía 21 canales para 543 clientes, en espera con una lista de 3700 personas. Ya que por cada abonado se usaba una frecuencia distinta y como el número de frecuencias es limitado se ideó un método para reutilizar las frecuencias. Sin embargo se requería que los equipos contaran con cierta capacidad o "inteligencia" para recibir órdenes desde un equipo remoto.

El advenimiento de los microprocesadores en 1970 da la pauta para el desarrollo de esos equipos y también la utilización de sistemas troncales desarrollados por la Bell corporation hacia 1968. Ambos hechos dan pie al primer sistema Telefónico Celular en Estados Unidos el HCMT (High Capacity Mobile Telephone) en 1971. El cual es el resultado del uso de Centrales AT&T enlazadas por sistemas PCM digitales.

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

Pero su desarrollo definitivo no es conocido sino hasta el año de 1979 con el sistema IMTS (Improved Mobile Telephone System) el cual trabaja en la banda de los 450 Mega Hertz. En este sistema el abonado cuenta con un teléfono y un Transceptor (Transmisor y Receptor en modo Duplex completo) de manera que puede hablar y recibir la señal al mismo tiempo. Este sistema cuenta con una central automática y antena que cubre toda el área de servicio. La señalización es automática por lo cual, no requiere de operadora para enlazarse a la red pública como en el caso de la radiocomunicación móvil precedente.

En los años 80's son desarrollados sistemas celulares analógicos para operar en las bandas de 800 y 900 MHz, usando entre 666 a 1,000 frecuencias -AMPS (Chicago, 1983), TACS (1985) y NMT900 (1987)-, se asume que operaran usualmente en ambientes de múltiples reusos de frecuencia.

En el futuro la mayor parte del mundo cubrirá sus necesidades de comunicación por medio de una nueva Tecnología Celular Digital en voz, datos, fax, video, etc.

### 1.2 RADIO TELEFONIA MOVIL CELULAR

El Sistema Celular es un moderno sistema de Telecomunicación que satisface las necesidades de comunicación Telefónica, permitiendo estar en contacto a toda hora y desde cualquier lugar dentro del Área de Servicio Celular. Este sistema viene a revolucionar la Telefonía Convencional, ya que deja atrás los cables y los sustituye por frecuencias de radio, dando la opción de servicio telefónico móvil.

El término "CELULAR" se refiere a la manera en que están agrupadas las zonas de servicio que proporciona el Sistema por medio de las estaciones de radio (Radiobases). Estas radiobases proporcionan el enlace bidireccional de radio con el teléfono y permiten el establecimiento de la conversación telefónica. Cada radiobase está conectada a la central Digital de Telefonía Celular (MSC). Esta central o MSC a su vez también está conectada a la Red Telefónica Pública Conmutada (en México TELMEX) para poder dar paso a llamadas que entran o salen de la Red Celular.

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

También se pueden interconectar varios MSC para realizar la función de ROAMING, que consiste en poder hacer y recibir llamadas en diferentes áreas de Servicio Celular.

Dentro de las características principales con que cuenta la telefonía celular, están las siguientes:

- Amplia capacidad para abonados.
- Uso eficiente del espectro.
- Compatibilidad Nacional e Internacional.
- Amplia disponibilidad.
- Adaptabilidad a la densidad de tráfico.
- Servicio a vehículos o en forma portátil.
- Servicios telefónicos regulares.
- Servicios de valor agregado.

Varios sistemas de radio cubren las ventajas mencionadas anteriormente, a excepción de las dos primeras; solo el sistema celular permite alta capacidad para abonados y el uso eficiente del espectro, ya que es capaz de servir a miles de abonados sin necesidad de hacer crecimientos continuos en el espectro de frecuencia.

### 1.3 REUSO DE FRECUENCIAS

Se refiere al empleo de canales de radio en la misma frecuencia portadora para cubrir diferentes áreas separadas una de otra por una distancia suficiente que evite interferencias entre canales, esta idea permite cubrir una ciudad por medio de células o radiobases. (Fig.1.3.1)

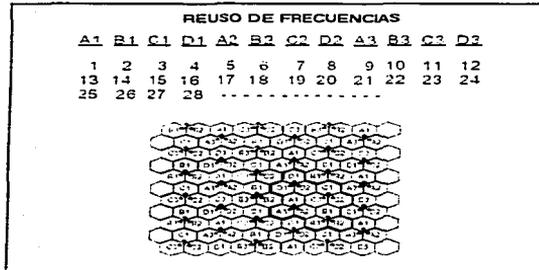


Fig.1.3.1 Celular o radiobases

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

Como se muestra en la figura 1.3.2, las llamadas celulares son recogidas por radiobases celulares localizadas estratégicamente, las cuales dirigen la llamada a una Central Telefónica Celular y de ahí a la Red Telefónica Pública Conmutada.

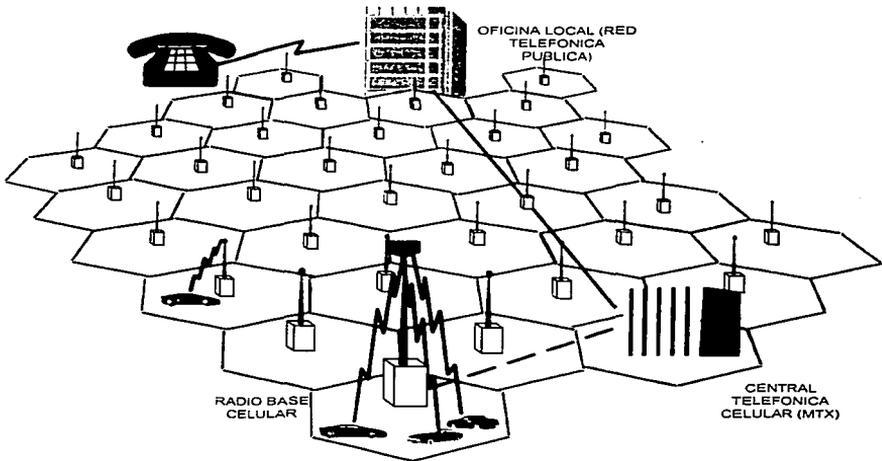


FIG. 1.3.2 CONFIGURACION DEL SISTEMA TELEFONICO CELULAR

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

Al moverse un vehículo a través del sistema celular, la Central Celular rastrea y transfiere la llamada a una célula adyacente (hand-off). (fig..1.3.3) Cada célula puede soportar numerosas comunicaciones simultáneas sobre frecuencias que son reusadas por células distantes. Este reuso de frecuencias permite a una célula sobrecargada dividirse en 2 o más células pequeñas incrementando así su capacidad.

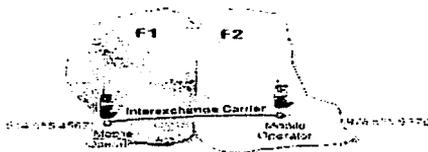


Fig.1.3.3. INTEREXCHANGE HAND-OFF

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1.4 SISTEMAS CELULARES ANALOGICOS EN EL MUNDO (1ª GENERACION)

- NMT: Nordic Mobile Telephone (Europa)

Es un estandar clásico desarrollado por Ericsson y usado en 30 países alrededor del mundo, como es parte de Europa, Asia y África. Este sistema opera en dos frecuencias de radio diferente, en 450 Mhz y 900 Mhz. Tiene la capacidad de combinarse con sistemas de 900 Mhz usando el mismo intercambio de señal y sitios celulares. Es una de las ventajas para operar con otras compañías. Cubre excelentemente campos rurales como urbanos, así como en fronteras internacionales. Utilizan los modelos de Radio Bases RS4000.

- AMPS: Advanced Mobile Phone System (America)

Este sistema de telefonía móvil fue uno de los primeros sistemas analógicos que salió al mercado y es usado en Estados Unidos, América Latina, al este de Europa, Australia y parte de Asia. De este sistema se desprende lo que es TDMA/IS-136 o previamente conocido como D-AMPS IS-136 en su versión digital de lo que es AMPS. La plataforma que Ericsson utiliza para este sistema es el CMS800.

- TACS: Total Access Communication System (Reino Unido)

Este sistema fue usado por primera vez en Inglaterra por los 900 MHz. Tiene la capacidad de 1320 canales en un ancho de banda de 25 khz. Está diseñado tomando la consideración de tener un alto índice de suscriptores de áreas urbanas y rurales. Soporta una velocidad de datos de 14.4 kbits/seg. Sus modelos de Radio Bases son las RBS 889.

1.5 SISTEMAS CELULARES DIGITALES EN EL MUNDO (2ª GENERACION)

- GSM: Groupe System Mobile. Estándar que unifica a Europa para la utilización de una sola Tecnología Celular.

GSM es uno de los líderes de los sistemas digitales en telefonía celular y salió en 1991. Realiza 8 llamadas simultáneas en el mismo radio de frecuencia que TDMA utiliza solo para hacer una llamada. GSM simplifica la transmisión de datos utilizados con eficiencia en las laptop, palmtop y celulares GSM. Tiene servicios como Buzón de voz, alta velocidad de datos, fax, paging, mensajes cortos, Internet, etc; además de brindar mayor seguridad en la comunicación. Tiene una mayor calidad en sonido de voz. Este sistema se originó en Europa; actualmente existe en más de 100 países. GSM opera sobre los 900 MHz y 1800 MHz en Europa, Asia y Australia; y en los 1900 MHz en Norte América, Latinoamérica y África.

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

### - TDMA: Time Division Multiple Access.

También conocido como D-AMPS, es una tecnología para transmisión digital de señales de radio. Está basado en el estándar de mayor desarrollo mundial, el IS-136. TDMA es la plataforma ideal para los servicios PCS. El sistema que utiliza es el CMS8800, el cual tiene un alto grado de flexibilidad y funcionalidad en los 800/1900 MHz. Tiene la aplicación Fixed Cellular (Telefonía Celular Fija). Este sistema le permite al usuario migrar rápidamente de analógico a digital.

### - CDMA: Code Division Multiple Access.

CDMA es un sistema IS - 95 basado en tecnología digital. Este sistema fue comercializado desde 1995 y actualmente soporta mas de 95 millones de abonados alrededor del mundo. CDMA opera en los 800 y 1900 MHz. Su primer mercado fue America y Asia y se conoce como cdmaOne; en la próxima generación se llamará CDMA2000 o IS-2000. Los servicios que ofrece son voz y datos con una velocidad de 64 kbits/seg, así también ofrece buzón de voz y mensajes cortos (SMS). Su plataforma es conocida como CMS 11. También tiene como característica el uso de 1.25 MHz compartido para un número alto de usuarios al mismo tiempo, esta técnica es diferente a la de TDMA ya que utiliza el reuso de frecuencias y requiere de un pequeño número de sitios celulares para cubrir un área en particular. Tiene capacidad de ganancia ocho o diez veces más que AMPS, lo que permite una mejor calidad de sonido en las llamadas.

### - PCS: Personal Communication Services. Sistema Celular que opera en la banda de 1.8 a 2.0 Gigahertz.

-Los servicios PCS son un concepto de servicios mediante el cual se persigue tener comunicación personalizada a cualquier hora y en cualquier lugar. Este concepto es independiente de la plataforma tecnológica y del rango de frecuencias a utilizar.

## 1.6 EL CMS 88 Y OTROS SISTEMAS CELULARES ERICSSON

La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) en los Estados Unidos elaboro el estándar AMPS, que es una especificación detallada de cómo debe ser llevada a cabo la comunicación entre la estación 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 de los Estados Unidos (EIA). Esta organización es ahora responsable del mantenimiento y publicación de la especificación. Puesto que el Sistema de Banda de Frecuencia fue ubicado por la FCC en la banda 800 MHz, el sistema desarrollado por Ericsson fue llamado CMS-8800. El primer sistema CMS 8800 proporcionado por Ericsson operó en Buffalo, E.U.A., en 1984.

FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

La especificación de la FCC fue modificada en algunos aspectos para su empleo en el Reino Unido. Ahí la especificación es llamada Especificación del Sistema de Comunicación de Acceso Total (TACS). Siendo el primer sistema abastecido por Ericsson en 1985 a una de las dos compañías celulares en el Reino Unido, Racal-Vodafone. El Sistema es llamado CMS 8810.

Aparte de esos dos sistemas, Ericsson está comercializando también otros dos sistemas celulares:

- El CMS 45 introducido en 1981 y localizado en la Banda de Frecuencia de 450 MHZ, cumpliendo con la especificación de las Administraciones Nórdicas de Telefonía Móvil (NMT).
- El CMS 89 introducido en 1986 y localizado en la Banda de Frecuencia de 900 MHZ, cumpliendo con la especificación Europea (GSM).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# CAPITULO 2

## CARACTERISTICAS DEL SISTEMA CMS8800

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 2 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA CMS8800

La telefonía celular es una de las aplicaciones de telecomunicación más demandada y de más rápido crecimiento. Hoy, esta representa un gran porcentaje de todos los nuevos abonados telefónicos alrededor del mundo. En una perspectiva de largo plazo, el radio celular usando tecnología digital llegara a ser la manera universal de comunicación para todos.

### 2.1 TERMINOS BASICOS

La figura 2.1.1 ilustra un Sistema de Telefonía Celular (CMS) automático controlado por una central telefónica.

RBS	RADIO BASE STATION (Radiobase)
CMS	CELLULAR MOBILE TELEPHONE SYSTEM (Sistema de Telefonía Móvil)
MS	MOBILE STATION (Estación Móvil)
MSC	MOBILE SERVICES SWITCHING CENTER (Central Celular)
PSTN	PUBLIC SWITCHING TELEPHONE NETWORK (Red Telefónica Pública Conmutada)

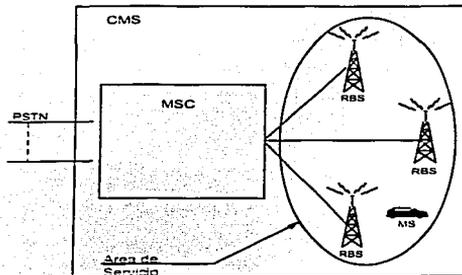


FIG. 2.1.1 SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

La Central Celular constituye una interfaz entre el Sistema de Radio y la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC). 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 las llamadas.

Con el objeto de obtener un radio de cobertura de un área geográfica dada, se requiere de un número de radiobases, desde una (caso muy excepcional) hasta cien o más. Así un área geográfica es llamada Área de Servicio MSC.

La radiobase (RBS) contiene unidades de canal. Cada unidad de canal está equipada con un transmisor de radio, un receptor de radio y una unidad de Control. Una 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 base, el número de unidades de canal de voz puede ser mínimo, mientras que en otras pueden ser do cien o más.

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

La estación móvil (MS) un teléfono transportable, montado en el auto o de bolsillo, constituye el equipo de abonado, consistente de un transmisor y receptor de radio, una unidad lógica para la señalización de datos con la estación base, y una parte telefónica con teclas para marcar, 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 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 por el MSC hacia la PSTN, donde se encuentra normalmente el abonado ordinario. Aún para una llamada entre dos abonados móviles cualesquiera que sean, la trayectoria de voz será establecida por el MSC.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

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

## 2.2 LA RADIOBASE Y LA CELULA

La radiobase es capaz de comunicarse con cualquier estación móvil, mientras se mueva dentro de una cierta area cerca de esta.

Dependiendo del tipo de antenas de transmisión empleadas por la radiobase, se pueden cubrir una o mas areas. Tales áreas son llamadas células.

Entre los tipos mas comunes de células están las siguientes:

- Células omnidireccionales
- Células sectoriales

### LA CELULA OMNIDIRECCIONAL

En este caso, la radiobase está equipada con una antena omnidireccional transmitiendo igualmente en todas direcciones. Entonces, un área en forma circular será cubierta con la radiobase localizada en el centro (fig. 2.2.1). Una estación móvil contenida en esta área tendrá normalmente una "buena" conexión con la radiobase. Cuando se representa una célula en un dibujo, normalmente se usa un hexágono (fig. 2.2.2).

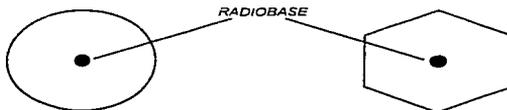


FIG. 2.2.1 RADIO DE COBERTURA DE UNA CELULA OMNIDIRECCIONAL

FIG. 2.2.2 REPRESENTACION GRAFICA DE UNA CELULA OMNIDIRECCIONAL

LA CELULA SECTORIAL

En este caso, la radiobase esta equipada con tres antenas direccionales, cada una cubriendo una celula sectorial de 120 grados (fig. 2.2.3). En cada célula, algunas unidades de canal están conectadas a una antena, otras unidades de canal a la segunda antena, y el resto a la tercera antena. Entonces, una radiobase 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 célula sectorial para cubrir por ejemplo, una carretera.

Cuando se muestran celulas sectoriales, se dibujan tres hexágonos, uno para cada célula, con la estación base localizada en la esquina de cada hexágono. (fig. 2.2.4). Aqui (fig. 2.2.3), uno puede ver también que con el objeto de obtener cobertura total, las células deben traspasarse unas con otras. Esto se aplica para las células vecinas en cualquier lugar.

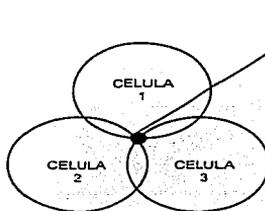


FIG. 2.2.3 RADIO DE COBERTURA DE TRES CELULAS SECTORIALES

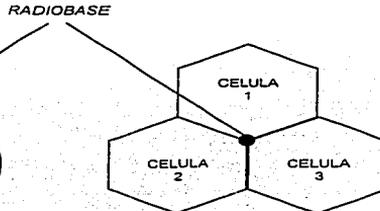


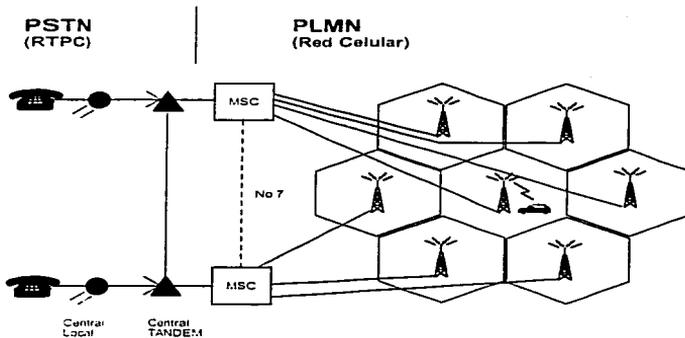
FIG. 2.2.4 REPRESENTACION GRAFICA DE TRES CELULAS SECTORIALES

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2.3 ESTRUCTURA DE LA RED MOVIL TERRESTRE PUBLICA (PLMN)

Normalmente, se encuentran varios MSC's (Centrales Celulares) en un sistema celular. Esta red completa, ilustrada en la figura 2.3.1, es llamada RED MOVIL TERRESTRE PUBLICA (PLMN).

Los MCS's son las interfases 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 mencionó antes, cada abonado móvil y estacionario 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 en esta MSC-V.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El concepto de una estación móvil llegando de una 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 lleva a cabo entre dos MSC's. La señalización MSC es realizada acorde al protocolo de señalización CCITT No. 7 en un enlace directo (si existe tal) entre los MSC's o vía un enlace PSTN.

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

#### 2.4 AREAS DE LOCALIZACION

El CMS 8800 permite a una estación móvil moverse dentro del área de servicio MSC sin informar a la central acerca de su posición. El MSC envía un aviso de llamada a la unidad móvil en paralelo para todas las células (voceo) en el área de servicio.

Sin embargo, es posible introducir varias áreas de localización dentro del área de servicio (fig. 2.4.1). La estación móvil, cuando se está moviendo 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, reduciendo así la carga en el canal de control.

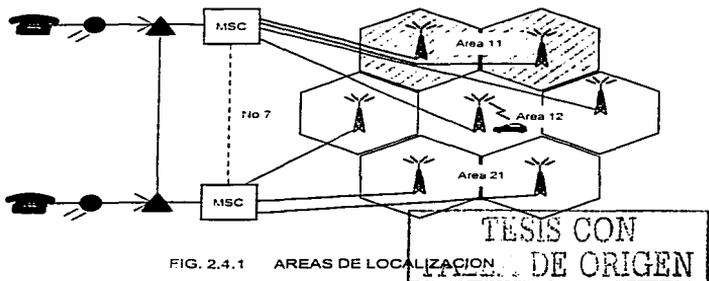


FIG. 2.4.1 AREAS DE LOCALIZACION

## 2.5 PLAN DE NUMERACION DE LA RED TELEFONICA

En el plan de numeración se detalla la asignación de numeración de todas y cada una de las centrales de la RTPC (Red Telefónica Pública Conmutada), las cuales controlan una o varias ciudades o poblaciones; incluyendo la numeración asignada a las compañías celulares.

Se debe tener un plan de numeración que proporcione los lineamientos de la numeración para la RTPC. Esta numeración debe cumplir con las siguientes características:

- Marcación uniforme y simple.
- El número promedio de dígitos y signos a marcar deberá ser el mínimo requerido.
- Vigencia en un horizonte de tiempo bastante amplio.
- Flexibilidad para soportar ampliaciones futuras.
- Permitir un enrutamiento económico.
- Indicar la cobertura y tipo de tasación.

### RECOMENDACIONES DEL CCITT

El Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT) emite una serie de "Recomendaciones" que se utilizan para regularizar y estandarizar los aspectos más importantes dentro de las áreas de Telegrafía y Telefonía, en el ámbito mundial. Las recomendaciones concernientes a los Planes de Numeración se encuentran comprendidas en la serie E y son las recomendaciones:

- E.164 Plan de Numeración Nacional.
- E.165 Limitación del Número de Cifras que han de marcar los Usuarios.

Cada administración telefónica debe preparar cuidadosamente el "Plan de Numeración Nacional" de su propia red. Este plan debe ser diseñado de tal forma que un usuario típico sea siempre llamado con el mismo número y esto debe ser aplicado a todas las llamadas internacionales entrantes. Las Administraciones deben avisar con antelación a la UIT o al CCITT de los cambios a su plan de numeración para que esta información pueda ser publicada en el Boletín Operacional de la UIT.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

En las Redes de Telefonía Celular se requiere la asignación de un número de directorio, el cual está integrado a la numeración nacional de la RTPC. En el caso de México, está formado por el NIR (Número de Identificador de Región) y un número local. El NIR y las series para las oficinas terminales de telefonía celular (OTTC) son asignadas por el responsable del Plan de Numeración (SCT).

### ESTRUCTURA Y FORMATO

El número nacional es cerrado a diez dígitos y está compuesto por el NIR y el número local.

NUMERO NACIONAL (DIEZ DIGITOS)	
NIR	NUMERO LOCAL
AB	cd efghij
ABC	defghij

### NUMERO DE IDENTIFICADOR DE REGION.

El NIR nos permite identificar a cada una de las zonas de numeración consideradas en la RTPC y puede estar formada por dos o tres dígitos dependiendo del tamaño de la población.

### NUMERO LOCAL

El número local nos permite identificar a los equipos terminales que pertenecen a una misma red urbana, pudiendo estar formado por siete u ocho dígitos (numeración abierta). Está compuesto por la serie y número interno de central.

SERIE	Nº INTERNO DE CENTRAL
b c d	e f g h
a b c d	e f g h

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

El número interno de central siempre está compuesto de cuatro dígitos: e, f, g y h.

En una red multicontral todos los abonados quedaran identificados por un número local con el mismo número de dígitos.

El número telefónico a ser marcado, dependiendo del servicio que desee, se puede describir de la siguiente manera:

Servicio	Caso	Prefijo de Acceso	NIR	Serie	Número de abonado
Llamada Local	Fijo - Fijo	---	+	---	+ ABCD ó BCD + e f g h
	Celular - Fijo	---	+	---	+ ABCD ó BCD + e f g h
	Fijo - Celular (CPP)	044	+	X Y Z ó Y Z	+ ABCD ó BCD + e f g h
	Fijo - Celular (MPP)	---	+	---	+ ABCD ó BCD + e f g h
L.D. Nacional	Fijo o Celular	01	+	X Y Z ó Y Z	+ ABCD ó BCD + e f g h
L.D. Internacional	Fijo o Celular	001	+	Clave del País + Clave Cd.	+ No. abonado

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

Ejemplos de marcación a un abonado móvil (celular) de Monterrey, Veracruz y La Paz, como una llamada local hecha desde:

1. Un abonado fijo a un abonado móvil

Lugar	Prefijo de Acceso	+ NIR	+ Serie	+ Número de abonado	Número de Dígitos	Tipo de Serie
Monterrey	044	+ 81	+ 8396	+ e f g h	13	CPP
	—	+ —	+ 8087	+ e f g h	8	MPP
Veracruz	044	+ 229	+ 101	+ e f g h	13	CPP
	—	+ —	+ 120	+ e f g h	7	MPP
La Paz	044	+ 612	+ 868	+ e f g h	13	CPP
	—	+ —	+ 127	+ e f g h	7	MPP

2. Un abonado móvil a un abonado fijo

Lugar	Prefijo de Acceso	+ NIR	+ Serie	+ Número de abonado	Número de Dígitos	Tipo de Serie
Monterrey	—	+ —	+ 8032	+ e f g h	8	Fijo
Veracruz	—	+ —	+ 920	+ e f g h	7	Fijo
La Paz	—	+ —	+ 129	+ e f g h	7	Fijo

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

### 2.6 NUMERO ROAMING

Un número es usado temporalmente en la red telefónica celular para enrutar llamadas hacia MSC-V donde un abonado roaming será encontrado.

### 2.7 NUMERO DE ESTACION MOVIL

El NUMERO DE ESTACION MOVIL (MSNB), también llamado NUMERO DE IDENTIDAD MOVIL (MIN), únicamente identifica la suscripción en la trayectoria de radio. El número de la estación móvil es enviado por una estación móvil (vía una estación 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 vocao de una estación móvil.

El uso del número de la estación móvil habilita a una estación móvil perteneciente a la red celular para tener servicio 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 cuál se localiza la estación móvil actualmente.

### 2.8 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 (p.e.: una estación móvil robada). A cada estación móvil manufacturada se asigna un número de serie "intransferible". Todas las estaciones móviles son requeridas por el MSC para enviar el número de serie junto con el número de la estación móvil.

Por ejemplo, en una llamada desde un abonado móvil enviará el número de la estación móvil, el número de serie y el número marcado.

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

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

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **CAPITULO 3**

### **DESCRIPCION DE UNA CENTRAL DE CONMUTACION EN LA RED DE TELEFONIA CELULAR**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## DESCRIPCION DE LA CENTRAL ERICSSON AXE

### 3.1 CENTRO DE CONMUTACION DE SERVICIOS MOVILES (MSC)

Ericsson diseñó su central telefónica pública de conmutación digital AXE del tipo SPC (Central de Control por Programa Almacenado), para ser el corazón del sistema celular. Un diseño altamente modular hace AXE un sistema flexible para adaptarse a las diferentes aplicaciones. Las centrales AXE digitales se encuentran operando en todo el mundo, para servicio local, tránsito nacional, tránsito internacional y el sistema telefónico celular, particularmente de manera exitosa.

La elección del la AXE brinda automáticamente, además de otras características, las facilidades de abonado móvil que están disponibles en la RTPC (Red Telefónica Pública Conmutada). Esto también ofrece la posibilidad de incorporar nuevas facilidades que se vayan desarrollando, resultando en un extenso desarrollo general del la central AXE.

Las letras AXE NO SON SIGLAS, que signifiquen algo, sino simplemente es un código de producto que Ericsson utiliza para sus centrales públicas.

### 3.2 ESTRUCTURA DEL SISTEMA

El AXE consiste de varios subsistemas, donde cada uno realiza 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 de 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 esta constituido por dos sistemas principales, que son:

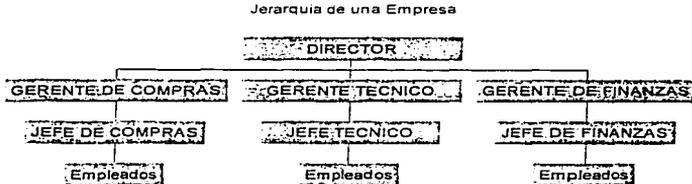
- APZ Sistema de Control y Procesamiento de Datos
- APT Sistema de Conmutación

Los cuales a su vez estan subdivididos en varios subsistemas

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

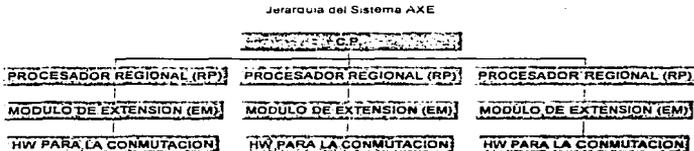
## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

Para comprender mejor lo anterior, pensemos en el organigrama (o estructura jerárquica) básica de cualquier empresa, la cual será como se muestra a continuación:



Como se observa en la figura anterior, tanto el Director, los Gerentes y los Jefes, tendrán la función de tomar decisiones, administrar y controlar el trabajo, de acuerdo a las facultades que cada uno de ellos tiene, en tanto que la labor rutinaria, los procesos constantes, mas no menos importantes, serán realizados por los empleados.

De manera muy similar, se encuentran divididas las funciones del Sistema de conmutación de llamadas de Ericsson, denominado como código de producto AXE (léase A, Equis, E).



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

El que toma las decisiones de más jerarquía es el Procesador Central (CP), y además procesa la información que recibe de sus "subalternos" (los RP's).

Análogamente los Procesadores Regionales, denominados así, por que cada uno de ellos controla únicamente una "región" o parte de la central, también tomarán decisiones de importancia, pero de menor afectación que una decisión del CP. Los Módulos de Extensión equivalen a los jefes de nuestro ejemplo, los cuales administran un "departamento" por así llamarlo de la central.

Al conjunto del C.P., los RP's y los EM's, se le denomina APZ, que define su función de administración y control.

Finalmente tenemos al Hardware, que es el que se va a encargar propiamente de las funciones "mecánicas" o de rutina para la conmutación de llamadas, y este puede ser por ejemplo: El Selector de Grupo, Dispositivos de troncal, Canceladores de Eco, Máquina de mensajes, Dispositivos de envío y recepción de código; estos últimos utilizados en la señalización tipo "R2" entre centrales (CS y CR), etc. A todo este Sistema le llamamos APT, que también define su función ejecutiva de trabajo en la conmutación telefónica.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

3.3 SISTEMA DE CONMUTACION APT

El sistema de conmutación, normalmente implementado en el Centro de Conmutación de Servicios Móviles (MSC), es el sistema APT. Sus subsistemas son presentados en la figura 3.3.1. Algunos de estos subsistemas están implementados tanto en hardware como en software y algunos solo en software.

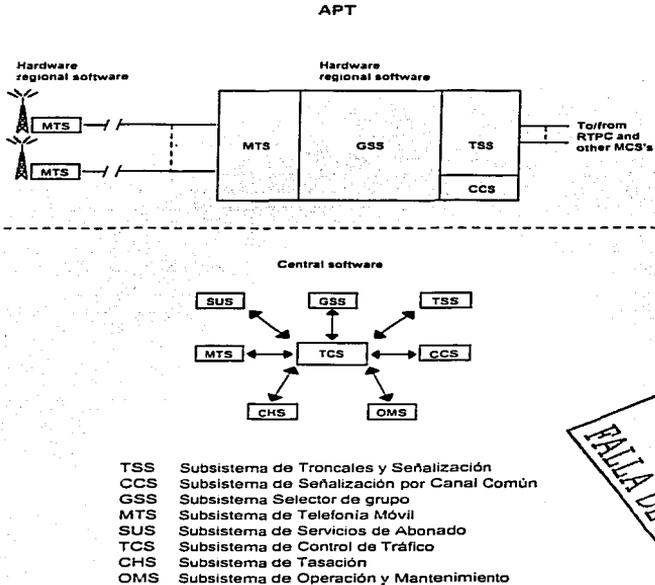


FIG. 3.3.1 SUBSISTEMAS EN APT

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

### SUBSISTEMA DE SEÑALIZACION Y TRONCALES (TSS)

Este subsistema supervisa el estado de las líneas troncales hacia/desde la RTPC y hacia otros MCS's. La señalización entre estos enlaces, también se maneja por TSS.

### SUBSISTEMA DE SEÑALIZACION POR CANAL COMUN (CCS)

Este subsistema contiene funciones para señalización, enrutamiento, supervisión y corrección de mensajes enviados de acuerdo a CCITT N° 7. La señalización entre MSC's es señalización por canal común, además este tipo de señalización se utiliza hoy en día frecuentemente por las centrales de RTPC.

### SUBSISTEMA SELECTOR DE GRUPO (GSS)

Este subsistema esta 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 TELEFONIA MOVIL (MTS)

Cuando se implementa el MTS, la central AXE se convierte en un MSC. Es decir, que 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 (CCS). Las funciones de operación y mantenimiento específicos para el sistema celular también se encuentran implementados en MTS.

### SUBSISTEMA DE SERVICIOS DE ABONADO (SUS)

Todas las funciones para los servicios de abonado están implementadas en este subsistema, por ejemplo: restricción de llamadas entrantes y/o salientes, transferencias de llamadas, llamadas en espera, etc.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

### SUBSISTEMA DE CONTROL DE TRAFICO (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 del mismo son almacenados en TCS, además de otras cosas. En MSC, la mayor parte del control de tráfico se realiza en operación estrecha con MTS.

### SUBSISTEMA DE TASACION (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, la hora, duración de la llamada, etc., son grabados y almacenados en disco duro del IOG (Subsistema de dispositivo de Entrada y Salida).

Si el sistema celular tiene más de un MSC, los datos de tasación de todos los MSC's 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 de RTPC.

### SUBSISTEMA DE OPERACION 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.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

3.4 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 México durante 1997 se tuvo un crecimiento del 100% de abonados.

Esto significa que el operador celular debe ser muy cuidadoso cuando elige un proveedor, asegurándose siempre, que el sistema puede crecer mucho más rápido de lo esperado, para que el MSC pueda cubrir los requerimientos de capacidad de procesamiento.

Ericsson puede ofrecer comunmente los siguientes procesadores centrales (esto de acuerdo a la fecha en que se compiló esta información):

- El procesador central APZ 211 11 se utilizó para las centrales de necesidades medianas (Minisistemas).
- El procesador central APZ 212 12 se utilizó para capacidad de procesamiento en grandes áreas metropolitanas (MTX's: Querétaro, Guadalajara, Monterrey, etc.).
- El procesador central APZ 212 20 se utilizó para capacidad de procesamiento en extensas áreas metropolitanas (MTX's: Nextengo, Carrasco y Portales, etc.).
- Actualmente se cuenta con un nuevo procesador que tiene poco de haberse liberado, el APZ 212 30, el cual se encuentra instalado en casi todo el territorio nacional.

Un factor muy importante es que los procesadores son completamente compatibles, de hecho, en la expansión de una aplicación se puede realizar la actualización del APZ 211 11, al APZ 212 12, al APZ 212 20 y al APZ 212 30, sin dejar al sistema fuera de servicio.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

A continuación se muestra una tabla comparativa con las características de cada procesador:

CARACTERISTICA	APZ 211 11	APZ 212 12	APZ 212 20
• Capacidad relativa de manejo de tráfico	1.0	3.0	12.0
• Capacidad de memoria	96 M Word Main Store	32 M Word Program Store 192 M Word Data Store	64 M Word Program Store 380 M Word Data Store
• Máximo número de bloques de función	2047	2047	2047
• Máximo tamaño de bloques de función	64 K Word Program	64 K Word Program	64 K Word Program
• Capacidad de direccionamiento de datos grabados en CP	64 K	1 M	1 M
• Máximo número de procesadores regionales	512	1024	1024
• Capacidad de I/O			
• Número de grupos de procesadores de soporte	4	4	4
• Capacidad de disco duro (por grupo de procesadores de soporte)	2.1 GB	2.1 GB	2.1 GB
• Capacidad de disco óptico	2 X 325 MB	2 X 325 MB	2 X 325 MB
• Capacidad de cinta magnetica	30/50 MB	30/50 MB	30/20 MB
• Capacidad de disco flexible	1.2 MB	1.2 MB	1.2 MB
• Tiempo promedio entre fallas del sistema (MTBSF)	> 1 000 años	> 1 000 años	> 1 000 años

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

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 (AP)

### 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 los almacenes de 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 módulo 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 del tipo rutinario y de manejo sencillo, control del ritmo de trabajo y tareas alta capacidad.

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

### SUBSISTEMA DE MANTENIMIENTO (MAS)

El MAS 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.

TESIS CON  
FUELLA DE ORIGEN

## CAPITULO 4

### DESCRIPCION DE LAS RADIOBASES 882 Y 884 ANALOGICAS

TESIS CON  
FALLA DE CORTEN

4

## DESCRIPCION DE LAS RBS 882 Y 884 ANALOGICAS

### 4.1 ESTACION RADIO BASE (BS)

La estación radio base, o simplemente estación base (BS) está conectada a un MSC por circuitos punto a punto. La estación base maneja la radio-comunicación con las estaciones móviles. Funciona principalmente como una estación de relevo para señales de datos y de voz. La estación base también supervisa la calidad de la radio-transmisión durante una llamada en progreso por medio del Tono de Supervisión de Audio (SAT) y por la medición de la intensidad de las señales recibidas desde las estaciones móviles.

La estación base puede también ser instalada, por ejemplo, en un edificio de oficinas o en un contenedor en el área metropolitana de una ciudad. La estación base es un conjunto de equipo para atender a un número de células, normalmente a una célula omnidireccional o a 3 células sectoriales.

Los equipos utilizados actualmente son:

- RBS 882
- RBS 884

Una de las mayores diferencias entre la nueva generación de estaciones base y la anterior es el tamaño del equipo.

El tamaño se ha decrementado aproximadamente en un 50%, lo cual ahorra costos, considerando el factor de cuan costoso es el espacio ocupado en algunas ciudades.

La estación base comprende principalmente las siguientes unidades funcionales (figura 4.1.1):

- El grupo de canal de radio (RCG)
- Central de interfaz de radio (ERI)
- Alimentación

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

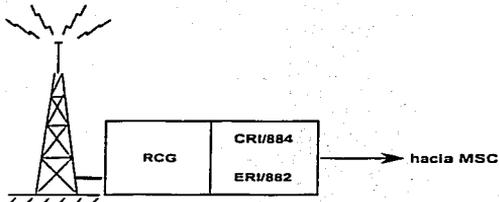


FIG. 4.1.1 UNIDADES FUNCIONALES DE LA ESTACION BASE

**GRUPO DE CANAL DE RADIO**

El grupo de canal de radio, se describe de la siguiente manera, en este capítulo, iniciando por:

**CENTRAL INTERFAZ DE RADIO**

La central interfaz de radio (ERI o CRI) funciona como un medio para señal entre el MSC y la estación base. Así, el equipo recibe datos desde las unidades de canal y envía estos datos al MSC mediante un enlace de datos MSC-BS propio y en la dirección contraria, el equipo recibe datos desde el MSC en el enlace de datos MSC-BS y envía estos datos a la unidad de canal de destino.

Dependiendo del modo de transmisión, la velocidad de transmisión del enlace de datos MSC-BS es de 2.4, 4.8 o 9.6 Kbits/s (enlaces analógicos) o 64 Kbits/s (enlaces digitales).

**ALIMENTACION**

El voltaje de alimentación distribuido en la BS es de VDC. Se obtiene principalmente via convertidores AC/DC Fig. 4.1.2. En caso de interrupciones importantes de energía, una batería de respaldo proveerá a la estación base de energía por un cierto tiempo.

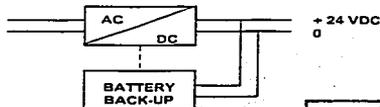


FIG. 4.1.2 ALIMENTACION DE ENERGIA

TESIS CON  
ALLA DE ORIGEN

4.2 RADIOBASES 882 DESCRIPCION

GRUPO DE CANAL DE RADIO (RCG)

La figura 4.2.1 presenta un diagrama de bloque funcional de un RCG. La configuración del equipo (un canal de control, un número de canales de voz y un receptor de intensidad de señal) es una configuración típica requerida para servir a una célula.

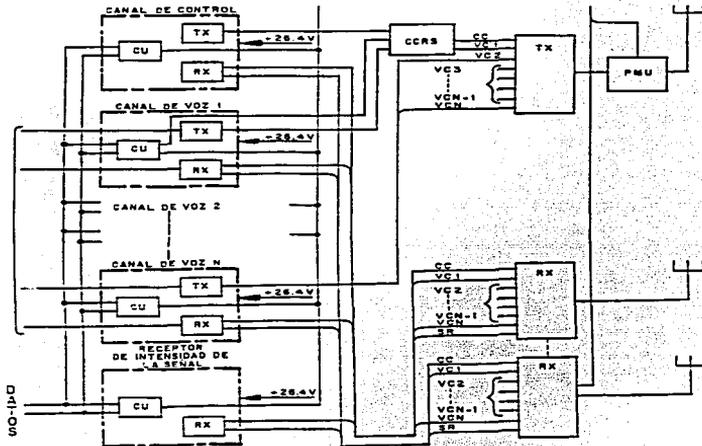


FIG. 4.2.1 DIAGRAMA DE BLOQUE FUNCIONAL RCG

TESIS CON  
CALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

Todo el equipo de una estación base se monta en racks (rapisas) de 19 pulgadas. Se pueden montar hasta 8 dispositivos de canal en un rack junto con los otros equipos

El RCG contiene todo el equipo necesario para manejar la radio comunicación con las estaciones móviles. El RCG comprende el siguiente equipo:

- Unidades de Canal
- Transmisor-Combinador (TX)
- Receptor (RX) Multiacoplador (MC)
- Receptor de Intensidad de Señal (SR)
- Oscilador de Referencia (EHESR)
- Switch de Redundancia de Canal de Control (CCRS)
- Probador de Canal (CT)
- Unidad de Monitoreo de Potencia (PMU)
- Sistema de Antena

Las Unidades de Canal para los canales de control y para los canales de voz son idénticas. Cada unidad de canal consiste en un transmisor (TX), un receptor (RX), una unidad de control (CU) y un amplificador de potencia (PA) conectado a la salida del RX. Una de las siguientes tres versiones disponibles de amplificadores de potencia se monta durante la instalación:

- 10 W
- 25 W
- 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.

TESIS CON  
CALIDAD DE OPORTUNIDAD

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

Se pueden conectar hasta 96 unidades de control de diferentes repisas juntas a un RCG. Una estación radio base puede estar integrada por uno y hasta por 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 multiacoplador se pueden conectar hasta 48 canales receptores y 2 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 en el 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)

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 relevantes son especificado por el MSC (especificado por comando) y los canales son continuamente supervisados uno por uno y las muestras de las mediciones se almacenan en la unidad de control.

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

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

### UNIDAD DE OSCILADOR DE REFERENCIA (ROU)

Este es un oscilador de alta estabilidad, provee una señal de 31.250 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 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. Esta versión tiene un oscilador convencional de cuarzo compensado por temperatura (TXCO) 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.

Todos los FGTX y FGRX tienen su TXCO normal con estabilidad de 1.5 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

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 más de 100 canales. La función de combinación del transmisor se logra usando los siguientes elementos:

- Un circulador 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 estrella de línea de transmisión.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

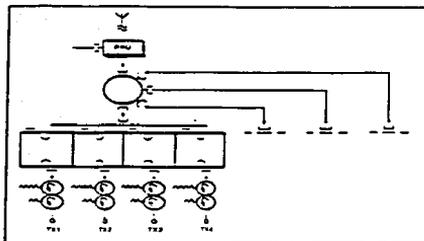


FIG. 4.2.2 TRANSMISOR-COMBINADOR

El filtro combinador brinda el efecto de tener un solo transmisor conectado a la antena a cualquier frecuencia de operación dada. A frecuencias lejos de la frecuencia de resonancia del circuito de filtro, los transmisores son aislados eléctricamente. La eficiencia y el aislamiento obtenidos de la cavidad de resonancia se incrementan a medida que la separación de frecuencia se hace más grande. Cuando un canal 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 Fig. 4.2.2: Cada transmisor está conectado a una unión común después de que la potencia de radio frecuencia ha sido pasada a través de los tres circulatores y un filtro de alta cavidad Q.

El propósito de los circulatores 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 circulatores y cavidades minimizan la producción de intermodulación, que podría causar interferencia o señales falsas hacia una estación móvil operando cerca de una estación base.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

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 circulator, 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 pasabandas del filtro conectado, la sección del transformador de la "unión de estrella" parece que será simplemente una de las partes de la línea de transmisión.

### PROBADOR DE CANAL (CT)

El CT realizará 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 ser también probados.

### UNIDAD DE MONITOREO DE POTENCIA (PMU)

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

### SISTEMA DE ANTENA

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 4.2.3).

Debido a la diversidad de sistemas, se colocan dos antenas receptoras para cada célula, con una separación de 3 a 5 mts.

Tipos de antenas

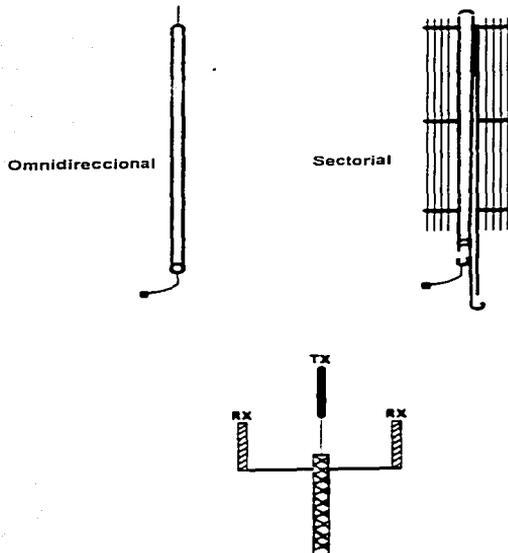


FIG. 4.2.3 SISTEMA DE ANTENA CON 2 ANTENAS RECEPTORAS (RX) Y UNA ANTENA TRANSMISORA (TX)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

Los receptores están equipados con variaciones de velocidades para reducir la degradación de la calidad de voz o desvanecimiento, debido a la propagación múltiple. La figura 4.2.4 presenta como las señales de radio son mejoradas por la diversidad de sistemas.

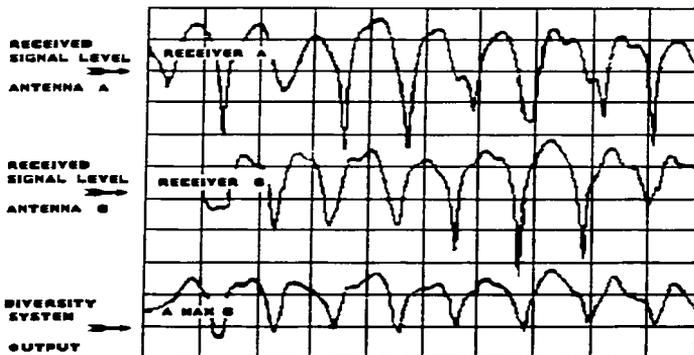


FIG. 4.2.4 VARIACIONES DE LA INTENSIDAD DE CAMPO COMO RESULTADO DEL DESVANECIMIENTO DE VARIOS SISTEMAS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

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 milisegundos (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 3 a 5 m, se pueden alcanzar aproximadamente 10 dB.

#### UNIDAD DE CONTROL

##### **Función**

La unidad de control (CU) está basada en un microprocesador. La unidad de control constituye la parte inteligente de la unidad de canal.

Algunas de las funciones realizadas por la CU se enlistan a continuación:

- Intercambio de mensajes de datos entre el MSC y las estaciones móviles. Los datos hacia la estación móvil se formatean con bits de sincronización y con el patrón de corrección de error (código BCH) y se insertan en el transmisor. Los datos desde la estación móvil (vía el receptor) son detectados y decodificados; y se corrigen los posibles errores antes de enviarlos a el MSC.
- Envío autónomo de algunos mensajes de datos hacia la estación móvil.
- Monitoreo de fallos en el transmisor y el receptor, así como de otras unidades, como por ejemplo el transmisor-combinador, etc. La información de alarma se envía al MSC vía la emisión de un impulso de alarma.
- Activación del canal. El número de canal que es originalmente recibido desde MSC (iniciado por comando) se usa como entrada al generador de frecuencia.
- Control del transmisor. La función ON/OFF del transmisor es controlada por la CU. Esto se realiza frecuentemente en el caso de los canales de voz.
- Control de tiempos de espera.
- Detección del tono de señalización (ST).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

- Generación/Detección del tono de supervisión de audio (SAT). Cuando la voz se está transmitiendo, el SAT es adicionado a la voz procesada en el transmisor. El SAT recibido desde la estación móvil se detecta y la frecuencia se compara con la frecuencia del tono transmitido. La información a la cual la frecuencia del SAT es generada se recibe originalmente desde el MSC (iniciado por comando).
- Medición del Ruido. El valor principal del ruido recibido se mide con el objeto de calcular la razón de señal a ruido para el SAT recibido.
- Medición de la Intensidad de la Señal. La intensidad de la señal recibida se mide en el receptor y se evalúa finalmente en la CU.
- Bucle de Línea. Se implementa una conmutación para el bucle de la línea de voz entrante y saliente, dentro de la CU y controlado por ella misma.
- Control de la conmutación de la entrada del combinador, CCRS.

Las señales de voz no son manejadas por la CU.

Para propósitos de pruebas de instalación, una terminal externa se puede conectar a la CU. El requerimiento se puede hacer dando el número de canal, el estado de revisión y alarmas, etc. Se pueden activar también operaciones de control, tales como conmutación ON/OFF del transmisor, reinicio de tiempos de espera, cambio del número de canal, etc.

### Carga de la unidad de control

La unidad de control consiste, entre otras cosas, de un microprocesador con almacenes de programas, implementados en las memorias de lectura/escritura. Por esta razón cada unidad de control tienen que ser cargada con datos de programa desde un banco de memoria en MSC, antes de que sea puesta en operación. Normalmente esto se realiza durante la instalación inicial o después de reparaciones.

La carga de la unidad de control desde el banco de memoria se ordena manualmente (por comando).

La carga de nuevas revisiones del programa de la unidad de control desde la cinta del banco de memoria es también iniciada por comando.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

### Unidad de Canal de Respaldo (Redundancia del Canal de Control)

La célula es incapaz de proporcionar cualquier servicio (aparte de las llamadas ya establecidas) cuando su canal de control no está en operación.

Siempre que un canal de control llega a caer en falla, un canal de voz predefinido (canal de respaldo) se encarga automáticamente de las funciones del canal de control. Esto se realiza de la siguiente manera:

- MSC le ordena al canal de respaldo para que opere como canal de voz.
- El dispositivo de canal de respaldo recibe desde el MSC el número para operar como canal de control.
- El canal de respaldo asume automáticamente el modo de almacén de programa del canal de control.
- La salida del transmisor se conmuta por la redundancia del canal de control, asumiendo la posición de no-en-operación del canal de control en el transmisor combinador.

También se puede definir otro canal de voz como respaldo para el receptor de intensidad de señal. El procedimiento de toma será descrito posteriormente.

Anteriormente, algunas estaciones base requirieron dos canales de control idénticos (y receptores de intensidad de señal), uno ejecutivo y otro en espera (stand-by), normalmente no usado pero listo para usarse cuando fuese necesario. La conmutación entre esos dos canales se realiza cada 24 horas para propósitos de control.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CANALES DE RADIO

El canal de radio es una trayectoria bidireccional de transmisión de radio entre la estación móvil y la estación base (figura 4.2.5)

Un canal usa frecuencias de radio separadas, una para la transmisión de la estación móvil y una para la transmisión de la estación base. Cada canal es llamado canal duplex. La distancia entre esas dos frecuencias, ( una distancia duplex), 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 para el receptor (RX).

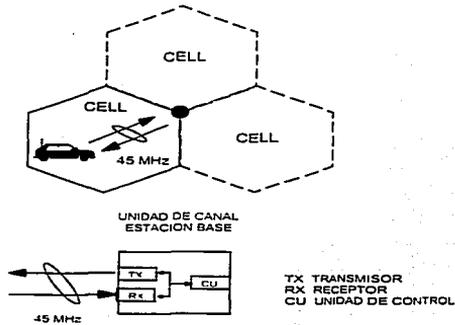


FIG. 4.2.5 CANAL DE RADIO

TESIS COL.  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

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 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

Un canal de voz (VC) será seleccionado (en datos) y será tomado por MSC, durante el procedimiento de establecimiento de una llamada. El canal seleccionado llevará 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 de 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.

Como se menciona antes, son varios canales de voz en cada célula, normalmente entre 5 y 30.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

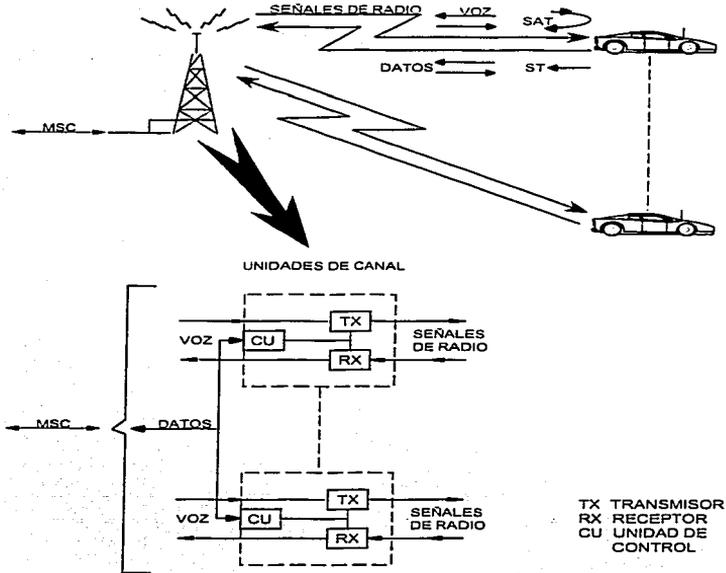


FIG. 4.2.6 CANALES DE VOZ:  
SEÑALES DE VOZ Y  
UNIDADES DE CANAL EN  
ESTACION BASE

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

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 está 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 (Fig. 4.2.6.)

### - Datos

Los datos son enviados en situaciones específicas, como por ejemplo, durante el "handoff". Esto provoca un corte pequeño en 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 estación base.
- La Unidad de Canal en la estación base.

### - Tono de Señalización (ST)

El tono de Señalización que sirve como "Señalización de línea", se envía sólo desde el abonado móvil, por ejemplo, durante el establecimiento de una llamada y el handoff.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CANAL DE CONTROL

Normalmente existe solo un canal de control (CC) en cada célula. Así, una estación base sirviendo a una célula omnidireccional está equipada con un unidad de canal de control, y una estación base sirviendo a tres células sectoriales se equipa con tres unidades de canal de control respectivamente Fig. 4.2.7 El canal de control sólo es usado para:

- Datos

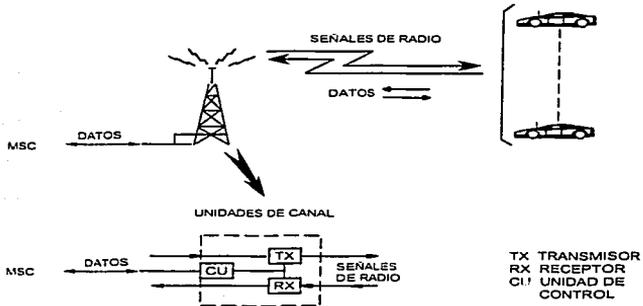


FIG. 4.2.7 CANAL DE CONTROL

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

Una estación móvil estando en una célula, y sin estado de conversación, está siempre sintonizada al canal de control de esta célula, supervisando el flujo continuo de datos (figura 4.2.8).

El voceo, el cual es una llamada a un abonado móvil, será enviado 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)



FIG. 4.2.8 LA ESTACION MOVIL SIEMPRE SE 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 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). El lector debe saber que se encuentra muy aparte de otra información enviada en un canal de control, no sólo voceo y acceso.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

La estación móvil, cuando se está 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.

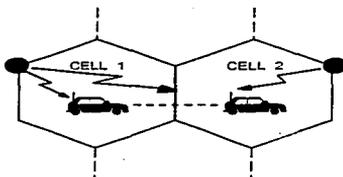


FIG. 4.2.10 CAMBIO DE CANAL DE CONTROL  
POR UNA ESTACION MOVIL

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.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### 4.3 PRINCIPIO DE MODULACION DE FRECUENCIA

Voz, datos, tono de supervisión de audio (SAT) y el tono de señalización (ST) pueden ser las señales de entrada en un transmisor el cual 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 - 3 400 Hz.
- Los datos se envían a la velocidad de 10 Kbits (CMS 8800) y 8 Kbits (CMS 8810), lo cual significa 10 KHz y 8 KHz, respectivamente.
- Para el SAT, una de las tres frecuencias de 5 970 Hz, 6 000 Hz o 6 030 Hz.
- El ST, 10 KHz (CMS 8800) y 8 KHz (CMS 8810).

La figura 4.3.1 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 al número de canal.

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 debajo de la frecuencia portadora.

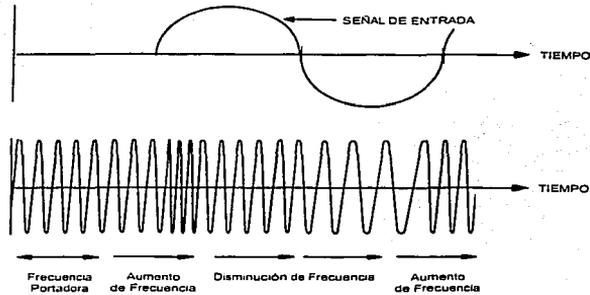


FIG. 4.3.1 MODULACION EN FRECUENCIA,  
SEÑAL ANALOGICA

La desviación de la onda portadora debe ser limitada, de otra manera, el canal adyacente será interterido. TACS requiere que la desviación nominal de frecuencia portadora se encuentre entre  $-6.4$  y  $+6.4$  KHz, para la modulación de voz, y la FCC requiere que se halle entre  $-8$  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 (fig. 4.3.2). Aquí, sin embargo, la señal de entrada tiene dos niveles diferentes, "0" y "1", provocando el corrimiento o cambio de frecuencia.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

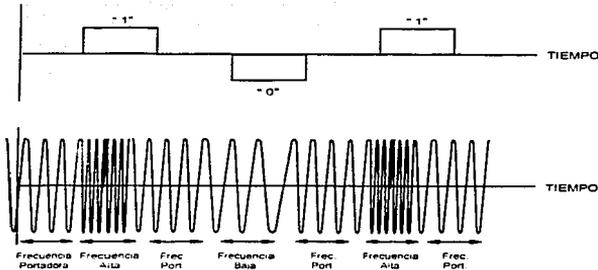


FIG. 4.3.2 MODULACION EN FRECUENCIA, DATOS

### GENERADOR DE FRECUENCIA

Gracias a un generador de frecuencia, el cual está implementado en cada transmisor y receptor de las unidades de canal de la estación base, el canal puede operar en la frecuencia correspondiente al número de canal (fig. 4.3.3).

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



FIG. 4.3.3 GENERADOR DE FRECUENCIA (DESCRIPCION SIMPLIFICADA)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# CAPITULO 5

## INTERCONEXION RADIOBASE (RB) - CENTRAL CELULAR (MSC) - TELEFONIA PUBLICA(RTPC)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 5 INTERCONEXION RADIOBASE - CENTRAL CELULAR - TELEFONIA PUBLICA

### 5.1 INTERCONEXION RADIOBASES-CENTRAL CELULAR

#### 5.1.1 TRANSMISION ENTRE MSC Y BS

Cada estacion 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 involucra el uso de medios de transmisión independientes para partes seleccionadas de la red de transmisión, o en algunos casos para toda la red.

#### 5.1.2 COMUNICACION DE DATOS MSC-ESTACION 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 el MSC recibe un mensaje desde la BS, como por ejemplo un requerimiento de handoff como se muestra en los ejemplos de la (fig. 5.1.)
- Cuando el MSC envía un mensaje hacia la BS, como por ejemplo solicitud para la medición-resultado en una posición.
- Cuando el MSC recibe un mensaje de alarma por una falla de radio, como por ejemplo falla de transmisión, falla de alimentación o por falla en cualquier unidad ERI, etc.

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

- Cuando el MSC recibe un mensaje originado por el personal que utiliza una terminal Entrante .Saliente (I/O) en una estación base, emitido por comandos.
- Cuando una alarma externa es detectada por ejemplo cuando 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 EMRP's, etc., que son realizadas.

La figura 5.1.2 presenta un diagrama de hardware enfatizando 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 analógicas).

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

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# EJEMPLO DE COMUNICACIONES RB-MSC-RTPC HAND-OFF (RADIO BASES)

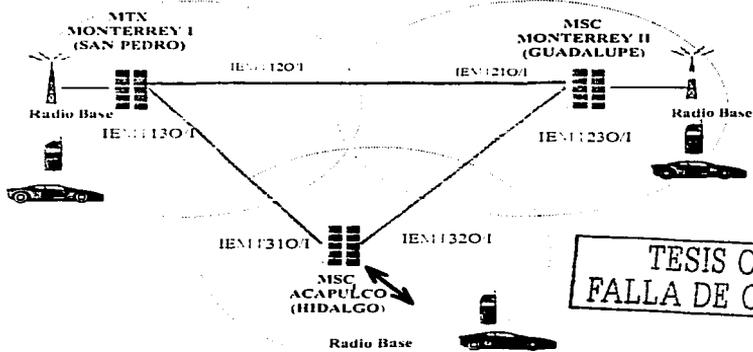
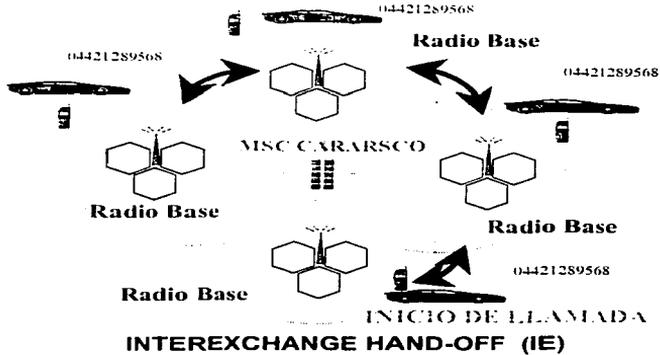


Fig.5.1.1

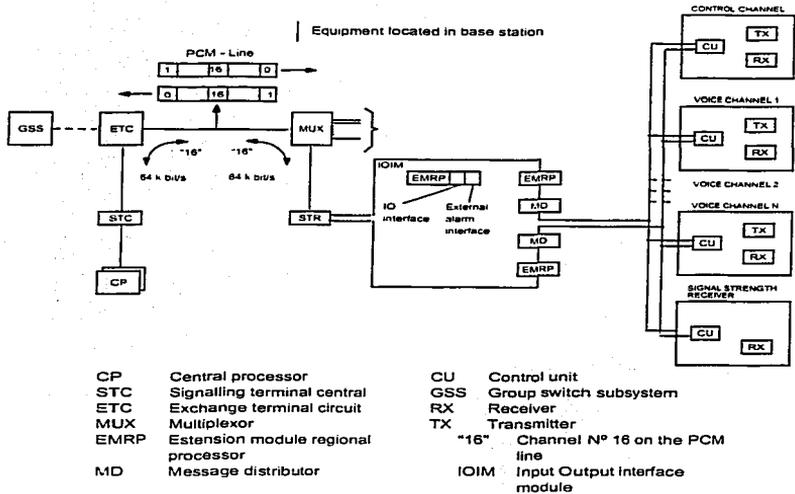


FIG. 5.1.2 COMUNICACION DE DATOS MSC - BS, EMPLEANDO UNA LINEA PCM DE 32 CANALES.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

Por razones de seguridad, un par de EMRP's está normalmente localizado para los procesadores de control de dispositivos (CU's). Un EMRP está siempre en el estado ejecutivo mientras el otro en pasivo esperando tomar el control en una situación de falla. El EMRP actúa como maestro. Este explora todos los CU's, por direccionamiento cada 10 m, 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 EMRP's) es: 8 canales de control, 32 canales de voz y 8 receptores de intensidad de señal.

Se recomienda un EMRP sencillo para el control de una interfaz I/O, la cual normalmente es una computadora 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 solo como medios de transmisión en la comunicación de datos:

- ETC, canal N° 16 en el enlace PCM de 2 Mbits/s (uno en cada dirección) MUX, MD. El canal N° 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 manera:

1. El CP envía el mensaje a la STC asignada para la estación base en cuestión.
2. 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 N° 7.
3. STC envía el mensaje a STR por el 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.
4. 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 al EMRP correspondiente vía el EMRP bus.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

5. El EMRP calcula la dirección de CU y envía el mensaje a MD.
6. El MD, que está conectado al EMRP, transforma el flujo de datos paralelos en un flujo de datos serie, menos sensible a los disturbios de radio, acorde al protocolo HDLC (protocolo de datos de alto nivel).
7. La CU reconoce su propia dirección mientras supervisa el flujo de datos por el bus de datos y recupera el mensaje.

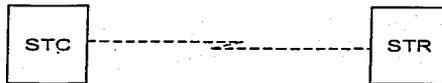


FIG. 5.1.3 COMUNICACION STC - STR USANDO EL PROTOCOLO DE SEÑALIZACION POR CANAL COMUN (BASADO EN CCITT N°7)

#### 5.1.3 LINEAS DE VOZ ENTRE MSC Y UNA ESTACION BASE

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 5.1.4) muestra que la voz recibida por un receptor (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 transmisor (TX) dedicado para la transmisión en la trayectoria de radio.

Como se puede ver en la misma (figura 5.1.4), un MUX interfaza una línea PCM de 2 Mbits/s de 32 canales. Debido a que en la línea PCM de 32 canales el canal N° 0 se usa normalmente para la sincronización y transmisión de alarmas, y el canal N° 16 para la transmisión de datos, una línea PCM será capaz de servir a 30 canales de voz.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

Un procesador regional (RP) en la misma (figura 5.1.4) se utiliza como 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.

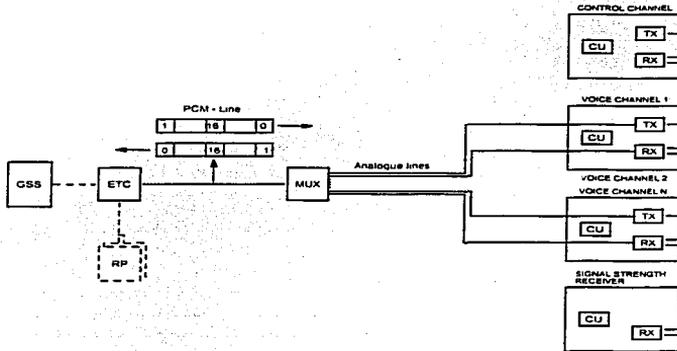


FIG. 5.1.4 LINEAS DE VOZ MSC - BS. SE USAN LOS CANALES 1, 2 ... 15 Y 17, 18 ... 31

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

5.1.4 CONEXIONES DUPLICADAS

Las discusiones solo consideraron una configuración denominada PCM sencillo. En caso de falla de una línea PCM, la estación base podría ser "cortada" 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 (fig. 5.1.5). Esto también implica una duplicidad de STC, ETC, MUX y STR.

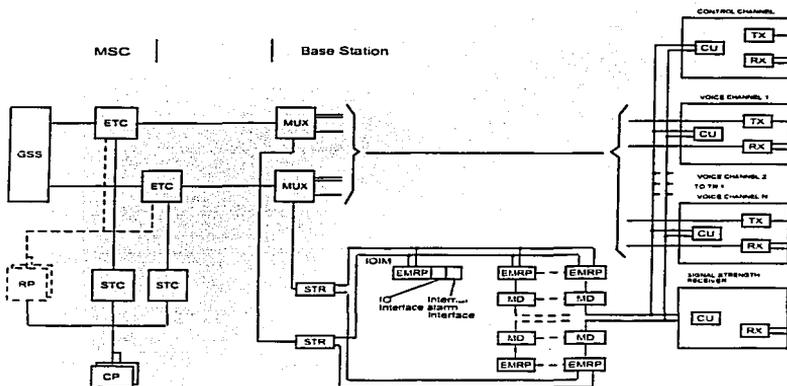


FIG. 5.1.5 LINEAS PCM DUPLICADAS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONÍA CELULAR

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 bajo 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 N° 16 de otra línea PCM se encargara de la comunicación de datos, y sólo se perderán los canales de voz dedicados de la línea PCM con falla.

La figura 5.1.5 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 mas) al bus existente.

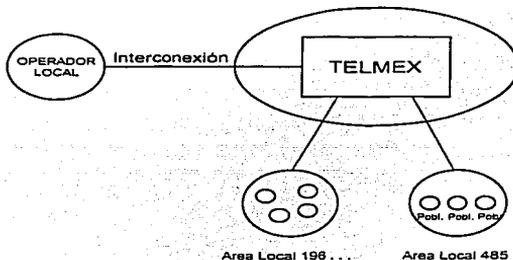
En una situación normal, un enlace de control (STC, canal 16 y STR) controla a los EMRPs pares y el otro enlace de control a todos los EMRPs pares, pero cuando un enlace de control falla el otro maneja toda la carga.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

5.2 INTERCONEXION CENTRAL CELULAR - RED PUBLICA

5.2.1 REGLAS DE INTERCONEXION

- En junio de 1997 la COFETEL realizó una consulta a los Operadores para definir las reglas del Servicio Local.
- El 23 de octubre se publican en el Diario Oficial, donde se indica que los Operadores Locales son aquellos que:
  - a) Utilizan numeración local.
  - b) Poseen infraestructura propia de Conmutación.
  - c) Poseen infraestructura propia de Transmisión.
  - d) Originan y terminan tráfico público conmutado.
  - e) Tienen cobertura de al menos una ciudad.
- Actualmente existen 1,459 áreas locales, se publica que se reducirán a 485 en el futuro. En 180 días se realizará la definición.
- Se definieron 195 poblaciones de interconexión que atenderán a todas las áreas locales:



1 a 195

- Las poblaciones de interconexión cuentan con al menos un CCE (Central con Capacidad de Enrutamiento).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

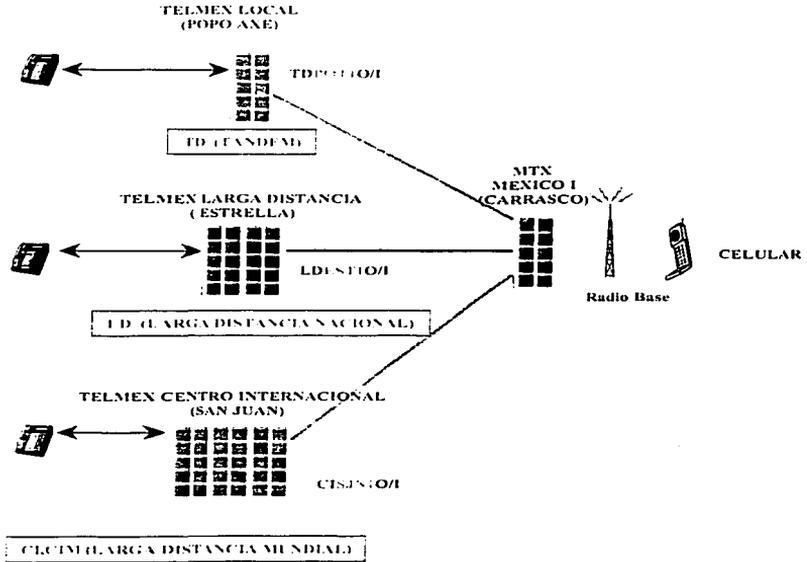
- Se eliminan los \$ 0.16 / minuto al fijo a partir del 22 de enero de 1998.
- El costo de puertos y enlaces será compartido.
- Recibiremos el pago del 58% de 0.39 USD por terminación de llamadas internacionales a partir del 24 de Octubre de 1997.
- **EL QUE LLAMA PAGA.** Consiste en solicitar a los demás concesionarios de servicio local que el usuario que origine el tráfico pague adicionalmente a la tarifa de servicio local, la tarifa que corresponda a la entrega del tráfico.
- **Prefijo 044**
  - Las series de números serán asignadas por la COFETEL y estarán expresamente asociadas al prefijo 044.
  - Sólo para llamadas locales.
  - Se requiere establecer tarifas.
  - Se requiere celebrar contrato con TELMEX y registrarlo ante la COFETEL.

### 5.2.2 INTERCONEXION A L.D. TELMEX

- La comprensión de las conexiones que existen de las centrales celulares a las centrales de Telmex son tres tipos TD (tandem o local), LD (larga distancia nacional), CI, CIM (larga distancia mundial) para una mayor comprensión de las conexiones en la (Fig. 5.2.1) se ilustra en una forma simplificada.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# CONEXION DE CENTRALES TELCEL A CENTRALES TELMEX (TD, LD y CI, CIM)



(Fig. 5.2.1)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

### 5.3 PLAN DE NUMERACION DE LA RED TELEFONICA

En el se detalla la asignación de numeración de todas y cada una de las centrales de la RTPC en las cuales se controlan una o varias ciudades o poblaciones.

#### 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 número 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 de troncal separado; o la numeración de la red telefónica celular es integrada en el Plan de numeración ordinario, proporcionandose ciertas series de números a los abonados móviles, lo cuál sucede en nuestro país.

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

El número telefónico móvil al ser marcado, se puede describir de la siguiente manera:

PREFIJO + CODIGO + NUMERO  
DE DE DEL  
TRONCAL TRONCAL ABONADO  
( AREA )

ACCESO + C. LADA + SERIE + NUMERO DE  
ABONADO

Ejemplos de marcación a un abonado móvil en Monterrey, Guadalajara, Veracruz y La Paz:

#### 1) Desde un fijo

Monterrey 90 + 8 + 366 + efgh ó 366 + efgh  
Guadalajara 90 + 3 + 677 + efgh ó 677 + efgh  
Veracruz 90 + 29 + 29 + efgh ó 29 + efgh

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

Cuando se llama en México a un abonado móvil, uno marca primero el prefijo de Acceso=90 (Prefijo de marcación del número nacional), luego el Código de Area= 83 (Código de marcación de número nacional), el cual nos da el acceso a la red local.

Una excepción es una llamada de abonado móvil-a-móvil entre dos abonados celulares. El código de Acceso puede ser omitido.

En otros países el código de Area identifica el MSC dentro de la red, se utiliza un número de abonado de seis dígitos.

### EJEMPLOS:

Código de Area= 20.21.39.....para el MSC de Londres.  
Código de Area= 50.51.....para el MSC de Birmingham.  
Código de Area= 60.61.....para el MSC de Warrington, 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.

### EJEMPLOS:

Código de Troncal= 21.22.....para el MSC de Sydney  
Código de Troncal= 31.32.....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 normalmente común para el abonado móvil y los ornamarios (plan de numeración integrado). Entonces se marca el número de abonado de siete dígitos (YYYZZZZ), en el cual YYY identifica el operador celular y la Central.

### EJEMPLOS:

XXX = 716 Parte oeste del estado de Nueva York  
YYY = 861 Operador CMS, Sistema A, Central Telefónica en Buffalo.  
ZZZZ= Número de Abonado Seleccionado.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CALIDAD EN EL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

### NUMERO ROAMING

Un número es usado temporalmente en la red telefónica celular para enrutar llamadas hacia MSC-V donde un abonado roaming será encontrado.

### NUMERO DE ESTACION MOVIL

El NUMERO DE ESTACION MOVIL (MSNB), también llamado NUMERO DE IDENTIDAD MOVIL (MIN), únicamente identifica la suscripción en la trayectoria de radio. El número de la estación móvil es enviado por una estación móvil (vía una estación 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 voice de una estación móvil.

El uso del número de la estación móvil habilita a una estación móvil perteneciente a la red celular para tener servicio 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.

# CAPITULO 6

## OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RED.

TESIS CON  
FALLA DE CUBEN

## 6 OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA RED Y CALIDAD DE SERVICIO

Nuestra vida moderna se caracteriza por depender de complejos y automatizados sistemas para hacer funcionar los mas diversos campos de aplicación y la ciencia , como por ejemplo en la producción industrial, en el comercio, en las finanzas, y en las comunicaciones. Uno de los aspectos que los caracterizan, es la forzosa interacción entre el hombre y las maquinas pues la exigencia de éstas para permanecer funcionando permanentemente es el objetivo primordial .

La operación y el mantenimiento son exigencia tanto de los sistemas más rudimentarios como de los mas complejos o de alto grado de sensibilidad. En el primer caso los procedimientos son manuales y elementales; en el segundo se efectúan mediante lecturas especializadas de complejos sistemas de medición que reportan los niveles de desempeño del sistema.

### 6.1 OPERACION

Se puede entender como el proceso mediante el cual se suministra y se recibe información de un sistema. Este concepto exige, de manera irrefutable, la aplicación de recursos humanos a los procesos de funcionamiento de un sistema.

La operación tiene como objetivo primordial estimular el funcionamiento de un sistema mediante el intercambio de información. A la vez, mediante indicadores, el sistema emite un cumulo de información que el operador recoge e interpreta para conocer su rango de desempeño.

Por otra parte, el concepto operación tiene la connotación de un hacer material, físico y empírico; y su sentido último está orientado a la obtención de cierta utilidad.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 6.2 MANTENIMIENTO

Este concepto se encuentra estrechamente relacionado con el de operación y significa suministro, la aplicación o sustitución de implementos para que un sistema, equipo o maquinaria, pueda operar en óptimas condiciones. Por sus características, el mantenimiento puede subdividirse en tres modalidades: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y un tercer tipo que podríamos llamar de vanguardia o actualización.

### MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo es un concepto aplicable a la reparación de fallas o daños ocurridos en un sistema por la falta de atención o por casos fortuitos; su característica principal consiste en la reposición de dispositivos dañados, fallas de energía o desajustes internos.

Esta modalidad de mantenimiento, muchas veces desemboca en costosas intervenciones al sistema que pudieron haberse evitado, con un mantenimiento preventivo adecuado. El costo puede reflejarse en las reparaciones al equipo o en la pérdida de ingresos por la suspensión del servicio; incluso las pérdidas no sólo se limitan al ámbito económico, sino que afectan la imagen o prestigio de la empresa.

### MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo es el proceso de atención mediante el cual un operador o un equipo de operadores de un sistema, implementa la sustitución de elementos susceptibles de caducidad, desgaste, desajuste o daño; también se ejerce al implementar medidas que tienden a garantizar el desempeño del sistema.

El mantenimiento preventivo es un signo de eficiencia en la administración de recursos y tiene la cualidad de evitar trastornos e interrupciones inesperadas en el sistema; pues permite programar la suspensión de las operaciones o trasladarlas a horarios en que el servicio se ve menos afectado.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

MANTENIMIENTO DE ACTUALIZACION

El mantenimiento de actualización es una actividad inherente al campo de las tecnologías de punta que implica una situación permanente de cambios. Esta actualización obliga a una evaluación y prueba de productos que la industria y el mercado permanentemente están ofreciendo.

Este fenómeno, característico de nuestro campo, exige de la participación de recursos humanos en los niveles técnico gerencial y administrativo capaz de cristalizar juicios evaluatorios que indiquen la pertinencia o no de los cambios o modificaciones al sistema.

Esta modalidad de mantenimiento, planteada aquí como labor de un equipo de trabajo abocado a la evaluación de nuevos productos, nuevos procesos, o nuevas tecnologías, podría llevar el nombre de *comité de evaluación* y podría estar integrado por el personal más capacitado en cada especialidad.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

6.3 TRANSICIÓN DE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN A LA FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

En la evolución de todos los sistemas celulares, hay dos fases principales. La primera, involucra la ingeniería y la construcción del sistema, culminando finalmente en las pruebas para poner el sistema en operación comercial, a esta fase se le llama: fase de construcción del sistema. Desde el inicio de la primera fase, el grupo que estará a cargo de la operación deberá apoyar en la construcción y pruebas tanto del MTX como de los sitios celulares, procedimiento mediante el cual el personal que quedará a cargo del sistema, recibirá entrenamiento de gran valor.

La segunda fase inicia en el mismo momento en que el sistema entra en operación comercial. Esta es la fase de operación y mantenimiento. En este momento es cuando las actividades de los departamentos de operación y mantenimiento deberán cambiar considerablemente para determinar las demandas del sistema en operación.

EVOLUCION DEL SISTEMA

FASE I CONSTRUCCION DEL SISTEMA	FASE II OPERACION Y MANTENIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concursos y licitación</li> <li>• Compra de equipo</li> <li>• Contratación de personal</li> <li>• Selección de los sitios</li> <li>• Entrenamiento del personal</li> <li>• Construcción</li> <li>• Pruebas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceptación del sistema</li> <li>• Operación diaria del sistema</li> <li>• Mantenimiento preventivo periódico</li> <li>• Coordinación de los proyectos de crecimiento</li> <li>• Certificación anual del equipo</li> <li>• Mantenimiento de los estándares de calidad</li> <li>• Recuperación del sistema en casos de emergencia</li> </ul>

El cuadro anterior nos muestra las principales responsabilidades que se adquieren en la segunda fase y que no estaban presentes en la primera. A continuación se hace una breve descripción de dichas actividades.

TESIS CON  
FALLA DE CUBIERTA

### EVALUACIÓN Y RECEPCIÓN TECNOLÓGICA.

Es un proceso repetitivo que se aplica continuamente por el grupo de evaluación y recepción tecnológica. Este grupo es el responsable de la recepción y aceptación de sitios celulares, por lo que tomará la decisión final si el desempeño del MTX o sitios celulares es aceptable antes de ofrecer servicios a los usuarios del sistema, lo cual implica una gran responsabilidad.

Inicialmente, el grupo de evaluación y recepción tecnológica, en estrecha cooperación con ingeniería, es responsable de la evaluación final del desempeño del nuevo sistema, antes de ser aceptado y puesto en operación comercial.

Después de todo esto, operación y mantenimiento serán los responsables de evaluar la calidad del desempeño de los nuevos sitios celulares y los servicios adicionales que serán ofrecidos a los usuarios. En muchos casos se requerirá la colaboración y apoyo de las áreas de ingeniería, mercadotecnia y finanzas. La decisión de si la calidad de los servicios ofrecidos por un nuevo sitio celular alcanza o no los estándares de calidad, sigue siendo de operaciones.

### OPERACIÓN DIARIA DEL SISTEMA

Esta nueva responsabilidad adquirida por operación y mantenimiento, puede ser al principio uno de los más grandes retos. Las responsabilidades ahora son los procesos de cobro, evaluación de las estadísticas de operación del sistema, elaboración de reportes, ordenar trabajos que surgen, manejo de reparaciones y devoluciones de equipo, implementar y documentar cambios operacionales y actualizaciones de las instrucciones del fabricante, y el desarrollo de procedimientos para el mantenimiento. **Es crucial que las operaciones sean organizadas en la atención en general.**

El ¿cómo se desempeñe el equipo de trabajo?, tiene que ver con el nivel de satisfacción que percibe el usuario, lo que influye de manera importante con el éxito que puede tener la empresa. Existen muchas formas de organizar los departamentos de operaciones, esto dependerá del tamaño del sistema, el nivel de autosuficiencia requerido, el nivel de organización de los mandos superiores y otras características operacionales muy particulares de la empresa. La filosofía que ha probado tener éxito en los departamentos operativos es la que involucra los siguientes conceptos:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**1. Establecer estándares de calidad**

La calidad de servicio ofrecida al suscriptor es el objetivo más importante que un departamento de operaciones pueda tener. Los estándares de calidad establecidos, no deben ser medidos por la calidad ofrecida por la competencia, deben ser establecidos internamente al nivel exacto de la demanda. A medida que se logren mejoras en el sistema, surgirán nuevos retos con los estándares.

**2. Desarrollo del grupo como equipo**

El personal que integra los departamentos de operaciones es un equipo. La creatividad individual debe ser impulsada y, los objetivos para cada persona, deben ser enfocados hacia las metas comunes. La iniciativa individual deberá ser reconocida como un instrumento de éxito de todo el equipo.

**3. Tomar como propio el sistema**

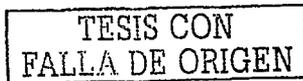
El personal que realiza las operaciones deberá considerar como propio al sistema y deberá evitar todo aquello que ponga en riesgo su desempeño y la calidad de servicio. Al mismo tiempo, debe aceptar los problemas y responsabilidades que sean parte de la operación del sistema.

**4. Establecer objetivos razonables**

Todas las actividades que sean adoptadas por operación y mantenimiento, deben de ser prácticas y atendibles. Las metas y procedimientos no razonables son la causa principal de una baja moral de un departamento de operaciones, causando una baja productividad y deficiencia en el uso de los recursos, lo cual, se refleja en una pobre calidad de servicio ofrecida a los usuarios.

**5. Generar un ambiente de sentido común**

Hay varios preceptos para establecer un ambiente de sentido común. El primero de ellos es impulsar a que el personal tome decisiones, por supuesto en relación a su talento individual y experiencia. Hay que tomar en cuenta que la persona que está trabajando en un problema, es sin duda, el más indicado o capaz para resolverlo de la forma correcta.



**6. La importancia de la calidad de la gente**

La clave para tener éxito en la operación y mantenimiento del sistema, es la calidad del personal que ejecuta el trabajo. El personal de operación y mantenimiento debe estar involucrado con estándares de calidad certificados, cada persona debe desarrollar su máximo potencial. Al hacerlo así, el éxito del equipo de operación y mantenimiento no estará limitado a unos cuantos, sino a todos los que participan en el . Cada miembro del equipo, con el apropiado entrenamiento, llegará a ser más que un buen elemento.

**7. Desarrollo de la comunicación interpersonal**

El desarrollo de las comunicaciones interpersonales, es sin duda, un factor muy importante, ya que contribuye a un mejor desempeño. Si entre el personal no existe una adecuada comunicación, es de esperar que tampoco exista una comunicación eficaz con los usuarios. La comunicación y las relaciones humanas son necesarias desde los niveles gerenciales, hasta los niveles asociados en la operación.

Es de gran importancia converger en los objetivos de la empresa, proveer retroalimentación a las áreas de proyectos y comentar los problemas con las personas adecuadas para tener soluciones más efectivas. Hay que conocer las necesidades individuales para realizar trabajos más eficientes y. El transferir información entre departamentos hace que las operaciones vayan siendo más efectivas . Un lugar donde la comunicación efectiva son un recurso elemental, es en el Servicio a Clientes.

**8. Operar a prueba de futuro**

Considerar el futuro de las operaciones en todos sus aspectos, significa que todas las decisiones o planes deberán tomar en cuenta lo que pueda suceder mas adelante . Las soluciones que se toman con escasa visión, causan problemas posteriormente. Las decisiones y soluciones que tienen un impacto positivo son en el futuro, satisfacción y siempre, el resultado directo de una buena planeación, y de las necesidades de los usuarios.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**9. La operación simple**

Las soluciones complejas, rara vez se concluyen. El número de personas, la cantidad de coordinación requerida, el tiempo necesario para terminar y la cantidad de recursos utilizados, son directamente proporcionales a la complejidad de un plan.

Existe, casi siempre, más de una forma de atacar un problema. Aceptar las recomendaciones constructivas de otros y seleccionar el plan más simple de implementar y mantener hasta lograr la meta final, es un concepto muy común en los cursos gerenciales.

**10. El personal de operaciones debe ser también cliente del sistema**

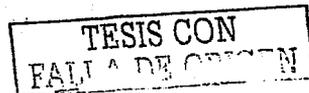
¿Cómo se puede esperar ser una autoridad en la calidad del desempeño del sistema?, si los ingenieros que lo operan, no lo usan en el trabajo, en casa o donde quiera que sea.

Las estadísticas no son suficientes para proveer una imagen de ¿cómo se desempeña el sistema?. El beneficio de que todo el personal de operaciones cuente con un teléfono celular y que lo utilice tanto como sea posible, es que pueda comparar el mismo, si la calidad corresponde o no al desempeño mostrado por las estadísticas.

**6.4 ACTIVIDADES ESPECIFICAS DEL AREA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO**

Las actividades específicas del mantenimiento correctivo y preventivo a Radiobases y MTX, son las siguientes:

1. Mantenimiento preventivo por cada sitio
2. Reparación y reemplazo de dispositivos dañados
3. Identificar problemas en las Radiobases
4. Recomendar acciones correctivas
5. Analizar los registros de datos de dispositivos con mal desempeño
6. Verificación y mantenimiento del sistema de iluminación, sistema de aterrizaje, planta de emergencia, etc.



## CONCLUSIONES

A partir de la metodología presentada a lo largo del presente trabajo, se concluye que es necesario establecer una estrategia que posibilite el aseguramiento tanto de la calidad, como de la contabilidad de los sistemas telefónicos celulares. En efecto, a decir de Crosby, "El tema crítico pero defectos es hacerlo bien desde la prime vez, lo que significa concentrarse en evitar defectos, más que simplemente localizarlos y corregirlos".<sup>1</sup> Pues esto será posible siempre y cuando exista una convergencia con la competencia entre la calidad y la competencia, posible la competencia en tanto exista convergencia entre la calidad y la productividad.

Por lo tanto, estimamos que los procedimientos aquí presentados permiten cumplir con los lineamientos necesarios para el logro de la calidad en los sistemas telefónicos celulares, la cual debe conducir al proceso de certificación. Lo anterior, redundando en la satisfacción y la seguridad de la información con la que trabaja el usuario.

Dicho proceso de certificación se basa en el cumplimiento de normas, las cuales se establecen a partir de un estándar determinado por los organismos reguladores, que aceptan los lineamientos propuestos por la empresa a la que se destinen los sistemas telefónicos celulares en que se aplique la metodología propuesta, al cubrirse cada uno de sus puntos.

La mejora continua de esta metodología, tanto a mediano como a largo plazo, dirigida a empresas sometidas a las presiones del mercado —sobre todo considerando la influencia de la globalización— es crucial para dichas compañías, en distintos ámbitos del que hacer humano. Quizás pueda hacerse la excepción en lo tocante a las empresas dedicadas a las manufacturas, debido a que éstas rara vez dependen de sistemas de información, o de conexiones en red.

Finalmente: cabe mencionar que, la metodología presentada dota de excelentes herramientas, aptas para el logro del aseguramiento de la calidad en los sistemas de información, escalando a la certificación si así se desea, llevándose a cabo a partir de las disposiciones de un organismo regulador, sobre todo en el caso de empresas que integren protocolos de aceptación dentro de sus normas, que les permitan actuar dentro de cierto rango y, en consecuencia, sea posible elevar el precio de sus productos, que estarán dotados de estándares de calidad más estrictos, en comparación con empresas del mismo ramo carentes de dichos parámetros de calidad en sus sistemas telefónicos celulares.

TESIS CON  
FALLA DE ORICEN