



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ARAGÓN"**

**"CONFIGURACIÓN DEL SUBSISTEMA DE  
LA ESTACIÓN BASE EN LA RED GSM"**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :  
INGENIERO MECÁNICO-ELECTRICISTA

ÁREA: ELÉCTRICA - ELECTRÓNICA

P R E S E N T A :

ANTONIO REYES SÁNCHEZ

COSME ABRAHAM FLOREZ LÓPEZ

ASESOR:

ING. ELEAZAR MARGARITO PINEDA DÍAZ

MÉXICO

SEPTIEMBRE DE 2005

m 346772





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
SECRETARÍA ACADÉMICA

**M. en I. ULISES MERCADO VALENZUELA**  
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,  
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 25 de mayo del año en curso, por la que se comunica que los alumnos ANTONIO REYES SANCHEZ y COSME ABRAHAM FLORES LOPEZ, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, han concluido su trabajo de investigación intitulado "CONFIGURACIÓN DEL SUBSISTEMA DE LA ESTACIÓN BASE EN LA RED GSM", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

**Atentamente**  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
San Juan de Aragón, México, 25 de mayo de 2005  
**EL SECRETARIO**

**LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS**

C p Asesor de Tesis.  
C p Interesado.

AIR/v

## DEDICATORIAS ANTONIO REYES

### *A mis padres*

*A quines la ilusión de su vida ha sido convertirme en  
persona de provecho.*

*A quienes nunca podré pagar todos sus desvelos ni aún  
con las riquezas más grandes del mundo.*

*Porque gracias a su apoyo y consejo, he llegado a realizar  
la más grande de mis metas. La cual constituye; la  
herencia más valiosa que pudiera recibir.*

*Deseo de todo corazón que mi triunfo profesional lo  
Lo sientan como suyo.*

*Con Amor, Admiración y Respeto.*

### *Al Ing. Eleazar Margarito*

*Gracias por su apoyo y dedicación para que este trabajo  
saliera adelante con su asesoría, así como su disponibilidad  
para concluir esta que siempre fue una de mis metas, concluir  
la tesis y ser profesionista.*

### *A la UNAM*

*Gracias a la universidad por abrirme sus aulas para hacerme  
profesionista y en específico a la FES Aragón por haber sido mi  
casa durante 5 años, gracias y mil veces gracias esperó algún  
pagárselos.*

## **AGRADECIMIENTOS: COSME ABRAHAM**

ANTES QUE NADA DEBO AGRADECER A NUESTRO ASESOR DE TESIS EL ING. MARGARITO SALAZAR POR HABER APOYADO ESTE TRABAJO, ASI COMO A LOS PROFESORES QUE REVISARON NUESTRA TESIS.

PERO ESPECIALMENTE DEBO AGRADECER A MI FAMILIA, MI HERMANA YAZMIN, A MIS PRIMAS NORMA Y VERONICA POR ESTAR SIEMPRE CERCA, A MIS TIAS Y TIOS QUE SIEMPRE ME APOYARON PARA SEGUIR ADELANTE EN ESTA CARRERA, A MIS ABUELOS QUE AUNQUE UNA DE ELLAS YA NO ESTA CONMIGO SIEMPRE CREYO EN MI.

A MI PADRE, CON QUIEN HIZE UN INTERCAMBIO DE PROMESAS, LA MIA YA LA CUMPLI, FALTA TU PARTE PAPÁ. TE QUIERO.

PERO SOBRETUDO GRACIAS A TI MAMÁ, POR AGUANTARME, POR IMPULSARME, POR ACONSEJARME, AUNQUE EN MUCHAS OCASIONES NO TE HIZE CASO, POR TRABAJAR TAN DURO PARA MI HERMANA Y PARA MI. GRACIAS POR DARME LA VIDA, MADRE ESTE TRABAJO ES POR TI Y PARA TI. GRACIAS.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
-------------------	---

### TEMA 1 “GENERALIDADES”

1.1 Generaciones de la telefonía celular.....	4
1.1.1 DIAGRAMA A BLOQUES.....	7
1.1.2 PRIMERA GENERACIÓN.....	9
1.1.3 SEGUNDA GENERACIÓN.....	12
1.1.4 SEGUNDA GENERACIÓN AVANZADA.....	16
1.1.5 TERCERA GENERACIÓN.....	18
1.2 Técnicas para incrementar el acceso.....	18
1.2.1 INTRODUCCIÓN.....	18
1.2.2 SERVICIO DE RADIO EN PAQUETES.....	19
1.2.3 VELOCIDAD DE DATOS PARA GSM.....	21
1.3 El sistema celular.....	23
1.3.1 EL CONCEPTO CELULAR.....	23
1.3.2 LOS ELEMENTOS PRINCIPALES.....	25
1.3.3 TAMAÑO DE LAS CÉLULAS.....	27
1.3.4 EL TRASPASO DE UNA LLAMADA.....	30
1.3.5 LOS CANALES DE COMUNICACIÓN.....	31
1.4 La Red Móvil Global.....	33
1.4.1 ARQUITECTURA.....	34
1.4.2 LA INTERFAZ.....	37
1.4.3 CANALES DE COMUNICACIÓN.....	38
1.4.4 CODIFICACIÓN.....	44
1.4.5 SEGURIDAD.....	45

### TEMA 2 “COMPONENTES PARA LA CONFIGURACIÓN”

2.1 Introducción.....	46
2.2 Nodos.....	48
2.2.1 TIPOS.....	52
2.2.2 PARÁMETROS.....	53
2.2.3 NODO (BSC).....	54
2.2.4 NODO CODIFICADOR/DECODIFICADOR (TRC).....	54
2.2.5 NODO COMBINADO (BSC/TRC).....	54
2.3 Componentes del nodo (BSC).....	55

2.3.1 Diagrama a bloques.....	55
2.3.2 La unidad adaptadora codificador/decodificador (TRAU).....	55
2.3.3 El receptor manual (TRH).....	61
2.3.4 El interruptor (SRS).....	62
2.3.5 El control móvil (MCC).....	64
2.4 Interfases.....	66
2.4.1 INTERFASE TIPO A.....	66
2.4.2 INTERFASE TIPO A-BIS.....	73
2.4.3 INTERFASE TIPO A-TER.....	79
2.5 Configuración de la radio base 2000.....	92
2.5.1 EQUIPO.....	92
2.5.2 LA RADIO BASE 2000 EN LA RED.....	94
2.5.3 OPERACIÓN DEL SOFTWARE PARA LA RBS 2000.....	94
2.5.4 CONCENTRACIÓN LAPD.....	95
2.5.5 MULTIPLEXAJE LAPD.....	96
2.5.6 ADMINISTRACIÓN DE LA TRAYECTORIA A-BIS.....	98
2.5.7 OPERACIÓN TG.....	98
2.5.8 OPERACIÓN COMBINADA DE GRUPOS TRANSCPTORES CON CON EL EQUIPO CLOSTER.....	99

### TEMA 3

#### “CONFIGURACIÓN DEL SUBSISTEMA DE LA ESTACION BASE”

3.1 Introducción.....	102
3.2 Requerimientos.....	103
3.3 Ubicación del sitio.....	104
3.4 Instalación.....	109
3.4.1 GABINETES.....	110
3.4.2 AMPLIFICADOR MONTADO EN TORRE (TMA).....	119
3.4.3 ANTENAS.....	121
3.4.4 INSTALACIÓN DE LOS CABLES DE 7/8”.....	135
3.5 Configuración de la estación base.....	143
3.5.1 CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE.....	143
CONCLUSIONES.....	163
BIBLOGRAFÍA.....	166
MESOGRAFÍA.....	168

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el mundo ha sido testigo de extraordinarios cambios en la industria de las telecomunicaciones. Servicios de comunicación que anteriormente se proporcionaban de manera alámbrica o alambrada, ahora se facilitan de manera inalámbrica o vía radio. A principios de los 80s existían en Europa 6 sistemas análogos, incompatibles entre ellos, así de esta forma se llegó a la determinación de que fuera un solo sistema para que de esta forma fuera compatible entre todos los operadores es así como da inicio GSM.

GSM se originó en Europa en el año de 1990 pero fue hasta 1991 que se liberó para operar comercialmente en todos los países europeos, actualmente opera en las frecuencias de 900, 1800 y 1900 Mhz en Europa, Asia y Oceanía.

El continuo desarrollo de la telefonía celular ha provocado que los principales operadores en el ámbito mundial se preparen hacia lo que serán los servicios más avanzados de tercera generación, en donde se podrá ofrecer servicios de voz, transmisión de datos y video de alta velocidad.

En áreas urbanas muy pobladas, el volumen tan alto de tráfico local puede agotar los canales de radio disponibles. No obstante, es posible aumentar hasta cierto punto la capacidad del sistema reduciendo continuamente el tamaño de las células y la potencia transmitida de las estaciones base. La reducción en el radio de las células permite reutilizar las bandas disponibles en células no contiguas. La estrategia permite al proveedor de portadora celular reducir y aumentar el tamaño de las células para dar cabida al crecimiento o a la reducción de las poblaciones de esta base de suscriptores móviles.

Debe hacerse hincapié en que la partición de células requiere un diseño cuidadoso durante el establecimiento inicial del sistema, a fin de minimizar la cantidad de ajustes que es preciso hacer al sistema. Además, si las células son pequeñas se requiere de transferencias de control más frecuentes esto es cuando la unidad móvil pasa de una célula a otra, lo que aumenta el gasto extra de la red.

La tecnología GSM (Global System for Mobile Communication) permitirá a las empresas operadoras dar este paso, ya que en la actualidad se está prácticamente en la llamada generación 2.5 en la que ya es posible manejar servicios de voz, datos e imágenes.

La tecnología GSM es el estándar de comunicación móvil de mayor crecimiento y el más utilizado en el mundo, abarca más de 180 países y más 747 millones de usuarios. GSM el día de hoy equivale al 71% del mercado digital inalámbrico.

Con las terminales GSM se tienen los servicios más avanzados e innovadores del mundo, como tomar y enviar fotografías, acceder e-mails, archivos presentaciones, juegos en línea, navegación en internet, identificador de llamadas con fotografía y en general enviar y recibir datos, imágenes, gráficos y voz.

El propósito de un sistema de comunicaciones móvil es, como su nombre lo indica, prestar servicios de telecomunicaciones entre estaciones móviles y estaciones terrenas fijas, o entre dos estaciones móviles, existen dos tipos de comunicaciones móviles; la inalámbrica y la celular en este caso nuestra tesis está enfocada a la comunicación móvil celular, en la cuál se incluyen protocolos para establecer y despejar llamadas así como rastrear las unidades móviles dentro de áreas geográficas definidas llamadas células, que dan nombre a la tecnología. Dado que los sistemas celulares operan con una potencia más alta que los inalámbricos, el radio de acción de los primeros es mucho más extenso, siendo el tamaño de las células del orden de los kilómetros.

La idea principal en desarrollar una tesis de telefonía celular, en específico de la tecnología GSM es que nos llamo la atención por ser lo más moderno de las comunicaciones actuales ya que este ramo ha ido creciendo a pasos agigantados, por lo que consideramos que era importante desarrollar un tema al respecto, ya que teníamos la problemática de saber como funcionaba un simple celular y como estaba constituida una red móvil en específico la de GSM en la cuál forman parte las empresas operadoras del servicio y las que instalan y distribuyen estos mismos.

En el campo laboral descubrimos que es un sistema bastante complejo, pero que a final de cuentas actualmente es de mucha utilidad, ya que tiene varias ventajas respecto a la telefonía fija, ya que un teléfono móvil lo podemos traer con nosotros e incluso cuando se han presentado desastres en alguna parte del mundo la infraestructura no sufre daños y ha sido de mucha ayuda por obvias razones.

La solución a nuestros cuestionamientos fue encontrar en el desarrollo de nuestra tesis como operan los equipos y también principalmente como esta constituida está tecnología.

En el primer capítulo del presente trabajo se da una descripción general de los que es la telefonía celular, cómo fueron sus inicios, cómo se ha ido desarrollando, cual es su futuro, así como el diseño de una celda ó célula.

En el segundo capítulo se mencionan los componentes que conforman el subsistema de la estación base para su configuración así como las interfaces que conectan a la red, los nodos, tipos y parámetros que necesitamos para la configuración.

En el tercer capítulo se muestra como se hace la instalación, así como la configuración de los equipos que conforman la estación base.

Cabe mencionar que el subsistema de estación base es el nombre que lleva técnicamente una radio base y también es conocida sobre todo en GSM como estación base transceptora (BTS).

El propósito fundamental de este trabajo es proporcionar al lector, principalmente de la comunidad de ingeniería una visión clara de la teoría y el funcionamiento general de la

telefonía celular así como el diseño, planeación y configuración de la tecnología GSM, con el objetivo principal de reforzar los conocimientos del lector en el área de las comunicaciones específicamente en la telefonía celular.

# **TEMA 1. "GENERALIDADES"**

## TEMA 1. GENERALIDADES

### 1.1 Generaciones de la telefonía celular

AT&T introdujo el primer servicio telefónico móvil en los Estados Unidos el 17 de junio de 1946 en San Luis, Missouri. El sistema operaba con 6 canales en la banda de 150 MHz con un espacio entre canales de 60 KHz y una antena muy potentes. Este sistema se utilizó para interconectar usuarios móviles (usualmente autos) con la red telefónica pública, permitiendo así, llamadas entre estaciones fijas y usuarios móviles. Un año después, el servicio telefónico móvil se ofreció en más de 25 ciudades de los Estados Unidos de América (EUA) y unos 44.000 usuarios en total aunque por desgracia había 22.000 más en una lista de espera de cinco años. Estos sistemas telefónicos móviles se basaban en una transmisión de Frecuencia Modulada (FM). La mayoría de estos sistema utilizaban un solo transmisor muy poderoso para proveer cobertura a más de 80 km desde la base. Los canales telefónicos móviles de FM evolucionaron a 120 KHz del espectro para transmitir la voz con un ancho de banda de 3 KHz. Aunque se esperaban mejoras en la estabilidad del transmisor, en la figura de ruido y el ancho de banda del receptor.

La demanda para el servicio de la telefonía móvil creció rápidamente y permaneció por detrás de la capacidad disponible en muchas de las ciudades de gran tamaño. Es increíble que a pesar de la demanda hayan pasado más de 30 años para cubrir la necesidades de la telefonía móvil. La capacidad del sistema era menor que el tráfico que tenía que soportar, por ello, la calidad del servicio era terrible, las probabilidades del bloqueo eran del 65% o más altas. La inutilidad del teléfono móvil disminuyó la frecuencia de uso ya que los usuarios encontraron que era mejor prevenir no hablando en horas picos. Los usuarios y las compañías telefónicas se dieron cuenta que un conjunto de canales no sería suficientes para desarrollar un servicio telefónico móvil útil. Se necesitarían grandes bloques del espectro para satisfacer la demanda en áreas urbanas.

En 1949, el Comité Federal de Comunicaciones (FCC) dispuso más canales y la mitad se los dio a la compañía Bell System y la otra mitad a compañías independientes como la Radio Común de Portadoras (RCC = Radio Common Carriers) con la intención de crear la competencia y evitar los monopolios. Fue a mediados de los 50 cuando se creó el primer equipo para viajar en un auto de menor tamaño. Esto sucedió en Estocolmo, en las oficinas centrales de Ericsson pero no fue sino 10 años después cuando los transmisores redujeron el peso, tamaño y potencia para poder introducirlos al mercado.

En 1956, la Bell System comenzó a dar servicio en los 450 MHz, que era una nueva banda para tener una mayor capacidad. En 1958, la compañía Richmond Radiotelephone mejoró su sistema de mercado conectado rápidamente las llamadas de móvil a móvil. A mediados de los 60's el Sistema Bell introdujo el Servicio Telefónico Móvil Mejorado (IMTS) con características mejoradas. Las mejoras en el diseño del transmisor y del receptor permitieron una reducción en el ancho de banda del canal de FM de 25-30 KHz.

A finales de los 60's y principios de los 70's del siglo XX el trabajo comenzó con los primeros sistemas de telefonía celular. Las frecuencias no eran reutilizadas en células adyacentes para evitar la interferencia en estos primeros sistemas celulares.

En enero de 1969 la Bell System aplicó por primera vez el rehuso de frecuencias en un servicio comercial para teléfonos públicos de la línea del tren de Nueva York a Washington, D.C. Para desarrollar este sistema se utilizaron 6 canales en la banda de 450 MHz en nueve zonas a lo largo de una ruta de 380 km.

Se debe reconocer que la primera generación de radio celular analógico no fue una nueva tecnología pero sí una nueva idea el de reorganizar la tecnología existente IMTS a gran escala. Mientras que las comunicaciones de voz utilizaron la misma FM analógico que se había estado usando desde la II Guerra Mundial, dos mejoras importantes hicieron el concepto celular realidad. A principios de los 70's se inventó el microprocesador; aunque los algoritmos complejos de control se implantaban en lógica con cables, el microprocesador hizo más fácil la vida de todos. La segunda mejora fue en el uso de un enlace de control digital entre el teléfono móvil y la estación base. No fue sino hasta marzo de 1977 cuando la FCC aprobó que Bell System probara un sistema celular en Chicago.

En 1978, en Estados Unidos comenzó a operar el Servicio Avanzado de Telefonía Móvil (AMPS = Advanced Mobile Phone Service). En ese año, 10 células cubrían 355000 km cuadrados en el área de Chicago, operando en las nuevas frecuencias en la banda de 800 MHz. Esta red utilizaba circuitos integrados, una computadora dedicada y un sistema de conmutación, lo que probó que los sistemas celulares podían funcionar.

El desarrollo de AMPS fue muy rápido, un sistema comenzó a operar en mayo de 1978 en Arabia Saudita, otro en Tokio en diciembre de 1979. Entonces, surgió por parte de la FCC otro requisito de competencia. Un proveedor de servicio celular tenía que coexistir con la Bell System en el mismo mercado (Bandas A y B). Entonces Ameritech entró en Chicago el 12 de octubre de 1983.

AT&T desarrolló un modelo junto con Motorola conocido como TACS que significa Sistema de Comunicaciones de Acceso Total (Total Access Communications System), el cual se puso en marcha en Baltimore y en Washington D.C. por la compañía Cellular One el 16 de diciembre de 1983.

Otro estándar que surgió fue el de AURORA-400 en Canadá en febrero de 1983 utilizando equipo de GTE y NovAtel. Este sistema llamado descentralizado opera en los 420 MHz y utilizaba 86 células, funcionando mejor en áreas rurales por su poca capacidad pero cobertura amplia. En Europa, el Sistema de Telefonía Móvil Nórdico (Nordic Mobile Telephone System = NMT450) inició operaciones en Dinamarca, Suecia, Finlandia y Noruega en el rango de 450 MHz. En 1985 la Gran Bretaña empezó a usar TACS en la banda de 900 MHz. Más tarde, Alemania Occidental implementó C-Netz, Los franceses Radiocom 2000, y los Italianos con su tecnología RTMI/RTMS. Todos ellos ayudaron a que hubiera nueve sistemas incompatibles, a diferencia de los E. U. que no sufrían de este

problema. Desde aquí se pensó en un plan para crear un sistema digital único para Europa. Figura 1.1.

Para ejemplificar el desarrollo del mercado, la industria celular creció de menos de 204,000 suscriptores en 1985 a 1,600,000 en 1988 en Estados Unidos de América.

A finales de los 80's del siglo pasado el interés emergió hacia los sistemas celulares de tipo digital, donde ambos, la voz y el control fueran digitales. El uso de tecnología digital para reproducción de discos compactos popularizó la calidad del audio digital. La idea de eliminar el ruido y proveer el habla clara hasta los límites de cada área de servicio fueron atractivos para los ingenieros y usuarios comunes.

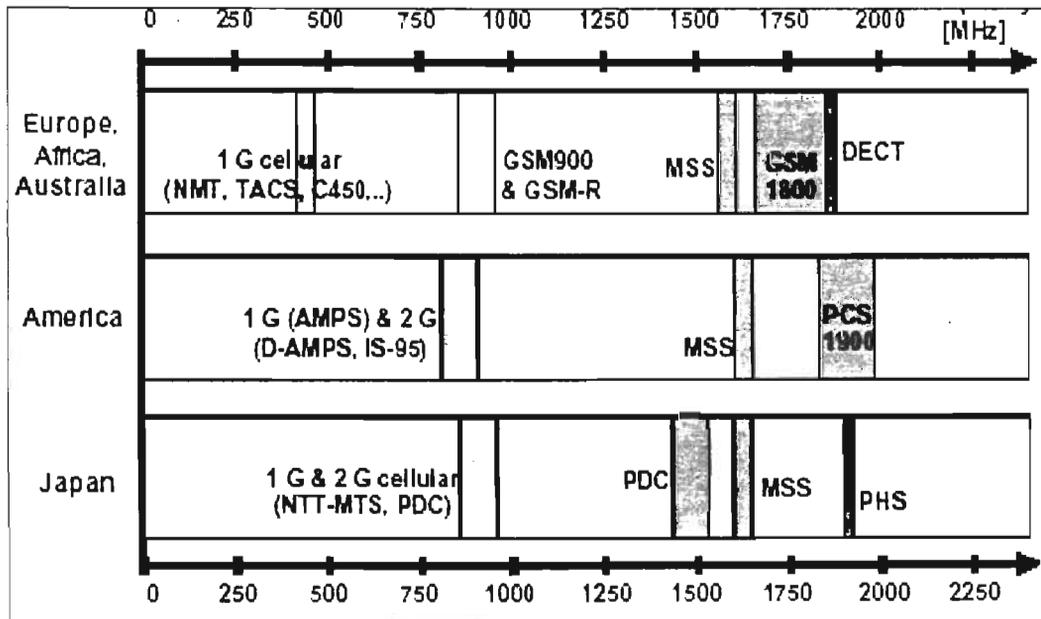


Figura 1.1 Rango de frecuencias para la telefonía celular

En 1990, el sistema celular en (EUA) agregó una nueva característica, el tráfico de la voz se convirtió en digital. Esto triplicó la capacidad con el muestreo, digitalización y multicanalización de las conversaciones. Para 1991, el servicio celular digital comenzó a emerger reduciendo el costo de las comunicaciones inalámbricas y mejorando la capacidad de manejar llamadas de los sistemas celulares analógicos.

En 1989 surge GSM primero conocido como Grupo Especial Móvil y luego como Sistema Global para Comunicaciones Móviles. Lo más destacado de él es que unifica los sistemas europeos. Desde 1993 los sistemas se estaban desbordando de usuarios en (EUA), estos crecieron de medio millón en 1989 a más de trece millones en 1993. En 1994, Qualcomm propuso un escenario de espectro esparcido para incrementar la capacidad. Construido en conocimientos anteriores, el Acceso Múltiple por División de Código (CDMA = Code Division Multiple Access), sería en todos sus elementos digital, además de que prometía de

10 a 20 veces mayor capacidad. En estos días más de la mitad de los teléfonos en el mundo operaban de acuerdo a los estándares de AMPS, y en su inicio más humilde nadie pensó que sería el que conviviría con Acceso Múltiple por división de Tiempo TDMA (Time Division Multiple Access) o CDMA para obtener sistemas duales con tecnología analógica y digital.

El 14 de enero de 1997, la FCC abrió un nuevo grupo de frecuencias inalámbricas que permitiría el desarrollo de las tecnologías como CDMA: la banda de 1900. El Sistema de Comunicación Personal PCS 1900 es la contraparte en frecuencia de GSM y aunque esta en desarrollo tiene un gran potencial.

En México, es hasta 1984 cuando Telcel obtiene la concesión para explotar la red de servicio radiotelefónico móvil en el área metropolitana de la Ciudad de México, bajo la denominación de "Radiomóvil Dipsa S.A. de C.V." operando en las bandas radiofónicas de 450-470 y 470-512 MHz. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes convocó la introducción de la telefonía celular en nuestro país en las nueve diferentes regiones en que fue dividido. Aquí nace Iusacell, convirtiéndose en la primera compañía de telefonía celular en ofrecer el servicio en la Ciudad de México y en ese mismo año surge la marca Telcel ofreciendo los servicios de telefonía celular en la ciudad de Tijuana B.C. A partir de 1990 Telcel y Iusacell expanden los servicios de telefonía celular en el Distrito Federal y su zona metropolitana y paulatinamente ofrecen el servicio a escala nacional.

El día 31 de mayo de 1989 se presentó el "Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994" donde menciona la importancia de las telecomunicaciones destacando los siguientes puntos:

- Múltiples empresas podrán desarrollar los servicios de transmisión conmutada de: datos, teleinformática, telefonía celular y otros.
- Las concesiones de telefonía celular se sujetarán a concurso de manera abierta, y así se garantizará la mejor oferta de servicios y contraprestación económica al Estado.

### 1.1.1 DIAGRAMA A BLOQUES

Como objetivo de la Telefonía móvil se propone que sus servicios deban cumplir con lo siguiente:

- Se pretende que sus servicios puedan disponer una misma terminal de diferentes servicios, por ejemplo voz y navegación Web al mismo tiempo, poniendo a disposición los recursos más adecuados a su necesidad, como pueden ser paquetes para navegación, circuito para voz en cada momento de la conexión.

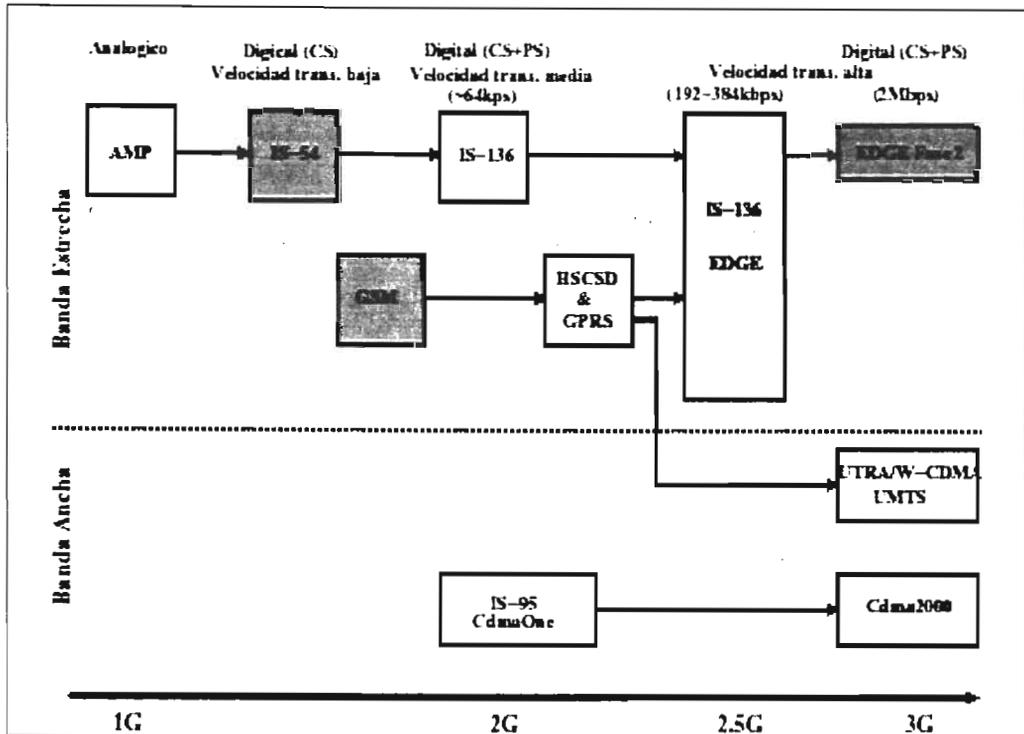


Figura 1.2 Evolución de la telefonía móvil

- En cuanto a velocidad, los objetivos son distintos en cada termino
- Medio rural: 144 Kbps (objetivo 384Kbps) a velocidad máxima de 500 Km/h
- Zona urbana: 384Kbps (objetivo 512 kbps) a 120 Km/h
- Interior, micro células: 2Mbps
- Deberán soportarse servicios simétricos y asimétricos
- Itinerancia global
- Calidad comparable a la de la telefonía fija

Todos estos servicios y especificaciones de los sistemas de 3G se conjuntaron con la creación del IMT-200, 3GPP y 3GPP2.

Es más importante mencionar la tecnología IP (protocolo de internet) basada en paquetes que constituirá el núcleo de las redes 3G (tercera generación), significará que podremos estar en línea de manera constante, "siempre conectados". También se producirá una necesidad creciente de interacción entre un usuario y un equipo de computo.

En la Figura 1.2 se muestra la evolución de los sistemas desde la primera generación hasta la tercera, indicando los servicios proporcionados más importantes.

### 1.1.2 PRIMERA GENERACIÓN

En 1971 se propuso el concepto de celular como un avanzado sistema de comunicación móvil. Esta intrigante idea proponía el reemplazo de las estaciones base ubicadas en el centro de la ciudad por múltiples copias de tales estaciones de menor potencia distribuidas a lo largo del área de cobertura. El concepto celular añade una dimensión espacial al modelo “trunking” (que efectuaba el dimensionamiento en función del grado de servicio, GOS) usado anteriormente en la telefonía móvil.

El sistema “trunking” consiste en la asignación de un canal libre existente dentro de un conjunto de canales disponibles, y que se mantiene solamente durante el tiempo que el canal esté siendo utilizado en la conversación, pasando al estado de disponible para otro usuario cuando haya terminado la conversación que se desarrollaba a través de él. De este modo el número de canales que hay que instalar y que ocuparán el espectro se reduce notablemente. Cuando el sistema gana inteligencia y la asignación de canal se realiza de manera automática, sin la intervención de un operador humano, nos encontramos con el “trunking” automático.

La primera generación apareció en 1979. Existían varias redes de radios móviles pero no eran sistemas celulares, se basaban principalmente en una sola antena con el número limitado de canales que había disponibles, y que intentaban dar servicio a todos sus abonados.

En una red celular, el área de cobertura está dividida en pequeñas células (hexagonales), cada una de las cuales es atendida por una estación de radio, la cual restringe su zona de cobertura a la misma célula; las células se agrupan en claustros o racimos, y el número de canales de radio disponibles se distribuye en el grupo de células, de manera que esta distribución se repite en toda la zona de cobertura. De esta manera el espectro de frecuencias puede volver a ser utilizado en cada nuevo grupo de células, siempre teniendo cuidado de evitar las interferencias entre las células próximas.

Los planes que permiten de forma ininterrumpida la cobertura de una determinada área, son configuraciones a manera de panal de miel, basadas en 4, 7, 12 o 21 células, siendo la de 7 la más usada. El número total de canales por célula, directamente ligado a la capacidad de manejo de tráfico, depende de número total de canales disponibles y del tipo del plan, según la fórmula

$$\text{No. de canales por célula} = \text{No. total de canales} / \text{Plan (4, 7, 12 o 21)} \quad \text{Ec. 1.1.}$$

Así la estructura de la red se basa en la conexión de los terminales móviles al sistema a través de una serie de estaciones base repartidas por un área geográfica, cada radio base atiende a un grupo de células (4, 7, 12, 21)

Las principales características de un sistema celular son:

- Gran capacidad de usuarios
- Utilización eficiente del espectro
- Amplia cobertura

Esta generación se caracterizó por ser analógica y estrictamente para voz. La calidad de los enlaces de voz era muy baja, baja velocidad (2400 baudios), la transferencia entre celdas era muy imprecisa, tenían baja capacidad (basadas en Acceso Múltiple por División de Frecuencia FDMA) y la seguridad no existía. La tecnología predominante de esta generación es Servicio Avanzado de Telefonía Móvil AMPS (Advanced Mobile Phone System)

Sin embargo, estos sistemas solo alcanzan unas penetraciones limitadas debido a los elevados costes que implican. Solo en los países nórdicos, en los que las condiciones económicas –altas rentas percapitas- y sociales –tendencia a vivir en el campo- eran particularmente favorables, se llega a una amplia penetración.

Las razones por las que estos sistemas eran demasiados elevados son:

- a) Por un lado, falta de competencia entre los operadores y suministradores de equipos que obligaran a bajar los precios. Cuando en Gran Bretaña se introdujo el segundo operador, incluso el crecimiento del Sistema de Comunicaciones de Acceso Total TACS, analógico, se aceleró considerablemente.
- b) Por otro, dificultades de orden técnico. Entre estas las más destacables son:
  - Existencia de varios estándares y, por tanto, series de fabricación limitadas.
  - Sistemas de baja capacidad o eficiencia radioeléctrica que implica un gran consumo de frecuencias o bien instalaciones caras.
  - Sistemas analógicos que implican una tecnología voluminosa y de difícil mantenimiento.
  - Sistemas propietarios, es decir, dependencia de un único fabricante.

Los estándares más exitosos, tabla 1.1 fueron:

Servicio Avanzado de Telefonía Móvil AMPS.

Desarrollado por los Laboratorios Bell AT&T. Funciona en la banda de los 800 MHz.

AMPS Extendido EAMPS (Extended AMPS).

Aumenta la capacidad del AMPS y aun hoy en día continúa siendo el sistema más extendido en E. U. y su entorno de influencia.

AMPS de banda estrecha NAMPS (Narrowband).

Desarrollado por Motorola a partir del EAMPS, siendo un sistema a medio camino entre el analógico y el digital.

C-450 (Motorphone System 512)

Sistema sudafricano. Y aún sigue en funcionamiento, solo en Sudáfrica.

C-Netz

Antiguo sistema que funcionaba en la banda de 450 MHz usado en Alemania y Austria.

Comvik

Otra víctima de la estandarización con la llegada del GSM, nació en Suecia en 1981 y pasó a mejor vida en 1996.

Sistema Nórdico de Telefonía Móvil NMT 450.

Desarrollado por Nokia y Ericsson para entornos nórdicos, funcionaba a 450 MHz: También se implanto en España, durante los '80, por la operadora Moviline.

Sistema	País	No. de Canales	Espaciado (kHz)
AMPS	E. U.	832	30
C-450	Alemania	573	10
ETACS	Reino Unido	1240	25
JTACS	Japón	800	12.5
NMT-900	Escandinavia	1999	12.5
NMT-450	Escandinavia	180	25
NTT	Japón	2400	6.25
Radiocom-2000	Francia	560	12.5
RTMS	Italia	200	25
TACS	Reino Unido	1000	125

Tabla 1.1. Estándares más importantes en la primera generación

NMT 900

El sistema NMT surgió en los países escandinavos en 1981, es ideal para cubrir la mayor extensión de terreno con la menor inversión. Esta versión NMT 900 permite un mayor número de canales. Heredero del anterior, empleaba la banda de 900 MHz, para permitir mayor capacidad y terminales más pequeñas.

NMT-F

Versión francesa del anterior.

NTT (Nippon Telegraph & Telephone).

Desarrollado por la empresa Compañía de Teléfonos y Telégrafos de Japón, ha sido el estándar analógico en esta zona. Apareció una versión de alta capacidad llamada HICAP.

Radiocom 2000 RC2000

Sistema francés que entró en funcionamiento a finales de 1985.

Sistema de Comunicaciones de Acceso Total TACS

Se desarrolló en Inglaterra el año 1985 por parte de Motorola, operando en la banda de 900 MHz. El sistema TACS 900 adaptado, deriva del sistema analógico AMPS americano desarrollado por los laboratorios Bell y comercializado en E. U. en 1984. Con este sistema se obtiene una mejor calidad del servicio, al mismo tiempo que mejora la relación señal/ruido por tener una mayor anchura de canal. Además precisa de equipos más pequeños y baratos.

El sistema TACS 900 conocido como TMA 900, es del mismo tipo que el anterior, analógico multicanalizado en frecuencia, pero diferente por utilizar una tecnología mucho más avanzada y barata, dando mejor calidad de audio, así como una mejor conmutación al pasar de una a otra célula, ya que la señalización se realiza fuera de banda, al contrario que NMT, que lo hace dentro de ella, resultando casi imperceptible el ruido para el usuario, sin embargo sus estaciones base cubren un intervalo menor. Emplea la banda de frecuencia de los 900 MHz y cada MHz se divide en 40 semicanales de 25 KHz, por lo que resulta extremadamente útil, por su gran disponibilidad de canales, para cubrir áreas urbanas. Dispone de 1320 canales dúplex, de los que 21 se dedican exclusivamente a control (señal digital) y el resto para voz (señal analógica)

ITACS (International TACS).

Versión mejorada del TACS con un sistema de control mejorado.

ETACS (Extended TACS).

Sustituto del TACS.

JTACS (Japan TACS).

Es una versión del TACS desarrollada especialmente para Japón.

IETACS (International ETACS).

Una variación menor del ETACS, que aporta más flexibilidad.

TACS de banda estrecha NTACS (Narrowband TACS).

Triplifica la capacidad del ETACS sin pérdida de calidad de la señal.

### 1.1.3 SEGUNDA GENERACIÓN

Se le da el nombre de segunda generación al grupo de sistemas que iniciaron o evolucionaron hacia la utilización de técnicas digitales para realizar las transmisiones. Estas redes presentaban una capacidad mucho mayor con respecto a los de la 1G. Se logró dividir

un canal de frecuencia para poder ser utilizado simultáneamente por varios usuarios, gracias a las técnicas digitales de división de tiempo o código. Gracias a las técnicas digitales se podía dividir un espacio de tiempo muy pequeño entre varios usuarios, como el espectro de tiempo era pequeño los usuarios no notaban esta división. También la estructura de las células se modificó: el área de cobertura se dividió en macro, micro y pico células (respecto al área de cobertura y al tráfico esperado), esto aumento la capacidad de los sistemas aún más. El tamaño de las células era escogido de acuerdo a cálculos probabilísticos y estadísticos, los cuales relacionaban el tráfico esperado en un área con la capacidad del sistema.

La 2G entró en funcionamiento hacia 1991, existen cuatro estándares principales:

- GSM Sistema Global para Comunicaciones Móviles. (Global System for Mobile Communications)
- IS-136 (Interim Estándar 136) conocido también como TIA/EIA-136 o ANSI-136 o AMPS Digital. Éstos dos primeros basados en TDMA
- IS-95 basado en CDMA Código de división múltiple de acceso.
- PDC Comunicaciones Digitales Personales (Personal Digital Communications)

En Europa y en otras partes del mundo se adopto GSM, en Norteamérica principalmente D-AMPS y en Japón PDC.

En D-AMPS o IS-54 se utiliza un canal digital de control (DCCH) en comparación con el canal análogo de control del sistema AMPS. Los canales de tráfico se vuelven digitales y es necesaria la adición de más información para poder ser atendidos en el receptor, tiene su base en el esquema TDMA al igual que GSM.

CDMA o IS-95 incorpora una nueva interfaz aérea, ya no divide un canal de frecuencia en slots de tiempo, ahora utiliza un código para separar la transmisión de un usuario de otro, esto es, a un usuario se le agrega un código y a otro usuario se le da otro distinto. Los principios del sistema CDMA son también la base para los sistemas de 3G.

Las ventajas que ofrecieron estos sistemas fueron:

- Mayor calidad de voz
- Menores costos de operación de las terminales
- Gran capacidad y menor necesidad de carga de batería
- Mayor nivel de seguridad
- Roaming internacional
- Soporte para terminales de menor potencia
- Una mayor variedad de servicios

Entre todos los sistemas anteriores proveían un cierto tipo y número de servicios, los cuales eran:

A) Teleservicios.

Estos servicios le proporcionan al abonado las capacidades necesarias para comunicarse con otros abonados, incluyendo las funciones de equipo terminal:

- Transmisión de voz – Telefonía y llamadas de emergencia.
- Servicios de Mensajes Cortos SMS (Short Messing Services) – Punto a punto terminado en el móvil, punto a punto originado en el móvil, broadcast en las células.
- Manejo de los mensajes y servicios de almacenamiento.
- Acceso a videotexto.
- Transmisión de teletexto.
- Transmisión de Fax.

B) Servicios portadores o de portadora (Bearer Services).

- Estos servicios le dan al abonado la capacidad necesaria para transmitir señales de información entre dos o más puntos de acceso. Las capacidades de estos servicios incluyen:
- Transmisión de información a distintas velocidades – comunicación de datos dúplex con conmutación de circuitos síncrona y asíncrona, 300 a 9600 bps.
- Acceso a funciones de PAD (Packet Assembler/Disassembler) para comunicación asíncrona, 300 a 9600 bps.
- Acceso de redes públicas de datos, protocolo X.25, servicio de conmutación de paquetes para comunicación de datos dúplex, 200 a 9600 bps.
- Transmisión de voz y datos durante una llamada (Speech & Data Swapping), envío alterno de voz y datos.
- Selección de módem, selección de servicios de audio de 3.1 KHz cuando se conecte a la Red Digital de Servicios Integrados RDSI (ISDN Integred Services Digital Network).
- Soporte de Solicitud Automática de Retransmisión ARQ (Automatic Request for Retransmission) para mejorar la tasa de errores, modo transparente (No ARQ) y modo no transparente (Con ARQ).

C) Servicios suplementarios.

Estos servicios modifican o complementan los servicios básicos de telecomunicaciones. Se ofrecen junto con o asociados con los servicios básicos de telecomunicación y se clasifican en los siguientes 8 tipos de servicios:

- Servicios de Identificación de números
  - Soporta CNIP (Calling Number Identification Presentation). Se muestra en pantalla el número del abonado que llama.
  - CNIR (Calling Number Identification Restriction). Desactiva CNIP del abonado A.
  - CNOP (Connected Number Identification Presentation).
  - CNOR (Connected Number Identification Restriction).
  - MCI (Malicious Call Identification).
- Servicios de Ofrecimiento de Llamadas.
  - CFU (Call Forwarding Unconditional). Cuando se activa este servicio, las llamadas entrantes al abonado GSM se rutean automáticamente a otro número.
  - CFB (Call Forwarding Mobile Busy). Cuando se activa este servicio las llamadas entrantes se rutean a otro número si el abonado GSM está ocupado (llamada en progreso).
  - CFNRy (Call Forwarding No Reply). Cuando se activa este servicio las llamadas entrantes se rutean a otro número si el abonado GSM no responde.
  - CFNRc (Call Forwarding Mobile Not Reachable). Cuando se activa este servicio las llamadas entrantes se rutean a otro número si el móvil GSM está fuera del área de servicio o apagado.
  - CT (Call Transfer). La llamada actual (en progreso) se puede transferir a otro número.
  - MAH (Mobile Access Hunting)
- Servicios de completamiento de llamadas.
  - Llamada en espera CW (Call Waiting)
  - CH (Call Holding). Cuando está activado permite a una unidad móvil GSM recibir una segunda llamada, mientras está en curso otra, el abonado puede conmutar a la segunda llamada, mientras deja a la primer llamada en espera.
  - CCBS (Completion of Call to Busy Subscriber). Cuando este servicio está activo el abonado GSM (A) puede solicitar que el sistema monitoree el status de un teléfono (abonado B) al cual trató de llamar y estaba ocupado y que se complete la llamada cuando el abonado B se desocupe.
- Servicios Multi-usuario
  - 3PTY (Three-Party Service). Permite a un móvil de GSM unir dos llamadas más para una comunicación simultánea entre tres abonados.
  - CONF (Conference Calling). Permite a un móvil de GSM tener comunicación simultánea con entre 3 y 5 abonados más.
- Servicios de Interés Comunitario.
  - CUG (Closed User Group). Cuando este servicio está activo, varios usuarios de GSM pueden formar grupos a los cuales habría un acceso restringido. Un abonado específico puede pertenecer a uno o más CUG. Los miembros de un CUG pueden comunicarse entre ellos, pero no con usuarios que no pertenezcan al CUG.

- Servicios de Cobro.
  - AoC (Advance of Charge). Este servicio proporciona información al abonado GSM acerca del cobro asociado con una llamada específica. El costo mostrado en el display en ese momento podría variar.
  - FPH (Freephone Service). El abonado que contrate este servicio pagará todas las llamadas que entren a su número. Similar al 01-800.
  - REVC (Reverse Charging). Este servicio permite a un abonado GSM pagar por las llamadas entrantes, a tarifas especiales.
- Servicios de Transferencia Adicional de Información.
  - UUS (User-to-User Signaling). Permite a un móvil de GSM enviar datos a otra unidad de GSM o a un número de ISDN.
- Servicios de Restricción de Llamadas.
  - BAOC (Barring All Originating Calls). Cuando este servicio está activo evita que salgan llamadas de la unidad móvil, pero sí permite que entren llamadas.
  - BOIC (Barring Outgoing International Calls). Cuando este servicio está activo evita que salgan llamadas internacionales de la unidad móvil, pero sí permite que salgan llamadas locales y nacionales y permite recibir cualquier tipo de llamadas.
  - BOIC-exHC (BOIC except Home Country). Cuando este servicio está activo, y la unidad móvil GSM está en roaming, la unidad móvil GSM no puede realizar llamadas internacionales, excepto al país de origen, pero sí permite que salgan llamadas locales y nacionales y permite recibir cualquier tipo de llamadas
  - BAIC (Barring All Incoming Calls). Opuesto a BAOC, permite que salga cualquier tipo de llamadas, pero evita que entre cualquier llamada.
  - BIC-Roam (Barring Incoming Calls When Roaming). Cuando este servicio está activo, y la unidad móvil GSM está en roaming, la unidad móvil GSM no puede recibir llamadas de ningún tipo, pero sí puede realiza cualquier tipo de llamadas. Similar a BAIC, pero sólo cuando el móvil está en roaming.

Estos sistemas tuvieron una grana aceptación en el mundo, principalmente GSM, el cual fue instalado en Europa, partes de Asia, África y América y que hasta el año 2001 contaba con cerca del 67% del total de los usuarios de telefonía móvil en el mundo.

#### 1.1.4 SEGUNDA GENERACIÓN AVANZADA

La frontera entre 2G y 2.5G es algo no definido por completo, pero se basa en los servicios ofrecidos por los sistemas para el usuario y para intentar incrementar la capacidad de transmisión. Estos nuevos servicios se vienen a adicionar a los ya proveídos en la 2G. Por lo tanto la tecnología 2.5G es más rápida y más económica para actualizarse a los sistemas de tercera generación.

El problema del sistema GSM es la baja tasa de transmisión de la interfaz aérea. El sistema básico GSM sólo podía proveer una tasa de transmisión de datos de 9,6 Kbps, posteriormente se especificó una tasa de 14.4 Kbps. Con estas velocidades y para poder

proveer de todos estos servicios a los servicios, es necesario el incrementar la capacidad del sistema, es por esto que la 2G se caracteriza también por la utilización de una o varias de las siguientes tecnologías: HSCSD (High-Speed Circuit-Switched Data), Servicio General de Paquetes por Radio GPRS (General Packet Radio Services) y EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution).

HSCSD es la tecnología más fácil para incrementar la velocidad, lo que hace esta técnica es utilizar más de un slot de tiempo para la conexión, con esto, se multiplica la tasa de transferencia a un múltiplo entero de 9.6 Kbps, con esto se capacita al sistema para aplicaciones de tiempo real. Este método es el más barato, pues sólo requiere un software que sea capaz de manejarlo, y obviamente, teléfonos con el soporte necesario. Pero el precio está en los recursos del sistema, ya que se hace uso de los slots de tiempo, aún cuando no se transmite nada. Y esto, en lugares de alto tráfico, es casi imposible de sostener. Esta técnica no es muy usada.

GPRS eleva las tasas de transmisión hasta 115 Kbps, o incluso más alto si nos olvidamos de la corrección de errores, esto es equivalente a una trama de 8 slots. Pero lo más importante es que este sistema es por switcheo, y por tanto los recursos del sistema no son utilizados continuamente, solamente cuando se transmite algo. GPRS es bueno para aplicaciones que no sean de tiempo real, tales como correo electrónico o navegación por Internet. La utilización de este sistema es más costosa que HSCSD ya que la red necesita nuevos componentes. Este salto fue necesario ya que si él, GSM no hubiera sobrevivido tanto, incluso este sistema es ya una primera exploración dentro de los estándares de la 3G.

EDGE pensado para GSM, posteriormente fue utilizado por varios estándares. Propone un nuevo esquema de modulación llamado 8PSK (eight-phase shift keying). Esto no causa conflictos con la modulación GMSK (Gaussian minimum shift keying) y solo se necesita de una actualización del software de la radio base. El inconveniente viene en que solo puede ser utilizado en cortas distancias ya que en grandes áreas de cobertura aún es necesario GMSK.

Estos tres métodos pueden combinarse, la combinación de GPRS y EDGE se llama EGPRS (Enhanced GPRS). EGPRS puede proveer de una tasa de incluso 384 Kbps pero utilizando todos los canales de un canal de transmisión. ECSD es la combinación de EDGE y HSCSD. También IS-95 o CDMA es de los servicios de hasta 144 Kbps, colocándose en la segunda posición, detrás de GSM.

Actualmente el mercado de telefonía celular esta repartido como se ve en la figura 1.3, hasta marzo del 2003 (según EMC (World Cellular Database)):

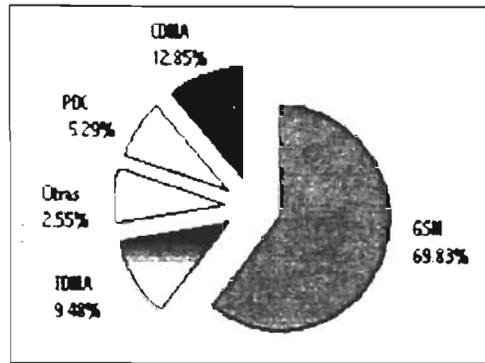


Figura 1.3. Mercado de la telefonía celular

### 1.1.5 TERCERA GENERACIÓN

Hasta aquí hemos hablado sobre la historia. Pero que es lo que ha pasado en la actualidad, pues que todos estos sistemas de 2G y 2.5G tienen que evolucionar hacia la tercera generación (3G). Y es que aún cuando las redes de comunicaciones celulares de segunda generación no han terminado de desplazar por completo a las de primera generación, en los últimos años ha habido una actividad muy fuerte de investigación y desarrollo a nivel internacional para finalizar los estándares de 3G que eventualmente y de manera gradual, sustituirán a las redes de 2G.

El cambio de 1G a 2G se produjo como una respuesta a la saturación del espectro reservado para comunicaciones celulares (banda de 800 MHz). La tecnología TDMA (IS-136) logró multiplicar por tres el número de usuarios que FDMA podía atender en un canal, y CDMA (en promedio) incrementó este número a cinco. La introducción de la tecnología inalámbrica de 3G no se dará como respuesta, solamente, a la saturación del espectro radioeléctrico, sino con la finalidad de ofrecer nuevos servicios de telecomunicaciones, que necesiten mayores velocidades de transmisión a los usuarios. Estos servicios no sólo serán para transferencia de información entre usuarios sino también entre dispositivos portátiles que funcionarán a nombre de los usuarios. Con acceso a cualquier servicio de Internet Móvil, en cualquier momento, en cualquier lugar, desaparecerán los límites entre comunicación, información, medios y entretenimiento. Se producirá una verdadera convergencia de servicios.

## 1.2 Técnicas para incrementar el acceso

### 1.2.1 INTRODUCCIÓN

Con la evolución hacia nuevos servicios de voz y datos que se han introducido a los sistemas de 2G, TDMA (IS-136) y GSM han experimentado la necesidad de incrementar las capacidades de sus anchos de banda, ya que con la saturación del espectro es cada vez más difícil. Para lograr vencer estas necesidades se han contemplado cuatro técnicas posibles, las cuales incrementan la velocidad de transmisión e introducen el manejo de

información por paquetes de datos. Con esta última técnica se hace posible la introducción del servicio de Internet móvil.

Las técnicas son:

- HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) se basa en circuitos conmutados de alta velocidad, de alta velocidad, proporciona una velocidad de 58 kbit/s. permite acceder a varios servicios simultáneamente. Es parecida a la actual RDSI.
- CPDP (Cellular Digital Packed Data) servicio de transmisión de datos estándar que se puede añadir a las redes móviles digitales TDMA dentro de la asignación de frecuencias existente para soportar servicios básicos de Internet móvil. Es la primera tecnología en el mundo de datos por paquetes que reúne los requisitos del TCO-IP. Los datos son transmitidos por canales dedicados o disponibles, a velocidades de hasta 19,2 Kbps. Asíncrono, Full Duplex.
- GPRS (General Packet Radio Service) puede llegar a velocidades de 155 kbit/s. al contrario que HSCSD que para una implantación requiere únicamente de actualización de software, GPRS necesita de un hardware específico para el enrutamiento a través de una red de datos.
- EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) nos acerca a las capacidades que otorga 3G en la comunicación. En combinación con GPRS puede alcanzar velocidades de 384 Kbit/s.

En la transición se necesitarán por tanto terminales capaces de acceder a ambas redes. Las tecnologías que analizaremos más a fondo son GPRS y EDGE, ya que estas son responsables de que GSM logre un acercamiento hacia la 3G.

### 1.2.2 SERVICIO DE RADIO EN PAQUETES

Las siglas GPRS corresponden a Servicio General de Radio en Paquetes. Se basa en la conmutación de paquetes realizando la transmisión sobre la red GSM que usamos actualmente. Al sistema GPRS se le conoce también como GSM-IP ya que usa la tecnología IP para acceder directamente a los proveedores de contenidos de Internet.

La velocidad de conexión puede llegar a los 115 kbps, 12 veces más que la permitida por la red básica de GSM. Sin lugar a dudas GPRS plantea la solución parcial a uno de los problemas más acuciantes, la velocidad de transmisión.

GPRS ofrece a los usuarios móviles mayor velocidad de transmisión de datos, por lo general 40-50 kbit/s y resulta particularmente adecuado para el tráfico intenso de Internet e Intranet. Cuando también se instale EDGE, estas velocidades de transmisión de datos se incrementarán aún más para posibilitar los servicios 3G.

Al igual que en IP, GPRS por estar basada en paquetes, cada paquete puede tener una longitud variable, dependiendo de los recursos disponibles, pero con un máximo de 1.5

Kbytes. Además utiliza direcciones estáticas / dinámicas DNS. El medio de transmisión es compartido entre los usuarios que hagan uso de él y soporta cualquier tipo de aplicación IP.

Al tener tantas semejanzas con IP, GPRS necesita cubrir ciertos requisitos. Es necesario definir un "contexto" previo a la conexión, es posible definir más de una dirección IP simultáneamente (contexto), una transmisión cifrada solo en el interfaz Um. Pero también presenta las ventajas de tener acceso como anónimo, el que los usuarios son móviles, los usuarios conocen su posición (teóricamente), esto posible dada la utilización de GPS (Global Position System), pero este sistema no ha sido implementado aún. También el mismo punto de acceso y dirección IP puede ser utilizado incluso en roaming. Y por último, al tener la conexión sólo mientras exista transmisión, la facturación es sobre la cantidad de información enviada.

La transmisión de datos por conmutación de paquetes, ETSI tiene definido el sistema GPRS, como sistema de transmisión de paquetes. Existen dos tipos de servicios GPRS:

**Punto a Punto PTP (Point to Point):** Permite una comunicación entre un usuario emisor y uno receptor para el envío de uno o más paquetes de datos. Se pueden distinguir PTP-ND (No Dialogo), y el PTP-D (Dialogo). El primero de ellos, se encuentra dentro del tipo datagrama, en el cual cada paquete viaja hacia el destino de forma independiente a los transmitidos con anterioridad, por lo que los paquetes pueden llegar desordenados. Esta modalidad puede ser interesante para el envío de informaciones cortas. El PRP-D, comunica dos terminales asegurando que la información que parte de uno llega al otro en el mismo orden de transmisión. Esta modalidad está pensada para aplicaciones o transacciones interactivas.

**Punto a Multipunto PTM (Point to Multipoint):** Estos servicios permiten la transmisión de datos desde un único emisor a un grupo de usuarios receptores presentes en ese momento en el área o áreas geográficas definidas por el peticionario del servicio. El servicio PTM dispone de la posibilidad de que el mensaje sea recibido por cualquier usuario presente en ese momento en el área geográfica, sin que el emisor tenga que conocer previamente su existencia, o bien puede definirse con anterioridad a cada uno de los receptores que pueden recibir el mensaje.

En este tipo de técnica no se debe establecer un canal dedicado para cada usuario sino que la conexión se realiza en el momento de utilización del canal, por lo tanto se pierde el concepto de facturación por tiempo, pasando a ser por utilización del canal de emisión.

El sistema GPRS incorpora dos nuevos elementos a las redes GSM: el Nodo Gateway Soporte del Servicio GPRS, GGSN y el Nodo Servidor Soporte del Servicio GPRS, SGSN

GPRS es un servicio que los operadores de todo el mundo lo están implementado como el primer paso vital hacia 3G.

### 1.2.3 VELOCIDAD DE DATOS PARA GSM

EDGE (Mayor calidad y cantidad de datos para el desarrollo GSM) es el próximo paso en la evolución de GSM-GPRS e IS-136. El objetivo de la nueva tecnología es aumentar las velocidades de transmisión de datos y la eficiencia del espectro y facilitar las nuevas aplicaciones y el aumento de capacidad para el uso móvil. Con la introducción de EDGE en GSM fase 2+, se mejorarán los servicios existentes tales como GPRS y HSCSD, debido a la introducción de una nueva capa física. Los servicios en sí mismos no serán modificados. EDGE será introducido dentro de las especificaciones y descripciones existentes, en lugar de crear otras nuevas.

Al complementar la conmutación de paquetes para GPRS con EDGE surge EGPRS. Aunque GPRS permite velocidades de datos de 155 kbps y teóricamente, hasta 160 kbps sobre la capa física. EDGE es capaz de ofrecer a velocidades de 384 kbps con una velocidad de 48 kbps por intervalo de tiempo en condiciones de radio normales y hasta 554 kbps con una cuota de bits de 69,2 kbps por intervalo de tiempo en condiciones óptimas.

Lo que hace posible estas velocidades en EGPRS, son una nueva técnica de modulación, nuevos métodos de transmisión tolerante a errores combinados con mecanismos mejorados de adaptación de enlace y un nuevo esquema de retransmisión de paquetes. Esta es la clave para un aumento de la eficiencia espectral y mejoras en las aplicaciones, tales como acceso inalámbrico a Internet, e-mail y transferencias de archivos.

Básicamente, EDGE sólo introduce una nueva técnica de modulación y una nueva codificación de canal que puede usarse indistintamente para transmitir servicios de voz y de datos por conmutación de paquetes y de circuitos. EDGE, por lo tanto, es un agregado a GPRS y no puede trabajar por separado. GPRS produce un mayor impacto sobre el sistema GSM que el que produce EDGE. Al agregar la nueva modulación y codificación a GPRS y al ajustar los protocolos del enlace de radio, EGPRS ofrece una mayor capacidad y velocidad. Figura 2.2.

GPRS y EGPRS tienen diferentes protocolos y diferentes funcionamientos en la parte correspondiente al sistema de estación base. Sin embargo, sobre la parte correspondiente a la red central, GPRS y EGPRS comparten los mismos protocolos de manejo de paquetes y por lo tanto, funcionan de la misma manera.

Además de mejorar el rendimiento para cada usuario de datos, EDGE también aumenta la capacidad. Con EDGE, el mismo intervalo de tiempo puede soportar más usuarios. Esto disminuye el número de recursos de radio requeridos para soportare el mismo tráfico, liberando entonces la capacidad para más servicios de datos o de voz.

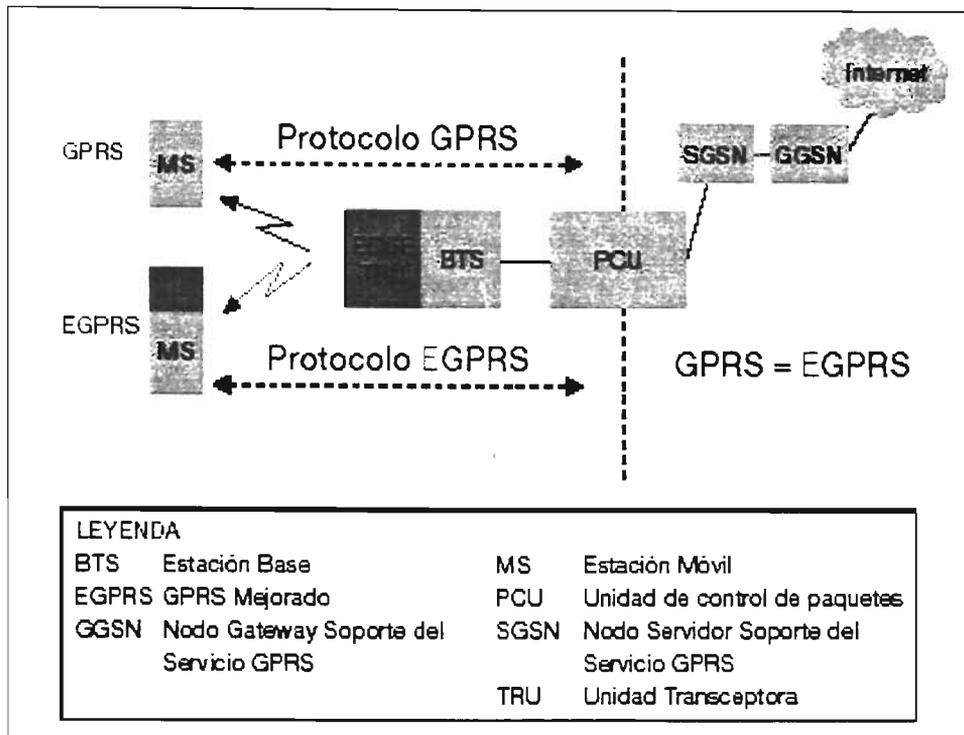


Figura 1.4 Módulos agregados por EDGE a GPRS.

A pesar que GPRS y EDGE comparten la misma velocidad de símbolo, tienen diferentes velocidades de modulación de bit. EDGE puede transmitir tres veces más bits que GPRS durante el mismo periodo de tiempo. Esta es la principal razón para las mayores velocidades de bits de EDGE.

En EDGE, a menudo se menciona la velocidad de datos de 384 kbps. La Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT ha definido la velocidad de 384 kbps como el límite de velocidad de datos requerido por un servicio que cumple con la norma IMT-1000 en un ambiente peatonal. Esta velocidad de datos de 384 kbps corresponde a 48 kbps por intervalo de tiempo, asumiendo una terminal de 8 intervalos de tiempo.

La modulación 8PSK tiene las mismas características que GMSK, en términos de generación de interferencias sobre los canales adyacentes. Esto hace posible la integración de canales EDGE sobre un plan de frecuencias existente y asignar nuevos canales EDGE de la misma forma que si fueran canales GSM estándar. La velocidad de símbolo, o el número de símbolos enviados en un cierto periodo de tiempo, es la misma que para GMSK, pero cada símbolo representa tres bits en lugar de uno. Por lo tanto, la velocidad de datos total queda multiplicada por un factor de tres.

La utilización de EDGE sobre el sistema GSM/GPRS es llamado GERAN, este nuevo sistema es una de las dos opciones más fuertes que el 3GPP está considerando dentro de su planeación. La segunda es WCDMA, pero estos dos sistemas pueden ser combinados. La

combinación de GSM/TDMA, EDGE y WCDMA permitirá aprovechar al máximo el espectro combinado. Por ejemplo, una forma eficaz de prestar los servicios 3G sería utilizar EDGE/GSM para conseguir una cobertura inicial en todo el país para los servicios de datos de alta velocidad, centrando el despliegue del WCDMA en áreas de gran densidad de tráfico. De este modo, los operadores pueden lanzar servicios 3G a través de la red de forma muy rápida y rentable.

En agosto de 2000, Ericsson firmó un contrato con Telcel para el suministro de tecnología TDMA-EDGE con el fin de ofrecer servicios de 3G en México.

### 1.3 El sistema celular

La estructura de la red se basa en la conexión de los terminales móviles al sistema a través de una serie de estaciones base repartidas por un área geográfica, que dependen de un sistema de conmutación, que permiten la interconexión de estaciones bases y la conexión del sistema a la red pública. La estación base, controla la conexión vía radio de los terminales móviles, y permiten tener permanentemente localizados a los abonados dentro de la red celular. La central de conmutación de móviles, realiza la conexión entre los distintos abonados o entre éstos y la red telefónica fija.

Las principales características de un sistema celular son:

- Gran capacidad de usuarios
- Utilización eficiente del espectro
- Amplia cobertura

El enlace entre el terminal y la red debe mantenerse cuando éste pasa de una célula a otra (handover), y cuando la red identifica la posición del móvil, realizando su seguimiento (roaming).

Un sistema celular divide la zona a la que se quiere dar servicio en áreas más pequeñas o células, normalmente hexagonales, cada una de las cuales es atendida por una estación de radio, que restringe su zona de cobertura a la misma; las células se agrupan en grupos llamados clusters, los cuales varían de tamaño (números de células) de acuerdo a los planes de reuso de frecuencia. El número de canales de radio disponibles se distribuye en este grupo de células, de manera que esta distribución se repite en toda la zona de cobertura. Así el espectro de frecuencias puede volver a ser utilizado eficientemente en todas las células, siempre teniendo cuidado de evitar las interferencias entre las células próximas.

#### 1.3.1 EL CONCEPTO CELULAR

Después de ver los elementos y antes de proseguir con las operaciones de un sistema celular, debemos explicar lo que es una célula. La célula es el área de cobertura de una

estación base, generalmente representada de forma hexagonal. La zona a la que se quiere dar servicio se divide en células, normalmente hexagonales.

- Una célula es un área geográfica cubierta por señales RF.
- La fuente de radio frecuencia (RF) está localizada en el centro de la célula.
- La forma y tamaño de la célula dependen de muchos parámetros:
  - Potencia de transmisión (ERP)
  - Ganancia y patrón de la antena
  - Ambiente de propagación

Para la determinación de los límites reales de una célula utilizamos el Nivel de Recepción de la Señal RSL (Receive Signal Level). El cual se ha establecido en el borde de la célula con una potencia de -90dbm. Por lo tanto una célula es prácticamente irregular. Y cada estación base tiene diferente potencia de transmisión.

La potencia de la señal es inversamente proporcional a la distancia entre el móvil y la estación base. Cuando el móvil ha llegado a un límite máximo de pérdidas se encuentra en los límites de la célula.

### Célula práctica y analítica

Las celulares son irregulares en la práctica pero para una mejor planeación se utilizan las células teóricas. Ya que una célula práctica es irregular y la fuerza de la señal es idéntica en el borde de la célula, tiene un RSL igual en todo el perímetro de la célula, además la forma adoptada para representarla es hexagonal. Esta forma se ha escogido dado que es la mejor aproximación a la forma celular.

Una célula analítica se usa para planear y dimensionar un sistema. El arranque inicial de una célula analítica está basado en herramientas de predicción asistidas por computadora que se aproximan a una célula práctica, en un ambiente de propagación. Actualmente la planeación y dimensionamiento de un sistema (Número de células, tamaño) es hecho por software.

La distancia entre dos células hexagonales está dada por la siguiente ecuación:

$$2r_0 \sqrt{3} R_0 \approx 1.732R_0$$

Dos células hexagonales adyacentes son equivalentes a dos círculos traslapados. Esta región de traslape es la región de handover.

### Área de cobertura

La cobertura de la célula depende principalmente de dos tipos de parámetros:

- Definidos por el usuario. Potencia de transmisión, altura de las antenas, ganancia de las antenas, ubicación de las antenas y directividad.
- No definidas por el usuario. Ambiente de propagación, colinas, túneles, follaje, edificios y/o construcciones.

Ambos parámetros influyen enormemente sobre la cobertura de RF, sin embargo, los no definidos por el usuario son difíciles de predecir y varían de acuerdo al lugar. Debido a estos parámetros es que las células en la práctica son muy irregulares en su cobertura.

Debido a estas dificultades, en años recientes, se han desarrollado varios modelos para predecir la propagación de RF tomando en cuenta los dos tipos de parámetros (sobre todo los no definidos por el usuario). Estos modelos son probabilísticas y estadísticos. Los modelos más utilizados son:

- Okumura-Hata para ambientes urbanos, suburbanos y espacio abierto
- Walfish-Ikegami para ambientes urbanos y urbano denso

La mayoría de las herramientas de predicción basadas en computadora (software), se basan en estos dos modelos, Okumura-Hata y Walfish-Ikegami. Estos modelos de predicción tienen fuertes bases teóricas, pero también se basan en una gran cantidad de datos experimentales (muestras) y en análisis estadísticos. Esto nos permite calcular el nivel de potencia recibida en un medio de propagación dado.

### 1.3.2 LOS ELEMENTO PRINCIPALES

Los elementos de una red celular básica se pueden representar por el Centro de Conmutación Electrónica (MTSO, MTX ó MSC). Lleva a cabo el control y administración centralizado del sistema celular (cerebro del sistema celular). Las estaciones base o radio-bases o cell-sites. Encargadas de la comunicación con los móviles. Y a las unidades móviles o portátiles. Figura 2.8.

Al corazón del sistema de radio celular se le conoce como Mobile Switching Center (MSC).

De manera general, las principales funciones del MSC son:

- Proporcionar la conexión entre la PSTN y las radio bases celulares por medio de troncales (T1).
- Facilitar la conexión móvil a móvil, móvil a PSTN, PSTN a móvil y MSC a redes PSTN.
- Administrar, controlar y monitorear las distintas actividades relacionadas con el procesamiento de llamadas.
- Llevar un record detallado de cada llamada realizada, para efectos de facturación.

Las estaciones base o radio-bases o cell-sites son localizadas de manera adecuada en distintos puntos dentro del área de servicio y son el corazón de cada célula. La estación base incluye el equipo necesario, torres, antenas, transmisor, receptor, computadoras.

El área de cobertura de una radio – base (tamaño de célula) puede variar desde menos de 1 kilómetro a algunas decenas de kilómetros, esto depende del ambiente de propagación (urbano, rural, semi-urbano, urbano-denso) y de la densidad de tráfico. Por ejemplo, en un ambiente urbano-denso el radio de la célula podría variar desde menos de 1 Km hasta menos de 5 Km.

A las unidades móviles y portátiles normalmente se les conoce como unidades de suscriptor, o unidades de abonado o simplemente unidades móviles. Un suscriptor o abonado es un cliente que se suscribe a un servicio de telefonía terrestre y/o a un servicio de telefonía móvil.

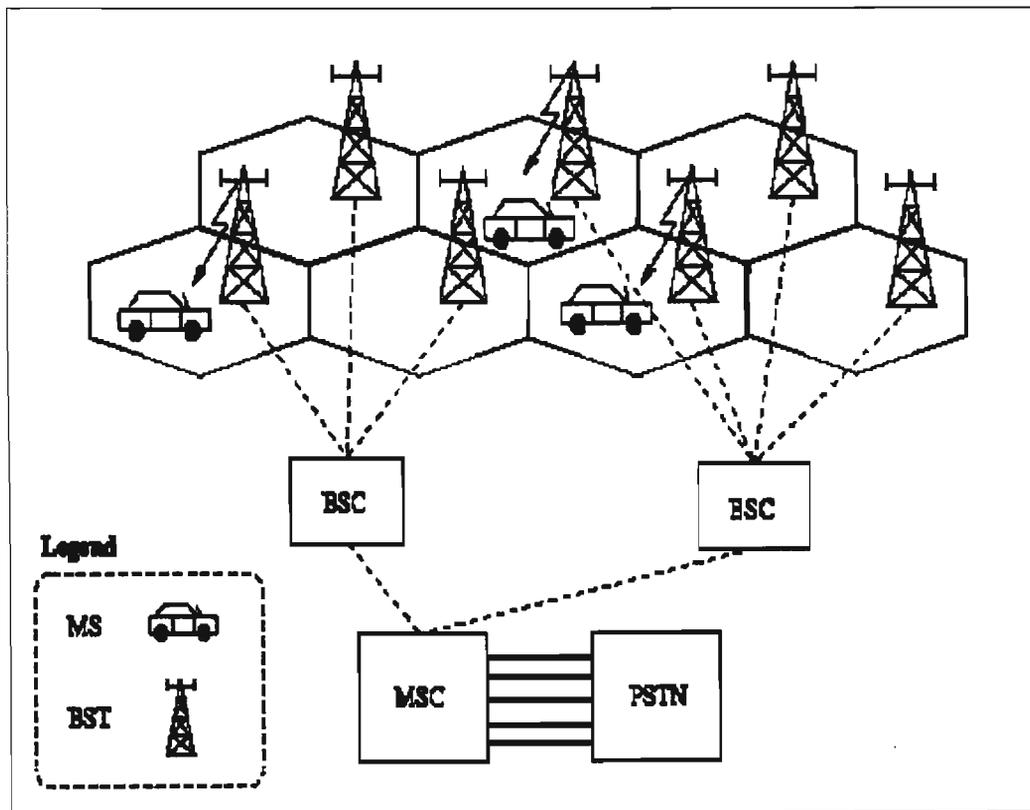


Figura 1.5 Elementos de la red celular

### 1.- Móvil

Móviles: móviles, transportables, portátiles, personales. Constan de: un transceptor de radio, la unidad lógica y de control y la antena. La unidad de control incluye: teclado, pantalla, bocina y micrófono.

En sentido general,<sup>4</sup> todos estos teléfonos son móviles, porque pueden usarse en automóviles o durante traslados. Así mismo, los transportables son un tipo de teléfono portátil, con características comunes a los portátiles y los móviles. El teléfono personal es algo más que un portátil porque tiene diseño anatómico y cabe en un bolsillo.

## 2.- Estación base

Provee la interfaz entre el MSC y las unidades móviles. Contiene una unidad de control, gabinetes de radio, antenas, una planta de alimentación y terminales de datos. Es un control central para todos los usuarios de la célula. Se compone de: un transceptor de radio, un amplificador de potencia, la unidad de control y la antena.

## 3.- MSC

El MSC es un producto de conmutación digital para telefonía celular. Tiene diferentes acrónimos tales como DMS-MTX (Digital Multiplex Switch – Mobile Telephone Exchange), MTSO (Mobile Switching Office). El nombre depende del fabricante.

Las funciones celulares que proporciona son:

- Administra y controla el equipo y las conexiones de las estaciones base.
- Soporta varias técnicas de acceso múltiple como: AMPS, TDMA, CDMA y CDPD.
- Proporciona la interfaz con la PSTN.
- Proporciona y administra el registro de ubicación de usuarios locales HLR (Home Location Register).
- Soporta inter-conectividad entre sistemas.
- Soporta funciones de procesamiento de llamadas.
- Proporciona la medición y monitoreo de operaciones, así como facturación.

### 1.3.3 TAMAÑO DE LAS CELULAS

Las estructuras o modelos que permiten, de forma ininterrumpida la cobertura de una determinada área, son configuraciones a modo de panal de miel, basadas en 4, 7, 12 o 21 células, siendo la de 7 la más común, figura 2.9. El número total de canales por célula, directamente ligado a la capacidad de manejo de tráfico, depende del número total de canales disponibles y del tipo del Plan, según la fórmula:

$$\text{No. de canales por célula} = \text{N total de canales} / \text{Plan (4, 7, 12, 21)}$$

Cuantas más pequeñas sean las células, mayor serán el número de operaciones intracelulares del sistema, al poder asignar conjuntos de frecuencias diferentes para áreas o células distintas.

Pero también existen clusters de una sola célula, estos se dan en los sistemas que utilizan la tecnología CDMA y reduda en un aprovechamiento total de canales.

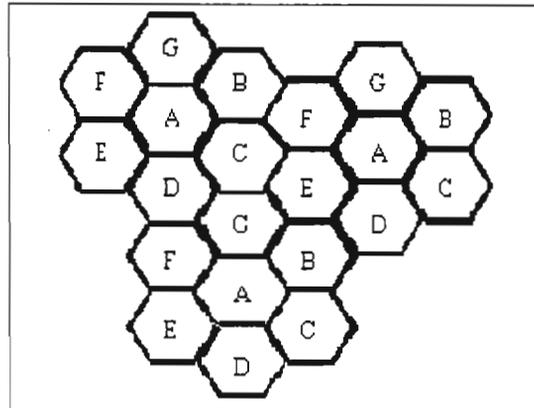


Figura 1.6 Clusters de 7 células

### Tamaños celulares

Otra cosa que también influye en el tamaño de las células y que tiene también una relación directa con la organización de los clusters es la cantidad de tráfico, de hecho, debido a esto es que se deben hacerse más pequeñas para aumentar el número e incrementar el reuso de frecuencias. Existen diversos tamaños, que pueden cubrir desde áreas mayores a 35 Kms hasta menores de 50 mts. Figura 2.10.

Una célula se define por:

- Tamaño físico
- Tamaño de la población
- Patrones de tráfico de la zona urbana

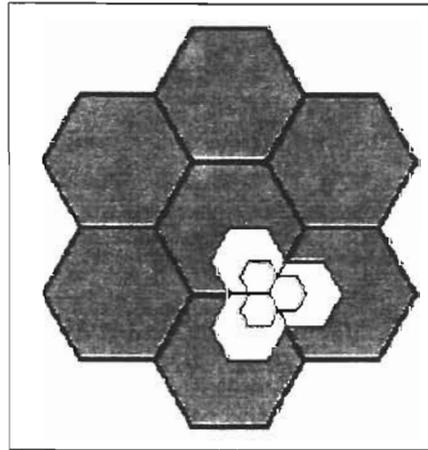


Figura 1.7 Tamaños de células

Como ya vimos anteriormente, el tamaño de las células no es algo fijo, pero para poder trabajar con un área de cobertura, debemos dividirla y estructurarla, esto es porque se utilizan las células hexagonales, y los diferentes tamaños de éstas.

### Mega células

Una vez que ya hemos explicado lo que es una célula, y como son establecidas, podemos ver, que dependiendo del tráfico en una zona determinada, es ampliar o reducir la cobertura celular, existen diferentes tamaños de células ya establecidas, cada una de ellas con un radio celular específico.

Las mega células son las que más amplia área de cobertura soportan, con un radio mayor a los 35 Kms. Estas células, como podemos ver, se han establecido en ambientes de muy poco tráfico o de tráfico ocasional. Las podemos encontrar en ambientes rurales o en cobertura de carreteras, con estas es posible cubrir una gran extensión de tierra con una sola radio base.

### Macro células

Las macro células se encuentran en el rango de 1 a 35 Kms. Estas células están diseñadas y varían su tamaño con respecto, también, al tráfico de la región. Se han establecido en ambientes urbanos poco densos, así como en ambientes rurales con buena cantidad de tráfico. Estas células proveen servicios en ambientes outdoor y vehiculares. Sin embargo para ambientes urbanos intensos estos dos tipos de células no son suficientes.

### Micro células

Las micro células son establecidas como la siguiente jerarquía de tamaño. Su tamaño puede variar a menos de 1 Km. Estas, pueden soportar ambientes urbanos intensos indoor/outdoor. Está claro que para poder proveer estos tamaños, es necesario un

exhaustivo estudio probabilística y estadístico, así como una buen planeación del sistema celular a fin de lograr un buen reuso de frecuencia.

### Pico células

Por último, las pico células, estas están diseñadas para ambientes urbanos intensos y ambientes internos (indoor), llegan a medidas de menos de 50 mts.

#### 1.3.4 EL TRASPASO DE UNA LLAMADA

El handover, o handoff es el proceso por el cual dos radio bases intercambian la prestación de servicios a un usuario. Esto se da cuando durante la llamada, la unidad móvil se mueve fuera del área de cobertura y la recepción se hace débil, la célula pide un handover. El sistema conmuta la llamada a un nuevo canal en una nueva célula o sector sin interrumpir la llamada y sin alertar al usuario. La llamada continua tanto como el usuario lo desee. Este proceso tiene que ser transparente para el usuario. Figura 1.8.

A mayor tamaño de las células (menor tráfico), menor es la cantidad de entregas handover y viceversa: A menor tamaño de células (mayor tráfico), mayor es la cantidad de entregas handover.

El handover, se puede dar a diferentes niveles, desde un sector a otro de una célula sectorizada, entre células de un mismo cluster, entre células de distintos clusters o incluso entre sistemas diferentes.

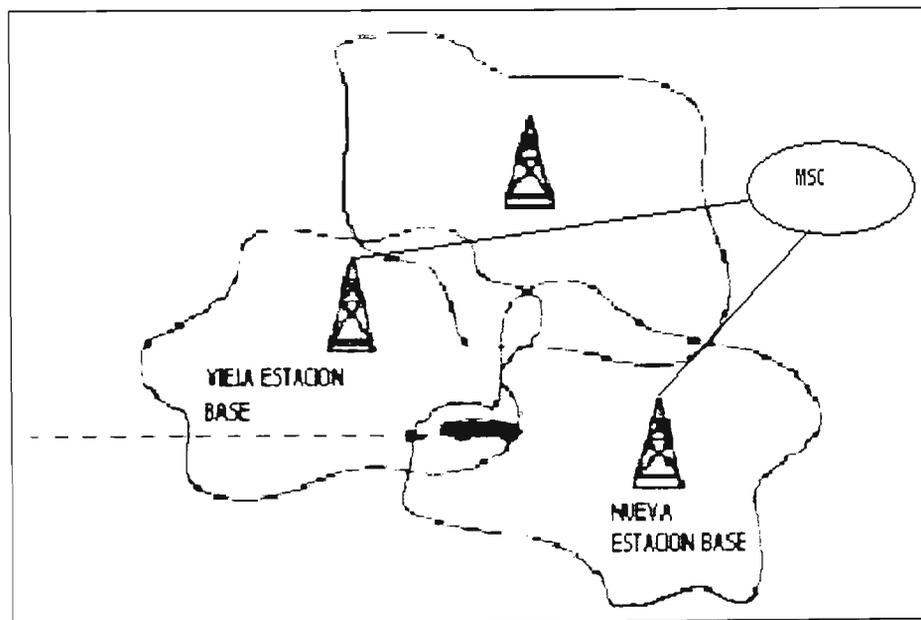


Figura 1.8 Proceso de handover

El handover se realiza por:

- Cambio de célula
- Balanceo de carga
- Mantenimiento (dentro de una misma célula sectorizada)

Se pueden utilizar distintas medidas para decidir el inicio de un proceso de handover:

- Probabilidad de que una nueva llamada sea bloqueada (Call Blocking Probability)
- Probabilidad de que hecho un handoff, la llamada sea terminada (Call Dropping Probability)
- Probabilidad de que una llamada aceptada se mantenga sin cortes hasta el final (Call Completion Probability)
- Probabilidad de que un proceso de handoff solicitado no se realice (Probability of unsuccessful handoff).
- Probabilidad de que un proceso de handoff iniciado no termine de completarse (Handoff blocking probability)
- Probabilidad de que un handoff ocurra antes de terminar la llamada (Handoff Probability)
- Número de handoffs por unidad de tiempo (Rate of Handoff)
- Duración de tiempo durante un handoff en el que una estación móvil no está conectada a ninguna estación base (Interruption duration)
- Distancia recorrida por la unidad móvil desde que se pide el handoff, hasta que se produce (Handoff delay)

### 1.3.5 LOS CANALES DE COMUNICACIÓN

Los canales de un sistema celular son los medios por los cuales se transmite la información entre radio base y unidad móvil, también controlan la forma en que esta información es enviada, la información de control y señalización necesarias para establecer una conversación estable.

#### 1.- Canales físicos

El canal físico está caracterizado por una técnica de modulación, por un nivel de potencia y por una o varias de las siguientes características: ranura de tiempo, código, frecuencia, o área geográfica, según la técnica de acceso múltiple utilizada. Estos canales son los que sirven de enlace en la capa física, en pocas palabras se tratan de canales de radio. Es importante establecer las características que los identifican, pero esto será tratado más a fondo en los siguientes capítulos, y también por separado para cada sistema.

## 2.- Canales lógicos

Los canales lógicos pueden ser usados para enlazar la capa física con la capa de datos dentro de las capas de la red GSM. Estos canales lógicos transmiten eficientemente los datos de usuario, a parte de proporcionar el control de la red en cada ARFCN. GSM proporciona asignaciones explícitas de las ranuras (slots) de tiempo de las tramas para los diferentes canales lógicos.

Los canales lógicos se pueden separar en dos categorías principalmente:

## 3.- Canales de control

Dentro del modelo OSI (Open Systems Interconexión, Interconexión de sistemas abiertos), tabla 2.1, la capa física se relaciona con la de enlace mediante una serie de canales lógicos, que se dividen en canales de voz y datos, conocidos con el nombre de canales de tráfico (TCH), y canales de control o señalización (CCH). Los canales de voz y datos pueden transmitir en dos modos: full (TCH/F) a 22.8 Kbps, y half (TCH/H) a 11.4 Kbps. Un canal físico transmite un canal en modo full o dos en modo half.

Los canales de control llevan comandos de señalización y control entre la estación base y la estación móvil. Se definen ciertos tipos de canales de control exclusivos para subida (uplink) o para bajada (downlink).

Los canales de control pueden transportar datos de sincronización o de señalización. Se distinguen cuatro clases:

- BCCH (Broadcast Control Channel)
- CCCH (Common Control Channel)
- SDCCH (Stand-alone Dedicated Control Channel)
- ACCH (Associated Control Channel)

## 4.- Canales de tráfico

Los TCHs llevan voz codificada digitalmente o datos y tienen funciones idénticas y formatos tanto para el “downlink” como para el “uplink”. Hay seis clases diferentes de TCHs.

Los canales de tráfico en GSM pueden ser de velocidad completa (full-rate) o de velocidad media (half-rate), y pueden llevar voz digitalizada o datos de usuario. Cuando transmitimos a velocidad completa, los datos están contenidos en un ST por trama. Cuando transmitimos a velocidad mitad, los datos de usuario se transportan en el mismo slot de tiempo, pero se envían en tramas alternativas.

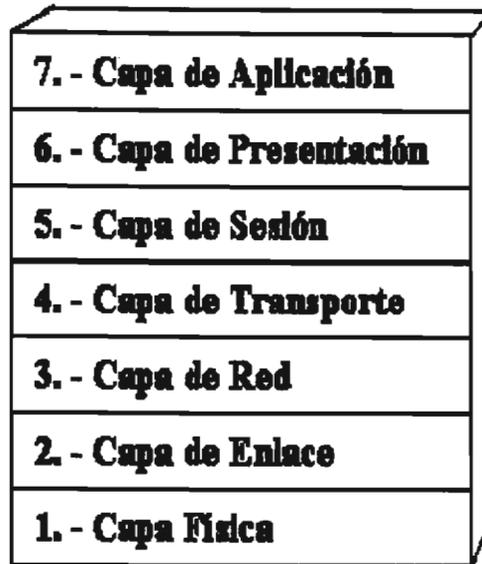


Tabla 1.2 Capas del modelo OSI

Es importante señalar que UMTS establece tres tipos de canales: físicos, lógicos y de transporte, pero esto será explicado más adelante.

#### 1.4 La Red Móvil Global

El principal requisito para un sistema de radio común, es el ancho de banda de radio. Esto había sido previsto, en 1978 se decidió reservar la banda de frecuencia de 900+-25 MHz para comunicaciones móviles en Europa.

El mundo de la telecomunicación en Europa, siempre había sido regido por la estandarización. La Conferencia de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones CEPT (Conference Européenne des Postes et Télécommunications) es una organización para la estandarización presente en más de 20 países europeos. Todos estos factores, llevaron a la creación en 1982 de un nuevo cuerpo de estandarización dentro del CEPT, cuya área era especificar un único sistema de radiocomunicaciones para Europa a 900 MHz. El GSM (Groupe Special Mobile) tuvo su primer encuentro en diciembre de 1982 en Estocolmo, bajo la presidencia de Thomas Haug de la administración sueca. Treinta y una personas de once países estuvieron presentes en este primer encuentro. En 1990, por requerimiento del Reino Unido, se añadió al grupo de estandarización la especificación de una versión de GSM a la banda de frecuencia de 1800+-75 MHz. A esta variante se le llamó Sistema Digital Celular 1800 DCSI1800 (Digital Cellular System 1800). El significado actual de las siglas GSM se ha cambiado y en la actualidad se hacen corresponder con Sistema Global de Comunicaciones Móviles (Global System for Mobile Communications).

### 1.4.1 ARQUITECTURA

La demanda por parte de los usuarios de comunicaciones móviles que les permitan a éstos moverse a través de edificios, ciudades o países, ha llevado al desarrollo de extensas redes de comunicaciones móviles.

El sistema de telefonía celular es el responsable de proporcionar cobertura a través de un territorio particular, llamado región de cobertura o mercado. La interconexión de muchos de estos sistemas define una red inalámbrica capaz de proporcionar servicios a los usuarios móviles a través de un país o continente.

Dentro de una breve descripción de la organización interna de GSM, podríamos identificar los siguientes subsistemas: la Estación Móvil, (Mobile Station, MS), el Subsistema de la Estación Base (Base Station Subsystem, BSS), el Subsistema de Red (Networking Switching Subsystem, NSS). Y por último el Centro de Operaciones y Mantenimiento (Operation and Service Subsystem u OSS), la BSS y la NSS forman la parte operacional del sistema, mientras que el OSS proporciona los medios para que el operador los controle.

La arquitectura de un sistema GSM se divide en 4 subsistemas:

- Estación Móvil (MS)
- Subsistema de Estación Base (BSS)
- Subsistema de Red (NSS)
- Subsistema de Operaciones y Mantenimiento

El BSS provee y maneja la transmisión entre los MSs y el NSS. El NSS tiene la responsabilidad de manejar las comunicaciones y conectar al MSs hacia las diferentes redes o con otros MSs. El OSS provee los servicios de control y de manejo del sistema GSM. La interacción entre los subsistemas pueden ser agrupados en dos partes principales:

Operacional: Las redes externas entre el NSS, el BSS y el MS

Control: OSS de y hacia el servidor proveedor.

#### 1.- La estación móvil (MS)

La estación móvil representa normalmente la única parte del sistema completo que el usuario ve. Los MSs vienen en cinco clases según la potencia, los cuales definen el nivel máximo de potencia de RF que cada unidad puede transmitir.

Un MS se puede dividir en dos partes. La primera parte contiene el hardware y el software que soportan las interfaces radio-humano. La segunda parte contiene datos específicos de la terminal y del usuario en forma de una pequeña tarjeta, la cual puede ser considerada una clase de terminal lógica. Sin la tarjeta SIM, el MS no es asociado con ningún usuario y no puede hacer o recibir llamadas.

El módulo de Identificación del Abonado (“Subscriber Identity Module” ó SIM) es básicamente una tarjeta, que contiene la información relacionada con el abonado. Sus funciones, además de la capacidad de almacenar información, están relacionadas con el área de la confidencialidad.

Cada terminal móvil, debe disponer de una tarjeta SIM, para poder acceder a la red. Esta tarjeta es inteligente y se puede colocar en cualquier terminal GSM. Contiene información que es utilizada en el proceso de autenticación del abonado. La ventaja, es que una vez que ha sido retirada del terminal éste queda inservible. También existe la posibilidad de personalizarla con datos propios del usuario, lo que hace posible que el usuario pueda utilizar distintos terminales a través de la misma.

## 2.- El subsistema de la estación base (BSS)

El BSS está en contacto directo con las estaciones móviles a través de la interfaz aérea. Por lo tanto, incluye las máquinas encargadas de la transmisión y recepción de radio, y de su gestión. Por otro lado, el BSS está en contacto con los conmutadores del NSS. La misión del BSS se puede resumir en conectar la estación móvil y el NSS. El BSS tiene que ser controlado, y por tanto debe estar en contacto con el OSS.

El BSS incluye dos tipos de máquinas: el BTS (“Base Transceiver Station” ó Transceptor de la Estación Base), en contacto con las estaciones móviles a través de la interfaz aérea. Y el BSC (“Base Station Controller” ó Controlador de la Estación Base), en contacto con los conmutadores del NSS.

Un BTS lleva los dispositivos de transmisión y recepción por radio, incluyendo las antenas, y también todo el procesamiento de señales específico a la interfaz aérea.

Las funciones de control de la estación base, pueden ser realizadas por una BSC para varias células, en cuyo caso, el BSS consistirá de varios BTS bajo el control de un BSC. Sus funciones son:

- Codificación / Decodificación de los canales
- Diversidad de recepción
- Búsqueda de las estaciones móviles
- Recepción de las peticiones de canal desde las estaciones móviles

El BSC está encargado de toda la gestión de la interfaz aérea a través de comandos remotos sobre el BTS y la MS, principalmente, la gestión de la localización de los canales de tráfico y de la gestión del “handover”. El BSC está conectado por un lado a varios BTSs y por el otro al NSS (más específicamente a un MSC).

El BSC realiza las funciones de interfaz entre la estación base y el centro de conmutación. Tiene como principales funciones las de control en el subsistema de estación base:

- Gestión de canales de radio
- Supervisión de la estación base

- Traspaso entre canales de la BSC
- Localización de las estaciones móviles
- Adaptador de la velocidad
- Gestión de las transmisiones hacia la estación base
- Corrección de errores
- Handover intracelular en el caso de ser necesario conseguir un canal mejor, debido a que el actual no puede seguir utilizándose por problemas de mantenimiento o interferencias.

### 3.- El subsistema de red (NSS)

El NSS incluye las principales funciones de conmutación en GSM, así como las bases de datos necesarias para los datos de los abonados y para la gestión de la movilidad. La función principal del NSS es gestionar las comunicaciones entre los usuarios GSM y los usuarios de otras redes de Telecomunicaciones. Dentro del NSS, las funciones básicas de conmutación están realizadas por el MSC (Centro de Conmutación de Servicios Móviles), cuya función principal es coordinar el establecimiento de llamadas hacia y desde los usuarios GSM. La interfaz con las redes externas requiere un "gateway" para la adaptación (Funciones de "Interworking"), cuya función es más o menos importante dependiendo del tipo de datos y de la red a la que se accede.

El MSC, es el componente central del sistema, actúa como un nodo de conmutación de ISDN, y además todas las capacidades funcionales necesarias para administrar el abonado móvil, incluyendo registro, autenticación, handovers Inter.-MSC, y enrutamiento a un subscriber de roaming. Estos servicios son proveídos en conjunción con cuatro bases de datos inteligentes. Además también provee la conexión de los usuarios a las redes públicas fija. Funciones:

- Establecimiento, enrutamiento, control y terminación de las llamadas
- Gestión del handover entre estaciones base (BS)
- Mantiene las bases de datos para tratar las peticiones de llamada de los abonados
- Procedimientos necesarios para la conexión con otras redes (EJ: ISDN)
- Autenticación para prevenir acceso no autorizado

Además de los MSC, el NSS incluye las bases de datos. La información del abonado relativa al suministro de los servicios de telecomunicación está situada en el Registro de Posiciones Base ("Home Location Register" ó HLR) independientemente de la posición actual del abonado. El HLR también incluye alguna información relacionada con la posición actual del abonado.

La segunda base de datos identificada en GSM es el VLR (Registro de Posiciones del Visitante, Visitor Location Register), asociado a uno o más MSC, y encargado del almacenamiento temporal de los datos para aquellos abonados situados en el área de servicio del correspondiente MSC, así como de mantener los datos de su posición de una forma más precisa que el éste.

El NSS contiene más elementos que los MSC, VLR y HLR. La llamada es primero encaminada a un conmutador.gateway llamado GMSC, sin ningún conocimiento de dónde está el abonado. Los GMSC están encargados de buscar la información sobre la posición y encaminar la llamada hacia el MSC, a través del cual el usuario obtiene servicio en ese instante.

Las otras dos bases de datos comprendidas en el NSS son el AUC (Centro de Autenticación, Authentication Center) y el EIR (Registro de identidad de equipo, Equipment Identity Register).

El AUC, es una base de datos, que almacena una copia de la clave secreta almacenada en cada SIM card del abonado móvil. El EIR, está encargado de controlar el acceso a la red. Es una base de datos que contiene la lista de todos los equipos móviles validados en la red, cada equipo se identifica con su IMEI (Internacional Mobil Equipment Identity). Un IMEI se marca como inválido, si ha sido por ejemplo robado o no ha sido aprobado.

#### 4.- El centro de operaciones y mantenimiento (OSS)

Como se menciona anteriormente, el OSS tiene varias tareas que realizar. Todas estas tareas requieren interacciones entre algunas o todas las máquinas de la infraestructura que se encuentra en el BSS ó en el NSS y los miembros de los equipos de servicio de las distintas compañías comerciales. El sistema de operaciones y mantenimiento, realiza las funciones de control, supervisión y mantenimiento del conjunto.

- OMC (Centro de Operación y mantenimiento, Operations and Maintenance Centre).
- NMC (Centro de Manejo de la Red, Network Management Centre)
- ADC (Centro de Administración, Administrative Centre).

#### 1.4.2 LA INTERFAZ

GSM ha sido diseñado para satisfacer las necesidades que un medio de comunicación deba ofrecer, tanto en la actualidad como en el futuro.

La interfaz es la que se necesita para comunicar al MS con el BTS, esta interfaz en las redes celulares, se da sobre un enlace inalámbrico por radiofrecuencia (RF). Y es la que precisamente, da el término de móvil a los sistemas de telefonía celular.

Un canal de radio es un medio extraordinariamente hostil para establecer y mantener comunicaciones fiables. Todos los esquemas y mecanismos que usamos para hacer posible la comunicación en el canal de radio, se agrupan en los procedimientos de la interfaz aérea.

Como el espectro de radio es un recurso limitado para todos los usuarios, se hizo necesario un método para dividir el ancho de banda disponible para soportar el mayor número de usuarios posible. El método escogido por GSM es una combinación de TDMA y FDMA. La parte correspondiente a FDMA comprende la división en frecuencias de los 25 MHz de

ancho de banda en 125 frecuencias portadoras espaciadas 200 KHz cada una. Cada una de las portadoras es dividida en el tiempo usando el esquema TDMA.

La unidad fundamental de tiempo para TDMA se le llama ranura de tiempo (Time Slot o período de Bursa). Se agrupan 8 time spot en cada trama TDMA, la cual es la unidad básica en la definición de los canales lógicos.

Los modelos de propagación que se utilizan para GSM son el Okumura Hata y Walfish-Ikegami para ambientes outdoor, para ambientes indoor se decidió utilizar el "sofá partition and Concrete wall attenuation Factor Model".

#### 1.- Características del canal de radio

El canal de radio físico en GSM, es de 200 KHz, modulado por el esquema GMSK. Cada canal esta representado por un time spot, por una frecuencia, un número de canal, una potencia y otros parámetros. También es propenso a ser afectado por ruidos e interferencias, traslapes y retrasos de la información.

Existen tres factores limitantes en un sistema de comunicaciones móviles: la potencia disponible, el ruido e interferencia, y la necesidad de limitar el ancho de banda disponible.

#### 2.- Frecuencias

GSM utiliza dos bandas de 25 MHz para transmitir y para recibir (FDD). La banda de 890-915 MHz se usa para los transmisores desde la MS hasta el BTS ("UL uplink") y la banda de 935-960 MHz se usa para las transmisiones entre el BTS y la MS ("DL downlink"), GSM usa FDD y una combinación de TDMA y FDMA para proporcionar a las estaciones base y a los usuarios un acceso múltiple. Las bandas de frecuencias superiores e inferiores se dividen en canales de 200 KHz llamados ARFCN ("Absolute Radio Frequency Channel Number" ó Números de Canales de Radio Frecuencia Absolutos). El ARFCN denota un par de canales "uplink" y "downlink" separados por 45 MHz y cada canal es compartido en el tiempo por hasta 8 usuarios.

La combinación de un número de time spot y un ARFCN constituyen un canal físico tanto para el "uplink" como para el "downlink".

#### 1.4.3 CANALES DE COMUNICACIÓN

Dentro de GSM podemos establecer dos tipos de canales principales, los canales físicos, que son afectados por las características de la interfaz aérea. Y los canales lógicos, que se encargan del control y transporte de la información.

1.- Canales físicos

Como ya se dijo, el canal de radio físico en GSM es de 200 KHz, modulado por el esquema GMSK. Este canal esta representado por un time slot, por una frecuencia, un número de canal, una potencia y otros parámetros.

Cada uno de los 8 usuarios usa el mismo ARFCN y ocupan un único slot de tiempo (ST) por trama. Las transmisiones de radio se hacen a una velocidad de 270.833 Kbps usando modulación digital binaria GMSK (“Gaussian Minimum Shift Keying”) con  $BT = 0.3$ . El BT es el producto del ancho de banda del filtro por el período de bit de transmisión. Por lo tanto la duración de un bit es de 3.692 ms, y la velocidad efectiva de transmisión de cada usuario es de 33.854 Kbps (270.833 Kbps / 8 usuarios).

Con el estándar GSM, los datos se envían actualmente a una velocidad máxima de 24.7 Kbps. Cada time slot tiene un tamaño equivalente en un canal de radio de 156.25 bits, y una duración de 576.92  $\mu$ s como se muestra en la figura 3.2, y una trama TDMA simple en GSM dura 4.615 ms. El número total de canales disponibles dentro de los 25 MHz de banda es de 125 (asumiendo que no hay ninguna banda de guarda). Dado que cada canal de radio está formado por 8 slots de tiempo, hacen un total de canales de tráfico en GSM. En implementaciones prácticas, se proporciona una banda de guarda de la parte más alta y más baja de espectro de GSM, y disponemos tan solo de 124 canales.

Cada 26 o 51 tramas TDMA, se agrupan en multitramas de 120 o 235 ms, dependiendo de si el canal es para tráfico o control. De la misma manera, 51 o 26 multitramas constituyen una supertrama de 6.12 seg. Por último, componiendo 2048 supertramas se forma una hipertrama de 3 horas, 28 minutos, 53 segundos y 760 ms de duración. Figura 3.3.

Así como existen varios time slot por trama, existen multitramas, hechas de un número fijo de tramas y que alojan combinaciones de canales lógicos. La estructura multitrama-26 es usada para combinaciones de canales de tráfico y la estructura multitrama 51 para combinaciones de tramas de señalización.

Existen varias combinaciones de canales, estas combinaciones son usadas en los canales físicos. En la siguiente tabla se muestran las 7 combinaciones:

I	TCH/FS + FACCH/FS + SACCH/FS
II	TCH/HS(0,1) + FACCH/HS(0,1) + SACCH/HS (0,1)
III	TCH/HS(0) + FACCH/HS(0) + SACCH/HS(0) + TCH/HS(1) + FACCH/HS(1) + SACCH/HS(1)
IV	FCCH + SCH + CCCH + BCCH
V	FCCH + SCH + CCCH + BCCH + SDCCH/4 + SACCH/4
VI	CCCH + BCCH
VII	SDCCH/8 + SACCH/8

Tabla 1.3 Tabla de combinaciones de canales

Para una descripción más fácil, se han agrupado al RACH, PCH y AGCH en el CCCH. Los Burst son las “tramas” o bits que envía el MS hacia la BS's. La estructura tiene asociada una secuencia de 22 bits, que identifica una trama TDMA dentro de un hiperframe dado. Cada time slot dentro de una trama TDMA contiene datos conocidos con el nombre de Burst de 147 bits de longitud (0-147). Existen cinco tipos:

- Normal (NB)
- Acceso (AB)
- Corrección de frecuencia (FC)
- Sincronización (SB)
- Dummy (DB)

El Burst normal, se compone de una secuencia de 3 bits de inicio, 116 bits encriptados, 26 bits utilizados por las interferencias, 3 bits de stop y un período de 8.25 bits vacío, que es utilizado en la llegada de time slots pertenecientes a la misma trama TDMA, que es introducida al modulador GMSK a una velocidad aproximada de 271 Kbit/s. como el intervalo de bit es 3.69 ms, la duración del time slot es de  $156.25 * 3.69 = 0.577$  ms. Si 8 NB son multiplexadas se obtiene una trama TDMA de:  $8 * 0.577 = 4.615$  ms.

- Tail bits. Tres bits al principio y final de cada Burst usados como tiempo de guardia. Estos bits cubren el tiempo de incertidumbre entre la subida de pendiente de la potencia de los Burst.
- Coded data. Dos tiempos de 57 bits cada uno, contienen los datos transmitidos
- Strealing bits. Son la indicación para el decodificador de que el Burst entrante transporta datos de señalización o datos del usuario.
- Training sequence. Es una secuencia fija de bits conocida por el MS y la BS, la cual permite la sincronización de la recepción con el Burst, también ayuda al ecualizador, existen 8 secuencias diferentes.
- Guard bits. No se transmite datos durante este tiempo. Sirve como una banda de guarda para cada Burst.

## 2.- Canales lógicos

Ya hemos empezado a mencionar algunos de los canales de control y de tráfico que se utilizan en GSM, hasta este momento no hemos dado su traducción debido a que la explicación se da a continuación.

Cada canal físico en un sistema GSM se puede proyectar en diferentes canales lógicos en diferentes tiempos. Es decir, cada slot de tiempo específico o trama debe estar dedicado a manipular el tráfico de datos, o a señalar datos (desde el MSC, la BS o la MS). Estos canales lógicos transmiten eficientemente los datos de usuario, a parte de proporcionar el control de la red en cada ARFCN.

Los canales lógicos se pueden separar en dos categorías principalmente:

- Los canales de tráfico (TCH)
- Los canales de control

Los TCH llevan voz codificada digitalmente o datos y tienen funciones idénticas y formatos tanto para el “downlink” como para el “uplink”. Los canales de control llevan comandos de señalización y control entre la estación base y la estación móvil. Se definen ciertos tipos de canales de control exclusivos para el uplink o para el downlink. Hay seis clases diferentes de TCH y un número aún mayor de canales de control, que vamos a describir brevemente a continuación.

### 3.- Canales de tráfico

Los canales de tráfico pueden transmitir en modos full (TCH/F) a 22.8 Kbit/s, y half (TCH/H) a 11.4 Kbit/s. Un canal físico transmite un canal en modo full o dos en modo half y pueden llevar voz digitalizada o datos de usuario. Cuando transmitimos a velocidad completa, los datos están contenidos en un time slot por trama. Cuando transmitimos a velocidad mitad, los datos de usuario se transportan en el mismo slot de tiempo, pero se envían en tramas alternativas.

Se definen en GSM dos formas generales de canales de tráfico:

- Canal de tráfico a velocidad completa para voz (TCH/FS). Lleva voz digitalizada a 13 kbps. Después de la codificación del canal la velocidad es de 22,8 kbps.
- Canal de tráfico a velocidad mitad para voz (TCH/HS). Ha sido diseñado para llevar voz digitalizada que ha sido muestreada a la mitad que la de un canal velocidad completa. En este aspecto GSM se ha anticipado a la disponibilidad de codificadores normalizados de voz a velocidades de unos 6.5 kbps. Después de la codificación del canal, la velocidad es de 11.4 kbps.

Más específicamente, para llevar datos de usuario se definen los siguientes tipos de canales de tráfico:

- Canal de tráfico a velocidad completa para datos a 9.6 kbps (TCH/F9.6). lleva datos de usuario enviados a 9600 bps. Con la codificación de corrección de errores aplicada según el estándar GSM, los datos se envían a 22.8 bps.
- Canal de tráfico a velocidad completa para datos a 4.8 kbps (TCH/F4.8). lleva datos de usuario enviados a 4800 bps. Con la codificación de corrección de errores aplicada según el estándar GSM, los datos se envían a 22.8 bps.
- Canal de tráfico a velocidad completa para datos a 2.4 kbps (TCH/F2.4). Lleva datos de usuario enviados a 2400 bps. Con la codificación de corrección de errores aplicada según el estándar GSM, los datos se envían a 22.8 bps.

- Canal de tráfico a velocidad mitad para datos a 4.8 kbps (TCH/H4.8). Lleva datos de usuario enviados a 4800 bps. Con la codificación de corrección de errores aplicada según el estándar GSM, los datos se envían a 11.4 bps.
- Canal de tráfico a velocidad mitad para datos a 2.4 kbps (TCH/H2.4) Lleva datos de usuario enviados a 2400 bps. Con la codificación de corrección de errores aplicada según el estándar GSM, los datos se envían a 11.4 bps.

En GSM, los datos TCH no se pueden enviar en el time slot cero sobre ciertos ARFCN ya que este time slot está reservado para los canales de control en la mayoría de las tramas. Además, cada trece tramas TCH se envía un canal de control asociado lento (/SACCH) o tramas "idle". A cada grupo de 26 tramas consecutivas TDMA se le llama multitrama. De cada 26 tramas, la decimotercera y la vigésimo sexta se corresponden con datos SACCH, o tramas "idle". La 26ª trama contiene bits idle para el caso cuando se usan TCHs a velocidad completa, y contiene datos SACCH cuando se usa TCHs a velocidad media.

#### 4.- Canales de control

Los canales de control pueden transportar datos de sincronización o de señalización. Se distinguen cuatro clases:

- Broadcast Control Channel (BCCH)
- Common Control Channel (CCCH)
- Stand-alone Dedicated Control Channel (SDCCH)
- Associated Control Channel (ACCH)

Cada canal de control consiste en varios canales lógicos distribuidos en el tiempo para proporcionar las funciones de control necesarias en GSM. Los canales de control downlink BCH y CCCH se implementan sólo en ciertos canales ARFCN y se localizan en el slot de tiempo de una forma específica. Concretamente, estos canales se localizan solo en el time slot 0 y se emiten sólo durante ciertas tramas dentro de una secuencia repetitiva de 51 tramas (llamada multitrama de control del canal) sobre aquellos ARFCN que se diseñan como canales "broadcast". Desde el time slot 1 hasta el time slot 7 se lleva canales de tráfico regulares.

Canales de Broadcast (BCH). El BCH opera en el "downlink" de un ARFCN específico dentro de cada celda, y transmite datos sólo en el primer spot (TS 0) de algunas tramas GSM. Al contrario que los TCH que son dúplex, los BCH sólo usan el "downlink". El BCH sirve como un canal guía para cualquier móvil cercano que lo identifique y se enganche a él. El BCH proporciona sincronización para todos los móviles dentro de la celda y se monitoriza ocasionalmente por los móviles de celdas vecinas para recibir datos de potencia y poder realizar las decisiones de handover. Aunque los datos BCH se transmiten en TS0, los otros siete time slots de una trama GSM del mismo ARFCN están disponibles para datos TCH, DCCH ó están fijados por ráfagas vacías ("dummy"). Dentro de los canales BCH se definen tres tipos de canales separados: Canal de Control de "Broadcast" (BCCH), Canal de Control de "broadcast" (BCCH), Canal de Sincronización (SCH).

Canales de Control Comunes (CCCH). En aquellos ARFCN reservados para BCHs, los canales de control comunes ocupan el TS0 de cada trama que no este ocupada por los BCHs o por tramas idle. Un CCCH puede estar formado por tres tipos diferentes de canales: el canal de búsqueda (Paging Channel PCH) “downlink”, el canal de acceso aleatorio (Random Access Channel, RACH) “uplink”, y el canal de acceso concedido (Access Grant Channel, AGCH) “downlink”. Los CCCHs son los más comunes dentro de los canales de control y se usan para buscar a los abonados, asignar canales de señalización a los usuarios, y recibir contestaciones de los móviles para el servicio.

Canales de control dedicados (DCCH). Hay tres tipos de canales de control dedicados en GSM, y, como los canales tráfico, son bidireccionales y tienen el mismo formato y función en el uplink y en el downlink. Como los TCHs, los DCCHs pueden existir en cualquier spot de cualquier ARFCN excepto en el time spot 0 de los ARFCN de los BCHs. Los canales de control dedicado (SDCCH) se usan para proporcionar servicios de señalización requeridos por los usuarios.

Canales de control dedicado para la señalización (SDCCH).

- El tipo SDCCH/4, que tiene cuatro subcanales, y
- SDCCH/8, con ocho subcanales.

Canales de control asociados (ACCH). Por último, los canales ACCH. Al igual que los SDCCH, son bidireccionales. Siempre se encuentran en conjunción con un canal de tráfico o con un SDCCH. Existen dos tipos de ACCH: Canales de Control Asociados Rápidos (FACCH). Lleva mensajes urgentes. Y contienen esencialmente el mismo tipo de información que los SDCCH y no un canal de tráfico, para esa trama.

El SACCH está siempre asociado a un canal de tráfico o a un SDCCH y se asigna dentro del mismo canal físico. Por tanto, cada ARFCN sistemáticamente lleva datos SACCH para todos sus usuarios actuales. El SACCH lleva información general entre la MS y el BTS. En el downlink, el SACCH se usa para enviar información lenta pero regular sobre los cambios de control al móvil, tales como instrucciones sobre la potencia a transmitir e instrucciones específicas de temporización para cada usuario del ARFCN. En el uplink, lleva información acerca de la potencia de la señal recibida y de la calidad del TCH.

Como última mención, la siguiente tabla muestra los canales disponibles en GSM y su dirección:

Canal lógico	Dirección de la transmisión
TCH	MS ↔ BTS
FACCH	MS ↔ BTS
BCCH	MS ← BTS
FCCH	MS ← BTS
SCH	MS ← BTS
RACH	MS → BTS
PCH	MS ← BTS
AGCH	MS ← BTS
SDCCH	MS ↔ BTS
SACCH	MS ↔ BTS

Tabla 1.4 Canales lógicos y sentidos de transmisión

#### 1.4.4 CODIFICACIÓN

Codificación de voz significa convertir la voz en datos digitales, para lograr esto, se utilizan distintos métodos. PCM es el más utilizado. Sin embargo el grupo GSM ha estudiado varios algoritmos de codificación, con base a una calidad de voz aceptable, hasta que se llegó a la decisión de escoger Regular Pulse Excited – Linear Predictive Coder (RPE – LPC) con un gran lazo predictivo.

La señal vocal digitalizada se codifica con dos códigos correctores de error a una velocidad de transmisión de 22.8 Kbps y ha sido diseñado para que sea compatible con la red digital de servicios integrados (RDSI). Las bandas de frecuencia reservadas para este servicio son 890-915 MHz para el transmisor móvil y 935-960 MHz para el receptor móvil.

Cada 20 ms el VOCODER entrega 260 bits (Net Bit Rate: 13 Kbps) que presentan distintos grados de importancia:

Clase Ia: 50 bits, Clase Ib: 32 bits, Clase Ic: 78 bits.

- Los bits más importantes se protegen utilizando códigos correctores de errores. Se utilizan códigos bloque y convolucionales, dando lugar a 456 bits cada 20 ms (Gross Bit Rate: 22.8 Kbps).
- Una ráfaga transporta 114 bits de información. Puesto que hay 8 ráfagas por trama (4.61 ms) la velocidad de los datos en canal (Channel Bit Rate) es de 114 bits/4.61 ms = 24.7 Kbps.

La codificación de los datos, como lo indica la figura 3.8 es una sola para todos los datos, usando un código convulucional  $r = \frac{1}{2}$ ;  $K = 3$ .

### 1.4.5 SEGURIDAD

La seguridad GSM gira alrededor de la tarjeta del abonado SIM, que consiste en una tarjeta con un número personal de identificación. La tarjeta contiene entre otros parámetros, el IMSI, así como la clave individual de autenticación del usuario ( $K_i$ ), y el algoritmo de autenticación (A3). Cuando se intenta acceder, el MS se identifica en la red, recibe un número aleatorio  $R$ , que junto con la clave  $K_i$ , se usa para calcular la respuesta (S Signed), invocando el algoritmo A3:

$$S = [K_i (A3) R] \quad \text{EC. 3.5.}$$

El resultado S se envía a la red y se compara con la versión local computarizada para autorizar el acceso. La red envía un número clave  $K_n$  al MS, que se usa como clave de cifrado por el emisor y transmisor. Este número  $K_n$  se almacena por la MS y se envía en el primer mensaje a la red. El MS usa la clave de cifrado  $K_c$  usando el algoritmo confidencial A8 almacenado en la tarjeta del usuario SIM, y los parámetros R y  $K_i$ :

$$K_c = [K_i (A8) R] \quad \text{EC. 3.6.}$$

La clave de cifrado  $K_c$  se computa en la red y así no se envía ninguna información confidencial desprotegida vía radio.

Una vez que se ha recibido la información, y la red y la estación móvil conocen  $K_c$ , la red usa un modo de cifrado y se codifican/decodifican todos los mensajes, usando el algoritmo confidencial A5. La confidencialidad del usuario todavía se puede incrementar más, ya que se protege la identidad del usuario cuando la identificación se realiza asignando el TMSI, válida en áreas específicas. El TMSI identifica el IMSI en un área específica, pero fuera de la misma debe ser asociado con una Identidad de Área Local (LAI). La red, más precisamente, el Registro VLR controla las asociaciones TMSI-IMSI y controla el proceso de localización de cada nuevo TMSI en cada área nueva.

El cambio de clave en el encriptado se produce a petición del operador de red y cuando el móvil cambia de una celda a otra (handover).

## **TEMA 2. "COMPONETES PARA LA CONFIGURACIÓN"**

## TEMA 2. COMPONENTES PARA LA CONFIGURACIÓN

### 2.1 Introducción

Un sistema de estación base es responsable del establecimiento de las comunicaciones con las estaciones móviles que se encuentran dentro de su área de influencia, ésta es constituida por una o más células de radio cada una de ellas con una estación base, hoy existen ocho clases de estaciones base en función de la potencia que va desde 2.5 W a 320 W.

Un sistema de estación base está constituido por un controlador de estación base BSC del que dependen una o más estaciones base BTS.

Una estación base está estructurada por un conjunto de transceptores (TRX) que cubren la misma área. La estación base incluye además de los transceptores un módulo que realiza la función de control común de estos transceptores (FCC).

Tomando como base esta estructura existen dos tipos de sistemas de estación base:

- El sistema de estación integrado, donde el BSC y una BTS están integrados en un mismo equipo.
- El sistema de estación base separado, donde el BSC es una entidad distinta de las estaciones base, a las que se conecta mediante una interfaz normalizada denominada interfase A-bis.

Esta última estructura, es la más general. El transcodificador es un elemento que pertenece funcionalmente al BSS pero que puede estar situado físicamente en la BTS, en el BSC ó externo al BSS (junto a la central de conmutación móvil). La función del transcodificador es convertir la velocidad neta utilizada en los canales de radio (inferior a 16 kb/s) a la velocidad normalmente utilizada en la red fija (que es de 64 kbit/s).

El que esta conversión no se realice hasta el final posibilita que se puedan multiplexar 4 canales de 16 kbits/s en uno de 64 kbit/s ahorrando capacidad de transmisión, en el interfaz entre la BTS y el BSC y en el interface entre el BSC y la central de conmutación (interfase A).

A partir de los tipos básicos anteriormente definidos pueden distinguirse 7 estructuras finales distintas, teniendo en cuenta además la situación del transcodificador, y la utilización de submultiplexación en el interfase A-bis. (BSS del 1 al 7). Además de esta clasificación existen otras características funcionales, opcionales dentro de la especificación GSM, que determinan dentro de cada uno de estos tipos diferentes sistemas de estación base. Hay unas características funcionales que son fundamentales, como es el caso de la función de salto de frecuencia (SLF), función de control de potencia (CP) y la función de transmisión discontinua (TXD).

La interconexión del BSS con las demás entidades del sistema GSM se define utilizando un modelo basado en el modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI) recogido en las recomendaciones CCITT X200 y X210.

Dentro de cada capa están las entidades. Las entidades de distintos sistemas que pertenecen a la misma capa, pueden intercambiar información entre si.

Las entidades de un mismo sistema situadas en capas adyacentes interactúan entre ellas a través de su frontera común. De esta forma las capas inferiores prestan sus servicios a las capas superiores.

Todos los sistemas del BSS: El interfase radio, la interfaz A y el interfase A-bis se han definido utilizando un modelo con las siguientes tres capas:

- Capa 1 (capa física)
- Capa 2 (enlace de datos)
- Capa 3 (capa de operación)

La capa 1 coincide con la capa inferior del modelo OSI, y soporta todas las funciones necesarias para la transmisión de una secuencia de bits sobre un canal establecido en un medio físico de transmisión.

La capa 2 es la capa de enlace de datos, y tiene como misión permitir el intercambio de tramas de información entre dos entidades conectadas a través de un medio físico.

La capa 3 comprende las capas 3 a 7 del modelo OSI, llegando por lo tanto hasta definir la naturaleza de la comunicación requerida para satisfacer las necesidades de los usuarios que requieren establecer una comunicación.

Para definir totalmente la interconexión del sistema, además de esa estructura de capas es necesario también utilizar funciones de gestión del sistema. Estas funciones pueden incluir funciones que son comunes a varias capas y a continuación se mencionan algunas de ellas.

#### Funciones del BSC

- Gestión de canales en el enlace BSC-MSC
- Gestión de canales de radio
  - Configuración de los canales de radio(recibe del OMC)
  - Gestión de secuencias de salto de frecuencia(BSC,OMC) estas secuencias son enviadas por el BSC hacia el BTS
  - Selección de canal, supervisión del enlace y liberación de canal
  - Control de potencia en el móvil. Determinación del nivel de potencia necesario en el móvil.
  - Control de potencia en la BSS.

- Determinación de la necesidad de realizar cambio de canal.

## Funciones de la BTS

### Gestión de canales radio

- Supervisión de canales libres, y envío de información de estos hacia la BSC
- Temporización de bloques BCCH/CCCH. Edición de mensajes de aviso

### Detección de accesos al sistema por parte de móviles.

- Codificación y entrelazado para protección de errores.
- Determinación del avance de temporización que hay que utilizar para una comunicación con el móvil.
- Medidas de intensidad de campo y calidad de las señales recibidas de los móviles.
- Recepción de medidas enviadas por los móviles sobre condiciones de intensidad y calidad.
- Opcionalmente la BTS puede realizar un pre-procesamiento.
- Construcción de los mensajes de aviso a partir de la información recibida desde la BSC.
- Detección de acceso por traspaso de un móvil, y comprobación de la identificación de referencia de este traspaso de acuerdo con la información recibida desde BSC.

## 2.2 Nodos

### 1.- Nodo TRC

El nodo TRC tiene conexión con el transcodificador y el nodo stand alone. El nodo TRC requiere sus propios componentes para la plataforma del hardware AXE 10 tal como APZ, IOG, GSS y TSS; los cuales son tan buenos como el hardware del transcodificador.

El TRC es conectado a la MSC vía la interfase A y a la BSC vía la interfase Ater.

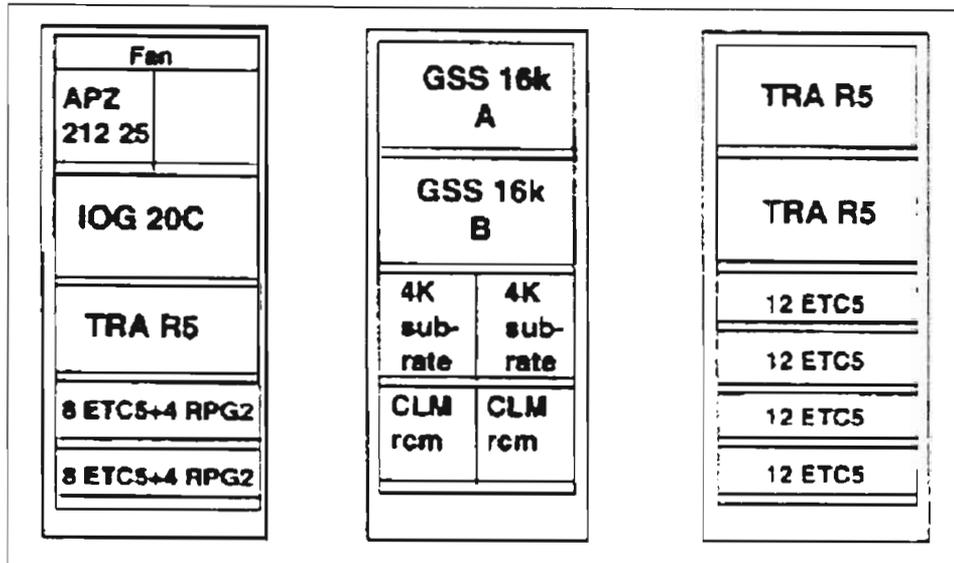


Figura 2.1 Gabinetes para el TRC

El nodo TRC tiene la capacidad de soportar hasta 16 BSCs en la interfase Ater. En los transcodificadores las conexiones de la TRC pueden asociarse entre todas las BSCs con la TRC. Una de las BSCs conectadas pueden permanecer sobre la misma plataforma física como la TRC, que es una combinación BSC/TRC como elemento de la red.

Una TRC puede ser conectada hasta con cuatro MSCs. Estas hacen posible la construcción de TRCs más grandes soportando varias MSCs. Una BSC es controlada por una BSC específica.

La TRC puede contener varios tipos interconectados del transcodificadores, una interconexión por tipo de transcodificador, por ejemplo (Full Rate), (Enhanced Full Rate) y (Half Rate).

La señalización de la interfase A no cambia para estructuras de nuevos sistemas. Para comunicación entre la TRC y una BSC remota una tarjeta C7 basada en un protocolo de comunicación es usada. En el caso de una combinación BSC/TRC la señalización interna entre la TRC y la BSC parte del lado está que es utilizada.

El nodo TRC dirige los medios de transmisión a la interfase Ater. La operación y mantenimiento de señalización que es dirigida por parte de de la interfase Ater es similar a la implementada de la corriente en la interfase A.

Una vez que es dado de alta al nodo TRC un requerimiento de asignación es mandado vía la MSC para la BSC. El requerimiento es mandado directamente a la BSC y puede pasar transparentemente a través de la TRC. La BSC recibe la asignación requerida y después el equipo de la TRC, también indicando a la interfase A el circuito de identificación (CIC) para ser usado para este llamado específico. La TRC asigna al transcodificador una ranura

(time slot) para la interfase A, a la cual se le conecta la interfase A Ter, especificada por la MSC. La TRC responde a la BSC, a la cual establece la conexión para el móvil.

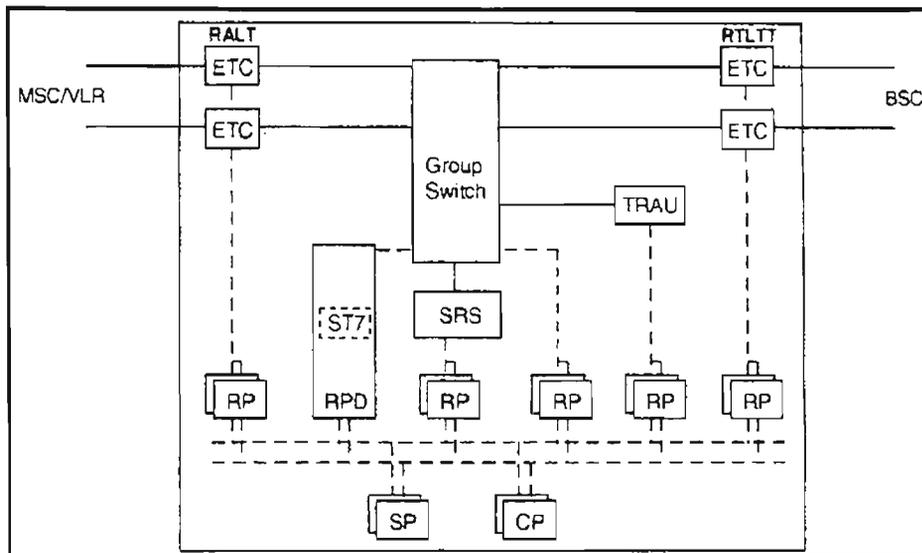


Figura 2.2 Hardware del TRC

## 2.- Nodo BSC/TRC

La BSC/TRC es un nodo combinado entre la BSC y la TRC. Los transcodificadores son colocados para las llamadas básicas, el cual significa una mayor eficiencia de uso de los del transcodificadores. Esta posible inmovilidad forma grupos transceptores (TGs) con semipermanencia conectada a la BSC/TRC, a través de unidades de adaptación (TRAUs).

La BSC/TRC es para aplicaciones de la BSC en media y alta capacidad, la cual es de más de 256 TRXs. La capacidad de direccionamiento de la BSC/TRC es 1020 TRXs. Dentro de la eficiencia de la red pueden conectarse en forma remota las BSCs a la BSC/TRC. Se pueden conectar hasta 15 BSCs remotas y la capacidad es más de 1020 TRXs para la BSC/TRC y para éstas BSCs remotas.

Una BSC /TRC de alta capacidad tiene las siguientes ventajas:

- Reduce la carga de la MSC, debido a unos pequeños cambios internos dentro de la BSC llamados handovers y esto es mínimo en el tráfico de áreas pequeñas.
- Una BSC/TRC es más adaptable para trabajar en una banda dual GSM 900 y 1800 que en una BSC de baja capacidad.
- Con nodos pequeños, la operación y mantenimiento será a menor tiempo.

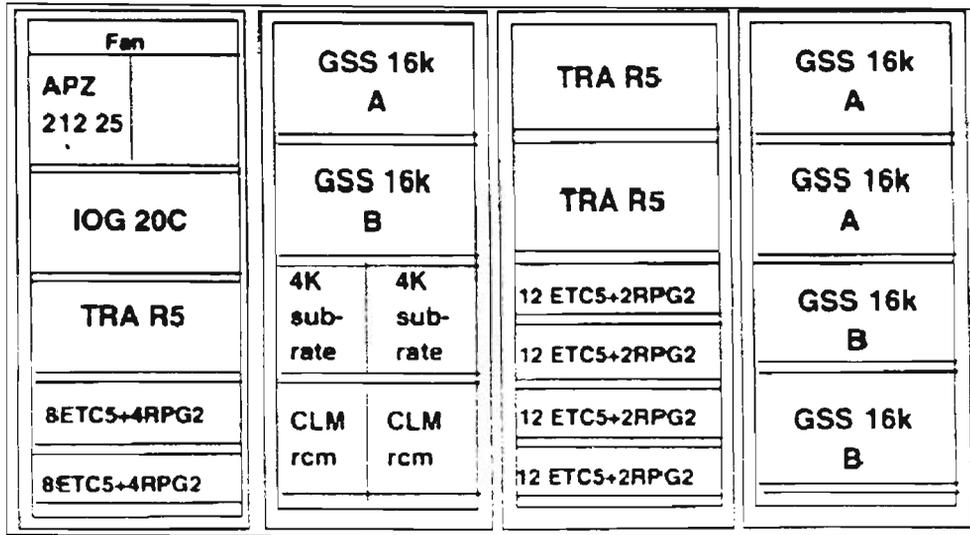


Figura 2.3 Gabinetes Standard para la BSC/TRC

Para un sitio BSC/TRC se colocarán de 250 a 300 TRXs y se necesitarán 3 gabinetes; y para una escala completa BSC/TRC soportará hasta 1020 TRXs y se necesitarán de 7 a 8 gabinetes.

En la BSC/TRC los circuitos ordinarios terminal de intercambio (ETCs) son usados como la interface tanto para la MSC como para la RBS. La transmisión encaminada por el lenguaje y la señalización es completa en un enlace PCM de 1.544 ó 2.048 Mbps. El lenguaje es conmutado a través del interruptor de grupo (GS) en la BSC.

El conmutador subrate (SRS) es parte del grupo del interruptor del subsistema (GSS) el cuál es usado para llevar a cabo la concentración y multiplexación con el protocolo y el enlace de acceso sobre el canal D.

Para la señalización hacia la MSC, la parte de aplicación del sistema estación base (BSSAP) transfiere los mensajes usando el protocolo transferencia del mensaje (MTP) que es transparentemente a través de la TRC. El MTP utiliza una terminal de señalización conectada a un canal PCM.

La señalización entre la BSC/TRC y los transeptores utiliza la tarjeta manejadora (TRH) para transformar la señalización en formato PADH.

Si el transcodificador es conectado semipermanentemente a los TGs, entonces el TRAU es usado para transformar el lenguaje en información de datos entre los diferentes formatos usados en la interfase-A (MSC-BSC) y la interfase (BSC-RBS).

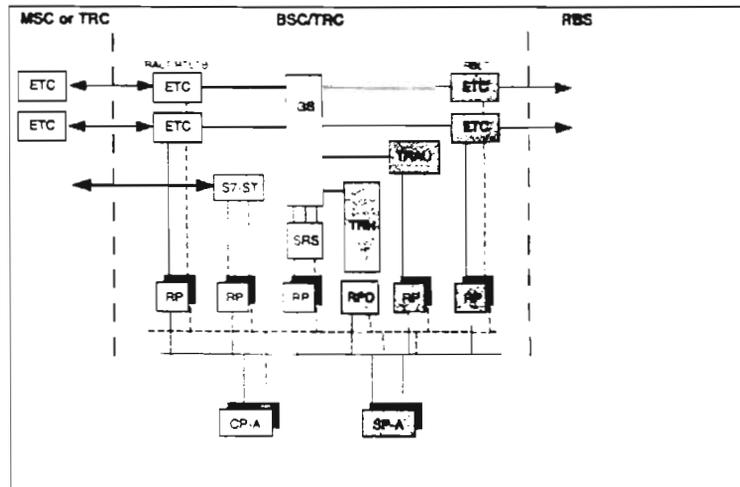


Figura 2.5 Hardware del BSC/TRC

### 2.2.1 TIPOS

El tipo de nodo que viene de fábrica es físico BSC/TRC. El operador puede cambiar por comando los tipos de nodos. Existen 4 combinaciones que se pueden formar a partir del nodo básico.

1.- BSC/TRC a BSC: Esta función soporta el cambio del tipo de nodo físico BSC/TRC a un nodo físico BSC. Este tipo no permitirá el cambio si las BSCs están conectadas al nodo y son externas. El código de identificación del circuito (CIC) para todos los equipos de las interfaces A y Ater la mayoría son combinados. En los equipos transcodificadores la mayoría son en el pre-post estado de servicio.

Cuando el tipo de nodo ha sido combinado a nodo físico BSC es necesario especificar el punto del código destino (DPC) de la asociación con la TRC. Concerniente a la señalización CCIT el indicador de la red debe ser especificado, ya que el indicador de la red no requiere la señalización ANSI.

2.- BSC/TRC a TRC: Esta función soporta el tipo de cambio de un BSC/TRC a un físico TRC. El cambio del tipo de nodo no será permitido si éstos son definidos por algunos tipos de transceptores. El CIC para todas las interfaces tipo A, utilizado por la BSC en el nodo físico BSC/TRC, está siendo cambiada y todas las interfaces deben ponerse en estado de pre y post servicio.

3.- BSC a BSC/TRC: Esta función soporta el tipo de cambio de un nodo físico BSC a un nodo físico BSC/TRC. Este Cambio de tipo de nodo no será permitido a menos que los CICs para todas las interfaces Ater hayan sido cambiadas.

4.- TRC a BSC/TRC: Esta función soporta el cambio del tipo de nodo, de un TRC físico a un nodo físico BSC/TRC. Este tipo de cambio no será autorizado si no hay un máximo de 16 BSCs conectadas a un nodo físico TRC.

### 2.2.2 PARÁMETROS

La tabla 2.1 muestra a los parámetros para los diferentes tipos de nodos, los cuales son definidos en cada tipo de nodo, para asignados en un nuevo nodo.

Parámetro	Tipo de Nodo		
	BSC	TRC	BSC/TRC
Tipo de Nodo	Sí	Sí	Default <sup>(1)</sup>
A-CIC	-	Sí(RALT)	Sí(RALT)
Ater-CIC	Sí(RTLTB)	Sí(RTLTT)	Sí(RTLTT) <sup>(2)</sup>
Nombre BSC	-	Sí	Sí <sup>(3)</sup>
DPC	TRC, MSC	BSC <sub>(S)</sub>	MSC, BSC <sub>(S)</sub>
Señalización (ANSI, CCITT)	A, Ater	Ater	A, Ater
Trasmisión 24/32 Canales	Ater	A, Ater	A, Ater

Tabla 2.1 Definición de Parámetros basados en cada tipo de nodo

En dicha tabla se pueden ver a las siguientes condiciones:

1. Cuando el sistema es inicializado, el tipo de nodo es definido por la combinación de fábrica BSC/TRC.
2. Los equipos RTLTT/RTLTT24 tendrán definidos las interfases Ater en la combinación de nodo BSC/TRC solamente para conexiones de BSC<sub>(S)</sub> externas.
3. El nombre de la BSC será definido en la combinación del nodo BSC/TRC solamente para conexiones de las BSC<sub>(S)</sub> externas. Para las BSC<sub>(S)</sub> internas serán definidas automáticamente por el nombre de "propia".

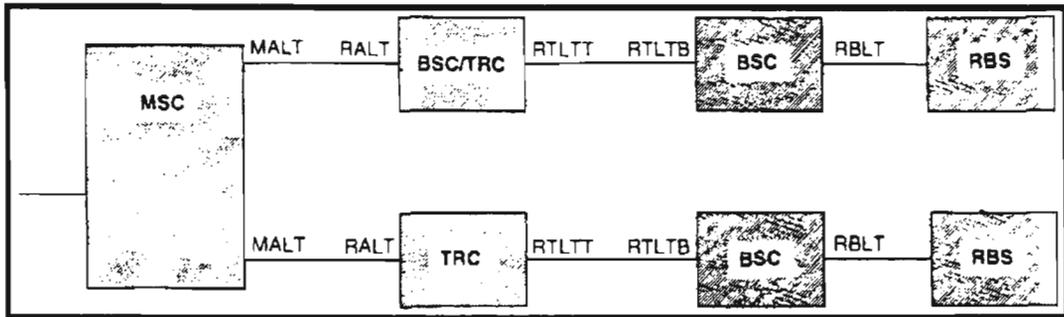


Figura 2.6 Dispositivos

### 2.2.3 NODO (BSC)

Para el nodo BSC el tipo de nodo es dado de alta por el comando RRNTC. El código punto destino (DPC) por la TRC y el indicador de la red (NEI) para la señalización también son dados de alta colocados por el nuevo comando. El DPC es dado de alta para la señalización ANSI.

El circuito para la interfase Ater (CIC) es dado de alta para el dispositivo RTLTB/RTLTT24 usando el comando RADPI y RADCI.

### 2.2.4 NODO CODIFICADOR/DECODIFICADOR (TRC)

El TRC stand-alone es definido usando el comando RRNTC. El comando RRBSI define una BSC en una TRC. El comando especifica la BSC y el DPC de la BSC para ser conectada y la red indicadora (NEI) por la señalización CCITT es también colocada por el nuevo comando.

El comando RACII es usado para definir el equipo TRC Ater con un CIC Ater y la BSC conectada. Complementando este comando define el equipo de interface-A con un CIC y la BSC que ya está conectada.

### 2.2.5 NODO COMBINADO (BSC/TRC)

Para el nodo combinado BSC/TRC el tipo de nodo es colocado usando el comando RRNTC. El comando RRBSI define una BSC en una TRC. La combinación BSC/TRC es por default el valor del nodo.

Los dispositivos de la interface-A son conectados usando el comando de actualización RACII. Si el nombre de la BSC es omitida o dado como "own" en el comando, la BSC es interna para la combinación BSC/TRC.

El CIC para todos los dispositivos RALT y los equipos RTLTT/RTLTT24 son también especificados en el comando RACII. Los comandos para colocar la DPC por la MSC son RADPI y RADCI.

## 2.3 Componentes del nodo (BSC)

### 2.3.1 DIAGRAMA A BLOQUES

En la figura 2.7 se muestran a los componentes que forman a la BSC y TRC; en los subtemas siguientes se describen sus características básicas.

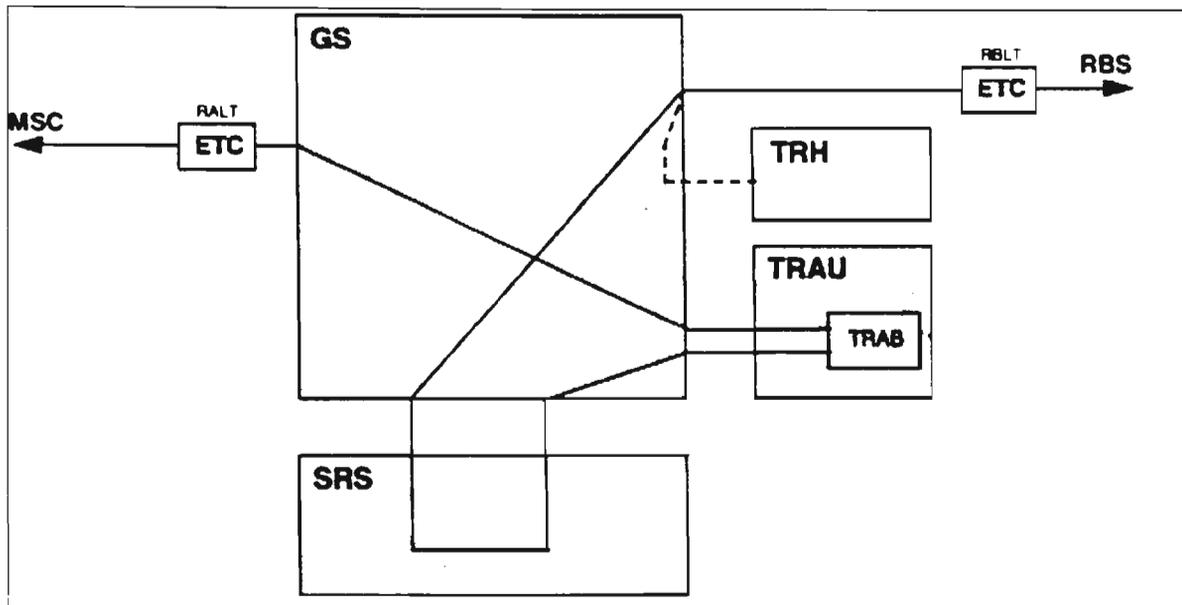


Figura 2.7 Diagrama a bloques de la interconexión de los dispositivos para las BSC y TRC.

### 2.3.2 LA UNIDAD ADAPTADORA DEL CODIFICADOR/DECODIFICADOR (TRAU)

El transcodificador(TRA) es localizado en la TRC, este también se puede localizar en la BSC/TRC. El TRA es controlado por un procesador regional y en estado activo, es controlado también por la estación radio base vía señalización en banda.

El transcodificador recibe datos de la interfase A y pasan éstos a través de la interfase Abis y viceversa. En la TRC el transcodificador de los datos van dentro de la interface Ater hacia la BSC remota. Los datos del lenguaje PCM recibidos de la interfase-A son primeramente comprimidos dentro de las tramas del lenguaje TRA antes de mandarlos completamente a la interfase A-bis para la estación base.

Las tramas del lenguaje TRA recibidas de la estación base son descomprimidas y convertidas al lenguaje PCM antes de ser reenviadas a la MSC por todas las interfaces-A.

Las tramas de datos V.110 recibidas de la interface-A, son enrutadas hacia los TRAU's sobre la interfase Abis y viceversa.

Cuándo se están usando transcodificadores semi-permanentemente; el TRAU puede ser localizado en la BTS ó en la BSC/TRC. Los sistemas GSM de la marca Ericsson utilizan el TRAU remoto localizado en la BSC/TRC. Este Tipo de transcodificador puede ser usado en conjunto con el transcodificador TRC. La BSC no puede contener algún transcodificador.

Algunas de las funciones del TRA son las siguientes:

- Información de su lenguaje. El lenguaje a 64 kbps de ó para la MSC es el transcodificador a 13 kbps hacia la RBS habilitado para 4 canales comprimidos para ser multiplexado dentro de un canal de 64 kbps.
- Información de control adicional de 3 kbps. Está es agregada a la cantidad de 13 kbps del transcodificador hacia la RBS, para tener una salida final de 16 kbps.
- El porcentaje de adaptación de la información de datos en los sistemas GSM soportan un máximo de 14.4 kbps.
- La función del DTX es permitir al radio transmisor tener un encendido bajo, durante la mayoría de tiempo cuando se da el lenguaje en pausas.

La principal función del TRA es ejecutar el lenguaje de codificación y decodificación, así como el porcentaje de adaptación de datos. Este multiplexa un número de TCH<sub>S</sub> dentro de un canal de 64 kbps mejorado la eficiencia de transmisión entre la BSC y la TRC, está eficiencia de transmisión es mucho mejor a través de la utilización de la SRS.

Si una SRS es habilitada, el lenguaje de transporte de las llamadas o datos pueden ser conmutados vía diferentes unidades de transporte. Los medios del transcodificador pueden ser semipermanentemente conectados para llamadas básicas. En el uso del transcodificador los circuitos dependen de la capacidad de la SRS. El lenguaje de los codecs para Full Rate(FR), Half Rate(HR) y Enhanced Full Rate(EFR) son soportados.

EFR es el codec utilizado por el lenguaje versión algoritmo 2 para los sistemas GSM. EFR ofrece la mejor calidad del lenguaje que se le puede dar a FR.

FR es el codec utilizado por el lenguaje versión algoritmo 1, solamente esta versión codec puede permitir conexiones semipermanentemente. También ofrece incrementar la capacidad del canal de tráfico, dos veces el total de TCH<sub>S</sub> que pueden ser soportados sobre la interfase aérea. Todas las versiones del transcodificador tienen funciones para el DTX.

### Codificación y decodificación

Con toda la información del lenguaje de los transcodificadores se pueden codificar entre 64 kbps con la codificación PCM sobre la interfase-A. 16kbps se usaran para la transmisión del lenguaje la interfase-A. Con el lenguaje FR a 64 kbps el circuito es cambiado a 13 kbps

al cuál se le agrega 3 kbps en la banda de señalización . Las llamadas de datos FR utilizan un máximo de 14.4 kbps y son adaptadas y transferidas sobre 16 kbps en TCH para BTS.

La codificación y decodificación EFR se hace de manera similar a 64 kbps y en 13 kbps. La señalización aplicada da como resultando un canal de 16 kbps.

Para los transcodificadores HR la codificación y decodificación entre 64 kbps y 6.5 kbps se hace agregando señalización en banda, dando un canal total de 8 kbps. Las llamadas de datos HR, a un máximo de 4.8 kbps se pueden adaptar a 8 kbps.

### Hardware TRA R5

El TRA R5 es un procesador de señales digitales reconfigurable ya que tiene una plataforma reconfigurable basada en baja tecnología de voltaje. Un subrack contiene 16 tarjetas para transcodificador. Estas tarjetas pueden ser usadas para diferentes tipos de aplicaciones del codec, para la carga de las tarjetas con diferente software de la TRC/BSC, TRC ó mantenimiento y para el centro de mantenimiento y operación (OMC).

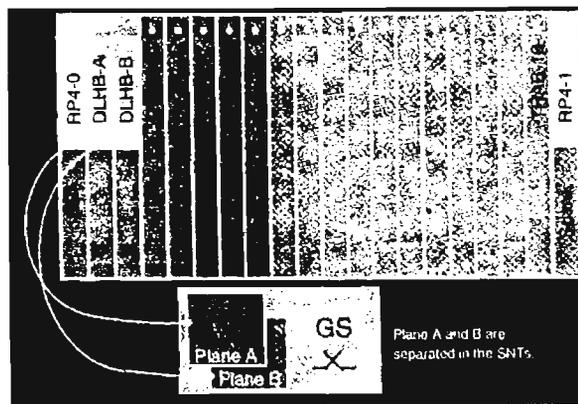


Figura 2.8 Parte frontal del subrack TRA R5

### Configuración

Un subrack tiene 16 compartimentos TRA Ems, 2 Procesadores regionales RPs y 2 tarjetas DLHH. Los TRA Ems son para PCBs de gran altura mientras las otras unidades son para PCBs de media altura, éstos son 24 canales por EM, así un subrack soporta hasta 384 TCHs.

Un LED está en la parte frontal de cada TRAB, y este es controlado por el procesador central, por lo que parpadea para indicar si hay alguna falla en el TRAB.

### Multiplexación y Demultiplexación de canales

La multiplexación del transcodificador ordena un número de canales dentro de un canal de 64 kbps y es utilizado entre la BSC y la BTS. El número de canales multiplexados depende del tipo de lenguaje codec, los cuales pueden ser:

- 4 canales de tráfico para FR ó EFR
- 8 canales de tráfico para HR

En términos de hardware, un TRA-EM consiste de 32 equipos por lo que requiere de 32 GS de entrada y pueden manejar 24 TCHs.

En un FR ó EFR TRS-EM existen los siguientes multiplexores (MUXs) y demultiplexores (DEMUs):

- 6 MUXs manejan 24 canales multiplexados para las BTS
- 24 DEMUXs manejan el demultiplexor de canales para la MSC
- 4 DEMUXs son estáticamente conectados para cada equipo MUX

Dichos equipos se encuentran en la figura 2.9

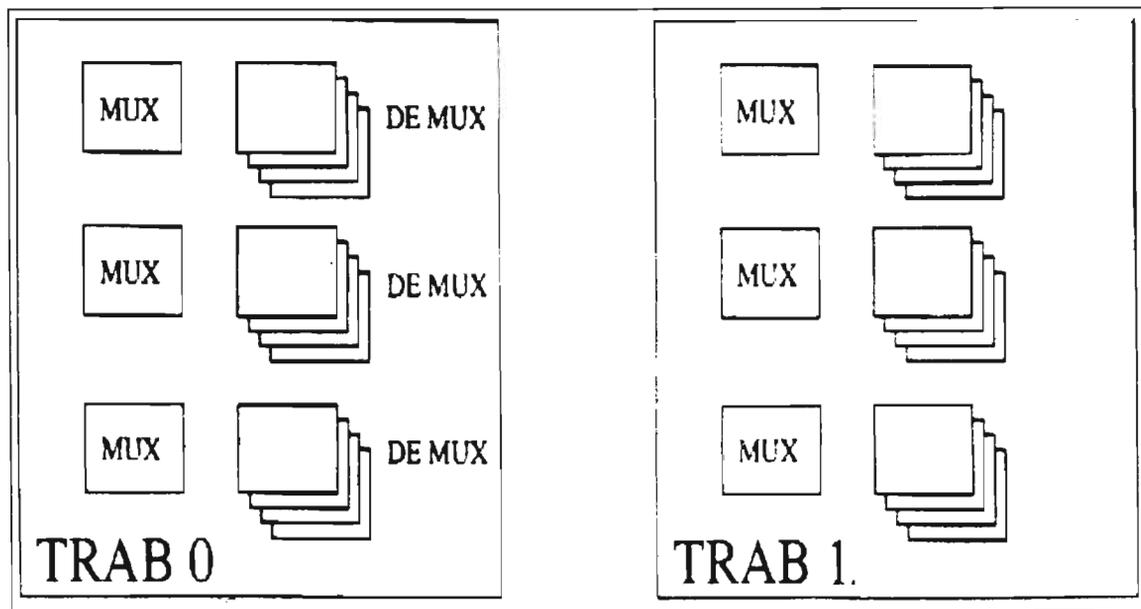


Figura 2.9 TRAB Configurado para FR/EFR

En un HR TRA-HR existen los siguientes multiplexores (MUXs) y demultiplexores (DEMUXs):

- 3 MUXs manejan 24 canales multiplexados para la BTS
- 24 DEMUXs manejan los canales demultiplexados hacia la MSC
- 8 DEMUX son estáticamente conectados para cada equipo MUX

Dichos equipos aparecen en la figura 2.10

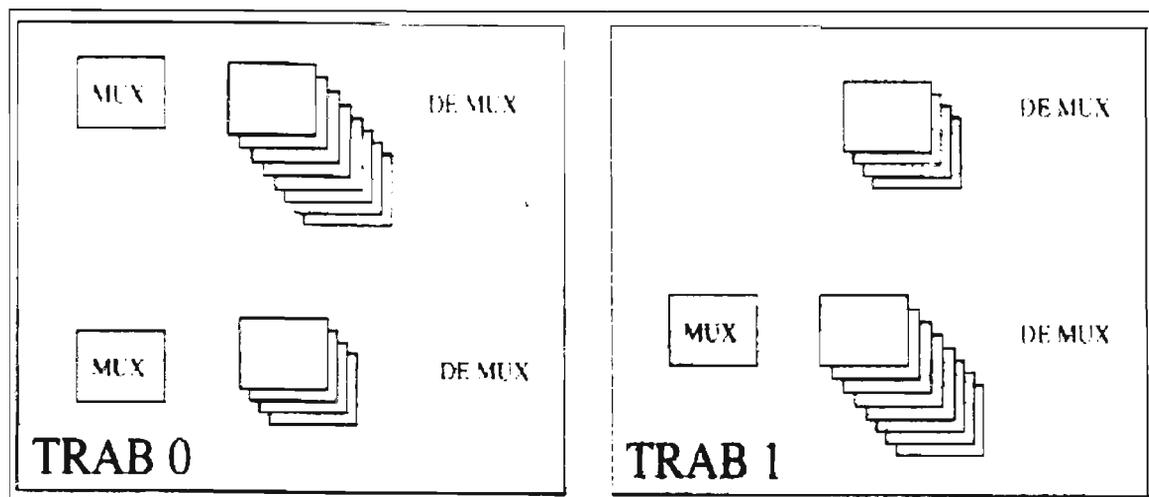


Figura 2.10 TRAB configurado para HR

En ambas configuraciones son utilizados el TRAB 0 y el TRAB 1 de nombre TRA R4 tipo TRAU. La relación entre TRA-EM y una SNT es para cada una.

La conexión y desconexión de un equipo transcodificador de un SNT es ejecutada vía comandos. Un impreso de los estados del equipo transcodificador y las conexiones transcodificador-SNT se puede obtener vía comando.

Antes de que el transcodificador pueda ser puesto para una conexión hacia la BTS, en la mayoría de los casos serán conexiones físicas y lógicas, además manualmente desbloqueada. El transcodificador requerido puede estar semipermanentemente conectado ó puesto en transcodificador de prueba, de acuerdo a lo siguiente:

- Los transcodificadores pueden conectarse semipermanentemente a través del GS para FR solamente. Una vez establecida la conexión, es posible el uso del tráfico, tan pronto como la sincronización sea establecida entre el transcodificador y la BTS.
- El transcodificador de prueba es conectado de acuerdo a la capacidad del TRA. Las conexiones a través del GS para un transcodificador de prueba que es colocado para llamadas básicas.

## Hardware TRA

Lo más común que tiene un TRAU es 6 tarjetas TRAB, soportando 24 canales para la MSC y 6 canales para la BSC. Por lo tanto un TRAU puede soportar tres transceptores (TRXs) ó unidades transceptoras (TRUs), cada abastecedor de TRAB es para 8 lenguajes ó llamadas de datos. El TRAB es conectado a través de la tarjeta de la unidad de temporización (8TPLU). Un segundo tipo de TRAU tiene solamente 8 TRABs.

## Transcodificador en Pool

El transcodificador a prueba administra y supervisa sus propias pruebas. Un transcodificador a prueba es un medio que contiene un número de codificadores soportando un canal específico y una versión del lenguaje. El transcodificador a prueba es utilizado para llamadas básicas para que el hardware del transcodificador instalado opere de una mejor manera.

## Administración del Transcodificador Pool

Un transcodificador a prueba que es identificado por este nombre, solamente puede contener medios de el mismo canal y la versión del lenguaje.

La administración del transcodificador a prueba se divide en las siguientes partes:

- Definición del transcodificador
- Suspensión del transcodificador
- Cambio del número de medios del transcodificador
- Impresión detallada de la administración del Transcodificador

## Transcodificador

Un nuevo transcodificador puede ser definido como un equipo que tiene el mismo codec. Hasta el día de hoy existen tres tipos de codec: FR, EFR y HR. En el futuro serán hasta 32 tipos.

## Suspensión del transcodificador

Para lograr la suspensión de un pool, en el número de canales del transcodificador se programa el valor de cero y la operación de supervisión puede ser desactivada también.

## Cambio de un transcodificador

Este permite que el número de medios del transcodificador pool puedan ser cambiados. Antes de hacerse algún cambio, el transcodificador Pool tiene que ser supervisado y desactivado.

### Impresión detallada de la administración del transcodificador

Este impreso revela el nombre del transcodificador, velocidad del canal, versión del programa, número requerido de medios del transcodificador, número actual de medios del transcodificador, número de idles en los medios del transcodificador, número de medios usados en tráfico y equipos del transcodificador.

### 2.3.3 EL RECEPTOR MANUAL (TRH)

La función del TRH es implementada por las funciones de señalización del LAPD de la BSC/TRC ó BSC para los transceptores. El TRH que es implementado en hardware y software tienen las siguientes características.

- Un TRH manipula ocho equipos RTS TRH Device Handler (RHDEV) ó conexiones físicas en canales de 8 X 64 kbps, siete de éstos pueden mantener enlaces de datos LAPD para la señalización de la BTS. El TRH es cargado en las partes requeridas para usarse los siete, un máximo de cuatro sin carga. El octavo equipo es usado para la supervisión y prueba.
- Los equipo son conectados a los TRUs mediante el GS con cada conexión puesta semipermanetemenete.
- Estós son siete siete programas EM para operación del TRH
  - RHLAPDR
  - RHSNTR
  - RMPAGR
  - RCSCBR
  - RQRCQSR
  - PQUNCR
  - RCLCCHR

Los servidores LAPD para el TRH, son utilizados para la RBS 200 y 2000. El hardware consiste de un PCB llamado también TRB el cuál es controlado por el RPD y este permite la interacción entre diferentes programas regionales sin la función del CP. El RPD está constituido por tres tarjetas.

### TRH

El TRH basado en RPG2 puede manejar hasta 24 TRXs, sin embargo la capacidad del CPU en RPG2 puede ser un factor limitante. La función del TRH es la distribución de la carga pero si este no es utilizado el número máximo de TRXs conectadas a un RPG2 basado en TRH, será 16, de otro modo el límite del tráfico depende depende del modelo.

Las instrucciones operacionales serán para la conexión de un TRH son:

Transceiver Handler to Group Switch Connect  
RPD EM connect

#### 2.3.4 EL INTERRUPTOR (SRS)

El interruptor subrate es una extensión para el grupo de interruptores. Este es suado en todos los tipos de nodos, que son TRC, BSC/TRC y BSC. El funcionamiento del interruptor subrate es permitir la comunicación entre equipo rates excepto los standard a 64 kbps.

La transmisión con el interruptor es permitida de 8 kbps a 56 kbps en incrementos de 8 kbps, este hace posible que los interruptores de diferentes transcodificadores puedan conectarse al mismo circuito de intercambio terminal ETC.

Un módulo del interruptor SRSM incluye hasta 8 unidades SRS, y pueden ser conectadas al GS. Cada unidad SRS es conectada a un TSM como un SNT y este tiene 512 ranuras de tiempo.

La función de la administración del SRS es permitir al personal técnico la conexión y desconexión de los SRS con los GS, para la información de datos a través de los impresos.

La función del mantenimiento del SRS se puede hacer de forma automática o en forma manual, la forma automática detecta errores en el comportamiento del hardware SRS y estos se le presentan al operador, la parte manual permite detectar al operador el error y darle mantenimiento a la unidad.

En la SRS se puede configurar en 8 partes de 0.8 k de 0.5 a 4 k en tamaño.

#### Trayectorias

- Dos trayectorias se pueden hacer a través de la conexión subrate en combinación con el interruptor de posición submultiple (Sub-MUPs) que este disponible, colocado para llamadas half-rate y full rate para los grupos transceptores.
- Ambas conexiones hacerse en forma semipermanente junto con los Sub-MUPs y son usados para conexiones multiplexadas LAPD y para grupos transceptores son conectados semipermanentemente y los multiplexados LAPD son definidos por los TGs.
- En el caso de una sola trayectoria es una conexión que los Sub-MUPs demandan para poder operar y esta es usada cuando se presenta un handover para colocarlo en una conexión enlace bajo con un nuevo time slot o solamente medio time slot, simultáneamente en ambas trayectorias, antes de esto un interruptor es conectado y las viejas conexiones son guardadas. Una conexión de una sola trayectoria no es

utilizada por la SRS, un handover de una sola trayectoria se presenta entre un RALT y un DEMUX.

- La conexión Loop es utilizada para los grupos transeptores interconectados, este Loop se conecta en 16 kbps ó un nivel de time slot en la interface Abis. Este es usado para un Looping Back en una sincronización paterna de la BTS con un nivel de time slot.

### Desconexión

La desconexión de un subrate es manejada por el usuario en on-demand ó situación de falla en conexiones subrate semipermanentes. En una desconexión Sub-MUP s los bits de datos son colocados para el valor de los idle paternos. Los GS inician mandando un idle paterno.

### Handover

Una trayectoria a través de un GS puede ser reacomodada, esto significa que para una conexión de dos trayectorias que se establece entre un Sub-MUP A y B hay un cambio de trayectoria y es el resultado de una conexión para una trayectoria A y C, el proceso de handover subrate en GSS consiste de:

- Establecimiento de una conexión en una trayectoria A para C
- Conversión de trayectorias para obtener una conexión en una trayectoria de A a B y una conexión de ambas trayectorias de A y C
- Releasing en una conexión de una trayectoria de A para B

El paso 2 del proceso es soportar la función de handover, como la conexión existente de una trayectoria es grande, se presiona solamente un botón para que se lleve a cabo la trayectoria. Cada parte de proceso es ejecutada por el usuario.

### Conexión/Desconexión de una unidad SRS para el GS

Después de que un SRS ha sido conectado al GS, una alarma indicara que el nuevo SRS conectado manualmente está bloqueado. El desbloqueo manual tiene que hacerse antes de que la unidad SRS sea utilizado.

El SRS debe ser manualmente bloqueado y otros equipos se conectan al mismo antes de que la desconexión se lleve a cabo. Los equipos conectados semipermanentemente deben ser desconectados cuando se presenta el bloqueo SRS. Después de que el SRS es desconectado se debe checar el manual de bloqueo de la alarma.

El SRS utiliza una interface en paralelo a 40 Mbps para conectarlo a un TSM variante. El SRS siguiendo el concepto de SNT que es de tipo SNTSRS y el cuál es indicado por una variante.

## Comandos

Algunos de los comandos que se pueden utilizar para la Programación de los interruptores son los siguientes:

NTCOI:SNT=SRS-n,SNTP=sntp, SNTV=sntv;  
Este comando conecta la unidad SRS a el TSM.

NTCOEI:SNT=SRS-n,;  
Este comando desconecta la unidad SRS del TSM.

NTCOP:SNT=SRS;  
Este comando imprime la información de la conexión de la unidad SRS.

NTBLI:SNT=SRS-n;  
Este comando bloquea manualmente la unidad SRS en ambos planos.

NTBLE=SRS-n;  
Este comando manualmente desbloquea la unidad SRS.

NTSTP:SNT=SRS-n;  
Este comando imprime el estado de la corriente bloqueada de la unidad SRS.

NTTEI:SNT=SRS-n;  
Este comando inicializa la unidad SRS haciendo una prueba .

BLEMI:EM=SRS-n;  
Este comando bloquea una EM en una unidad SRS sobre un plano.

BLEME:EM=SRS-n;  
Este comando desbloquea la unidad SRS sobre un plano.

### 2.3.5 EL CONTROL MOVIL (MCC)

Esta característica es un diseño especial de un algoritmo para reducir el eco generado por los teléfonos móviles . Esta situación nos da la posibilidad de utilizar un software MCC en el transcodificador. El componente sw en el TRA reduce el eco en intra-PLMN MS-MS. Este puede ser implementado en un nodo combinado BSC/TRC ó en nodo stand-alone TRC, este reduce el eco acústico generado por los teléfonos móviles. En la parte final los usuarios reciben el programa con alta calidad, así lejanamente este ha sido implementado en el transcodificador por el algoritmo especialmente diseñado, en beneficio de la implementación del MCC en el transcodificador y este también trabaja para llamadas intra-PLMN y MS-MS.

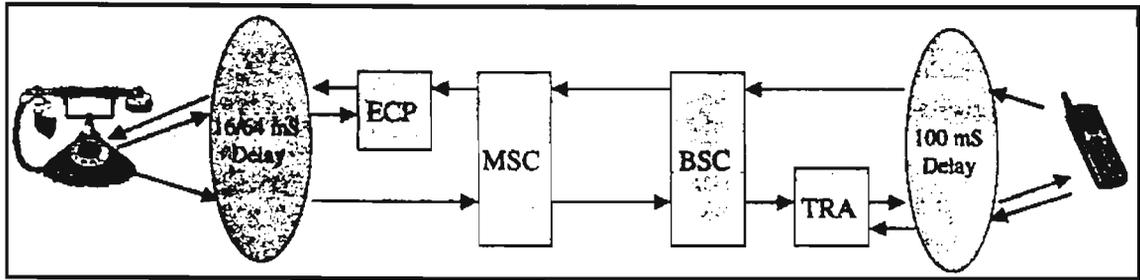


Figura 2.11 Control de interferencia de llamadas en los móviles.

Cuando se utiliza un transcodificador tipo R4 configurado para permitir full rate (EFR) con las características de transmisión y recepción, la capacidad es reducida de 24 a 20 transcodificadores por equipo. Se utiliza un transcodificador tipo R5 y R5B los cuáles no tendrán la capacidad de reducción y soportan las versiones APZ, BYB 501 y/o BY202, no se requiere un nuevo hardware. En los TRA R4, FR y EFR se puede utilizar con el MCC.

### Algoritmo MCC

La función básica de un eco cancelador es sustraer el eco en la parte final del programa PSTN, este es llevado a cabo para la creación de un modelo de programa, mandado por parte del móvil. El modelo es almacenado en un filtro FIR y este es un modelo que como mencionamos sustrae el eco generado. El eco faltante es suprimido por el procesador de nombre no lineal.

El detector de llamada doble apaga totalmente el NLP cuando se presenta una llamada doble. El detector de tono inhabilita el eco cancelador para la comunicación de datos y el fax.

### Funcionalidad Básica

El eco canceller es localizado en la MSC y es dirigido hacia el PSTN. El sistema GSM Ericsson puede tener eco cancellers pool y trunk. El eco canceller en pool es tratado como medio en donde el canceller es seleccionado solamente en caso necesario y es conectado directamente al grupo interruptor. El eco canceller en troncal es instalado en base a tróncales, sí el eco canceller en troncal no es necesario se inhabilita con el control del AXE, ó del time slot de señalización 16.

### Función de control móvil en interferencia

El control móvil de interferencia es una función opcional especialmente diseñada para resolver el problema del eco. Este opera en la misma forma que un eco canceller ordinario pero este directamente actúa hacia la estación la estación móvil y especialmente diseñado para cancelar el eco acústico non-lineal generado en el móvil.

El producto ECP323, sirve para cargar el ECP 323 DSP DSU en el ECP 303 HWP, el software en AXE y el software ECP es un red eco cancelador que sirve para cambiar el eco originado en la red PSTN y simultáneamente ofrece la función del MCC. El hardware ECP 404 puede cambiarse por el ECP424.

Puntualizando, la funcionalidad del MCC es activada en el transcodificador, esto requiere del TRA R4 o uno mayor que es TRA R4 HR excluido. La ventaja es que la función del MCC se presenta incluso en un móvil ó móvil en llamada.

Si el MCC está disponible tanto para el EC como para el TRA, una llamada se podría caer con dos MCCs en una tandem. Esto sin embargo no causará problemas y el MCC seguirá trabajando en una EC y un TRA normalmente.

## 2.4 Interfases

### 2.4.1 INTERFASE TIPO A

#### GSM900/GSM1800

Las bandas PCM de la interfase-A (TRC-MSB ó TRC/BSC-MSB) finalizan sobre los ETCs en los TRC/BSC y son controlados por el software RALT. Los canales de voz y datos cada uno a 64 kbps sobre las bandas son definidos como equipos RALT. El canal de señalización C7 es conectado semipermanentemente a través del GS.

La función de los canales en la interface-A de la MSB son conmutar en la GS para canales codificados de voz en la interface A-bis. La señalización C7 se presenta en las siguientes situaciones:

- Un canal de PCM interconecta dos terminales de señalización (ST-7), uno en TRC/BSC y uno en la BSC así como una interconexión con las terminales de señalización con el GS.
- La más reciente configuración del hardware con el ST-7 y el controlador procesador regional (RPD) el cual tiene un compartimiento para las interfaces conectadas directamente al GS.

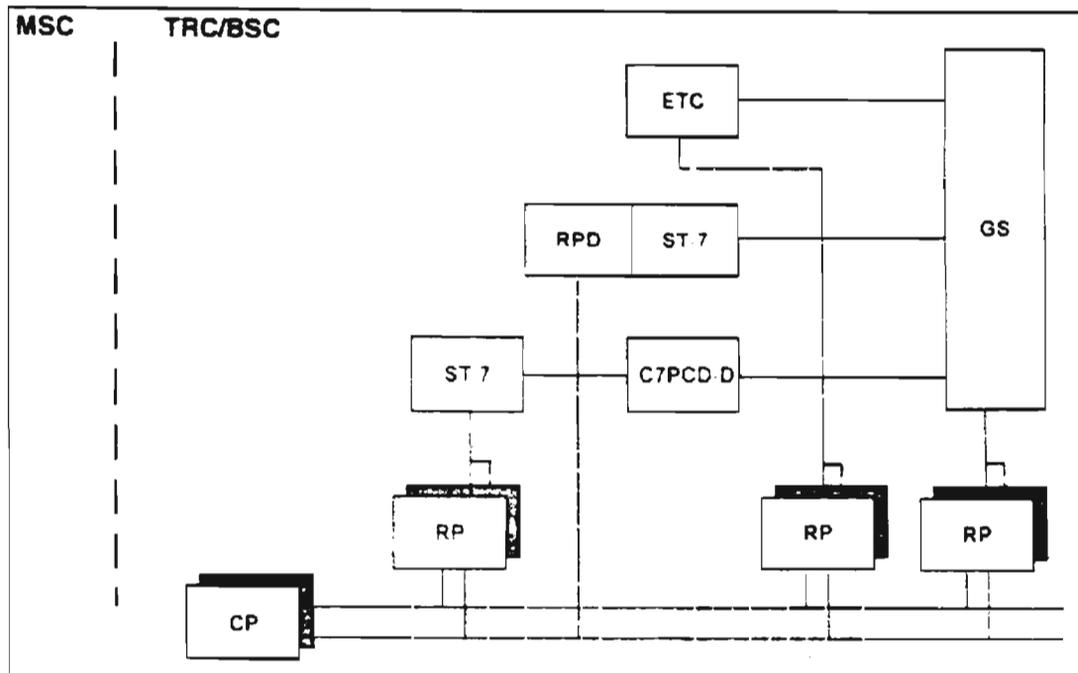


Figura 2.11 Funciones de la interfase para MSC con señalización C7

## GSM 1900

Los canales PCM de la interfase-A (TRC-MSC ó TRC/BSC-MSC) son conectados a los ETCs en la BSC por medio del software RALT. Tanto el canal de voz como el de datos son definidos en los equipos RALT. La señalización SS7 es ordenada por la terminal de señalización-S7 (S7-ST).

La función de los canales de datos en la interfase-A de la MSC son la conmutación en el GS para canales codificados de voz en la interfase -A. La señalización SS7 envía las funciones necesarias para separar una interconexión de las dos S7-STs, una de la TRC/BSC y la de la MSC.

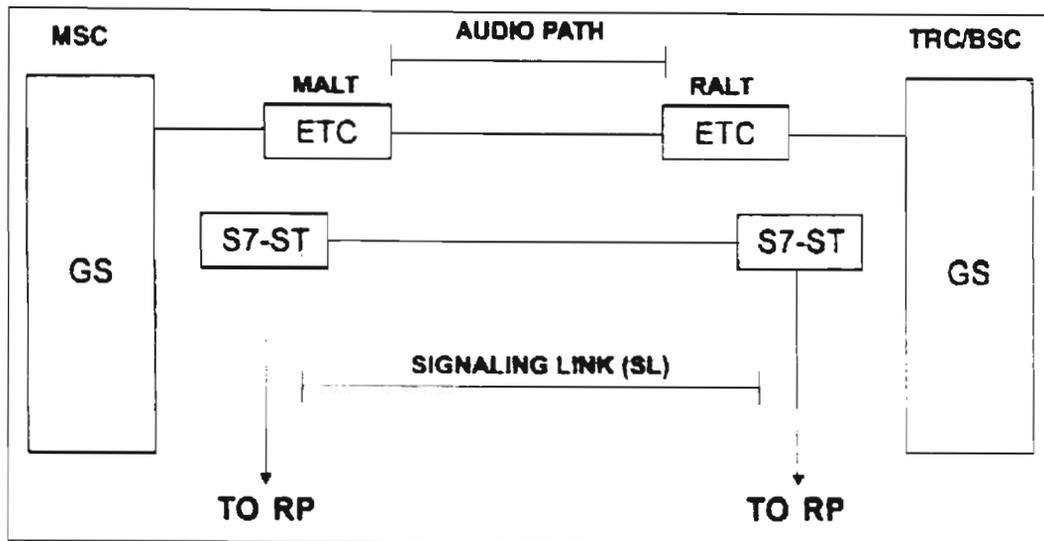


Figura 2.12 Conexión SS7 MTP

### Conexión de un equipo RALT

Un equipo RALT es definido cuando se ha finalizado la conexión esto consiste de un módulo de extensión la señalización de la red terminal, el código de identificación del circuito y el código punto destino y además el equipo se tiene que encontrar en estado de pre y post servicio.

Los posibles estados del RALT son:

- libre
- ocupado
- bloqueado
- en prueba

Estos pasos necesitan ser tomados en cuenta para la conexión de un RALT:

- Conexión de un RP
- Conexión de un EM para RP
- Conexión de la Red de la Terminal Conmutada
- Conexión del equipo de envío digital y el administrador del radio receptor
- Datos de inicio para DIP

### Señalización C7-SS7

El sistema de señalización C7/SS7 es seleccionado para trabajarse en GSM.

El sistema está compuesto de un MTP y un número de las partes del usuario. Un MTP

Permite introducir la conexión de señalización y parte del control en la señalización (SCCP) la cual asigna el número de señalización incluyendo variaciones como las siguientes:

- Conexión orientada donde la primera señal coloca una conexión y el resto de las señales para la misma operación seguida por el mismo envío a través de la red. Todas las señales son mandadas y llegan en secuencia. Las señales CO son relacionadas a través de circuitos, por ejemplo mandando una conexión de voz entre la MSC y la BSC donde la señalización se refiere a un circuito específico para voz del cuál se utilizará en llamada.
- Conexión sin orientación se refiere a cada señal para la misma operación que es enviada independientemente a través de la red. Las señales CL son relacionadas a través de circuitos non, por ejemplo cuando la señalización es solamente para una conexión entre la GMSC y la HLR.

El MTP es implementado en la TRC/BSC por un software y hardware en la terminal de la señalización. El BSSAP en un MTP/SCCP utilizado en la interfaces A y A-ter los cuáles son implementados a través del software.

El MTP está dividido en tres capas:

- Capa 1-Manda un mensaje para el canal de la señalización.
- Capa 2-Checa los datos y corrige algunos errores que se presentan durante la trasmisión
- Capa 3 establece, mantiene, libera las conexiones, envía direcciones y los enruta hacia los circuitos.

Conexión de un MTP capas 1 y 2

La implementación de un MTP en el TRC/BSC son ilustrados en la figura 2.13

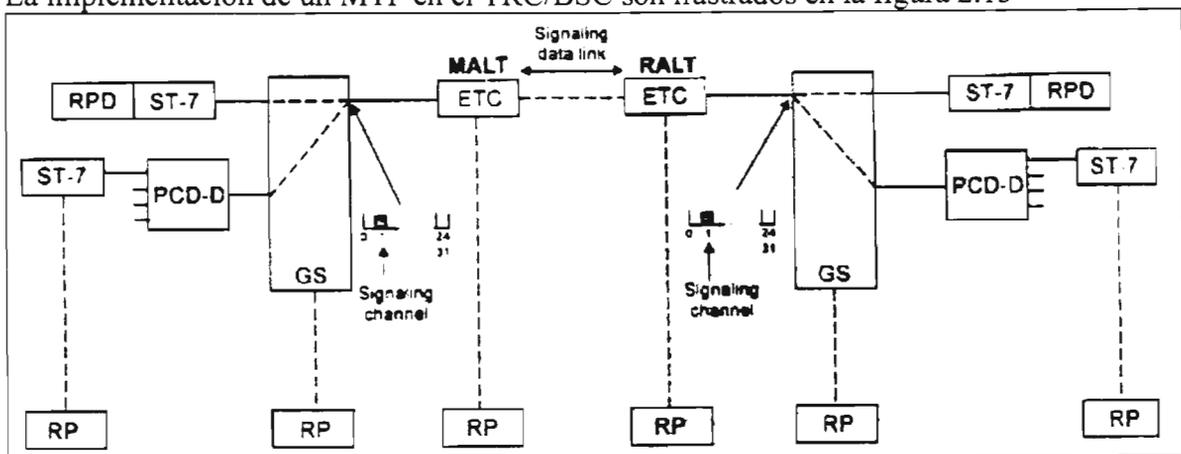


Figura 2.13 implementación de un MTP en la TRC/BSC

4 terminales de señalización operan a 64 kbps y pueden ser conectados en un SNT, el cual da una interfase para el GS.

Resumiendo una señal ST-7 controlada para RPD, es conectada directamente al GS (GSM 900/GSM1800). Los compartimentos C7 -S7 y SNT son ilustrados en la figura 2-14.

Estos pasos son requeridos para colocar las capas 1 y 2 en la BSC

- Definición de un RP ó un RPD
- Definición de un EM
- Conexión de un SNT para GS
- Activación de las conexiones entre los equipos y el GS
- Conexión Semipermanente

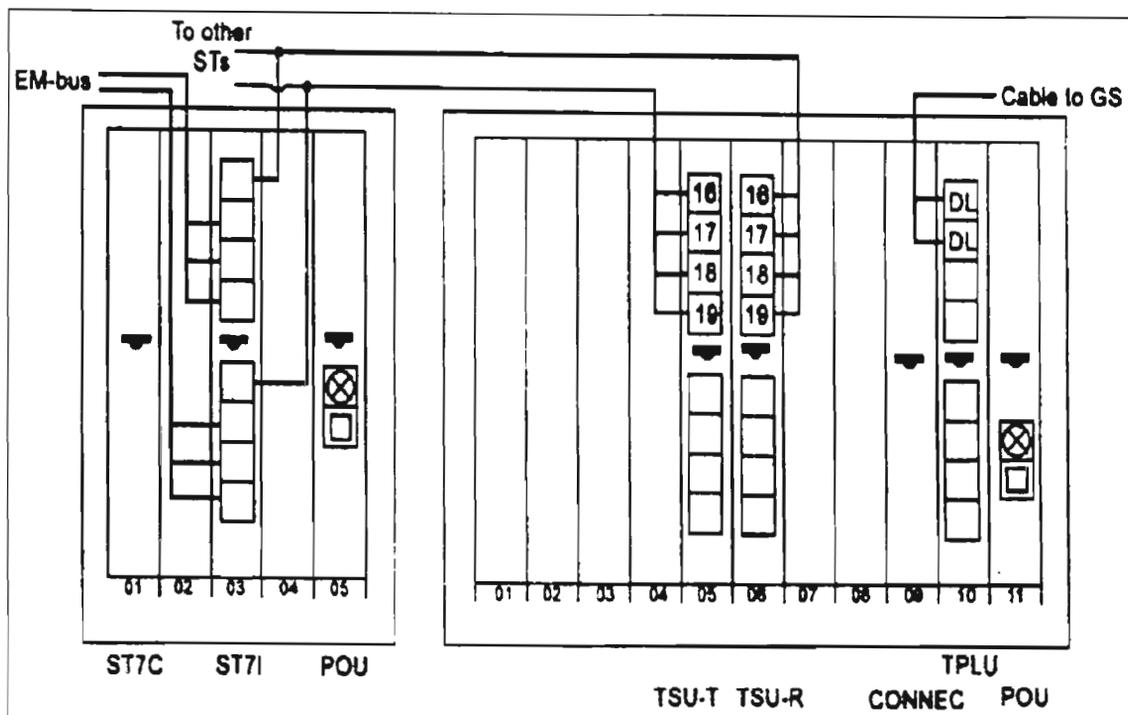


Figura 2.14 Compartimentos C7-ST

### Conexión de un MTP capa 3

El MTP capa 3 maneja la señalización de mensajes así como las funciones de la red. Estas funciones aseguran que los mensajes originados por el usuario sean de forma particular, el cual es parte del punto de señalización ó punto origen los cuales son entregados al mismo usuario en el punto destino. Estas funciones son basadas en el ruteo de una etiqueta que lleva el mensaje de paquetes de datos.

Los mensajes mandados a cada SP consisten de:

- La función discriminación.- Ésta es usada en un SP para determinar si es recibido o no el mensaje en su destino final
- La función distribución del mensaje.- Ésta es usada en cada SP para mandar ó recibir mensajes por parte del usuario
- La función envío de mensaje.- Está es usada en cada SP para determinar la señalización saliente en el mensaje que es enviado.

Señalización con funciones de direcciones en la red

Estás funciones proporcionan la reconfiguración de la red en la implementación de ésta, así como el control de tráfico en caso de saturación.

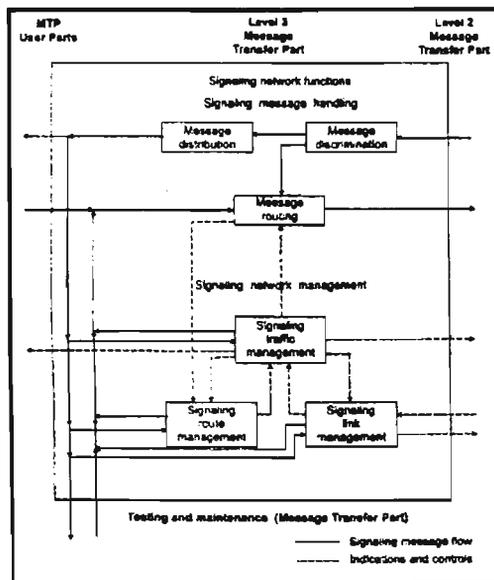


Figura 2.15 Funciones de señalización en la red

## BSSAP

El BSSAP es un protocolo que ha sido desarrollado para la señalización en las interfaces A y A-ter. El equipo utilizado para la señalización con BSSAP debe conectarse semipermanentemente a través de la TRC ó BSC/TRC para la BSC, este utiliza MTP y SCCP. Lo anterior aparece en la figura 2.16

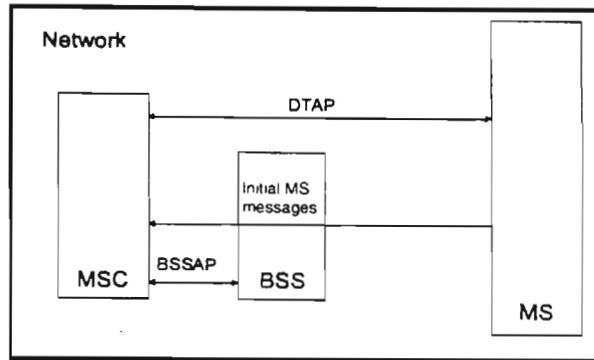


Figura 2.16 Como opera el BSSAP

Este protocolo soporta mensajes mandados entre la MSC y la BSC/BTS, éstos mensajes son enviados a través de la interface-A. Puntualizando este protocolo soporta mensajes transparentemente entre la MSC y la MS. La estructura se invertirá en la figura 2.17

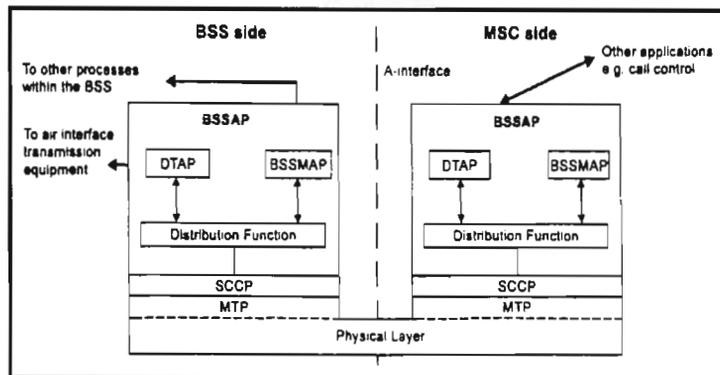


Figura 2.17 Estructura del protocolo BSSAP

El BSSAP está conformado por tres partes:

- El BSSMAP.- Este consiste de señales tal como una cifra en modo comando, modo completo y envío de mensajes. Estas señales son identificadas por la estación móvil y a la vez mandadas entre la MSC y la BSC.
- DTAP.- Este consiste de señales tal como autenticación de solicitud y rechazo, así como el sitio de actualización aceptado y rechazado. Estas señales son asociadas con un específico MS en una conexión de modo orientado. Los mensajes son mandados transparentemente a través de la BSC/BTS.
- Función De distribución.- La cuál divide los mensajes entre el BSSMAP y El DTAP.

### Mensajes de inicio en la MS

Estos mensajes son los que se han enviado transparentemente entre la MSC y la MS, pero para los cuales la BSC agrega alguna información.

Estos son los mensajes llamados con la dirección inicial:

- Solicitud de actualización de localidad
- Respuesta del envío de mensajes
- Separación de la IMSI
- Solicitud de servicio del CM

Cuando la BSC recibe un mensaje inicial, analiza las partes agrega el CGI y lo manda a la MSC en un mensaje con las funciones de la capa 3. El CGI ó también llamado hogar de celdas, puede ser utilizado como cargador y su función es el ruteo de emrgencia de llamadas para el centro más cercano.

#### 2.4.2 INTERFASE TIPO A-BIS

Un ETC es utilizado en la TRC/BSC ó BSC para la interface A-bis con la RBS. El ETC es controlado por medio de un software llamado RBLT y tiene un canal de 2 Mbps ó 1.5 Mbps.

Los canales de 64 kbps en un enlace digital son definidos en el software RBLT, un equipo parecido es utilizado para dar un control del envío de la señalización para la RBS 200 así como un control del TRI, en otras palabras el RBLT permite el envío de llamadas de voz y datos así como el envío de la señalización LAPD para el control de los tranceptores. El equipo AXE controla la señalización enviada para:

- La RBS es funcional en un canal de 64 kbps para un STC y un STR
- Una RBS es integrada con un envío de señalización LAPD

Para el soporte de la señalización LAPD es requerido un TRH y para el soporte del envío de voz se requiere un TRAU.

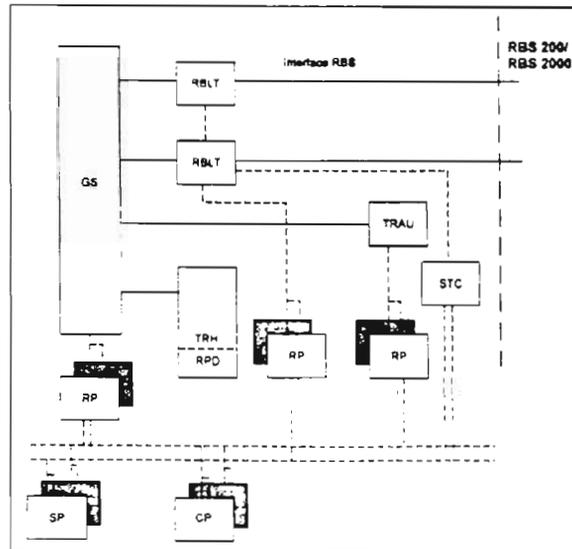


Figura 2.18 Funciones de la interfase BSC-RBS 200

### Conexión de un RBLT

La función del bloque ABIS es parte de la radio transmisión y el subsistema del transporte (RTS) en APT tiene las siguientes características:

- Administra y genera los datos para el RBLT
- Se conecta totalmente si el EM y el SNT son conectados y el equipo no se encuentra en pre ó post servicio.

Los equipos tienen estos estados:

- libre
- bloqueado
- en prueba

Los siguientes se deben seguir para la conexión y desconexión de un equipo de radio en la BTS:

- Cuando la conexión esta en progreso, el RBLT sirve de interface para los TRAU's (TRA R4) y los TRH's en la BSC son localizados por el subsistema de administración transceptor (TAS), antes éstos son identificados
- Cuando se hace la desconexión se identifica y corrige el problema
- La identificación y corrección se llevan a cabo por comando
- El estado del equipo debe estar bloqueado ó en idle en su localidad y la función de localización provee el estado de fault cuando el RBLT lo identifica

- Si el operador utiliza el mismo RBLT dos veces en la configuración por comando se genera una falla que posteriormente se podrá pedir un impreso.

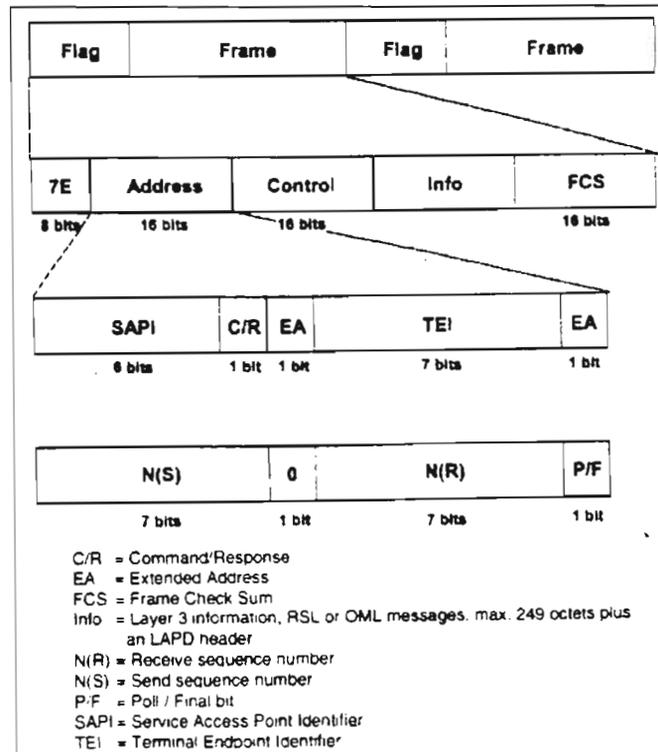
### Señalización LAPD

Los mensajes enviados a través de la interface A-bis utilizan el protocolo LAPD permitiendo la transmisión de la información sin ningún problema. El protocolo LAPD ofrece dos tipos de señales:

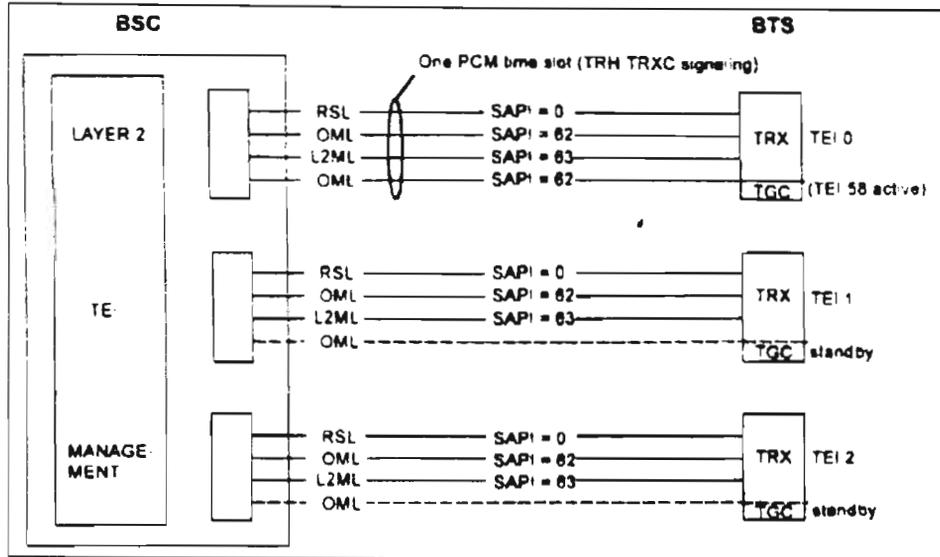
- Admisión (en la mayoría de los casos es el más común)
- Sin admisión (utilizado solamente para la medición de mensajes)

Los enlaces LAPD son emitidos por:

- Enlace de radioseñalización(RSL).- Sirve para el manejo de tráfico a través del procedimientos nivel 3
- Operación y mantenimiento del enlace(OML).- El cuál sirve de procedimiento en el nivel 3 para el manejo de la red utilizado por las BTS O & M en mensajes
- Manejo del enlace capa 2 (L2ML).- El cuál sirve de manejo del nivel 2 y utilizado para manipular los enlaces de datos en la parte de la conexión física



a) Trama LAPD



b) Enlace LAPD

Figura 2.19 Configuración lógica de la interfase A-bis para la RBS 200

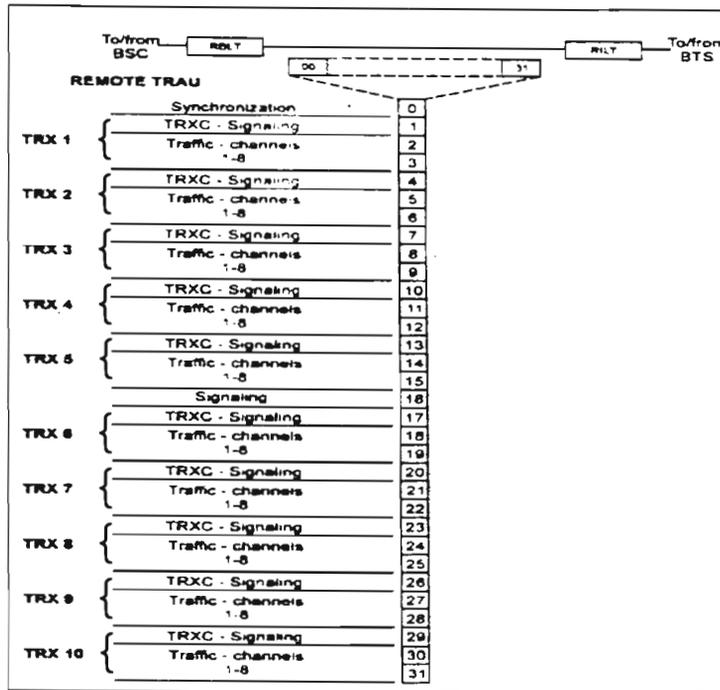
Los TRUS y los TRXs en las RBS son referentes a un equipo terminal. Cada enlace de datos es identificado por un par TEI/SAPI, unico para cada conexión física las cuales soporta un numero de enlaces de datos.

- Identificador terminal punto final(TEI).-Los enlaces de señalización de la interfase A-bis son de direccionamiento para diferentes entidades por el TEI.
- Servicio de identificación para servicio de acceso.-Diferentes entidades funcionales junto con una identidad física son diferentes para SAPI.

La provisión del enlace LAPD es una función automática reconfigurada en los enlaces de señalización LAPD en el cual se presentan errores debido a problemas en el TRI ó en RPD.

Cuando se presenta un error en un TRH, todas las conexiones son manejadas automáticamente por el TRH y los enlaces son reenviados a uno nuevo. Los canales lógicos existentes en estos enlaces permanecen después del reenvío.

La utilización de un time slot en los enlaces PCM entre la BSC y la RBS son ilustrados en las figuras 2.21 y 2.22.



a) PCM de 2 Mbps para la RBS 200

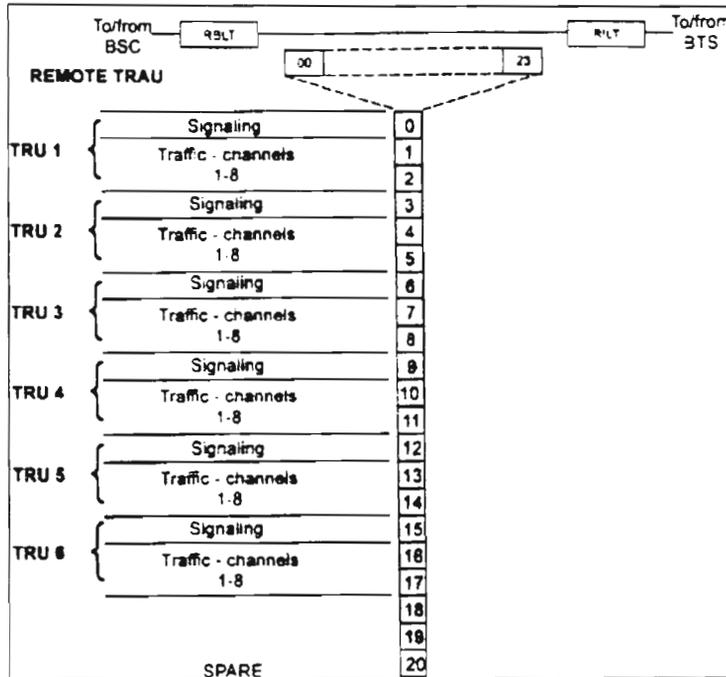


Figura b) PCM de 1.5 Mbps para las RBS 2000

Figura 2.20 Enlaces PCM

La capa 3 toma con precaución los procedimientos entre la señalización de la estación móvil y la red. Está ha sido subdividida en tres sub-capas:

- Manejo de los componentes de radio (RR)
- Manejo ú operación de la movilidad(MM)
- Manejo de la conexión(CM)

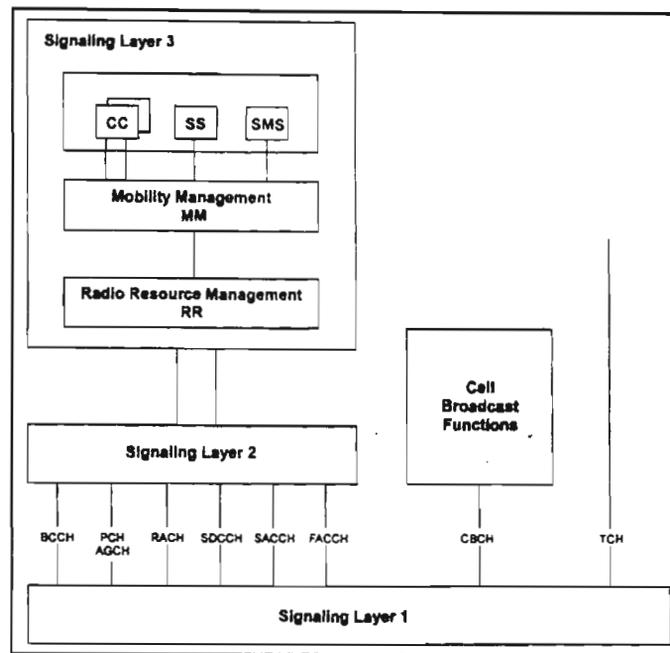


Figura 2.21 Interfase de Radio don señalización capa 3

### Operación de los componentes de radio (RR)

La sub-capa RR consiste de funciones que son requeridas y establecidas dando mantenimiento y permitiendo la conexión de la RR especialmente para el control de los canales. Las funciones que lleva a cabo la sub-capa RR incluyen:

- Asignación de un valor
- Cambio de un canal dedicado, mientras las funciones dejan de operar en la misma celda por ejemplo de un SDCCH a un TCH
- Handover de una celda a otra
- Re-definición de frecuencia ó también frecuencia de hopping

Los mensajes RR en la red, residen en la BSC, estos son enviados transparentemente a través de la BTS.

### Operación de la movilidad(MM)

La sub-capa tiene la función de ofrecer al subscriptor las siguientes características y el conocimiento de su móvil (celular).

- Autenticación
- Reasignación de IMSI
- Identificación de la MS, para requerimientos ya sea de la IMSI o de la IMEI
- Centro de registro
- Poner y quitar la IMSI

Cuando se quita la IMSI esto se lleva a cabo en la MS y puede ser que hay alguna indicación de prevención para no quitarla, así algunas llamadas que se sean para ese móvil serán reenviadas ó bloqueadas por las red, sin envío de mensajes hacia la MS. Los mensajes de la capa CM son trasferidos transparentemente por la MM. En la CM de parte de lo que se está transmitiendo requiere del establecimiento de una conexión MM, así como la misma MM en situación de retorno y la conexión RR.

La sub-capa CM consiste de 3 entidades:

- Control de llamada(CC).- El cuál ofrece las funciones y procedimientos para el control de llamadas ISUP, aunque modificadas para la adaptación de el ambiente de radio. Está también da el reestablecimientos y modificación de las llamadas de servicios portadores durante una llamada, por ejemplo el cambio de voz y datos son dos nuevos procedimientos específicos incluidos en el CC el cuál también tiene funciones para llamadas especificas de servicios suplementarios tal como la señalización uso a uso.
- El servicio suplementario(SS).- Soporta Entidades manejadas para servicios suplementarios no identificados para llamadas especificas tal como, llamadas reenviadas o no contestadas y llamadas en espera.
- El servicio de envío de mensajes cortos(SMS).- Soporta entidades que dan los protocolos de la capa más alta para mensajes de transferencia entre la red y una MS específica.

#### 2.4.3 INTERFASE TIPO A-TER

La interfase entre la TRC y la BSC ó BSC/TRC y BSC es el tipo A-ter. Los enlaces PCM de la interfase A-ter terminan en los ETCs. En la BSC éstos son controlados por el software RBLTB y en la TRC ó BSC/TRC por la BSC y estos a su vez son controlados por el software RTLTT.

La aplicación BSC/TRC(BTAP) es parte del protocolo usado por la señalización entre la BSC y la TRC con la interface A-ter.

Cuando un nodo físico BSC/TRC está en funcionamiento la señalización de la interfase A-ter es transferido internamente entre los nodos lógicos BSC y TRC ó viceversa.

El sistema de señalización No.7 es utilizado para el intercambio de información sobre la señalización entre la BSC y la TRC.

La conexión control de la señalización(SCCP) del sistema de señalización No. 7 da la posibilidad de transportar información entre la BSC y la TRC. La SCCP genera las principales señalizaciones que son la conexión lógica y la conexión orientada. Cuándo un número de mensajes asociados son enviados a una conexión de señalización lógica, se establecerán como mensajes CO. La aplicación BSC/TRC(BTAP) mndará mensajes asociados con el tráfico del móvil en el modo CO y el resto de los mensajes son enviados al modo CL. La señalización no se presenta directamente entre la MSC y la TRC.

### 1.- ETC 155 MBIT/S

#### Introducción

El hardware ETC 155 se usa para conectar diferentes interruptores para la red de transporte SDH. La interfase puede ser fibra óptica ó cables eléctricos.

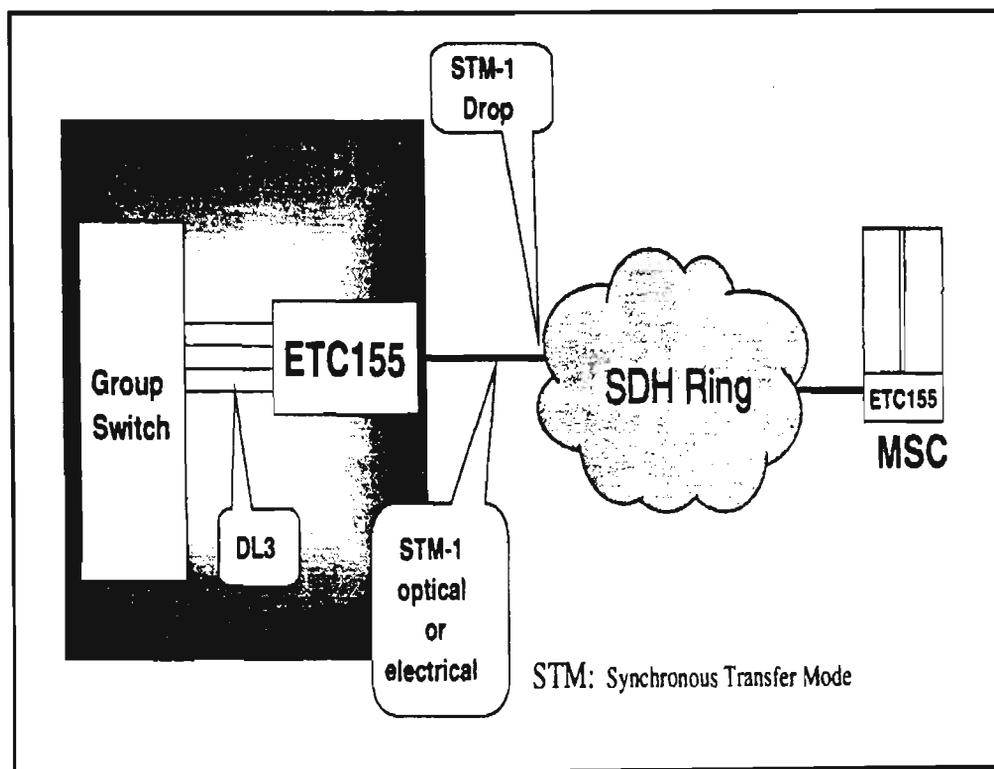


Figura 2.22 Conexión de un ETC 155 habilitado para SDH

## Descripción

La jerarquía digital sincronía(SDH) estandar fue originalmente introducida dentro de la transmisión de redes, actualmente conocidas como transporte de redes, la BSC se conecta vía SDH para la MSC.

El ETC 155 es una interface SDH, que soporta tanto la vía eléctrica 155.52 como la óptica 1310 nm para la comunicación. El ETC 155 finaliza en un STM1 (modo de transferencia asíncrona el cual tiene un 63 E1/T1). El ETC 155 no es parte de la red SDH pero si está conectado a la red.

El ETC 155 ofrece varias ventajas:

- Simplicidad.- Para el intercambio de los aparatos telefónicos se conecta directamente a la capa transporte
- Alta funcionalidad
- Disminución en el hardware.- Se pueden utilizar tarjetas de seis, tres y 2 Mbit/s en los ETC y en el caso de los ETC 155 sencillos tienen que ser reemplazados tanto los compartimentos como los gabinetes
- Simplicidad en el manejo de la red.- El ETC 155 es controlado por el APZ, mientras el manejo de las comunicaciones en la red es controlado por la capa transporte en la red

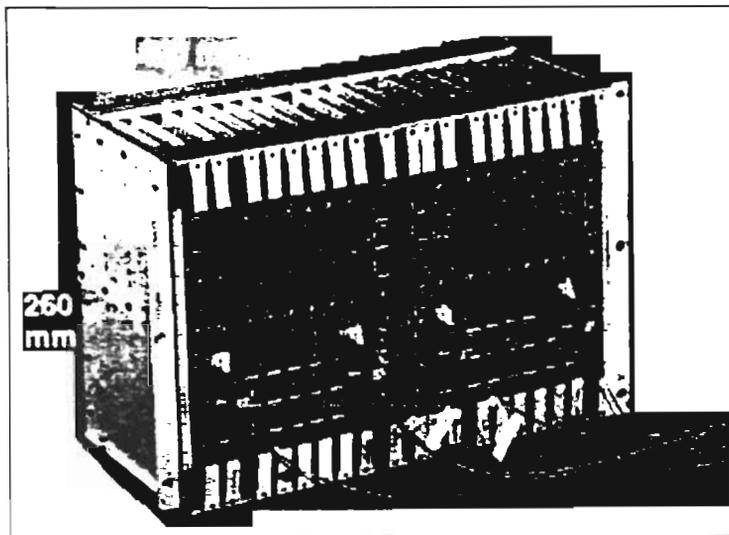


Figura 2.23 Contenedor de compartimentos para 2 ETC 155

El hardware del ETC 155 está compuesto de los siguientes equipos:

- La unidad de terminación de alto orden (PDH).- La cuál maneja la parte más alta de la capa de SDH. Estás son dos versiones de HOT: con vía óptica S-11 y con interfase CMI vía eléctrica
- La unidad de terminación de bajo orden(PDL).- Está finaliza en la parte más baja de la capa SDH y tiene la misma eficiencia que PDH
- El LOT también se conecta al grupo de interruptores red (DL3)
- Incluye compartimentos (420 x 300 x 300 mm) y dos protecciones, así como los pares RP que van dentro de los mismos compartimentos

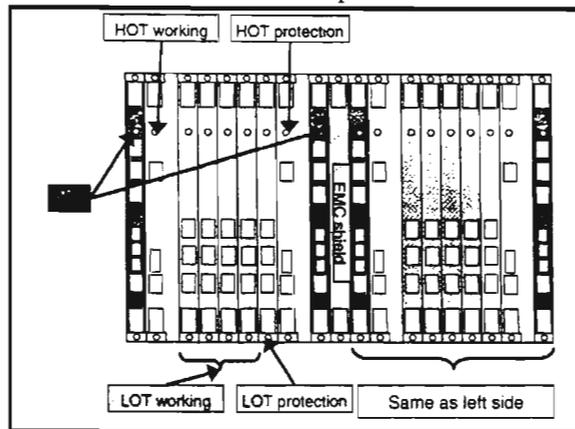


Figura 2.24 Tarjetas del ETC 155

### Protección

Es necesario tener protegido el equipo para hacer una transmisión. La función de protección consiste en tener una 5ta. tarjeta LOT con una interface adicional DL3. Esta función también sirve para proteger a la red y de esta forma se irá en contra del tráfico en enlace STM-1. Agregando Una segunda tarjeta HOT se puede hacer un segundo enlace, la sección de protección multiplexada (MSP+1) es utilizada permanentemente como puente el cuál es nombrado interruptor no invertido. La interfase STM-1 es de este modo duplicada con una parte activa y otra de protección en un enlace STM-1. Permanentemente el puente actúa permitiendo la transmisión en ambas interfaces STM-1.

El interruptor no invertido no entra en funcionamiento si se detiene la señal del STM-, por consiguiente un cambio de una tarjeta LOT a una HOT es posible sin interrumpir el tráfico.

### Integración en AXE

El ETC 155 en los sistemas AXE de Ericsson sigue los mismos principios, como cuando se conecta una ETC convencional, aunque con un poco de más complejidad porque intervienen nuevos conceptos como lo son SNT y DIP, del SNT dependen los SNTs ó SUBSNT y para los DIPs normales dependen de un alto nivel DIP para SDH.

Combinación de un ETC en la misma BSC

Esta Característica hace posible la mezcla de diferentes anchos de banda ETC. Esto es posible para una combinación de un PCM de 32 canales con un T1 de 24 canales PCM en la misma BSC y sobre la misma interface ya sea A, A-bis ó GB.

Algunos de los comandos de operación para hacer la transmisión tipo RARMC y RARMP remotos se muestran a continuación.

Ejemplo

Por reejemplo para un par RP es controlado por un 7 EM en un compartamiento ETC 155:

- EXEMI:EQM=ET155-0, RP=40, RPT41, EM=0; !HOT!
- EXEMI:EQM=ET155-1, RP=41, RPT40, EM=1; !LOT!
- EXEMI:EQM=ET155-2, RP=40, RPT41, EM=2; !LOT!
- EXEMI:EQM=ET155-3, RP=41, RPT41, EM=3; !LOT!
- EXEMI:EQM=ET155-4, RP=40, RPT41, EM=4; !LOT!
- EXEMI:EQM=ET155-5, RP=41, RPT41, EM=5; !LOT!
- EXEMI:EQM=ET155-6, RP=40, RPT41, EM=6; !HOT!

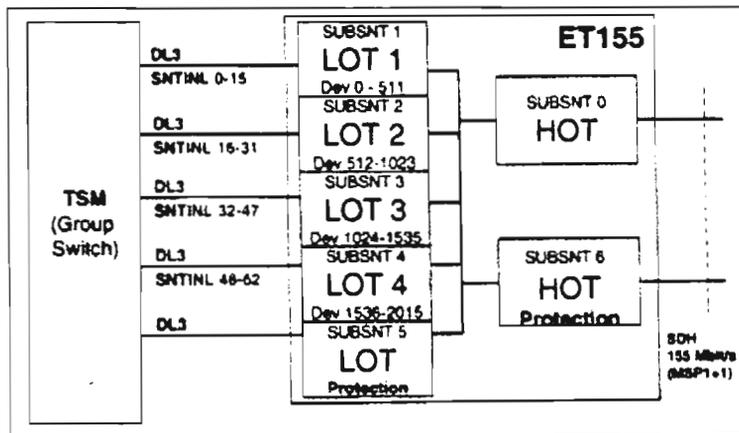


Figura 2.25 Esquema de una localidad en un SNT, SUBSNT, SNTIL y los números de equipos en un ETC

El ETC 155 es considerado como una terminal interruptora de la red. con un usual NTCOI inicia la conexión del la terminal interruptora en la red para el grupo de los interruptores.

LOT y HOT para una terminación STM-1 son considerados como un SNT. cada LOT y HOT manejan un SNT(SUBSNT) el cuál consiste de un máximo de 7 SUBSNTs.

Un nuevo parámetro EQ LEV a nivel equipo, indica el número de LOTS utilizados. Otro parámetro nuevo es el PROT, el cuál indica como usar el nivel protección.

Ejemplo:

NTCOI:SNT=ET155-3, SNTP=TSM-1-0, SNTV=1, EQLEV=4, PROT=3;

El SNT ET 155 individual 3 (PROT=3) de variante 1 (SNTV=1) es conectado en orden consecutivo al TSM 1, 2 Y 3. El nivel de equipamiento de acuerdo a los parámetros indicados para cuatro SUBSBTs son conectados al switch. Este a su vez ya está definido, de está forma identifica el SNT y lo identifica como equipo de protección.

NTBLE:SNT=ET155-3,SUBSNT=0&&6;

Todos los SNTs manejados por el ET 155 son manualmente desbloqueados.

El EXDUI se conecta a un equipo para la unidad terminal conmutadora de la red. Varios tipos de equipos pueden ser conectados al mismo ET 155 SNT. Por lo tanto cuando los equipos son conectados, la unidad SNT en su entrada permite ser especificada con el parámetro SNTINL el cuál es igual a 2 Mbit/s para una conexión de un ET 155.

Ejemplos:

Los equipos RALT son conectados para los SNT en la entrada del ET 155. Para el primer ET 155, en un comportamiento, el SNT ó unidad 0 es utilizada y para el segundo SNT la unidad 1.

EXDUI :. SNT=ET155-0,DEV=RALT-0&&-31,SNTINL=0

EXDUI :. SNT=ET155-0,DEV=RALT-32&&-63,SNTINL=1

Hasta

EXDUI :. SNT=ET155-0,DEV=RALT-1984&&-2015,SNTINL=62

Un Nuevo comando NTCP existe para impresos de equipos conectados dinámicamente. El impreso de NTSTP es adaptado:

NTDCP:SNT=ET 155 -3, SUBSNT=2;

NTDCP:SNT=ET 155 -3;

Al insertarlo al DIP tiene un nuevo concepto, el SDIP para un ET155 el cuál es definido:

TPCOI:SDIP=OET155,SNT=ET155-0;

Para los enlaces de 2 Mbits/s se le asigna un DIP normal.

DTDII:SNT=ET155-0, DIP=RALTO, DIPP=0;

DTDII:SNT=ET155-0, DIP=RALT1, DIPP=1;

Hasta

DTDII:SNT=ET155-0, DIP=RALT62, DIPP=62;

Una vez que el sistema entra en operación se pueden presentar los siguientes estados de operación:

Mantenimiento de la terminal de la red de conmutación con subsnts (SWITCHING NETWORK TERMINAL WITH SUBSNTS, REPAIR)

Supervisión de fallas del envío digital sincrónico (SYNCHRONOUS DIGITAL PATH FAULT SUPERVISIÓN)

Bloqueo del envío digital sincrónico (SYNCHRONOUS DIGITAL PATH, BLOCKING)

Conexión del envío digital sincrónico (SYNCHRONOUS DIGITAL PATH, CONNECT)

Cambio y conexión del envío digital sincrónico (SYNCHRONOUS DIGITAL PATH, CONNECTION, CHANGE)

Desconexión del envío digital sincrónico (SYNCHRONOUS DIGITAL PATH, DISCONNECT)

Supervisión detallada de fallas del envío digital sincrónico (SYNCHRONOUS DIGITAL PATH, FAULT SUPERVISION SEVERITY)

Cambio de datos iniciales en el envío digital sincrónico (SYNCHRONOUS DIGITAL PATH, INITIAL DATA, CHANGE)

Detección e identificación final de la señal de rastreo del envío digital sincrónico (SYNCHRONOUS DIGITAL PATH, TRAIL TRACE IDENTIFIER MISMATCH DETECTION, END)

Detección e identificación de inicio (IDENTIFIER MISMATCH DETECTION, INITIATE)

Cambio e identificación de la señal de rastreo del envío digital sincrónico (SYNCHRONOUS DIGITAL PATH, TRAIL TRACE IDENTIFIER, CHANGE)

## 2.- Arquitectura BSS para GPRS

GPRS y un circuito conmutado GSM co-existen en la infraestructura GSM, que permiten la implementación rápidamente para GPRS, el cuál requiere un nuevo software en la BSS y un nuevo hardware para implementar la unidad de control de paquetes(PCU).

El PCU se reinstala con el nodo BSC, la cuál puede ser una combinación BSC/TRC ó un sólo BSC. El PCU solamente funciona para una BSC. El nuevo hardware PCU es habilitado para BYB 501 y para BYB 202. Se habrá una nueva interfase de nombre GS, la cuál se implementa entre el PCU(BSC) y la SGS. La interfase A-bis existente es reutilizada para GPRS y así se dará la carga tanto para circuitos conmutados como para el tráfico PRS.

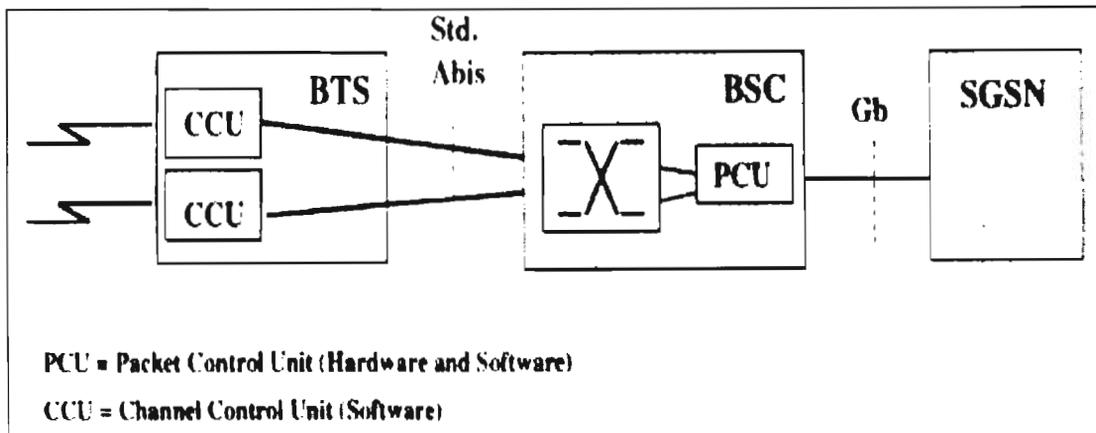


Figura 2.26 Conexión de GPRS en la BSC

El PCU tiene la función del manejo en la BSS, de los medios de radio en paquetes, de datos para GPRS. Especialmente el PCU es responsable del manejo de las capas de control de acceso medio(MAC) y control de los enlaces de radio(RLC) de la interfase radio, así también el BSSGAP y la capa de servicio de la red en la interfase GB cuál finaliza en el PCU.

El PCU consiste de un software central(CP) y un hardware con software regional(RP). Este tendrá uno o más procesadores regionales(RPP) el cuál puede trabajar hacia la GB y la interface A-bis ó únicamente hacia la A-bis. La función del RPP es distribuir tramas PCU entre la interface GB y la A-bis, en donde éstos solo son RPP en el PCU el cuál trabaja hacia otras interfaces ya sea la A-bis ó hacia la GB y A-bis, en este caso más de uno son utilizados, excepto para dos RPPs en configuración activa ó en reposo (standby), éstos a su vez se comunican con cada uno de los componentes de la Ethernet. Una celda no puede funcionar entre dos RPPs.

Si un RPP no maneja la celda a la que es destinado el mensaje, este es reenviado vía la Ethernet para el correcto RPP.

Una conexión duplicada de Ethernet, es para tener un comportamiento extra del PCU, por sí es necesaria conectar una tarjeta HUB a los RPPs vía la Ethernet. Las tarjetas HUB son por dos razones de redundancia.

El PCU se conecta a equipos GB vía el grupo interruptor y a los equipo A-bis vía el GS y el interruptor subrate. Los RPPs son conectados para los grupos interruptor vía los DL2s y el procesador central CP vía el bus RP. El tráfico GPRS es multiplexado con el circuito conmutado de tráfico en el interruptor subrate.

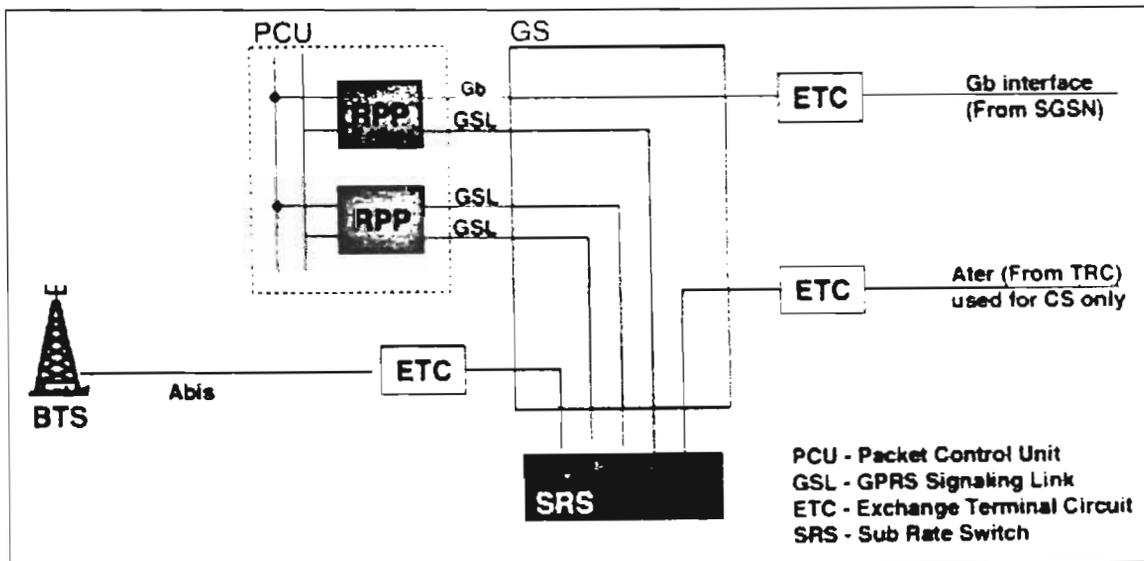


Figura 2.27 Diagrama a bloques del trabajo interno del PCU/SRS

La arquitectura PCU es rentable para soluciones efectivas de costo tanto para PCUs de alta como de baja capacidad. De acuerdo a la capacidad de las expansiones varios compartidos tienen RPPs y tarjetas HUB que se pueden conectar.

### 3.- BTS y GPRS

GPRS es implementado en el software BTS y no requiere un nuevo hardware BTS. El hecho de que solamente se necesite un software es porque trabaja inmediatamente en la función que tiene que llevar a cabo. Existen sitios que pueden ser reutilizados desde GPRS

que son soportados en las RBS 200 y RBS 200 en las plataformas SPU++ y SPU con SPE. La plataforma SPP de la RBS 200 no soporta GPRS. Ambos Canales codifican esquemas CS-1 y CS-2 los cuáles son soportados por la RBS.

Existe una excepción, la RBS 2301 sin un cluster DSP solamente soporta CS-1. Si el operador selecciona algún canal codificará con el esquema CS-2, la BSC conmutara hacia CS-1, en el caso de la BTS no trabaja con CS-2.

#### Interfase A-bis

La transmisión existente y el enlace de señalización son reutilizados para GPRS, así estos dan una mejor eficiencia y un costo efectivo. Modificando las tramas del TRAU las cuales son usadas para el soporte de GPRS codificado en los esquemas 1 y 2. Los enlaces de transmisión no son necesarios a menos que el número de TRXs por sitio se hallan incrementado.

#### Interfase Gb

La GB es una nueva interface abierta entre el PCU y la SGSN. El PCU puede ser conectado a un SGSN, utilizando la interface GB por medio de uno de los siguientes métodos:

1. Directamente de una BSC a una combinada BSC/TRC
2. Vía una TRC de una BSC
3. Vía una MSC de una BSC ó una combinada BSC/TRC

Una BSC puede utilizarse en uno o más enlaces físicos al ser conectada a una SGSN. Cuando se utiliza la interface el tamaño del enlace físico es 1 y 31 time slots a 64kbits/s que es entre 64 kbits/s y 1984 kbit/s.

Cuando se utiliza una interface T1 el tamaño del enlace físico es de 1 y 24 time slots a 64 kbits/s, que es entre 64 kbits y 1536 kbits/s.

Si más de un circuito a 64 kbits/s es utilizado en el mismo enlace físico, las ranuras de tiempo pueden ser contiguas con cada uno.

## Protocolos para Gb

El protocolo utilizado para trabajarse en capa 3 es BSS GP, el cuál es un protocolo específico para trabajarse en GPRS. Este Envía la información de ruteo necesaria para hacer posible la transferencia a un LLC PDU transparentemente a través de la red de radio para la MS. La capa 2 es llamada Red de Servicio NS, está capa es más difícil dividirla en dos, la parte más alta de la capa es más difícil dividirla en dos, la parte más baja de la capa es más fácil dividirla y lleva por nombre servicio de la sub-red.

El protocolo utilizado para dar la capa servicio de la sub-red se llama Frame Relay EL cuál es una trama modo interface, especificando que mecanismo de transferencia de datos y señalización entregarán entre los puntos finales y la red. Los puntos finales de interface Gb son la BSC y la SGSN. Frame Relay transferiría transparentemente los NS PDUs entre una SGSN y una BSC.

## Configuración y direccionamiento de la interfase Gb

Un SGSN puede ser conectado a varias BSCs. Una BSC solamente se puede conectar a una SGSN de la red o a una conexión punto a punto. Una BSC puede hacer uno ó más enlaces físicos al estar conectado a un SGSN.

## Mensajes

Cuando una MS esta en transferencia de paquetes cambia de una celda a otra, y esta manda una actualización de la celda para el SGSN, el cuál manda un mensaje Flush hacia la identidad del móvil y la identidad de la celda, tanto para la antigua como para la nueva celda del PCU. Si ambas celdas son manejadas por el mismo PCU y este tiene una cola de paquetes para la MS, estos paquetes son cambiados a la cola de la nueva celda. Si la nueva celda es manejada por otra PCU, los paquetes direccionados para la vieja celda son suprimidos y las capas más altas, operan las retransmisiones.

## Administrador de objetos (MO)

Un MO es una representación lógica de unidades de hardware y software en la BTS. Sin embargo, actualmente puede compartirse entre MOs de diferentes clases, las cuales incluyen:

- Grupo Transceptor (Transceiver Group)
- Función Central \* (Central Function)
- Trayectoria Digital \*\* (Digital Path)
- Concentrador (Concentrador)
- Controlador Transceptor (Transceiver Controller)
- Transmisor (Transmitter)
- Receptor (Receiver)
- Interruptor de la Interface \* (Switch de la Interface)
- Función de sincronización (Timing Function)
- Ranuras de Tiempo (Time Slots)

Dichos puntos pueden operar hasta 16 funciones del TRAU y aparecen en la figura 2.28.

El TG es una parte del subsistema transceptor (TAS). La arquitectura del hardware del TG es creada para implementar una banda base en frecuencia definida y que sea demandante para varias técnicas de combinaciones aéreas. Un TG es normalmente compatible con una BTS. Sin embargo, estrictamente más de una celda puede ser conectada a la misma TG, para así compartir las funciones entre el TG. La TF es común para todas las BTSs en el mismo TG.

Un transceptor es una parte del TG desde el manejo de funciones comunes para un número de transceptores. Para cada celda transportadora debe haber un transceptor, el cuál tiene la mayor parte del equipo requerido para transmitir y recibir la portadora. La comunicación se da entre transceptor y la BSC a través de la unidad interceptora de distribución (DXU).

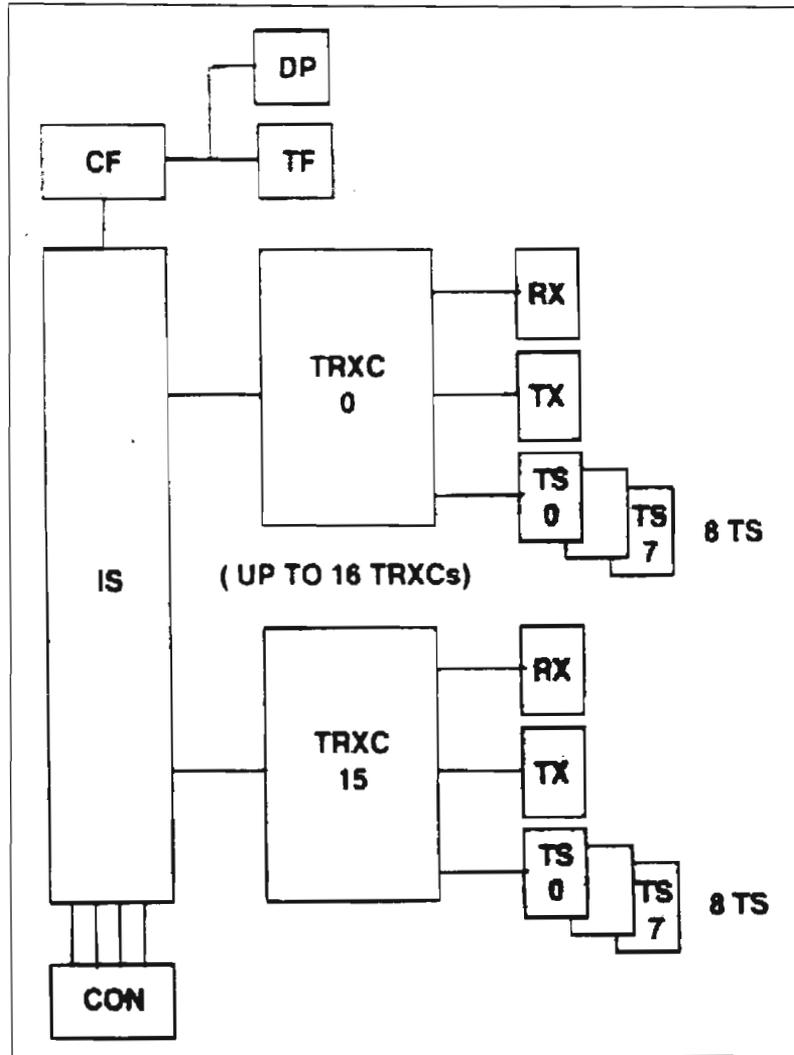


Figura 2.29 Diagrama a bloques del manejo de objetos

Una BSC maneja los siguientes tipos de celdas:

- 512 celdas externas y 512 internas
- 2 subceldas por celda
- 16 grupos de canales por celda
- 512 TGs
- 8160 canales de tráfico
- 32 frecuencias por celda
- 256 TRHs

- 1020 Transceptores

Un TG consiste de hasta 16 transceptores y pueden ser conectados a un máximo de 16 celdas. Un grupo de canales puede manejar 16 frecuencias. Una celda puede conectarse solamente a un TG.

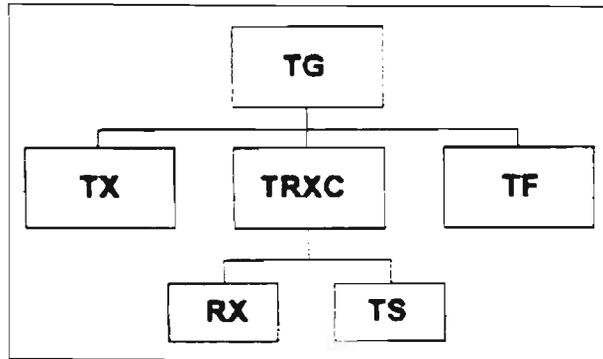


Figura 2.30 Estructura administrativa del TG

El manejo de objetos lógicos (LMO), el tipo ranura de tiempo lógico(LTS), el receptor lógico(LRX) y el transmisor lógico (LTX) son introducidos como parte de la inducción para el soporte de la frecuencia. Cada BPC es conectado a un LTS, un LRX y un LTX, cada uno de éstos vuelven a ser conectados para uno ó más BTS MOs físicos.

El concepto LMO es también usado para distinguir entre el estado O y M de un MO, que es considerado TAS un objeto operacional ó no y es habilitado para el transporte del tráfico, por ejemplo la trasmisión para el MO en funcionamiento. Así en términos de mantenimiento, el TAS puede comunicarse a través del enlace señalización, cuando en voz y datos han sido reportados como de fault, inhabilitando el tráfico.

Además, el tráfico tiene un TF lógico (LTF). Esto es debido a el requerimiento que un TF, debe ser sincronizado antes de que cualquiera de los time slots sean capaces de llevar el tráfico. El MOs en la BTS no puede ser configurada hasta que no se halla terminado la sincronización. El comando usado para un impreso del estado de un MO es RXMSP.

## 2.5 Configuración de la radio base 2000

### 2.5.1 EQUIPO

El Hardware para la radio base 2000 consiste de un número de unidades estandarizadas o unidades reemplazables (RU). La BSC se comunica directamente con dos de éstos RUs; que son; el DXU y él TRU. El DXU da un sistema de interfase para las redes de transporte

tanto la de 1.5 y 2.0 Mbps y son conectadas individualmente a través de ranuras de tiempo para ser asociados con los transceptores.

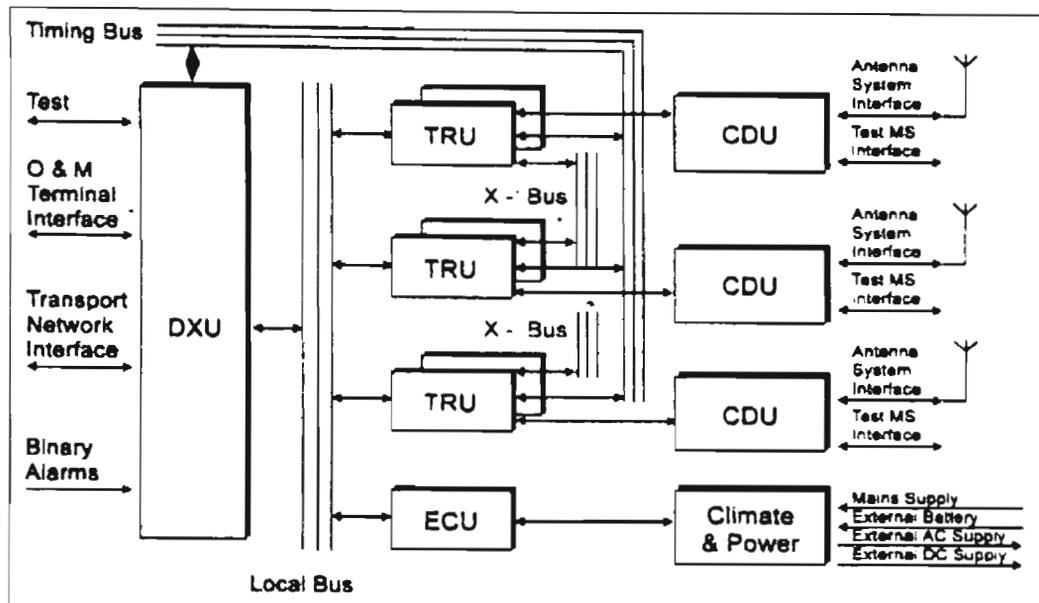


Figura 2.31 Diagrama a bloques de la radio base 2000

El DXU esta conformado de cuatro secciones:

- El PCM ejecuta la repartición de las ranuras de tiempo sobre el enlace A-bis y envia información hacia el TRU.
- La unidad central de procesamiento (CPU) ordena a los medios manejados con la radio base 2000 simultáneamente también es responsable de los programas instalados en los TRUs. Puntualizando el CPU de la interfase para la operación y mantenimiento de la terminal (OMT) así como también para las alarmas externas
- La unidad de sincronización central (CTU) extrae información sincronizada del enlace A-bis y es usada para sincronizar la la estación base con la red. El DXU puede extraer información sincronizada de una fuente externa tal como el sistema de posicionamiento global (GPS).
- El controlador de enlace de alto nivel de datos (HDLC) que es un concentrador, el cual lee la información del canal de control entrante y lo distribuye para el TRU o el DXU necesario.

El TRU esta conformado de tres secciones:

- La unidad de distribución transceptora (TRUD) la cual sirve como un controlador del TRU sirviendo de interfase con otros componentes de la RBS vía un bus local, bus CDU, un bus de regulación de tiempo y un bus X. El TRUD también lleva a cabo las señales digitales de conexión/desconexión así como el canal de

codificación entrelazando la asignación de cifras o valores, formateo de rafagas y la ecualización.

- El transmisor sirve para la señal down-link en modulación y amplificación.
- El receptor tiene la función de recibir la señal de llegada la cual demodula y routea hacia el TRUD.

El TRU incluye todas las funcionalidades necesarias para el manejo de 8 ranuras de tiempo en una trama TDMA. Esta incluye referencias de generación, proceso de la señal, radio recepción, radio y amplificación.

### 2.5.2 LA RADIO BASE 2000 EN LA RED

La función de insertar permite a la RBS 2000 que se conectan usando diferentes formas ya sea en cascada o en malla esta es implementada en un módulo de transporte. Aunque este módulo es físicamente instalado en la RBS 2000, la cual es considerada parte del transporte de la red BSC y es controlada por un sistema de manejo separador de la red.

### 2.5.3 OPERACION DEL SOFTWARE PARA LA RBS 2000

El software es instalado en una memoria no volatiles o también conocida como flash en un formato comprimido hecho por la empresa que fabrico dicho programa. Los programas de aplicación para la RBS son automáticamente leídos desde la memoria flash para la DRAM. Los programas corren en la DRAM durante la operación normal. Si una nueva versión de software llega a ser habilitada la versión que se estaba usando debe darse de baja no han por parte del OSS o la BSC.

El OSS puede dar de baja el software de la memoria flash aunque la RBS este con tráfico. Cuando el software es dado de baja la RBS recibe una orden de parte del OSS que el software ha sido dado de baja. Las unidades son reinicializadas con el nuevo software después de aproximadamente unos 60 segundos de haberse dado de alta.

El software es almacenado en una memoria volatiles cuando el botón de encendido está en off.

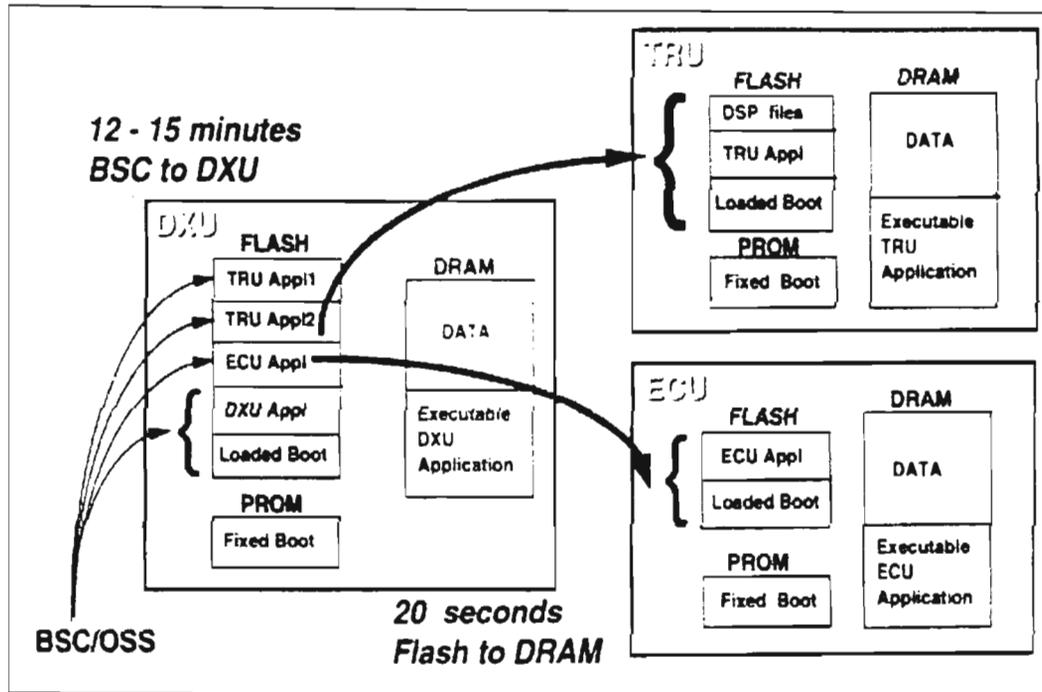


Figura 2.32 Software dado de baja

#### 2.5.4 CONCENTRACION LAPD

La concentración LAPD tiene la función de reunir a 64 kbps en el enlace A-bis para la BTS lógica modelo G12. La señalización para dos o más TRXCs comparten a la misma ranura de tiempo sobre la interfase Abis. El factor de concentración puede ser colocado por un comando operador en la banda base del TG. Un sistema limita y es restringido al máximo por el factor 4. El concentrador de objetos la concentración LAPD.

La experiencia en las pruebas dan como resultado que las celdas con un tráfico de una carga mayor a 15 Erlangs funciona mejor con la concentración LAPD que con la multiplexación LAPD.

EL concentrador de objetos es el responsable para el ruteo de la información y señalización OML/RSL de un enlace concentrado dividiendolos en enlaces A-bis para un enlace no concentrado y que a su vez va hacia un TRXC. El método de routear está información es usando el par de valores TEI/SAPI de los TRSCs conectados.

Hasta 8 envíos A-bis pueden ser conectados a un concentrador. El enlace concentrado en estos envíos pueden ser routeados a un máximo de 16 enlaces no concentrados. La conexión de un CON es hecha durante la configuración. Las conexiones del CON, TRXs y los enlaces A-bis para los DCPs en el IS son hechos durante la configuración IS.

El factor máximo de concentración (MCF) es almacenado por el TG MOI y es limitado por el máximo número de TRXs en los TGs. En el ejemplo ilustrado en la figura 3. 47 estos son

parte de los enlaces concentrados a 64 kbps en el envío a la interfase A-bis. El CON routea el mensaje utilizado para el correcto TRXC usando los valores TEI, los cuales son asociados con los DCPs 1,2,3 y 4; así los mensajes son ruteados para estos cuatro puntos de conexión.

La configuración para la BTS es una función que maneja la conexión, desconexión y configuración del concentrador. El manejo de la conexión de soportar la función ofrecida a los usuarios y la posibilidad de concentrar un OML/RSLs de otros TRXCs.

El CON es configurado con datos, estos son colocados en conexiones internas entre un envío concentrado y otro asociado no concentrado. Una conexión es solamente considerada para estar siguiendo establecida con el estado CONBTS, el cual es colocado para vez habilitarlo en una configuración futura.

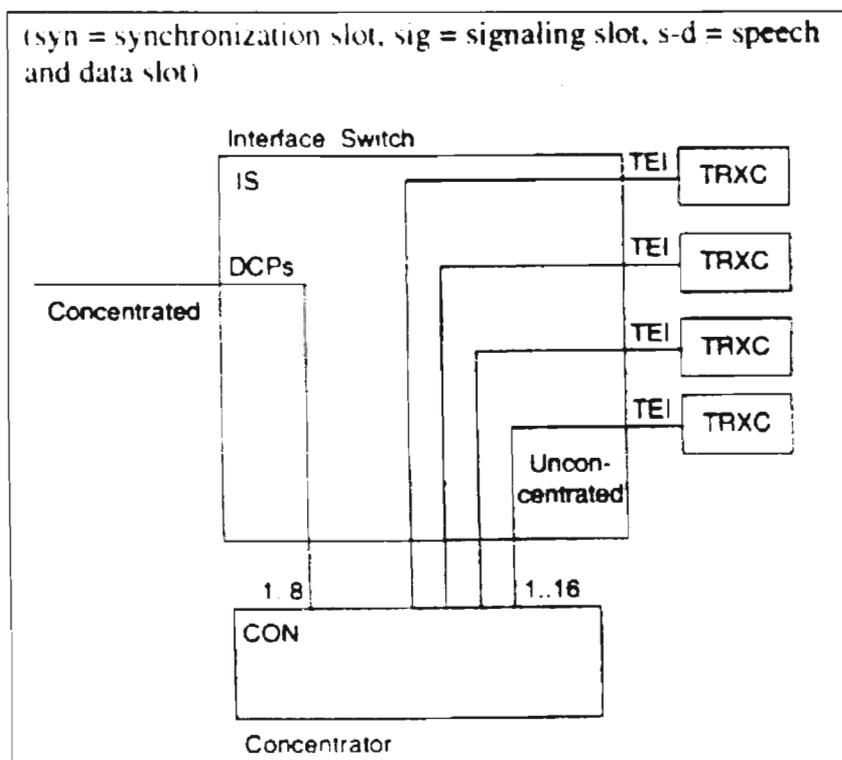


Figura 2.33 Conexión de un enlace concentrado

### 2.5.5 MULTIPLEXAJE LAPD

El multiplexaje LAPD permite la señalización así como la voz y datos para ser multiplexados en la misma ranura de tiempo PCM de 64 kbps. El envío de la señalización puede usar un canal físico subrate de 16 kbps o 32 kbps en un time slot pcm de 64 kbps. El tipo de señalización puede ser usado para un TRXC y un CF, los cuales pueden ser colocados por un operador a través de comandos en un CF y TRXC básicos. Los diferentes

tipos de señalización no son concentrados en la concentración LAPD y multiplexaje LAPD de 16 y 32 kbps.

Previamente los canales de voz y datos, así como los de control son routeados en diferentes canales físicos de 64 KBPS entre el BSC y la BTS. En una conexión LAPD de 64 kbps sin la concentración LAPD, cuatro enlaces LAPD (1 RSL, 1 o 2 OML y 1 L2ML) son manejados en la transmisión de datos.

El multiplexaje LAPD utiliza la posibilidad de hacerlo en los canales de voz y datos, así como los canales LAPD en las mismas conexiones de 64 kbps. Para el multiplexaje los dos tipos de canales actúan como multiplexaje XOR. Es posible para varios TRHs conectarlos al mismo TR a través del GS y en SRSM. Debido a las limitaciones del Hardware solamente es posible colocar un canal físico entre TRH y el GS.

La figura 2.34 ilustra como un canal físico de 32 kbps (CF y señalización TRXC) y dos canales físicos de 16 kbps (canales de tráfico) son multiplexados a través del GS y el SRSM, y juntos con más de 4 canales de voz establecen los conexiones de 64 kbps entre la BSC y la BTS. El RBLT, previamente es utilizado para la señalización LAPD y queda libre para otra señalización.

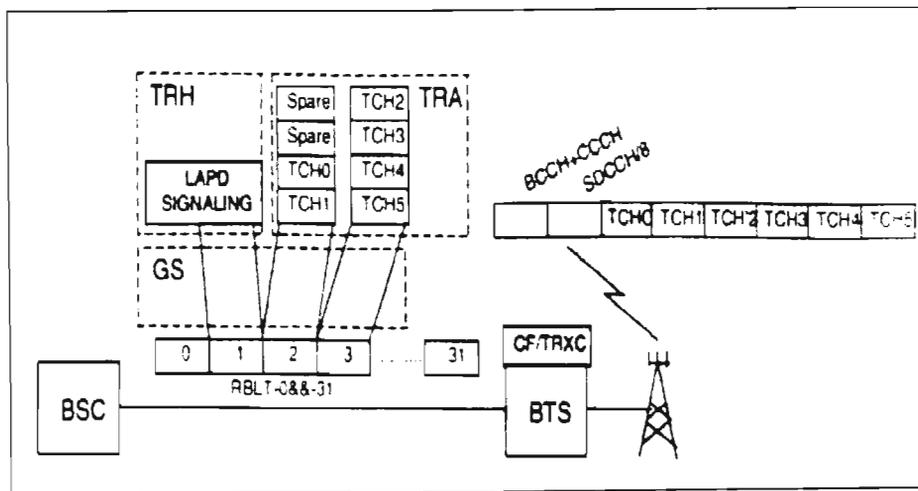


Figura 3.5 Configuración normal para una celda con un TRX

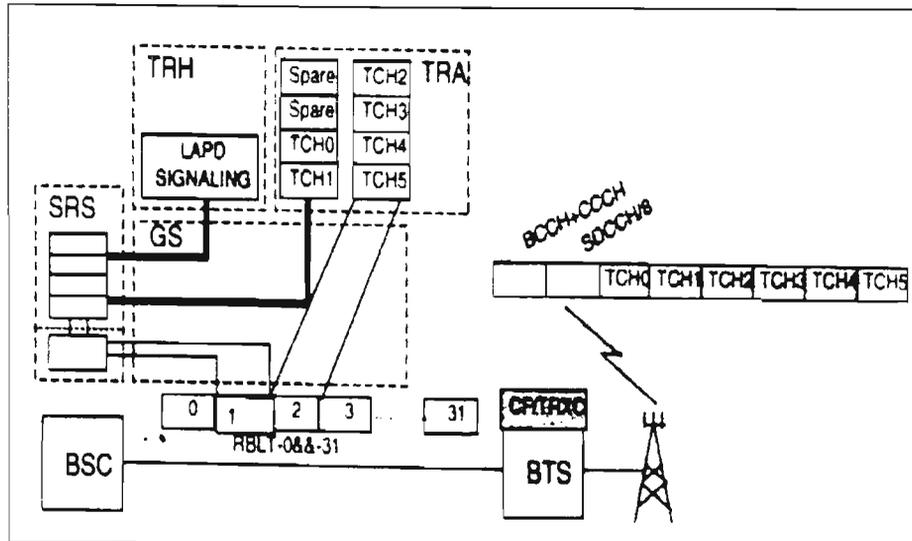


Figura 2.35 Multiplexaje LAPD utilizando 32 kbps en un canal físico

### 2.5.6 ADMINISTRACION DE LA TRAYECTORIA A-BIS

El impreso del estado de la trayectoria A-bis responde a través del comando RXAPP, el cual muestra su estado actual ya sea si está concentrado, no concentrado o multiplexado. Si el envío está concentrado entonces el impreso mostrara el número de TEIs concentrados por cada envío. El impreso muestra el estado del envío A-bis incluyendo información del parámetro SIG indicando la concentración tal como una columna para valores del TEI.

Por lo anterior, se puede decir que a través de conocer los listados del estado de la trayectoria es posible realizar su administración.

### 2.5.7 OPERACIÓN TG

La arquitectura del hardware o el equipo del PC es diseñado para la implementación de las frecuencias, para varias técnicas de combinación de la antena. Una celda puede ser conectada solamente a un TG. Sin embargo en ciertas aplicaciones más de una celda puede ser conectada al mismo TG, el cual a su vez opera las funciones debidas a ese TG. La TF siempre es conectada a todas las BTSs en el mismo TG. Para cada par de frecuencias transportadoras de radio de subida o de bajada se hace un canal de radio específicamente para una celda, esto es a través de un TRU en el TG. El TRU tiene la mayoría de los equipos necesarios para transmitir y recibir un canal de radio. La comunicación entre el TRU y el BSC es a través del GS. Un TG operan las funciones más comunes para un número de TRUs.

Un TG consiste de:

Función central (CF)  
Interface de conmutación (IF)  
Envío digital (DP)  
Función de asignación de tiempo (TF)  
Transceptores Controladores (TRXC)  
Transmisores (TX)  
Receptores (RX)  
Ranura de tiempo (TS)  
Concentrador (CON)

La función principal del CON para datos es la de definir a una lista de DCPs. Un total de 24 DCPs deben ser listados en los que 8 son concentrados y 16 no son concentrados, no es necesario un orden específico. La función administración de MO, es ser responsable de el manejo en la definición de MOs en los concentradores. Los DCPs mandan en el comando si los DCPs son para el estado libre. De ser así se asigna una parte del canal para que el CON sea definido y si éstos no están libres, el comando mostrará error.

#### 2.5.8 OPERACIÓN COMBINADA DE GRUPOS TRANSCEPTORES CON EL EQUIPO CLOSTER

El objetivo de sincronizar un TG es para que funcione a la par, este procedimiento se lleva a cabo vía un bus de sincronización externo. Los diferentes TGs junto con el closter operan conjuntamente pero funciona como maestro y el otro como esclavo lógico. Lo anterior se muestra en la figura 2.36.

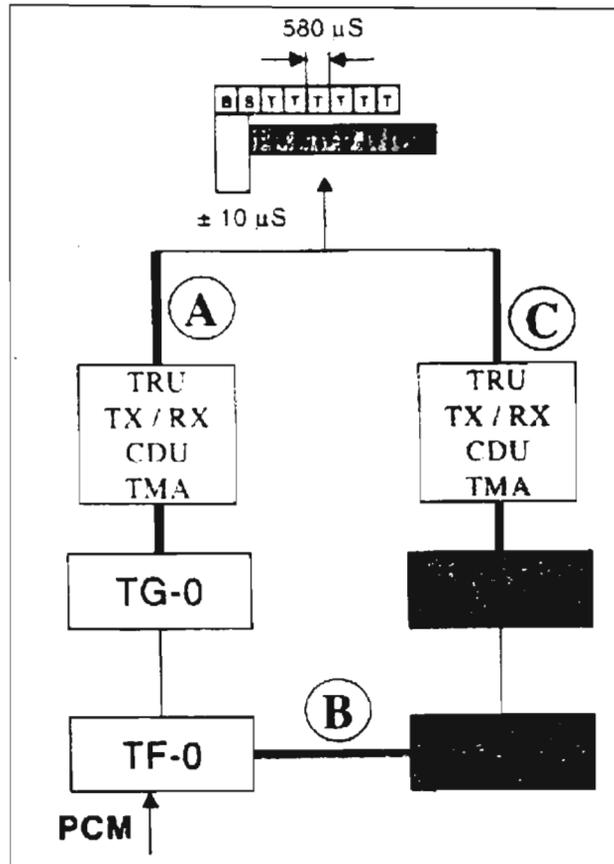


Figura 2.36 Operación del TG

El TG maestro es sincronizado para la referencia PCM o la referencia opcional. El TG esclavo es sincronizado para el TG maestro, la funcionalidad es válida tanto para la RBS 2000 y la RBS 200 con la limitación de que en una RBS 200 solamente se definirá con un maestro y no se podrá extender como otra RBS 200. Esto es posible para conectar hasta un máximo de 32 TRXs en un máximo de 16 TGs esto es en un cluster TG. La máxima longitud de la regulación del bus timing entre el primero y el último TG en el cluster es 100 metros. Las antenas para los diferentes TGs en el TG cluster deben ser localizados en el mismo maestro, así los TGs son sincronizados en el aire.

La compensación para la sincronización de retraso deben ser colocados todos los esclavos. El valor utilizado en la sincronización TF para el TG sincronizado es definido por:

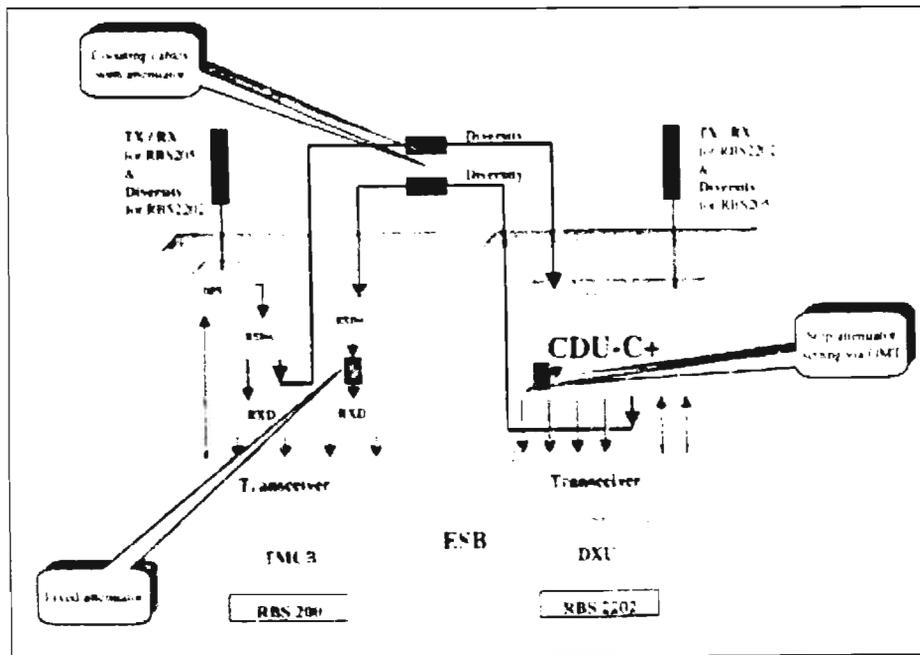
- A = Transmisión del TG maestro
- B = Retraso entre el TG maestro y el TG esclavo
- C = Transmisión de TG esclavo con retraso del TF

$$\text{Valor de sincronización} = B + C - A$$

El valor de compensación TF puede ser calculado con la ayuda de un OMT y de esta forma así ser colocado del BSC u otro OMT. Así es posible expandir la RBS 200 con la RBS 2000 (La RBS 200 solo puede funcionar como un TG maestro, no así la RBS 2000 que puede funcionar tanto con el TG maestro como con el TG esclavo). De esta forma un nuevo hardware en la RBS era requerido y son DXU-11 en la RBS 2000 y TMCB en la RBS 200.

Esto también es posible para sincronizar sendas en sitios de dos bandas que son las de 900 y 1800 y así tener celdas con una mezcla de híbridos y filtros combinados.

La anterior función no opera para las RBSs 2301, 2302 y 2401.



Figuran 2.37 Sitio compartido entre una RBS 200 y una RBS 2000

**TEMA 3. "CONFIGURACIÓN  
DEL SUBSISTEMA DE LA  
ESTACIÓN BASE"**

## TEMA 3. CONFIGURACIÓN DEL SUBSISTEMA DE LA ESTACIÓN BASE

### 3.1 Introducción

La instalación de todo lo que se refiere al sistema de comunicación del sistema GSM es la parte que más trabajo pesado requiere y en la que más cuidado se debe de tener para que al momento de trabajar en la configuración no se retrase el procedimiento por causas ajenas a la configuración.

Lo primero que se hace en la proceso de instalación es ubicar el sitio que ya ha sido asignado previamente por la gente de ingeniería encargada de tal propósito, ubicado el sitio se traslada el equipo con la herramienta necesaria para la instalación, así como con el material y el equipo de gente capacitada y entrenada necesaria para realizar el trabajo, el equipo de gente casi siempre se conforma de tres personas. Además de las indicaciones de instalación que debe contener datos técnicos de antenas, como lo son los ángulos de azimut y de inclinación, así como su altura en la torre (monoposte ó monopolo), y demás datos técnicos referentes al sitio.

Al llegar al sitio con todo lo necesario para la instalación se procede con el trabajo:

Se comienza midiendo la distancia necesaria para las líneas coaxiales para posteriormente cortarlas, son un total de seis, ya que son tres antenas, cada una cubriendo los tres sectores que se necesitan para cubrir un área determinada y en cada antena se utilizan dos, aquí es importante señalar que las líneas se cortan dejando un margen de error de medición que aproximadamente es de 5 a 8 metros más de la distancia medida. Después se procede a subir las tres antenas a la posición indicada, para esto ya debe de estar todo listo para su instalación, es decir, previamente debe de estar instalada la torre o monopolo, además de los herrajes y mástiles necesarios para la correcta instalación de las antenas de radiofrecuencia a instalar. Cuando ya están colocadas y correctamente sujetas a los mástiles se continúa con la alineación indicada en los datos técnicos del sitio, como lo son los ángulos de azimut como de inclinación.

Terminado la instalación de antenas, se procede a subir las líneas de transmisión o sea los cables coaxiales que van de las antenas a la radiobase.

Los cables coaxiales utilizados en la instalación de radiofrecuencia de la red GSM son de dos medidas principales: 7/8" y 1/2". En ocasiones se cambia la línea de 7/8" por una línea de 1 1/4", esto dependerá de la altura a la que deberán ir las antenas.

Las líneas de 7/8" o 1" se utilizan para las trayectorias que son colocadas sobre la torre o monopolo y escalerilla que se usa para llegar hasta el contenedor en donde se coloca la radiobase. Y las líneas de 1/2" se utilizan para conectar las líneas de 7/8" con la radiobase en la parte de abajo y las líneas de 7/8" con las antenas en la parte superior de la torre o monopolo, y no pueden exceder de 10 metros la longitud de estas líneas. La conexión entre

ambas líneas se hace mediante conectores correspondientes, los cuales deben ser hechos por los técnicos en sitio, y sobra decir que deben de estar bien hechos para que no generen mayor interferencia o ruidos externos a la hora de poner en marcha el sistema.

En ocasiones en la parte de arriba se deben de colocar unos amplificadores de señal, llamados TMA, debido a que el área que debe de cubrir la antena es muy grande y no es suficiente la potencia que tiene por si sola la antena, en ocasiones se pone en las tres antenas o solo en una, esto depende del área que debe de cubrir cada antena por separado.

La trayectoria de las líneas de 7/8" o 1", es guiada en la torre o monopolo por una escalerilla previamente colocada, y las líneas se sujetan a esta escalerilla por medio de sujetadores que son llamados sujetador de línea.

Terminado la sujeción de las los cables coaxiales de 7/8" o 1" y de los de 1/2" se procede con la colocación, sujeción y ensamblado de la radiobase, para lo cual se procede a observar los datos técnicos del sitio, para saber en que lugar o posición se debe colocar y fijar el bastidor de la radiobase.

El bastidor llega al sitio en cajas de cartón y casi por completo armado, lo único que hay que hacer como instalador es sujetarlo mediante cuatro tornillos de 1/2" con sus respectivos taquetes para fijarlo al piso, colocarle las tarjetas de transmisión, así como los radios, que llegan al sitio también en cajas y por separado, conectarlos con los cables que también llegan por separado en su posición correcta, y entonces poner las dos puertas que también vienen por separado.

Por último se conectan las los cables de 1/2" al bastidor de la radiobase y se procede al etiquetado de cada uno de los componentes del bastidor, y entonces si se procede a la configuración de la radiobase.

## 3.2 Requerimientos

### Documentos

Asegurarse de que los siguientes documentos estén disponibles:

- Instrucciones generales de instalación
- Documentación de instalación del sitio (módulo C).
- Carpeta técnica y administrativa del proyecto.

El módulo C es una carpeta que contiene información específica de sitio, que se requiere durante la preparación del mismo y en la instalación previa. Esta carpeta no es parte de la biblioteca de documentación al cliente para la radiobase 2206.

Esta carpeta siempre contiene los siguientes documentos aunque pueden incluirse otros:

- Lista de documentos
- Lista de material (Especificación de planta)
- Lista de material de Instalación (Especificación de planta)
- Datos del sitio (Datos de configuración)
- Plano del lugar (layout) (Plano de ubicación). El sistema de aterrizaje debe estar indicado en el diseño desde que la información se vuelve necesaria para la preparación del sitio.
- Dibujo del detalle de colocación de antenas de acuerdo al diseño (Información de colocación de antena). Dibujo de la terminal (Asignación dibujo) Un dibujo que muestra las conexiones del cable de la antena a la placa de conexión (conector plate) de la parte superior del gabinete. Diferentes configuraciones de célula requieren diferentes patrones de conexión.

La información en la carpeta es recabada por el responsable de ingeniería de instalación.

### 3.3 Ubicación del sitio

Esta sección describe el proceso de la implementación del sitio, en la cual instalación e integración es parte de él. El proceso de implementación del sitio cubre el trabajo desde el inicio en donde se recibe la orden para después ejecutar la planeación y diseño entero de la red y posteriormente la instalación de la RBS, para finalizar con la integración del sitio dentro de la red. Este proceso se muestra en la figura 3.1.

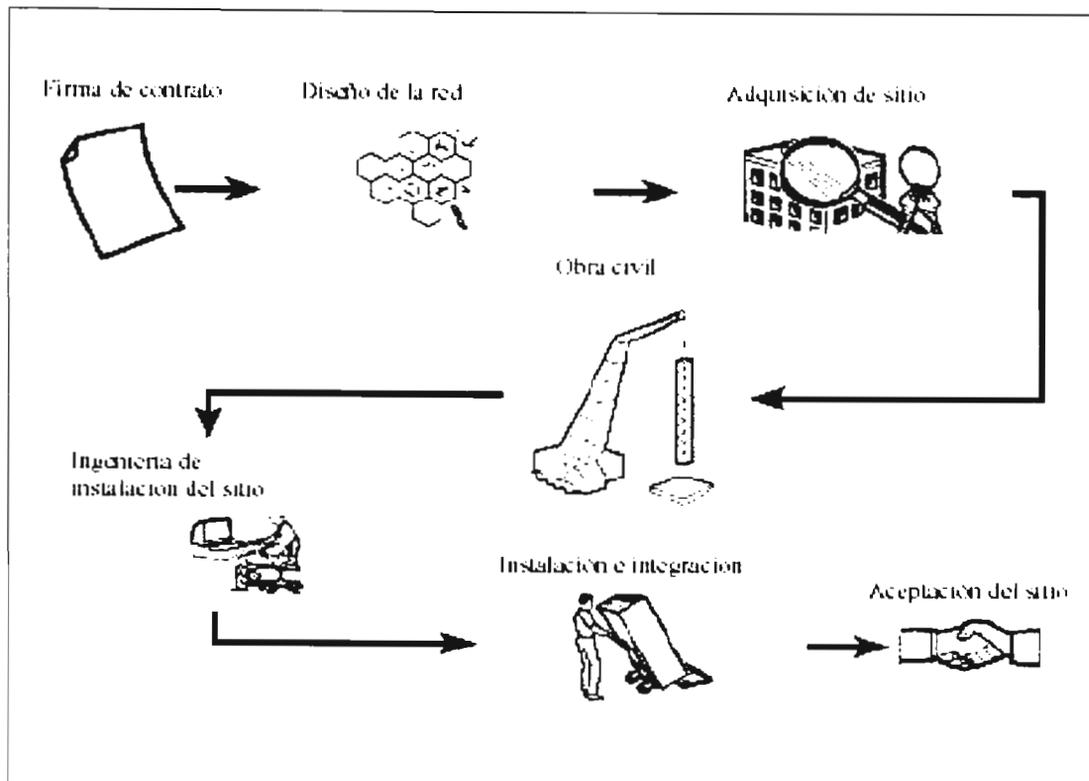


Figura 3.1 Proceso de implementación de sitio

### Proceso de planeación de la red

El proceso de planeación de la red consiste en las siguientes actividades:

- Dimensionamiento de la red.
- Dimensionamiento del equipo de radio, transmisión, conmutación, operación y mantenimiento.
- Definir y ordenar los productos de adaptación del mercado, por ejemplo, programas de señalización hacia la red de telefonía pública.
- Medición de la radio frecuencia y de interferencia.
- Producción de mapas digitales y datos.

### Adquisición del sitio

El proceso de adquisición del sitio es efectuado en cooperación con el proceso de obra civil y algunos casos con el proceso de ingeniería.

El proceso de adquisición del sitio consiste en las siguientes actividades.

- Buscar sitios y valuarlos
- Diseño del sitio y evaluación del costo.
- Negociación y firma de contrato de arrendamiento.
- Manejo de permisos y traspaso de la información al personal de ingeniería.

#### Obra civil

El proceso de la obra civil se realiza en cooperación cercana con el proceso de adquisición de sitio y el proceso de ingeniería.

El proceso de obra civil consiste de las siguientes actividades:

- Preparación de un diseño detallado de obra civil para el sitio.
- Actualización del costo para la construcción del sitio.
- Construcción del sitio.
- Inspección del sitio y entrega del documento a ingeniería que muestre como queda el sitio construido.

#### Ingeniería

El proceso de ingeniería comienza con la adquisición del sitio y el proceso de obra civil que haya sido terminado. El proceso de ingeniería consiste en las siguientes actividades:

- Recolección de información acerca del sitio.
- Diseño en cuanto a la configuración de antenas y radios y levantamiento del sitio.
- Elaboración de planos que muestren la posición de las antenas y equipamiento.
- Definición de responsabilidades entre el arrendatario y arrendador.
- Elaboración de la documentación e instalación del sitio.

### Instalación e Integración

Este proceso cubre la secuencia del trabajo durante la instalación y el proceso de ingeniería: Sistema de pruebas de la antena, instalación del gabinete, prueba de funcionalidad de la instalación e integración de la RBS a la red. El proceso se muestra a continuación en la figura 3.2.

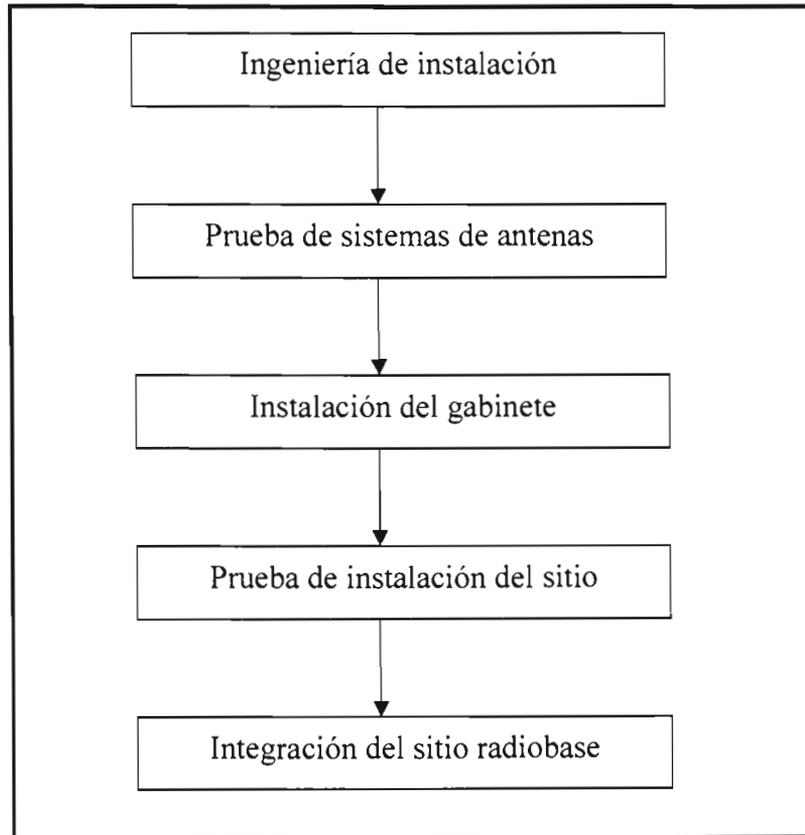


Figura 3.2. El proceso de instalación e integración.

El trabajo que se involucra en este proceso, es ejecutado por el personal de instalación y el personal de pruebas de integración.

El personal de instalación es responsable de las siguientes actividades:

- Sistema de Instalación de la antena.
- Instalación de la RBS.
- Aterrizaje de la RBS.
- Conexión de la alimentación de la RBS.

- Conexión del sistema de la antena a la RBS.
- Instalación de la escalerilla y conductos par los cables.
- Instalación de las baterías de respaldo.
- Instalación de los cables de PCM.

El personal de pruebas de integración es responsable de las siguientes actividades:

- Ejecución de pruebas específicas par la integración del sitio.
- Solución de fallas, si la prueba indica alguna falla.
- Registro de los resultados de prueba en la documentación de instalación del sitio la cual debe ser regresada al personal de ingeniería.



### 3.4.1 GABINETES

El proceso de instalación del gabinete puede ser descrito mediante el siguiente diagrama de flujo de la figura 3.4

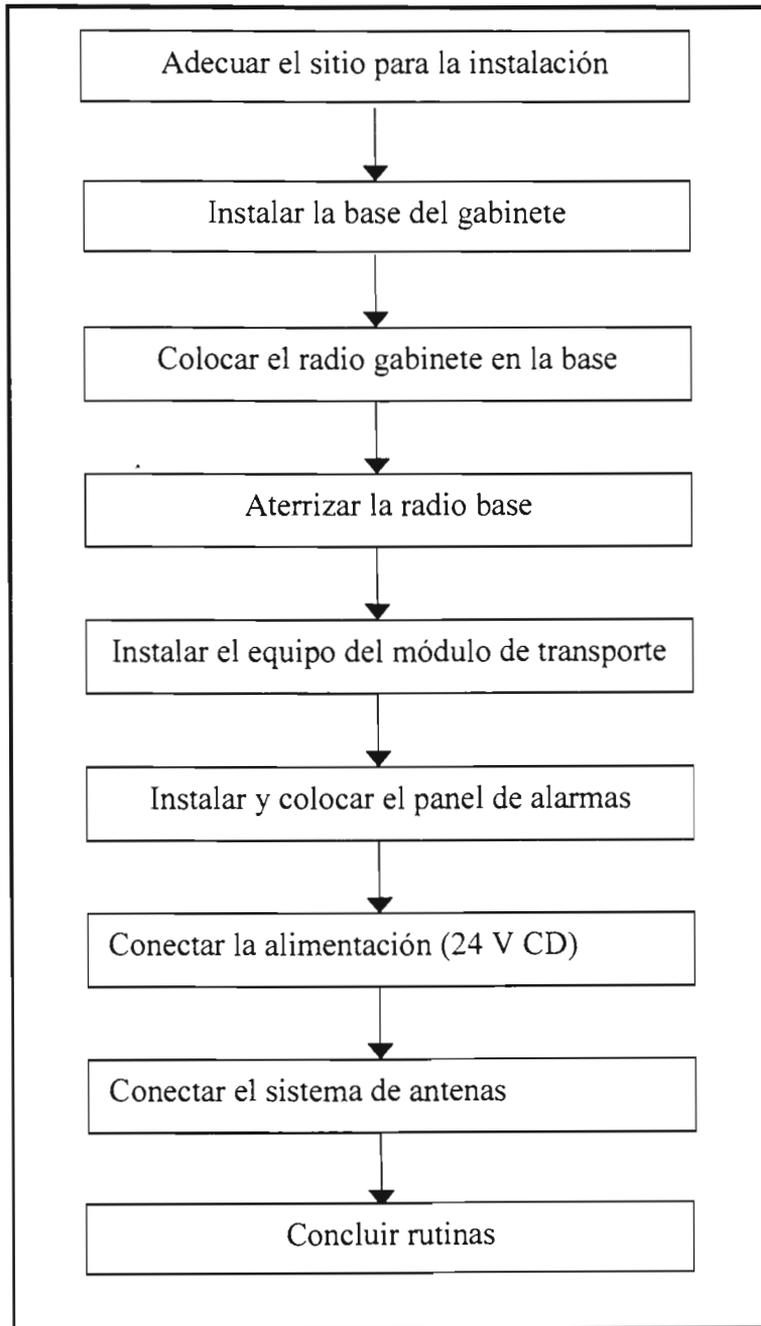


Figura 3.4 Diagrama de flujo del proceso de instalación del gabinete

La RBS 2206 es un gabinete interior que puede ser instalado por separado o en conjunto con otros equipos. Sus dimensiones se muestran en la figura 3.5.

El gabinete es transportado en una caja. De preferencia se mantiene el gabinete en la caja hasta que sea el momento de instalarlo en la base.

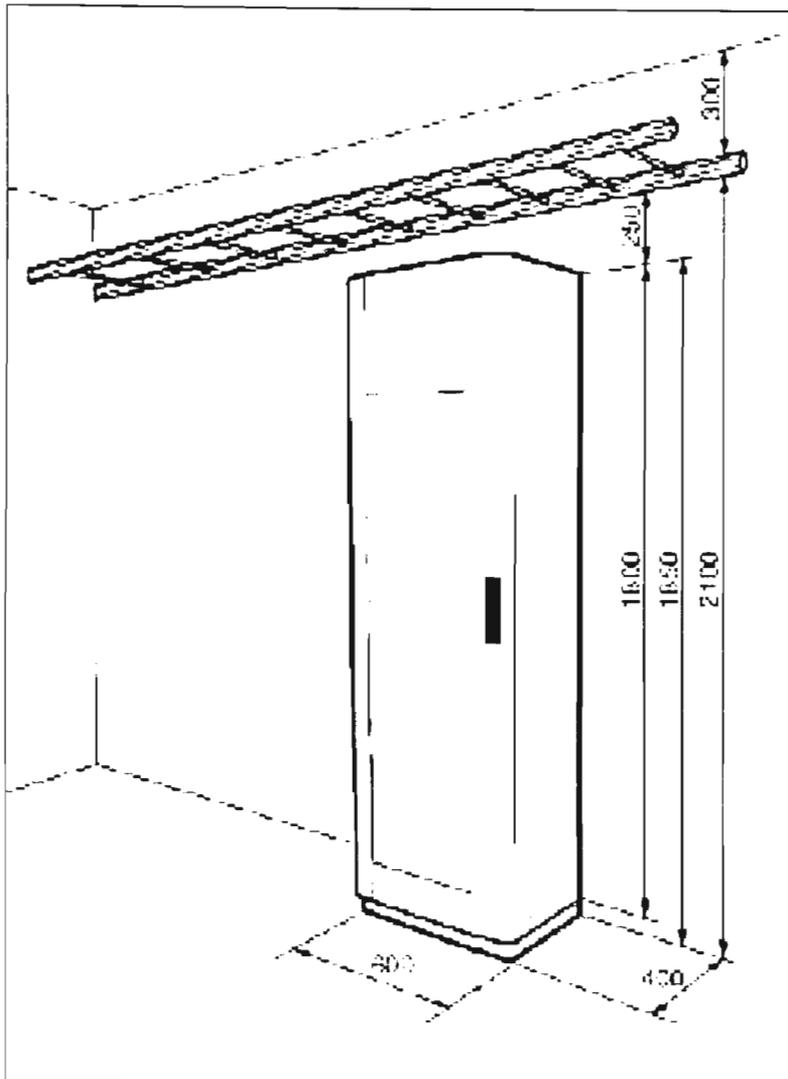


Figura 3.5 Dimensiones del gabinete

Lo primero que se hace es colocar la base del gabinete en el lugar correcto, fijando las pijas con un torque de 30 N-m, verificando el aislamiento de los tornillos con respecto a la base, y verificando la nivelación.

En seguida se procede con la colocación del gabinete sobre la base, fijando el gabinete a la base mediante los dos tornillos para tal fin. Éstos deben ser colocados en las esquinas frontales en el interior del gabinete y aplicando un torque de 30 N-m.

Se debe fijar el gabinete a la pared mediante las placas de fijación correspondientes y aterrizarlo al anillo de tierras físicas mediante zapatas en ambos extremos.

Instalación y conexión del panel de alarmas.

El panel de alarmas permite la instalación de 16 alarmas con protección contra sobrevoltaje. Se muestra en la figura 3.6. La protección contra sobrevoltaje para señales de PCM permite la instalación de dos sistemas de PCM por módulo (máximo cuatro módulos). La distancia entre el panel de alarmas y el radio gabinete está limitada por la longitud del cable que los conecta; la longitud máxima del cable es de 15 m.

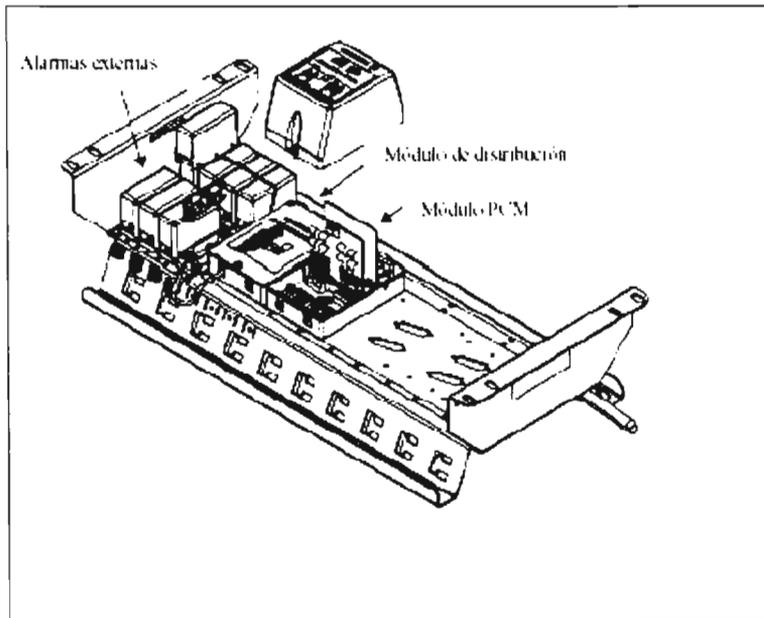


Figura 3.6 Panel de alarmas

Para el paso de cables se debe instalar un canal plástico, como el que se muestra en la figura 3.7.

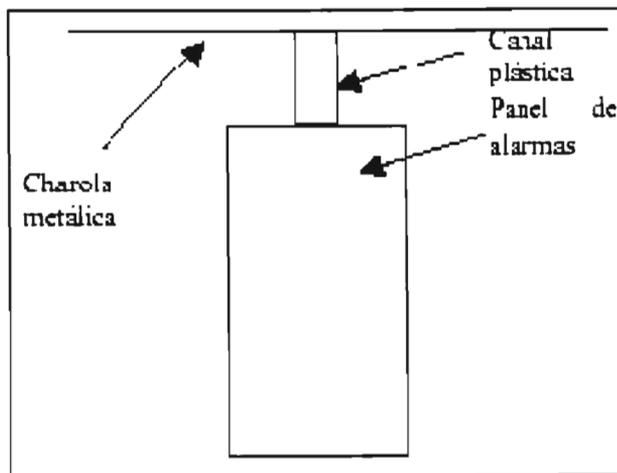


Figura 3.7 Instalación del canal de plástico

Conexión de las alarmas externas.

El panel de alarmas permite la conexión de 16 alarmas externas con protección contra sobrevoltaje. Un par de alarmas preinstalado está dedicado a supervisar el protector contra sobrecargas integrado en el módulo de protección contra sobrevoltaje OVP.

También se debe conectar lo siguiente:

- Conexión del módulo de distribución.
- El módulo de distribución es una unidad entre la caja de conexión de las alarmas externas y el módulo de protección contra sobrevoltaje para PCM.
- Conexión de los cables de PCM coaxiales o par trenzado.
- Cable coaxial doble.
- Cable coaxial simple.
- Conexión de PCM con cable trenzado.
- Cambio de tarjetas del módulo de distribución.
- Conexión del panel de distribución a la radio base.

El panel se debe conectar a la RBS de acuerdo a la tabla 3.1

Conector	Descripción
G703 – 1	Enlace de transmisión 1
G703 – 2	Enlace de transmisión 2
G703 – 3	Enlace de transmisión 3
G703 – 4	Enlace de transmisión 4
Salida CD	+24V CD al equipo externo
Alarmas externas	Entradas de alarmas externas
ESB – 1	Bus externo de sincronización
ESB – 2	Bus externo de sincronización

Tabla 3.1. Conectores.

Cable de alarmas

Se debe enrutar el cable de alarmas 1/RPM 251 09/150 a través de las canales de plástico y de la canaleta metálica asegurándose de fijar el cable con cinturones de plástico de color negro o blanco.

### Cable de enlace

Se enruta el cable de Enlace TSR 495 308/15M a través de las canales de plástico y de la canaleta metálica asegurándose de fijar el cable con cinturones de plástico de color negro o blanco.

### Opciones de fuerza en sitio.

El gabinete RBS tiene tres opciones de fuente de poder:

- 120- 250 V CA por medio de una entrada principal de fuerza con terminales atornilladas. Las entradas de fuerza alimentan cuatro PSU's individuales. Un respaldo de baterías de +24 V CD puede ser conectado de manera simultánea en esta opción. Esta es la misma opción descrita en el punto siguiente.
- +24 V CD. El radio gabinete puede en +24 V CD proveídos por una fuente de alimentación externa.
- - (48 –60) V CD se conecta de manera similar que la C.A. Notese que el respaldo de baterías + 24 V CD no está disponible en esta configuración de fuerza.

La RBS 2206 puede ser entregada en dos versiones la primera versión tiene una interfase de fuerza para una alimentación de CA principal y una entrada para '+ 24 V CD. La otra versión tiene una interfase de fuerza para -(48 – 60) V CD, de acuerdo a la tabla 3. 2.

NOMINAL	RANGO	PSU
120 – 150 V CA 50 – 60 Hz	90 – 275 V CA 45 – 65 Hz	PSU – AC
+ 24 V CD	+ 20.5 - + 29 V CD	No se requiere PSU
- (48 – 60) V CD	- (39 – 72) V CD	PSU - DC

Tabla 3. 2. Voltajes de alimentación puede ser una de las siguientes alternativas.

### Conexiones del sistema de antenas.

Existen varias configuraciones posibles en función de la configuración de la celda y el tipo de CDU utilizado.

Para el cableado de los jumpers se debe consultar el módulo C específico del sitio. Una vez instalados los inyectores de vías, se procede a colocar los jumpers. Aplicando un torque de 25 N-m en la tuerca de los jumpers. Los cables del bias inyector son fáciles de dañar, se debe de tener cuidado de no dañarlos o cortarlos

Conclusión de rutinas.

Antes de abandonar el sitio se verifica que las siguientes actividades hayan sido realizadas:

- Todas las puertas han sido cerradas con llave.
- El sitio esta limpio de objetos como material de empaque y pedazos de cable.
- La instalación ha sido inspeccionada de acuerdo la Lista de verificación de la instalación de RBS 2000 (LZFC 044 3703 11 RA).
- La documentación del módulo C ha sido corregida de acuerdo a la instalación.
- Los climas están activados.

Inspección de aislamiento de instalaciones celulares

El propósito de verificar el aislamiento eléctrico es obtener una mayor confiabilidad en la operación del equipo en instalaciones celulares y evitar anomalías debidas a un deficiente aislamiento eléctrico.

La prueba de aislamiento de la RBS debe realizarse antes de conectar los cables de fuerza, de tierra y de radiofrecuencia.

Se procede a hacer la medición de la resistencia del herraje utilizando un multímetro conectando la punta del cable rojo a una parte metálica, tornillo, barra o placa (sin recubrimiento de pintura) del cuerpo del equipo a inspeccionar, como se muestra en la figura 3.8.

Se debe de verificar que la lectura sea circuito abierto "OL" o "infinito" con un valor mínimo a 0.1 megaohms.

Si la lectura no es aceptable, se procede a verificar las partes que componen la fijación del equipo inspeccionado, con el fin de detectar la falla.

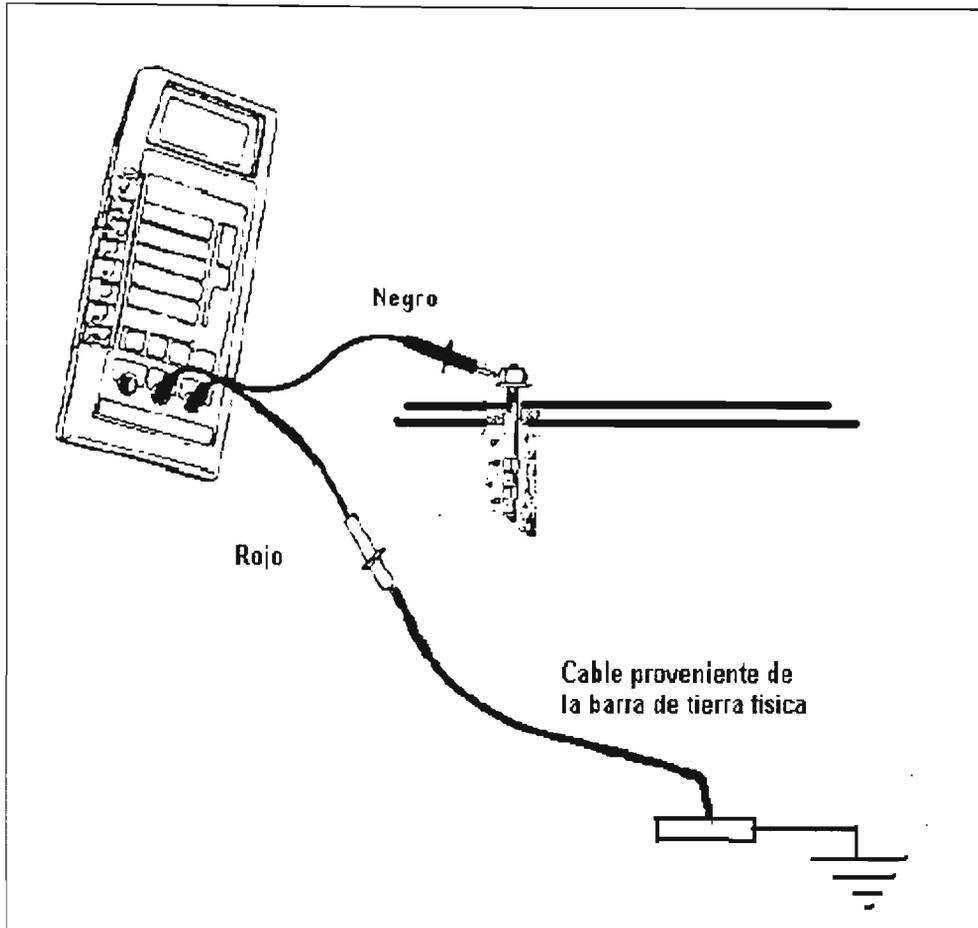


Figura 3.8 Aislamiento de herrajes

La verificación se hace a todos los tornillos utilizados durante la instalación y se realiza poniendo en contacto la terminal roja del multímetro con el cable proveniente de la tierra física y la terminal negra con el tornillo como se muestra en la figura 3.8, si no existe contacto eléctrico la lectura en el multímetro indicará circuito abierto.

Para verificar el aislamiento del gabinete debe realizarse poniendo en contacto la terminal roja del multímetro con el tornillo a verificar o en su defecto con cualquier tornillo del herraje, y la terminal negra a una terminal metálica, como se muestra en la figura 3.9, si no existe contacto eléctrico el multímetro indicará circuito abierto (infinito).

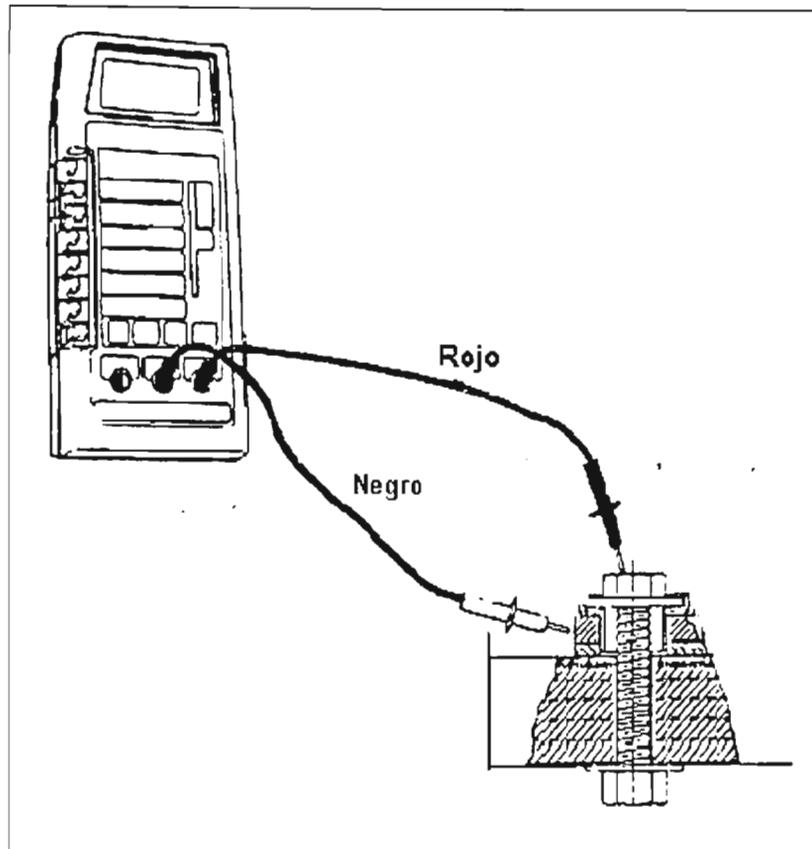


Figura 3.9 Aislamiento del gabinete

Los caminos para cables tienen como objetivo agilizar y normalizar la colocación de los diferentes tipos de cableado en una radiobase 2000 y son las siguientes:

#### Canaletas Metálicas

Con el objeto de evitar alguna posible afectación entre los diferentes tipos de cables que se instalan en los equipos de RBS es necesario considerar lo siguiente:

- La distribución de los cables dentro de la canal metálica se realiza separando los cables por grupos, de acuerdo a su función (señal, bus, fuerza y tierra), como se ve en la figura 3.10.
- La trayectoria y distribución de cableado a seguir en cada proyecto de instalación será indicada con la simbología de canalización en el plano de montaje de ingeniería del módulo C del sitio.
- Ingeniería definirá para cada proyecto el tipo y capacidad de canales a utilizar tomando en cuenta el dimensionamiento total y a futuro del equipo.

- Es recomendable que para la definición de trayectoria de herrajes se realice la visita del sitio conjuntamente con el cliente, solicitándole las adaptaciones necesarias a fin de llevar a cabo la instalación sin ningún contratiempo y de ser necesario la perforación de pasos para cable en el muro o losa.
- Si algún cable quedara más largo de lo necesario (cables prefabricados), no es recomendable enrollarlo.

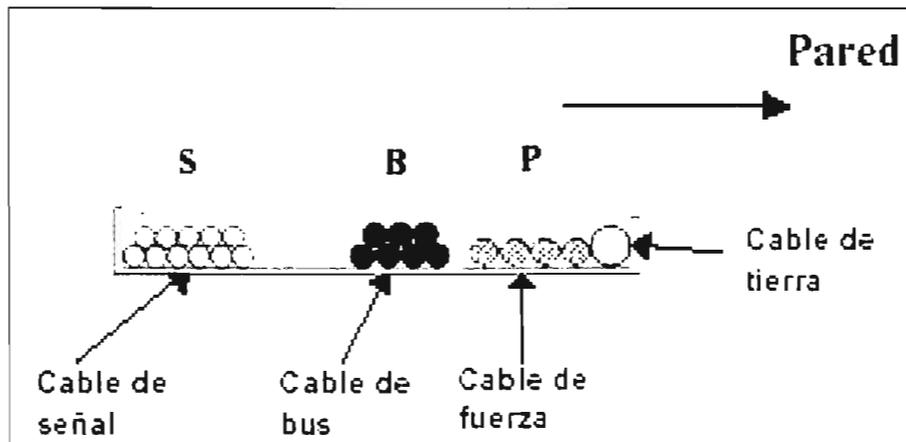


Figura 3.10 Trayectoria de los cables

El cableado deberá sujetarse con cinturones blancos o negros pero no deben mezclarse ambos colores en una misma instalación, por otro lado la distancia mínima entre cinturones no debe ser mayor a 40 cm.

#### Canaletas plásticas

Con el objeto de evitar cruzamientos físicos de cables en las canales de Metal y Plásticas que se instalan en los equipos de RBS es necesario considerar lo siguiente:

- La distribución de los cables dentro de la canal plástica se realiza separando los cables por grupos, de acuerdo a su función (señal, bus, fuerza y tierra).
- Los cables deberán acomodarse de acuerdo a su función y tendrán que amarrarse con cinturones blancos o negros pero no deben mezclarse ambos colores en una misma instalación, por otro lado la distancia mínima entre cinturones no debe ser mayor a 40 cm.
- Los cables cambiarán de ubicación dentro de la canal dependiendo de la localización del equipo.

Cableado externo del radio gabinete 2206.

La distribución de los cables externos de radio gabinete se debe realizar de acuerdo a lo siguiente:

- Los cables deberán acomodarse por separado de acuerdo a su función y tendrán que amarrarse con cinturones blancos o negros pero no deben mezclarse ambos colores en una misma instalación.
- Los cables de fuerza deberán tenderse directamente del gabinete 2206 a la charola y se amarran por medio de cinturones
- El cable de tierra puede amarrarse a los cables de fuerza y subir de la misma manera a la charola metálica
- Una vez tendido los cableados de tierra y fuerza se procede a colocar el cableado de señal (alarmas y enlace), y tienen que separarse del cableado de tierra y de bus así mismo tienen que sujetarse con cinturones negros o blancos pero no deben mezclarse ambos colores en una misma instalación

#### 3.4.2 AMPLIFICADOR MONTADO EN TORRE (TMA)

El propósito principal del TMA es el de filtrar y amplificar la señal de entrada (ganancia de 12 dB que proviene de la estación móvil (MS) antes de ser enviada hacia la estación radio base (RBS), la señal de TX a sido filtrada pero no amplificada.

Para obtener los mejores resultados, el TMA debe ser montado sobre un mástil o a la pared lo más cerca posible a la antena de RX, así como instalarlo de manera horizontal, cuando se monta de manera vertical se recomienda que los conectores sean orientados hacia abajo. Figura 3.11.

##### Instalación del TMA

Antes de iniciar considerar donde se instalará el TMA, sobre la pared o fijado a un mástil. Si la instalación se realiza sobre un mástil existen tres formas de realizar la instalación.

1. Con la ayuda del cinturón metálico directo a la fijación del TMA.
2. Con la ayuda del soporte doble de montaje.
3. Con la ayuda del soporte triangular de montaje.

Elegir uno de los métodos de instalación mencionados anteriormente antes de iniciar la instalación de los TMA.

Verificar todo tu equipo necesario, adaptadores y que tu herramienta se encuentre completa antes de subir al mástil.

Para obtener los mejores resultados, los TMA deberán ser montados lo más cerca posible de la antena de recepción (RX) y con los conectores orientados hacia abajo. En caso de no ser posible se deberá considerar el espacio de instalación para tomar la mejor alternativa.

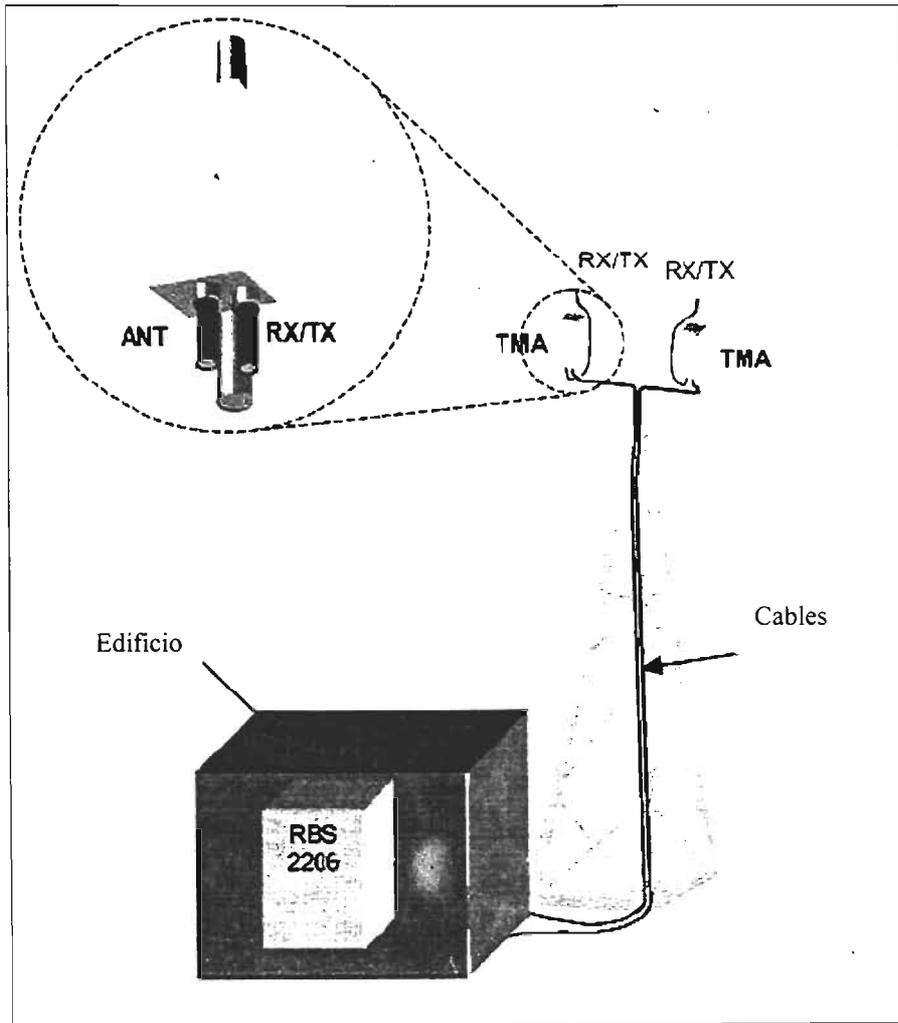


Figura 3. 11 RBS 2206 con TMA

Existen diferentes formas de instalar los TMA's, los cuales se enlistan enseguida:

- 1) Montaje del TMA en el mástil con el cinturón metálico.
- 2) Montaje del TMA con el soporte doble.
- 3) Montaje del TMA con el soporte triangular.

#### 4) Montaje del TMA a la pared.

##### Conexión del TMA.

Para la conexión de los TMA's se debe identificar los cables correspondientes a cada conductor de TMA, apretar los conectores con el torquímetro a un par de apriete de 20 N-m.

Si los cables son demasiado largos se deben asegurar o fijar para evitar movimientos en la estructura. Es importante indicar que los conectores de los cables se deben apretar a 20 N-m en ambos extremos (TMA y antena).

##### Aterrizaje.

Para aterrizar los equipos TMA se deberá utilizar el cable de tierra de 25 mm<sup>2</sup> y la terminal para cable (zapata de un ojillo de 3/8). Para realizar el ponchado del cable se utiliza la pinza hidráulica y el dado de aplicación. Cuando en un mástil o en una sala se instalen 2 ó más equipos TMA's, su sistema de tierra deberá ser instalado con un puente de uno a otro, utilizando materiales idénticos al aterrizaje. El cable de tierra deberá ser conectado a la cola de tierra del edificio ó bien al anillo de tierra de la sala o contenedor.

### 3.4.3 ANTENAS

#### Montaje múltiple de antenas.

Se pueden montar hasta tres antenas en el mismo mástil, sin embargo se deben considerar varios factores para determinar un método de montaje adecuado. Cuando dos o tres antenas están montadas en el mismo mástil, el aislamiento típico es de 45dB o mayor. El desplazamiento del soporte con respecto al mástil combinado con un diámetro del mismo también deben ser considerados.

Cuando dos o tres antenas son montadas en el mismo mástil, los soportes de cada antena no deben ser montados en el mismo plano horizontal. Como resultado de esto, una de las antenas debe ser montada 2" por debajo de la otra.

#### Soporte estándar

Este soporte se aplica a cualquier modelo EMS de antena. Para longitudes de antena de 72" o menores. Diámetro del mástil: 1.5" a 5". Distancia de montaje desde el mástil: 1.8". Espacio entre soportes: 26" para antenas menores a 48" y 42" para antenas de 48" a 72". Este soporte se puede adaptar para montaje en mástil o en pared. Este soporte se incluye con la antena, y aparece en la figura 3.12.

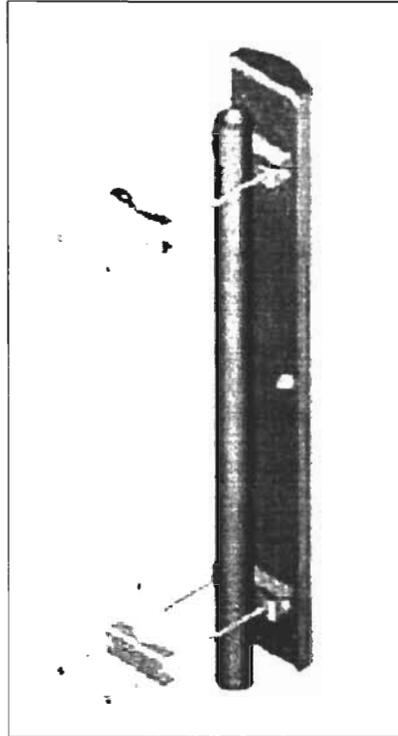


Figura 3.12 Soporte estándar

Soporte de azimut variable.

Este soporte se aplica a antenas con 72" de longitud o menores. Distancia de montaje desde el mástil: 6.2". Espacio entre soportes: 26" para antenas menores a 48" y 42" para antenas de 48" a 72". Ángulo de rotación: Con antenas de 8" de ancho: +/- 40°, con antenas de 10" de ancho: +/- 35°, con antenas de 12" de ancho: +/- 30°. El soporte tiene graduación cada 5 para el ajustar del azimut. Este soporte se muestra en la figura 3.13

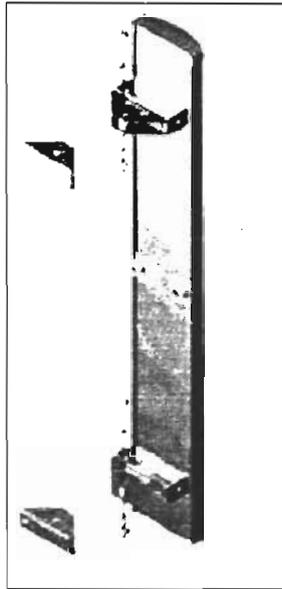


Figura 3.13 Soporte de azimut variable.

Soporte con inclinación 0 – 10°.

Este soporte se aplica a antenas de 48" a 72". Diámetro del mástil: 1.5 – 5". Distancia de la antena con respecto al mástil: 3.5". Espacio entre soportes: 42". El soporte tiene graduación para ajustar la inclinación. Este soporte se muestra en la figura 3.14.

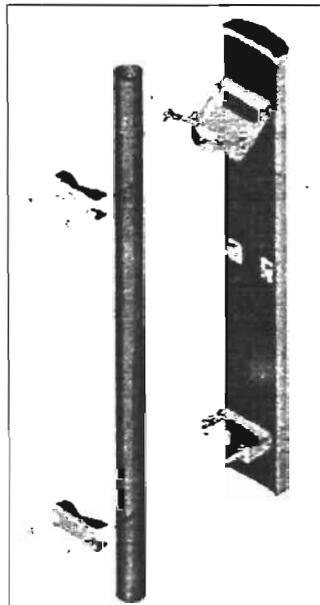


Figura 3.14. Soporte con inclinación 0 – 10°

### Soporte con inclinación 0 – 15°

Este soporte se aplica a antenas de 48" a 72". Diámetro del mástil: 1.5 – 5". Distancia de la antena con respecto al mástil: 4.0". Espacio entre soportes: 42". El soporte tiene graduación para ajustar la inclinación. Se muestra en la figura 3.15.

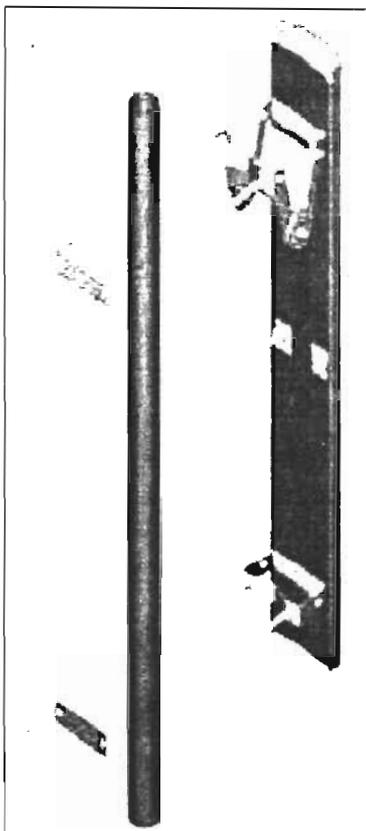


Figura 3.15. Soporte con inclinación 0 - 15°

### Soporte cluster sin capacidad de inclinación.

Este soporte se aplica a antenas de 72" o menores. Diámetro del mástil: 3" – 6". Distancia de la antena con respecto al mástil: 4.0". Espacio entre soportes: 26" para antenas menores a 48" y 42" para antenas de 48" a 72". Este herraje incluye soportes para montar dos o tres antenas en el mismo mástil. El herraje se muestra en la figura 3.16.

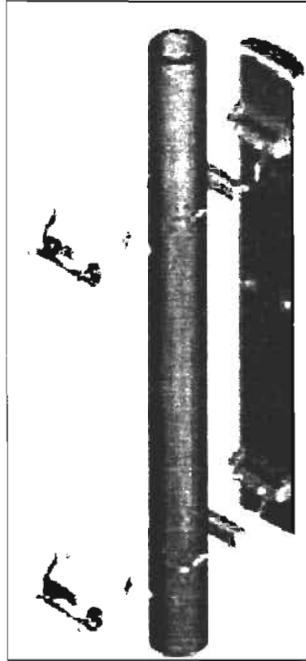


Figura 3.16. Soporte cluster sin capacidad de inclinación

#### Soporte cluster con inclinación de 10°

Este soporte se aplica a antenas de 72" o menores. Diámetro del mástil: 3" – 6". Espacio entre soportes: 26" para antenas menores a 48" y 42" para antenas de 48" a 72". Este herraje incluye soportes para montar dos o tres antenas en el mismo mástil. Este soporte se puede ver en la figura 3.17.

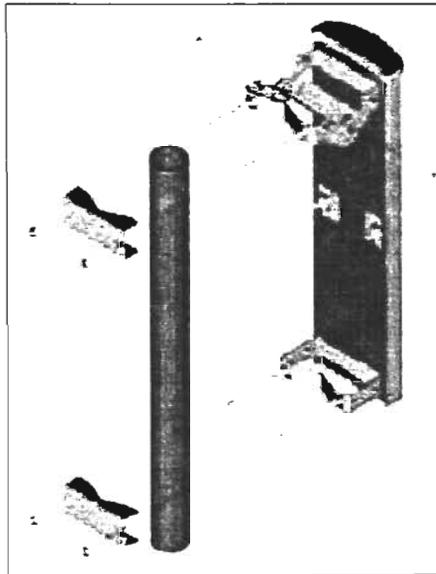


Figura 3.17 Soporte cluster con inclinación de 10°

Soporte cluster con inclinación de 15°.

Este soporte se aplica a antenas de 72" o menores. Diámetro del mástil: 3" – 6". Espacio entre soportes: 26" para antenas menores a 48" y 42" para antenas de 48" a 72". Este herraje incluye soportes para montar dos o tres antenas en el mismo mástil. El soporte es como en la figura 3.18.

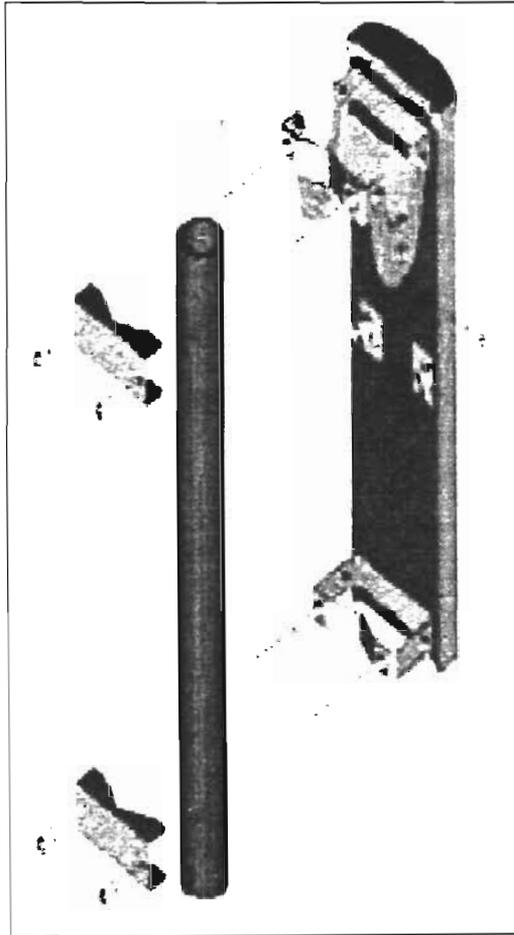


Figura 3.18. Soporte cluster con inclinación de 15°

Soporte cluster con tornillo U.

Este soporte se aplica a antenas de 72" o menores. Diámetro del mástil: 4.5". Tiene la misma funcionalidad que el soporte estándar pero con menos piezas, como se ve en la figura 3.19.

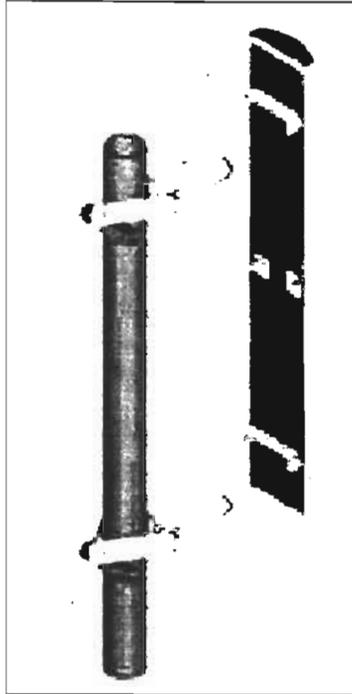


Figura 3.19. Soporte cluster con tornillo U.

#### Montaje en Anillo

Se usa para monopolo de diámetro de 12.75" a 32.75". Este herraje incluye tres mástiles para el montaje de antenas, soportes para montaje en monopolo de montaje en mástil. Como se ve en la figura 3.20.

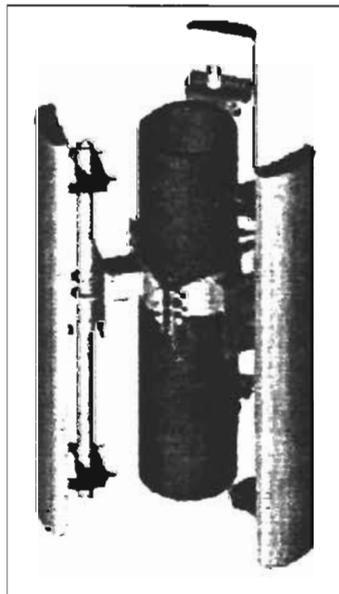


Figura 3.20. Montaje en Anillo

### Montaje en cadena

Para monopolo con diámetro de 8" a 42". Este herraje proporciona flexibilidad para montar en monopolos de acero, madera, o cemento. Incluye mástiles, soportes cadena y tornillería. El soporte se muestra en la figura 3.21.

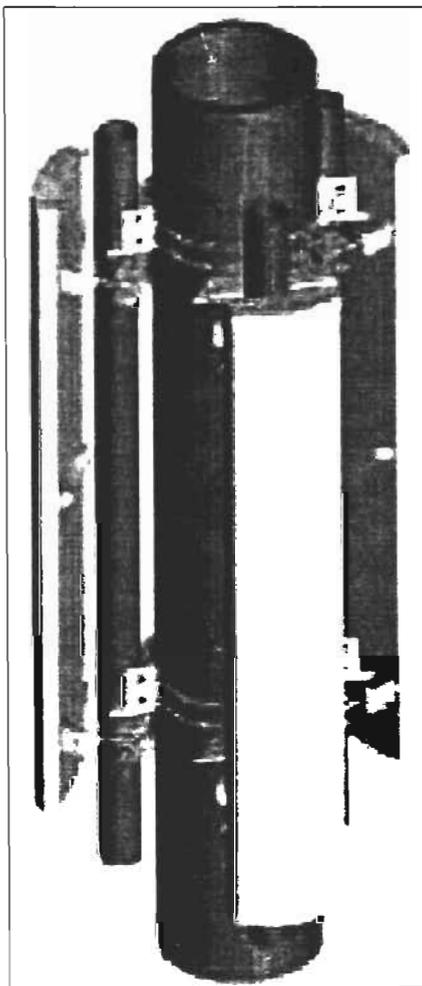


Figura 3.21. Montaje en cadena

### Montaje con abrazaderas metálicas

Para antenas de 72" de longitud o menores. Diámetro del mástil 7.5" – 20". Distancia de la antena con respecto al mástil 3.4 ". Espaciamiento ente soportes: 26" para antenas menores que 48" y 42" para antenas de 48" a 72. El montaje es como en la figura 3.22.

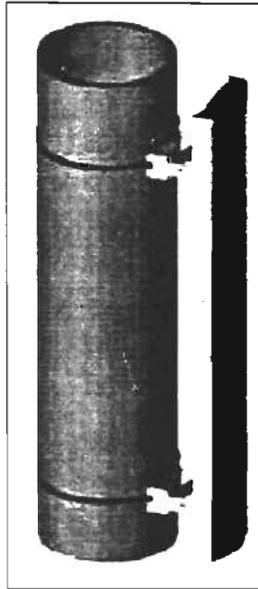
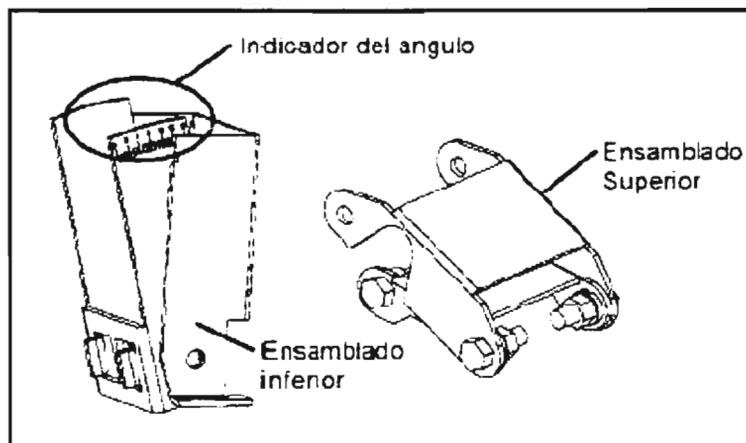


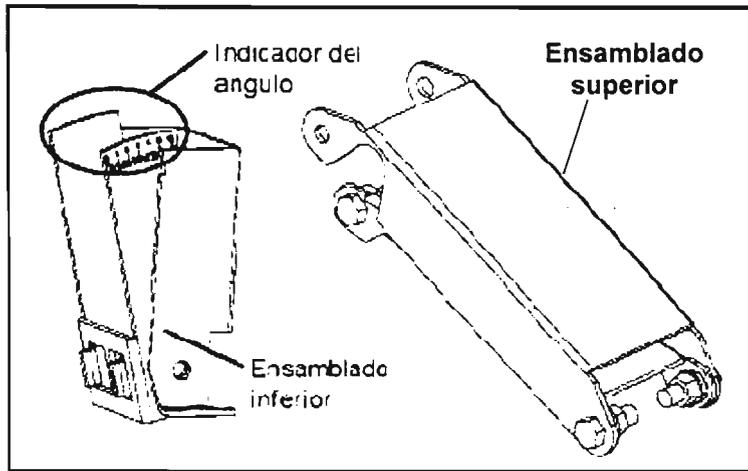
Figura 3.22 Montaje con abrazaderas metálicas

#### Instalación de los componentes de inclinación DB5098 y DB5099

Los componentes de inclinación DB 5098 y DB 5099 están diseñados para proveer inclinación mecánica a las antenas. Cada uno de esos componentes puede ser usado con los componentes de montaje galvanizado para tubo modelo DB390 o DB391 tipo extendido y en su caso el modelo DB5094 AZ de montaje en pared con azimut variable. Estas instrucciones cubren la instalación de cada uno de sus tipos de montajes. Los componentes de inclinación consisten en dos ensambles de soportes: uno para la parte superior y otro para la parte inferior de la antena. El ensamble de éstos se muestra en la figura 3.23. Nótese que se muestra el indicador del ángulo de inclinación en las ilustraciones, este indicador es usado para seleccionar el ángulo de inclinación deseado.



a) Componente superior



b) Componente inferior

Figura 3.23 Ensamble de los componentes de inclinación DB5099

Instalación de los componentes de instalación sobre un montaje para mástil estándar

1. Instalar los componentes de montaje en la parte superior e inferior de la antena y así mismo el montaje para tubo como se muestra en la figura 3.25 y 3.26.

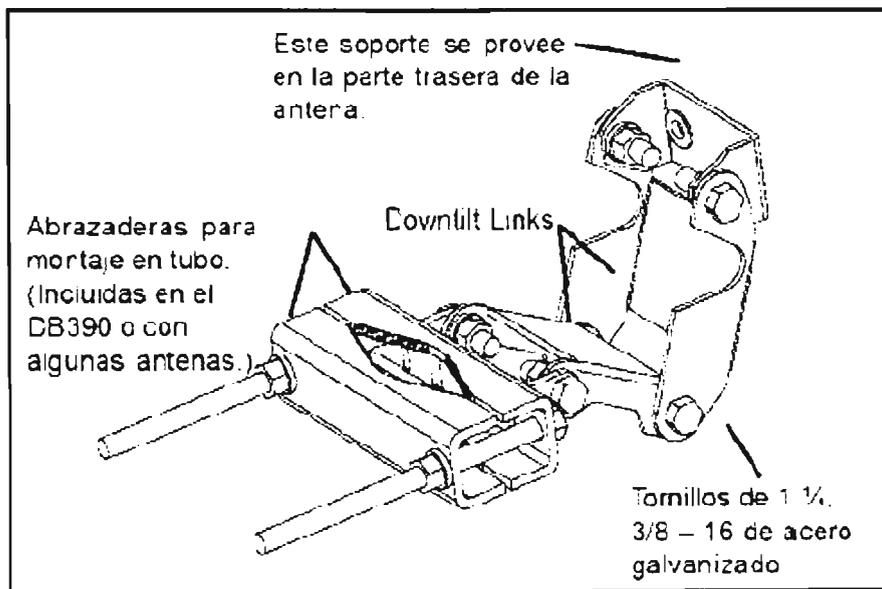


Figura 3.24 Parte superior del DB5098 ensamblado al tubo

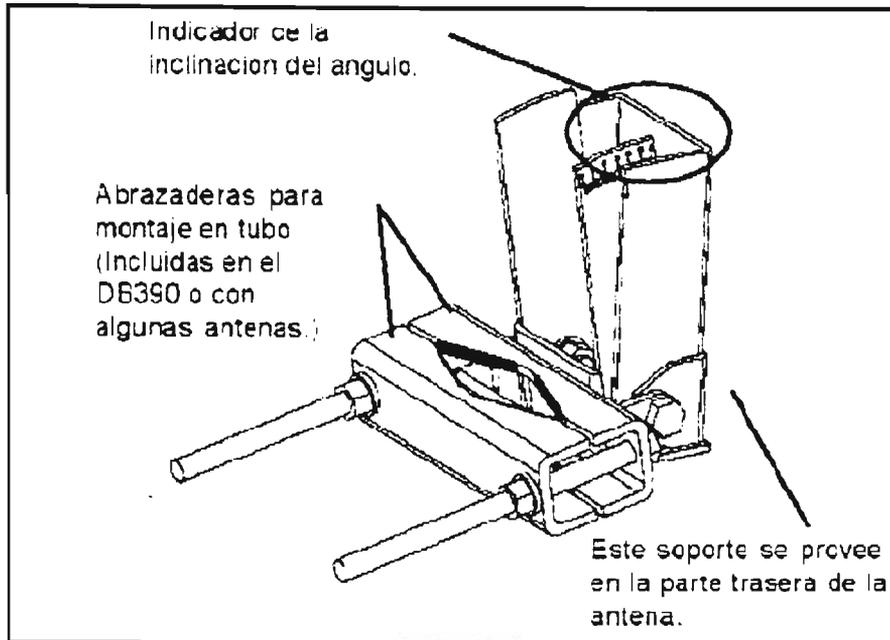


Figura 3.25 Parte inferior del DB5098 ensamblado al tubo.

A este punto, todas las sujeciones deben ser conectadas pero no apretadas para permitir el fácil ajuste de inclinación una vez que la antena sea montada al tubo o mástil.

2. Se monta la antena al mástil de la torre o al poste como se muestra en la figura 3.26. Asegúrese que la antena tenga cero grados de inclinación, desde el principio. Para asegurar que la antena este a cero grados, se cierran los soportes cerciorándose que el indicador del ángulo, en la parte inferior este puesto a cero grados. Entonces, se dibuja una línea vertical imaginaria a través de las cabezas de los tornillos de montaje. Una vez teniendo cero grados, la línea vertical pasara por el centro de los tornillos como se muestra en la Figura 3.27.

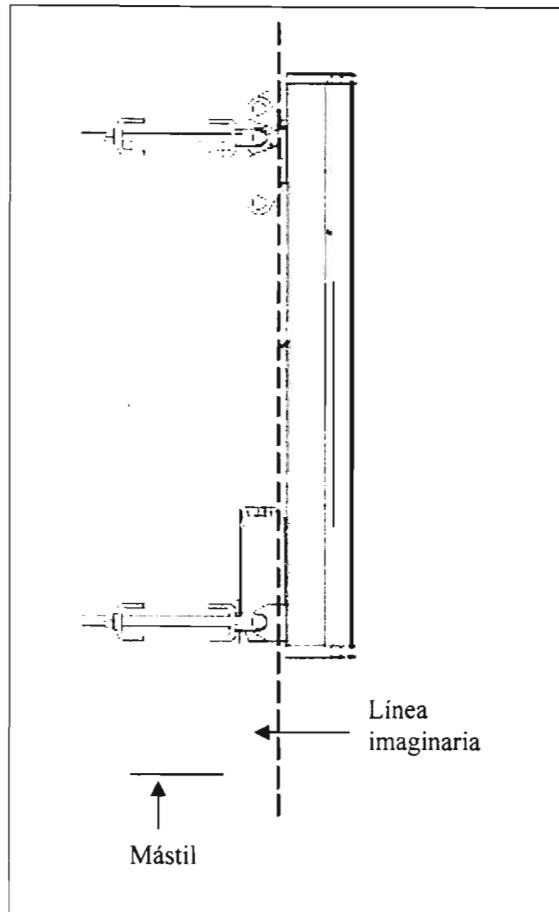


Figura 3.26 Vista lateral de los componentes de inclinación DB5098

3. Orientar la antena en la dirección deseada y apriete los tornillos de la abrazadera del tubo. En este paso no se debe apretar demasiado los tornillos.
4. Conectar el cable a la antena, tomando en cuenta el par de apriete de la tuerca de acoplamiento y los radios de curvatura permitidos para cada tipo de cable. El cable debe estar sujeto a la torre con cinturones metálicos recubiertos de plástico en los intervalos de distancia especificados para cada tipo de cable
5. Realizar el aislamiento de la unión del cable con la antena.
6. Después de concluida la instalación se deben verificar los siguientes puntos:
  - a. La antena está orientada correctamente.
  - b. La flecha de la antena está apuntando hacia arriba.
  - c. El hardware de montaje esta correctamente apretado y no tiene movimiento.
  - d. Los conectores han sido encintados apropiadamente.

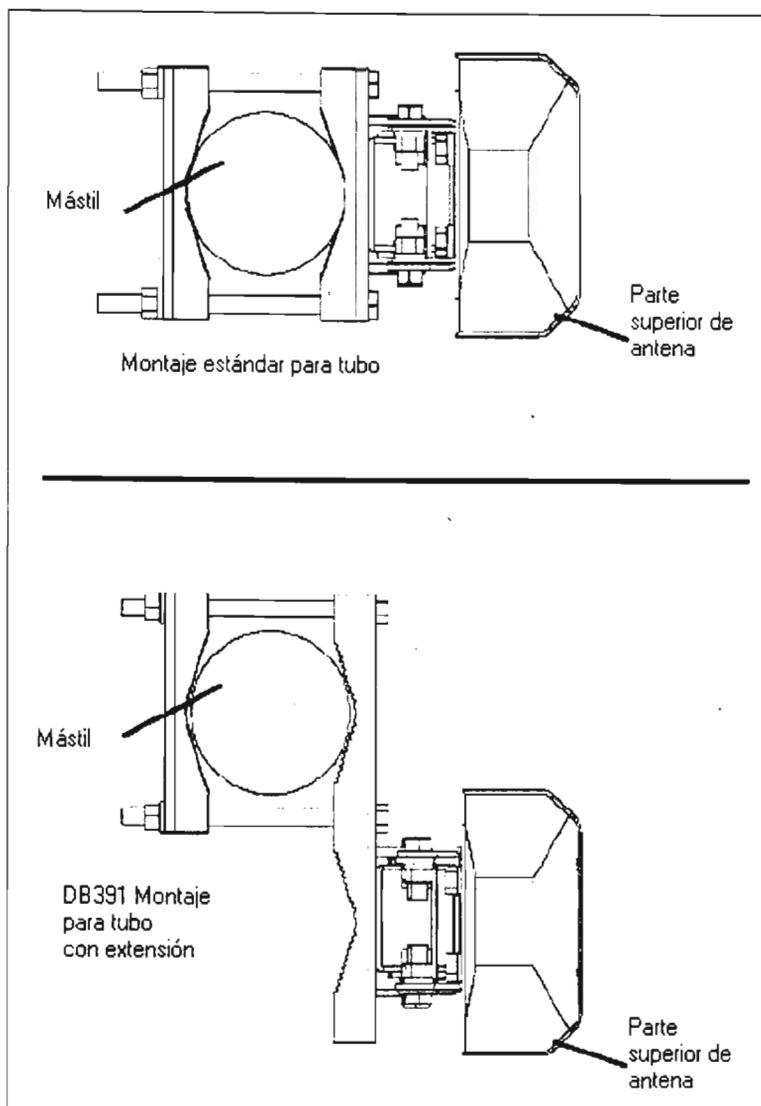


Figura 3.27 Vista superior montado en el soporte estándar para tubo DB391. Nótese que el está completamente cerrado, a cero grados.

Instalación de los componentes de inclinación DB5098, sobre los componentes DB5094-AZ de azimut variable con montaje en pared.

1. Instalar los componentes de inclinación en la antena en la parte de arriba y abajo, asimismo los soportes de montaje de pared, como se muestra en la Figura 3.28. En este punto, todas las sujeciones deben ser conectadas pero no apretadas para permitir el fácil ajuste de inclinación una vez que la antena sea montada a la pared.
2. Asegurarse que la antena tenga cero grados de inclinación, desde el principio. Para asegurar que la antena este a cero grados, cierre los soportes, cerciorándose que el indicador del ángulo en la parte inferior este puesto a cero grados.

Entonces dibuje una línea vertical imaginaria a través de las cabezas de los tornillos de montaje. Una vez teniendo cero grados, la línea vertical pasara por el centro de los tornillos.

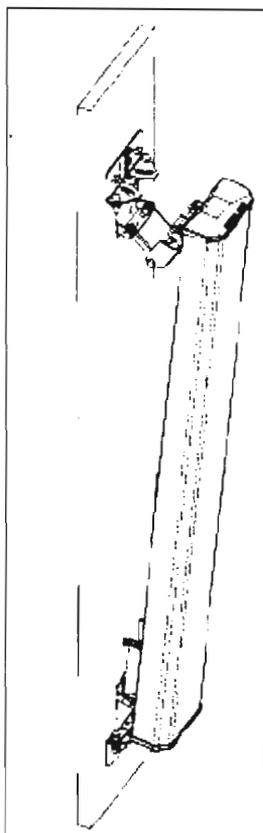


Figura 3.28 Vista de los componentes de inclinación DB5098 montado en los herrajes de pared DB5094-AZ.

#### Ajuste del ángulo de inclinación

Estos ajustes aplican al montaje estándar DB390, al montaje extendido DB391 y al montaje en pared DB5094-AZ.

1. Localizar los indicadores del ángulo, que se encuentran a los lados en la parte inferior de los componentes de montaje
2. Desapretar los tornillos de la parte de arriba y abajo de los componentes. Mientras se observan los indicadores del ángulo, extender o abrir el soporte, hasta alcanzar el ángulo de inclinación deseado.
3. Una vez que el ángulo deseado es alcanzado. Apretar cuidadosamente todos los tornillos para asegurar la antena. No sobre apretar los tornillos.

El máximo ángulo de inclinación que puede ser obtenido, varía de acuerdo con la longitud de la antena a ser instalada. Según las tablas 3.3 y 3.4 de abajo para los máximos ángulos. El indicador del ángulo de inclinación en la parte de abajo, refleja las inclinaciones medidas para una plataforma de montaje que sea perpendicular al plano horizontal de la tierra. Se deben justificar cualquier grado de la inclinación de torre.

Se recomienda el uso de un inclinómetro u otro artefacto que mida los ángulos relativos al horizonte, para medidas de inclinación precisas.

Longitud de la antena	Máximo ángulo de inclinación	Longitud de la antena	Máximo ángulo de inclinación
1 pie	35.0° **	5 pies	6.5°
2 pies	17.75°	6 pies	5.5°
3 pies	11.25°	7 pies	4.5°
4 pies	8.25°	8 pies	4.0°

Tabla 3.3. Máximas inclinaciones para el modelo DB5098

Longitud de la antena	Máximo ángulo de inclinación	Longitud de la antena	Máximo ángulo de inclinación
1 pie	35.0° **	5 pies	15.0°
2 pies	35.0°	6 pies	12.4°
3 pies	26.3°	7 pies	10.5°
4 pies	19.0°	8 pies	9.15°

Tabla 3.4. Máximas inclinaciones para el modelo DB5099

\*\* El indicador de ángulo es limitado a 18°. A los 35°, la parte inferior del soporte alcanzará su máxima inclinación, antes de que la parte superior sea toda extendida.

Las antenas se deben aterrizar con un cable de cobre no mayor a 35 mm<sup>2</sup> si estas no son aterrizadas a través de sus soportes. Por lo menos dos piernas de la torre deberán conectarse a los electrodos de la tierra.

#### 3.4.4 INSTALACIÓN DE LOS CABLES DE 7/8"

Para evitar disturbios de transmisión en el futuro, se deben verificar que las terminales estén protegidas adecuadamente del agua y suciedad. Esta instrucción debe ser estrictamente observada a través del proceso de instalación.

Es muy importante manejar los cables con cuidado. Cualquier daño puede tener efectos adversos en las características de transmisión, por lo que se debe seguir la secuencia siguiente:

1. Verificar que las escalerillas u otros soportes para los cables estén instalados y aterrizados.
2. Desempacar los cables

El cable puede venir en un carrete (para este caso pasar el paso de 3), o lo pueden entregar en pequeños rollos, aproximadamente del tamaño necesario para la instalación (en esta caso pasar al paso 4).

7. Colocar el carrete de cable en una devanadora hidráulica (recomendable).
8. Desenredar el cable en caso de existir espacio de lo contrario el cable se desenreda al mismo tiempo que se va subiendo, ver figura 3.29.
9. Montar el conector coaxial del lado que va a ser instalado en la parte superior, de acuerdo a la instrucción de instalación.

Se debe asegurar que todas las partes de los conectores están apropiadamente montadas y que son utilizadas las herramientas adecuadas para asegurar el ensamble. Tener precaución de no amarrar el cable del conector preensamblado, ya que cualquier esfuerzo aplicado al conector puede dañarlo (conectores preensamblados).

10. Coloque en el cable el dispositivo para elevarlo. Este dispositivo se coloca en el cable por medio de un nudo como se muestra en la figura 3.30A. Después de esto, es necesario apretar el nudo como se muestra en la figura 3.30B.
11. Enganchar los dispositivos de elevación.
12. Elevar el cable a la altura correcta, por ejemplo a la altura que permita más tarde la conexión.
13. Colocar de 5 a 7 grapas de sujeción de tal forma que se detenga el cable.

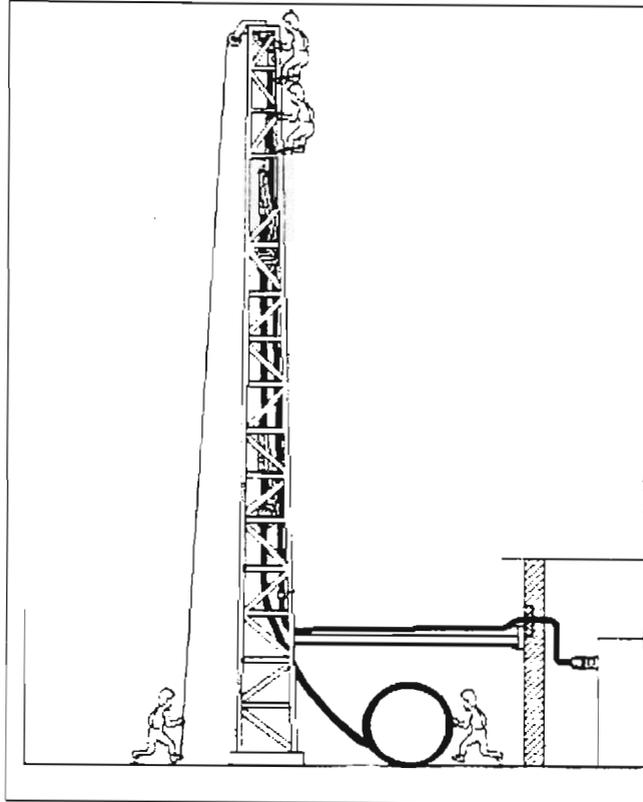


Figura 3.29 Elevación del cable a la torre.

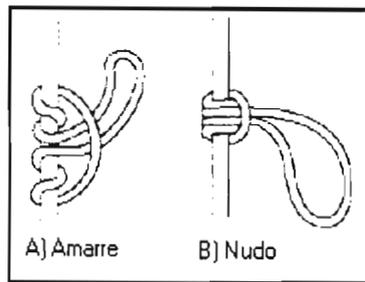


Figura 3.30 Nudo en el dispositivo de elevación del cable

14. Cortar una cantidad de cable de suficiente longitud, incluyendo una distancia adicional para los dobleces en el cable.

Siempre se debe mantener el cable hacia abajo durante el corte de manera que el polvo del corte no caiga en el conductor interior del cable. El polvo producido en el corte puede tener efectos adversos en las características de transmisión.

Tener en cuenta que la longitud del cable depende de la longitud predeterminada del cable de ½" a ser conectado a la RBS.

Se debe tener cuidado con no cortar el cable demasiado corto, esto puede provocar el estiramiento del cable para ganar longitud o bien haciendo los radios de doblez demasiado pequeños.

15. En caso necesario proteger el extremo cortado del cable contra el agua y la suciedad.
16. Etiquetar provisionalmente el cada cable
17. Pasar el cable a través de la pared o el techo. La pared o el techo deben tener instaladas las ventanas de cable, para la distribución de los cables en la ventana, se debe ver el módulo C específico del sitio.

El cable debe tener un doblez con un radio mínimo por fuera de la pared o techo dejando el agua fuera de las ventanas de cable, ver la ilustración en la figura 3.31.

18. Repetir los pasos del 4 al 13, hasta que todos los cables indicados en el modulo C estén sujetos (casi siempre son seis).
19. Fijar el cable a la torre/mástil tan recto como sea posible con una distancia máxima entre abrazaderas correctas para cada cable. Los intervalos entre las abrazaderas dependen del diámetro del cable.
20. Colocar las faltantes para sujetar los cables a las escalerillas
21. Montar el conector coaxial del otro extremo del cable
22. Por medio de una prueba de continuidad comprobar que los cables están conectados a la antena correcta.
23. Etiquetar los cables de manera definitiva.
24. Montar los juegos de aterrizaje.
25. Completar la fijación de los cables usando cinturones para cable.
26. Realizar el aterrizaje de los cables en la parte interna
27. Sellar la ventana de cables
28. Encintar o sellar los conectores en la parte externa

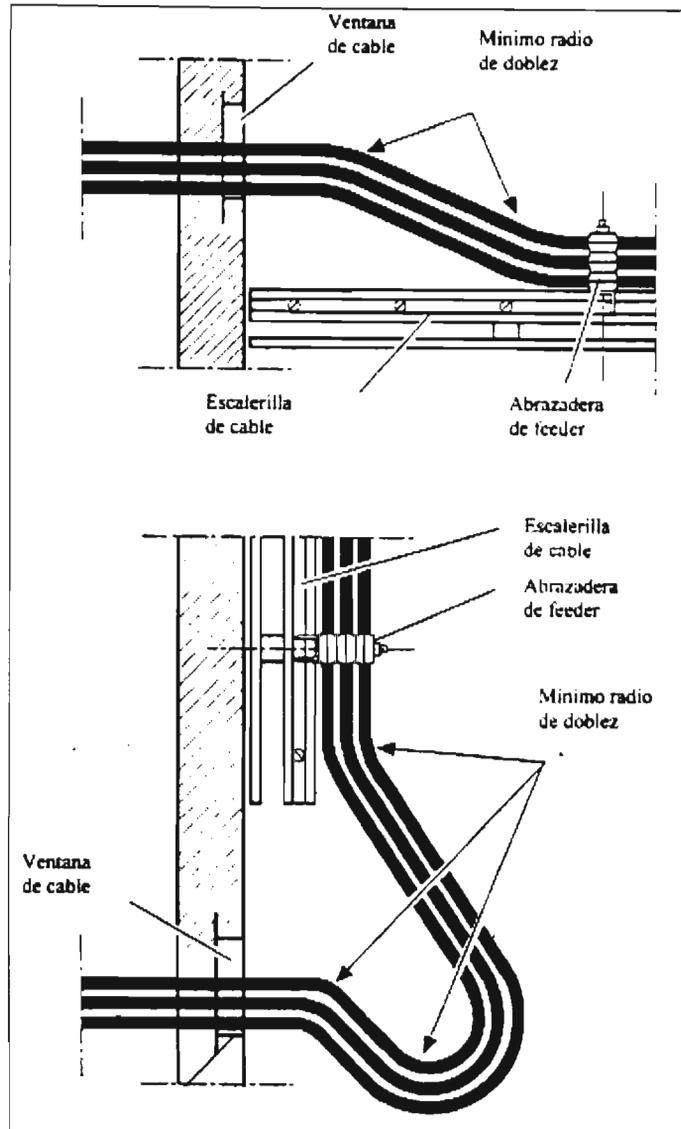


Figura 3.31 Colocación de los cables a través de la pared desde una escalerilla horizontal y vertical.

Instalación de las grapas

La tabla 3.5 indica las distancias máximas recomendadas entre cada grapa para la parte externa de los cables.

Cable	Distancia máxima entre grapas
7/8"	0.8 m
1 1/4"	1.0 m
1 5/8"	1.2m

Tabla 3.5. Distancias máximas entre grapas según la medida del cable

La separación de las grapas también depende del tipo de escalerilla, así como del cable que se instalará, de los cuales se encuentran tres casos diferentes.

- La escalerilla corresponde al mismo tipo de cables
- La escalerilla es para cables de 7/8", pero se puede instalar cables de 1 1/4" o 1 5/8", y se tiene suficiente espacio para colocar los cables
- La escalerilla es para cables de un diámetro de 7/8", además no tiene suficiente espacio para colocar los cables dejando un barrenado libre entre cada cable

Instalación de abrazaderas para cables de 7/8", 1 1/4", 1 5/8" y 10 mm.

Estas abrazaderas (figura 3.32) son usadas principalmente para fijar cables en mástiles/torres y en escalerillas externas.

El perno con cuerda (posiciones 3 y 4 en la figura 3.32), viene en diferentes longitudes. Cambiando el perno pueden asegurarse un número diferente de abrazaderas con un solo perno.

Las longitudes de los pernos son seleccionadas para permitir que se cambie un cable sin tener que desensamblar la unidad completa.

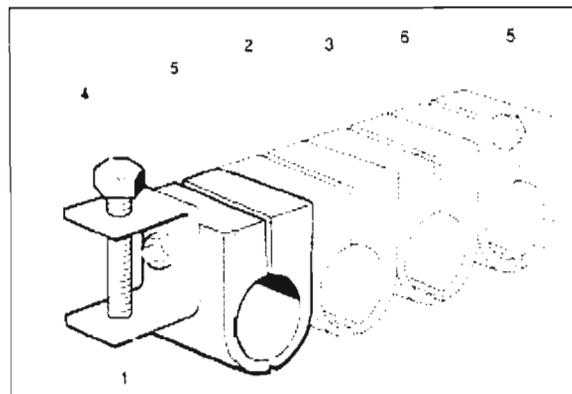


Figura 3.32 Abrazaderas para cables

#### Aterrizaje del cable en interiores

Los cables se deben aterrizar cada 30 m pero como obligatorio será al inicio y final de las líneas, es decir el primer aterrizaje será inmediatamente abajo de la plataforma celular y el último a 2 m aproximadamente antes de entrar al contenedor. En el caso de haber un cambio de dirección horizontal y vertical es necesario aterrizar las líneas por lo tanto el aterrizaje se colocará antes de comenzar la curva (de arriba hacia abajo) aún existiendo los dos aterrizajes anteriormente mencionados.

A continuación se describen los pasos a seguir para la instalación del aterrizaje de los cables:

1. Colocar la abrazadera alrededor del conector del cable en la abertura de la abrazadera.
2. Ajustar la abrazadera al conector del cable lo mejor posible y asegúrelo con el tornillo.
3. Colocar la zapata en el cable.
4. Atornillar la abrazadera en el conector.
5. La trayectoria del cable de 25 mm<sup>2</sup> debe ser en dirección hacia la barra de tierra como se muestra en la figura 3 y 4.

En caso que el cable entre por el lado de la sala en donde se encuentre la barra de tierra, el cable de tierra debe seguir la misma trayectoria de los cables. No se debe invertir el sentido del cable, aún cuando la trayectoria no esté hacia la barra de tierra. Para la conexión al anillo de tierra, los conectores se deben de colocar dejando una distancia de 100 mm entre cada uno de ellos, como en la figura 3.33.

6. En la misma figura 3.33 se muestra la forma cómo deberá de llegar el cable hacia la barra de tierra.
7. Colocar los dos cables juntos con un conector "C" y colocar su cubierta termocontráctil sobre el crimpado.

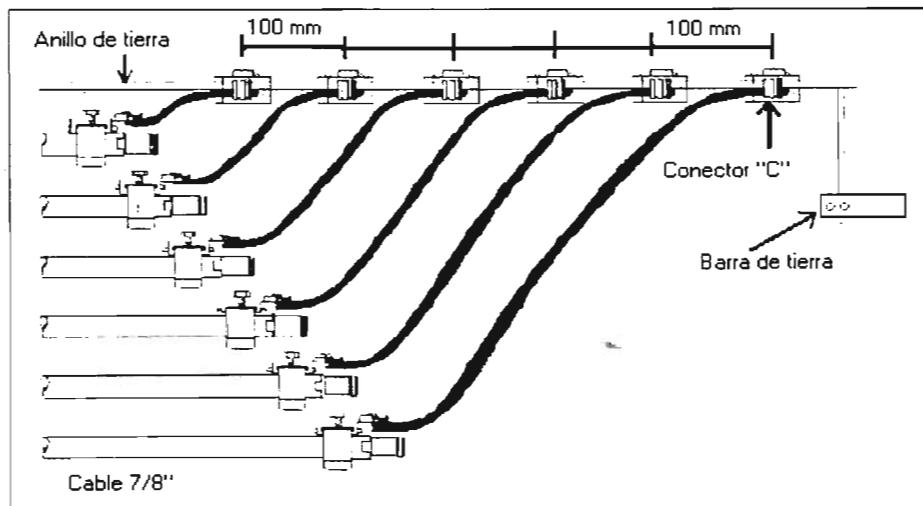


Figura 3.33 Aterrizaje  
Colocación de los componentes de aterrizaje para la radiobase RBS 2000.

Los componentes de aterrizaje NTM 201 2739/XX se usa para aterrizar los cables de distintos diámetros que utilizan en la radiobase 2000. La figura 3.34 muestra el contenido de las componentes. La figura 3.35 muestra el proceso de colocación.

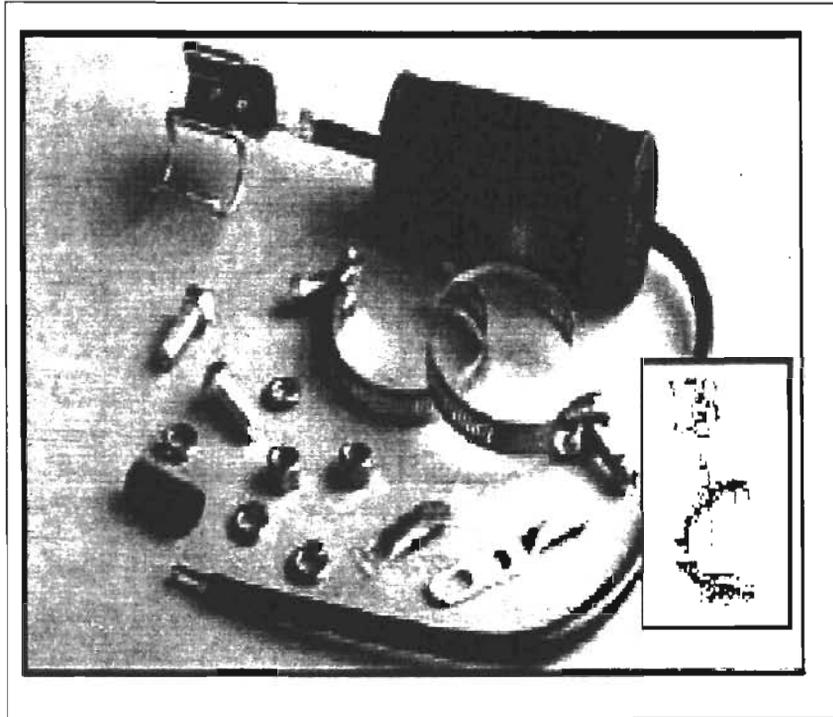


Figura 3.34 Componentes de aterrizaje NTM 201 2739/XX

La correcta colocación de dichas componentes se muestra en las figuras 3.35 .

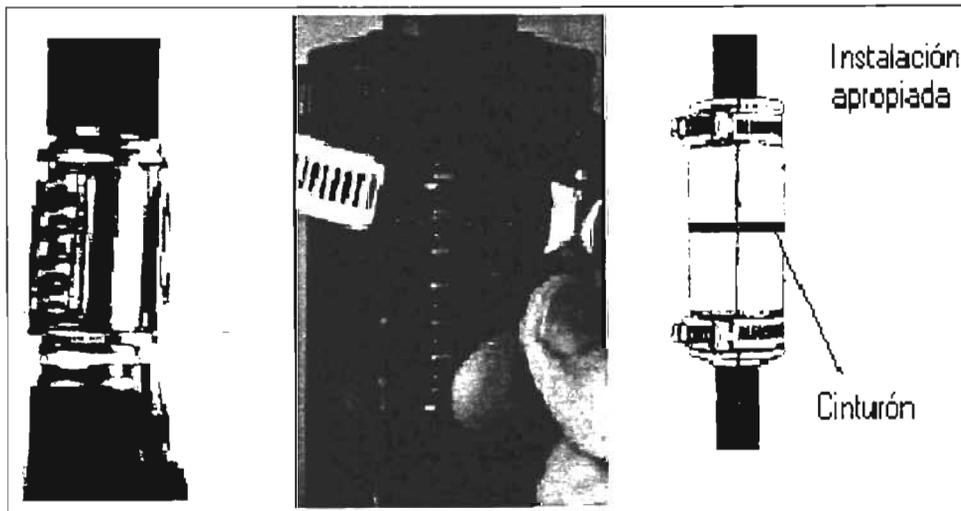


Figura 3.35 Colocación de los componentes

### 3.5 Configuración de la estación base

La configuración consiste del proceso de hacer funcionar nuestra estación base a través de archivos, así como las herramientas necesarias que permiten la operación segura y confiable de todos los equipos que conforman una estación base.

Para llevar a cabo la configuración, es necesario usar las aplicaciones que incorpora el paquete de programación llamado configurar el sitio de la instalación SW (Site Wizard).

Antes de proceder con la configuración se debe de checar las unidades, cableado, antenas; para que se encuentran correctamente instaladas.

Durante la configuración se irán generando varios reportes con relación a las extensiones que conviene guardar en la PC de programación para posteriores comprobaciones.

Dicho paquete no permite ejecutarse más de una configuración del equipo.

#### 3.5.1 CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE

Se pretende especificar las principales unidades HW que contiene el sitio, así como las conexiones de radiofrecuencia más importantes, estos datos pueden guardarse en un fichero (.hwc) para ser usados en otra estación, la definición de las unidades que componen el shelf 1 es opcional, y se pueden dejar los valores de fabrica sin definir, todos estos datos serán igualmente almacenados en la BOIx, este fichero de configuraciones HW, puede ser creado sin estar conectado en el sitio y descargarlo con posterioridad.

Como vimos anteriormente la radio base (BTS) es el equipamiento de radio, que son los transceptores y las antenas, de esta forma a continuación veremos la configuración de estos elementos de la radio base.

- 1.- Transceptores
- 2.- Antenas

#### Paso 1 Configuración candidata

Se comienzan a definir las unidades del sitio eligiendo la opción configuración y es necesario que la pestaña activa sea la rotulada como configuración candidata y no como configuración normal, lo anterior se muestra en la figura 3.1

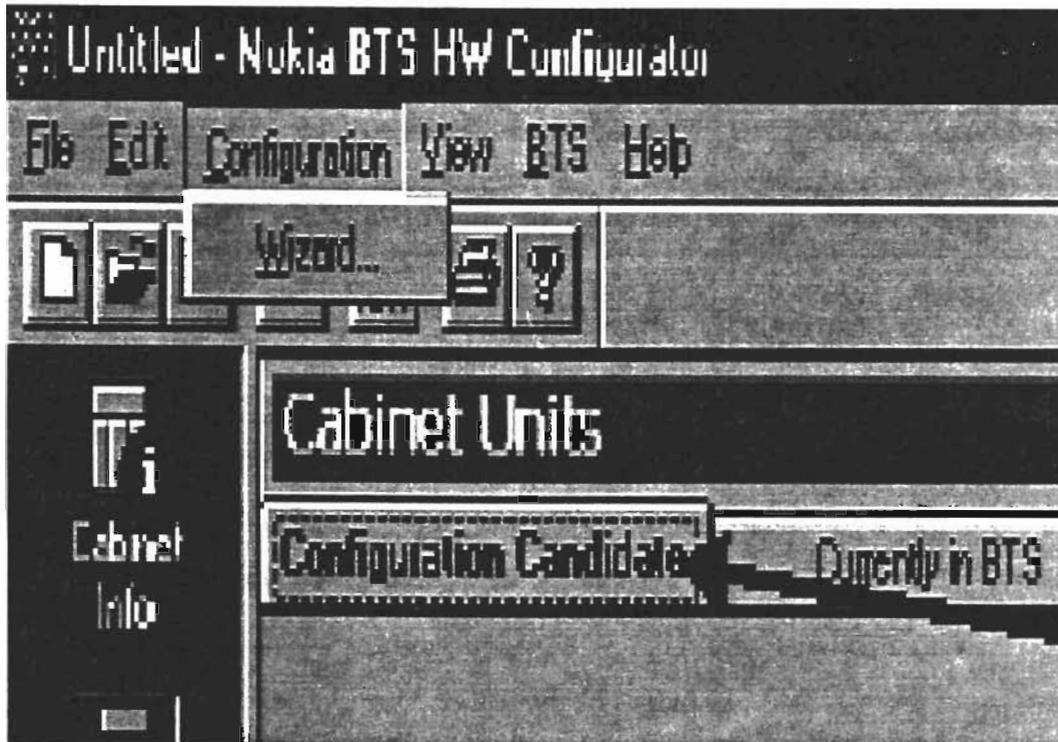


Figura 3.36 Configuración candidata

### Paso 2 Creación de una nueva configuración

Cuando ya existe una configuración creada elegimos la opción crear nueva configuración (Create New Configuration) esta fue guardada anteriormente en un archivo.

La configuración seleccionada se va comprobando punto por punto, para ver si realmente coincide con lo instalado a través de la opción check.

Para definir una nueva configuración se usa la opción create, en este caso la aplicación parte de un fichero que se instala en la fábrica y en la figura 3.2 se muestran algunas plantillas.

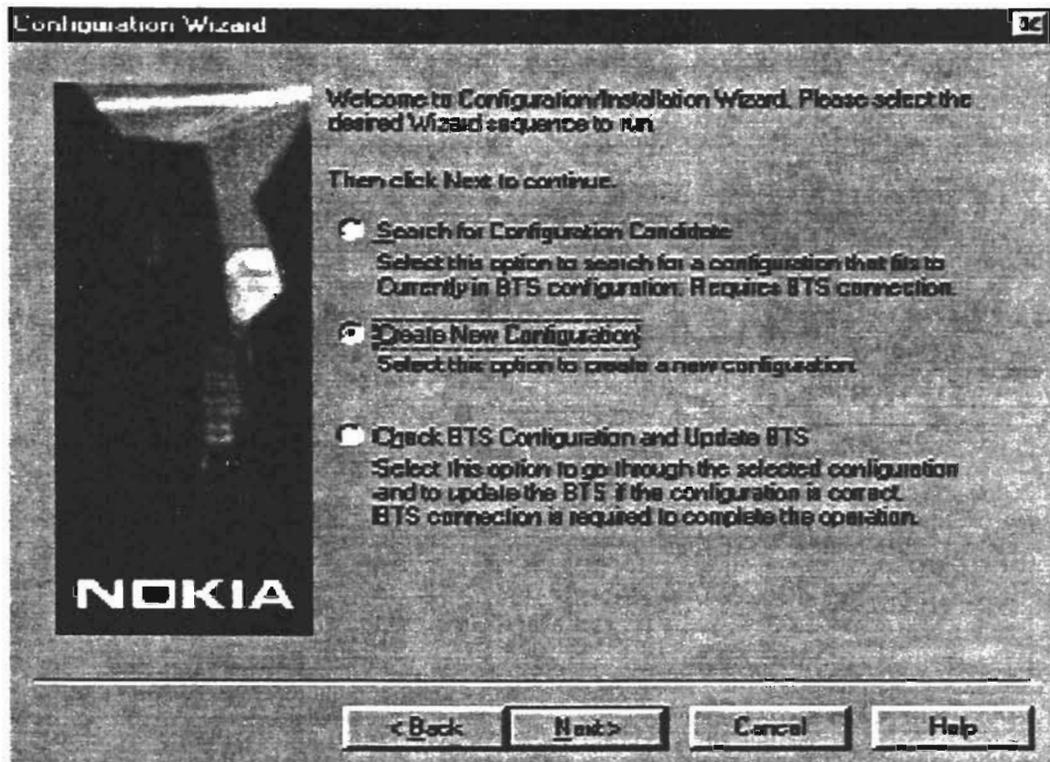


Figura 3.37 Creación de una nueva configuración

### Paso 3 Selección del equipo a configurar

Se creara una configuración 2 2 0, (DCS y GSM) en aquel primer sector lo formen dos transceptores TSDAs el 1 y el 2 y el segundo sector lo formen dos transceptores ( TSGAs) el 7 y el 8.

Para definir esto, se selecciona modificación nueva <New> Modify ... y se van seleccionando los transceptores (TSxx) deseados juntos en la opción del sector adecuado.

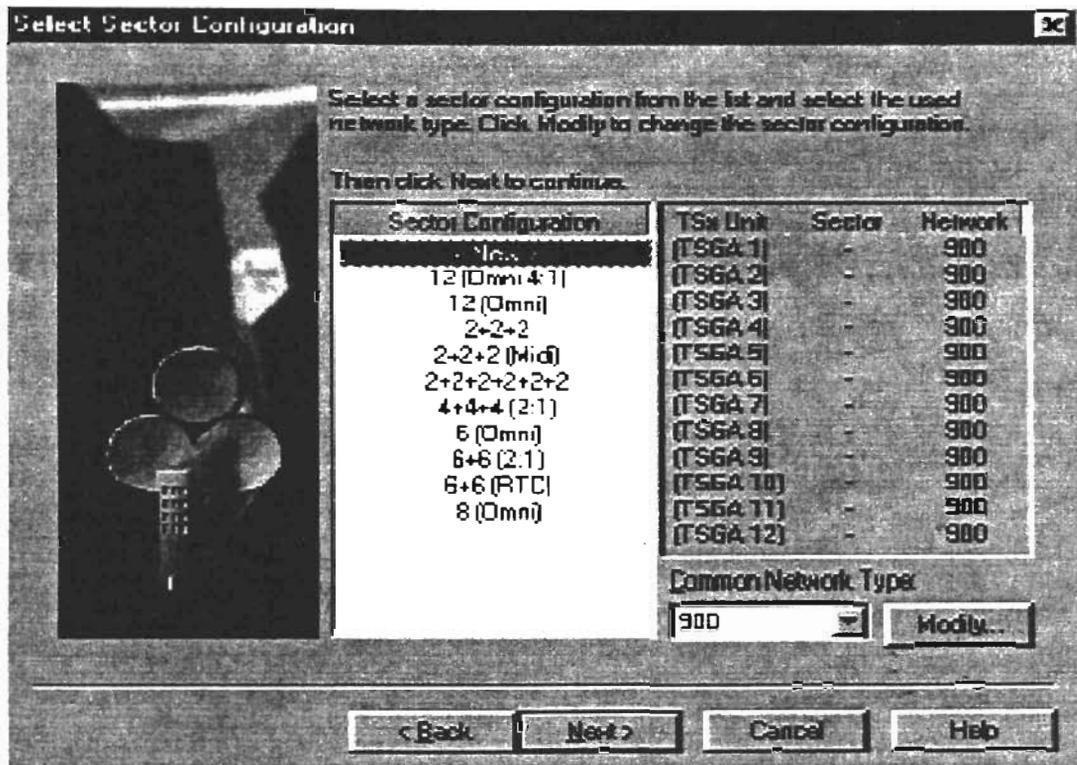


Figura 3.38 Selección del equipo a configurar

#### Paso 4 Selección de la red y del sector

En este menú seleccionamos el tipo de red ya sea GSM 900 ó 1800, dependiendo el sitio también puede hacer GSM 800 Y 1900.

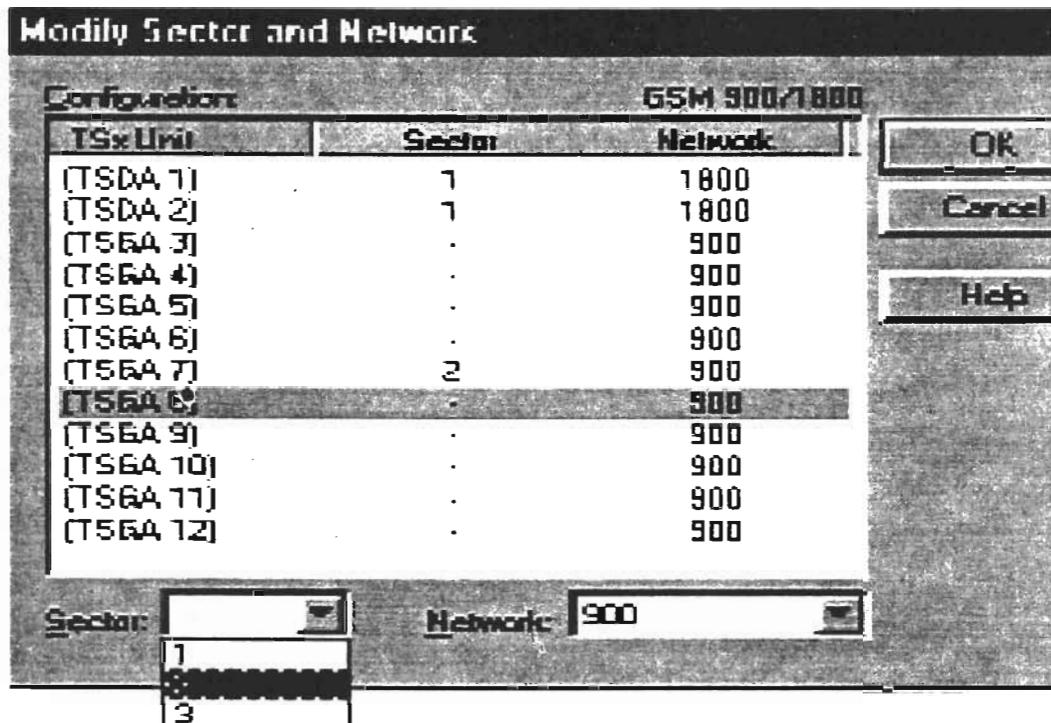


Figura 3.39 Selección de la red y del sector

Paso 5 Selección del tipo de configuración básica que se desea para cada grupo transmisor (transmisores y receptores).

En este menú permite definir como van a ser agrupados cada grupo de transmisores, en función de los combinadores y duplexores que vayan a usarse, el tipo de configuración como ejemplo, tomados vías DDU (tras elegir, es importante confirmar con Set).

Seleccionando la opción dos vías, se utilizarían las entradas y salidas de la mitad inferior de los receptores que son independientes de su mitad superior. La opción cuatro vías DDU, será tomada en el caso de usar cuatro trasceptores y tres combinadores, para llevar su salidas a una de las mitades del receptor.

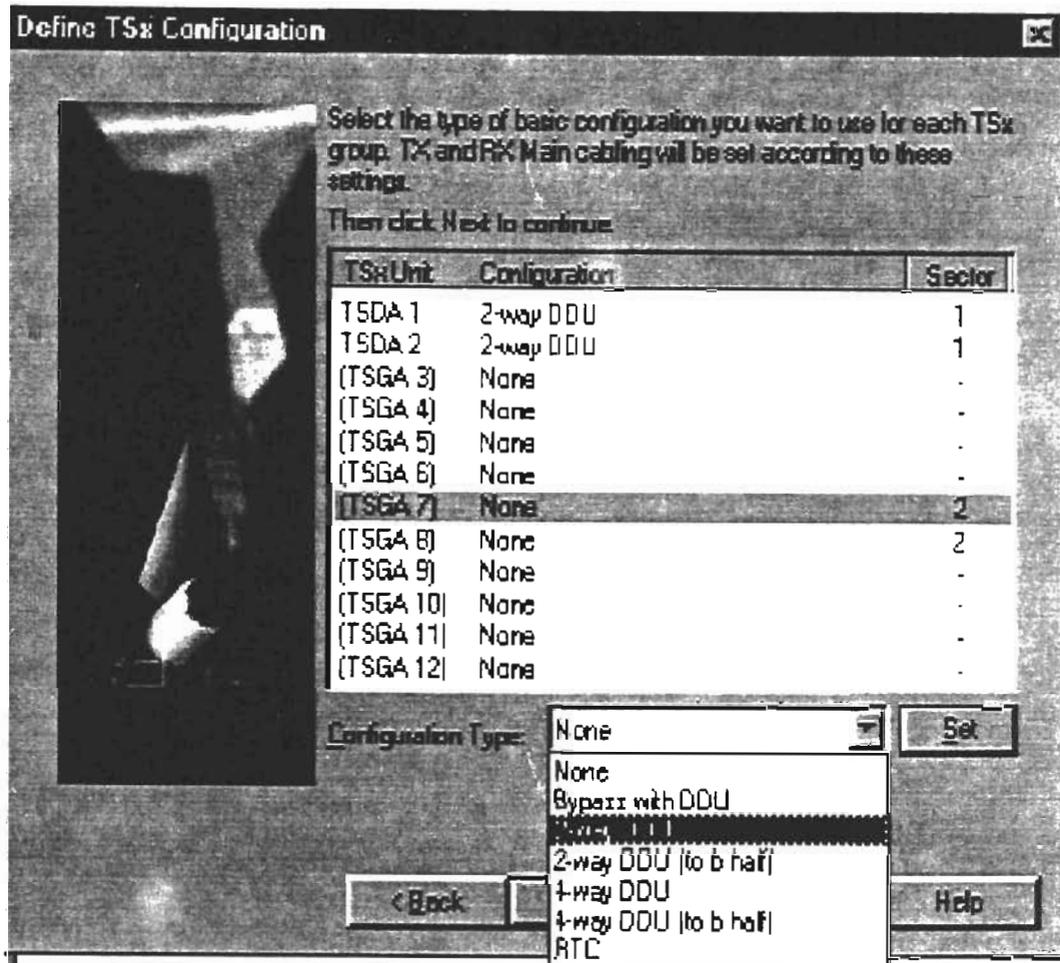


Figura 3.40 Selección del tipo de configuración básica

Paso 6 Selección del sector donde se va a configurar

Aquí se establece de la forma en que se va distribuida diversidad entre los transmisores, dependiendo de cómo se haya definido la configuración de los transmisores y los receptores en el menú anterior, el configurador HW permitirá en este menú la diversidad o 1 (número de antenas por sector=, y únicamente mostrada como opciones disponibles aquellas sean posibles (es por ello que en la opción Combiner, sólo aparezca "None" comodato a elegir. En el ejemplo que se viene siguiendo, sólo se emplea una antena en el receptor para dar salida a dos transmisores del mismo sector mediante un combinadoR, el cual no se podrá definir diversidad en ambos sectores a través del programa. Será necesario definida después manualmente añadiendo otra antena, como se verá más adelante.

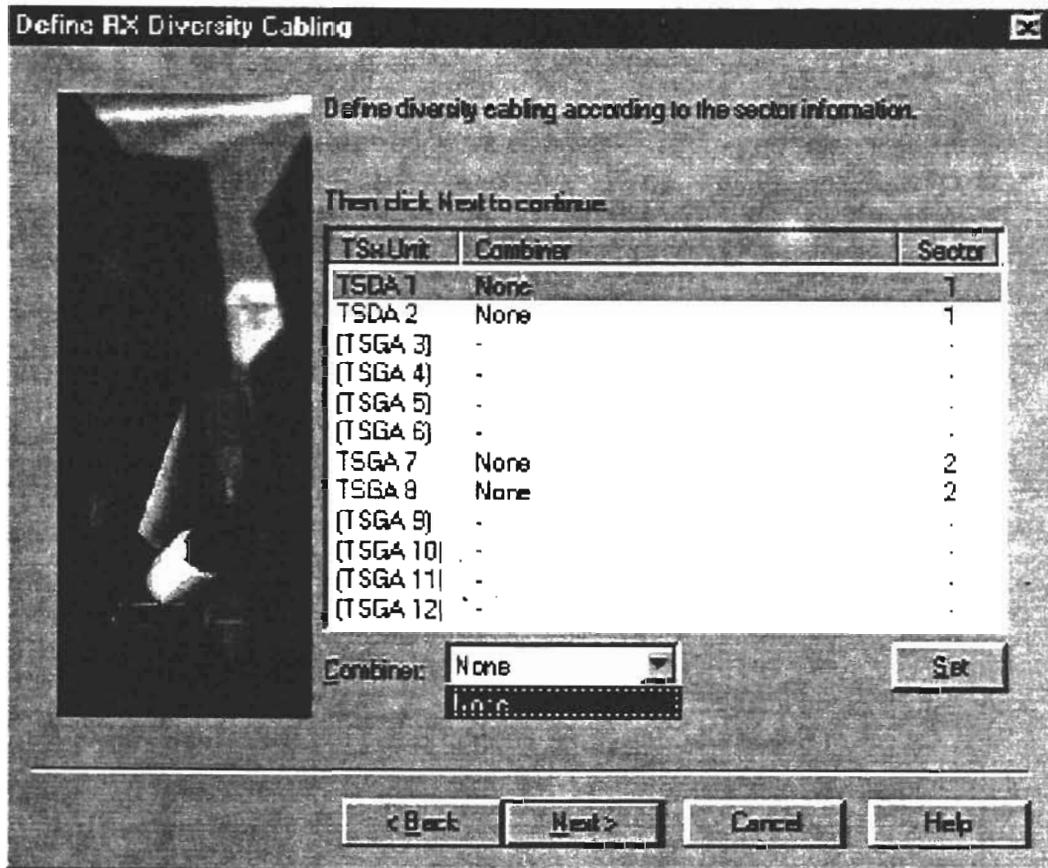


Figura 3.41 Selección del sector donde se va a configurar

#### Paso 7 Definir la conexión de las antenas

El siguiente paso consiste en definir cómo se conectan las antenas entre los diferentes sectores de los que consta la estación, y los elementos que incorporan las antenas. (Generalmente, esta ventana se dejará sin cambiar nada).

Existen dos opciones importantes que seleccionada se afectan al conjunto de antenas usadas en toda la BTS.

Alta ganancia (High gain MHAd Used)

Monitoreo habilitado (VSWR Momitoring Enabled)

Si se desea seleccionar una sola antena deberá hacerse tras terminar definir la configuración del equipo con el programa.

Pese a que en la realidad se use un DVJx (que cubre una su banda de GSM) el configurador del equipo mostrara aquel genérico que cubra toda la banda, receptores. La BOIx lo autodetectará luego. Finalmente se muestra un cuadro del diálogo en el que se reflejan los

datos más importantes en cuanto a la configuración de las unidades que conforman la parte de radiofrecuencia del sitio.

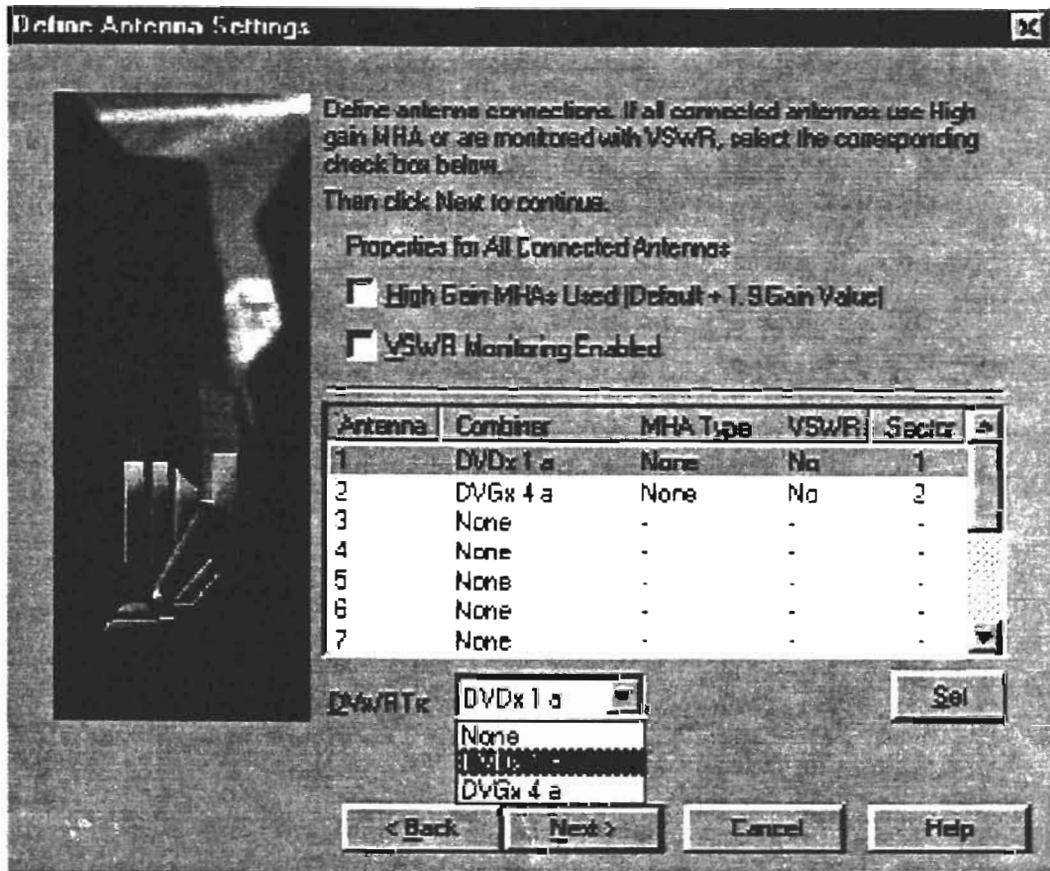


Figura 3.42 Definición de conexión de las antenas

### Paso 8 Reporte de la configuración

Finalmente se muestra un cuadro de diálogo en el que se reflejan los datos más importantes en cuanto a la configuración de las unidades que conforman la parte de radiofrecuencia del sitio. Estos datos forman hasta ahora el reporte configuración. Como severa continuación los datos que se han ido definiendo en todo el proceso que se ha llevado a cabo mediante las opción es configuración del programa, podrán ser modificadas posteriormente, incluso algunos parámetros que antes no se pudieron establecer.

En este caso como podemos observar en la figura 3.8 el reporte final de nuestra configuración nos muestra que nuestra estación estará trabajando en 900 y 1800 Mhz 4 transceptores a través de las unidades cabling así como, 4 transceptores y 4 receptores.

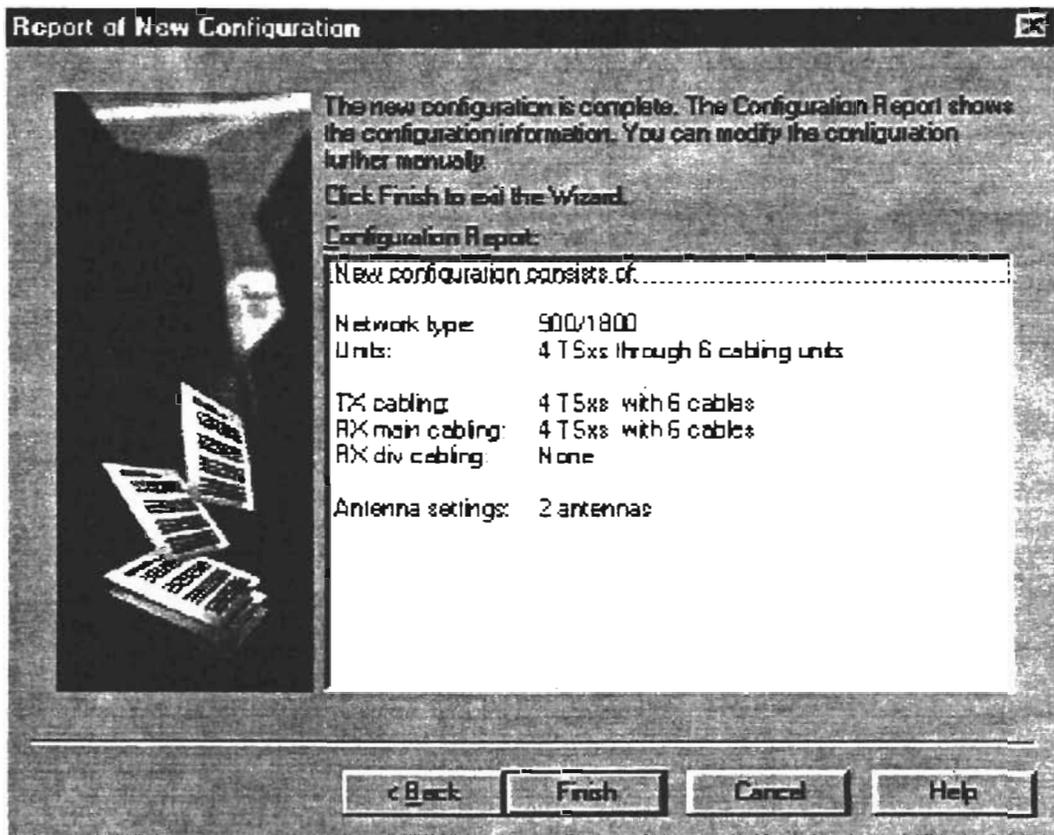


Figura 3.43 Reporte de la configuración

#### Paso 9 Revisión de otros parámetros

Tras el programa, se definirán algunas cosas más:

Cambiando de menú a través de los iconos del margen izquierdo de la pantalla, también pueden revisar sin modificarse otros datos adicionales que afectan a la configuración del equipo de un sitio.

El primer paso consiste en indicar qué tipo de bastidores está usando (Outdoor ó Indoor), si se van a encadenar varias BTS, y si el bastidor de soporte (rectificadores y baterías) incorpora equipos de transmisión, LTE (para así tener en cuenta sus alarmas en el caso de que tengan lugar). Se accede mediante Cabinet Info.

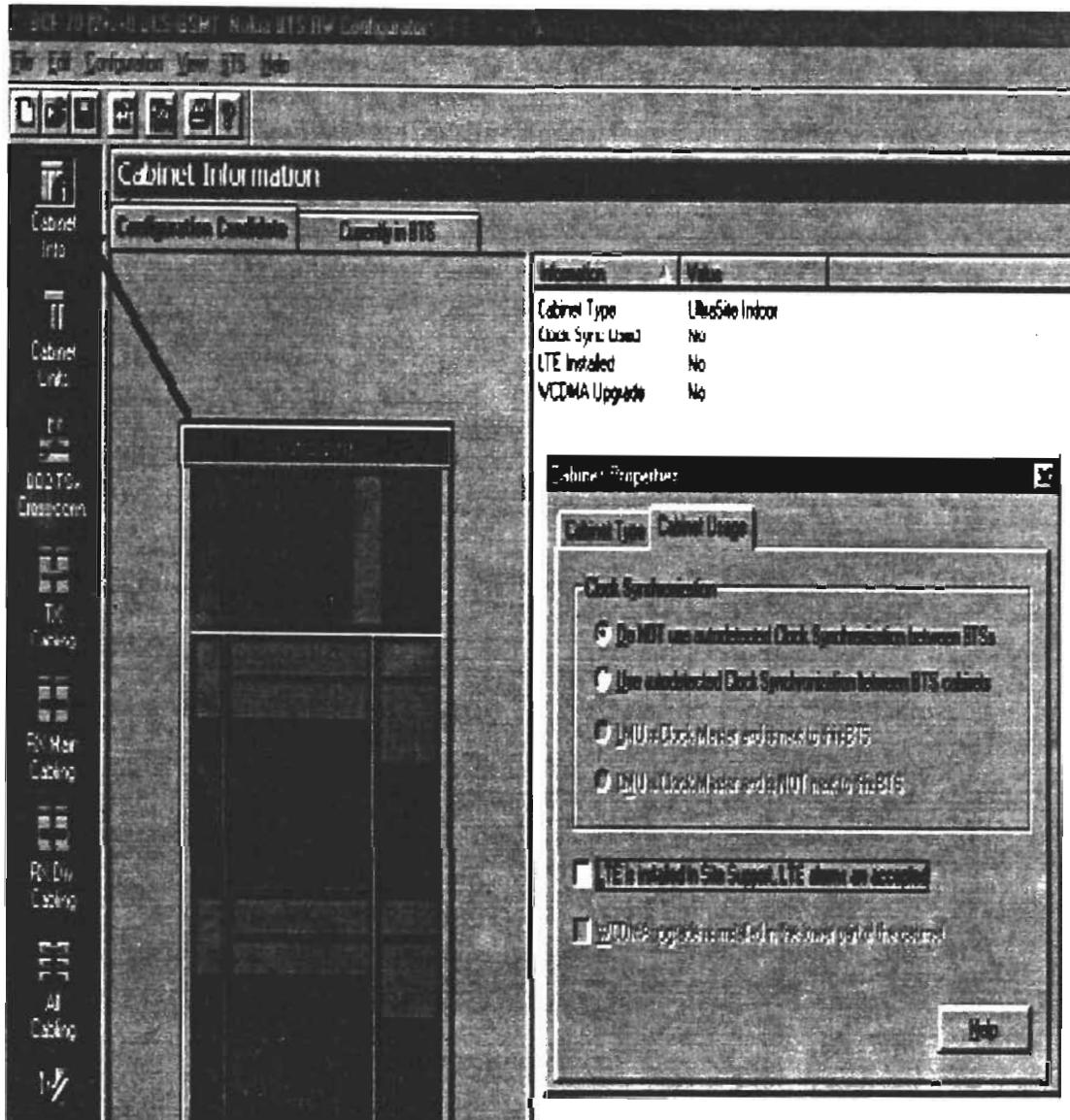


Figura 3.44 Revisión de otros datos

Cambiando de menú a través de los iconos del margen izquierdo de la pantalla, también pueden revisar sin modificarse otros datos adicionales que afectan a la configuración del equipo de un sitio.

El primer paso consiste en indicar qué tipo de bastidores está usando (Outdoor ó Indoor), si se van a encadenar varias BTS, y si el bastidor de soporte (rectificadores y baterías) incorpora equipos de transmisión, LTE (para así tener en cuenta sus alarmas en el caso de que tengan lugar). Se accede mediante Cabinet Info.

Paso 10 Definición de unidades durante el proceso de la configuración

En la pantalla principal del configurador del equipo (Cabinet Units) se muestran las unidades definidas durante el proceso de configuración. Haciendo doble clic con el ratón en la pantalla, aparece un cuadro de diálogo en el que se pueden modificar datos de las unidades.

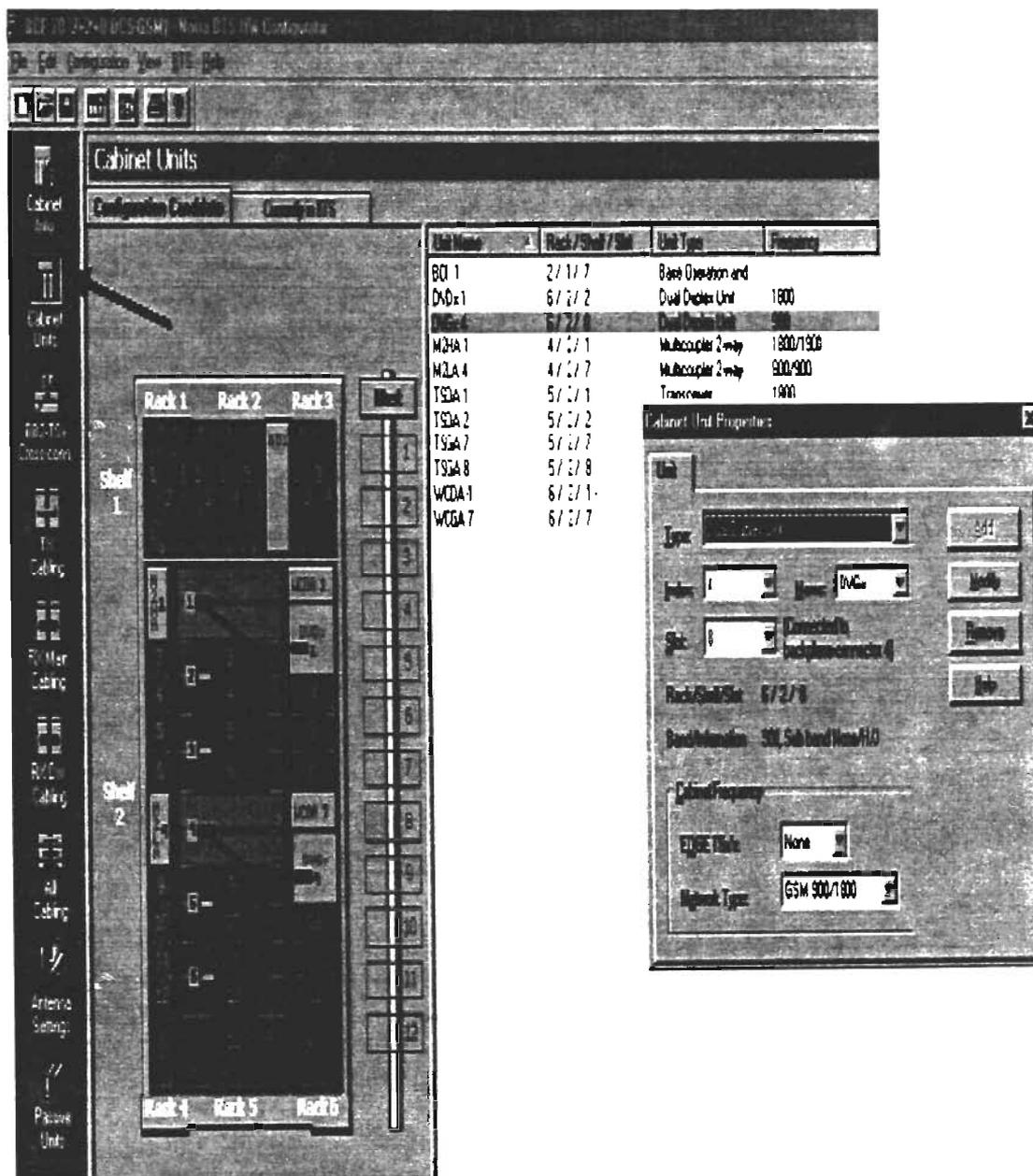


Figura 3.45 Definición de unidades durante el proceso de la configuración

Paso 11 Conexión de los transceptores conectados a una tarjeta

Un icono importante es aquel que conduce el menú de cross conexiones entre los TSxx y BB2x. Aquí se define qué tarjeta de banda base (y que mitad de ella encontrara a cada transmisor. Podría modificarse mediante el cuadro de diálogo que aparece, tras pulsar en la pantalla dos veces con el ratón, pero no es recomendable.

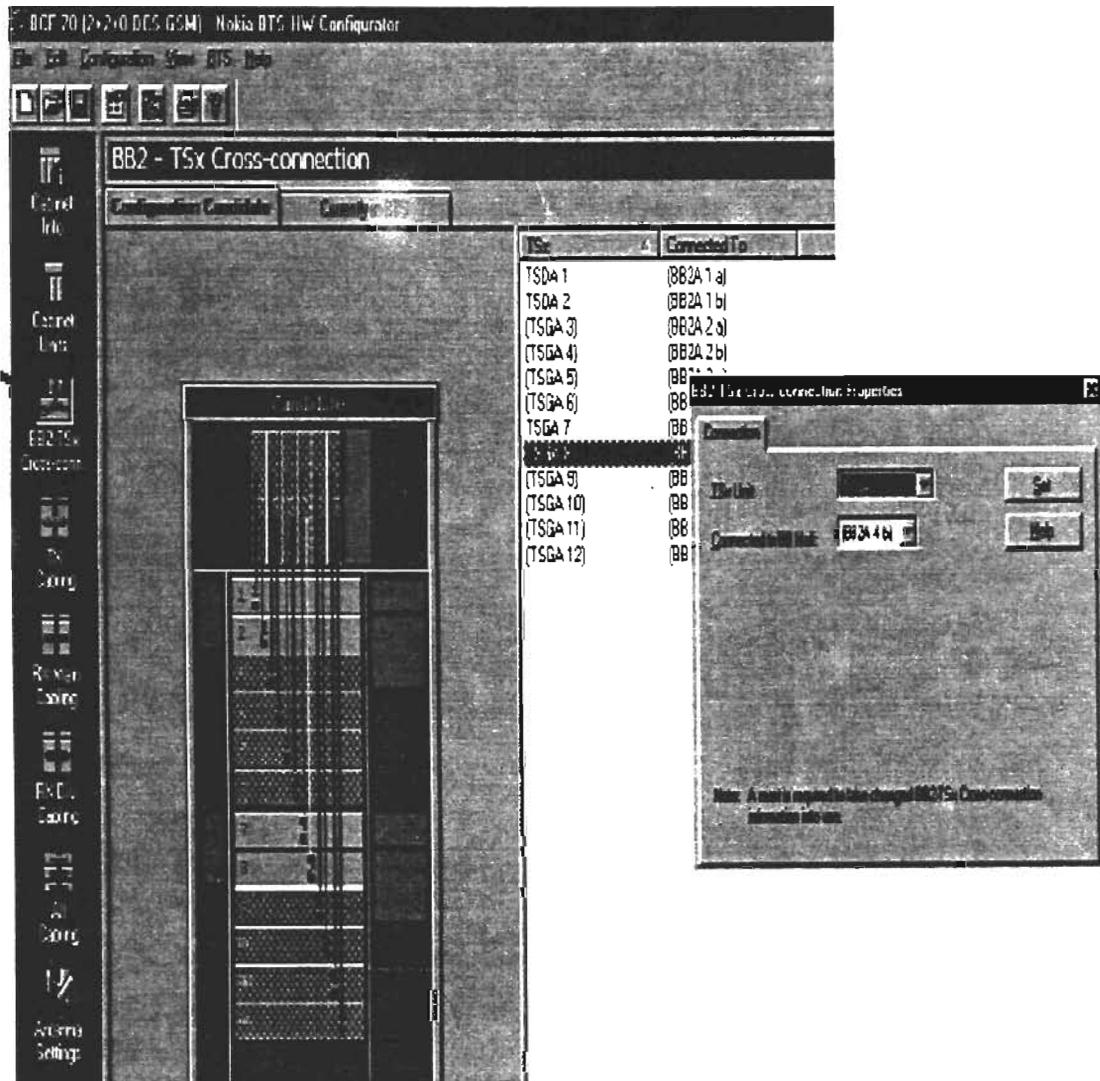


Figura 3.46 Conexión de los transceptores conectados a una tarjeta

Paso 12 Definición de números de serie de las unidades pasivas y códigos

En este, se pueden definir los números de serie de las unidades pasivas, códigos, etc. resulta significativo porque las unidades pasivas no son autodetectadas.

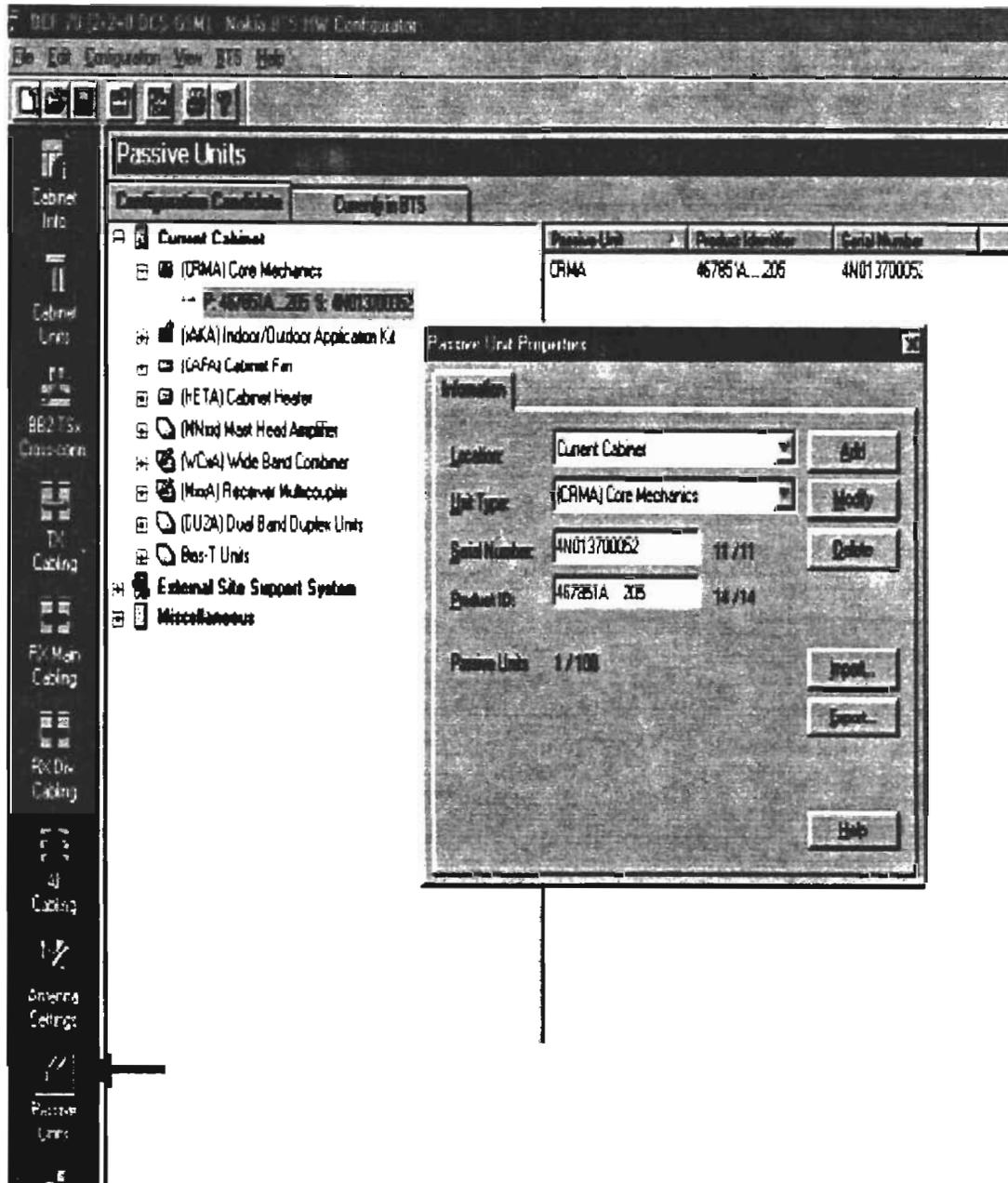


Figura 3.47 Definición de números de serie de las unidades pasivas y códigos

### Paso 13 Selección de las antenas

Tras seleccionar Antenna Settings, si se pulsa dos veces seguidas con el ratón en la línea que contiene los datos referentes a una antena determinada, se pueden modificar sus valores y añadir o suprimir antenas. De esta forma, es posible ajustar independientemente para cada antena las características de cada una (uso de MHA, sus tipo de éste, etc).

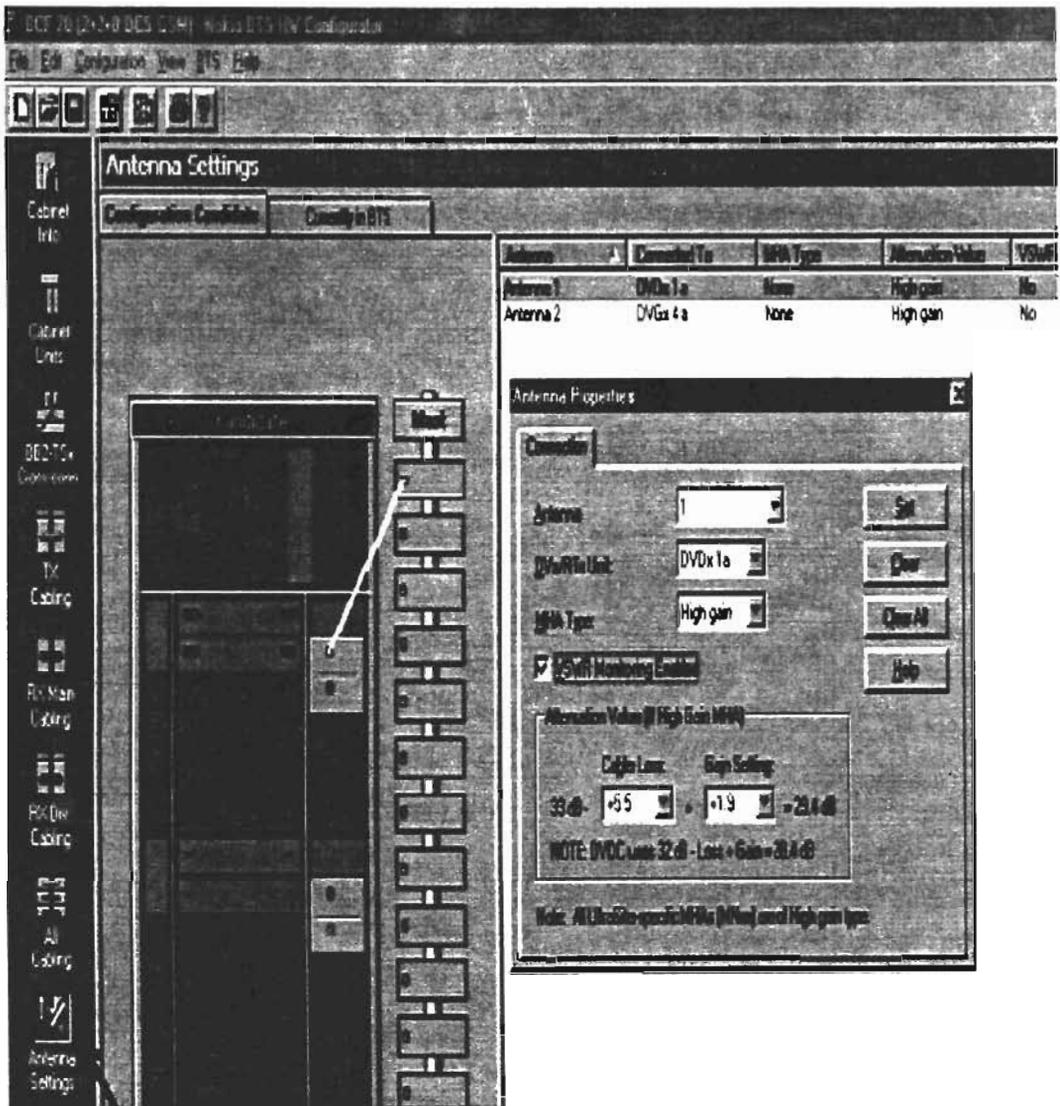


Figura 3.48 Selección de las antenas

Paso 14 Selección de más antenas

En esta configuración que se viene siguiendo, se definió sólo una antena para cada sector con el programa. Ahora pueden añadir las que faltan, para luego pasará definir la diversidad. Puede modificarse las la existentes a que DVx/RTx están conectadas (confirmar cada paso con Set).

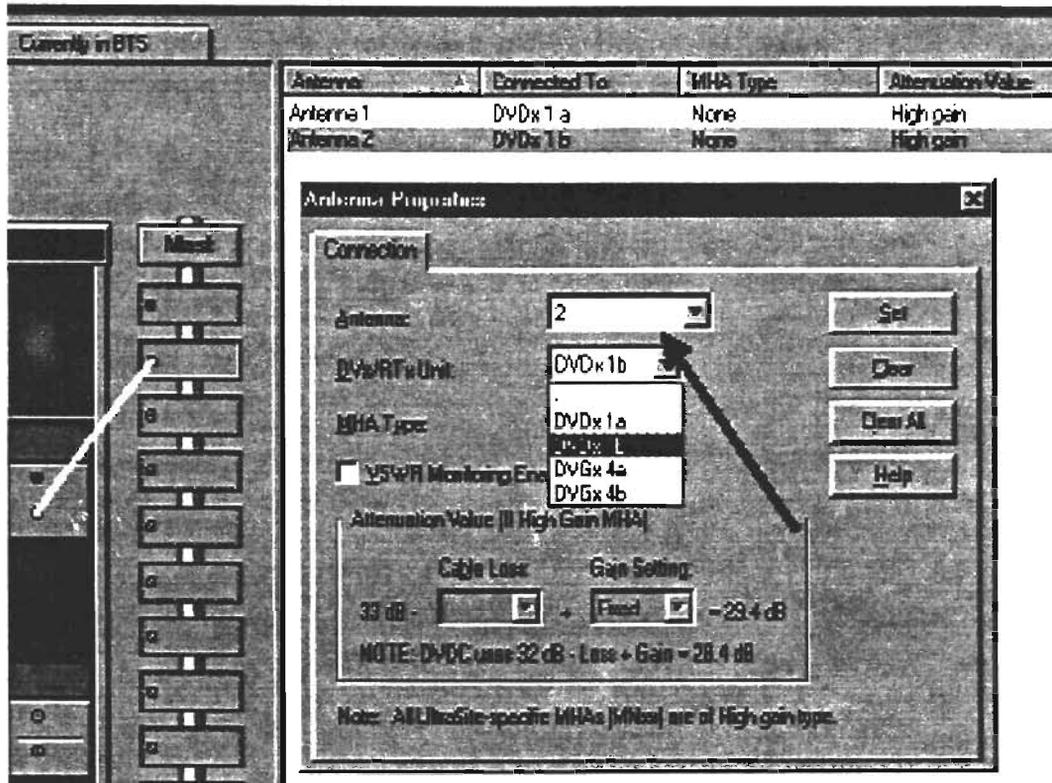


Figura 3.49 Selección de más antenas

Paso 15 Definición de la diversidad

Para definir la diversidad, se pulsa el botón RX Div. Y se pone dos veces en la pantalla en blanco para que aparezca el cuadro de diálogo.

Una a una, se va indicando por cada TRX, que en multa y acoplador le proporciona la diversidad, y a través de que salida en el DVxx correspondiente. Como siempre, hay que tener en claro que a un transmisor que en señales de Rx y RxD de antenas distintas en el mismo sector. Por seguir una misma regla, TME ha decidido usar la mitad superior del DVxx para la antena principal de Rx y la mitad inferior para la antena Rx de diversidad.

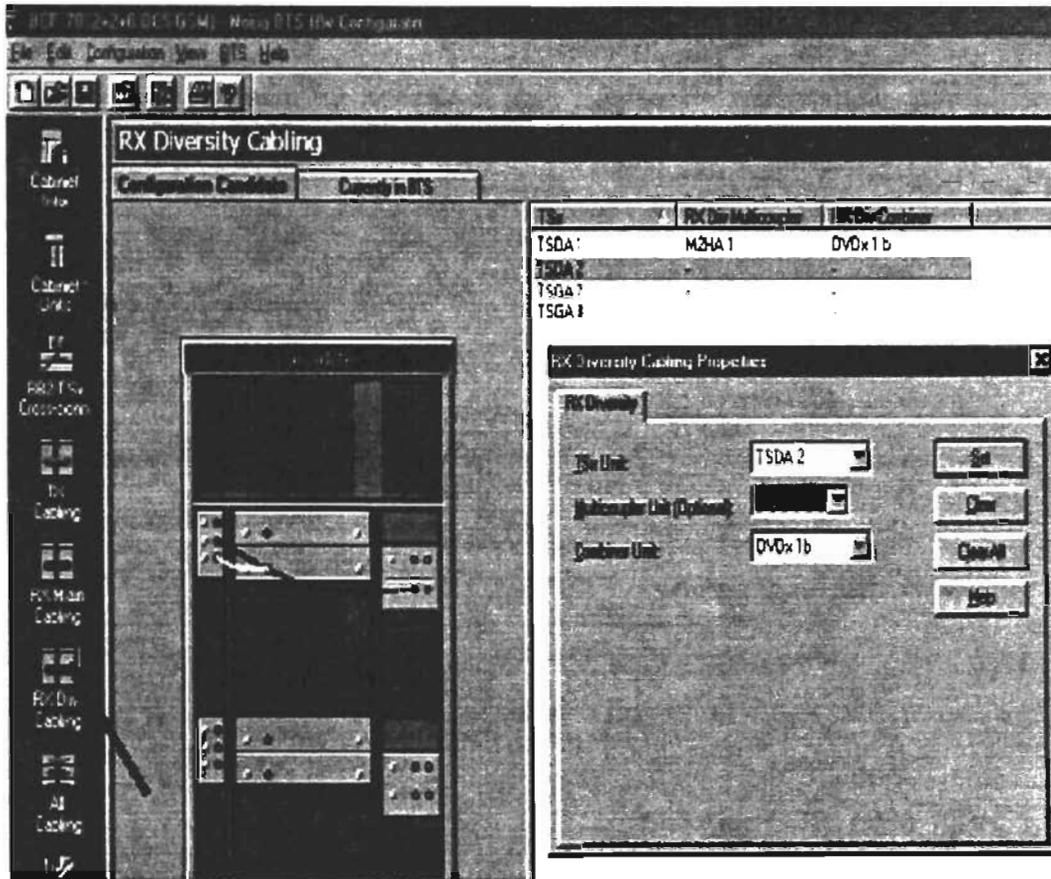


Figura 3.50 Definición de la diversidad

Paso 16 Revisión del cableado de RF entre todas sus unidades

Pulsando el botón All Cabling es posible ver un dibujo del bastidor con todo el cableado de radiofrecuencia entre sus unidades.

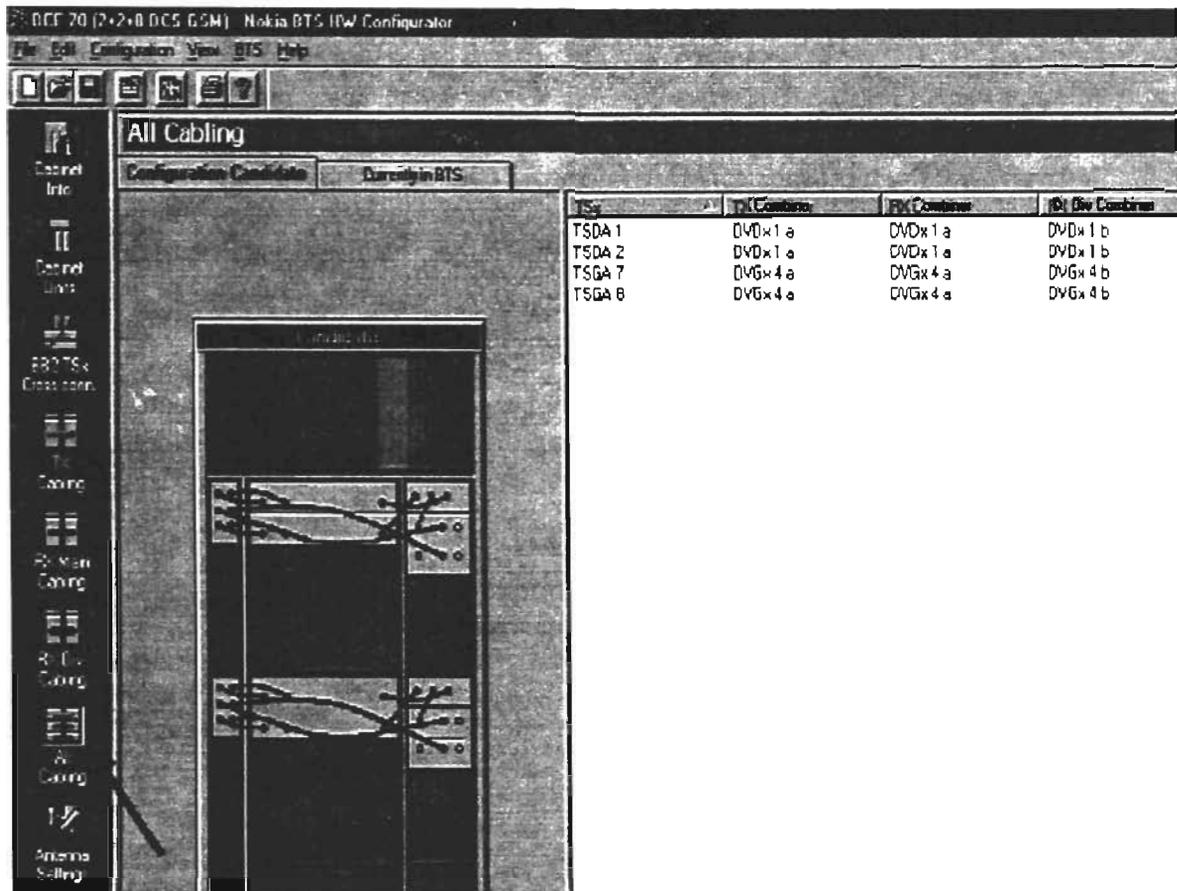


Figura 3.51 Revisión del cableado de RF entre todas sus unidades

Paso 17 Envío de los datos de la configuración hacia la central

Finalmente, cuando la PC se encuentre conectada a la BOIx, se podrán enviar al sitio todos los datos de configuración del equipo definidos (incluyendo los de las unidades pasivas, en caso de haberse definido).

Para ello:

- Send BTS Configuration
- Send BTS Passive Unit Information

Tras pulsar Send to BTS, se habrán pasado todos los datos a la memoria de la BOIx (ésta los pondrá activos tras un reset).

En el mismo cuadro de diálogo(figura 3.18), se podrá comprobar si los datos fueron traspasados con éxito al sitio.

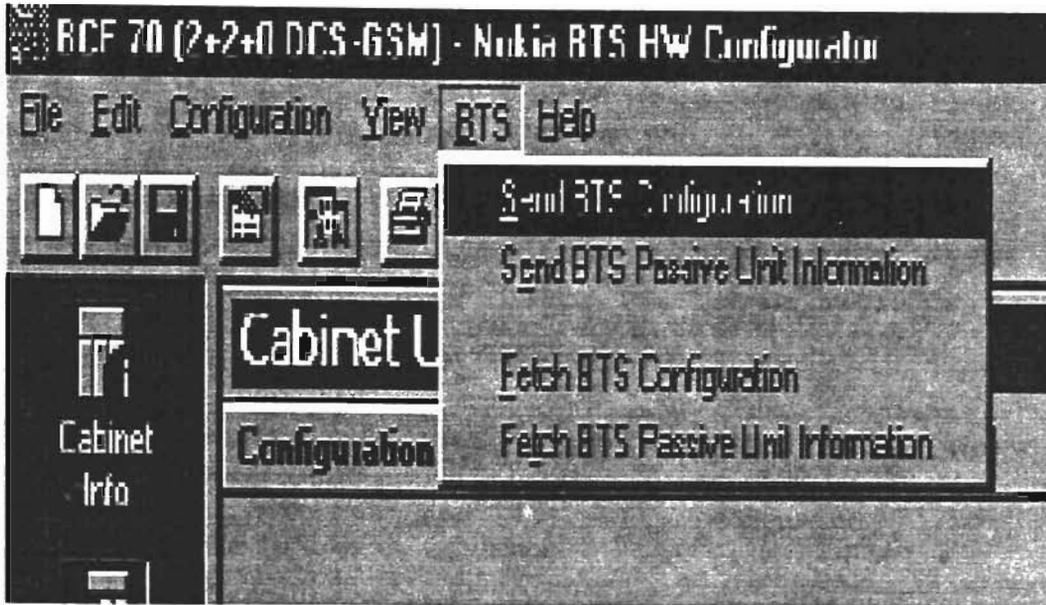


Figura 3.52 Selección de la opción configuración de la BTS

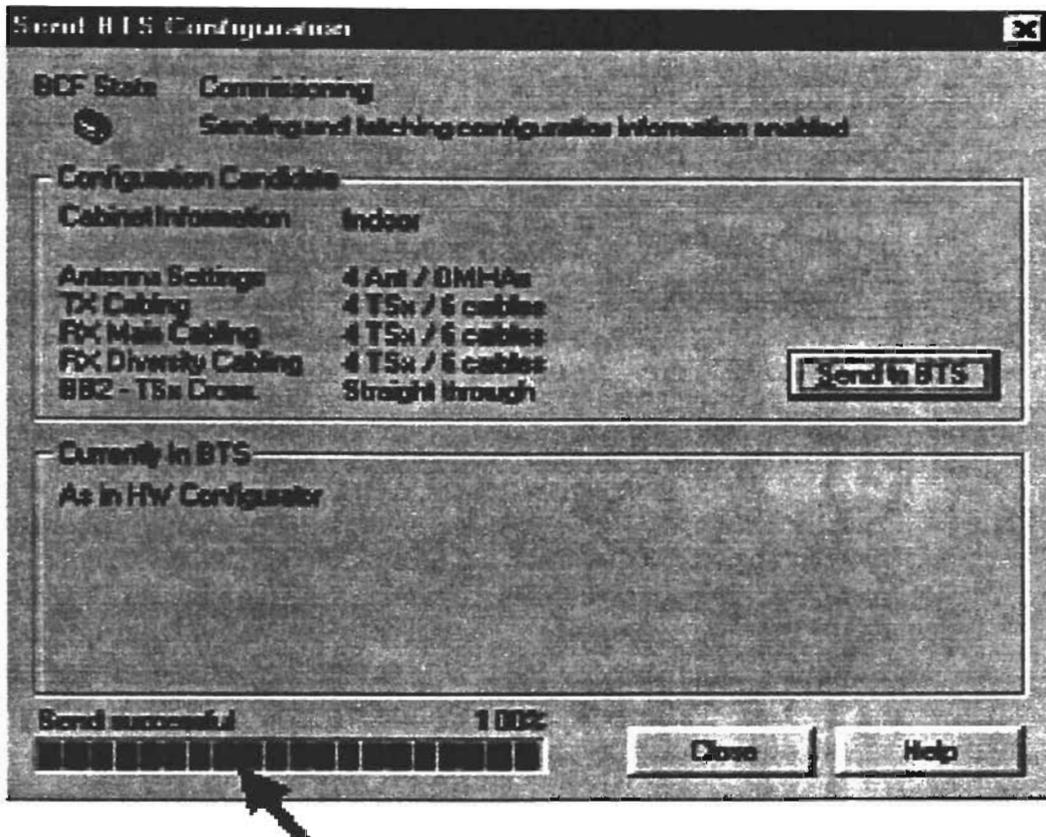


Figura 3.53 Información de la BTS enviada a la central

Paso 18 Comprobación de los datos

En la pantalla principal del configurador HW, tras seleccionar la pestaña correctly in BTS, si se puede comprobar que los datos de las unidades que tiene en cuenta el sitio como existentes corresponden con los definidos en el configurador HW.

Se observa, que la BTS agrega otras unidades que no se han reflejado en el configurador . Esto es debido a que en sitio posee una característica que permiten la auto detección de determinadas unidades a través del bus de la PC.

Llegados a este punto, en donde decimos que la configuración del equipo ha sido completada.

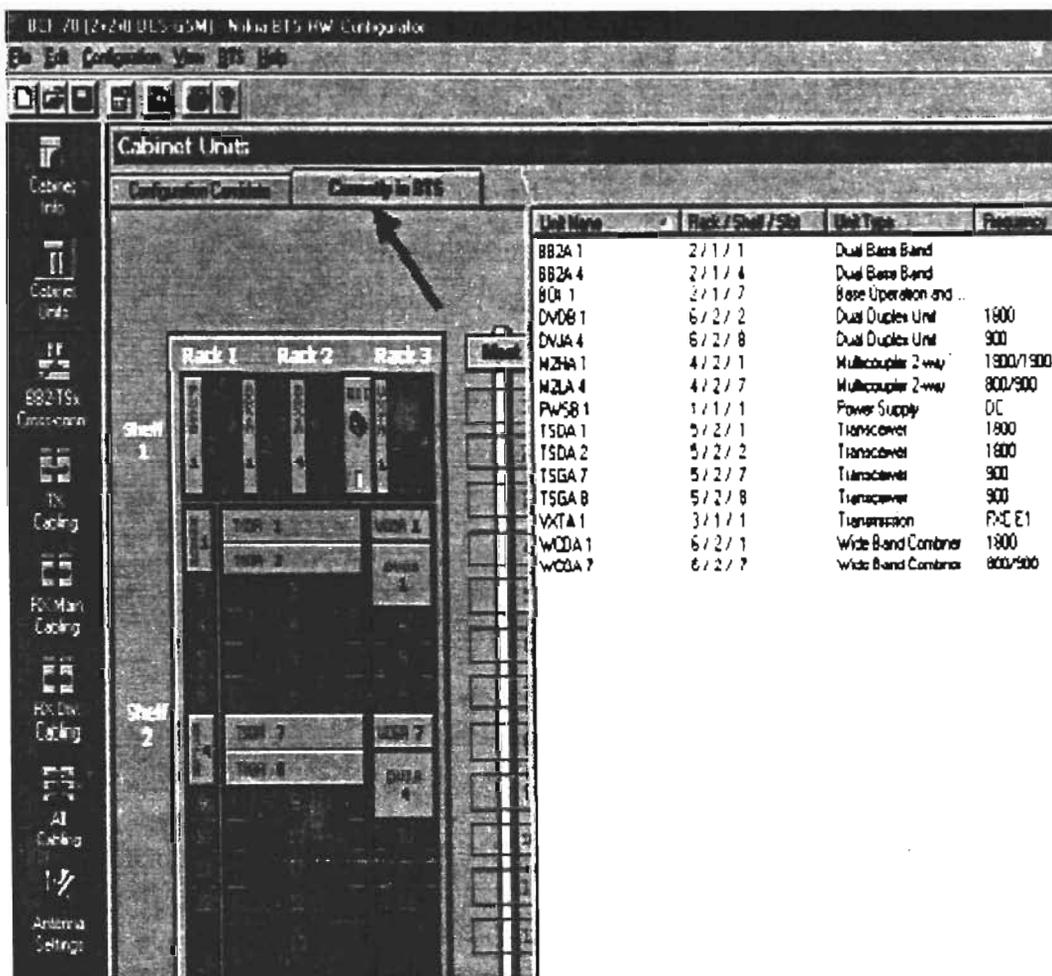


Figura 3.54 Comprobación de los datos

Paso 19 Quitar o agregar equipo

Podría ser que una vez integrada la estación, fuese necesario añadir o suprimir alguna unidad de la BTS, para lo cual habría que volver a evitar la configuración HW,

modificando la con el configurador HW, para ello no sería necesario empezar una nueva en el configurado HW, en caso de no tenerla salvada en un fichero la original bastaría evitar la ya existente en la BOIx.

Con Edit > Current BTS Configuration, todo lo que hay en la BTS pasa a la pestaña Configuration Candidate para poder ser modificado.

Una vez modificada puede salvarse en un fichero nuevo, y se vuelve a enviar a la BOIx como se había escrito antes.

Cabe destacar que se pueden definir todos los parámetros de configuración sin estar conectados al sitio, guardarlos y luego enviarlos.

De esta forma la estación base queda configurada y lista para operarse y empezar a trabajar con tráfico.

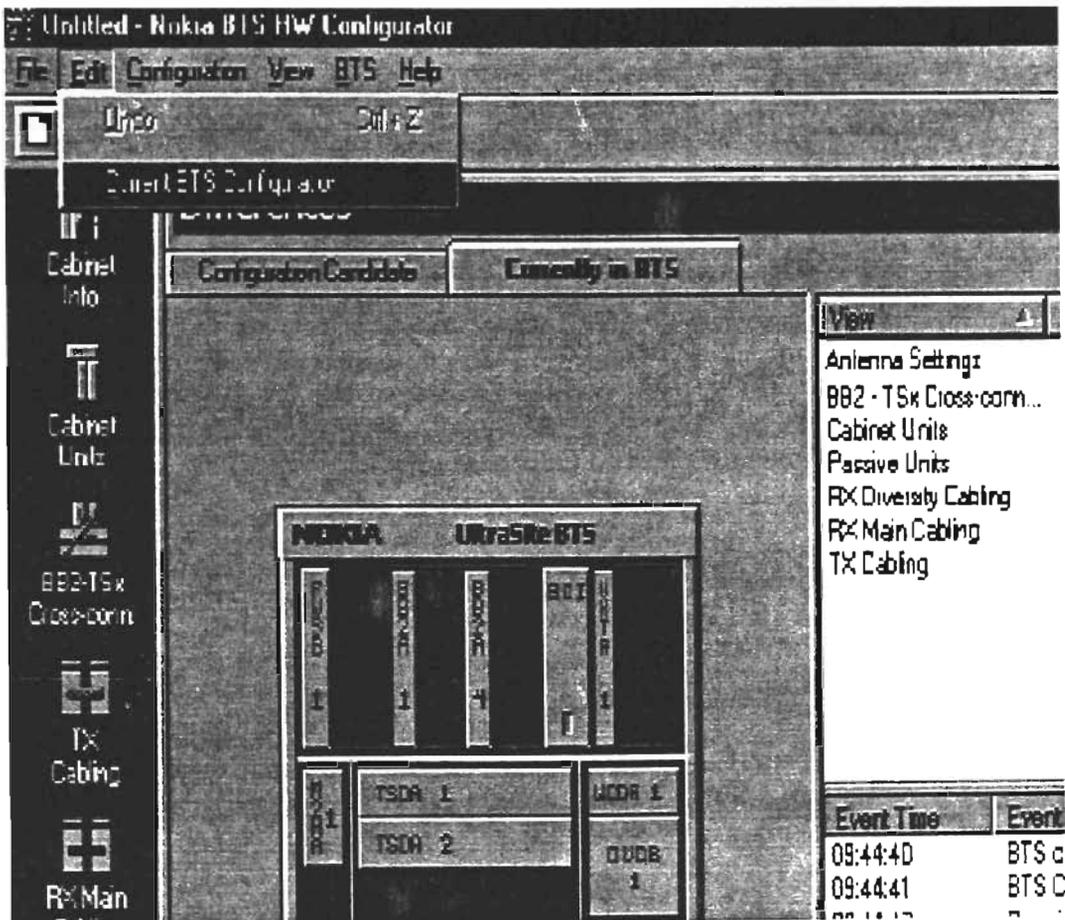


Figura 3.55 Opción quitar o agregar equipo

## CONCLUSIONES

GSM ofrece servicios de valor agregado que da nuevas y variadas alternativas de comunicación a los clientes como lo son: la conexión móvil, mensajes escritos, tonos, buzón, multimedia, conexión a internet, intranets, mail, etc.

Soporta igualmente otras prestaciones adicionales, como son, desvío de llamada, restricciones de llamadas entrantes o salientes, conferencias a tres usuarios, llamada en espera y otras más. La terminal móvil a su vez, ofrece prestaciones adicionales como marcación abreviada, repetición del último número marcado, etc.

La seguridad en cuanto al servicio en GSM ofrece novedades importantes respecto a la tecnología anterior CDMA, el uso de tarjeta de usuario para la autenticación de la validez de la llamada, que facilita una confidencialidad total (voz, datos e identidad del abonado) e imposibilidad de utilización de equipos robados mediante la asignación previa de un número de serie a terminal.

En lo que se refiere a la estructura básica del GSM el sistema se organiza como una red de células radioeléctricas continuas que proporcionan cobertura completa al área de servicio. Cada célula pertenece a una estación base (BTS) que opera en un conjunto de canales de radio diferentes a los usados en las células adyacentes y que se encuentran distribuidas según un plan celular.

Un grupo de BTS's se encuentra conectado a un controlador de estaciones base (BSC), encargado de aspectos como el handover (traspaso del móvil de una célula a otra) o el control de potencia de las BTS's y de los móviles. En consecuencia el BSC se encarga del manejo de toda la red de radio y supone una autentica novedad respecto a los anteriores sistemas celulares.

Una o varias BSC's se conectan a una central de conmutación de móviles (MSC). Este es el corazón del GSM como responsable de la inicialización, enrutamiento, control y finalización de las llamadas, así como de la información sobre la tarificación. Es también la interfase entre diversas redes GSM o entre una de ellas y las redes públicas de telefonía o datos.

La información referente a los abonados se encuentra almacenada en dos bases de datos que se conocen como registro de posiciones base (HLR) y registro de posiciones de visitantes (VLR). El primero analiza los niveles de suscripción, servicios suplementarios y localización actual, o mas reciente de los móviles que pertenecen a la red local. Asociado al HLR trabaja el centro de autenticación (AUC), que contiene la información por la que se comprueba la autenticidad de las llamadas con el fin de evitar los posibles fraudes, la utilización de tarjetas de abonado (SIM's) robadas o el disfrute del servicio por parte de impagados. El VLR contiene la información sobre los niveles de suscripción, servicios suplementarios y rea de localización para un abonado que se encuentra o al menos se

encontraba recientemente en otra zona visitada. Esta base de datos dispone también de información relativa a si el abonado se encuentra activo o no, lo que evita el uso improductivo de la red (envío de señales a una localización que se encuentra desconectada).

El registro de identidad de los equipos (EIR) almacena información sobre el tipo de estación móvil en uso y puede eludir que se realice una llamada cuando se detecte que ha sido robada, pertenece a algún modelo no homologado o sufre de algún fallo susceptible de afectar negativamente a la red.

En cuanto a las comunicaciones en la red, se ha desarrollado un nuevo esquema de señalización digital. Para la comunicación entre MSC's y registros de posición se utiliza la parte de aplicación para móviles del Sistema de Señalización número 7 del CCITT, fórmula casi imprescindible para la operación de redes GSM a nivel internacional.

Entre las diversas entidades necesarias para la de la red se encuentran definidos interfaces estándar que aseguren un método común de acceso para todos los móviles, tanto los de diferentes países como los de diferentes suministradores.

La gran mayoría de las personas en la actualidad tenemos o estamos interesados en tener un celular. Pero no cualquier celular, sino uno con tecnología verdaderamente impresionante e innovadora. Que mande todo tipo de mensajes, que cumpla con las funciones de mil cosas a la vez y por si no fuera ya demasiado: que sea pequeño y agradable a la vista. Algo digno de presumir.

GSM significa Global System for Mobile Communications, lo que en español es Sistema Global para Comunicaciones móviles. Ya en el nombre está implícita la clara intención de comunicar a las personas incluso en distintos países, es algo mundial.

Lo que se pretende lograr con la tecnología GSM es una especie de roaming internacional, algo más global, que no sólo abarque un país o ciertas zonas específicas del mismo. Es algo así como tener el mismo número para más de 150 países ya que es una tecnología satelital. A pesar de que empezó a desarrollarse desde hace más de 10 años, hasta ahora es que está empezando a ser utilizada en todo el mundo.

Por otra parte, básicamente lo que diferencia de un teléfono GSM a uno con la telefonía anterior son las funciones más desarrolladas y más completas. Con los GSM no sólo se pueden mandar mensajes de texto sino que también se pueden mandar pequeños archivos, como lo son fotos, mensajes de voz y timbres o sonidos. Todo esto es con equipo inalámbrico apoyado en operaciones satelitales.

Los teléfonos GSM también son conocidos como teléfonos de tercera generación, aunque esto no es totalmente cierto. Los teléfonos de tercera generación están ciertamente basados en la tecnología GSM pero son más avanzados aun. Éstos ofrecen transmisión de video en

línea, acceso a internet de alta velocidad, y en general la calidad y capacidad es mucho mayor.

Esta tecnología todavía no es usada por todos pero poco a poco, al ser más empleada desplazará a las tecnologías anteriores hasta que sean obsoletas al cien por ciento, lo interesante es que no será un fenómeno a nivel regional sino algo paralelo en la mayoría de los países y que unificara las comunicaciones.

Otra de las ventajas que presenta tener un teléfono GSM es que utiliza tecnología confiable y segura, que ha sido desarrollada por expertos a nivel mundial. Todo esto es con el fin de evitar riesgos por el uso de celulares, para evitar más controversia acerca de las emisiones y si dañan o no al cuerpo humano o si producen enfermedades tales como el cáncer.

Por último, queremos comentar que el presente trabajo nos permitió reforzar lo aprendido durante nuestra formación profesional y adquirir nuevos conocimientos el área de las telecomunicaciones, específicamente en telefonía celular, descubriendo múltiples aspectos que se involucran con este tema, al mismo tiempo pudimos analizar la problemática actual en la telefonía celular y con esta tesis aportamos una posible solución y una perspectiva general de la tendencia tecnológica de la telefonía celular.

## BIBLIOGRAFÍA

Student text

GSM BSS Site Integration for Field Maintenance.

Ericsson

Student text

GSM System Survey.

Ericsson

Student text

GSM BSC Operation.

Ericsson

Busqués V.J.G. and Reyes S.H.E.

Diseño y simulación de una estación base GSM/CDMA utilizando Software de Radio.

Memoria de Título, U.T.E.S.M., Valparaíso, Chile, 2002

Vijay K. Garg and Wilkes Joseph E.

Principles and Applications of GSM.

Prentice-Hall PTR. 1999

Sttele Raymond, Lee Chin-Chun and Gould Peter

GSM, CDMA One and 3G Systems.

Wiley. 2001

Redl Siegmud M., Weber Mathias K. And Oliphant Malcom W.

An introduction to GSM.

Artech House Publishers, 1995

Rappaport Theodore S.

WIRELESS communications. Principles & Prantice.

Prentice Hall PTR, 1996

Stallings William

Data and Computer Communications.

Mc Millan, 1994

Haykin Simon

Digital Communications.

John Willey and Sons, 1998

Mitola J.  
The Software Radio Architecture.  
IEEE Communnications Magazine

Pérez-Neira  
Smart Antennas in Software Radio Base Station.  
IEEE Communications Magazine

Kurupillai R, Dontanusetti M., and Consentino F.  
Wireless PCS.  
Mc Graw-Hill

Zangi K.C., and Koilpallai D.  
Software Radio Issues in Cellular Base Stations.  
IEEE Journal on Select Areas in Communications, Vol.1 No. 4

## MESOGRAFÍA

<http://www.gsmworld.com>

<http://asignaturas.diatel.upm.es/rssz/docs/GSMEstructura.pdf>

[http://portalgsm.com/documentación\\_esxtendida/98\\_0\\_17\\_c](http://portalgsm.com/documentación_esxtendida/98_0_17_c)

<http://www.conelectronica.com/articulos/seg27.htm>

<http://.7a69enzyme.org/enzyme/files/ver/11/9.txt>