

80



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

**TITULO: INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RADIO TRONCALIZADO  
DE LA LÍNEA "B" DEL METRO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA, AREA ELECTRÓNICA.**

**AUTOR:  
FELIPE TREJO GARCÍA**

**DIRECTOR DE TESIS:  
ING. RODOLFO PETERS LAMMEL**



2996 98

**CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, D.F. 2001.**



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.

Tema propuesto:

Instalación del sistema de radio troncalizado en la línea "B" del Metro.

Definición del problema:

En 1997 el metro adquirió el sistema de radio troncalizado para proporcionar el servicio de comunicación entre el puesto central de control y los operadores de la línea "B". En este trabajo se describirán las soluciones dadas según las necesidades requeridas por el metro, cabe mencionar que en la línea "8" se utilizó un sistema de radio convencional, en el resto de las líneas el metro utiliza un sistema de comunicación llamado "de corriente portadora", donde se utiliza la barra de energía como medio de transmisión. Este proyecto es el primero en utilizar un sistema de radio troncalizado en el metro de la ciudad de México.

Método:

Se dará una descripción general de las características del sistema de radio troncalizado, se describirá la topología utilizada en la línea "B", distribución de canales, integración del sistema, solución a necesidades específicas del metro (señalización, interacción con otras interfaces, presentación de la información, automatización de llamadas, etc) y puesta en servicio del sistema.

Inventario de materias:

Comunicaciones Analógicas  
Comunicaciones Digitales  
Electrónica Analógica  
Electrónica Digital  
Programación Aplicada  
Amplificación de señales  
Microprocesadores  
Sistemas eléctricos de potencia  
Transmisión de datos  
Diseño de sistemas digitales

Resultado Esperados:

- Reporte de la configuración del conmutador de radios
- Reporte de la configuración de las estaciones base.
- Reporte de la configuración de los equipos de radiocomunicación.
- Reporte de las soluciones dadas para la adaptación de los radios en los trenes
- Reporte de las soluciones dadas en el puesto de control

## **INDICE TEMÁTICO:**

### **CAPITULO I**

#### **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RADIO TRONCALIZADO.**

I.1-	INTRODUCCION GENERAL.	I.1
I.2-	SERVICIOS DE LLAMADA Y DE SISTEMA.	I.5
I.3-	TRANSMISIÓN DE DATOS.	I.10
I.4-	SERVICIOS DE DESPACHO.	I.13
I.5-	ARQUITECTURA DE LA RED.	I.16
I.6-	GESTIÓN DE RADIOCANALES.	I.23
I.7-	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL CONMUTADOR CENTRAL.	I.30
I.8-	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS ESTACIONES BASE.	I.36
I.9-	CONECTIVIDAD DE LA RED.	I.39
I.10-	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	I.43
I.11-	TERMINALES MÓVILES ACTIONET.	I.49

### **CAPITULO II**

#### **TOPOLOGÍA DEL SISTEMA INSTALADO EN LA LÍNEA "B" DEL METRO.**

II.1-	DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS.	II.1
II.2-	DISTRIBUCIÓN DE LOS CANALES DE RADIOCOMUNICACIÓN ENTRE LOS TRENES Y EL PUESTO CENTRAL DE CONTROL.	II.4
II.3-	DISTRIBUCIÓN DE CANALES DE COMUNICACIÓN ENTRE LOS TRENES Y EL PUESTO CENTRAL DE CONTROL.	II.7
II.4-	CONECTIVIDAD ENTRE EL CONMUTADOR Y LAS ESTACIONES BASE.	II.9

### **CAPITULO III**

#### **DESCRIPCIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DEL CONMUTADOR INSTALADO EN LA LÍNEA "B" DEL METRO.**

III.1-	ARQUITECTURA DEL CONMUTADOR UTILIZADO.	III.1
III.2-	CONFIGURACIÓN DE LOS SITIOS DENTRO DEL CONMUTADOR.	III.13
III.3-	CONFIGURACIÓN DE LAS ESTACIONES BASE.	III.16
III.4-	CONFIGURACIÓN DE ABONADOS.	III.17
	III.4.1- EQUIPOS ENBARCADOS EN LOS TRENES.	III.19
	III.4.2- EQUIPOS PORTÁTILES.	III.19
	III.4.3- PUESTOS DE CONTROL.	III.20
III.5-	FACILIDADES DEL SISTEMA.	III.21
III.6-	CONDICIONES ELÉCTRICAS Y AMBIENTALES REQUERIDAS POR EL CONMUTADOR.	III.22

### **CAPITULO IV**

#### **DESCRIPCIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DE LAS ESTACIONES BASE.**

IV.1	ARQUITECTURA DE LAS ESTACIONES BASE UTILIZADAS.	IV.1
IV.2-	TRANSMISIÓN DE RADIOCANALES EN LAS ESTACIONES SUBTERRANEAS.	IV.2
IV.3-	TRANSMISIÓN DE RADIOCANALES EN ESTACIONES ELEVADAS.	IV.15

**CAPITULO V**  
**DESCRIPCIÓN DE LAS LLAMADAS REQUERIDAS EN LA LINEA "B"**

V.1-	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS INVOLUCRADOS EN LAS LLAMADAS	V.1
V.2-	DESCRIPCIÓN DE LLAMADAS DESDE LOS TRENES.	V.2
	V.2.1- LLAMADAS SELECTIVAS A PUESTO DE CONTROL.	V.2
	V.2.2- LLAMADAS DE URGENCIA A PUESTO DE CONTROL.	V.3
	V.2.3- LLAMADAS DE ZONA A TRENES Y PUESTO DE CONTROL.	V.3
	V.2.4- SOLICITUD DE CORTE DE CORRIENTE.	V.4
	V.2.5- IDENTIFICACIÓN DE ZONAS.	V.6
V.3-	DESCRIPCIÓN DE LLAMADAS DESDE EL PUESTO DE CONTROL.	V.6
	V.3.1- LLAMADAS SELECTIVAS.	V.6
	V.3.2- LLAMADAS DE ZONA A TRENES.	V.7
	V.3.3- LLAMADAS GENERALES.	V.7
	V.3.4- LLAMADAS DE VOCEO A USUARIOS.	V.8
	V.3.5- CONFERENCIA ENTRE TRENES Y EL PUESTO DE CONTROL.	V.8

**CAPITULO VI**  
**DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES A LAS NECESIDADES DEL PROYECTO.**

VI.1-	DESCRIPCIÓN DE LAS ADAPTACIONES REQUERIDAS POR EL PROYECTO.	VI.1
VI.2-	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS SOLUCIONES DADAS.	VI.4
VI.3-	SOLUCIONES DADAS EN LOS EQUIPOS EN LOS TRENES.	VI.6
VI.4-	SOLUCIONES DADAS EN EL PUESTO DE CONTROL.	VI.29
VI.5-	SOLUCION PARA LA IDENTIFICACION DE ZONAS DE COBERTURA.	VI.41

**CONCLUSIONES.**

**BIBLIOGRAFIA.**

**APENDICES.**

# **CAPITULO I**

## **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE RADIO TRONCALIZADO**

### **I.1.- INTRODUCCIÓN GENERAL**

El sistema descrito a lo largo de este documento corresponde al sistema de radio troncalizado (trunking) Nokia Actionet que cumple con los estándares europeos para radio móvil profesional MPT 1327.

#### **I.1.1 PRINCIPIO DEL SISTEMA TRONCALIZADO**

Un sistema de radio troncalizado recibe su nombre de la "línea troncal" que es usada en las comunicaciones de teléfono comercial. Una troncal es una trayectoria de comunicación entre 2 o más puntos, típicamente entre la oficina central de la compañía de teléfonos y uno o más usuarios. La línea troncal es compartida en tiempo por varios usuarios distintos, pero los usuarios del servicio telefónico no necesitan ser informados de que la línea troncal esta compartida. La parte transmisora establece una llamada a la parte receptora y se completa la llamada, el trabajo interno para el sistema de teléfono es transparente para los usuarios.

Las radiocomunicaciones sobre un sistema troncalizado son muy similares a las de estos sistemas de teléfono convencional. Las unidades de radio transmisora y receptora pueden ser consideradas como las partes transmisora y receptora del sistema telefónico. Y el sistema de radio troncalizado puede ser considerado como el equipo de la compañía telefónica. En lugar de líneas telefónicas, el sistema usa canales de radio para establecer las llamadas. Al igual que el sistema telefónico, los usuarios del sistema de radio no son informados sobre cuál de los canales en particular está llevando a cabo la llamada.

Troncalizar un sistema de radio multicanales incrementa la eficiencia del mismo debido a la administración dinámica del uso de radiocanales. Esto se lleva a cabo por la computadora de control de canales de radio.

Todos los sistemas de radio troncalizado utilizan dos tipos de configuraciones de radiocanales: Canales de control (o datos) y tráfico (o voz).

Se debe designar un canal de control en cada sitio y los canales restantes son usados como canales de tráfico. El canal de control es usado para enviar información digital entre las unidades de radio y el equipo de computo que controla el sistema.

Los canales de tráfico son usados para establecer la comunicación de voz entre los radios. Una descripción simplificada de la comunicación de una unidad de radio y la computadora de control es la siguiente:

- La unidad de radio continuamente escucha el canal de control, esperando instrucciones.
- Cuando se va a establecer una llamada, el radio envía un mensaje digital corto sobre el canal de control e informa la computadora de control que necesita un canal para comunicarse.
- La computadora de control escucha la solicitud de canal, asigna un canal disponible y envía este mensaje sobre el canal de control.

- La unidad de radio recibe la información del canal asignado y pone sus frecuencias de transmisión y recepción a este nuevo canal.
- La unidad de radio y el canal asignado efectúan un reconocimiento.
- El radio señala de manera audible al operador que se le ha asignado un canal y que la comunicación puede iniciar.

Cada radio contiene un código de direccionamiento único. Este código identifica al radio que llama a la computadora de control y permite a esta llamar a una unidad de radio específica. Las unidades de radio pueden ser particionadas también en "grupos de llamadas" de tal forma que usuarios con requerimientos de comunicación semejantes puedan comunicarse entre sí.

El estándar MTP1327 para sistemas privados de radio troncalizado es usado principalmente en Europa, Canadá y otros países. Acomoda hasta 1024 canales con una separación de 12.5kHz o 25kHz. El protocolo se basa en un canal de control señalizando a 1200bits/s usando conmutación por cambio de frecuencia rápido (FFSK), con un bit 15 de detección de error CRC. La frecuencia del '0' binario de 1800Hz y el '1' binario es de 1200Hz. El tiempo del canal de control está dividido en ranuras de 106.7ms (128 bits), y un mensaje de señalización puede ser enviado en cada ranura.

El principio del sistema troncalizado radica en el uso de un conjunto de canales que comparten varios grupos de usuarios, cuando algún usuario necesita hacer una llamada, se le asigna uno de estos canales para su uso exclusivo, pero al finalizar la llamada el canal es regresado a un deposito de canales donde puede ser asignado a otro usuario. Esto significa que cada radio móvil debe ser capaz de sintonizar todos los canales disponibles.

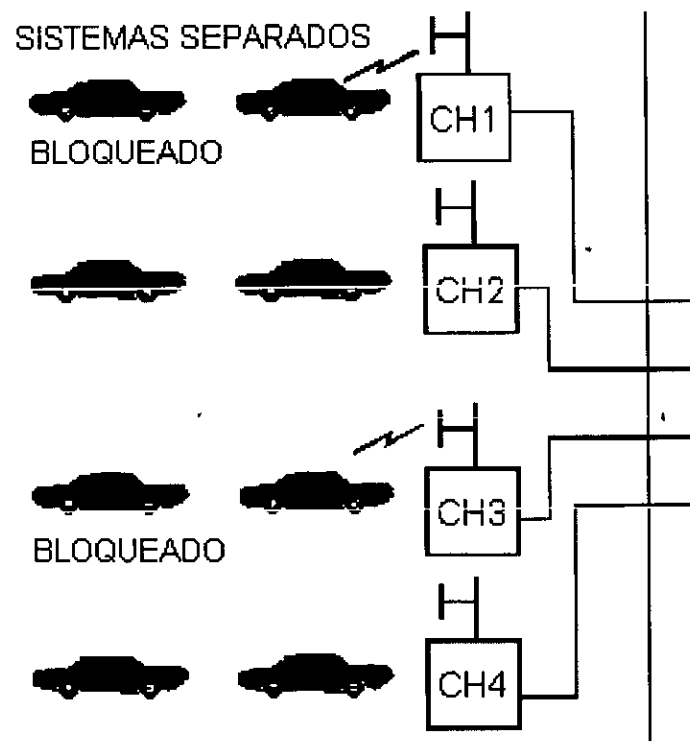


Figura1. Sistema de radio convencional

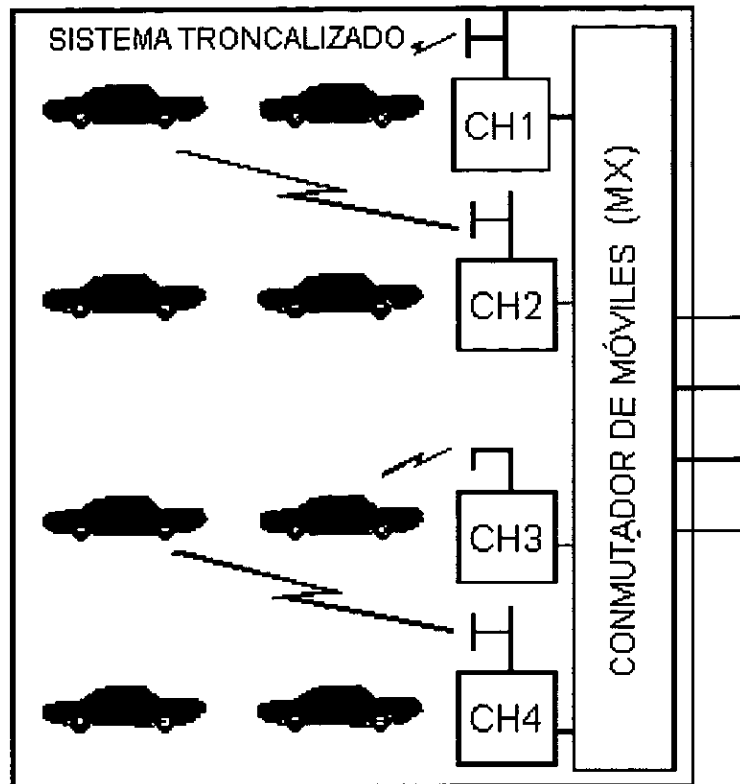


Figura 2. Sistema de radio troncalizado.

### I.1.2 VENTAJAS DE UN SISTEMA TRONCALIZADO

- Eficiencia de espectro.
- Especialmente disponible para aplicaciones exclusivas de grupos de usuarios
- Mucho tipos de llamadas y facilidades de usuarios
- Características avanzadas de sistema
- Costo total

### I.1.3 "TRONCALIZADO" Y "CELULAR"

Hablando técnicamente el sistema Actionet es un sistema de radio troncalizado y un sistema de radio celular.

Sin embargo por razones comerciales el término "celular" se reserva normalmente para sistemas usados por el público en general y el término "troncalizado" se reserva para aquellos sistemas diseñados primordialmente para grupos cerrados de usuarios.

### I.1.4 ESTRUCTURA DEL SISTEMA

Un sistema de radio móvil troncalizado consiste de:

- Equipo de usuarios (terminales de usuario)
  - Unidades de radio (radios móviles y portátiles)
  - Puntos de control.
- Infraestructura
  - Conmutadores



- Estaciones base
- Líneas de conexión
- Equipo auxiliar.

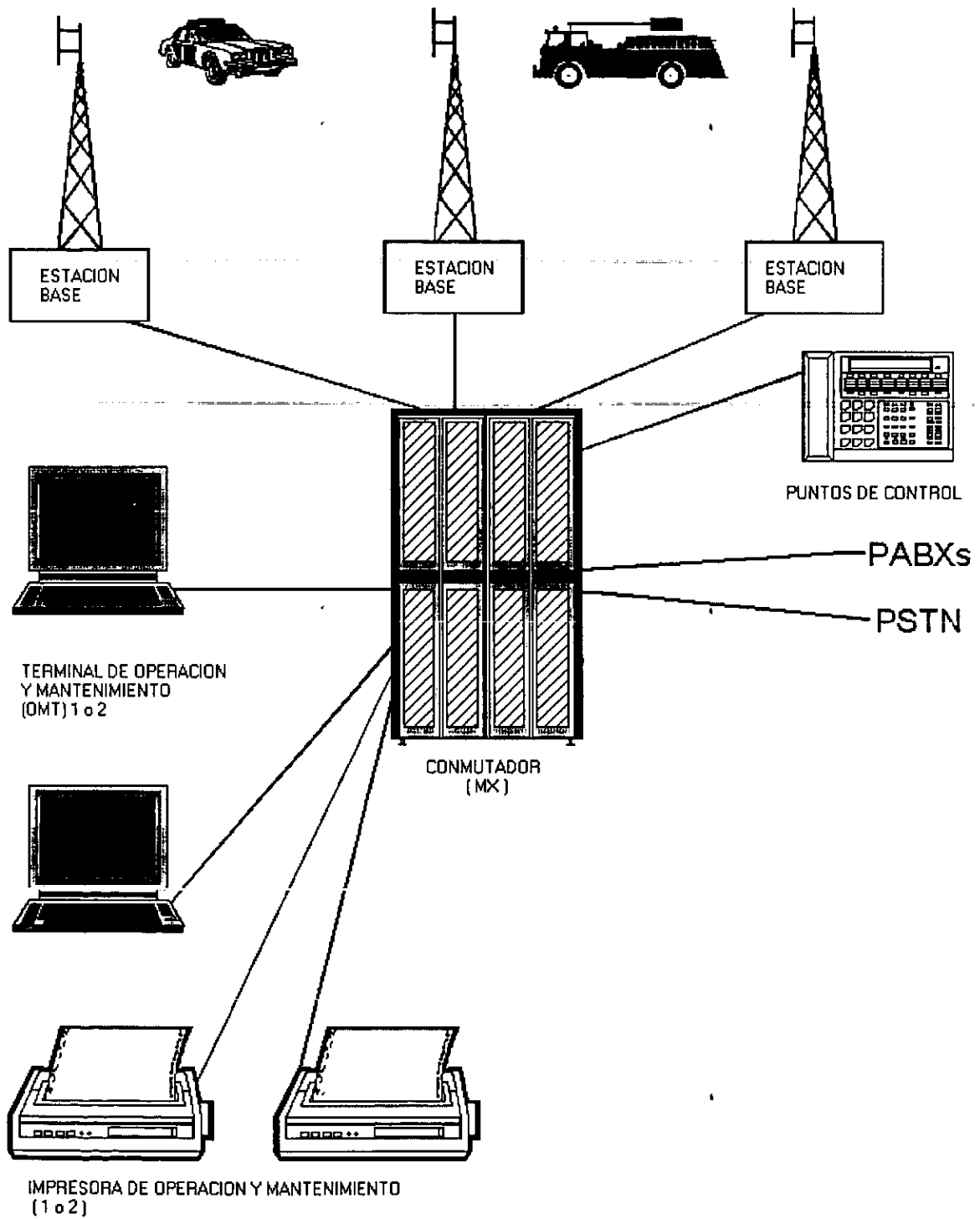


Figura 3. Estructura del sistema

La Figura 3 muestra las conexiones de sistema y la estructura de la red del sistema de radio troncalizado. Las comunicaciones de radio se realizan por medio de Estaciones Base (BS). Las estaciones base están conectadas a las MX.

Las comunicaciones entre abonados fijos o móviles son conmutadas a través de una red de conmutadores centrales de Móviles (MX). Las centrales pueden tener interfaces a Terminales de Despacho (CP) conectados por línea, a la Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN), a una Central Privada (PABX) y a las redes de datos propias del cliente para implementar aplicaciones de datos personalizadas.

## **I.2 SERVICIOS DE LLAMADA Y DE SISTEMA**

### **I.2.1 GESTIÓN DE LLAMADAS**

#### **I.2.1.1 ROAMING**

Roaming es un proceso que permite a las terminales móviles moverse libremente entre un sitio de una estación base y el sitio de otra estación base dentro del sistema. Se requiere que el móvil seleccione el sitio apropiado y que se registre al cambiar de sitio.

El sistema de troncalizado ACTIONET conecta todas las llamadas en forma completamente automática usando funciones de roaming que le permiten a una terminal móvil permanecer en contacto mientras hace roaming libremente dentro de la red.

#### **I.2.1.2 PUESTA EN COLA DE ESPERA Y PRIORIDADES DE LAS LLAMADAS**

El trunking es un sistema de radiotelefonía orientado a la puesta en cola de espera más que al bloqueo. Si la parte llamada está ocupada, o si los radiocanales o las líneas para la conexión están ocupados, la llamada se coloca en una cola de espera hasta que el abonado o el recurso esté disponible.

Normalmente las colas de espera se administran sobre la base del principio 'primero en entrar, primero en ser atendido'. Para las comunicaciones urgentes, se dispone de llamadas de prioridad alta o emergencia. Las mismas se anteponen a las llamadas normales en la cola de espera.

#### **I.2.1.3 TEMPORIZADORES DE LLAMADA FLEXIBLES**

Para brindar acceso al sistema a todos los usuarios dentro de un tiempo razonable, la duración de la llamada generalmente se controla en las redes de trunking.

La duración máxima de llamada puede programarse individualmente para cada grupo o flota o usuario. Existen diferentes temporizadores de llamada para:

- Diferentes tipos de llamada
- Días laborables y feriados
- Horas de densidad de tráfico pico, alta, mediana y baja del día.

#### **I.2.1.4 SERVICIO DE CORREO DE VOZ**

Un abonado puede desviar las llamadas entrantes a una Casilla de Correo de Voz (VMB) personal (opcional) si no está disponible para responderlas. El propietario de la VMB puede leer los mensajes guardados cuando lo desee.

### **I.2.1.5 DERECHOS DE LLAMADA INDIVIDUALES**

Para controlar el uso del sistema es posible asignarle a cada abonado individual un conjunto de derechos de llamada que se adecue a su trabajo. Estos derechos controlan, por ejemplo, el acceso a la red de telefonía pública o a otras flotas, derechos de prioridad alta, llamadas de grupo, llamadas de datos y el área geográfica de operación.

### **I.2.1.6 LLAMADAS DÚPLEX**

El sistema ACTIONET permite el uso de terminales móviles dúplex y semidúplex dentro de la misma red. Para las llamadas dúplex, el transmisor está constantemente encendido, y para hablar no es necesario usar el interruptor "pulsar para hablar" (PTT). Se puede escuchar y hablar al mismo tiempo. Cada terminal móvil dúplex necesita su propio radiocanal para la conversación. En el sistema ACTIONET, las llamadas individuales entre terminales móviles dúplex son dúplex cuando la parte que llama y la parte llamada no se encuentran dentro del área de cobertura del mismo sitio de estación base. Si los terminales móviles pueden usar el mismo sitio, ambas terminales móviles que operan en el modo semidúplex.

Las llamadas de grupo son siempre semidúplex, y los terminales móviles dúplex automáticamente reciben la orden de operar en modo semidúplex por el radiocanal en cuestión.

### **I.2.1.7 NUMERACIÓN FUNCIONAL DE ABONADOS**

Además de la numeración ANN y MPT, se pueden usar números funcionales de abonados, o números alias, para acceder a los terminales de los usuarios. La prestación permite hacer llamadas sobre la base de tareas, rutas, funciones o ubicaciones específicas en lugar de hacerlo según personas individuales.

Un abonado individual puede tener hasta nueve números alias. El número alias puede constar de cualquier cadena numérica de 2 a 7 dígitos, incluyendo los ceros iniciales. Los números funcionales son soportados por las arquitecturas de las redes locales y de sistema.

El servicio soporta llamadas individuales con prioridad normal, alta o de emergencia.

## **I.2.2 NUMERACIÓN DE ABONADOS**

En ACTIONET normalmente las llamadas son cerradas, es decir que solamente los abonados que participan en la llamada pueden escuchar la conversación. La identificación de la parte que llama se transmite con la llamada y se muestra en la pantalla de las partes llamadas.

La numeración de abonados en ACTIONET sigue ya sea la especificación MPT 1343 o el esquema ANN (Algoritmo de Numeración de la Red) mejorado.

El esquema de numeración MPT 1343 se basa en dividir a los usuarios en flotas, lo cual permite la marcación abreviada dentro de las flotas. Se deben usar números más largos para hacer llamadas entre flotas. Las llamadas entre flotas pueden tener números de abonado de hasta 10 dígitos.

El esquema ANN se basa en una partición controlada del rango total de direcciones en flotas. Además de la marcación abreviada dentro de las flotas, proporciona una marcación más abreviada para llamadas entre flotas que el esquema MPT 1343, es decir de 5 a 8 dígitos.

ACTIONET soporta tres tamaños diferentes de flotas: 700, 70 y 22 abonados.

La cantidad de flotas de tamaños diferentes se puede definir para que se ajuste a los requerimientos de la organización en cuestión.

Tanto el esquema de numeración MPT 1343 como ANN son soportados por muchos fabricantes de terminales de abonados. Para los abonados de PABX/PSTN se pueden usar números abreviados especiales de 3 a 4 dígitos.

Los números funcionales permiten hacer llamadas sobre la base de tareas, rutas, funciones o ubicaciones específicas en lugar de hacerlo según personas individuales.

### **I.2.3 TIPOS DE LLAMADAS**

#### **I.2.3.1 LLAMADAS DE VOZ INDIVIDUALES**

Las llamadas de voz individuales son llamadas privadas entre dos abonados pertenecientes a cualquiera de los siguientes grupos:

- Abonados móviles
- Terminales de despacho
- Abonados de PABX y PSTN.

#### **I.2.3.2 PRIORIDADES DE LLAMADA**

ACTIONET ofrece los siguientes tipos de llamadas de prioridad:

- Prioridad normal
- Prioridad alta
- Llamada de emergencia
- Llamada de prioridad ejecutiva.

#### **LLAMADAS DE PRIORIDAD NORMAL Y ALTA**

Las llamadas de prioridad normal son puestas en cola de espera según el momento en que fueron iniciadas, en los casos en que el abonado llamado está ocupado o cuando no se dispone de un canal de tráfico

La máxima duración de llamada se programa en la central. Durante el transcurso de una llamada, la conexión es supervisada por medio de mensajes de mantenimiento de llamada.

Las solicitudes de llamada de prioridad alta se anteponen a las solicitudes de prioridad normal en la cola de espera.

#### **LLAMADA DE EMERGENCIA**

Una llamada de emergencia es una llamada de voz a un destino predeterminado.

El abonado puede hacer una llamada de emergencia marcando un número de emergencia. El destino de las llamadas de emergencia se programa en forma separada para cada MX o para cada flota (opcional) dentro del sistema.

De ser necesario, se termina una llamada de prioridad inferior para permitir la conexión inmediata de una llamada de emergencia.

Los terminales de despacho tienen una alarma especial para las llamadas de emergencia entrantes. La alarma de emergencia también funciona cuando hay otra llamada en curso en el terminal de despacho.

## **LLAMADA DE PRIORIDAD EJECUTIVA**

Una llamada de prioridad ejecutiva tiene el mismo nivel de prioridad que una llamada de emergencia pero puede hacerse a cualquier abonado del sistema ACTIONET o a una PABX o a la PSTN.

### **I.2.3.3 LLAMADAS DE GRUPO**

Una llamada de grupo es una llamada de múltiples partes en la que todos los participantes pueden hablar por turnos y escucharse mutuamente. Una llamada de grupo puede tener prioridad normal, alta o ejecutiva (opcional). La Figura 4 muestra una llamada de grupo.

En una llamada de grupo, se llama a todo el grupo marcando un sólo número un número de grupo. En un sistema de trunking, la selección del número de grupo corresponde a la selección del radiocanal en un sistema de radio convencional.

Generalmente a cada terminal móvil se le pueden asignar hasta docenas de grupos fijos, que se almacenan en los terminales móviles permanentemente.

Además de los grupos fijos, en forma remota el operador de despacho le puede asignar al abonado hasta ocho grupos de conversación definidos dinámicamente. Por lo tanto, el operador de despacho puede configurar dinámicamente nuevos grupos de conversación y cambiar los miembros de los grupos ya existentes según las operaciones o emergencias que surjan a diario.

Una llamada de grupo entrante dispara su propio tono de alarma en el móvil, y enciende el altavoz. Si el abonado llamado quiere hablar o escuchar la conversación debe levantar el microteléfono o, dependiendo de las prestaciones del terminal, la llamada puede conectarse automáticamente sin intervención manual del usuario.

Un abonado puede incorporarse más tarde a una llamada de grupo en curso marcando el número de grupo. Asimismo, el sistema puede solicitar automáticamente la entrada tardía de miembros del grupo a una llamada de grupo en curso si no se había hecho contacto con los mismos durante el establecimiento de llamada.

Las llamadas de grupo tienen un límite de tiempo que puede ser definido en el Terminal de Operación y Mantenimiento (OMT).

El área de cobertura de una llamada de grupo puede definirse en una tabla de números de grupo dentro de la base de datos del sistema. La tabla enumera los sitios de estación base en los que se toma un canal de tráfico para la llamada cada vez que se llama al número de grupo. La llamada puede cubrir todos los sitios de estación base de una central MX o sitios especificados solamente., la llamada puede establecerse en el sitio de estación base del terminal móvil que llama solamente. Los terminales de despacho pueden seleccionar un sitio marcando en forma explícita el número de sitio.

La prestación Cobertura Selectiva de Llamadas de Grupo (SGC) permite al sistema mejorar significativamente la eficiencia en el uso de los canales. Esto se logra liberando el canal de tráfico inmediatamente en los sitios en los que no hay miembros de grupo para participar en la llamada.

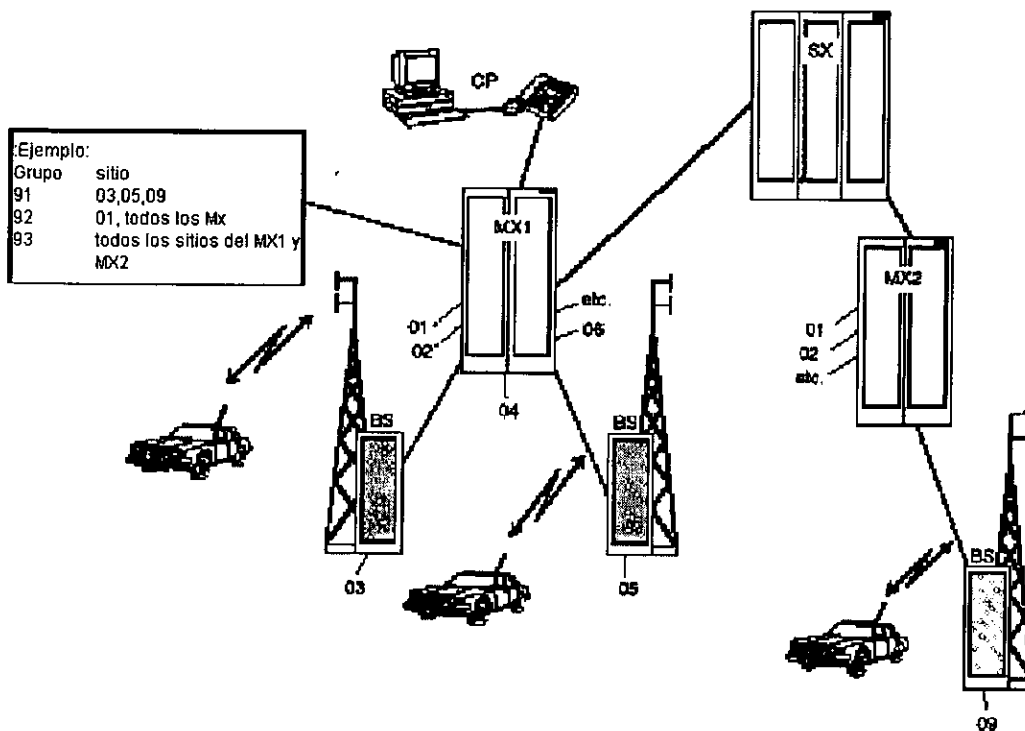


Figura 4. Llamadas de grupo

#### 1.2.3.4 DESVÍO DE LLAMADA

Si un terminal móvil o un terminal de despacho no desea o no puede recibir llamadas, se pueden desviar las llamadas entrantes a un destino alternativo. Un abonado puede desviar llamadas a cualquier número de abonado, incluso dentro de redes PSTN o PABX, como así también a su casilla de correo de voz personal

#### 1.2.3.5 TRANSFERENCIA DE LLAMADA

La parte llamada, un terminal de despacho o un terminal móvil, puede transferir la llamada a un tercero y luego continuar como tercero en la llamada o bien abandonarla.

#### 1.2.3.6 LLAMADA DE CONFERENCIA

Durante una llamada individual normal, un terminal móvil que llama puede solicitar que otra parte se incorpore a la llamada. Este servicio puede ser usado para establecer una llamada de conferencia. La parte que llama puede incluir hasta tres nuevos abonados individuales.

#### 1.2.3.7 LLAMADA POR CANAL ABIERTO

La llamada por canal abierto es un tipo de llamada para el operador de despacho. Un operador de despacho establece una llamada por canal abierto seleccionando primero los sitios de estación base en los que se establece la llamada. Luego el operador comanda a las terminales móviles o grupos de terminales móviles seleccionados que se incorporen a la llamada. Se reserva un canal en cada sitio para la llamada en tanto que el resto de los canales quedan libres para otro tráfico de llamadas.

El sistema después puede solicitar automáticamente a las terminales móviles seleccionadas que no estaban disponibles al momento de establecer la llamada, que se

incorporen a la llamada en curso. Todas las partes pueden hablarse entre sí durante la llamada. Solamente la terminal de despacho puede liberar la llamada pero los terminales móviles pueden abandonar la llamada antes y la misma continuará sin interrupción.

### **1.2.3.8 LLAMADAS DE PSTN/PABX**

El enrutamiento automático de llamada en ACTIONET también se usa para las llamadas de PSTN/PABX. El sistema automáticamente encamina la llamada al destino correcto aun cuando este encaminamiento deba hacerse a través de una o más centrales intermedias. ACTIONET soporta diversos estándares de señalización para conexiones con la PSTN o una PABX. Se pueden usar tanto conexiones de línea de abonados como conexiones de enlace con el servicio Marcación Directa de Extensiones (MDE).

El operador de la red puede controlar el acceso de los abonados a la PSTN asociando una de las cinco clases de acceso a la PSTN para cada abonado individual: sin acceso a la PSTN, acceso local, acceso restringido, acceso nacional o acceso internacional permitido.

## **1.3.4 TRANSMISIÓN DE DATOS**

### **1.3.4.1 GENERALIDADES**

La transmisión de datos significa enviar mensajes de estado numéricos, mensajes de texto o datos de formato libre entre diversos abonados de radio o fijos. El equipo móvil para transmisión de datos típico incluye pantallas alfanuméricas, impresoras y computadoras personales. Con estos servicios, las terminales móviles pueden intercambiar información en todo el sistema con los operadores de despacho, otros terminales móviles, computadoras mainframe o servicios de redes de datos públicas. Las aplicaciones típicas en las redes privadas incluyen despacho computarizado, ubicación automática de vehículos con receptores GPS y sistemas de telemetría automáticos.

Desde el punto de vista de la carga del radiocanal, los mensajes de datos MPT estándar a menudo constituyen una forma más efectiva de despacho que las llamadas de voz ya que se transmiten por un canal de control y no reservan ningún canal de tráfico. Desde el punto de vista del usuario, los mensajes de texto ofrecen una forma cómoda de informar direcciones y detalles de trabajo, especialmente si la persona llamada está manejando o no se encuentra en el vehículo en ese momento.

La política general en la transmisión de datos ACTIONET es soportar protocolos de interfaz abiertos y genéricamente aceptados que cumplan con las especificaciones MPT y OSI. Los terminales móviles ACTIONET y Nokia soportan el estándar de interfaz MAP27 (Protocolo de Acceso Móvil para el estándar MPT 1327) que constituye una solución para diversas alternativas de transmisión de datos permitiendo la conexión flexible de distintas aplicaciones de datos por medio del terminal móvil.

### **1.3.4.2 MENSAJES DE ESTADO**

Los mensajes de estado son soportados por los terminales móviles sin necesidad de agregar accesorios. Un mensaje de estado es un mensaje predefinido que se transmite por el canal de control en formato numérico (el número de mensaje). Existen 32 valores numéricos disponibles (0...31). Dos de ellos son fijos, 0: "petición de llamada" y 31: "cancelar petición de llamada". Otros pueden usarse para mensajes orientados a aplicaciones tales como 'libre para próxima tarea' o 'suministrar detalles técnicos'. Por lo tanto, el significado de los mensajes de estado puede ser estipulado por las organizaciones usuarias.

Los mensajes se envían marcando el número de estado y el número de abonado. Los mensajes son recibidos y confirmados automáticamente junto con el número del abonado que llama. Normalmente los móviles y los terminales de despacho almacenan la información de estado recibida en posiciones especiales en la memoria para una lectura posterior. Algunos terminales de abonados tienen un servicio que muestra en pantalla el significado del mensaje numérico con texto común. Se envía un mensaje de confirmación al abonado que llama para indicar que la llamada se hizo sin problemas.

Las llamadas de estado también pueden enviarse a un grupo. Con los terminales móviles de Nokia se pueden enviar mensajes de estado a una casilla de correo en la central en el caso de que el abonado llamado no esté disponible. La casilla de correo puede almacenar hasta cinco mensajes de estado para cada abonado.

El sistema también puede guardar los mensajes de estado temporalmente en un búfer si el terminal móvil llamado está ocupado. Se envía una confirmación al abonado que llama cuando el mensaje es almacenado en el búfer. El sistema puede guardar hasta cinco mensajes de estado en el búfer para un abonado. El sistema envía el mensaje al terminal llamado cuando se libera. El servicio normalmente se activa para un operador de despacho de datos de radio que no quiere ser puesto en cola de espera cuando algún abonado está ocupado.

### **I.3.4.3 MENSAJES DE DATOS**

#### **I.3.4.3.1 MENSAJE CORTO DE DATOS (SDM)**

El servicio de mensajes cortos de datos puede ser usado para transferir ya sea mensajes cortos de texto alfanuméricos o datos específicos para aplicaciones entre dos abonados o equipo auxiliar como computadoras, sensores o actuadores (opcional).

También se pueden mandar mensajes cortos de datos a un grupo.

El sistema ACTIONET también pueden guardar temporalmente los mensajes cortos de datos en un búfer al igual que con los mensajes de estado.

A continuación se indican los conjuntos de caracteres especificados y la correspondiente cantidad máxima de caracteres que puede contener un solo SDM estándar:

#### **CONJUNTO DE CARACTERES INFORMACIÓN MÁXIMA EN UN SDM**

Binario 176 bits ASCII 7 bits 25 caracteres

#### **I.3.4.3.2 MENSAJE LARGO DE DATOS (EDM)**

Las especificaciones MPT permiten que se vinculen hasta cuatro SDM entre sí para formar un solo EDM (opcional). Se pueden enviar mensajes largos de datos tanto a abonados individuales como a grupos.

A continuación se indican los conjuntos de caracteres especificados y la correspondiente cantidad máxima de caracteres que puede contener un solo EDM:

#### **CONJUNTO DE CARACTERES INFORMACIÓN MÁXIMA EN UN EDM**

Binario 704 bits

ASCII 7 bits 100 caracteres



#### I.3.4.4 LLAMADA DE MÓDEM

Los datos con formato libre pueden transferirse usando módem externos conectados a terminales móviles. La Figura 6 muestra una llamada de módem. Las aplicaciones incluyen desde sesiones en terminal de computadora hasta telecontrol y telefax con un terminal móvil dúplex.

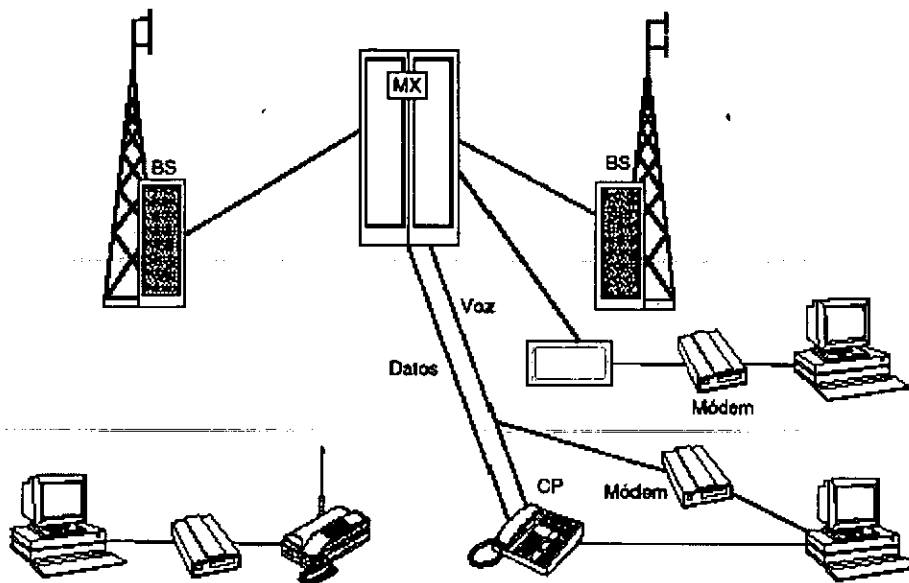


Figura 5. Envío de mensajes de datos

Las llamadas de módem usan los trayectos de voz de la central y un canal de tráfico. Durante una llamada de módem, no se altera la transferencia de datos debido a mensajes de mantenimiento (ver MPT 1327) Los terminales móviles encaminan la señal de audio al interfaz del módem externo.

El trayecto de radio impone a los módem exigencias de corrección especial de errores y de respuesta en función de la frecuencia. Los terminales móviles semidúplex pueden conectarse a módem de radio especiales.

#### I.3.4.5 DESVÍO DE TRANSMISIÓN DE DATOS

Los radiotéfonos o terminales de despacho que no soportan la transmisión de datos o que temporalmente no están disponibles, pueden desviar los mensajes de datos entrantes a otro número de abonado. El desvío de llamadas de datos no impide la recepción de llamadas de voz.

#### I.3.4.6 PROTOCOLOS DE INTERFAZ

##### I.3.4.6.1 INTERFAZ DE DATOS PARA TERMINALES MÓVILES (MAP27)

Los terminales móviles de Nokia cumplen con el protocolo de acceso móvil MAP27. El MAP27 cubre la transmisión de mensajes de estado, mensajes cortos de datos y mensajes largos de datos sin un módem externo como así también las llamadas de voz y de módem. Se pueden implementar flexiblemente diversas aplicaciones de datos conectando un terminal de datos al terminal móvil. De esa manera, las comunicaciones de datos pueden ser llevadas a cabo directamente por el software de aplicación, y la unidad de control del terminal móvil permanece pasiva.

### 1.3.4.6.2 INTERFAZ A RED DE DATOS

En las centrales ACTIONET se dispone de una interfaz a red de datos. Esta interfaz permite la utilización de los centros de comandos y control externos por medio de la integración del sistema de computación propio del cliente a ACTIONET. La interfaz se puede usar para enviar mensajes de estado, mensajes cortos de datos y mensajes largos de datos como así también para llamadas de voz y de módem, por ejemplo, en aplicaciones de despacho.

El protocolo de interfaz a red de datos ha sido desarrollado por Nokia y está disponible para la integración de sistemas sin cargos por licencia.

## 1.4 SERVICIOS DE DESPACHO

Un requerimiento especial de los usuarios PMR típicos es la operación de despacho. Despacho significa control y asignación de tareas a una flota de móviles. Por lo general hay uno o varios operadores de despacho responsables de la asignación de tareas a los abonados móviles de una flota.

Los operadores de despacho pueden estar conectados por línea al sistema o pueden ser terminales móviles normales que están instalados permanentemente en una oficina y conectados, por ejemplo, a una PC. En ACTIONET, los operadores conectados por línea se denominan Terminales de Despacho punto de control (CP).

### 1.4.1 SERVICIOS DE TERMINAL DE DESPACHO

Existen tres tipos de terminales de despacho para cumplir las funciones de despacho:

- La Terminal de Despacho 1 (CP1) es un aparato telefónico estándar conectado a la central.
- La Terminal de Despacho 2 (CP2) es un aparato telefónico especial con un teclado, una pantalla alfanumérica, un microteléfono del estilo de un teléfono y auriculares
- La Terminal de Despacho 3 (CP3) consta del equipo del Terminal de Despacho 2 más una computadora personal con un software especial.

El Terminal de Despacho 1 está conectado a una central por medio de una unidad de interfaz CP1 (CP1IU). Los Terminales de Despacho 2 y 3 están conectados a una central por medio de una Unidad de Interfaz de Terminal de Despacho (CPIU)

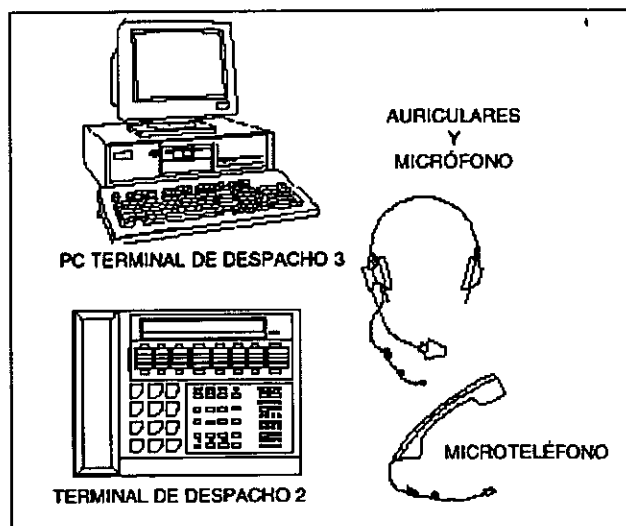


Figura 6. Equipo del Terminal de Despacho

## **SERVICIOS DE CP2 Y CP3**

- Las llamadas de emergencia y ejecutivas entrantes activan un tono de alarma especial (también en el CP1).
- Los terminales de despacho pueden iniciar una llamada por canal abierto.
- Los terminales de despacho pueden pertenecer a un grupo de operadores de despacho asociado con un número común.
- Un terminal de despacho puede intervenir como tercero de la llamada en curso (intervención de llamada). También puede poner fin a la llamada a la que está conectado.
- Un terminal de despacho puede transferir llamadas, por ejemplo llamadas iniciadas por abonados de radio o de teléfono con derechos de llamada restringidos.
- Un terminal de despacho puede conectarse a una llamada en curso a través de cualquier interfaz de la central (supervisión de canales).
- Los terminales de despacho puede recibir y enviar mensajes de estado (el CP1 sólo puede enviar).
- Los terminales de despacho CP2 y CP3 pueden recibir y enviar SDM/EDM.
- Existen ubicaciones de memoria para marcación abreviada, mensajes de estado, SDM/EDM y solicitudes de llamada entrantes.
- Los terminales de despacho pueden retener llamadas e iniciar o contestar una nueva llamada.
- Los terminales de despacho pueden programarse para desviar las llamadas entrantes a cualquier destino.
- Los mensajes de datos y las solicitudes de llamada se reciben aun cuando el terminal de despacho está ocupado con otra llamada.

## **SERVICIOS DE CP3/PC ESPECIALES**

- Un operador de CP3/PC puede supervisar la ubicación de los abonados seleccionados en área de una zona (usado, por ejemplo, en aplicaciones para trenes y subterráneos).
- Las llamadas entrantes para operador de despacho dirigidas a un CP3 pueden ser encaminadas automáticamente al operador de despacho más cercano disponible aunque iniciadas con la misma cadena de marcación.
- Las llamadas entrantes para operador de despacho dirigidas a un CP3 aparecen en pantalla en una cola de espera en la cual el operador de despacho puede seleccionarlas en cualquier orden.
- El CP3 puede usarse para reprogramar números de grupo dinámicos para terminales móviles por el trayecto de radio.
- El CP3 puede supervisar los eventos de llamadas de grupo de flotas seleccionadas.
- El CP3 puede incorporarse a una llamada en curso ya sea manual o automáticamente como un miembro del grupo llamado. El operador del CP3 puede realizar estas funciones ya sea desde el teléfono del terminal de despacho o desde la estación base conectada a él.

### **I.4.2 TELÉFONO ESPECIAL DEL CP2**

El equipo del terminal de despacho 2 consta de un teléfono con un teclado especial y una pantalla de dos líneas. El teclado incluye teclas de marcación alfanumérica, teclas de función y 16 teclas programables por el usuario. La mayoría de los servicios del CP2 se pueden activar presionando una sola tecla de función.

Cada tecla programable permite programar dos posiciones de memoria. Se pueden almacenar los números de los terminales móviles controlados bajo las teclas programables para brindar un acceso fácil a los terminales móviles. Las primeras 16 posiciones de memoria permiten un uso más amplio, por ejemplo, almacenar mensajes de texto para uso repetido. También tienen indicadores LED de llamadas entrantes, en curso y de estado como así también de solicitudes de llamada.

### **I.4.3 ESTACIÓN DE TRABAJO CP3**

#### **I.4.3.1 GENERALIDADES**

El operador de despacho también puede gestionar su flota con la ayuda de una PC que contiene el programa de aplicación. La aplicación está basada en el sistema operativo y la interfaz de usuario Windows (marca de Microsoft Inc.).

Las ventanas de la aplicación estándar de la CP3/PC incluyen:

- llamadas entrantes
- Registro de llamadas entrantes
- llamadas retenidas
- Dial
- Grupos de conversación definidos dinámicamente
- Mensajes de estado entrantes
- Envío de mensajes de estado
- Mensajes de datos entrantes
- Envío de mensajes de datos
- Directorio telefónico
- Location information (información sobre ubicación de abonados)
- Group call monitoring (supervisión de llamadas de grupo).

El usuario puede definir el tamaño y la disposición de las ventanas. Las ventanas que no están en uso pueden esconderse para que haya más espacio para las ventanas activas.

#### **I.4.3.2 SUPERVISIÓN DE LLAMADAS DE GRUPO**

La supervisión de llamadas de grupo permite al operador de despacho del CP3 supervisar las comunicaciones de grupo en curso e incorporarse a llamadas de grupo en curso dentro de los grupos seleccionados. El CP3 también puede ser un miembro de los grupos.

#### **I.4.3.3 PANTALLA LOCATION INFORMATION (INFORMACIÓN SOBRE UBICACIÓN DE ABONADOS)**

La pantalla de Información sobre Ubicación de Abonados se usa para supervisar la ubicación de los terminales móviles y para controlar zonas y flotas.

Este servicio por lo general se usa en aplicaciones de trenes en las que ciertas extensiones de líneas son supervisadas por sus operadores de despacho designados. Las llamadas entrantes para operador de despacho hechas por los abonados supervisados son encaminadas automáticamente a la estación de despacho controlante más próxima.

## **I.5 ARQUITECTURA DE RED**

### **I.5.1 ESTRUCTURA DE LA RED ACTIONET**

- Una Red Actionet consiste de una o más áreas de conmutadores móviles.
- Cada área de conmutador de móviles consiste de una o más áreas de registro.
- Cada área de registro consiste de una o más (sencillo y/o multi-canal) áreas de cobertura de estación base.
- Cuando un móvil se mueve de un área de registro a otra, este envía una solicitud de registro al conmutador.

Una central de móviles MX de una red local puede conmutar hasta 192 canales brindando servicio a un máximo de 12.000 abonados. Una red de mayor tamaño, una red de sistema, puede estar formada por una central de sistema SX como muestra la Figura 7. Puede brindar servicio a un máximo de 50.000 abonados. No obstante, la capacidad máxima real de abonados en cualquier caso particular depende de las características de tráfico y de la disponibilidad de líneas y canales.

Cuando se requiere un sistema de radio aún mayor o geográficamente distribuido, se pueden conectar varias redes para formar una red extendida o una red integrada.

Una red extendida consta de varias MX y SX, a diferencia de una red de sistema, que cuenta con una sola SX. Puede brindar servicio a un máximo de 100.000 abonados. En una red extendida, el encaminamiento automático de llamadas se gestiona por medio del Administrador de Información sobre Roaming (RIH), que mantiene una base de datos con la ubicación de los abonados. Las distintas redes de sistema también pueden conectarse entre sí.

Una red integrada incorpora el Administrador de Roaming de Sistema (SRH), que conecta las distintas redes de sistema (SX). Puede administrar tanto como 800.000 abonados con capacidades de llamada y de roaming completas dentro del área de la red de sistema de origen. De éstos, 120.000 tienen capacidades de llamada y de roaming completas en toda el área de cobertura.

ACTIONET soporta conceptos de bandas multifrecuencia en los que las estaciones base con dos o más bandas de frecuencias diferentes pueden conectarse al mismo sistema. El sistema ACTIONET brinda servicios de llamada completos en todos los límites de frecuencia.

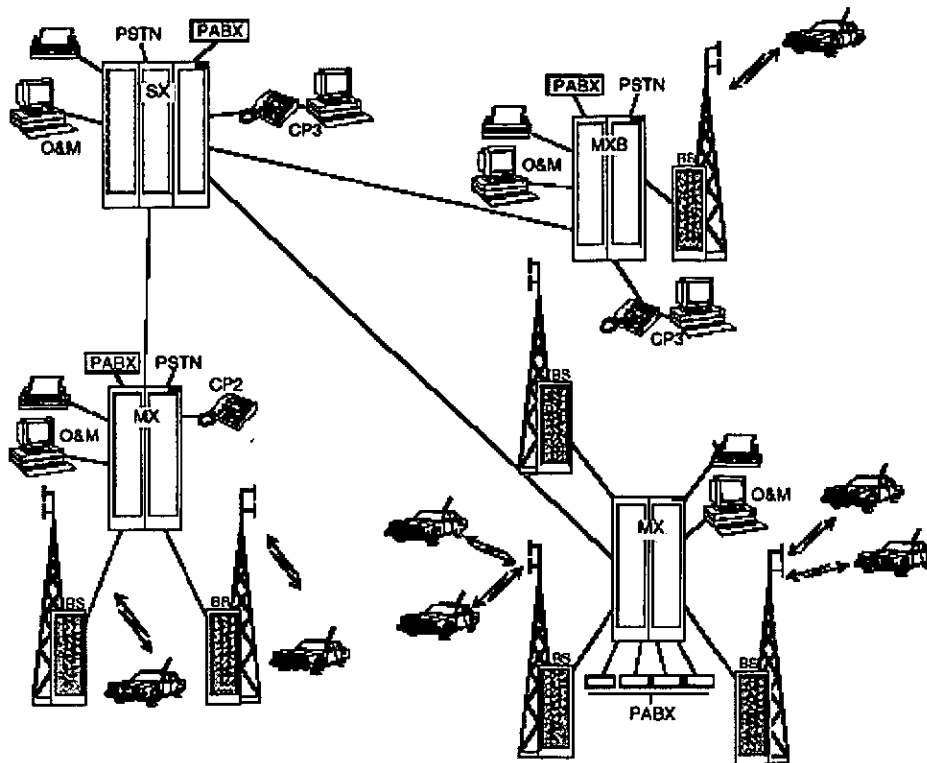


Figura 7. Red de sistema ACTIONET típica

### 1.5.2 TOPOLOGÍA DE LA RED

ACTIONET brinda una variedad de topologías de red a fin de proveer redes que van desde un sistema de un solo sitio con menos de 100 usuarios hasta un sistema para todo el país con 120.000 usuarios o incluso más. La topología se selecciona en base a la amplitud de la red, los requerimientos funcionales y de confiabilidad, los patrones de tráfico, etc.

Las topologías de red ACTIONET son:

- Red local
- Red de sistema
- Red extendida
- Red integrada.

El operador puede establecer un sistema de radio troncalizado ACTIONET por etapas conectándolo con un sistema de radio convencional existente y para permitir comunicaciones básicas de grupos de conversación entre los dos sistemas. Posteriormente se puede ampliar el sistema ACTIONET en forma gradual.

Es posible mejorar cada central ACTIONET aumentando su capacidad; se pueden mejorar las estaciones base existentes agregando canales; y se pueden conectar nuevas estaciones base a la red para ampliar la cobertura. Los tipos de red también se pueden cambiar de redes pequeñas a redes de mayor capacidad. En consecuencia, los costos de inversión se pueden dividir en varias etapas, manteniendo la inversión inicial a un nivel bajo. Por ejemplo, un operador de red podría empezar con una central local y una pequeña cantidad de canales e ir agregando canales hasta que surja la necesidad de ampliar la capacidad o la cobertura.

### I.5.2.1 RED LOCAL

La red local es la red ACTIONET más pequeña posible. Una red local se usa para sistemas pequeños y limitados desde el punto de vista geográfico. Consta de una central de móviles, MXB o MX, con una o más estaciones base. La MXB es una versión de central de móviles sin redundancia de CCC. Puede haber varias estaciones base conectadas a la MXB, una de las cuales reside en la misma sede que la central. Una red MXB es apta para la operación de un solo sitio y en una red de sistema en la que es necesario optimizar las líneas entre las centrales MXB y las estaciones base para reducir los costos de líneas. Las computadoras de control de llamadas de la XB no se encuentran duplicadas como en las centrales MX y, por lo tanto, esto ofrece una solución económica. Se puede ampliar la capacidad de una MXB hasta un tamaño máximo de 32 puertos. La Figura 8 muestra un ejemplo de una red MXB.

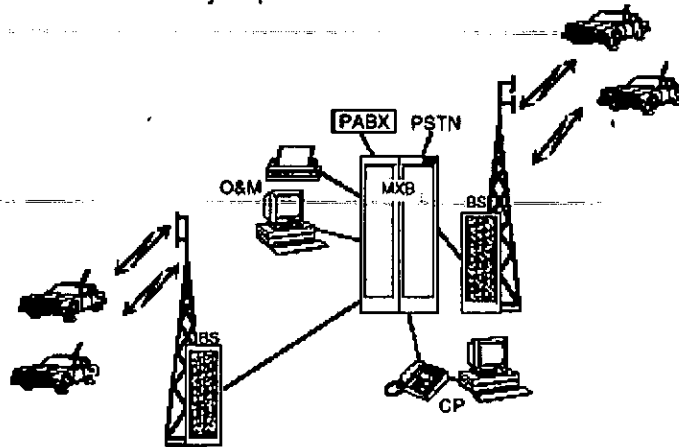


Figura 8. Red MXB local

Una red local alrededor de una MX (Figura 9) es una configuración apropiada cuando varias estaciones base están conectadas a la central y se requiere confiabilidad adicional. Las redes locales ACTIONET pueden contar con los siguientes componentes:

- Hasta 192 radiocanales
- Hasta 64 sitios de radio
- Brindar servicio a 12.000 terminales móviles, dependiendo de los requerimientos de tráfico y de la cantidad de sitios y canales
- Hasta 80 estaciones de despacho conectadas por línea (terminales de despacho)
- Varias líneas para conexiones de PSTN
- 1 ó más conexiones de PABX con líneas múltiples
- 1 ó 2 terminales de O&M con 1 ó 2 impresoras de línea cada uno.

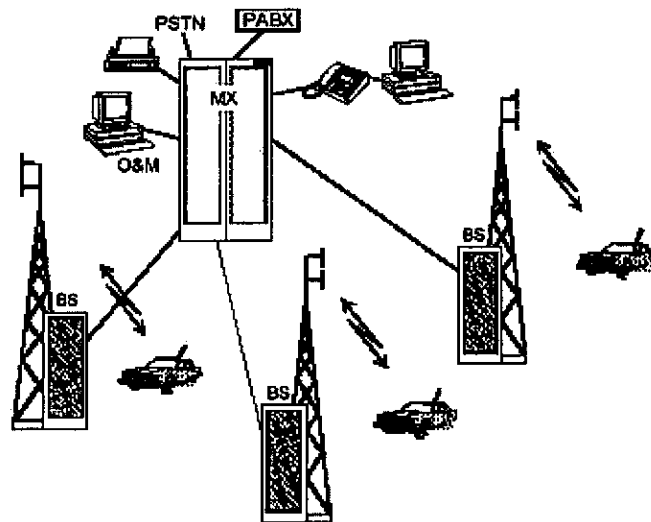


Figura 9. Red MX local

### 1.5.2.2 RED DE SISTEMA

Cuando una única MX no ofrece una capacidad de abonados o un área de cobertura suficientes, o cuando es necesario distribuir la red para optimizar los costos de líneas, se debe considerar la opción de la red de sistema. Una red de sistema a menudo cubre una región uniforme o incluso todo un país.

Generalmente se usa una red de sistema cuando:

- Los requerimientos de capacidad exceden los cubiertos por una red local
- Se proyecta que el sistema cubrirá un área uniforme en la cual los terminales móviles probablemente hagan roaming en forma regular
- Las áreas operativas de los abonados se superponen con las áreas de las centrales MX
- Se requieren los mismos servicios dentro de toda el área
- Se solicitan servicios de gestión de red centralizada dentro del área cubierta por dos o más centrales.

La capacidad máxima de una red de sistema es:

- 50.000 usuarios
- 1 SX y 16 MX/MXB
- 1.024 estaciones base
- 2.900 radiocanales
- 1.280 terminales de despacho.

La parte fija de la red está compuesta por estaciones base, centrales de móviles (MXB o MX) y una central de sistema SX. La SX y las MXB/MX están configuradas como una red en forma de estrella, en la que la SX actúa como nodo central. Las estaciones base están conectadas a las MX, que a su vez están conectadas a la SX. Se pueden conectar hasta 16 centrales de móviles a la SX.

Si se usan líneas de señalización duplicadas entre la SX y cada MX, la cantidad máxima de MX es 8. La Figura 10 muestra un ejemplo de una red de sistema.

La red de sistema ofrece al usuario los mismos servicios que la red local. La red de sistema permite el roaming automático de terminales móviles dentro de toda el área de la



red manteniendo una base de datos centralizada con la ubicación de los abonados. Las llamadas son encaminadas automáticamente entre las centrales.

Una red de sistema brinda los mismos servicios al usuario independientemente de la ubicación del abonado dentro del área de la red de sistema. En una red de sistema que abarca todo el país, un abonado puede usar los mismos servicios independientemente del área de MX en la que se encuentre. Por otro lado, el operador/propietario de la red puede limitar el acceso del abonado a una estación base en particular o a un grupo de estaciones base (Control del Área de Suscripción). Las áreas de cobertura de llamadas de grupo pueden cubrir sitios en MX diferentes.

La operación y el mantenimiento de una red de sistema se centraliza en el terminal de operación y mantenimiento de la central de sistema, permitiendo la gestión centralizada de la red. Por ejemplo, en la red de sistema la base de datos de abonados principal se almacena en la SX permitiendo centralizar la gestión de abonados y la administración.

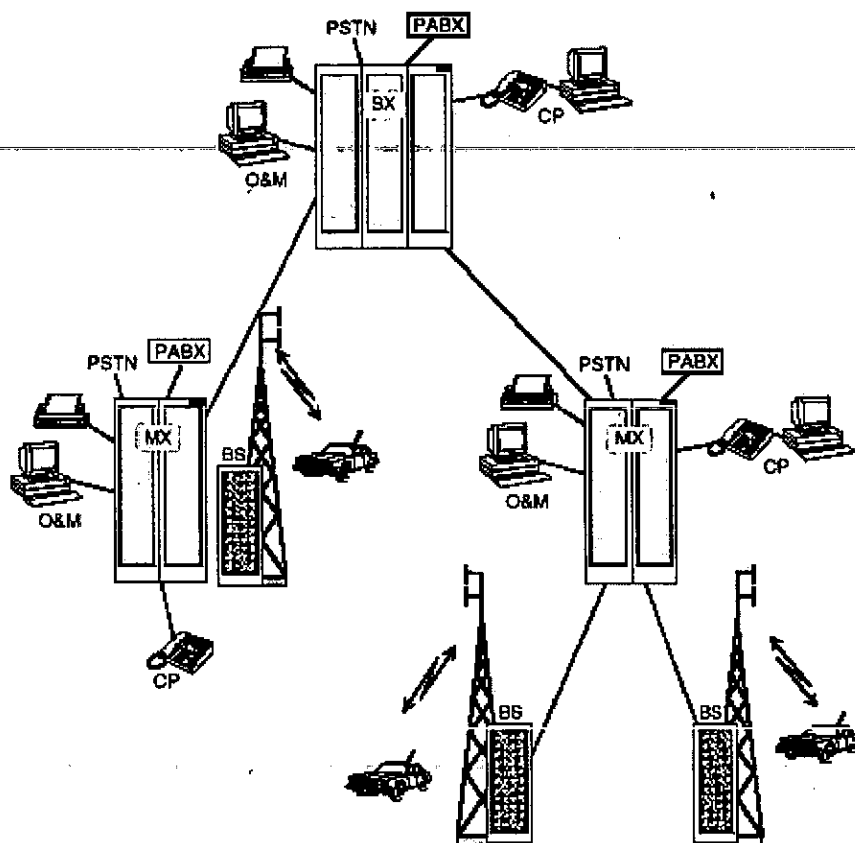


Figura 10. Red de sistema típica

### I.5.2.3 RED EXTENDIDA

Las redes ACTIONET, incluyendo un máximo de 100 SX y MX, pueden conectarse entre sí para formar una red extendida. En una red extendida, un Administrador de Información sobre Roaming (RIH) provee roaming y encaminamiento de llamada automáticos para llamadas de voz entre redes individuales.

Una red extendida normalmente se usa para unir islas de redes aisladas de redes locales o redes de sistema. Un ejemplo típico de una red ACTIONET extendida es un sistema a nivel país que conste de varias redes ACTIONET, cada una de las cuales brinda servicio a una sola región. La red de una región puede ser una red local o de sistema, dependiendo del tamaño de la región y de los requerimientos de tráfico.

## **I.6 GESTIÓN DE RADIOCANALES**

### **I.6.1 RADIOCANALES**

Las comunicaciones entre la infraestructura y los terminales móviles se transmite por los radiocanales (pares de frecuencias, una para transmitir y otra para recibir). Un radiocanal usado para señalización se denomina canal de control. Los canales usados para las comunicaciones de usuarios, ya sean de voz o de datos por módem, se denominan canales de tráfico.

Cada sitio de estación base generalmente opera un único canal de control y una serie de canales de tráfico. En las aplicaciones intensivas de datos y en las redes grandes, se pueden usar múltiples canales de control (hasta 4) en un sitio (opcional) Por ejemplo, algunos canales de control pueden dedicarse exclusivamente para mensajes de datos o aplicaciones de datos.

Los radiocanales pueden ser reutilizados a una distancia segura (concepto celular) o en sitios vecinos si se usa la asignación dinámica de canales.

### **I.6.2 ESTRATEGIAS DE CANALES DE CONTROL**

#### **I.6.2.1 FUNCIONES DE CANALES DE CONTROL**

Un canal de control es un radiocanal reservado para señalización entre la red y los terminales móviles para fines de

- Establecimiento de llamada
- Registro de terminales móviles
- Transferencia de mensajes de estado y de datos
- Radiodifusión de información sobre la red a los terminales móviles

Un canal de control también identifica el sistema, como así también el sitio de estación base, suministrando una especie de radiofaro para los terminales móviles que están buscando una estación base adecuada para usar. En caso de falla del canal de control, uno de los canales de tráfico restantes comienza a operar como canal de control automáticamente.

#### **I.6.2.2 CANAL DE CONTROL DEDICADO**

Cuando un sistema tiene una cantidad suficientemente grande de canales y abonados, es conveniente, y además eficiente, asignar una canal dedicado en cada sitio de estación base para que actúe como canal de control. Este tipo de canal de control se denomina canal de control dedicado.

El método es relativamente simple desde el punto de vista de la planificación de la red y proporciona la mayor capacidad de señalización como así también un acceso confiable y rápido al sistema en el caso de una emergencia. Por otro lado, si la densidad de tráfico local es baja, no se aprovecha eficientemente la capacidad de canales.

#### **I.6.2.3 MÚLTIPLES CANALES DE CONTROL**

Para ampliar la capacidad de señalización y de datos, es posible implementar canales de señalización adicionales (hasta cuatro) para un sitio. Se denominan canales de control múltiples.

Una red extendida es particularmente útil cuando:

- El área total es grande y consta de áreas relativamente independientes
- La gestión y la administración de las áreas debe mantenerse en forma independiente de otras áreas conectadas
- Los terminales móviles tienden a permanecer dentro de la red propia en lugar de hacer roaming libremente
- La comunicación se concentra principalmente dentro de un área, pero también existe una demanda significativa de llamadas entre áreas.

La capacidad máxima de una red extendida es:

- 100.000 abonados
- Cualquier combinación de 100 SX, MX y MXB interconectadas.

Los servicios de llamada entre redes en una red extendida incluyen llamadas de voz individuales, llamadas de grupo y llamadas de módem. Se pueden transmitir mensajes de estado y mensajes cortos de datos a través del RIH entre centrales SX y centrales MXB independientes. Los mensajes largos de datos están confinados a los límites de cada red individual. Los derechos de llamada de los abonados con roaming se deben definir en forma separada para cada subred de una red extendida. El RIH contiene la base de datos central con la ubicación de los abonados de una red extendida. La base de datos se mantiene actualizada en tiempo real. Cada vez que un terminal móvil ingresa a una red, la red envía un mensaje de registro al RIH. El RIH luego envía un mensaje de borrado de registro a la red en la que el terminal móvil se encontraba registrado anteriormente. Puede haber uno o más interfaces entre un RIH y las centrales a las que brinda servicio. Los posibles interfaces incluyen las siguientes conexiones:

- Interfaz serial directo (cables, módem, enlaces PCM)
- Protocolo X.25
- Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet (TCP/IP).

La Figura 11 muestra un ejemplo de una red extendida típica.

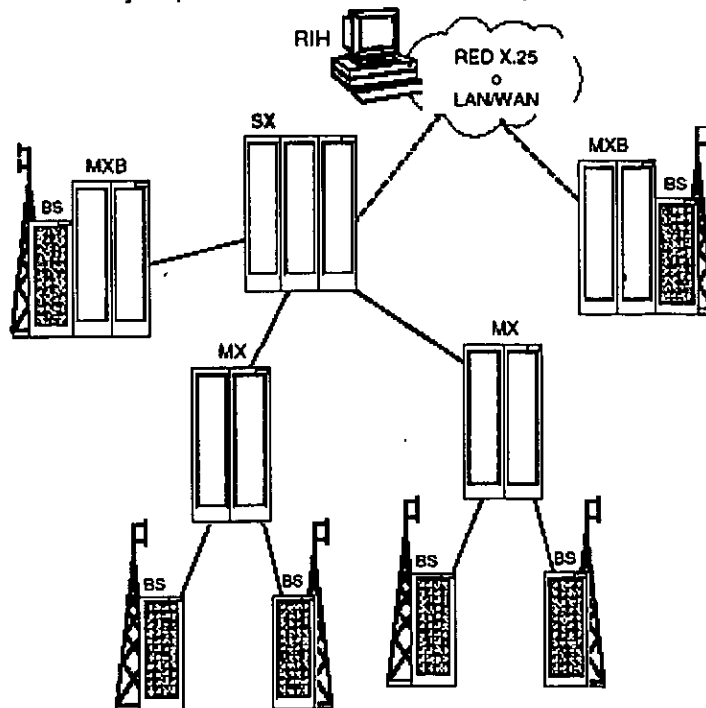


Figura 11. Red extendida

### I.5.2.4 RED INTEGRADA

Una red integrada une hasta 16 redes de sistema permitiendo una amplia variedad de servicios de llamada dentro de toda la red integrada. Por ejemplo, se pueden interconectar redes de sistema separadas pertenecientes al mismo operador. La red integrada permite un mayor tráfico de llamadas y roaming que la red extendida.

Los abonados que hacen roaming entre redes están definidos solamente en una red de sistema y sus derechos de llamada son válidos en toda la red integrada. En el uso regular los abonados con roaming ni siquiera reconocen el cambio de red de sistema: para ellos se pueden activar todos los servicios en toda la red.

Una solución de red integrada es útil cuando:

- Se requiere gran capacidad de abonados
- El área total es grande y consta de varias redes de sistema
- Los terminales móviles hacen roaming entre redes de sistema
- Se requiere un gran volumen de comunicaciones de datos y de tráfico de llamadas entre redes de sistema
- Es necesario ampliar la cobertura para los abonados de dos redes de sistema existentes.

La capacidad máxima de una red integrada es:

- 16 SX
- 256 MX/MXB
- 16.384 estaciones base
- 16 x 2.900 canales
- 20.480 terminales de despacho
- 120.000 abonados con capacidad de roaming automático en toda la red integrada
- Un total de 800.000 abonados de los cuales 680.000 tienen capacidad de roaming dentro del área de la red de sistema de origen de los abonados. La Figura12 muestra un ejemplo de una red integrada.

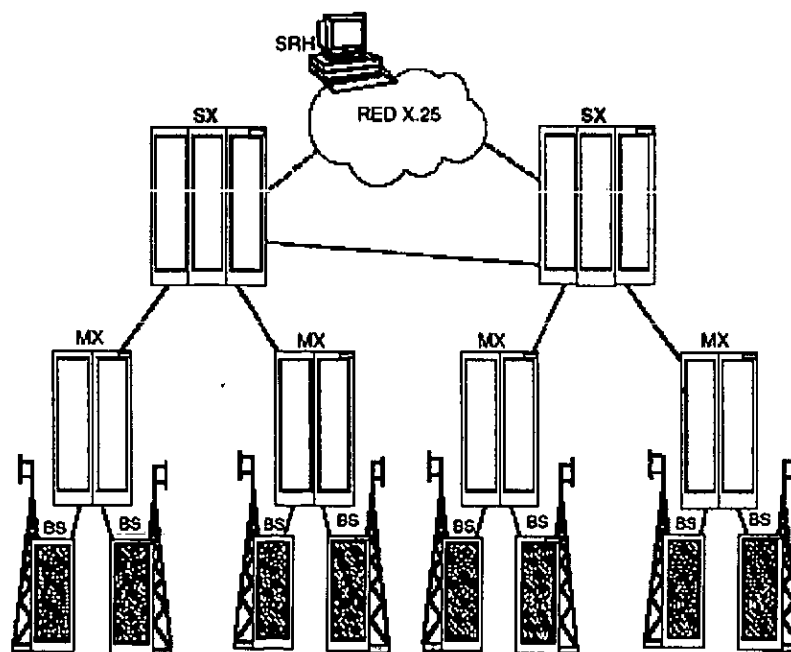


Figura12. Red integrada.

### **I.6.2.6 ESTRATEGIAS MIXTAS DE CANALES DE CONTROL**

En la misma red se pueden mezclar canales de control dedicados, no dedicados y de tiempo compartido. Incluso es posible usar el mismo canal de control como un canal de control dedicado en un área y como un canal de control de tiempo compartido en otra área. Es posible reconfigurar la red desde el terminal de O&M en caso de que sea necesario cambiar las disposiciones de canales de control dentro de la red

### **I.6.3 ROAMING Y REGISTRO**

#### **I.6.3.1 GENERALIDADES**

En una red ACTIONET, los terminales móviles pueden hacer roaming libremente dentro de la red. Usando la información transmitida por el canal de control, un terminal móvil (RU) automáticamente busca la siguiente frecuencia de canal de control cuando se desplaza al área de otra estación base. El terminal móvil da su ubicación al sistema luego de la búsqueda de canal de control y del procedimiento de selección de sitio. El registro consiste simplemente en la acción por la cual el sistema confirma el permiso de un RU para pasarse a un nuevo sitio o canal de control luego de que esto haya sido solicitado por el RU.

Por medio de los procedimientos de roaming automático y de registro, el sistema detecta la ubicación actual de los RU. Por lo tanto, cada terminal puede ser llamado de la misma manera, independientemente de la ubicación del terminal, siempre y cuando el terminal se encuentre dentro del área de cobertura del sistema. Esta prestación también está disponible en las redes públicas de telefonía celular.

Se puede restringir el área de operación de los abonados individuales dentro de la red usando el control de área de suscripción. El mismo determina en qué áreas de registro de la red tiene permiso para operar un abonado.

#### **I.6.3.2 BÚSQUEDA DE CANAL DE CONTROL Y SELECCIÓN DE SITIO**

Un terminal móvil realiza una búsqueda de canal de control en niveles jerárquicos como se describe en el MPT 1343. El terminal móvil tiene al menos dos criterios para verificar la calidad de la señal proveniente de una estación base; la intensidad de señal real de la radiofrecuencia (RF) y la bit error rate (BER - tasa de error de bits) de la señalización recibida. Los valores límite de

estos criterios se definen separadamente para seleccionar un nuevo canal de control y para abandonar el actual. Un nuevo canal se selecciona principalmente sobre la base de la intensidad de señal. La BER se usa principalmente para determinar cuándo dejar el canal de control actual. Una evaluación confiable de la BER requiere varias muestras y tiempo adicional y, por lo tanto, el método no es muy efectivo cuando se necesita encontrar un nuevo canal de control rápidamente.

Alternativamente, un terminal móvil ACTIONET puede cambiar de canal de control a un nuevo canal de control con una señal mejor, aun cuando los criterios de BER no requieran que el terminal móvil abandone el canal de control actual. El método ACTIONET asegura una conmutación de sitio rápida y eficiente cuando el abonado está en movimiento, y se recomienda cuando se usan los canales de control de tiempo compartido.

Independientemente de los criterios para abandonar y seleccionar un nuevo canal de control, el nuevo sitio siempre se confirma según se describe en el MPT 1343.

#### I.6.2.4 CANAL DE CONTROL NO DEDICADO

Los canales de control no dedicados (opcional) brindan un uso eficiente de los canales y las líneas disponibles en áreas con bajo tráfico de llamadas. Este servicio puede aplicarse en los siguientes casos:

- Cuando los costos de una estación base son significativos
- Cuando se cubren áreas con baja densidad de tráfico
- Cuando la cantidad de canales disponible es limitada.

Cuando todos los canales de tráfico están en uso el canal de control también puede ser usado como canal de tráfico. Mientras el canal de control está en uso como canal de tráfico, no se puede transmitir señalización ni establecer llamadas. El primer canal de tráfico en liberarse se convierte en el nuevo canal de control.

#### I.6.2.5 CANAL DE CONTROL DE TIEMPO COMPARTIDO

Cuando la densidad de tráfico es baja, los canales asignados pueden usarse en forma más eficiente aplicando la estrategia de canales de control de tiempo compartido (opcional). Esto significa que varios sitios de estación base comparten un único radiocanal que es usado en forma secuencial para la señalización. Sin embargo, el canal sigue siendo dedicado en el sentido de que no se asigna para uso como canal de tráfico. La Figura 13 muestra un ejemplo de un canal de control de tiempo compartido.

Un canal de control de tiempo compartido implica tener una capacidad levemente menor y tiempos de establecimiento de llamada más prolongados que en el caso del canal de control dedicado. Sin embargo, se liberan más canales para transmitir tráfico de voz. Las conexiones de llamadas de emergencia y de alta prioridad también en este caso quedan garantizadas. Para asegurar una operación adecuada de los canales de control de tiempo compartido, los terminales móviles deben usar señalización mejorada específica de Nokia para canales de control de tiempo compartido

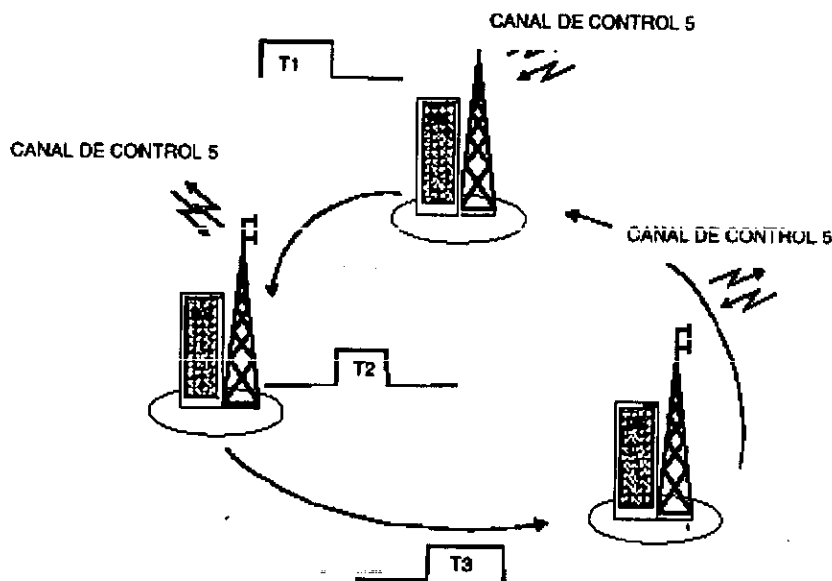


Figura 13. Canal de control de tiempo compartido

La central de móviles asigna frecuencias de canal a los sitios de estación base de acuerdo con las solicitudes de llamada. La asignación se hace de manera tal que no se usen las mismas frecuencias simultáneamente en sitios cercanos que podrían interferir entre sí.

#### **1.6.4.4 CANALES DE TRÁFICO EXCLUSIVOS**

Los canales de tráfico exclusivos (ETC) son radiocanales (opcional) asignados para llamadas iniciadas solamente por grupos de usuarios seleccionados. Los ETC generalmente se otorgan a organizaciones que necesitan acceso inmediato a los canales en todas las situaciones, por ejemplo los bomberos y las ambulancias. Esta opción debe usarse cuando los servicios de llamada de alta prioridad, llamada ejecutiva y llamada de emergencia no ofrecen la confiabilidad de acceso a llamadas suficiente para algunas organizaciones usuarias.

El operador de la red define qué grupos de usuarios tienen derecho a usar ETC. Además, se pueden seleccionar otros criterios para asignar un ETC que incluyen:

- Usar el ETC como primera opción; si no se dispone de uno, usar canales de tráfico normales
- Usar el ETC como última opción; siempre tratar de usar canales de tráfico normales primero
- Usar el ETC solamente si se marcan números de grupo especiales
- Usar el ETC solamente.

Una estación base ACTIONET estándar puede contener tanto canales de tráfico normales como uno o más ETC simultáneamente. Cuando la parte que llama tiene derecho a usar los ETC, también se puede asignar un ETC a la parte llamada, independientemente de sus derechos de acceso.

En el sistema de radio troncalizado ACTIONET, los canales de tráfico por lo general son un conjunto de recursos comunes. El servicio de canales exclusivos divide los canales de tráfico en dos conjuntos - normales y exclusivos. Por lo tanto, se pierde parte del efecto trunking. El principio de trunking estándar de ACTIONET proporciona la mayor eficiencia de canales posible.

Consecuentemente, cuando la eficiencia de canales es el factor más importante se deberían usar canales de trunking normales.

#### **1.6.4.5 COBERTURA SELECTIVA DE LLAMADAS DE GRUPO**

El servicio Cobertura Selectiva de Llamadas de Grupo (SGC) mejora el uso de la capacidad de los radiocanales liberando inmediatamente los canales de los sitios en los que no hay miembros del grupo. En la fase de establecimiento de llamada el sistema asigna canales de tráfico dentro del área de servicio definida y llama a los miembros del grupo para que se incorporen a la llamada.

Inmediatamente luego del establecimiento de llamada, el sistema comprueba la presencia de los abonados llamados en los canales de tráfico, separadamente en cada sitio. En los sitios inactivos, en los que no se detectan abonados, el canal de tráfico se libera para otras llamadas.

Cualquier usuario, incluyendo un abonado de PABX/PSTN, puede iniciar una llamada de grupo usando la prestación SGC. La SGC funciona tanto en las llamadas de grupo bidireccionales como en las de difusión. Puede ser activada o desactivada para cada grupo de conversación por el operador de la red desde el terminal de O&M.

## I.6.4 ASIGNACIÓN DE CANALES DE TRÁFICO

### I.6.4.1 ESTABLECIMIENTO DE LLAMADA

Para usar los radiocanales en forma más económica, por lo general se aplica el Establecimiento de Llamada Full Off-Air (FOACSU). Esto significa que los canales de tráfico no se asignan para la llamada hasta que la parte llamada haya contestado. En el caso de las llamadas a la PSTN (Red Telefónica Pública Conmutada) esto generalmente no se aplica ya que el abonado llamado puede confundir el posible tono de cola de espera con el tono de ocupado, y colgar.

### I.6.4.2 PROCEDIMIENTO NORMAL

El sistema asigna un canal de tráfico libre para una llamada en el sitio que ha seleccionado el terminal móvil. El sitio se determina de la siguiente manera:

- Para la parte que llama: el sitio por el cual ha transmitido la solicitud de llamada
- Para la parte llamada: el sitio por el cual envía la confirmación cuando se está haciendo la búsqueda. Si la parte que llama y la parte llamada seleccionan el mismo sitio, generalmente sólo se usa un canal de tráfico en ese sitio para la llamada. No obstante, cuando participan móviles dúplex, se le asigna a cada parte su propio canal de control o bien se ordena a los terminales móviles que operen en modo semidúplex por el mismo canal de tráfico. Esto depende de la elección de parámetros de sistema y del tipo de llamada.

### I.6.4.3 ASIGNACIÓN DINÁMICA DE CANALES

La asignación dinámica de canales de tráfico es, como la estrategia de canal de control de tiempo compartido, una técnica para aumentar el uso efectivo de las radiofrecuencias. Se usa en áreas con baja densidad de tráfico, con problemas de cobertura o con movimiento de tráfico de un área a la otra en función de la hora del día (opcional). Por lo general, hay menos canales disponibles que sitios de estación base (por ejemplo, 4 canales y 5 sitios de estación base). Muy a menudo se usa la estrategia de canal de control de tiempo compartido con la asignación dinámica de canales de tráfico, como muestra la Figura 14.

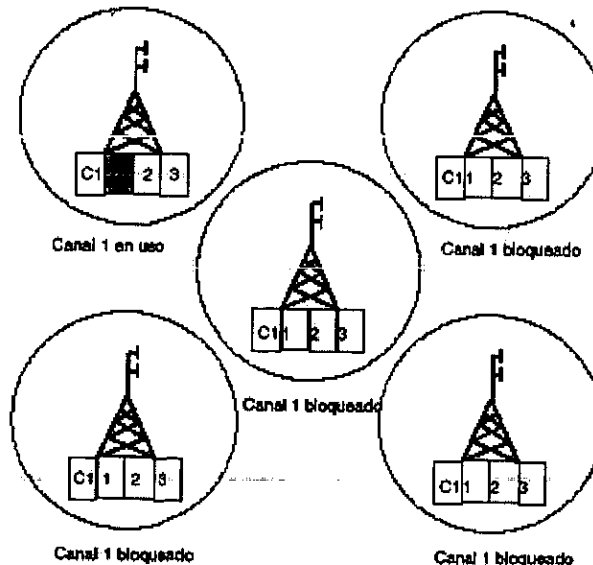


Figura 14. Asignación dinámica de canales de tráfico y canal de control de tiempo compartido



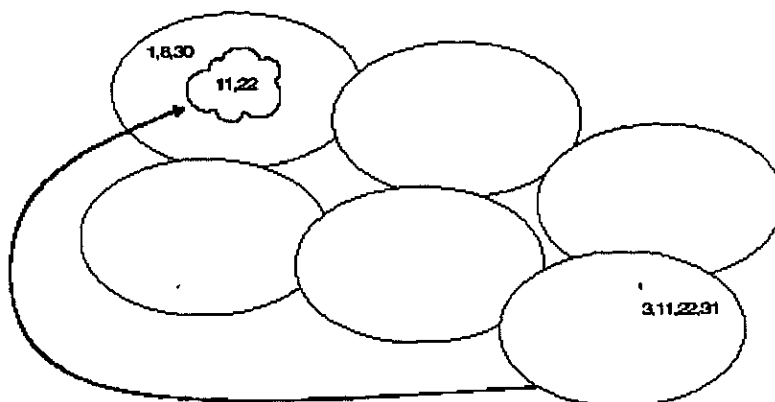


Figura 15. Canales de relleno

#### I.6.4.7 HANDOVER DE LLAMADA

El servicio opcional de handover de llamada (CHO) significa que los abonados pueden desplazarse del área de una estación base a la de otra durante una llamada sin interrupción. El CHO es una opción diseñada para aplicaciones especiales, por ejemplo, para sistemas de subterráneos y trenes. En un entorno de trunking normal los abonados no requieren handover por las siguientes razones:

- Las llamadas son breves - menos de 30 segundos en promedio. Es poco probable que los terminales cambien de sitio en el curso de las mismas.
- En sistemas trunking por lo general los sitios son mucho mayores que, por ejemplo, en los sistemas celulares. Esto disminuye aun más la probabilidad de cambiar de sitio. En los sistemas de subterráneos y trenes, el handover de llamada constituye una parte importante de la confiabilidad de la comunicación de radio y de la seguridad del tráfico de trenes. El handover de llamada puede ser activado para estaciones base seleccionadas y para usuarios seleccionados solamente. Por lo tanto, en un sistema puede haber terminales móviles que soportan el handover de llamada y otros que no lo soportan. El servicio de handover de llamada de Nokia se puede usar en cualquier red ACTIONET. No obstante, no se recomienda para sistemas grandes o para terreno abierto ya que la eficiencia de canales puede verse reducida.

#### I.6.4.8 REUTILIZACIÓN DE CANAL DE TRÁFICO

La reutilización de canal de tráfico se usa en aplicaciones especiales para mejorar la eficiencia de canales. En algunos sistemas de radio es probable que parte de los abonados siempre estén ubicados en áreas aisladas, por lo tanto es posible que los canales usados por ellos ya estén siendo reutilizados en otros sitios de estación base vecinos. Dichos grupos de usuarios se pueden dar, por ejemplo, en los sistemas de subterráneos.

En los sistemas de radio de subterráneos puede haber una estación base en cada estación ferroviaria que alimente los cables derivados en las estaciones y a lo largo de las vías. Las estaciones base vecinas interfieren solamente en un área pequeña entre estaciones en la que se juntan sus líneas de alimentación derivadas. Esto significa que los radios portátiles que solamente se usan en las diferentes estaciones nunca tendrán problemas de interferencia entre sí aun cuando estén usando las mismas frecuencias simultáneamente. De acuerdo con el método de asignación dinámica de canales, cada

El sistema se coloca en cola de espera para obtener un canal de tráfico libre en un sitio individual durante un máximo de 30 segundos (valor ajustable). Luego de esto se borra la solicitud de llamada de grupo de la cola de espera. La comprobación de la presencia de los participantes de una llamada de grupo comienza tan pronto como se libera un canal para la llamada de grupo.

La prestación SGC es soportada por todas las arquitecturas de red ACTIONET. Si una llamada de grupo se extiende a otras centrales u otras redes, la prestación SGC es controlada en las centrales de destino independientemente de la central de origen.

La prestación SGC fue agregada a los estándares MPT durante 1996. En el caso de terminales móviles MPT anteriores de Nokia, se puede implementar el servicio cambiando el software. Los terminales móviles MPT soportan el servicio SGC tanto en el modo contestación automática como en el de contestación manual.

Con la SGC se puede usar el servicio de entrada tardía. El sistema llama frecuentemente a los miembros del grupo para que se incorporen a una llamada de grupo en curso en los sitios en los que se asigna un canal de tráfico para la llamada.

ACTIONET brinda detalles sobre la llamada de grupo en el Dispositivo de Datos de Llamadas.

#### **1.6.4.6 CANALES DE RELLENO**

Los canales de relleno le permiten al operador reutilizar las frecuencias existentes con mayor eficiencia. Los canales de relleno son radiocanales especiales que usa el sistema cuando la intensidad de señal para un terminal móvil excede un valor umbral. Por lo general se opera a baja potencia en ambas direcciones del canal de relleno.

Los esquemas de asignación de frecuencias y la escasez de frecuencias posiblemente hagan necesaria la reutilización simultánea de algunos de los canales a una distancia menor de lo que el esquema normalmente permitiría.

Esto se puede lograr usando áreas de cobertura más pequeñas para los canales de relleno, es decir, baja potencia en ambas direcciones cuando los terminales móviles están cerca de la estación base (opcional). Los canales de relleno se aplican, por ejemplo, en casos en que los niveles de tráfico proyectados son tan altos que de otra forma la cantidad de canales disponibles no sería suficiente.

La operación de relleno sin equipo propio requiere especificar a las unidades de canal de la estación base que operen como unidades de relleno. Las unidades de canal de relleno también pueden ser dinámicas en cuyo caso las mismas unidades de canal del sitio primario pueden usarse tanto para operación normal como para operación de relleno.

Cuando un terminal móvil transmite, se mide el nivel de la señal del canal de control. Si se cumplen los criterios de relleno, se ordena al terminal móvil que sintonice un canal de relleno para tráfico. Para evitar la interferencia, tanto el transmisor del terminal móvil como el de la estación base que portan estos canales de relleno reciben el comando de transmitir a baja potencia. El sistema asigna canales normales cuando todos los canales de relleno están ocupados.

Para poder operar por canales de relleno, los terminales móviles deben usar señalización específica de Nokia.

Las unidades de canal de relleno también forman un sitio de baja potencia independiente del sitio primario y usan su propio canal de control. En este caso, no es necesario que se mida el nivel de la señal del canal de control.

## TIPOS DE CONMUTADOR DE MÓVILES

Tipo de central	Máxima capacidad de Unidades de interfaz:	Cantidad de bastidores:
MXB 16	16	1
MXB 32	32	1
MX 32	32	2
MX 64	64	2
MX 96	96	2
MX 128	128	4
MX 160	160	4
MX 192	192	4
SX 32	32	3
SX 64	64	3
SX 96	96	3
SX 128	128	4
SX 160	160	4
SX 192	192	4

### 1.7.3 COMPUTADORA DE CONTROL DE LLAMADAS, CCC

La computadora de control de llamadas es la parte mas critica del conmutador y por esta razón todos los conmutadores excepto el MXB tienen duplicada la computadora para una mayor confiabilidad.

La computadora de control de llamadas lleva a cabo todas las decisiones relacionadas con el control de llamadas. Algunas de las funciones son las siguientes:

- El CCC en-línea se comunica con y controla las unidades de interfaz por medio del bus IU (p.e. para establecer y liberar la llamada).
- monitorear la condición de las unidades de interfaz y reporta cualquier falla al OMC.
- Control de la(s) unidad(es) de conmutación (s).
- Controla de la longitud de las llamadas.

La selección del CCC en-línea (activo) es hecha por la computadora de operación y mantenimiento.

Si el CCC en-línea falla, la falla será detectada por el OMC, que hará un intercambio de CCC.

Si se desea, el CCC activo se puede cambiar automáticamente a intervalos regulares (típicamente una vez por semana). Esto se controla por el parámetro operacional 100 (nombre = COPERIOD) en el rango de 0 - 255 días.

### 1.7.4 COMPUTADORA DE OPERACION & MANTENIMIENTO, OMC

#### 1.7.4.1 FUNCIONES DE ALARMAS & SUPERVISIÓN

La OMC monitorea las computadoras de control de llamadas.

Lee las entradas de nivel-lógico para alarmas en: -

- Bucles de la tarjeta de la computadora;
- fuentes de energía;
- reloj del bus de mensajes;
- equipo opcional.

vez que el sistema asigna un canal, comprueba si se debe hacer una reserva de canal en sitios interferentes.

El concepto se basa en dividir a los abonados en dos categorías, específicamente los terminales con libertad de desplazamiento (FR) y los terminales aislados (IR).

### **I.6.5 MODO FALLBACK PARA ESTACIÓN BASE**

En caso de una falla total de las líneas de transmisión entre la estación base y una MX, la estación base puede administrar el tráfico de llamadas en forma autónoma entre los terminales móviles que se encuentran dentro de su área de cobertura (opcional). El modo fallback para estación base soporta llamadas individuales semidúplex, llamadas de grupo y llamadas de grupo de difusión.

En modo fallback, la estación base opera en modo trunking de sitio único. Una unidad de canal actúa como el canal de control y las otras unidades como canales de tráfico. Los canales del modo fallback son reprogramados en la central.

Una vez que se recupera la conexión de línea, el sistema vuelve a la operación normal automáticamente. Luego de la recuperación de la línea, el registro con la ubicación de los abonados de la central se actualiza en forma automática. Sin embargo, las estadísticas de llamada de la central no se actualizan durante la operación en modo fallback.

## **I.7 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CONMUTADOR CENTRAL MX**

### **I.7.1 FUNCIÓN**

Muchas de las funciones del sistema de radio Actionet son controladas por el conmutador de móviles.

Un MX se puede equipar con unidades de interfaces para líneas a: -

- Estaciones base;
- Estaciones base (convencionales);
- Puntos de control;
- Conmutador automático de líneas privado (PABX);
- Red de telefonía pública conmutada (PSTN);
- Otros conmutadores Actionet;
- Buzón de correo de voz Actionet
- Grabadora de llamada de datos

Todas las conexiones de voz entre 2 o más unidades de interface son hechas por medio de la(s) unidad(es) de conmutación.

Las llamadas semi-dúplex entre o dos más móviles que usan la misma estación base son conmutadas en la unidad de interface de la estación base, y no se usa la matriz de conmutación.

La computadora de control de llamada (CCC) controla el establecimiento y terminación de llamadas.

Hay 2 CCC. Uno está en línea (activo). El otro está en espera (pasivo).

La computadora de operación y mantenimiento tiene una función de supervisión, y no es necesaria para la conmutación del tráfico telefónico.

Todas las computadoras del conmutador se conectan por el bus de mensajes.

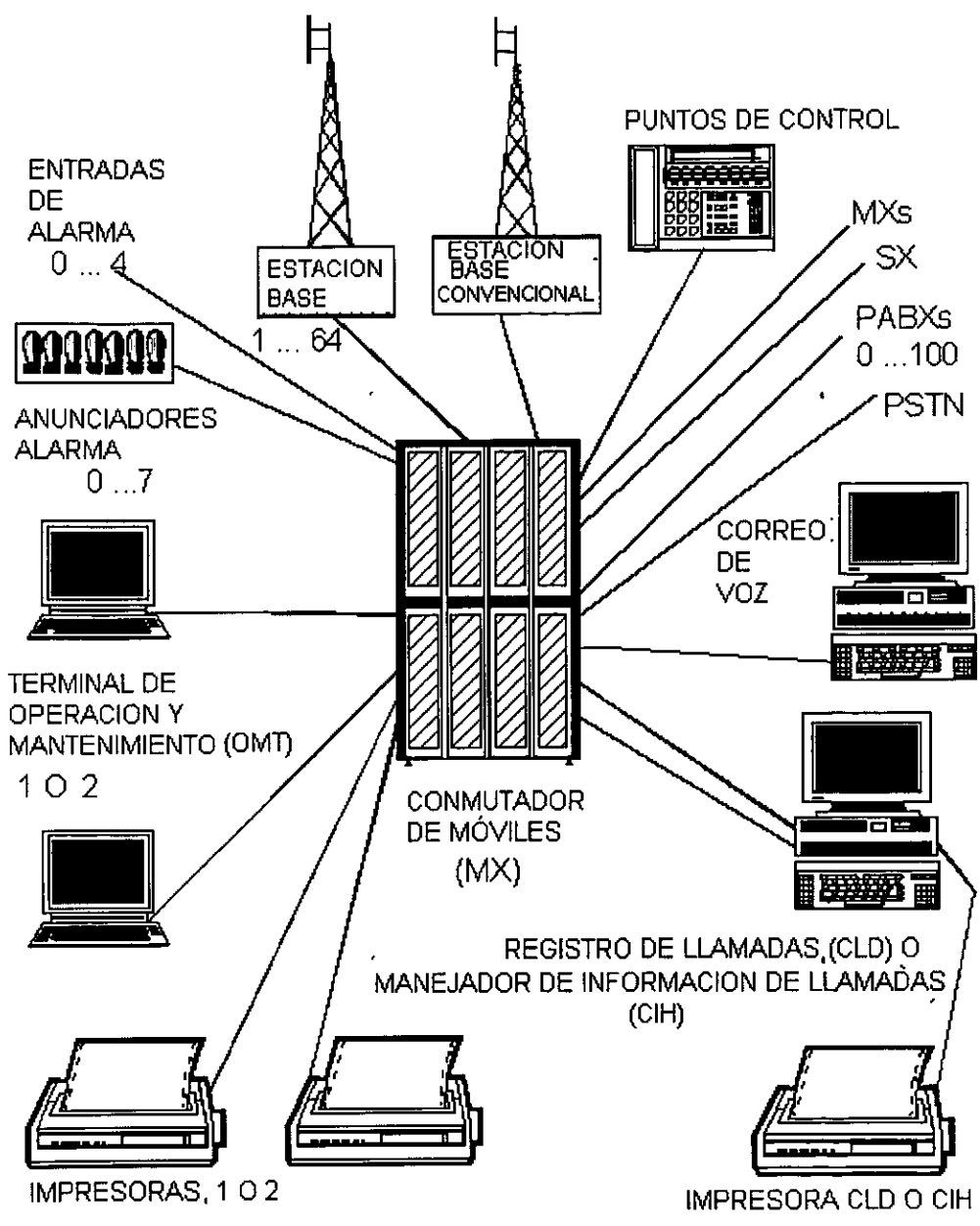


Figura 16. Ambiente de operación

## I.7.2 DIAGRAMA A BLOQUES DEL MX

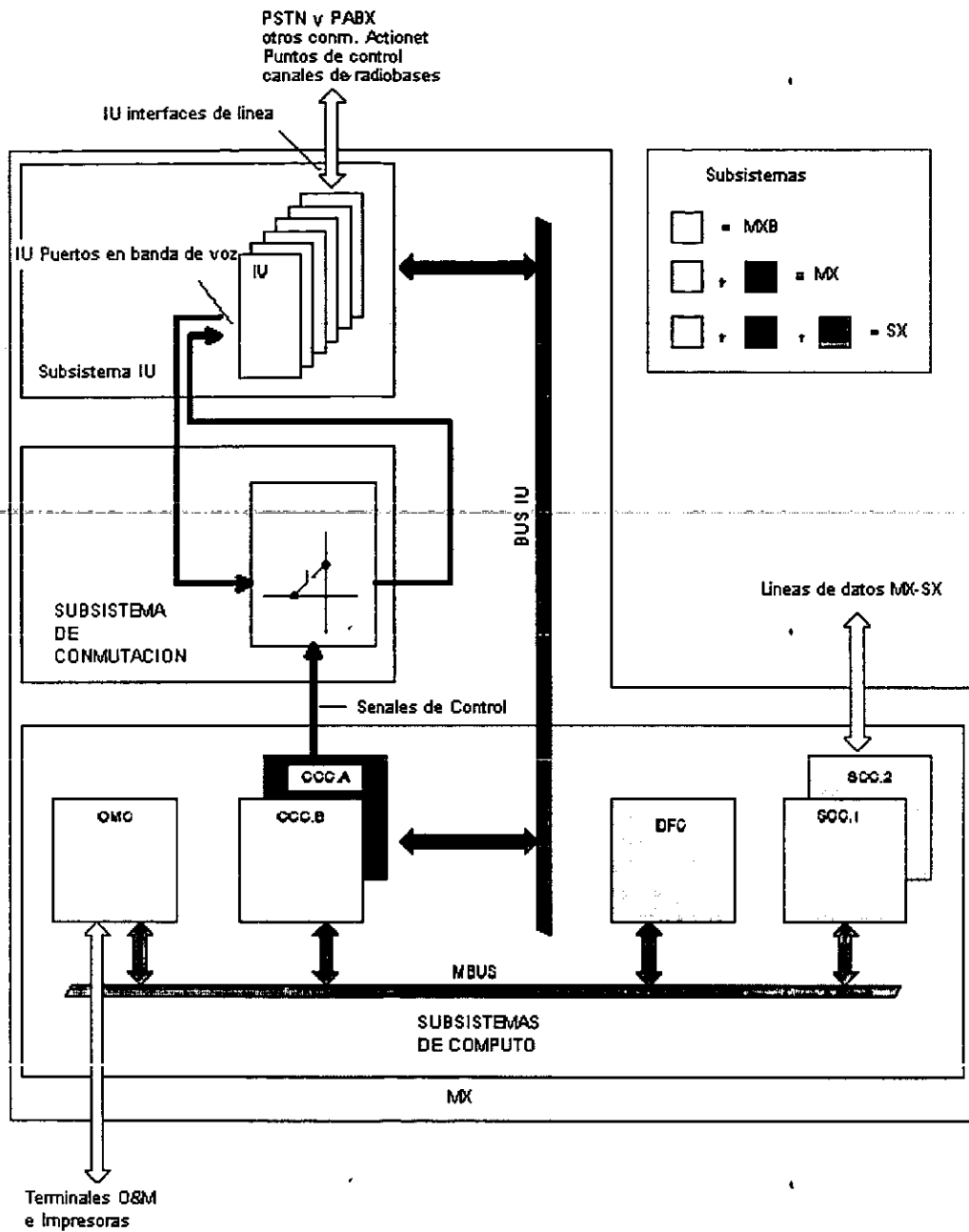


Figura 17. Diagrama a bloques del conmutador.

### I.7.5.2 AMBIENTE DE OPERACIÓN

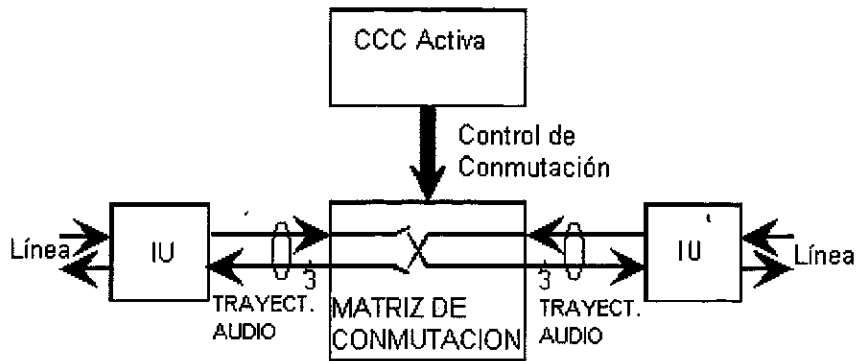


Figura 18.

### I.7.5.3 PRINCIPIO DE CONMUTACIÓN DE LAS RUTAS DE VOZ

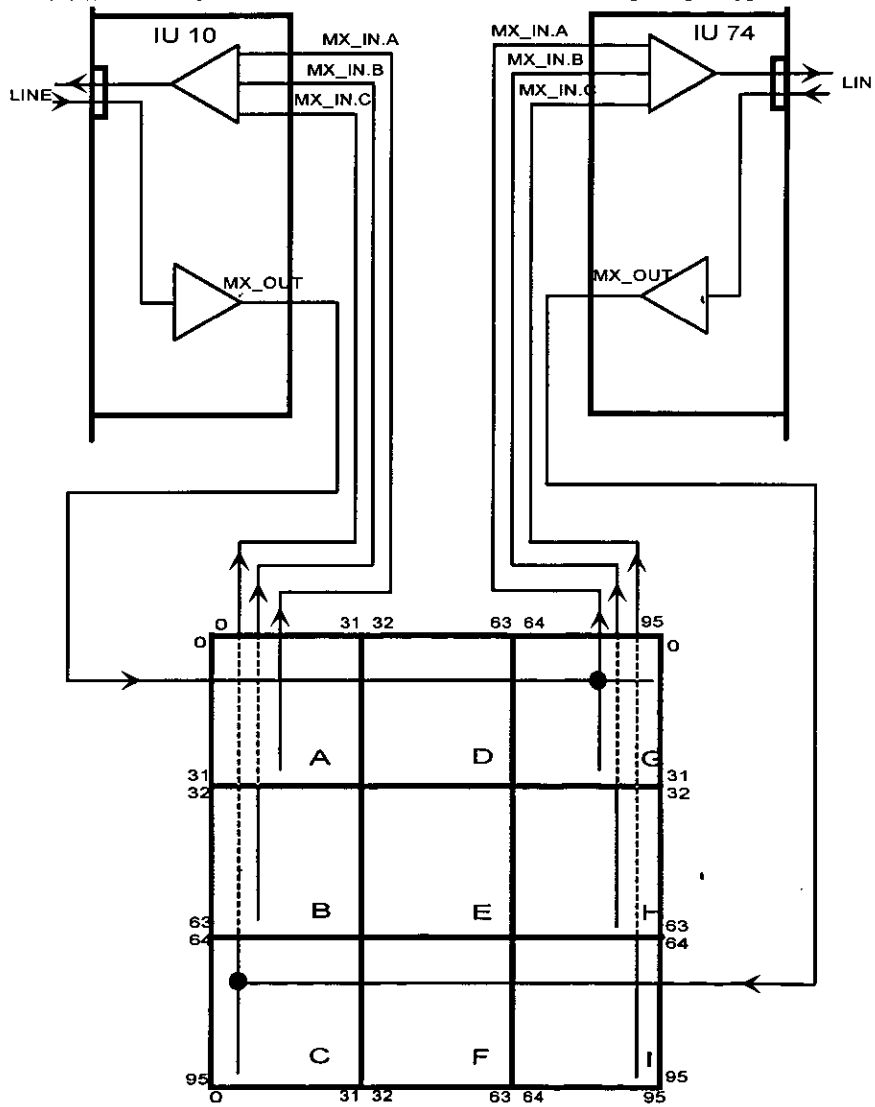


Figura 19.

Filename: TSWM98-E.DRW

#### **I.7.4.2 FUNCIONES DE DISCO**

Los discos duros dobles proporcionan un almacenaje mutuamente redundante. La unidad de disco flexible permite la carga de archivos y crear copias de respaldo.

#### **I.7.4.3 FUNCIONES DE LA TERMINAL**

Se conectan una o dos terminales de operación y mantenimiento.

Las terminales permiten: -

- la configuración del sistema;
- administración de usuarios;
- funciones de mantenimiento;
- lectura de información de la base de datos.

#### **I.7.4.4 FUNCIONES DE LA IMPRESORA**

Se conectan una o dos impresoras.

Las impresoras imprimen: -

- alarmas, disturbios y noticias;
- información desde la base de datos por orden del operador.

### **I.7.5 MATRIZ DE CONMUTACION**

#### **I.7.5.1 FUNCION DE LA MATRIZ DE CONMUTACION**

La matriz de conmutación del conmutador ACTIONET se usa para conectar las rutas de voz entre dos o más unidades de interfaz.

Este consiste de una o más tarjetas insertables de unidades de conmutación (SWU) dependiendo del tamaño del conmutador.

Las unidades de conmutación están ubicadas en el subrack de conmutación (SWSR), excepto en el MXB, donde solo la unidad de conmutación está ubicada en el subrack de servicio (SSR). En el MX/SX 128... 192 se necesitan cuatro subracks de conmutación similares, llamados SWM 0 ...3.

Una unidad de conmutación consiste de interruptores analógicos y del control lógico necesario y tiene 32 entradas y 32 salidas controladas por la computadora de control de llamadas (CCC). Cualquier entrada se puede conectar a varias salidas (ilimitado) y cualquier salida se puede conectar a varias entradas (ilimitado). Varias unidades de conmutación se usan para formar una unidad de conmutación más grande.



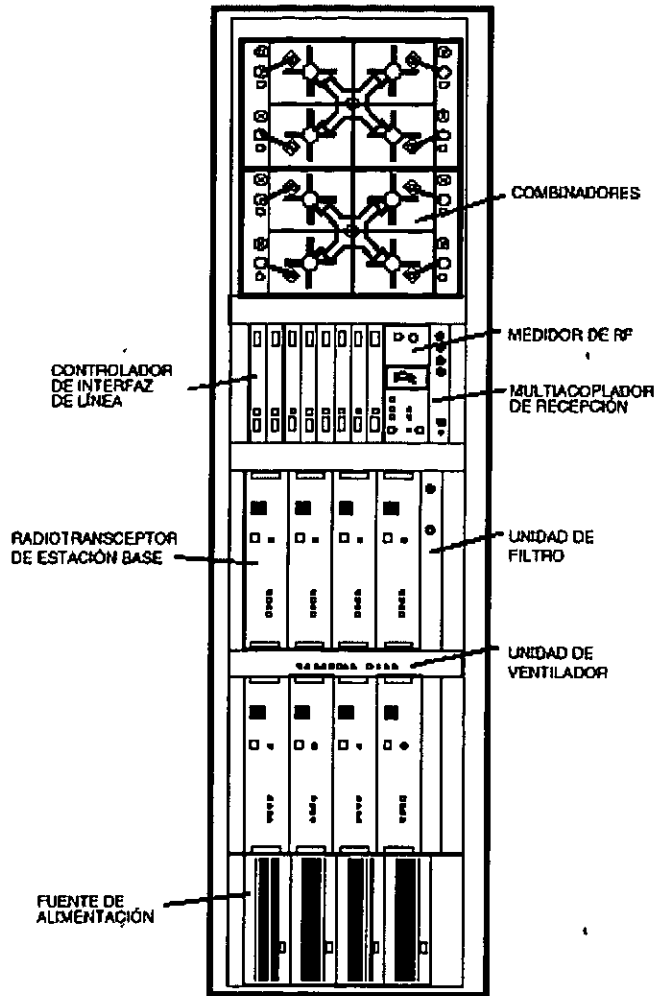


Figura 20. Una estación base ACTIONET de 220 cm con 8 canales con combinadores de cavidad

### 1.8.2 UNIDADES CONTROLADORAS DE LÍNEA

Los controladores de interfaz de línea (LIC) conectan los canales de estación base con la central por líneas de 4 hilos. Las LIC's regulan las frecuencias de canal y la modulación de los transmisores controlados por la central. También transmiten información sobre portadoras y suministran mensajes de fallas a la central. En caso de falla de las líneas entre la central y la estación base, una de las unidades de interfaz de línea controla la operación de fallback.

Normalmente las estaciones base son supervisadas en forma remota usando el terminal de O&M. En el caso de requerir mantenimiento local en el sitio de estación base, la LIC tiene indicadores LED que muestran el estado del canal y un conector para sacar el canal de servicio para fines de mantenimiento.

### 1.8.3 RADIO TRANCEPTOR DE LA ESTACIÓN BASE

El rango estándar de los radiotransceptores de estación base ACTIONET (TX/RX) cubre las bandas de frecuencias de 160, 230, 300, 350, 450, 500, 520 y 800 MHz con un espaciado entre canales de 12,5 kHz ó 25 kHz. También es posible un desplazamiento de

## **I.7.6 UNIDADES DE CONMUTACIÓN**

### **I.7.6.1 Características de las unidades de conmutación**

Todas las unidades de conmutación tienen:

- interruptor de memorias;
- interruptores-CMOS;
- amplificadores de suma;
- control lógico.

La ganancia nominal de la matriz de conmutación es de 0 dB y el nivel nominal de entrada/salida es de -9.5 dBu, lo mismo que la entrada/salida de las IU.

## **I.7.7 UNIDADES DE INTERFAZ**

Las unidades de interfaz son tarjetas enchufables controladas por procesador, que generan y decodifican señalización específica de cada canal. Cada unidad de interfaz maneja un solo puerto de audio de la central. Una central puede ser configurada libremente usando diferentes combinaciones de tipos de interfaz.

Los tipos son: interfaz de estación base, de terminal de despacho, de línea de enlace, de línea de conexión, de correo de voz, PMR convencional, con la PSTN y con una PABX.

Una central puede tener 16, 32, 64, 96, 128, 160 ó 192 interfaces.

Las unidades de interfaz se comunican con la Computadora de Control de Llamadas activa de la central por medio del bus de datos de las unidades de interfaz. Este bus de datos duplicado también se usa para conmutar flujos de datos en formato digital desde un interfaz a otro (por ejemplo, llamadas de datos desde terminales móviles a terminales de despacho).

## **I.8 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS ESTACIONES BASE**

### **I.8.1. ESTRUCTURA DE LAS ESTACIONES BASE.**

Las unidades de estación base son unidades de montaje de bastidores de 19" o bien unidades insertables o deslizables instaladas en un sub-bastidor de estación base.

El diseño modular de la estación base permite hacer esto fácil y rápidamente.

Una estación base puede estar equipada con las siguientes unidades:

- Radiotransceptor de la estación base (uno por canal)
- Controlador de interfaz de línea LIC (uno por canal)
- Fuente de alimentación (una por canal, una cada 2 canales en un bastidor para 8 ó 5 canales)
- Combinador(es)
- Teléfono de servicio
- Medidor de RF
- Unidad de filtro, multiacoplador de recepción y divisor(es)

La Figura 20 muestra la vista frontal de una estación base de ocho canales.

Se obtiene una fuente de alimentación de sub-bastidor de interfaces con respaldo conectando las salidas de las fuentes de alimentación del bastidor entre sí por medio de diodos.

Para obtener una operación a 115 V CA, se puede proveer un transformador para un aumento de 115/230 V.

### **I.8.10 CONDICIONES AMBIENTALES**

La temperatura ambiente durante la operación debe estar dentro del rango -10...+ 55 °C, la humedad relativa dentro del rango 5...95 % y la velocidad de variación de la temperatura debe ser menor a 0,5°C/min.

## **I.9 CONECTIVIDAD DE LA RED**

### **I.9.1 INTERFACES CON PSTN Y PABX**

#### **I.9.1.1 CONEXIONES A LA PSTN**

Las llamadas entre el sistema ACTIONET y la red telefónica pública (PSTN) se pueden conectar de dos maneras:

- Por medio de una interfaz con la PSTN ubicado en la MX/MXB o SX; o bien
- Por medio de una interfaz con una PABX ubicado en la MX/MXB o SX, en cuyo caso la llamada se encamina a través de la PABX a la PSTN.

En el mismo sistema se pueden usar ambos tipos de conexiones de PSTN dependiendo de la flota. Para una flota, se puede usar una conexión de PSTN directa, y para otra, todas las llamadas a la PSTN salientes se podrían encaminar a través de una PABX especificada para la flota.

El tipo de conexión usada por la flota es transparente para el usuario del terminal móvil. En ambos casos se usa el mismo esquema de numeración para marcación a través de la PSTN. La prohibición de llamadas a la PSTN también se aplica a ambos métodos de acceso.

Como regla general, todas las llamadas a la PSTN salientes en una red de sistema se encaminan a la PSTN tan directamente como sea posible, por lo general desde el conmutador central en la que la parte que llama está registrada. Un SX encamina las llamadas de la PSTN entrantes a cualquier MX dentro de la misma red.

ACTIONET brinda alternativas para las llamadas de larga distancia a la PSTN salientes. Pueden ser encaminadas internamente en ACTIONET tan próximamente al abonado de la PSTN final como sea posible (opcional). Por lo tanto, se reducirán los costos de las llamadas a la PSTN pero, por otro lado, las líneas ACTIONET estarán más cargadas. Este método es recomendable si la calidad de las líneas a la PSTN no es satisfactoria o si los costos de las llamadas de larga distancia a la PSTN son altos.

#### **I.9.1.1 CONEXIONES A PABX**

Se puede conectar cada MX o SX a una o más PABX. Se puede conectar cada PABX a una o más centrales, incluso a más de una red. Se pueden definir cuatro PABX diferentes para una flota.

La cantidad de interfaces con PABX requerida en determinada central para conexión a una determinada PABX depende del tráfico estimado, teniendo en cuenta que cada interfaz puede gestionar una llamada por vez.

frecuencia de 6,25 kHz en el espaciado entre canales, en el caso de que lo requiera el esquema de asignación de frecuencias.

Las frecuencias de transmisión y recepción están sintetizadas y pueden controlarse en forma remota.

La máxima potencia de salida del amplificador de potencia de salida es 50 W.

#### **I.8.4 UNIDAD DE FILTRO.**

La unidad de filtro se coloca por delante del multiacoplador de recepción. Su función es limitar el ancho de banda de recepción (RX) de la estación base para que abarque sólo aquellas frecuencias que están en uso en esa estación base, y atenuar todas las señales fuera de esta banda. También contiene el filtro dúplex, en el caso de usarse uno.

#### **I.8.5 MULTIACOPLADOR DE RECEPCIÓN Y DIVISOR**

El multiacoplador de recepción amplifica y divide la señal recibida para encaminamiento a las entradas de RX en los radiotransceptores de la estación base (TX/RX) o a los divisores en los bastidores de expansión. El divisor es una unidad pasiva que divide la señal de RF proveniente del multiacoplador de recepción en el bastidor principal y la alimenta a los receptores del bastidor de expansión.

#### **I.8.6 MEDIDOR DE RF**

El medidor de RF se usa para medir la potencia de salida, la potencia reflejada y la onda estacionaria (SWR). En este medidor se pueden establecer niveles de alarmas remotas para la SWR.

#### **I.8.7 TELÉFONO DE SERVICIO.**

El teléfono de servicio de mano se puede conectar a la línea de central y/o al radiocanal requeridos enchufándolo en el panel frontal de la LIC en cuestión.

#### **I.8.8 COMBINADOR DE ANTENAS**

La configuración estándar usa dos antenas separadas por sitio, una para transmisión y otra para recepción.

La combinación de transmisión se realiza usando resonadores híbridos o de cavidad de 3dB. Se pueden combinar hasta 32 canales usando combinadores de cavidad, que ofrecen una menor pérdida de potencia de transmisión que los combinadores híbridos, pero que son específicos para cada canal. Para sitios de más de 32 canales se requieren dos o más antenas de transmisión.

Rara vez se combinan más de 8 canales por antena usando combinadores híbridos dada la pérdida de potencia resultante (típicamente 8 dB para 4 canales y 12 dB para 8 canales). Si se requiere agilidad de frecuencia, se deben usar combinadores híbridos ya que proporcionan un ancho de banda ancho.

#### **I.8.9 ALIMENTACIÓN**

En los bastidores para 2, 3 y 4 canales, cada unidad de canal de TX/RX tiene su propia fuente de alimentación, en tanto que en los bastidores para 8 canales dos unidades de canal comparten una fuente de alimentación (entrada -24 V CC, -48 V CC, +24 V CC ó 220 V CA.) El consumo máximo de potencia por canal es 200 W.

En el bastidor para 5 canales hay tres fuentes de alimentación (entrada -48V CC / 230 V CA): Dos fuentes de alimentación suministran -48 V CC para dos transceptores y una fuente de alimentación para un solo transceptor.

necesita una CMIU (Unidad de Interfaz de Móviles Convencionales) para cada radiocanal convencional conectado.

Entre los sistemas no se transmiten secuencias de marcación ni establecimiento de llamada. Una CMIU proporciona líneas E y M para modular la estación base convencional y para detectar una señal de silenciador proveniente de un sitio convencional. Para el audio, se usan líneas de 2 hilos o de 4 hilos y líneas equilibradas de 600 ohm. La CMIU proporciona una conexión a una estación repetidora convencional que opera en modo semidúplex o en modo símplex. Para conectarse a un canal símplex, se requiere un terminal de abonado o transceptor instalado fijo adicional.

Los interfaces de estaciones base convencionales ofrecen servicios de llamadas de voz básicos entre los sistemas. La parte ACTIONET normalmente es un grupo de conversación o un operador de terminal de despacho que puede transferir la llamada a un tercero, de ser necesario.

#### **1.9.4 CONEXIONES A TERMINALES DE DESPACHO.**

Los terminales de despacho CP2 y CP3 pueden conectarse a una central por medio de las siguientes combinaciones de líneas:

- Una línea de voz de 2 hilos y una línea de datos de 2 hilos
- Una línea de voz de 2 hilos y una línea de datos RS-422
- Una línea de voz de 4 hilos y una línea de datos RS-422

Los módem de datos se incluyen en el hardware del CP y de la CPIU. Para líneas cortas (de menos de 1 km) el circuito de datos puede ser un circuito digital directo (RS-422).

El CP1 se conecta a la central por medio de un circuito de voz de 2 hilos.

#### **1.9.5 INTERFACES DE CORREO DE VOZ**

Se puede instalar un Servidor del Correo de Voz (VMS) en ACTIONET (opcional). Los abonados pueden desviar llamadas entrantes a sus casillas de correo de voz personales. El VMS es una computadora auxiliar conectada a ACTIONET por medio de un máximo de 16 VMIU (Unidades de Interfaz del Correo de Voz).

La VMIU proporciona una conexión de audio de 600 ohm balanceada de 2 hilos al interfaz correspondiente en el VMS. La cantidad de VMIU necesarias depende del tráfico entre la central ACTIONET y el VMS.

#### **1.9.6 CIRCUTOS DE ENLACE MX-SX**

La conexión entre un MX y un SX en una red de sistema se denomina enlace MX-SX, como muestra la Figura 17. Los circuitos de enlace MX-SX son circuitos dedicados y permanentes y cuentan con

- Una línea de señalización MX-SX única o duplicada
- Una o más líneas de voz MX-SX.

El circuito de señalización MX-SX proporciona un medio para el intercambio de mensajes de datos entre la MX y la SX, y en particular, transmite toda la información necesaria para

- El establecimiento de llamada
- El roaming de terminales móviles entre MX
- La transferencia de datos de usuario (estado, mensajes cortos y largos de datos).

Asimismo, el circuito de señalización se usa para transmitir datos de O&M. La interfaz de transmisión de datos MX-SX es del tipo X.21 (según se especifica en el protocolo X.25),

### **1.9.1.3 CONEXIONES ISDN**

ACTIONET también puede proveer conexiones ISDN (red digital de servicios integrados) tanto a la PSTN como a PABX usando Interfaces de Velocidad Básica (BRI) o Interfaces de Velocidad Primaria (PRI). El subsistema ISDN ACTIONET suministra un conjunto de prestaciones efectivas en función de costos, incluyendo encaminamiento flexible de llamadas, conversiones de números y conversiones de protocolos de señalización entre ACTIONET y redes PSTN/PABX.

### **1.9.1.4 SENALIZACIÓN**

En el caso más básico, las centrales ACTIONET se pueden conectar a la PSTN o a una PABX de la misma manera que un aparato telefónico normal. Esto significa usar señalización de línea de abonado común; ya sea marcación de pulso o DTMF para llamadas salientes y detección de señal de llamada para llamadas entrantes. Para interfaces analógicas de 2 y 4 hilos más avanzados o interfaces E1 digitales de 2 Mbits, ACTIONET usa diversos esquemas de señalización asociados con los canales que son específicos para cada caso en particular.

Para interfaces analógicas, los siguientes servicios de señalización se encuentran disponibles:

- Envío y recepción de marcación (DTMF, corriente en anillo, E/M)
- Inicio y detección de toma de línea (E/M, resistencia del anillo, señal de llamada, señalización CC por un hilo a o b)
- Envío y recepción de tonos de avance de la llamada (señal de llamada de abonado llamado, tono de cola de espera, tono de número no localizable, tono de ocupado, advertencia de liberación inminente, advertencia de intervención de llamada, anuncio verbal).
- Captación de respuesta de la parte llamada (si corresponde) para permitir el establecimiento de llamada full off-air
- Captación de liberación de red fija (E/M, tono de ocupado, resistencia del anillo)
- Transmisión y recepción de pulsos de tarificación (E/M, 16 kHz, 12 kHz y 50 kHz)

### **1.9.1.5 LÍNEAS DE VOZ.**

Las líneas de voz entrantes y salientes son pares de 600 ohm balanceados con aislamiento de CD de los componentes electrónicos internos de la central a través de transformadores de línea en las plaquetas de interfaz.

### **1.9.2 INTERFACES DE ESTACIÓN BASE**

Una Unidad de Interfaz de Estación Base (BSIU) de una central MX/MXB está conectada al Controlador de Interfaz de Línea (LIC) de una estación base. Está conectada por medio de una línea de voz de 4 hilos (que cumple por ejemplo con la recomendación M1020 del CCITT) o un circuito digital equivalente. La línea se usa para transmitir tanto señalización por el trayecto de radio como tráfico de voz en ambas direcciones entre una estación base y una central MX.

La línea transmite voz, señalización FFSK modulada de 1.200 bit/s, modulación de transmisor de estación base y señal fuera de banda de 3 kHz para supervisión de portadora de radio.

### **1.9.3 INTERFAZ DE ESTACIONES BASE CONVENCIONALES.**

Los sistemas de radios móviles convencionales pueden ser conectados al sistema ACTIONET para ofrecer una mejora flexible a la tecnología de trunking. En ACTIONET se

- Audio entre centrales ACTIONET; velocidad de datos de 24 kbit/s por conexión
- Datos entre MX y SX; velocidad de datos de 9,6 kbit/s por conexión
- Datos entre una central ACTIONET y RIH; velocidad de datos de 9,6 kbit/s por conexión
- Datos entre SX y SRH; velocidad de datos de 9,6 kbit/s por conexión
- Datos entre un CLD y CCLD; velocidad de datos de 9,6 kbit/s por conexión

## **I.10 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

### **I.10.1 GENERALIDADES**

El sistema de operación y mantenimiento de ACTIONET incluye:

- Configuración de hardware
- Configuración de sistema
- Gestión de abonados
- Gestión de fallas
- Gestión de seguridad
- Rendimiento y gestión contable

Los siguientes elementos de la red se gestionan y supervisan a través del sistema de O&M:

- Centrales MX y SX
- Estaciones base, antenas de Tx y cables de antenas de Tx
- Equipo de abonado (RU, CP)
- Equipo auxiliar (CLD, CCLD, RIH, SRH)
- Enlaces entre elementos de red (MX, SX, BS)
- Enlaces a sistemas externos (PABX, PSTN, red de datos, estaciones base convencionales)
- Alarmas externas (en BS, MXB, MX y SX).

Cada central (SX y MX/MXB) está equipada con una computadora dedicada a la operación y el mantenimiento del sistema radiotelefónico. Esta computadora se denomina Computadora de Operación y Mantenimiento (OMC).

El acceso del usuario al sistema de O&M se hace a través de terminales VDU e impresoras seriales. Los mismos se conectan a la central ya sea directa o remotamente. En una MX el VDU y la impresora se usan principalmente para fines de servicio y configuración locales; en una SX se usan para gestión de abonados, configuración de sistema, supervisión/informe de fallas y acciones de recuperación en todo el sistema.

La principal OMC de la red se encuentra ubicada en la central de sistema. Se conecta a cada una de las restantes OMC del sistema por medio del enlace de señalización SX-MX. Usando este enlace se puede mantener una sesión en el terminal de O&M dirigida a una MX específica en forma remota y transparente desde la SX. Esto reduce la necesidad de personal de mantenimiento y permite ahorrar costos operativos.

La fecha calendario y la hora se mantienen sincronizadas en todo el sistema. Si en la SX hay un Dispositivo de Datos de Llamadas (CLD), la hora del sistema se obtiene de ese CLD.

La mayoría de las funciones de O&M se implementan usando software cargado en la OMC. Las funciones de O&M críticas se implementan usando software cargado en la Computadora de Control de Llamadas (CCC) de la central duplicada, garantizando de esa manera la confiabilidad.

V.35 ó V.24/V.28. Las interfaces X.21 y V.35 se usan con circuitos digitales de 64 kbit/s. Si no se dispone de circuitos digitales, se pueden usar interfaces V.24/V.28, líneas analógicas y módem a una velocidad de 9,6 kbit/s.

Los circuitos de voz MX-SX son circuitos analógicos de 4 hilos o circuitos digitales equivalentes. La cantidad de llamadas de voz simultáneas entre una MX y la SX depende de la cantidad de circuitos de voz provistos en los enlaces MX-SX.



Figura 21. Circuitos de enlace MX-SX

### I.9.7 INTERCONEXIÓN DE REDES A TRAVÉS DE LÍNEAS DE CONEXIONES DEDICADAS.

En redes extendidas e integradas las llamadas entre redes se encaminan por líneas de conexión. Una línea de conexión es una línea de voz de 4 hilos permanente o un circuito digital equivalente, entre dos centrales. Una línea de conexión siempre transmite señalización asociada con el canal (1.200 bit/s), al punto que no se requiere un canal de señalización separado.

Una línea de conexión se usa únicamente para la conexión de llamadas de voz.

Las líneas de conexión no se usan para la transferencia de datos internos entre centrales. Los mensajes de datos de usuario se transmiten a través del RIH o del SRH.

Si bien el mecanismo de líneas de conexión está destinado principalmente a la interconexión de redes, las líneas de conexión se pueden usar como ruta automática de fallback dentro de una red de sistema.

### I.9.8 INTERCONEXIÓN DE REDES A TRAVÉS DE LÍNEAS DE CONEXIÓN POR DISCADO.

Se pueden usar líneas por discado para interconexión de redes como alternativa a las líneas de conexión o como conexión de respaldo. La solución puede ahorrar costos de línea cuando se usa en áreas de bajo tráfico. En este caso, todas las redes se conectan a un solo sistema telefónico, ya sea una PABX o la red telefónica pública conmutada.

### I.9.9 MULTIPLEXADO DE LÍNEAS DE AUDIO Y DATOS.

Para ahorrar costos de líneas arrendadas o costos de inversión en equipo de transmisión, se puede usar un multiplexor de líneas de audio y datos especial (opcional). El multiplexor es un dispositivo auxiliar.

El multiplexor compresor de voz usa ADPCM para combinar hasta tres conexiones de audio en una línea de enlace de 64 kbit/s, y hasta siete conexiones de audio en una línea de enlace de 2 x 64 kbit/s, como es el caso de una conexión ISDN de velocidad básica fija.

Las conexiones de datos de baja velocidad (más lentas que 32 kbit/s) pueden ser procesadas en forma económica junto con la compresión de voz por el multiplexor auxiliar. El multiplexor puede usarse en las siguientes conexiones del sistema ACTIONET:

- . Audio entre estación base y MX; velocidad de datos de 16 kbit/s por conexión



- Definir unidades físicas nuevas y parámetros para las mismas, por ejemplo una unidad de canal nueva para una estación base
- Modificar o consultar el estado de una unidad física
- Modificar o consultar los parámetros de una unidad física
- Poner una unidad fuera de operación.

El hardware por lo general se configura en la MX en la que reside el hardware en cuestión, y la configuración de la estación base generalmente se hace en la MX a la que se encuentra conectada la BS. No obstante, de ser necesario la configuración se puede hacer en forma remota desde el SX.

El hardware se puede configurar sin afectar aquellas funciones del sistema que no involucran las unidades físicas en cuestión de la central o la estación base.

#### **I.10.4.2 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA**

La configuración del sistema básicamente consiste en definir la organización lógica del sistema. Esto incluye:

- Definir las entidades lógicas dentro y fuera del sistema (por ejemplo enlaces, sitios de estación base, redes PABX, PSTN y de datos)
- Definir el mapeo entre las unidades físicas y las entidades lógicas antes mencionadas
- Definir las características, los parámetros y las interdependencias de las entidades lógicas
- Definir la topología de la red.

#### **I.10.5 GESTION DE ABONADOS**

La gestión de abonados incluye, por ejemplo, los siguientes aspectos:

definición de abonados ACTIONET

- Definición de flotas
- Definición de perfiles de servicios de llamada para abonados o flotas. Por ejemplo, en el sistema de O&M se pueden definir o cambiar el código de seguridad, las áreas de operación geográficas, los servicios de llamada permitidos y las prioridades de un abonado nuevo o uno ya existente.

Las definiciones de flotas especifican, por ejemplo, el conjunto de flotas a las que puede acceder un abonado y las conexiones a PABX.

El registro con la ubicación de los abonados permite detectar los registros de los abonados. Los desvíos de los terminales móviles también se pueden definir o cambiar desde el OMT.

La gestión de abonados en una red de sistema se realiza en forma centralizada.

Todas las operaciones MMI se producen en el terminal de O&M de la SX, y todas las definiciones son válidas inmediatamente en toda la red. La base de datos asociada con la información sobre configuración de abonados consta de:

- Una copia maestra ubicada en la SX
- Copias de trabajo locales en cada central.

El interfaz MMI permite el uso tanto del esquema de numeración de abonados MPT 1343 como ANN.

## I.10.2 PERIFÉRICOS DE LA OMC

Cada OMC está equipada con los siguientes periféricos:

- Dos unidades de discos Winchester. Las mismas se usan para almacenar todos los datos no volátiles y los programas de interfaz hombre-máquina (MMI). Los discos actúan como respaldo uno del otro.
- Una unidad de disco flexible de alta densidad de 1,44 Mbyte/3,5". La misma se usa para copiado de seguridad de la información, transferencia de información y carga rápida de software de las centrales.
- 1 ó 2 terminales VDU (VT100) conectados por medio de interfaces seriales. Las terminales pueden operar con velocidades de transmisión de hasta 9.600 bauds.
- 1 ó 2 impresoras conectadas por medio de interfaces seriales.

## I.10.3 INTERFAZ HOMBRE-MAQUINA (MMI)

El usuario puede interactuar con el sistema ACTIONET usando el Interfaz Hombre-Máquina (MMI) en la Terminal de Operación y Mantenimiento (OMT). El operador ingresa comandos en Lenguaje Hombre-Máquina (MML), ordenándole al sistema que realice diversas tareas.

Para evitar confusiones, no se permite la ejecución simultánea de ciertas combinaciones de comandos importantes en distintos terminales MMI. Las funciones MMI en ACTIONET se manejan usando menús y están organizadas en una jerarquía de tres niveles. En el nivel superior de la jerarquía figuran las clases de comandos. En el siguiente nivel jerárquico se encuentran los grupos de comandos. Finalmente, los grupos de comandos están divididos en un nivel jerárquico menor - los comandos. Para seleccionar un ítem del menú, el usuario ingresa el carácter correspondiente. La Figura 22 muestra el menú del nivel superior, con la lista de las clases de comandos disponibles.

A ...	ALARM SYSTEM ADMINISTRATION (administración del sistema de alarmas)
D ...	SYSTEM SUPPORT FUNCTIONS (funciones de soporte de sistema)
F ...	FILE ADMINISTRATION (administración de archivos)
I ...	I/O SYSTEM ADMINISTRATION (administración del sistema de I/O)
M ...	MAINTENANCE FUNCTIONS (funciones de mantenimiento)
S, T ...	SUBSCRIBER ADMINISTRATION (administración de abonados)
V, W ...	SYSTEM CONFIGURATION (configuración de sistema)
X ...	MMI SYSTEM CONFIGURATION (configuración del sistema de MMI)

Figura 22. Clases de comandos disponibles en el OMT de ACTIONET

## I.10.4 GESTIÓN DE CONFIGURACIÓN.

Las operaciones de configuración se pueden realizar en forma local o desde el SX. En este último caso, por lo general se dirigen a una sola central a la vez.

Automáticamente se hace una copia de seguridad de los datos de configuración en el disco Winchester.

Estos datos también se pueden guardar en un disco flexible en forma centralizada.

### I.10.4.1 CONFIGURACIÓN DE HARDWARE.

Al configurar el hardware de un sistema ACTIONET, el usuario puede, por ejemplo:

al operador a proyectar posibles cuellos de botella en los canales de control y a replanificar la red, de ser necesario.

El operador de la red puede supervisar la carga de tráfico del sistema usando el servicio de supervisión de unidades de interfaz. El servicio muestra en tiempo real un porcentaje de los interfaces, las líneas o los canales ocupados en ese momento. Los niveles de alarma se pueden programar para advertir sobre condiciones de sobrecarga. El servicio muestra en pantalla los resultados de los siguientes diagnósticos:

- Canales de estación base divididos por nombre de estación base
- conexiones de PABX divididas por nombre de PABX
- conexiones de PSTN
- conexiones de líneas de conexión divididas por central de destino.

#### **I.10.6.4 TIPOS DE INFORMES**

##### **ALARMAS**

Una alarma tiene un principio y un fin detectables. Cada alarma siempre está en uno de los dos estados: *activa* o *inactiva*. El sistema de alarmas genera una impresión de la alarma cuando se cumplen las condiciones de alarma y una impresión de cancelación correlativa cuando estas condiciones desaparecen.

##### **PERTURBACIONES**

Una perturbación se produce transitoriamente dentro del sistema y representa un error mínimo. Las condiciones para la misma *no* tienen ni un principio ni un fin, de manera que la perturbación nunca puede estar en el estado activo. Consecuentemente, no es necesario que el sistema cancele una perturbación (ni que produzca una impresión de cancelación).

##### **AVISOS**

Un aviso se produce transitoriamente dentro del sistema. No obstante, a diferencia de la perturbación, el aviso *no* representa un estado de error. Nunca se genera una impresión de cancelación para un aviso.

##### **CLASIFICACIONES DE EQUIPO**

Todas las alarmas, las perturbaciones y los avisos tienen una clasificación de equipo relacionada que puede ser una de las siguientes:

- SWITCH - Equipo de conmutación
- O/M - Equipo de operación y mantenimiento
- TRANSM - Equipo de transmisión
- EXTERN - Alarmas externas

La clasificación del equipo se define en la memoria EPROM, y no se puede cambiar en línea.

#### **I.10.6.5 IMPRESIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE FALLAS**

En el caso de una falla en el sistema, la misma aparece en un dispositivo de I/O (entrada/salida) físico (VDU o LPT) inmediatamente después de ser detectada.

Se puede encontrar información detallada sobre fallas y sus medidas correctivas en el Manual de Alarmas y Mantenimiento de la Central ACTIONET.

La salida de información sobre fallas se puede dirigir a hasta cuatro dispositivos I/O físicos. Los mismos pueden conectarse en la MX o en la SX. El mapeo de la información sobre fallas a los dispositivos de I/O puede hacerlo libremente el usuario por medio del MMI. La información sobre fallas también puede encaminarse por módem a través de la

### **I.10.6.1 TOLERANCIA A FALLAS**

En ACTIONET, la disponibilidad y la tolerancia a las fallas se garantizan de diversas maneras. La estructura modular de las centrales y estaciones base implica que otra unidad puede sustituir funcionalmente a una unidad dañada o que la unidad dañada se puede reemplazar fácilmente sin interrupciones operativas significativas en el servicio. Las estaciones base y las centrales cuentan con servicios de automonitoreo y alarma.

La duplicación de las partes vitales del sistema garantiza una operación ininterrumpida. Por ejemplo, se duplican las Computadoras de Control de Llamadas (CCC), las fuentes de alimentación, los discos duros, las conexiones de estaciones base y las conexiones desde las unidades de interfaz de la central a las CCC. Los enlaces de datos SX-MX también se pueden duplicar. Por lo tanto, el tráfico de las llamadas no se ve afectado por una falla en un solo equipo.

Se pueden usar líneas de conexión adicionales entre las centrales de una red de sistema para el reencaminamiento automático de llamadas individuales y de módem. Automáticamente se usan rutas de respaldo cuando falla un enlace de datos SX-MX. Las llamadas siempre se encaminan a través de líneas de conexión si el terminal móvil o el terminal de despacho que llama marca explícitamente el número de la central.

En caso de una falla de la línea, una estación base puede operar independientemente en modo fallback. Puede gestionar el tráfico de llamadas entre terminales móviles dentro de su área de cobertura. Una vez restablecida la conexión de línea, la estación base automáticamente retoma la operación normal.

### **I.10.6.2 INFORME DE FALLAS**

En ACTIONET las fallas se informan:

- En forma local en la MX, incluyendo los mensajes de fallas de la estación base y de MX misma
- En forma centralizada en el SX, incluyendo los mensajes de fallas de todas las MX y todas las BS que dependen de la SX (los informes de fallas se pueden visualizar para una MX por vez).

### **I.10.6.3 DIAGNÓSTICOS**

Todas las unidades de procesamiento realizan operaciones básicas de autocontrol y emiten una alarma si el procesador o las memorias relacionadas están funcionando mal. También se supervisa la operación de las siguientes conexiones y líneas:

- Todas las conexiones de datos internas de la central
- Todas las conexiones de datos entre las centrales
- Todas las conexiones de datos entre la central y el CLD/RIH/SRH
- Los circuitos de audio entre MX y BS y entre MX y SX.

El sistema de operación y mantenimiento periódicamente supervisa la señalización en el canal de control e informa las posibles condiciones de interferencia y cualquier falla a la impresora de O&M opcional. Cada sitio de estación base puede tener un terminal móvil de prueba que es supervisado (opcional). De esta manera, se pueden detectar los canales de control con reducida capacidad de señalización o la presencia de interferencia temporal en un canal de señalización, y el operador de la red puede tomar las medidas necesarias con una demora mínima.

El operador puede supervisar la carga de los canales de control activando la función de supervisión (opcional). El servicio muestra en la pantalla del OMT el porcentaje de la capacidad usada y disponible de los canales de control seleccionados. El servicio ayuda

## I.11 TERMINALES MÓVILES ACTIONET.

### I.11.1 INTRODUCCIÓN GENERAL.

Nokia fabrica diversos terminales móviles compatibles con el MPT, diseñados para soportar todos los servicios de llamada ACTIONET. Otros terminales móviles compatibles con el MPT también pueden operar en las redes ACTIONET, pero no necesariamente soportan todos los servicios del sistema.

Todos los terminales de Nokia cumplen con las especificaciones MPT 1327/1343. La Tabla siguiente resume los datos técnicos de los terminales móviles ACTIONET.

TERMINAL MOVIL	H85	H80/81	R72	R40
BANDAS DE FRECUENCIA (MHZ)	TX 300 308 RX 338 344  TX 410 415 RX 420 425  TX 417 419 RX 420 425  TX 458 463 RX 448 429  TX 806 824 RX 851 869	TX 351 361 RX 338 366  TX 406 423 RX 414 430  TX 522 529 RX 506 513  TX 806 824 RX 851 869	300 366 400 500 806 869	138 174 223 235 380 530
POTENCIA (SALIDA) MAX	1W	4W (3W EN 500 Y 800 MHZ)	10 / 15 W	10 / 15 / 25 W
MODO DE OPERACIÓN	DUPLEX	SEMIDUPLEX	DUPLEX SEMIDUPLEX	SEMIDUPLEX SIMPLEX
DIMENSIONES (ALTO*ANCHO*PROF)	15.2 cm 5.4 cm 3.4 cm	15.6 cm 5.4 cm 3.4 cm	8.2 cm 11.5 cm 20.0 cm	5.0 cm 17.3 cm 17.8 cm
PESO	345 g	355 g	1.8 kg (con batería 1.7AH)	1.8 kg
TECLADO	20 TECLAS CON 9 PROGRAMABLES : UNA TECLA DE FUNCIÓN, BOTÓN PTT	19 TECLAS CON 11 PROGRAMABLES : 2 TECLAS DE FUNCIÓN, BOTÓN PTT	ALAFNUMÉRICO ILUMINADO CON 22 TECLAS	22 TECLAS / 6 TECLAS: BOTÓN PTT
PANTALLA	3x10 CARACTERES INDICACIÓN CONSTANTE DE INTENSIDAD DE CAMPO/NIVÉL DE BATERIA	PANTALLA DE ALTA PRECISIÓN 3x8 CARACTERES INDICACIÓN CONSTANTE DE INSTENSIDAD DE CAMO/NIVEL DE BATERIA	PANTALLA DE ALTA PRCSIÓN CON 16 CARACTERES Y LUZ, INDICACIÓN DE INTENSTIDAD DE CAMPO/NIVEL DE BATERIA	1x20 Y 2x24 CARACTERES ALFANUMÉRICOS U 8 CARACTERES NUMÉRICOS.
INSTALECIÓN -KIT DE VEHUCULO -FIJO DE VEHUCULO -PORTÁTIL -TRANSPORTABLE -OFICINA	SI - SI - -	SI - SI - -	SI SI SI SI SI	SI SI - - SI
INTERFAZ DE DATOS CON MAP27	SI	SI	SI	SI
PROGRAMACIÓN DE PARÁMETROS	CON SOFTWARE BASADO EN WINDOWS 95	CON SOFTWARE BASADO EN WINDOWS 95	CON SOFTWARE BASADO EN WINDOWS 95 Y SOFTWARE EN MS-DOS	CON SOFTWARE BASADO EN WINDOWS 95 SOFTWARE EN MS-DOS

PSTN a una impresora que esté, por ejemplo, en la casa o en la oficina de una persona de servicio técnico de turno en ese momento.

También se puede bloquear la salida de cualquiera de las principales clases de falla

### **I.10.6.6 RECUPERACIÓN DE FALLAS**

El evento de una falla determina una acción de recuperación. Esto puede hacerse en forma automática o manual, dependiendo de la naturaleza y la ubicación de la falla.

La siguiente tabla presenta ejemplos de acciones de recuperación.

#### **Ejemplos de acciones de recuperación**

<b>Condiciones de falla</b>	<b>Acciones de recuperación</b>
Falla en la CCC	Conmutación (changeover) de CCC
Falla en la OMC	Indisponibilidad de servicios relacionados Atención manual de la falla
Ausencia de respuesta de la IU	IU se deja fuera de servicio
Falla de una línea MX-BS	BSIU afectada se deja fuera de servicio
Falla total de líneas MX-BS	Estación base cambia a modo fallback
Falla en unidad de hardware de la MX	Conmutación (changeover) de unidad o la unidad se deja fuera de servicio
Falla en el bus de la IU	Conmutación (changeover) de CCC

<b>Prestaciones</b>	<b>Accesorios</b>
Llamadas individuales y de grupo	Batería de NiCd de 1,7 Ah
Mensajes de estado y datos	Cargador de batería rápido
Llamadas dúplex y semidúplex	Set de accesorios transportable
Llamada de módem	Cargador de encendedor de cigarrillos
Llamada de emergencia	Kit de instalación para vehículos
Números de grupo dinámicos	Set manos libres
Llamadas de difusión	Antenas
Rediscado de último número	Teleadaptador AL72
Entradas para activación de llamada externa	Adaptador de datos DL72 con interfaz MAP27
Salidas para alarma externa	Software de parametrización para PC con entorno Windows
Envío de DTMF	
Handover de llamada	

## R40

El Nokia R40 es una terminal versátil para uso móvil fijo. Por su amplia pantalla alfanumérica de 3 líneas, el R40 es especialmente apto para aplicaciones en las que se envían mensajes de datos a personal móvil, por ejemplo en el caso de las organizaciones de transporte y servicios públicos. La amplia gama de accesorios y de kits de instalación para el R40 permite numerosas posibilidades de configuración: el terminal móvil puede ser usado en distintos vehículos o en la oficina como una estación de despacho fija. Las prestaciones y los accesorios del terminal móvil R40 se resumen en la siguiente Tabla.

<b>Prestaciones</b>	<b>Accesorios</b>
Llamadas individuales y de grupo	Micrófono manual
Mensajes de estado y datos	Microteléfono
Llamadas de PABX y PSTN	Micrófono de escritorio
Llamada de módem	Set manos libres controlado por PTT
Llamada de emergencia, llamada de emergencia silenciosa	Kit de instalación DIN
Números de grupo dinámicos	Kit de instalación en tablero de instrumentos
Números funcionales de abonados	Kit de instalación para uso remoto
Entradas para activación de llamada externa	Kit de instalación para escritorio
Salidas para alarma externa	Cables de sistema con interfaz RS 232
Reloj en tiempo real (opcional)	Unidad de control de servicio
Llamada rápida por PTT	Software de parametrización para PC con entorno Windows
Tráfico simplex	
Envío de tono de DTMF	
Interfaz MAP27	

### I.11.2 TERMINALES MÓBILES R72 Y R40.

La figura 23 muestra las terminales R72 y R40

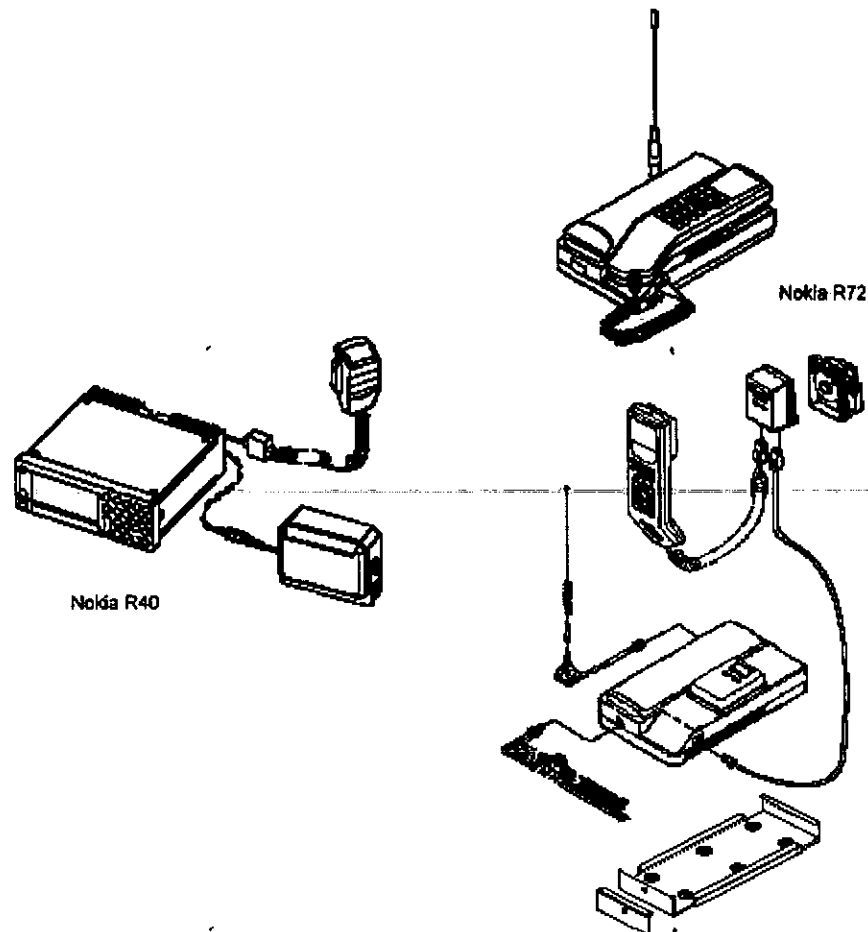


Figura 23. Terminales móviles R40 y R72 de Nokia

#### R72

El Nokia R72 es una terminal multipropósito pequeña tanto para uso móvil como transportable. La operación full dúplex y la versatilidad del microteléfono hacen que el R72 sea tan fácil de usar como un teléfono estándar. El R72 se transforma fácilmente en un terminal móvil fijo con alta potencia de salida a un terminal transportable compacto. Ésta es una prestación valiosa para usuarios tales como personal de servicio técnico que necesita entrar y salir del vehículo constantemente. El R72 también es apto para aplicaciones de oficina móvil, ya que su interfaz de teléfono permite una conexión a una máquina de fax o a un módem. Las prestaciones y los accesorios del terminal móvil R72 se resumen en la siguiente Tabla:



Las prestaciones y los accesorios del terminal móvil H81 se resumen en la siguiente Tabla:

Prestaciones	Accesorios
Llamadas individuales y de grupo Mensajes de estado y datos Llamadas duplex y semidúplex Llamadas de emergencia Llamadas de difusión Restricción de llamadas/ límites de tiempo Rediscado de ultimo número Devolución de llamada Modos teléfono / altavoz  Bloqueo de teclado Llamadas de conferencia Llamadas de prioridad Desvío de llamadas Teclado Quick save (guardado rápido) Lenguaje de interfaz con el usuario programable Números funcionales MAP 27	Baterías de Ni Cd de 900 mAh, De NiMH de 1200 y 1850 mAh Cargador rápido de viaje Cargador de escritorio Cargador de encendedor de cigarrillos Gancho para cinturón Correa pata muñeca Estuche de cuero Kit básico para automóvil Software de parametrización para PC con entorno Windows Set de manos libres para automóvil

## H70

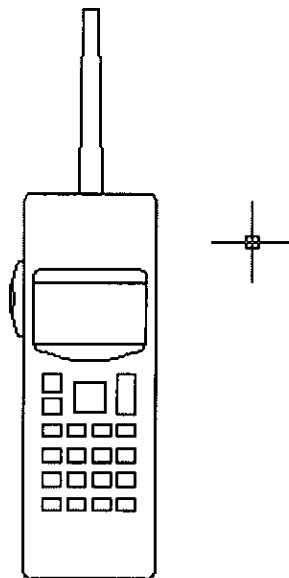


Figura 24. Terminales móvil portátil H70

El radio H70 es un portátil diseñado para redes privadas y redes Móviles de Acceso Público (PAMR) para usuarios profesionales.

El Nokia H70 cumple con las especificaciones de señalización de los estándares MPT 1327/1343, Regionet 43 y Traxys. Sus rangos de frecuencia van desde 230 a 500 MHz y 800 MHz, se encuentra disponible para modo duplex y semidúplex con espacio entre canales de 12.5 o 25 KHz. La interface MAP 27 para la transmisión de datos provee versatilidad adicional.

### I.11.3 TERMINALES MÓVILES H80, H81 Y H85.

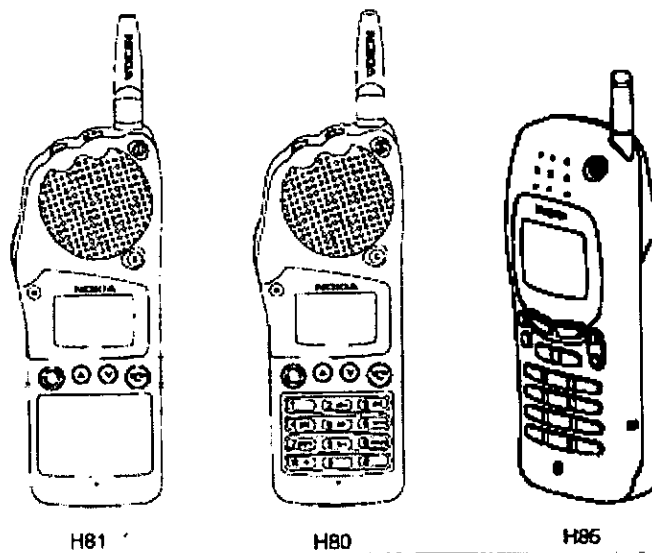


Figura 24. Terminales móviles portátiles H81, H80 y H85 de Nokia

#### H85

El H85 es una terminal especialmente apto para usuarios que favorecen un diseño pequeño y ergonómico. Está equipado con una pantalla alfanumérica fácil de leer, que muestra los números marcados, los mensajes de datos y el menú guía.

Las prestaciones y los accesorios del terminal móvil H85 se resumen en la siguiente Tabla.

Prestaciones	Accesorios
Llamadas individuales y de grupo  Mensajes de estado y datos Llamadas duplex y semidúplex Llamadas de emergencia Llamadas de difusión Restricción de llamadas/ límites de tiempo Rediscado de último número Envío de DTMF Marcación abreviada  Devolución de llamada Llamadas de conferencia Llamadas de prioridad Desvío de llamadas Modos teléfono / altavoz Bloqueo de teclado Números funcionales MAP 27	Baterías de Ni Cd de 900 mAh, De NiMH de 1200 y 1850 mAh Cargador rápido de viaje Cargador de escritorio Cargador de encendedor de cigarrillos Gancho para cinturón Correa pata muñeca Estuche de cuero Kit básico para automóvil Software de parametrización para PC con entorno Windows Set de manos libres para automóvil

#### H81

El Nokia H81 brinda todo lo necesario para comunicaciones de campo rápidas y eficientes: es pequeña y manuable, fácil de usar y tiene una perfecta calidad de voz. La fuerte construcción del terminal lo hace confiable en ambientes polvorientos y húmedos. El accesible H81 cumple con el estándar universal MPT 1327 y es aplicable a redes de radio troncalizadas privadas y públicas.

- Textos explicativos para mensajes de status.
- Bloqueo de teclado.
- Operación silenciosa.
- Tonos de marcado.
- Modo Simplex.
- Parametrización a través de PC.
- Envío de señal DTMF.
- MAP 27 para transmisión de datos.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Datos Técnicos	Radio Móvil R72
	El radio Nokia H70 cumple con las especificaciones ETS 300036/113 , MPT 1343 en el rango de temperatura de -25 a 55 °C. El rango de temperatura es -35 a 65 °C.
Banda de Frecuencias	300 a 365 MHz 406 a 500 MHz 223 a 230 MHz 300 a 366 MHz 378 a 512 MHz
Modos de Operación	Duplex o semidúplex
Espacio entre Canal	12.5 o 25 KHz
Número de Canales	Arriba de 1024
Señalización	1200 bauds FFSK
Sensibilidad	Mejor que - 113 dBm 20 dB SINAD psf.
Potencia de Transmisión	Duplex 1 W, Semidúplex 1.5 Opción de salida de 4W Control dinámico de la potencia de salida
Teclado	12 teclas alfanuméricas con iluminación
Display	Display de precisión de 2x8 caracteres con iluminación e indicación continua de nivel de energía
Programación de parámetros	Con DOS estándar.
Dimensiones	82 mm (alto) x 115 mm (ancho) x 200 mm (largo)
Peso con una batería 1200 mAh	480 g
Accesorios	Batería 800 mAh NiCd/1200 mAh NiMH Cargador para escritorio Cargador de batería rápido. Kit de accesorios para uso como radio portátil. Cargador para el encendedor de auto. Kit de instalación para auto. Kit de manos libres. Conector de audio externo. Funda de piel con sujetadores. Adaptador para transmisión de datos con interface MAP27. Parametrización SW para PC.

## **OPERACIONES CON H70.**

### **LLAMADAS INDIVIDUALES**

Además de las llamadas individuales dentro del sistema el H70 permite llamadas de usuarios a PABX y PSTN. Se tienen diferentes niveles de prioridad de llamadas para los radios.

### **LLAMADAS DE GRUPO.**

El radio puede comunicarse hasta con 8 grupos de usuarios. Marcando un número de grupo, los otros miembros del mismo grupo son conectados a la misma llamada y pueden comunicarse unos con otros. Las llamadas con broadcast son llamadas de información en una dirección hacia otros portátiles.

### **LLAMADAS DE MENSAJES DE DATOS.**

Los códigos numéricos 0 a 31 pueden ser enviados dentro del sistema para enviar los mensajes estándar más usados, los significados de ellos son definidos por los usuarios, con excepción de 0 y 31 que tienen significados fijos: 0=petición de llamada, 31=cancelación de petición de llamada.

### **LLAMADAS DE MENSAJES DE TEXTOS**

Se pueden transmitir mensajes de texto de hasta 100 caracteres entre portátiles.

### **LLAMADAS POR MODEM**

A través de un módem, los portátiles pueden transmitir datos indefinidos en un canal de tráfico.

### **DESVIO DE LLAMADAS**

El usuario puede enviar las llamadas entrantes a seguir otro número o direccionarlas, por ejemplo al despachador

### **COLAS**

Si la parte que llama o todos los canales están ocupados, el radio portátil comienza a almacenar en la cola las llamadas entrantes. La llamada será enviada tan pronto como el usuario B o un canal se liberan

### **REGRESO DE LLAMADAS**

Como una respuesta de una llamada entrante, la parte a la que se llamo puede enviar información de "regreso de llamada" para informar al usuario que le llamará posteriormente.

### **LLAMADA DE CONFERENCIA**

Durante una llamada en proceso, un tercer usuario puede conectarse a la llamada.

### **FACILIDADES**

- Modo de operación Multimodo.
- Modo portátil / radio.
- Display alfanumérico largo.
- Menú.
- Lista de teléfonos.
- Números de acceso rápido.

## **CAPITULO II**

# **TOPOLOGÍA DEL SISTEMA INSTALADO EN LA LÍNEA “B” DEL METRO**

### **II.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA TOPOLOGIA DEL SISTEMA DE RADIO DE LA LINEA B DEL METRO**

La finalidad de este proyecto es establecer un sistema de radiocomunicación entre el centro de control, trenes, radios portátiles y el taller de mantenimiento de la línea “B” del metro a través de las 8 zonas de cobertura en que se planó esta línea. Cada zona de cobertura cuenta con una estación base que se encarga de establecer el enlace de radio entre el centro de control, los radios embarcados en los trenes y radios portátiles que se encuentren en su zona.

Todas las interfaces involucradas son controladas por medio de un conmutador central para 64 interfaces, denominado como MX64 (mobile exchange 64), ubicado en el edificio del centro de control, denominado como PCCII (puesto central de control II).

El centro de control se comunica utilizando un teléfono despachador o punto de control denominado como CP3 (control point 3), el cual debido a su cercanía con el conmutador central está comunicado por medio de cable.

El taller de mantenimiento también se comunica por medio del mismo despachador, pero debido a que se encuentra en un sitio remoto es necesario transportarlo a través de un enlace analógico de fibra óptica, punto a punto de 4 hilos bidireccionales; un par de hilos para audio transmitir y recibir audio y otro par para señalización.

Cada canal de cada radiobase se comunica con el MX 64 por medio de un canal de transmisión y uno de recepción, cada radiobase utiliza 3 o 4 radiocanales dependiendo de la zona de cobertura, así, el número total de canales utilizado por las 8 radiobases es de 30, estas 30 entradas / salidas, están conectadas a 30 interfaces en el MX y son llevadas a un multiplexor / demultiplexor denominado como Nokia DM2, el cual convierte estas 30 entradas / salidas analógicas en un enlace E1 con 32 canales digitales que se conectan al equipo de fibra óptica (fuera del alcance de este proyecto), que transporta los 30 canales a través de una trama de 2MHz y 32 slots a cada estación base.

En cada sitio donde se encuentran las radiobases, existe un equipo de fibra óptica que recibe la trama de 32 canales provenientes del conmutador central y cuentan con un enlace E1 que se conecta a un multiplexor / demultiplexor denominado como Nokia DB2, este equipo toma los 3 o 4 canales que se le asignaron y los convierte a entradas / salidas analógicas que se conectan a las interfaces (LIC's, line interface controller), que controlan los tres o cuatro canales de radio de cada sitio.

Cada radiobase cuenta con 4 radios tranceptores que establecen el enlace de radio con los trenes y radios portátiles que se encuentren dentro de la zona de cobertura.

En cada sitio de cobertura existe un equipo de identificación de zona, este equipo ayuda a los radios embarcados en los trenes a identificar en que zona de cobertura se encuentran.

A lo largo de la línea "B", se encuentran circulando los trenes que contienen un equipo de radiocomunicación en cada cabina, además de este radio se instaló un equipo de control que permite comandar de manera automática por medio de una platina o teclado los distintos tipos de llamada requeridas. Los conductores de los trenes cuentan además con un radio portátil.

En las radiobases que se encuentran ubicadas en zonas dentro del túnel se utilizó cable radiante para la transmisión y recepción de las señales de radio.

En las estaciones superficiales y elevadas se utilizó una antena yagui para la transmisión.

En la Figura 1 se muestra un diagrama a bloques de la topología del sistema.

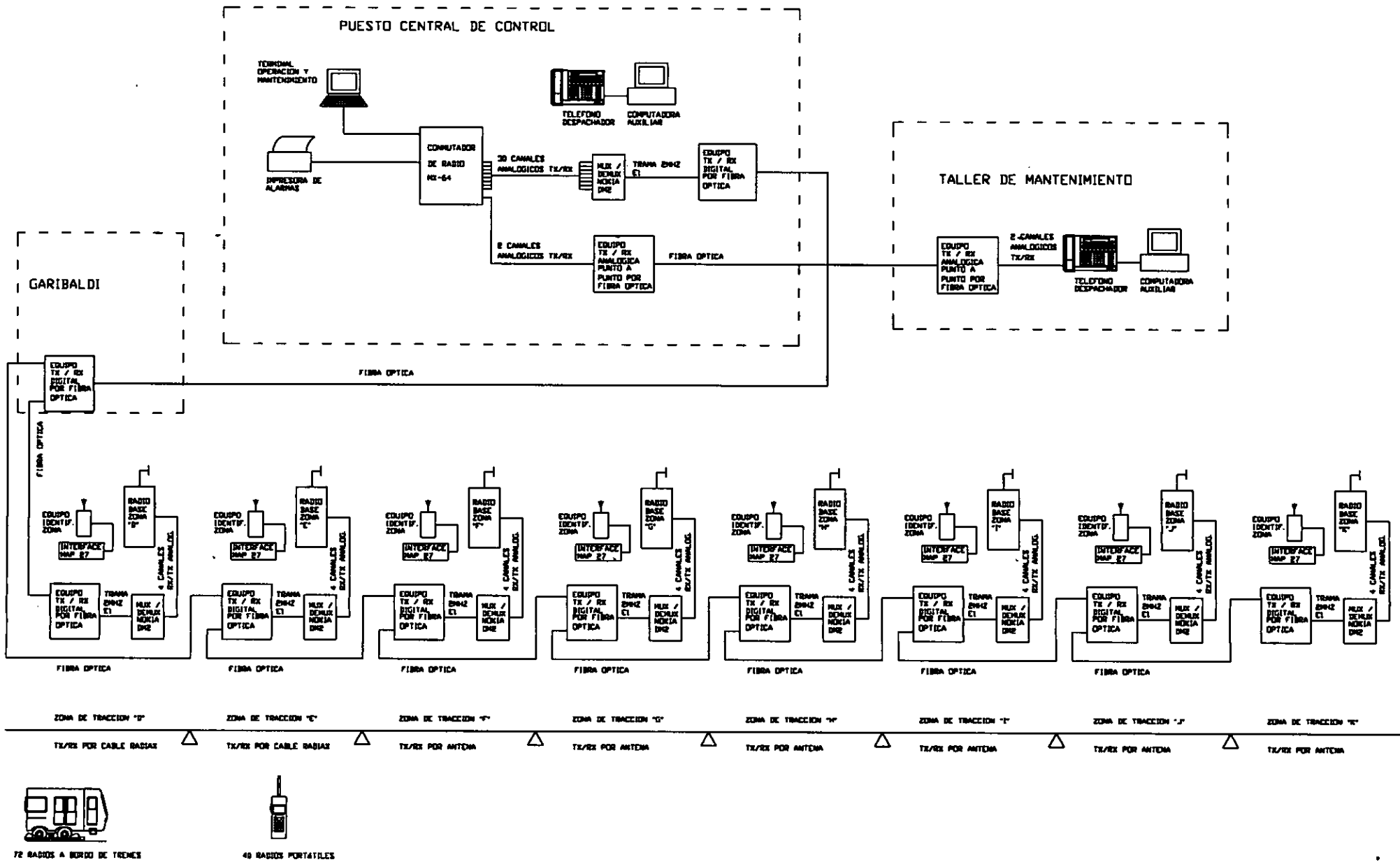


FIGURA 1 DIAGRAMA A BLOQUES DEL SISTEMA DE RADIO TRONCALIZADO DEL LA LINEA 'B'

## **II.2- DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIÓN**

### **II.2.1- CONMUTADOR CENTRAL MX64**

Se encuentra ubicado en el centro de control y sus funciones principales son:

- Gestión de llamadas entre los usuarios de la red de radio
- Contiene una base de datos con la información acerca de los abonados dados de alta y su ubicación.
- Control de las interfaces con las radiobases y puntos de control
- Almacenamiento de la base de datos con los abonados a la red de radio
- Reporte de fallas en el sistema

### **II.2.2- TERMINAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Es una terminal VT100 que se conecta al conmutador central y mediante esta, es posible configurar y personalizar el conmutador central, se encuentra ubicada en el puesto central de control y sus principales funciones son:

- Definición de radiobases y sitios de cobertura
- Configuración de los canales usados en las radiobases
- Altas y bajas de radios abonados a la red, así como configuración de las facilidades permitidas a los mismos.
- Modificación de parámetros operacionales y de configuración del sistema en general.

### **II.2.3- IMPRESORA DE ALARMAS**

Existe una impresora conectada serialmente al conmutador central, ubicada en el puesto central de control, tiene la función de imprimir reportes de todas las alarmas y alteraciones del sistema.

### **II.2.4- TELÉFONO DESPACHADOR CP3**

Se encuentran dos de estos teléfonos, uno en el centro de control de la línea "B" (PCCII) y otro en el taller de mantenimiento (PMT), la función del despachador del centro de control es establecer llamadas con los trenes y radios portátiles a lo largo de la línea, (de zona "D" hasta zona "J"), mientras que el del taller de mantenimiento establece llamadas con los trenes y portátiles de la zona "K".

### **II.2.5- COMPUTADORA AUXILIAR DEL TELÉFONO DESPACHADOR CP3/PC**

Junto con los teléfonos despachadores se encuentra una computadora que tiene la función de añadir ciertas funciones al teléfono despachador, el software de estas computadoras es en ambiente Windows, compatible con Windows 95 / NT y esta encaminado a facilitar las tareas de despacho en trenes. A continuación se listan las principales funciones de esta computadora:

- Monitoreo de llamadas de grupo
- Definición dinámica de grupos de trabajo
- Señalización de la ubicación de los abonados a lo largo de la línea.
- Asignación y borrado de números funcionales de los radios abonados.
- Selección de las zonas de cobertura que el despachador desea atender



### **II.2.6- MULTIPLEXOR / DEMULTIPLEXOR NOKIA DM2.**

Este equipo se encuentra ubicado en el puesto central de control a un lado del conmutador central MX64. Su función es convertir los 30 canales de las 30 tarjetas de interfaz del MX64 a un enlace E1 que se conecta al equipo de transmisión de fibra óptica.

Como se mencionó antes, una radiobase consta de 3 o 4 trancéptores de radio, cada trancéptor es controlado por una interfaz desde el MX64 llamada BSIU (base station interface unit), esta interfaz establece la comunicación con el trancéptor de radio por medio de una salida de audio / señalización y una entrada de audio / señalización, ambos analógicos. Del MX64 se tienen que transportar a las radiobases un total de 30 salidas y 30 entradas de audio, para poder enviar esto hacia la fibra óptica, estas 30 entradas y salidas se conectan al DM2, que las convierte a una entrada y una salida serial digital de 2 MHz con 32 sectores, uno para cada canal.

### **II.2.7- MULTIPLEXOR / DEMULTIPLEXOR NOKIA DB2.**

En cada sitio donde se encuentra una radio base, se encuentra un equipo multiplexor / demultiplexor denominado como Nokia DB2 que trabaja del siguiente manera:

El equipo de fibra óptica al cual está conectado el enlace E1 proveniente de del DM2 con las 30 tramas de los canales de las estaciones base. Envía la información a un equipo de fibra óptica que se encuentra en cada sitio de cada radiobase.

Este equipo de fibra óptica tiene un enlace E1, que se comunica con el equipo DB2, cada DB2 esta configurado para tomar ciertos slots de la trama de 32 canales, por ejemplo la radiobase que da cobertura a la zona "D", utiliza los 3 primeros canales, por los que el DB2 de la zona "D" toma los slots 1, 2 y 3 de la trama transmisión de 32 y los convierte a 3 salidas analógicas, 3 salidas de analógicas de la radiobase se conectan a las 3 entradas analógicas del DB2 y las inserta en los slots 1, 2 y 3 de la trama recepción de 32 y las envía al equipo de transmisión de fibra óptica, en la zona "E", con 4 canales toma los slots 4, 5, 6 y 7 de la trama transmisión de 32 y los convierte a 4 salidas analógicas, recibe las 4 salidas de analógicas de la radiobase y las inserta en los slots 4, 5, 6 y 7 de la trama recepción de 32 y los envía al equipo de transmisión de fibra óptica, y así sucesivamente en cada lugar donde se encuentra una radiobase.

### **II.2.8- RADIOBASES EN SITIOS SUBTERRANEOS.**

Dentro de este proyecto existe 2 zonas de cobertura ubicadas en la parte subterránea de la línea "B" del metro, la zona "D" y la zona "E", la radiobase de la zona "D" se encuentra ubicada en un local técnico en el andén de la estación Buenavista, mientras que la radiobase de la zona "E" se encuentra ubicada en un local técnico en la estación Tepito.

Para dar cobertura en estos sitios, las salidas de los canales de esa radiobase se conectan a un combinador, que a su vez se conecta a un duplexor que radia la señal de radio a través de una red de cable radiante (radiax) en el túnel a lo largo de la zona de cobertura.

Dadas las pérdidas en este tipo de cable, estas estaciones se tienen que ajustar para radiar con mayor potencia.

La ubicación de las zonas y las estaciones que abarca cada zona se describen a continuación

ZONA	UBICACIÓN RADIOBASE	ESTACIONES
D	Estación Buenavista	Cola de Buenavista Anden Buenavista
E	Estación Tepito	Guerrero Garibaldi Lagunilla Tepito Morelos

### II.2.9- RADIOBASES EN SITIOS SUPERFICIALES Y ELEVADOS.

Las otras 6 zonas de cobertura se encuentran en sitios superficiales y elevados, para estos casos, el duplexor se conectó a una antena yagui de transmisión y recepción que se ubicaron en el techo de cada estación, a 30m sobre el nivel de las vías.

Debido a que la radiación se propaga mejor en el aire, estas radiobases se ajustaron para radiar con menor potencia.

La ubicación de las radiobases se muestra a continuación

ZONA	UBICACIÓN RADIOBASE	ESTACIONES
F	Estación San Lázaro	San Lázaro Flores Magón Romero Rubio Oceania
G	Estación Deportivo Oceania	Deportivo Oceania Bosque de Aragón
H	Estación Continentes	Villa de Aragón Continentes
I	Estación Muzquiz	Impulsora Río de los remedios Muzquiz
J	Plaza Aragón	Tecnológico Olímpica Plaza Aragón Ciudad Azteca Talleres

### II.2.10- RADIOS PORTÁTILES.

A lo largo de la línea se utilizan 40 radios portátiles Nokia H70 con las siguientes características:

- Cumplen con los estándares MTP 1327
- Potencia de salida 4W
- Teclado alfanumérico
- Banda de frecuencia de 450 MHZ
- Cumplen con las facilidades de llamada del sistema Actionet

### II.2.11- RADIOS EMBARCADOS EN LOS TRENES.

A lo largo de la línea se utilizan 72 radios Nokia R72 instalados en los 32 trenes utilizados en la línea "B" del metro, estos radios tienen las siguientes características:

- Cumplen con los estándares MTP 1327
- Potencia de salida 10W
- Teclado alfanumérico
- Banda de frecuencia de 450 MHz
- Cumplen con las facilidades de llamada del sistema Actionet
- Interfaz de datos MAP 27
- Modo de operación Full Duplex y Half Duplex

### **II.2.11- EQUIPO DE CONTROL DE LOS RADIOS EMBARCADOS EN LOS TRENES.**

Por especificación en este proyecto, se estipuló que el equipo debía de ser capaz de realizar llamadas automáticamente por medio de un teclado y de señalar las llamadas entrantes por medio de un display (las características del teclado y de las llamadas será descrito en capítulos posteriores), para poder cumplir con estas necesidades, se diseñó una platina conectada a una caja de control, que además del control del teclado y el display comanda las llamadas por medio de una interfaz MAP 27 conectada al radio fijo Nokia R72.

Además de las funciones descritas, esta caja de control debe informar sobre la zona de cobertura en la que se encuentra ubicado el tren, así como el enrutamiento de la salida de audio, como en el caso del voceo a usuarios.

### **II.2.12- EQUIPO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE COBERTURA.**

A pesar de que los radios embarcados en los trenes son capaces de identificar la zona de cobertura en la que se encuentran por medio de la facilidad del Roaming, la unidad de radio no envía esta información a la interfaz de datos MAP 27. Para que la caja de control pueda ser informada, requiere de otros medios.

Para poder informar al equipo de control sobre la zona de cobertura en la que está registrado, se diseñó un equipo de identificación de zona de cobertura que consiste de un radio R72 conectado a una interfaz MAP 27, ambos equipos ubicados junto a la radiobase en cada zona de cobertura, el principio de funcionamiento es el siguiente:

Cuando un equipo de radio en el tren solicita información sobre la zona de cobertura en la que se encuentra, envía un mensaje de estatus a un grupo de trabajo, donde están incluidos todos los radios que están con el equipo de identificación de zonas, cada uno de estos radios recibe este mensaje y envía una respuesta mediante otro mensaje de estatus, pero este mensaje solo tiene alcance en la zona de cobertura donde se encuentra este radio, de este modo el radio que solicitó la información solo recibirá la respuesta del radio que se encuentra en su misma zona de cobertura.

## **II.3.- DISTRIBUCIÓN DE CANALES DE COMUNICACIÓN ENTRE LOS TRENES Y EL PUESTO CENTRAL DE CONTROL.**

### **II.3.1- FRECUENCIAS DE LOS CANALES UTILIZADOS.**

Para este proyecto fueron utilizados 5 canales con los siguientes pares de frecuencias, desde el punto de vista de los radios móviles:

CANAL	FREC. RX	FREC. TX
1	451.900 MHz	459.625 MHz

2	453.275 MHz	459.725 MHz
3	453.950 MHz	460.100 MHz
4	451.000 MHz	459.400 MHz
5	451.825 MHz	459.500 MHz

### II.3.2- CONDICIONES DE USO DE LOS CANALES UTILIZADOS.

- Canal de control: Para que un sistema troncalizado pueda funcionar de manera óptima es necesario el uso de un canal de control para cada sitio de cobertura.
- Hand over: Como ya se mencionó en el capítulo anterior el Hand Over es la facilidad mediante la cual se puede mantener una llamada con un radio cuando cambia de una zona de cobertura a otra, para que esto sea posible, cuando se establece una llamada en una zona de cobertura por ejemplo en la zona "E", esta avisa a las zonas adyacentes que se requiere apartar un canal de tráfico, en este caso a las zonas "D" y "F", cuando el sistema detecta el cambio en la zona de cobertura, por ejemplo a la zona "F", se libera el canal de control de la zona "D" y las zonas "E" y "G" apartan un canal de control, y así sucesivamente. Para evitar interferencias en las zonas adyacentes con el canal de control es necesario que existan canales de control diferentes en zonas contiguas.
- Conferencias: La llamada de conferencia es una facilidad que tiene el teléfono despachador para llamar simultáneamente a 2 radios, para que se pueda llevar a cabo dentro de una misma zona de cobertura, por ejemplo la conversación de 2 trenes en la zona "E" con el regulador de la línea, es necesario asignar un canal de tráfico a cada radio, por lo que se requiere un mínimo de 2 canales de control por cada zona de cobertura, debido a que todas las llamadas van hacia el centro de control o provienen de él, solo se realiza una llamada a la vez y es posible repetir canales de tráfico en sitios adyacentes.
- Taller de mantenimiento: El taller de mantenimiento trabaja de manera independiente al centro de control y existe la posibilidad de que ambos requieran realizar llamadas simultáneamente, para evitar interferencias y saturación de llamadas. Es necesario asignar un canal de tráfico distinto para el taller de mantenimiento.

### II.3.3- ASIGNACIÓN DE CANALES DE RADIO EN LAS ZONAS DE COBERTURA.

Una vez definidas las necesidades del sistema los canales en los distintos sitios se asignaron de la siguiente manera:

ZONA	CANAL	TIPO DE CANAL
D	1	CONTROL (PCC)
	3	TRAFICO (TCCC)
	4	TRAFICO (TCCC)
E	2	CONTROL (PCC)
	3	TRAFICO (TCCC)
	4	TRAFICO (TCCC)
F	1	CONTROL (PCC)
	3	TRAFICO (TCCC)

	4	TRAFICO (TCCC)
G	2	CONTROL (PCC)
	3	TRAFICO (TCCC)
	4	TRAFICO (TCCC)
H	1	CONTROL (PCC)
	3	TRAFICO (TCCC)
	4	TRAFICO (TCCC)
I	2	CONTROL (PCC)
	3	TRAFICO (TCCC)
	4	TRAFICO (TCCC)
J	1	CONTROL (PCC)
	3	TRAFICO (TCCC)
	4	TRAFICO (TCCC)
K	2	CONTROL (PCC)
	5	TRAFICO (TCCC)

Nota:

- 1- PCC = Preferencial Control Channel, este canal se configura del tipo de control, pero en caso de que falte un canal de tráfico, puede ser usado como tal
- 2- TCCC = Traffic Channel / Control Channel, se configura como canal de tráfico, en caso de que el sistema pierda el canal de control, puede ser usado como tal.

## **II.4-. CONECTIVIDAD ENTRE EL CONMUTADOR Y LOS EQUIPOS PERIFÉRICOS.**

### **II.4.1- CONECTIVIDAD ENTRE EL CONMUTADOR Y LAS ESTACIONES BASE.**

#### **II.4.1.1- COMUNICACIÓN ENTRE LAS INTERFACES DEL CONMUTADOR Y LAS RADIOPASES.**

La comunicación entre el conmutador MX64 y las radiobases se realiza por medio de sus interfaces, en el conmutador se denominan como interfaces de estación base, BSIU (Base Station Interface Unit), mientras que en las radiobase se denominan como controladores de interfaz de línea, LIC (Line Interface Controller), estas interfaces se conectan de acuerdo a la Figura 2

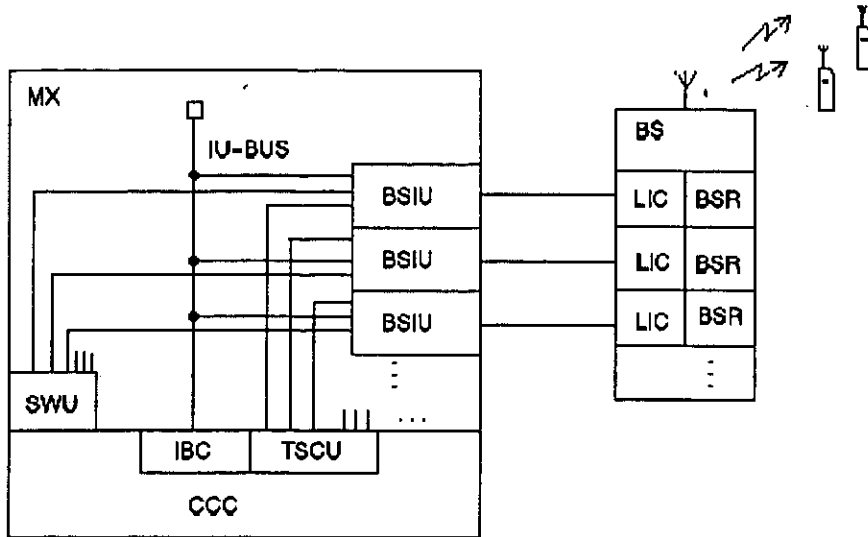


Figura 2 Diagrama a bloques de la interconexión entre radiobase y conmutador principal.

La figura 2 representa la interconexión ente las interfases BSIU y LIC omitiendo la sección de multiplexaje y fibra óptica.

Para que se establezca comunicación entre estas interfaces, se conectan por medio de una línea de 4 hilos que consiste en dos pares con impedancia de 600 ohm balanceados, un par como entrada y otro como salida, estos pares transportan señales de voz, modulación FFSK y señalización por medio de tonos. Todos los comandos van del conmutador principal a la interfases LIC de la radiobase y toda la información del estado de la radiobase va de las interfaces LIC hacia las interfases BSIU de conmutador principal.

En la figura 3 se muestra diagrama de cómo se conectan ambas interfases.

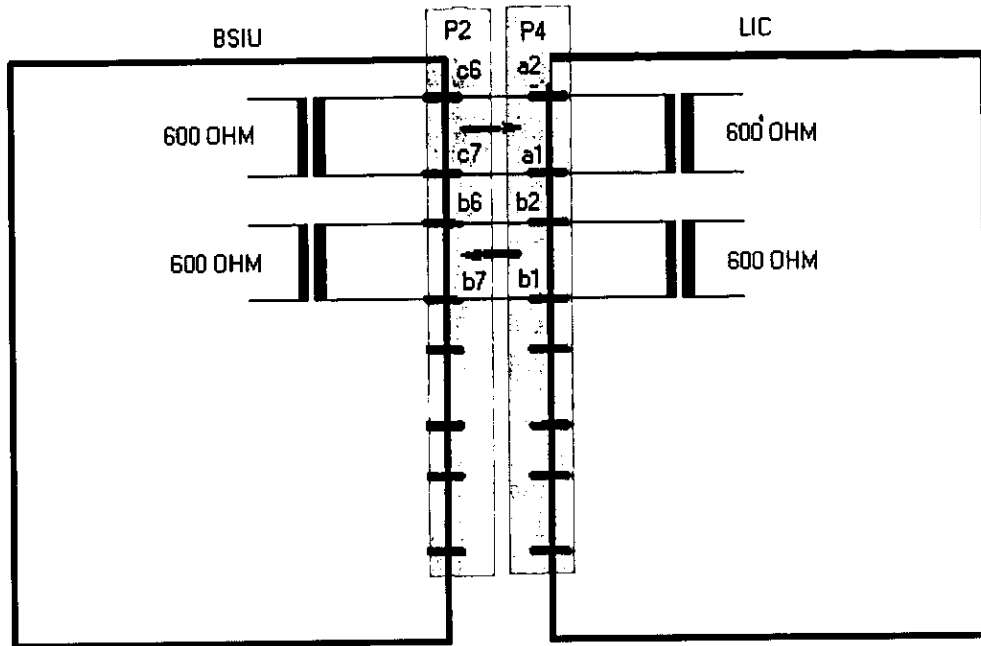


Figura 3. Diagrama de interconexión entre las LICs y las BSIU

#### II.4.2- MULTIPLEXAJE DE SEÑALES ENTRE CONMUTADOR CENTRAL Y LAS RADIOBASES.

##### II.4.2.1- DISTRIBUCIÓN DE LOS CANALES DE COMUNICACIÓN ENTRE EL CONMUTADOR CENTRAL Y LAS RADIOBASES.

Como ya se vio, para establecer comunicación entre las interfaces BSIU y LIC se requiere un canal de transmisión y otro de recepción, a cada interfaz BSIU en el conmutador le corresponde un radio de los 3 o 4 que tiene cada radiobase, la distribución de interfaces y canales se muestra en la siguiente tabla, cabe mencionar que se hace referencia como canal a los 2 pares (4 hilos) 1 par de transmisión y un par de recepción necesarios para la comunicación BSIU – LIC.

No BSIU	No CANAL	No LIC/RADIO	RADIOBASE
0	1	1	BUENAVISTA
1	2	2	BUENAVISTA
2	3	3	BUENAVISTA
3	4	1	TEPITO
4	5	2	TEPITO
5	6	3	TEPITO
6	7	4	TEPITO
7	8	1	SAN LAZARO
8	9	2	SAN LAZARO
9	10	3	SAN LAZARO
10	11	4	SAN LAZARO
11	12	1	DEP. OCEANIA

12	13	2	DEP. OCEANIA
13	14	3	DEP. OCEANIA
14	15	4	DEP. OCEANIA
15	16	1	CONTINENTES
16	17	2	CONTINENTES
17	18	3	CONTINENTES
18	19	4	CONTINENTES
19	20	1	MUZQUIZ
20	21	2	MUZQUIZ
21	22	3	MUZQUIZ
22	23	4	MUZQUIZ
23	24	1	PLAZA ARAGON
24	25	2	PLAZA ARAGON
25	25	3	PLAZA ARAGON
26	27	4	PLAZA ARAGON
27	28	1	TALLERES
28	29	2	TALLERES
29	30	3	TALLERES

#### II.4.2.2- CARACTERÍSTICAS DEL MULTIPLEXOR USADO EN EL CONMUTADOR CENTRAL

El multiplexor utilizado para recibir y trasportar las señales provenientes del conmutador central es un equipo Nokia DM2. Para este proyecto, este equipo está constituido de 4 unidades, una unidad multiplexora y 3 unidades de canales voz.

La unidad multiplexora recibe la información de la unidades de canales de voz y la transporta hacia un bloque de 2048 kbits/s, esta unidad cuenta con 2 conectores BNC para comunicarse con el equipo de transmisión de fibra óptica uno es de transmisión y otro de recepción.

Cada una de las unidades de canales de voz tiene la capacidad para 10 canales, cada canal de voz puede utilizar cualquiera de las ranuras de tiempo de 64 bits/s y son independientes de la ubicación física de la unidad.

En la Figura 4 se muestra un esquema del equipo DM2.



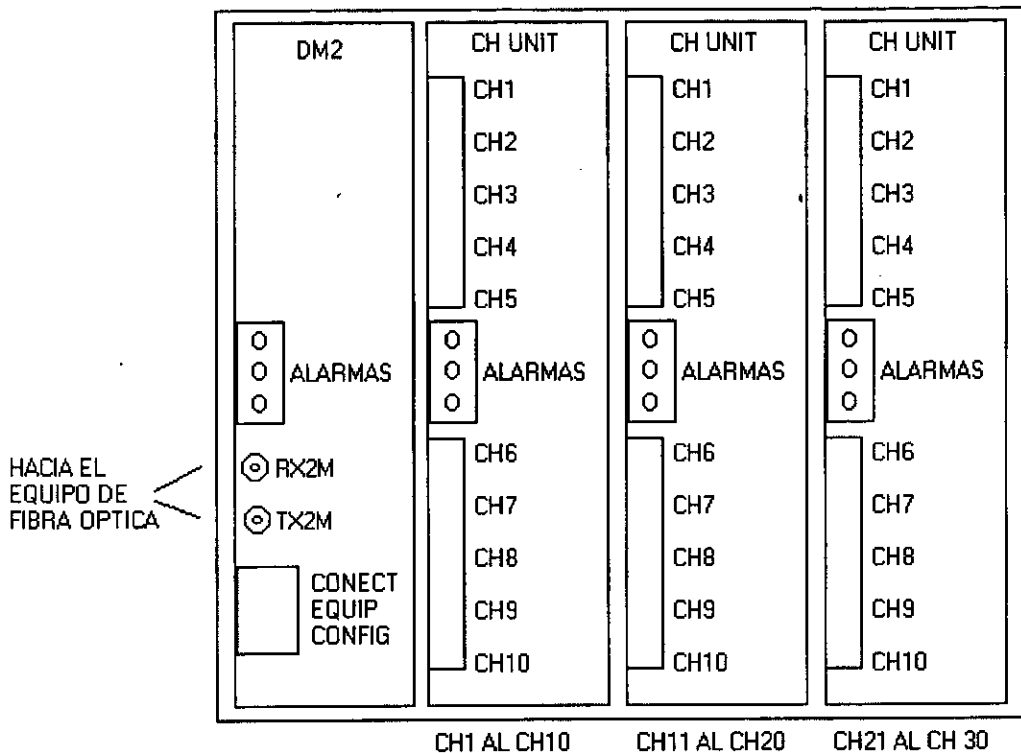


Figura 4. Multiplexor DM2 utilizado en el conmutador central.

### II.4.2.3- CARACTERÍSTICAS DE LOS MULTIPLEXORES USADOS EN LAS RADIOBASES

Cada radiobase cuenta con un multiplexor que tiene la función de recibir la trama de 2MHz proveniente del conmutador central, recoger la información correspondiente a esa radiobase y convertirla en canales analógicos para que envíarla a la radiobase, así mismo, recoger la información analógica proveniente de la radiobase e insertarla en el slot correspondiente de la trama de 2 MHz, el equipo utilizado para realizar estas tareas es el multiplexor Nokia DB2, para este proyecto, este equipo está constituido de 3 unidades, la unidad de bifurcación DB2/B2, la unidad de inserción DB2/X2 y la unidad de canales de voz VF.

La unidad DB2/b2 es la encargada de recibir la información de una trama de 2064 kbits/s proveniente de un punto que puede ser un equipo DM2 u otro DB2 y transmitirla a las unidades de inserción y canales, recibir información de las unidades inserción y de canales y transmitirlas por medio de una trama de 2064 kbits/s hacia otro punto que puede ser un equipo DM2 u otro DB2.

La unidad de canales de voz VF tiene capacidad para convertir 10 slots de la trama de 2064 kbits/s y convertirlos en 10 canales analógicos, los slots que serán convertidos por esta unidad son configurables y dependen del sitio de la radiobase como se indica en el punto II.4.2.1.

La unidad de inserción DB2/X2 recibe información de las entradas de la unidad de canales VF y la inserta a los slots que se configuraron de acuerdo al sitio de la radiobase se indica en el punto II.4.2.1.

En la Figura 5 se muestra un esquema del equipo DB2 .

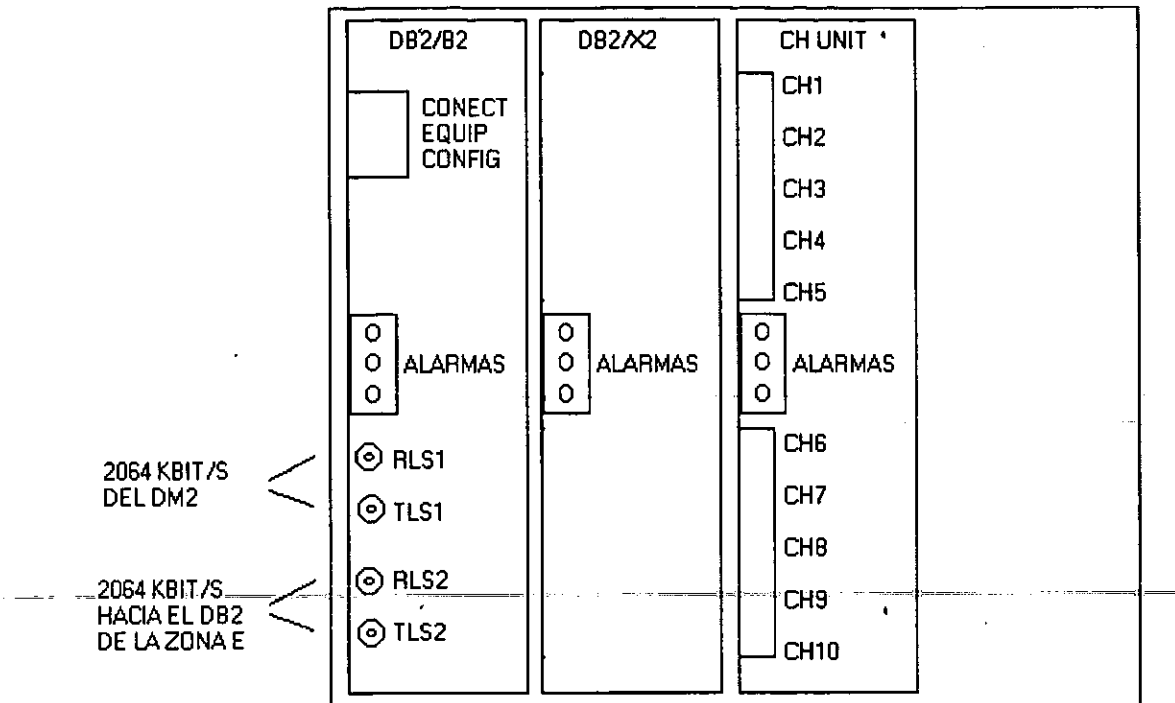


Figura 5 Multiplexor DB2 ubicado en la zona "D", Buenavista

#### II.4.2.3- INTERCONEXIÓN ENTRE EL MULTIPLEXOR DEL CONMUTADOR CENTRAL Y LOS MULTIPLEXORES DE LAS RADIOBASES.

El multiplexor del conmutador central transmite su salida de 2064 kbits/s hacia un equipo de fibra óptica, el cual se enlaza con un equipo ubicado en un local técnico en la estación Garibaldi, este equipo se comunica con la estación Buenavista con el multiplexor DB2 de esta radiobase, este multiplexor inserta la información de los radiocanales de esta radiobase a la trama de 2064kbits/s y envía la trama a un equipo de fibra óptica que está comunicado a su vez con su correlativo en la estación donde se encuentra la radiobase de la zona "E" y así sucesivamente hasta los talleres de mantenimiento, en la Figura 6 se muestra un diagrama de la interconexión de estos equipos.

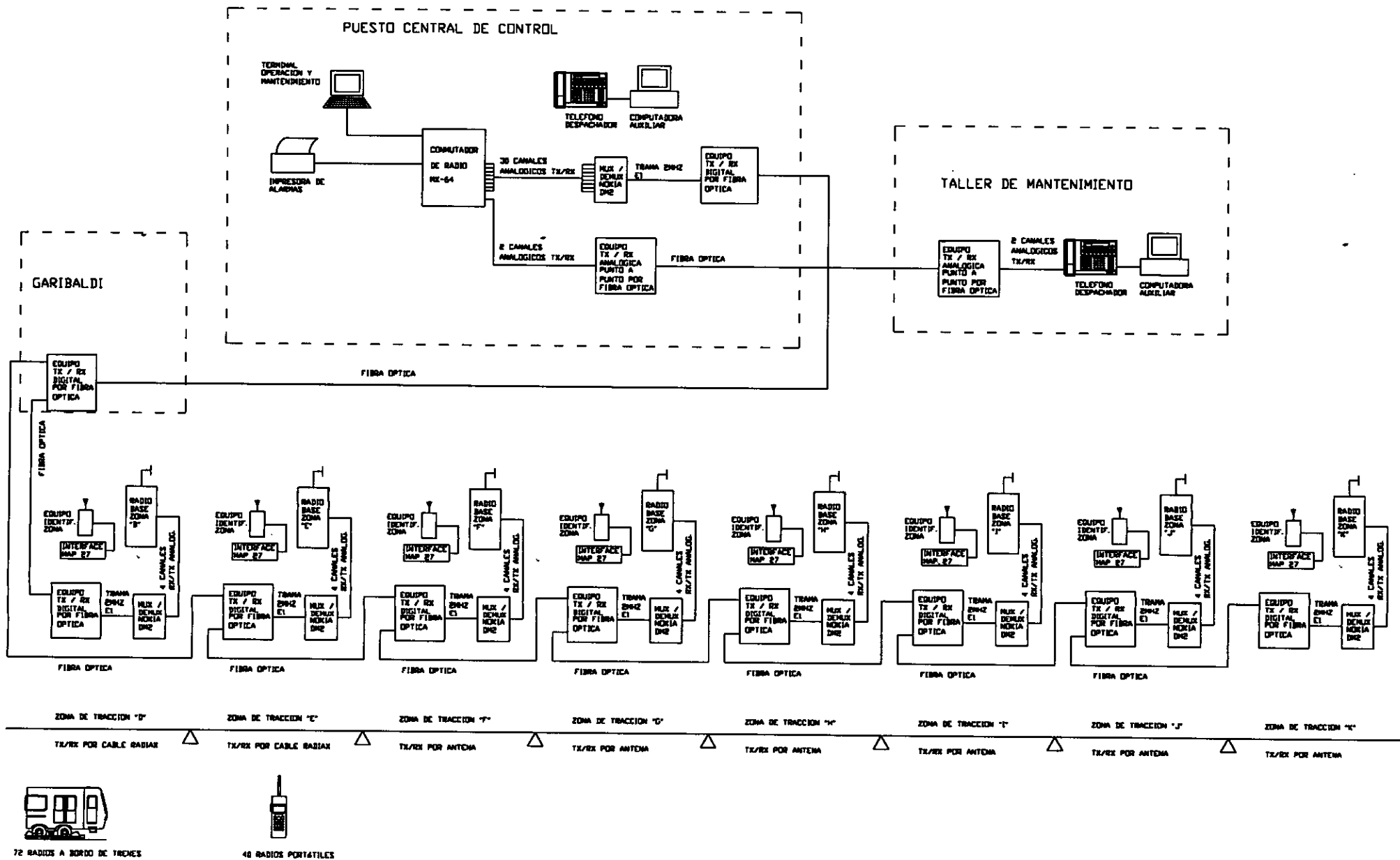


FIGURA 1 DIAGRAMA A BLOQUES DEL SISTEMA DE RADIO TRONCALIZADO DEL LA LINEA 'B'

## **II.5-. CONECTIVIDAD ENTRE EL CONMUTADOR CENTRAL Y LOS TELEFONOS DESPACHADORES.**

Los teléfonos despachadores se comunican con el conmutador central a través de las interfaces denominadas como CPIU (Control Point Interface Unit) del conmutador central, estas interfaces cuenta con dos secciones.

La sección digital o de control se encarga de gestionar las llamadas y envío y recepción de datos de manera similar al canal de control en los radios.

La sección analógica es la sección de audio y se encarga del la transmisión y recepción del audio y los tonos telefónicos.

El modo de transmisión y recepción de audio depende del modo de operación en que se configuren la interfaz y el teléfono despachador mediante los DIP switch en estos equipos.

Los modos de operación están denominados como Modo 3 con una línea bidireccional para la transmisión y recepción de audio y una línea para transmisión y recepción de datos mediante modulación DPSK a 1200 bits/s, Modo 6 con una línea bidireccional para la transmisión y recepción de audio, una línea unidireccional de transmisión de datos y una línea unidireccional de recepción de datos utilizando RS422 a 9600 bits/s, Modo 7 utilizando una línea unidireccional para la transmisión de audio, una línea unidireccional para la recepción de audio, una línea unidireccional para la recepción de datos y una línea unidireccional para la transmisión de datos.

En la Figura 8 se muestra un diagrama de los tres modos de operación.

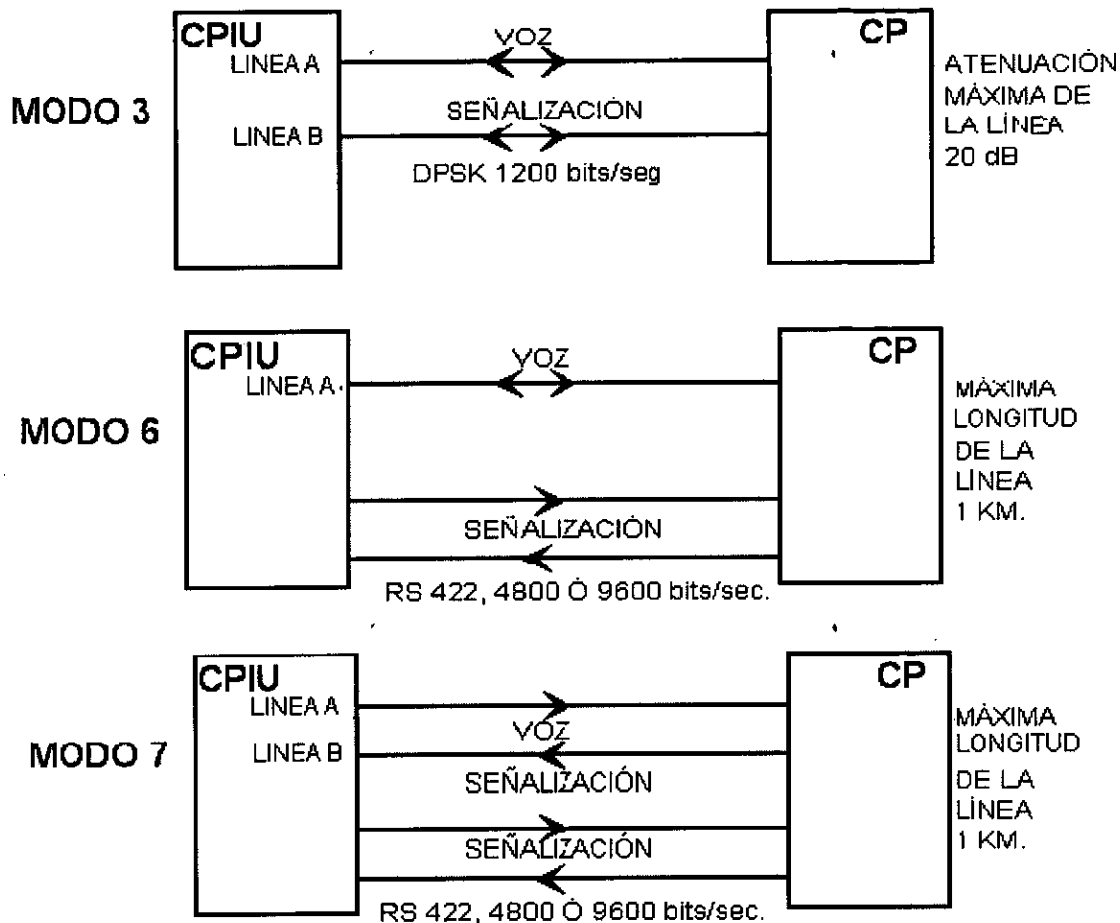


Figura 8, diagrama de las modos de operación de la comunicación entre el conmutador y los teléfonos despachadores..

### II.5.1- CONFIGURACIÓN DE LAS INTERFACES CPIU Y LOS TELÉFONOS DEPACHADORES UTILIZADOS EN EL PROYECTO.

Para este proyecto se requieren de 2 despachadores, uno en el puesto central de control y otro en el taller de mantenimiento.

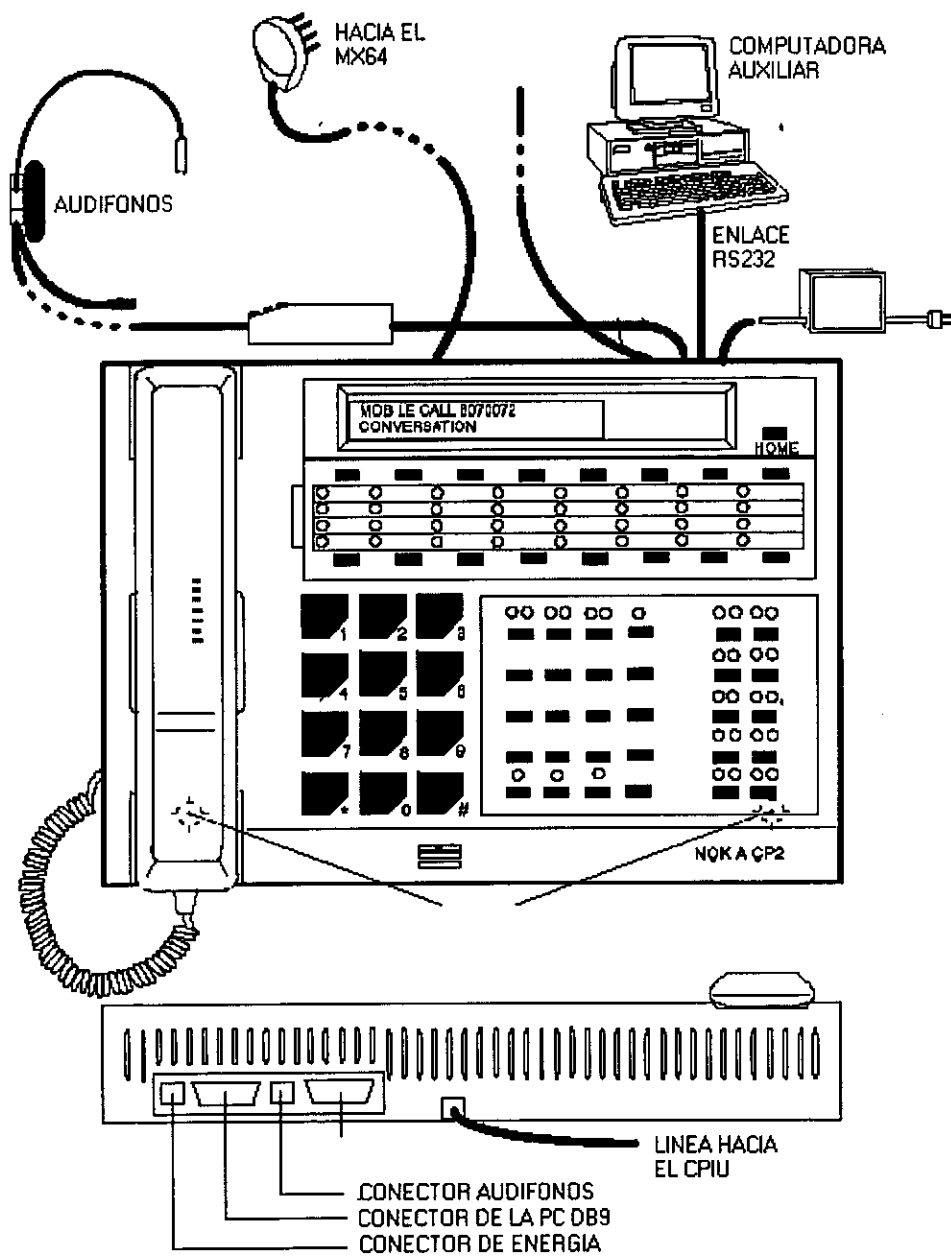
En el puesto de control, debido a la cercanía con el conmutador central y a la cantidad de llamadas que recibe es necesario configurarlo para que trabaje a máxima velocidad por lo que se cableó directo desde el conmutador principal hasta el teléfono despachador y se configuró en modo 7.

Para el taller de mantenimiento debido a que es un sitio remoto, se requirió enviar las señales a través de fibra óptica. Para este fin, el equipo de fibra óptica proporcionó líneas analógicas bidireccionales punto a punto, Debido a estas características, es imposible transmitir el protocolo RS422, por lo que fue necesario configurar la interfaz y el despachador en modo 3, usando dos líneas analógicas bidireccionales, una para datos y otra para audio.

## **II.5.2- COMUNICACIÓN ENTRE LOS DESPACHADORES Y LAS COMPUTADORAS AUXILIARES.**

Para añadir ciertas facilidades al sistema, el despachador cuenta con una computadora como equipo auxiliar, los datos provenientes de la interfaz CPIU del conmutador central llegan hasta el teléfono despachador ya sea a través de una interfaz RS422 a 9600 bits/s o modulados en DPSK a 1200 bits/s. El teléfono procesa esta información y la envía hacia la computadora a través de un puerto RS232 a 9600 bits/s, cabe aclarar que se envían a esta velocidad aún en el caso de recibir en DPSK a 1200 bits/s.

En la Figura 9 se muestra un diagrama de conexiones del teléfono despachador y la computadora auxiliar



+  
Figura 9 conexión entre la computadora auxiliar y el despachador

# CAPITULO III

## DESCRIPCIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DEL CONMUTADOR INSTALADO EN LA LÍNEA "B" DEL METRO.

### III.1 ARQUITECTURA DEL CONMUTADOR UTILIZADO.

#### III.1.1 COMPONENTES DEL CONMUTADOR.

El conmutador utilizado para este proyecto es el Nokia MX64 con una capacidad para 64 interfases, estos conmutadores cuentan con 6 módulos que son: la unidad de fuentes de alimentación, la computadora de control de llamadas CCC (call control computer), la computadora de operación y mantenimiento OMC (Operation and Maintenance Computer), las unidades de interfaz, unidad de conmutación y el módulo de servicio. En la Figura 1 se muestra un diagrama a bloques del conmutador usado en el metro.

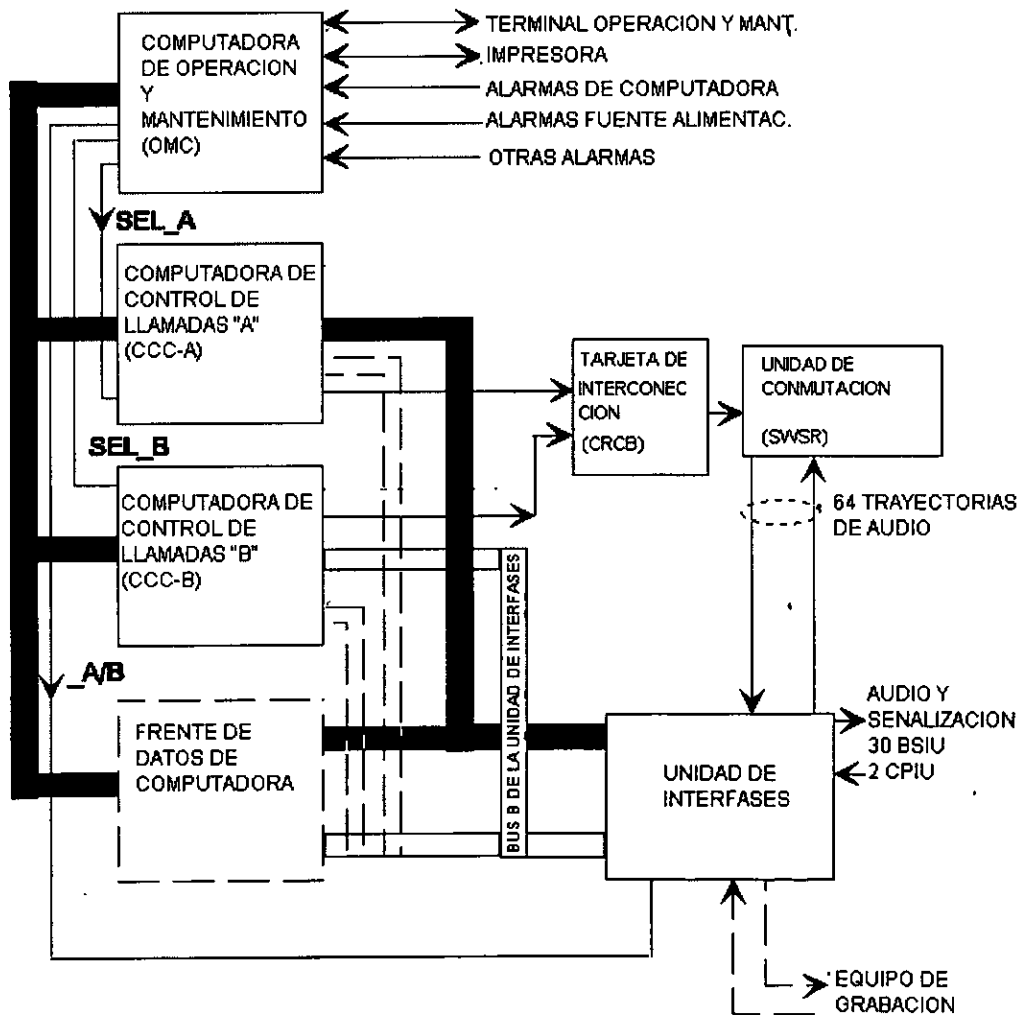


Figura 1. Conmutador MX64 usado en el metro.



### III.1.2 COMPUTADORA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (OMC).

La OMC es usada por el operador de la red para configurar los parámetros y los modos operativos del conmutador cuando el mismo es puesto en funcionamiento o ampliado, y para supervisar y controlar en forma continua el funcionamiento diario del conmutador y del equipo conectado a él. El operador de O&M interactúa con la OMC por medio de un terminal local o remoto. Las impresoras conectadas a la OMC proporcionan impresiones de informes de fallas e información operativa.

La terminal y las impresoras están conectadas a la OMC directamente por medio de puertos de interfaz seriales. La OMC es el único subsistema de computación equipado con unidades de memoria masiva (unidades de disco flexible 3 1/2" y disco Duro 200Mb). Las mismas se usan para almacenar archivos de sistema y datos de configuración y de respaldo, etc.

Las principales funciones gestionadas por la OMC son:

- Control del estado activo/de reposo de las CCC y los IUBUS en un entorno de CCC duplicada.
- Generación de señales de reloj y sincronización del MBUS.
- Generación de señales de reinicialización para todos los otros subsistemas de computación de la central.
- Generación de señales de reinicialización para los ISR.
- Control de transferencia de datos hacia/desde memoria masiva (unidades de disco).
- Comunicación interactiva con equipos periféricos (terminal de O&M e impresoras) por medio de interfaces seriales.
- Supervisión y prueba del funcionamiento de la central por medio de bits de alarmas internas, estado y prueba.

La Figura 3 muestra el diagrama de bloques del subsistema OMC.

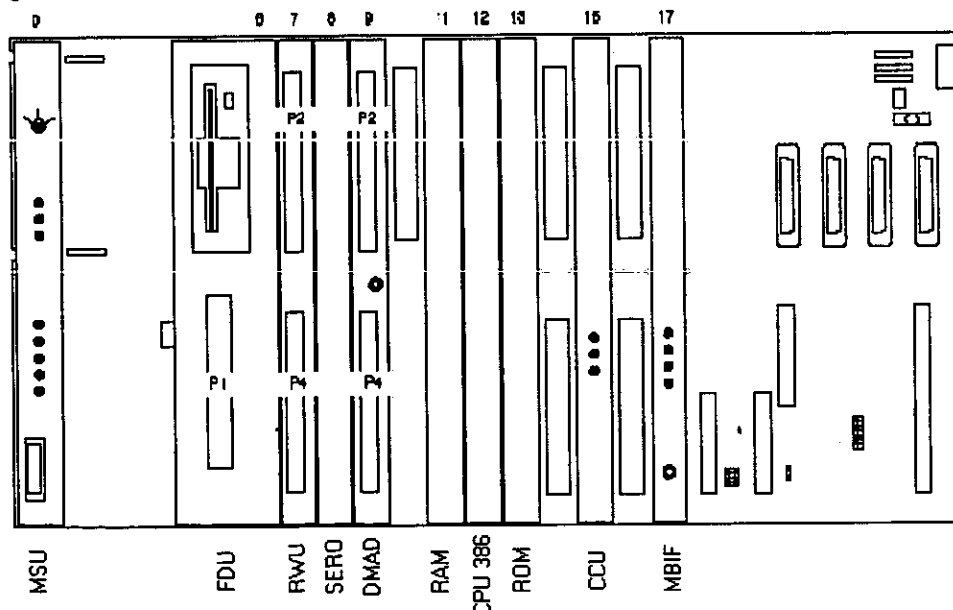


Figura 2. Computadora de operación y mantenimiento

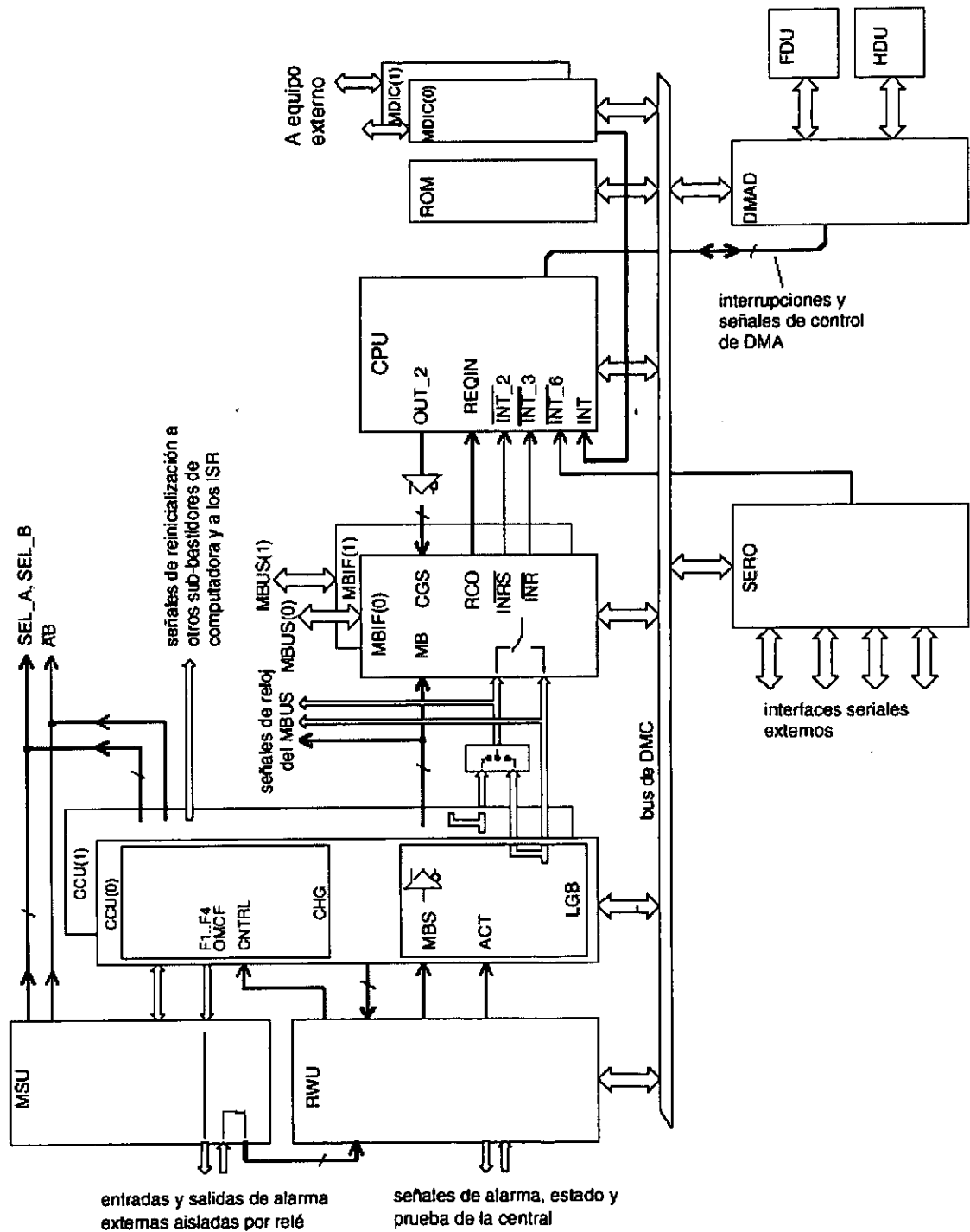


Figura 3. Diagrama a bloques del módulo OMC.

### III.1.3 COMPUTADORA DE CONTROL DE LLAMADAS (CCC).

La CCC es el módulo más esencial del conmutador principal. Por este motivo el conmutador MX64 tiene una CCC duplicada a fin de aumentar la confiabilidad.

La CCC administra todas las decisiones relacionadas con el control de llamadas. El control de llamadas se basa en la operación distribuida, en la que las funciones de control están divididas en subsistemas operativos conectados a una arquitectura modular de hardware y software.

Ciertos sistemas de bases de datos externas, tales como el CIH, el CLD y el RIH, se pueden conectar a la CCC por medio de sus puertos de interfaz seriales. La(s) CCC y todas las IU están interconectadas por un bus de datos serial denominado IUBUS.

Las principales funciones relacionadas con el hardware y gestionadas por la CCC son:

- Comunicación de datos por el IUBUS
- Control de la matriz de conmutación

La CCC controla la matriz de conmutación por medio de su unidad RWU. En una configuración de CCC duplicada las salidas de control de la CCC.A se conectan en paralelo con las salidas de la CCC.B correspondientes, pero solamente las salidas de la CCC activa están habilitadas. Las salidas SEL\_A y SEL\_B de la OMC funcionan como las señales de control habilitar/inhabilitar salida de la RWU en la CCC.A y CCC.B respectivamente.

En la Figura 5 se muestra un diagrama a bloques de la computadora de control de llamadas

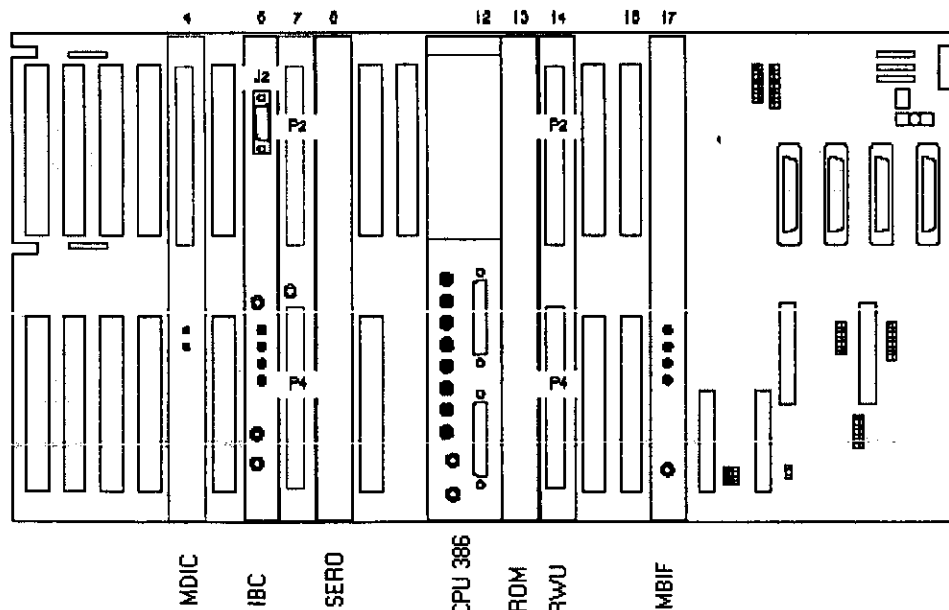
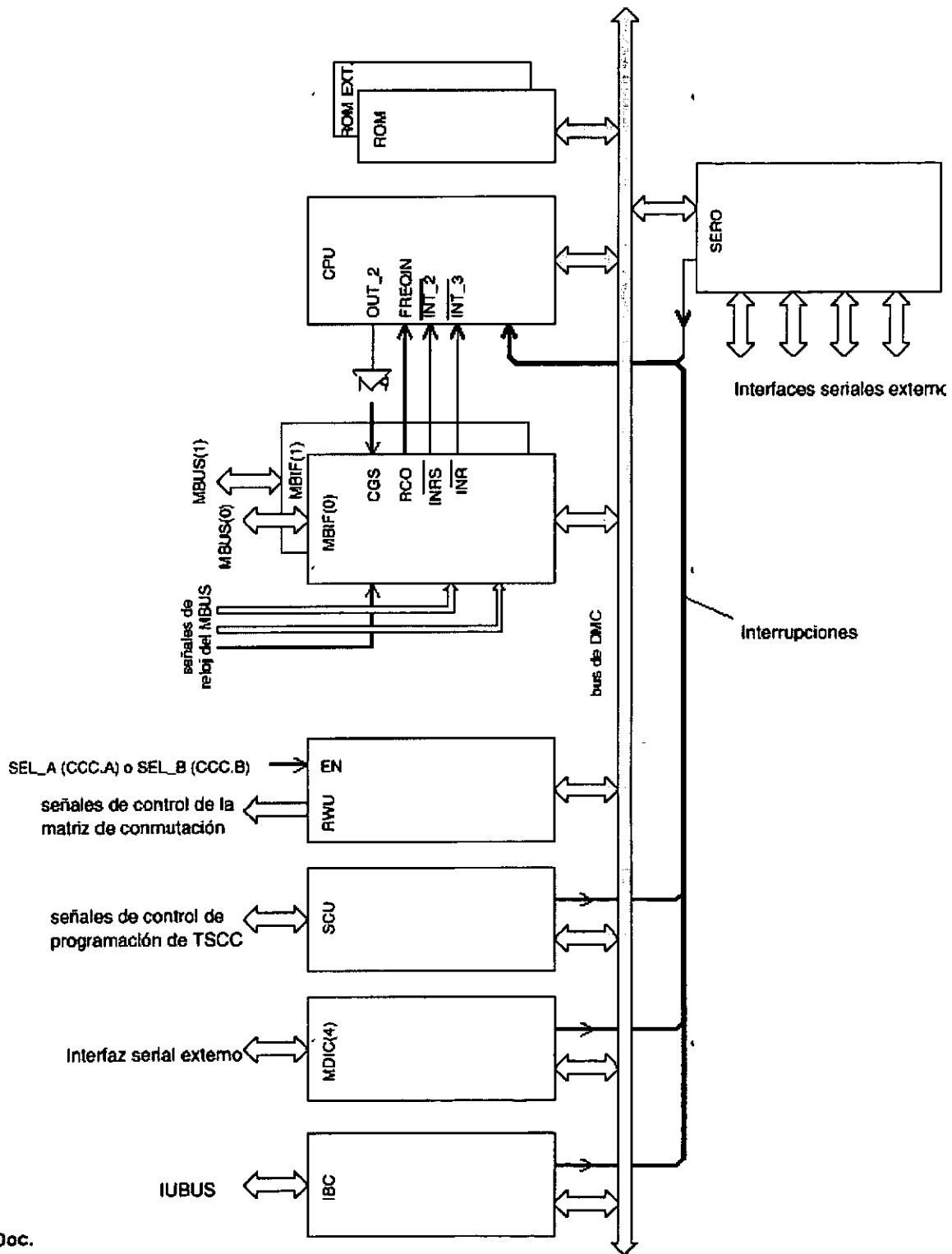


Figura 4. Computadora de control de llamadas



Doc.

Figura 5. Diagrama a bloques de la computadora de control de llamadas

### III.1.4 MÓDULO DE CONMUTACIÓN.

El subsistema de conmutación se usa para establecer conexiones de llamadas por bandas de voz (por medio de las IU) entre las líneas de abonado y los radiocanales conectados a la central. Es controlado por la CCC.

El subsistema de conmutación consta de la matriz de conmutación y la lógica de control asociada. Está compuesto por tarjetas insertables de 32 puertos denominadas unidades de conmutación (SWU). En el MX64 se requieren de 4 de estas tarjetas.

La matriz es básicamente un campo de conmutación por puntos de conexión, 32 entradas a la izquierda y 32 salidas en la parte superior. Las principales prestaciones de la matriz son:

- Cada conmutador puede abrirse o cerrarse independientemente de los demás conmutadores. Los casos extremos son que todos los conmutadores estén abiertos (no pasa ninguna señal por la matriz) y que todos los conmutadores estén cerrados (aparecen señales de todas las entradas de la matriz en todas las salidas de la matriz).
- La ganancia de la matriz es 0 dB. Esto significa que la señal de una entrada individual siempre aparece al mismo nivel en la salida (o salidas) a la(s) que ha sido conmutada, independientemente de los ajustes de los otros conmutadores de la matriz. Cuando dos o más entradas son conmutadas simultáneamente a la misma salida, esa señal de salida equivale a la suma de las señales de entrada individuales.

El diagrama (figura 7) muestra un ejemplo de conmutación entre dos IU (IU0 e IU2). Los dos conmutadores que deben estar cerrados para establecer la conexión por la matriz aparecen resaltados.

La matriz de 32 puertos es el elemento constitutivo básico del que están compuestas matrices mayores y se implementa como una sola unidad enchufable denominada SWU. La cantidad de SWU requeridas en una central determinada se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Cantidad de SWU} = (\text{capacidad de IU}/32)2$$

Por ejemplo, si la capacidad de IU de la central es 32, solamente se necesita una SWU. Si la capacidad de IU es 192, entonces se requieren 36 SWU. En la MXB/MXB16 y las MX/SX32...96 las SWU se conectan directamente a los puertos de banda de voz de las IU. Las MX/SX120...192 requieren amplificadores sumadores adicionales para permitir la conexión de las SWU a las IU.

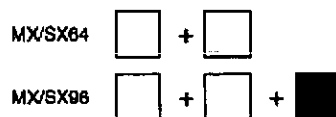


Figura 6. Ubicación de la tarjetas de conmutación

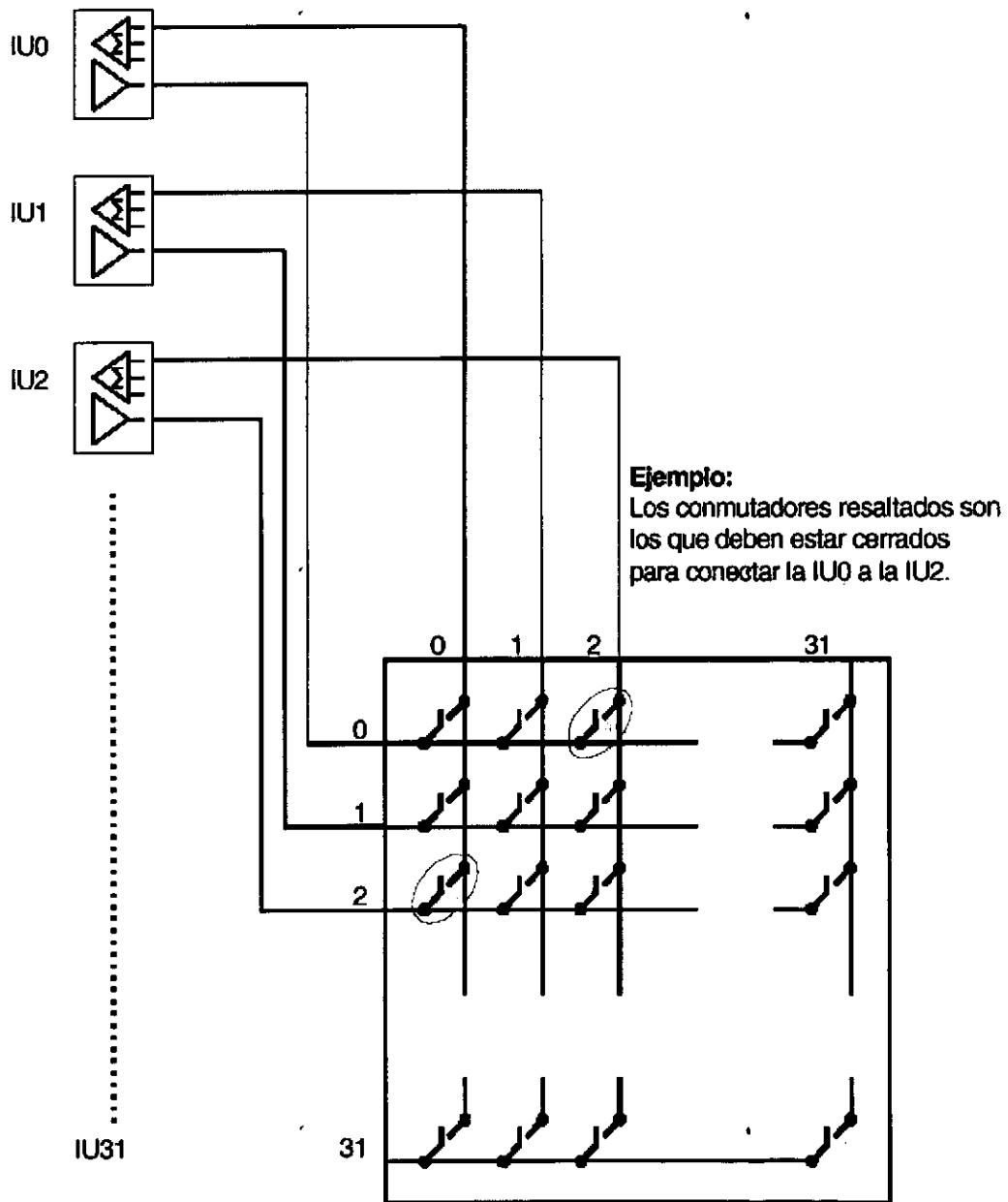


Figura 7. Principio de funcionamiento de la matriz de conmutación.

### III.1.5 MÓDULO DE SERVICIO.

Cada conmutador está equipado con un sub-bastidor de servicio técnico que contiene un microteléfono de servicio técnico y un panel de pruebas. Los mismos pueden usarse para establecer un enlace telefónico de mantenimiento por cualquier línea de IU (por ejemplo a una estación base) o para realizar comprobaciones de rutina sobre el estado de las líneas y los niveles de señal, etc. El sub-bastidor de servicio técnico también puede contener 1 generador de señal de llamada

La Figura 8 se muestra la vista frontal del SSR. La unidad del microteléfono se atornilla al frente del bastidor inmediatamente hacia la derecha del TSP y su cable se enchufa en el conector de 4 pines del panel frontal del TSP.

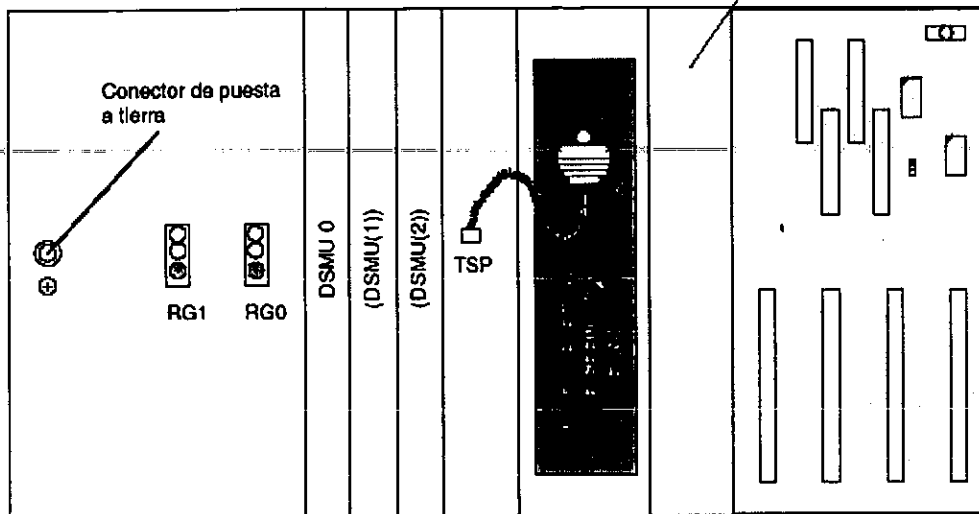


Figura 8. Módulo de servicio

### III.1.6 MÓDULO DE INTERFACES.

La función de los diversos tipos de IU es conectar los radiocanales de estación base y las terminales de despacho.

Cada IU cuenta con una sección de microcomputadora y una sección de interfaz de línea. La arquitectura de la sección de microcomputadora es estándar para todos los tipos, pero la sección analógica y de interfaz de línea es específica de cada tipo de IU en particular. Los interfaces de banda de voz externos hacia y desde la IU son líneas balanceadas y acopladas por transformador de 2 ó 4 hilos (600 ohms). Además puede haber líneas de señalización E y M separadas y/o líneas de datos RS-422. Las comunicaciones de datos por algunas interfaces de línea emplean señalización de banda de voz por las líneas de 2 ó 4 hilos.

La sección de microcomputadora de cada IU funciona como un preprocesador que adapta la señalización de la CCC a señalización por el interfaz de línea de la IU y controla el funcionamiento del interfaz de línea y de la sección analógica.

El procesador de la IU se ocupa de la mayoría de las operaciones de administración de llamadas en forma autónoma y las exigencias del tiempo de la CCC son mínimas. Cada IU tiene un puerto de banda de voz para conectarse al subsistema de conmutación de la central.

La CCC y todas las IU están interconectadas por un bus de datos serial denominado IUBUS. Las centrales con una CCC duplicada también tienen un IUBUS duplicado. Las IU están instaladas en sub-bastidores de unidades de interfaz ISR (Interface Sub Rack).

Cada ISR puede contener hasta 16 IU y el conmutador MX64 cuenta con 4 ISR. Las IU están conectadas a otros subsistemas de la central por medio de los conectores del panel posterior de los ISR. Las IU pueden instalarse en cualquier ranura de cualquier ISR.

Las unidades de interfaz en el conmutador central de este proyecto están distribuidas del siguiente modo.

Posición	No rack (ISR)	Tipo de interfaz	Uso
0-15	1	BSIU	Interfaces de radiobase
16-29	2	BSIU	Interfaces de radiobase
30-31	2	-----	Interfaces de futuras radiobases
32-47	3	-----	Interfaces de futuras radiobases
48	4	CPIU	Despachador para centro de control
49	4	CPIU	Despachador para taller de mantenimiento.
50-63	4	-----	Para futuros despachadores

En la figura 9 se muestra el diagrama de bloques simplificado de una IU



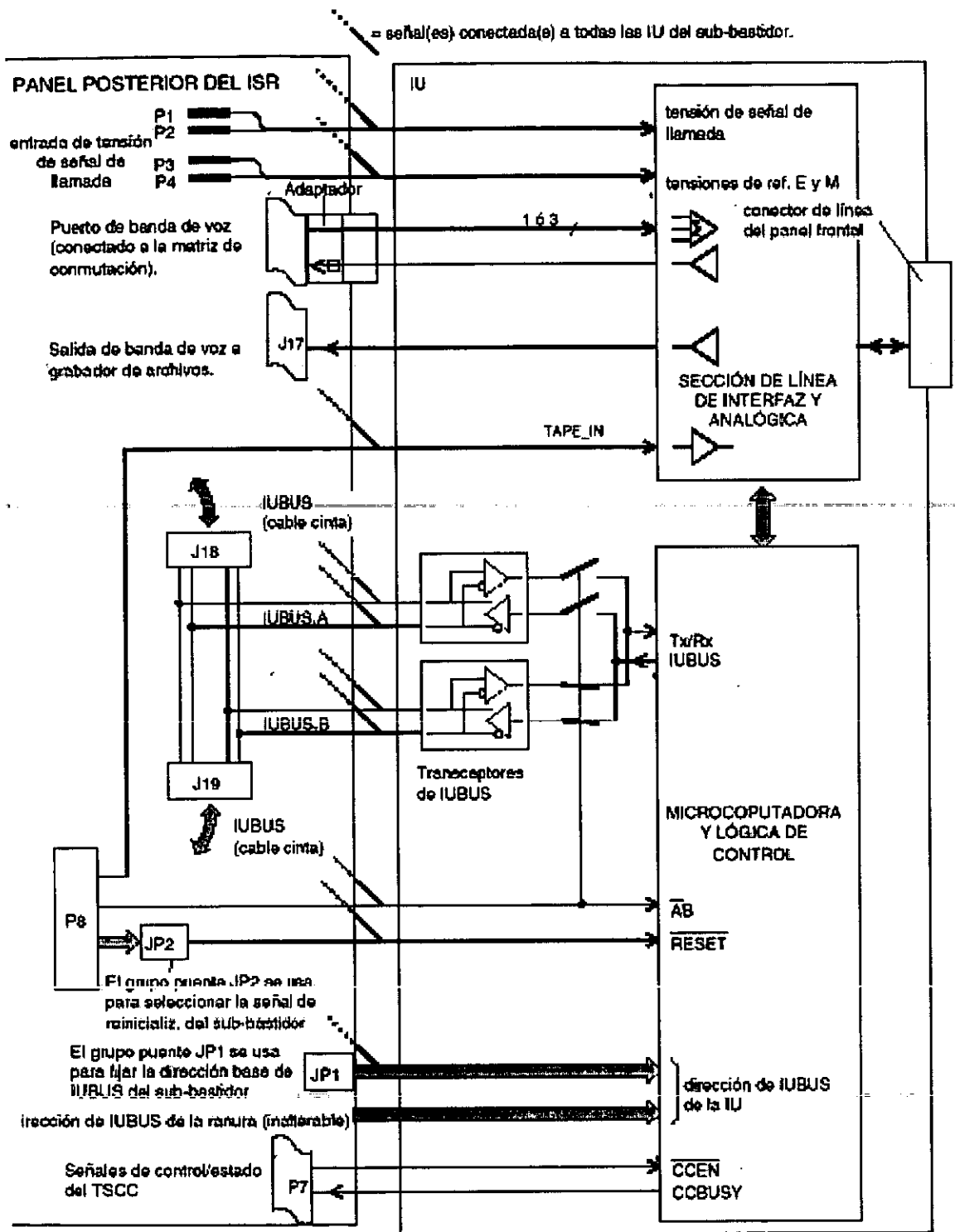


Figura 9. Diagrama a bloques de una unidad de interfaz UI

### III.1.7 LISTA DE COMPONENTES DEL CONMUTADOR.

A contuniación se presenta una lista de las tarjetas del MX64 y su uso:

TARJETA	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD
MX64 LOW	Rack para MX64	1	
CPU	Unidad central de procesamiento de la computadora de operación y mantenimiento	1	OMC
CPU 386	Unidad central de procesamiento de la computadora de control de llamadas	2	CCC
SERO	Unidad de interfaz serial de salida	3	CCC OMC
MBIF	Unidad de interfaz del bus de mensajes	3	CCCA, CCB OMC
DMAD	Unidad de interfaz de acceso directo a memoria	1	OMC
SWU	Unidad de conmutación	4	UNIDAD CONMUTACION
RWU	Unidad de lectura/escritura	3	OMC
CCU	Unidad de reloj	1	OMC
IBC	Controlador del bus de interfaces	2	CCC
TSP	Panel de prueba	1	
MSU MX/SX	Unidad de selección manual de computadora de control de llamadas	1	OMC
RAM	Unidad de memoria RAM	1	OMC
ROM	Unidad de memoria ROM de la computadora de control de llamadas	2	CCCA CCCB
ROM (OMC)	Unidad de memoria ROM de la computadora de control de llamadas	1	OMC
FDU	Unidad de discos flexibles	1	OMC
HDD 2.4G	Disco duro de 2.4G	2	OMC
BSIU	Unidad de interfaz de la estación base	30	UNIDAD DE INTERFASES
CPIU	Unidad de interfaz del punto de control	4	UNIDAD DE INTERFASES
VDU GB	Unidad de video	1	
PSU 48	Unidad de alimentación de fuentes de energía entrada -48v	1	
FUENTE ENER 12V		4	
FUENTE ENER 5V		4	

EL MX MUESTRA SOLO ALGUNAS UNIDADES DE INTERFAZ, NO EL NÚMERO MÁXIMO (64)

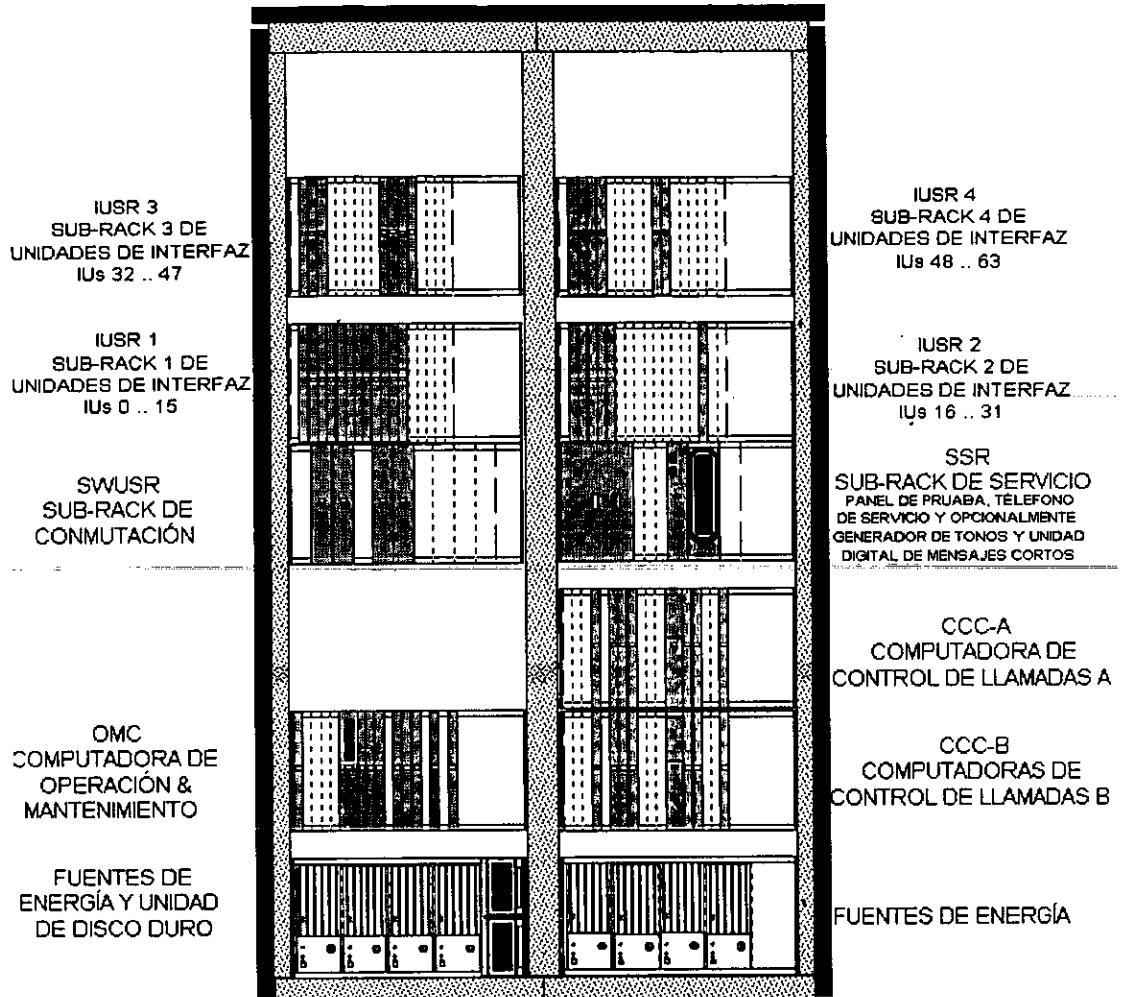


Figura 10. Conmutador central MX64.

## **III.2. CONFIGURACIÓN DE SITIOS DENTRO DEL CONMUTADOR**

### **III.2.1 CONCEPTO DE SITIO**

Literalmente, es el lugar donde está situada la estación base. En el contexto de roaming y voting. Este término también se usa para designar el área de cobertura de la estación base, que puede ser idéntica a la celda, pero no necesariamente. En el contexto de la operación del canal de control, es conveniente equiparar sitio con la estación base ubicada en el sitio.

Por lo tanto, un sitio debe entenderse como una estación base lógica, que está disponible para el móvil cuando el móvil está dentro de la cobertura de esa estación base.

Para dar de alta un sitio dentro del conmutador central, es necesario definir los siguientes parámetros:

#### **III.2.1.1 NOMBRE DEL SITIO.**

Un nuevo nombre nemónico exclusivo para el sitio que se va a agregar a la base de datos del conmutador central.

1 a 16 caracteres (sólo letras mayúsculas o dígitos) El nombre nemónico debe comenzar con una letra (A...Z).

#### **III.2.1.2 TIPO DEL SITIO.**

Esta definición determina la estrategia del canal de control usada en el sitio y las posibles prestaciones adicionales: cambio periódico de CCIU y configuración de baja potencia.

Para este proyecto se configuro un canal de control dedicado (DED).

#### **III.2.1.3 AREA DE REGISTRO.**

Nombre nemónico de hasta 16 caracteres (sólo letras mayúsculas o dígitos). El nombre debe comenzar con una letra (A...Z).

El nombre puede ser, o bien un nombre nuevo, o bien el nombre de un área de registro previamente definido para esta MX.

El nombre nemónico define la denominada área de registro a la que pertenece el sitio. Cuando un terminal móvil hace roaming entre sitios que pertenecen a la misma área de registro, no necesitará volver a registrarse. Las llamadas a la terminal móvil se señalarán por los canales de control de todos los sitios que pertenezcan a la misma área de registro.

En el caso de sitios de tiempo compartido, el área de registro siempre es equivalente al área de tiempo compartido, es decir, el grupo de hasta 8 sitios que comparten un canal de control común. No se pueden incluir otros sitios.

Para este proyecto cada sitio tiene un area de registro distinta ya que para realizar la funcion de hand over es necesaria esta característica, las areas de registro se dieron de alta con el mismo nombre que los sitios.

#### **III.2.1.4 CODIGO DE SISTEMA (SYSCODE).**

1...7FFFH

Número hexadecimal que define el código de identidad del sistema de 15 bits usado en la señalización del canal de control en el sitio.

Esta entidad se especifica en el estándar británico de señalización PMR, conocido como MPT 1343. Se puede configurar un sistema Actionet para que use o bien la disposición exacta del código SYS del MPT 1343 o bien una estructura de campo personalizada, dependiendo de las necesidades locales. Para este proyecto se utilizó un código de 4 dígitos.

### **III.2.1.5 TIPO DE UNIDAD DE CANAL.**

El tipo de unidad de canal determina si está explotada o no la posibilidad de sintonizar las unidades de canal de la estación base en diferentes frecuencias mediante el software del conmutador central. Se puede escoger entre la configuración de frecuencia fija y frecuencia ágil.

#### **FF FRECUENCIA FIJA**

Si el tipo de unidad de canal es de "frecuencia fija", cada unidad de canal de la estación base es capaz de operar en una sola frecuencia de canal.

En lo que respecta al hardware, las unidades de transceptores de radio de la estación base son siempre de frecuencia ágil y se pueden sintonizar en diferentes frecuencias (1024). La limitación real que requiere el uso de esta estrategia reside en el tipo de combinador TX en uso en la estación base. Por ejemplo, si se usa un combinador de cavidad, habitualmente los límites referentes a los rangos reales de frecuencias de TX que se pueden combinar con la antena de salida, son mayores que en el caso del denominado combinador híbrido.

Usar unidades de canal de frecuencia fija afecta el funcionamiento del sistema en caso de fallar la BSIU o la unidad de canal. En concreto, si falla la unidad de canal de control activo de un sitio de estación base, se asignará una frecuencia de canal de control diferente, a menos que exista un par de unidades BSIU-LIC de repuesto con la frecuencia correcta.

De igual forma, si se usa el cambio periódico de CCIU con unidades de canal de frecuencia fija, la frecuencia del canal de control activo también cambia cada vez, a menos que exista un par de BSIU-LIC de repuesto. La excepción es el canal de control de tiempo compartido en el que la frecuencia no cambia.

#### **FA FRECUENCIA ÁGIL**

Si el tipo de canal es de "frecuencia ágil", los canales que se pueden emplear en el sitio no están asociados a ninguna unidad de canal en particular.

Una unidad de canal se puede sintonizar en cualquier canal asignado al sitio. Una ventaja de la agilidad de frecuencias es que no es necesario cambiar la frecuencia del canal de control de un sitio cuando se presenten fallas en la BSIU o en la unidad de canal.

De la misma forma, cuando se usa el cambio periódico de CCIU con unidades de canal de frecuencia ágil, la frecuencia del canal de control no se cambia cuando se produce el cambio de IU. Se ordena al nuevo par BSIU-unidad de canal que funcione por el antiguo canal de control.

Este tipo de unidad de canal también permite el uso completo de la llamada "gestión dinámica de canales", donde los sitios colindantes interferentes pueden compartir canales comunes. Los canales que están disponibles para cada sitio en cada momento se determinan dinámicamente según las necesidades del tráfico.

Los canales se asignan para usarse en los sitios donde se solicitan y, mientras tanto, se bloquea su uso en los sitios interferentes.

Es evidente que cuando se usa un tipo de unidad de canal de frecuencia ágil, hay que asegurarse de que el combinador de la estación base que se usa es tal que la posible resintonización de la unidad de canal en otra frecuencia no produzca pérdidas excesivas u otros problemas no deseados en la etapa del combinador.

Esto sólo es posible cuando el combinador de la estación base es tipo híbrido, o se configura un rango restringido de frecuencias, para que el tipo de combinador siga siendo capaz de gestionar las situaciones resultantes.

Para este proyecto se utilizaron combinadores híbridos y se configuró con frecuencia ágil.

### III.2.1.6 LONGITUD DE LA COLA DE ESPERA DEL CANAL DE TRÁFICO.

0 ... 254

Éste es un parámetro opcional. Se puede usar para definir la máxima cantidad de llamadas que pueden permitirse al mismo tiempo en la cola de espera para un canal de tráfico de este sitio. Si se excede la longitud de la cola de espera, no se permite poner más llamadas en cola de espera y fallan los intentos de llamada.

Por defecto, no se define ninguna longitud de cola de espera específica para cada sitio. Por lo tanto, la central controla la cola de espera de forma dinámica.

Se permite que los intentos de llamada sean puestos en cola de espera siempre que lo permita el vencimiento del temporizador de cola de espera.

El parámetro no es válido para un sitio de relleno o un sitio no dedicado.

En el caso de un sitio con múltiples canales de control, la longitud de la cola de espera definida para el sitio maestro es aplicable a la totalidad del sitio.

### III.2.1.7 ATRIBUTO DE CANALES EXCLUSIVOS

El atributo de canales exclusivos permite usar canales de tráfico secundarios como canales exclusivos.

En los sitios en los que el atributo no está habilitado, los canales de tráfico secundarios (STC) se usan normalmente y no se encuentran disponibles canales exclusivos en ese sitio.

### III.2.1.8 LISTADO DE LOS SITIOS DEFINIDOS EN ESTE PROYECTO.

En la siguiente tabla se muestra como se configuraron los sitios de las 8 radiobases.

SITIO (SITE)	AREA DE REGISTRO (REGISTRATION AREA)	TIPO (TYPE)	TIPO DE UNIDAD DE CANAL (CHANNEL UNIT TYPE)	CODIGO DE SISTEMA (SYSCODE)	LONGITUD COLA DE ESPERA (QUEUE LENGHT)
BUENAVISTA	BUENAVISTA	DEDICADO	AGIL	4241	5
TEPITO	TEPITO	DEDICADO	AGIL	4261	5
SANLAZARO	SANLAZARO	DEDICADO	AGIL	4271	5
OCEANIA	OCEANIA	DEDICADO	AGIL	4281	5
CONTINENTES	CONTINENTES	DEDICADO	AGIL	4291	5
MUZQUIZ	MUZQUIZ	DEDICADO	AGIL	42A1	5
PLAZA	PLAZA	DEDICADO	AGIL	42B1	5
TALLERES	TALLERES	DEDICADO	AGIL	42C1	5

### III.3 CONFIGURACIÓN DE LAS ESTACIONES BASE..

Una vez configurados los sitios dentro del sistema del conmutador central es necesario definir una estrategia de uso de los canales como se definió en el capítulo II.3, para definir estos parámetros es necesario definir 3 parámetros que son: el sitio, el número de canal y el tipo de canal, cabe mencionar que en esta configuración no es posible usar un mismo canal con distinto tipo en 2 sitios, en la siguiente tabla se muestra como fueron configurados estos canales en este proyecto.

SITIO	No CANAL	TIPO DE CANAL
BUENAVISTA	2	PCC
BUENAVISTA	3	TCCC
BUENAVISTA	4	TCCC
TEPITO	1	PCC
TEPITO	3	TCCC

TEPITO	4	TCCC
SANLAZARO	2	PCC
SANLAZARO	3	TCCC
SANLAZARO	4	TCCC
OCEANIA	1	PCC
OCEANIA	3	TCCC
OCEANIA	4	TCCC
CONTINENTES	2	PCC
CONTINENTES	3	TCCC
CONTINENTES	4	TCCC
MUZQUIZ	1	PCC
MUZQUIZ	3	TCCC
MUZQUIZ	4	TCCC
PLAZA	2	PCC
PLAZA	3	TCCC
PLAZA	4	TCCC
TALLERES	1	PCC
TALLERES	5	TCCC

### III.3.1 CONFIGURACIÓN DE INTERFACES PARA LAS RADIOBASES.

Una vez definidos los sitios y sus canales es necesario definir las unidades de interfaz (BSIU) que serán usadas en cada sitio (el número de interfaz), en la siguiente tabla se muestra como fueron configuradas las interfaces dentro del conmutador MX64.

No UNIDAD DE INTERFAZ (BSIU)	SITIO
0	BUENAVISTA
1	BUENAVISTA
2	BUENAVISTA
3	TEPITO
5	TEPITO
5	TEPITO
6	TEPITO
7	SANLAZARO
8	SANLAZARO
9	SANLAZARO
10	SANLAZARO
11	OCEANIA
12	OCEANIA
13	OCEANIA
14	OCEANIA
15	CONTINENTES
16	CONTINENTES
17	CONTINENTES
18	CONTINENTES
19	MUZQUIZ
20	MUZQUIZ
21	MUZQUIZ
22	MUZQUIZ
23	PLAZA

No UNIDAD DE INTERFAZ (BSIU)	SITIO
24	PLAZA
25	PLAZA
26	PLAZA
27	TALLER
28	TALLER
29	TALLER

### III.4. CONFIGURACIÓN DE ABONADOS

#### SISTEMA DE NUMERACIÓN

Para este proyecto se utilizó el sistema de numeración ANN (Actionet network numbering), con 7 dígitos, para este sistema de numeración todos los números comienzan con el subfijo 7, así todos los números son 7YXXX donde Y es el número de flota, para esta flota se utilizó una sola flota con el subfijo 70. En la siguiente tabla se muestra la asignación de números para los distintos tipos de usuarios.

USUARIO	TERMINAL	NUMERACIÓN
Radios en Trenes	R72	70300-70499
Radios Portátiles	H70	70499-70599
Teléfonos Despachadores	CP3	70200-70299

#### ATRIBUTOS A DEFINIR EN EL CONMUTADOR

##### ATRIBUTOS COMUNES EN RADIOS Y TELEFONOS DESPACHADORES

- PRI, prioridad de la llamada, indica qué facilidades de llamada tendrá la unidad, tiene las siguientes opciones  
E, solo se permiten llamadas de emergencia  
N, solo llamadas de prioridad normal  
H, llamadas normales de emergencia y alta prioridad  
A, llamadas normales de emergencia, alta prioridad y ejecutivas
- NET, acceso a otros conmutadores, tiene las siguientes opciones  
A, permitido  
N, no permitido
- FLE acceso a flotas, tiene las siguientes opciones  
N, no son permitidas llamadas a ninguna flota  
O, llamadas solo a su flota  
S, llamadas a su flota y a flotas seleccionadas  
A, llamadas a todas las flotas
- GRP, llamadas de grupo  
A, permitidas  
N, no permitidas
- CON, llamadas de conferencia  
A, permitidas  
N, no permitidas
- MOD, llamadas de modem  
A, permitidas



N, no permitidas

- SHD, llamadas de mensajes cortos  
A, permitidas  
N, no permitidas
- EDC, llamadas de mensajes largos  
A, permitidas  
N, no permitidas
- PABX, llamadas a la red privada PABX  
A, permitidas  
N, no permitidas
- PSTN, llamadas a la red conmutada PSTN  
F, sin acceso  
L, solo llamadas locales  
R, restringido solo llamadas nacionales  
N, llamadas nacionales permitidas  
I, llamadas internacionales permitidas
- DIV, desvio de llamadas  
A, permitidos  
N, no permitidos

#### **ATRIBUTOS PROPIOS DE RADIOS**

- DPL, llamadas duplex  
A, permitidas  
N, no permitidas
- MAD, transferencia de llamadas  
Y, permitidas  
N, no permitidas
- SMB, correo de status  
A, permitidas  
N, no permitidas
- RUC, categoria de radio  
A, no tiene derecho a hacer llamadas de hand over  
B, llamadas de handover dentro de su propia flota para radios de tren  
C, llamadas de handover dentro de su propia flota para radios portátiles  
D, llamadas de handover dentro de su flota y hacia otras flotas con radios de trenes y portátiles  
X, el usuario no es permitido a llamadas de handover ni usar canales en zonas de interferencia

#### **ATRIBUTOS PROPIOS DE TELÉFONOS DESPACHADORES**

- OPE, llamadas de canal abierto  
A, permitidas  
N, no permitidas
- CTR, transferencia de llamadas

A, permitidas  
N, no permitidas

- MON, monitoreo de unidades de interface  
A, permitidas  
N, no permitidas
- INT, intervención de llamadas  
A, permitidas  
N, no permitidas

### III.4.1 CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS EMBARCADOS EN LOS TRENES.

En los trenes fueron instalados radios Nokia R72 y se dieron de alta en el conmutador central con los siguientes atributos:

ATRIBUTO	DESCRIPCION	VALOR	DESCRIPCION
PRI	Prioridad de llamada	A	Todas las llamadas permitidas
NET	Acceso a otros conmutadores	A	Permitido
FLE	Acceso a flotas	A	Llamadas a todas las flotas
GRP	Llamadas a grupos	A	Permitidas
CON	Llamadas de conferencia	A	Permitidas
MOD	Llamadas de modem	N	No Permitidas
SHD	Llamadas de mensajes cortos	A	Permitidas
EDH	Llamadas de mensajes largos	A	Permitidas
PABX	Llamadas a la red PABX	N	No Permitidas
PSTN	Llamadas a la red conmutada	N	No Permitidas
DIV	Desvio de llamadas	A	Permitidas
DPL	Llamadas duplex	A	Permitidas
MAD	Transferencia de llamadas	A	Permitidas
SMB	Correo de llamadas de estado	N	No Permitidas
RUC	Categoría de radio	D	Llamadas de handover dentro de su flota y hacia otras flotas con radios y trenes portátiles

### III.4.2 CONFIGURACIÓN DE LOS RADIOS PORTÁTILES.

Para los radios portátiles Nokia H70 dados de alta en el conmutador central se configuraron los siguientes atributos:

ATRIBUTO	DESCRIPCION	VALOR	DESCRIPCION
PRI	Prioridad de llamada	A	Todas las llamadas permitidas
NET	Acceso a otros conmutadores	A	Permitido
FLE	Acceso a flotas	A	Llamadas a todas las flotas
GRP	Llamadas a grupos	A	Permitidas
CON	Llamadas de conferencia	A	Permitidas
MOD	Llamadas de modem	N	No Permitidas
SHD	Llamadas de mensajes cortos	A	Permitidas
EDH	Llamadas de mensajes largos	A	Permitidas
PABX	Llamadas a la red PABX	N	No Permitidas
PSTN	Llamadas a la red conmutada	N	No Permitidas
DIV	Desvio de llamadas	A	Permitidas
DPL	Llamadas duplex	N	No Permitidas

MAD	Transferencia de llamadas	A	Permitidas
SMB	Correo de llamadas de estado	N	No Permitidas
RUC	Categoría de radio	D	Llamadas de handover dentro de su flota y hacia otras flotas con radios y trenes portátiles

### III.4.3 CONFIGURACIÓN DE LOS PUESTOS DE CONTROL.

Para los teléfonos despachadores o puestos de control CP3 dados de alta en el conmutador central se configuraron los siguientes atributos:

ATRIBUTO	DESCRIPCION	VALOR	DESCRIPCION
PRI	Prioridad de llamada	A	Todas las llamadas permitidas
NET	Acceso a otros conmutadores	A	Permitido
FLE	Acceso a flotas	A	Llamadas a todas las flotas
GRP	Llamadas a grupos	A	Permitidas
CON	Llamadas de conferencia	A	Permitidas
MOD	Llamadas de modem	N	No Permitidas
SHD	Llamadas de mensajes cortos	A	Permitidas
EDH	Llamadas de mensajes largos	A	Permitidas
PABX	Llamadas a la red PABX	N	No Permitidas
PSTN	Llamadas a la red conmutada	N	No Permitidas
DIV	Desvío de llamadas	A	Permitidas
OPE	Llamadas de canal abierto	A	Permitidas
CTR	Transferencia de llamadas	A	Permitidas
MON	Monitoreo de unidades de interface	N	No Permitidas
INT	Intervencion de llamadas	A	Permitidas

### III.5 FACILIDADES DEL SISTEMA.

A continuación se listan las facilidades adquiridas con este sistema.

<b>FACILIDAD</b>	<b>INSTALADA</b>
Llamada de conferencia	Si
Llamadas de canal abierto	Si
Mensajes cortos y extendidos	Si
Verificación de seguridad	No
Verificación de suscripción de área	Si
Canal de control no dedicado	Si
Ubicación de canales dinámicos	Si
Desvío de unidades de radio	Si
Estaciones base con fallback	No
Llamadas de grupo con prioridad	No
Números de emergencia a flotas específicas	Si
Canales de relleno	No
Transferencia de llamadas de móviles	Si
Conversión de numeros PSTN/PABX	No
Vinculación de parámetros para MX/SX	No
Monitoréo de fallas en canal de control.	No
Base de datos extendida para subscriptores.	Si
Conexiones habilitada de RIH	No
Canal de control múltiple.	No
Conexión a una red integrada SX	No
Re-enrutamiento de larga distancia para PSTN	No
Monitoreo del canal de control cargado	No
Temporizador para llamadas a flotas específicas	No
Canales de tráfico exclusivos	Si
Llamadas a grupos dinámicamente definidos	Si
Canal de contro con tiempo compartido	No

## III.6 CONDICIONES ELÉCTRICAS Y AMBIENTALES REQUERIDAS POR EL CONMUTADOR.

### III.6.1 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

La Figura 11 se muestra el diagrama de bloques del subsistema de alimentación usado en el conmutador MX64

El par de cables de alimentación principal (0V y -48V) desde las baterías debe ser encaminado a la central a través de un cuadro de fusibles y un interruptor principal externo. La alimentación debe ser con positivo a tierra en el punto de puesta a tierra común de la sala de baterías, como muestra en la Figura 11.

Cada bastidor del conmutador está equipado con fuentes de alimentación (PWS) duplicadas de 5V y 12V. El término 'duplicadas' significa que el voltaje de salida se obtiene conectando las salidas aisladas por diodo de dos fuentes de alimentación idénticas en paralelo. Si una de estas fuentes falla, la otra continúa alimentando al conmutador y, gracias a las salidas aisladas por diodo, no se ve afectada por la fuente fallada. Cada fuente es capaz de satisfacer los requerimientos de alimentación del bastidor a la tensión de salida correspondiente por sí misma.

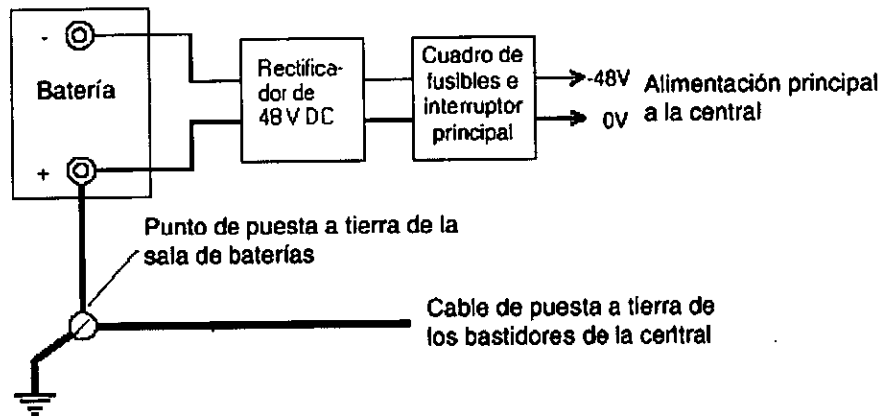


Figura 11. Circuito de puesta en tierra del conmutador MX64

### III.6.2 CONSUMO DE ENERGÍA.

La cantidad de energía consumida por la central en total depende del tipo de de la cantidad y los tipos de IU instaladas. En el caso del MX64 el consumo es de 540W, esta estimación corresponde al conmutador equipado con un complemento completo de los tipos de IU que mconsumen más energía y las mismas constituyen las estimaciones del caso más extremo. Las cifras se han calculado sobre el supuesto de que las fuentes de alimentación instaladas en el conmutador operan con una eficiencia del 80% (es decir que el 20% de la alimentación rovista a la central se disipa en forma de calor en las fuentes de alimentación).

### III.6.3 FUENTES DE ALIMENTACIÓN.

Las fuentes de alimentación son reguladores conmutados con corriente limitada diseñados para operar a partir de unavoltaje de entrada dentro del rango 40-70 VDC. La potencia nominal de salida de cada fuente de 5V es 200W para la salida de +5V y 25W para la salida de -5V (aunque un máx. de 200W para toda la fuente). La potencia nominal de salida para cada fuente de 12V es 110W/voltaje de salida.

La **Tabla** muestra las variaciones permitidas en los voltajes de salida de las fuentes de alimentación. La tensión en la salida de +5V ha sido fijada a un nivel levemente mayor (a alrededor de +5,15V) que el nivel nominal. Los niveles de los voltajes de salida vienen preestablecidos de fábrica y no deberían requerir reajuste.

ALIMENTACIÓN	NIVEL DE VOLTAJE
±5V	±5V ±5% @ 5A de corriente de salida
±12V	±12V ±5% @ 2A de corriente de salida

La **Figura 12** muestra la vista frontal de un PWSR con las cuatro fuentes de alimentación instaladas. En el bastidor B del MX, el PWSR n contiene la HDU (Unidad de Disco Duro). El panel frontal de cada fuente de alimentación está equipado con lo siguiente:

- Interruptor de encendido/apagado con guarda del interruptor.
- Interruptor de prueba del circuito de alarma.
- Dos indicadores led (verde y rojo).
- Aletas disipadoras térmicas para refrigeración y orificio para insertar herramienta para remoción de la fuente.
- Etiqueta autoadhesiva de tensión de salida

El interruptor de encendido/apagado se usa para encender y apagar la fuente manualmente (la fuente está encendida cuando el interruptor está hacia arriba).

También funciona como disyuntor automático en el caso de una sobrecarga. La guarda plástica del interruptor no obstruye la operación del disyuntor ni impide la operación del interruptor, sino que impide que la fuente de alimentación sea apagada accidentalmente.

El interruptor de prueba puede usarse para verificar el funcionamiento del circuito de alarma de la fuente de alimentación simulando una sobretensión de salida (esto no afecta la tensión de salida real). Moviendo el interruptor hacia la derecha se simula una sobretensión en la salida positiva, y moviéndolo hacia la izquierda, se simula una sobretensión en la salida negativa. Cuando se apaga la fuente de alimentación (pero la alimentación de entrada aún está conectada) se debería encender el led rojo del panel frontal y el led verde debería permanecer apagado. Cuando se enciende la fuente el led rojo debería apagarse y el led verde encenderse; de lo contrario significa que hay un error en una o ambas tensiones de salida. Al mover el interruptor de prueba hacia la izquierda o hacia la derecha se debería apagar el led verde y encender el led rojo.

Cada fuente de alimentación incorpora una salida de alarma con contacto de relevador que es supervisada por la OMC. Cuando la fuente está funcionando correctamente, los contactos de relevador permanecen abiertos; cuando se produce una falla (o la misma es simulada por el interruptor de prueba) los contactos se cierran.

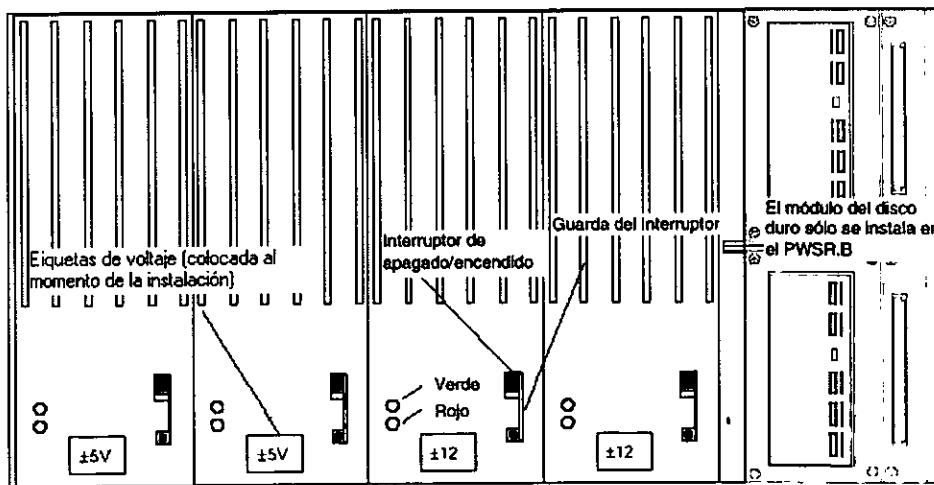


Figura 12

#### **III.6.4 CONDICIONES AMBIENTALES.**

La temperatura ambiente durante la operación debe estar dentro del rango -10...+55 °C, la humedad relativa dentro del rango 5...95 % y la velocidad de variación de la temperatura debe ser menor a 0,5°C/min.

# CAPITULO IV

## DESCRIPCIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DE LAS ESTACIONES BASE.

### IV.1 ARQUITECTURA DE LAS ESTACIONES BASE UTILIZADAS.

El diagrama a bloques funcional, que esencialmente es el mismo para todas las versiones de radiobases se muestra en la Figura 1, las estaciones base instaladas para este proyecto utilizan 4 canales y una antena común para transmisión y recepción.

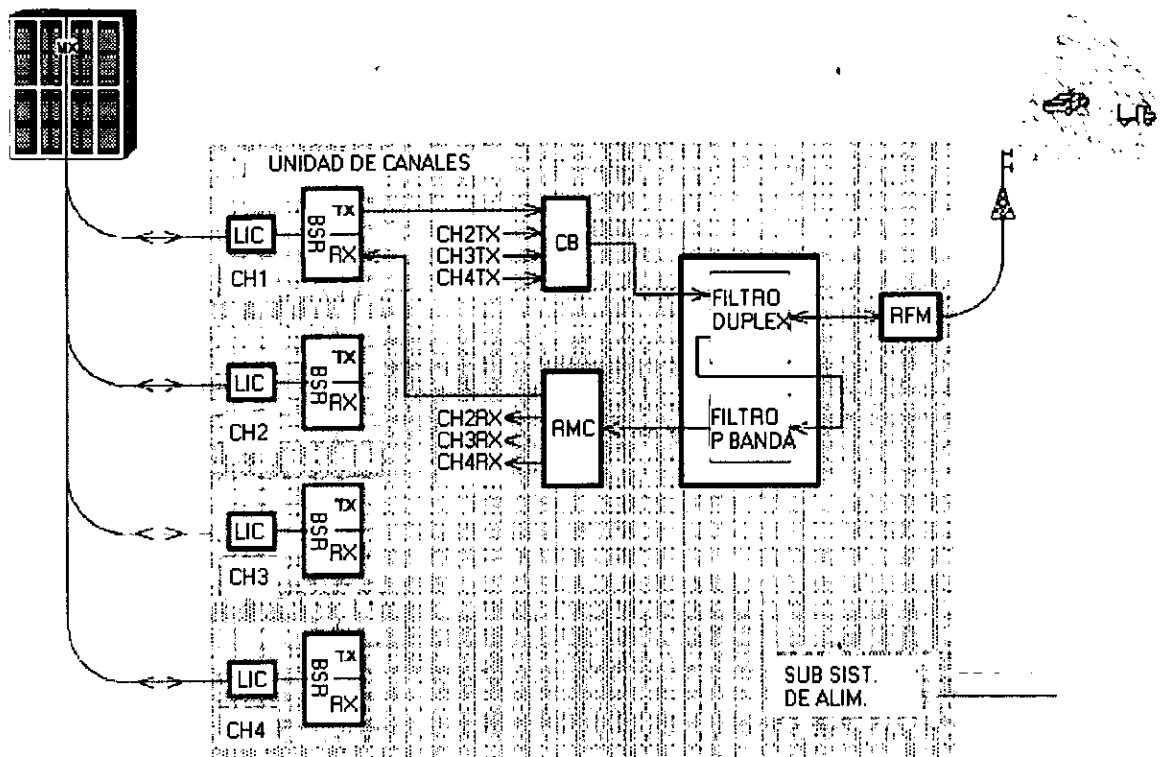


Figura 1 Diagrama a bloques de una estación base de 4 canales y antena común.

La arquitectura de una estación base cuenta con 5 módulos principales:

- Unidad de canales
- Subsistema combinador
- Unidad de medición de RF
- Unidad de Filtro y subsistema de receptor multiacoplador
- Subsistema de fuente de energía.

#### IV.1.1 UNIDAD DE CANALES.

Cada unidad de radio está ligada a una línea separada del MX64 a través de una tarjeta de interfaz llamada LIC (unidad controladora de línea o Line Interface Controller). Cada LIC controla la unidad de radio a la cuál está conectada de acuerdo con los comandos recibidos desde el MX64 (señalización de transmisión, No de canales, etc). La LIC y la



unidad de Radio juntos estan referidos como una unidad de canal. Las señales provenientes del conmutador que seran transmitidas a través del enlace de radio (audio y señalización) se enrutan a través de las tarjetas LIC hacia la entrada del modulador del transmisor de radio. En la direccion opuesta, las señales demoduladas en la banda de voz provenientes del receptor de radio son enrutadas por medio de la LIC hacia el conmutador.

#### IV.1.1.1 UNIDAD CONTROLADORA DE LÍNEA.

La conexión entre las LIC y el conmutador se lleva a cabo mediante una línea de 4 cables que consiste en 2 pares de 600 ohms balanceados, un par para transmitir de la radiobase hacia el MX64 y otro para transmitir del MX64 hacia la radiobase, estos pares llevan señales de voz, señalización FFSK y señales de tonos, en la Figura 3 se muestra un diagrama de coneccion entre la LIC y el conmutador.

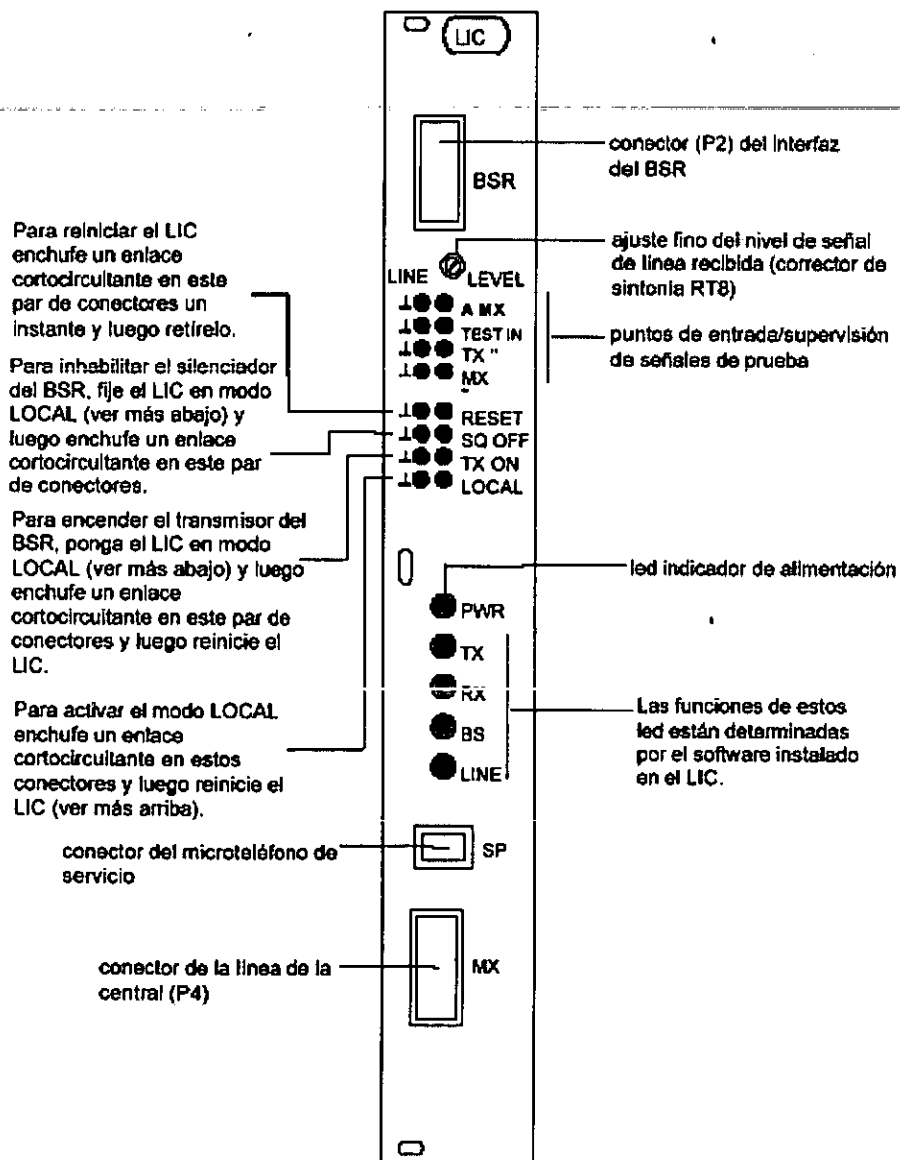


Figura 2. Panel frontal de la tarjeta LIC.

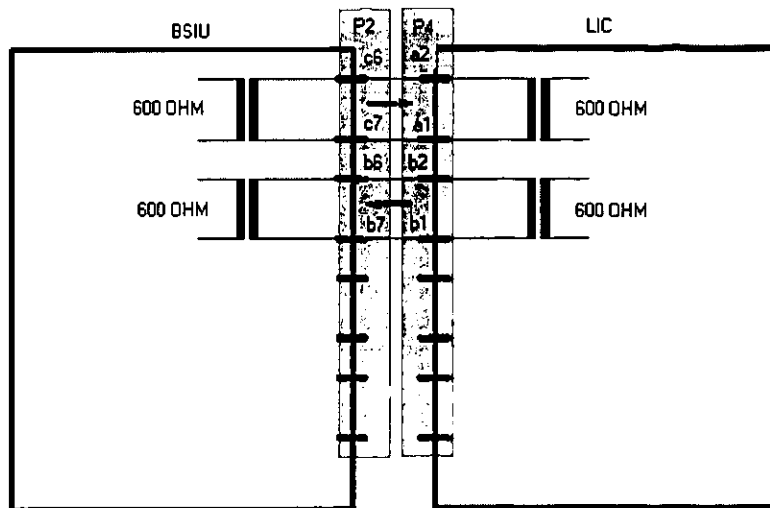


Figura 3. Diagrama de conexión entre el la LIC y el conmutador central.

#### IV.1.1.2 UNIDAD DE RADIO.

Las unidades de radio utilizadas para este proyecto son tranceptores que se encuentran en la banda de 450MHz con un espaciamento entre canales de 12.5 kHz.

El resto de las características de las unidades de radio se listan en la siguiente tabla:

PARAMETRO	DESCRIPCION	VALOR
POTENCIA SALIDA (W)	Esta medición es la salida de la unidad de radio antes de pasar a través del combinador y el duplexor	50W
DESVIACION NOMINAL (kHz)		1.5 kHz $\pm$ 150 Hz
DESVIACION MAXIMA (kHz)		300 Hz - 2550 Hz
APERTURA DE SQUELCH ( $\mu$ V)		1 $\pm$ 0.2 $\mu$ V EMF
SINAD 20 dB ( $\mu$ V)	Es la medida a la cual obtiene una relación señal a ruido de 20 dB	<2.0 $\mu$ V EMF
NIVEL DE AUDIO (dBm)	Cuando se obtiene la relación sinad de 20 dB que nivel de audio se tiene	-11.5 $\pm$ 0.5 dBm
MAXIMO NUMERO DE CANALES		1023
ANCHO DE BANDA		5 MHz
MODO DE OPERACION		Duplex

#### CONTROLES EXTERNOS:

- Control de ajuste de potencia en modo de alta potencia
- Control de ajuste de potencia en modo de baja potencia
- Nivel de squelch del receptor
- Ajuste del filtro

### CARACTERÍSTICAS DEL RECEPTOR:

- Filtro preselector
- Circuito superheterodino de conversión dual
- La primera inyección de frecuencia es producida mediante sintonizador
- La primera IF es de 86.5125 MHz
- La segunda IF es de 455KHz
- Entrada de 50 ohms no balanceados (coaxial)
- Salida de 1ta impedancia no balanceada -6dBu

### CARACTERÍSTICAS DEL TRANSMISOR

- Radiofrecuencia producida por sintetizador
- La frecuencia modulada es producida por un oscilador controlado por voltaje
- El amplificador de potencia contiene 2 transistores en paralelo para tener mas confiabilidad.
- La potencia de salida es controlada automáticamente

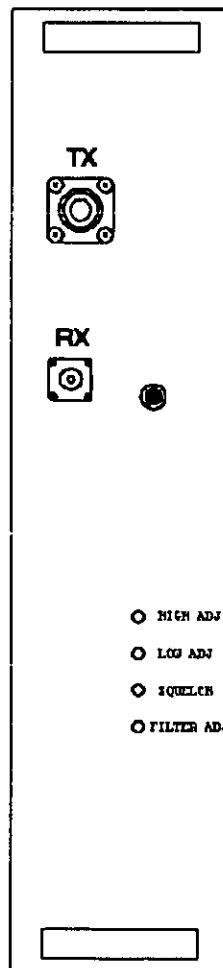


Figura 4. Unidad de radio de las estaciones base.

## IV.1.2 SUBSISTEMA COMBINADOR.

La función del subsistema combinador de la estación base es combinar las señales individuales de radiofrecuencia provenientes de cada unidad de radio para obtener una sola salida para alimentar la antena o cable coaxial, según sea el caso. El combinador también aísla las salidas de los combinadores entre sí reduciendo la generación de productos de intermodulación en las etapas no lineales de salida, de potencia del transmisor. Esto se consigue mediante el uso de aisladores en los puertos de entrada. Para las estaciones base del sistema actionet existen dos tipos de combinadores:

- Combinador Híbrido
- Combinador de cavidad

Para el este proyecto se utilizaron combinadores híbridos.

### IV.1.2.1 COMBINADORES UTILIZADOS EN EL PROYECTO.

Como ya se mencionó para este proyecto fueron utilizados combinadores híbridos, un combinador híbrido consiste de aisladores de canales específicos y filtros supresores de armónicas. Esto es seguido por un circuito híbrido donde la combinación de canales tiene lugar. El aislador consiste de un componente de ferrita que exhibe una atenuación direccional en las frecuencias a las cuales ha sido sintonizado. La señal proveniente de la salida del transmisor pasa a través del aislador con una pequeña atenuación (aproximadamente 1 dB). La atenuación inversa es de 25 dB/etapa, siendo dos etapas de aislamiento las que se utilizan.

Se requiere también de un filtro de supresión de armónicas debido a que los aisladores exhiben un comportamiento ligeramente no lineal en niveles de alta potencia, este también es útil para atenuar las armónicas generadas por el transmisor.

El combinador híbrido viene en versiones de 2 ó 4 canales, para este proyecto se usó el combinador de 4 canales.

En caso de ser necesario, las salidas de 2 combinadores pueden ser combinadas a través de una unidad de extensión de combinadores que consiste en un combinador de dos entradas sin aisladores.

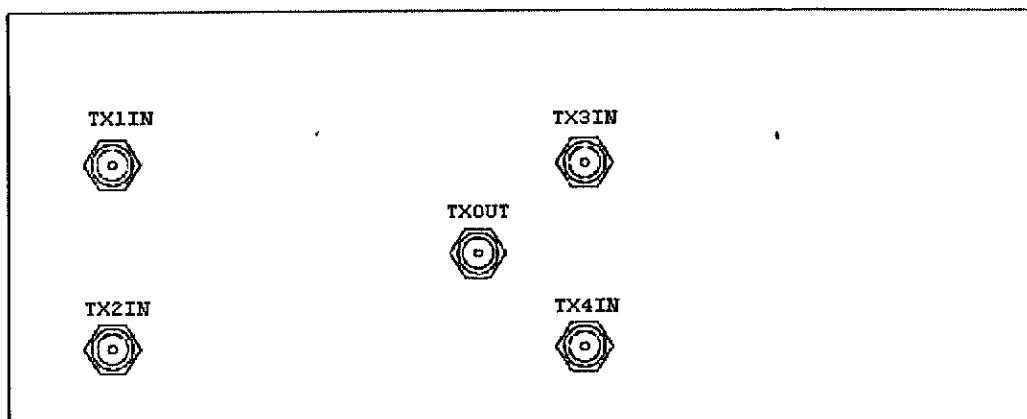


Figura 5. Combinador híbrido utilizado.

### IV.1.3 UNIDAD DE MEDICIÓN DE RF.

La unidad de medición de RF (RFM) monitorea la potencia transmitida hacia la antena y reflejada desde la antena y da una alarma en condiciones de falla, esta unidad también puede ser usada para medir una fuente de potencia externa.

El RFM consiste de un acoplador direccional y circuiteria de medición. La señal de salida del transmisor (o combinador del transmisor) ingresa al RFM por el conector del panel frontal TXIN, pasa a través del conector direccional y sale al cable de la antena a través del conector TXOUT. La potencia de RF que pasa por el acoplador direccional es muestreada y detectada en la sección del medidor calibrado: la lectura del RFM es mas precisa cuando sólo se mide una sola salida del transmisor.

La función y el rango de medición es seleccionable por medio del conmutador rotatorio del panel frontal. Las siguientes son las funciones de medición y supervisión disponibles:

- Medición de potencia transmitida al cable de la antena

El conmutador selector debe indicar uno de los dos ajustes de rango del selector Po. Se debe elegir el ajuste de 30W si se está midiendo un solo transmisor y la escala de 300W si se esta midiendo la salida combinada de varios transmisores.

- Medición de potencia reflejada desde la antena del cable.

El conmutador debe indicar uno de los dos ajustes del selector Pr, 3W, si se está midiendo la salida reflejada de un solo transmisor y 30w si se está midiendo la salida reflejada combinada de varios transmisores.

- medición del VSWR (relación de onda estacionaria)

El RFM supervisa continuamente el VSWR, independientemente del ajuste del conmutador selector de funciones del medidor y genera una alarma si el VSWR es demasiado alto. Hay dos niveles del VSWR que se pueden determinar :

- El nivel ALARM1 se fija durante la instalación para que quede lo más cercano posible del VSWR sin provocar alarma. Esto se hace posible por medio del conmutador rotatorio LEVEL1.

- El nivel ALARM2 se ajusta para emitir una alarma cuando se desconecta o rompe el cable de la antena. Esto se hace por medio del conmutador rotatorio LEVEL2, cuando se dispara esta alarma se ilumina un led rojo ALARM2 y se envia una alarma de indicación a la LIC.

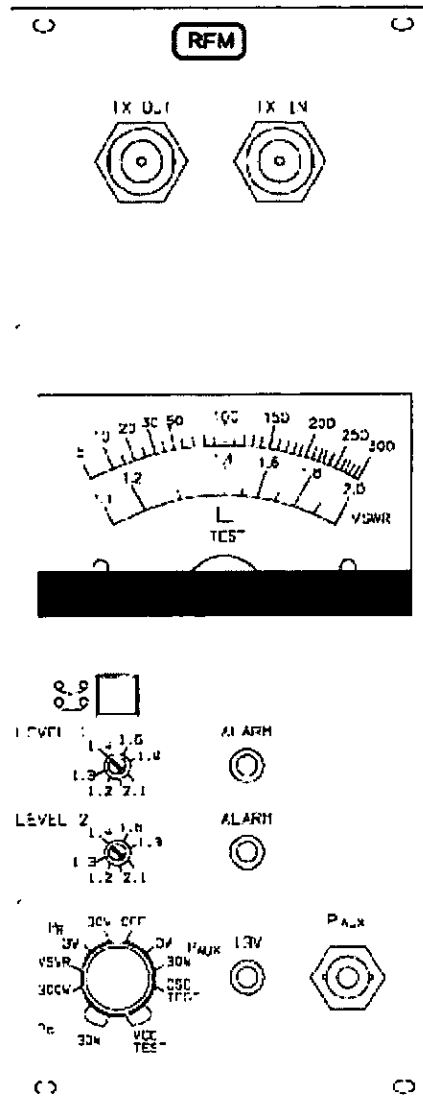


Figura 6. Panel frontal del medidor de RF (RFM)

#### IV.1.4 UNIDAD DE FILTRO.

La función del filtro es limitar el ancho de banda de recepción de la estación base para permitir el paso solo de aquellas frecuencias que son usadas en la estación base y atenuar todas las frecuencias fuera de la banda. Este también aísla las señales transmitidas por la propia estación base.

Debido a las necesidades de este proyecto se utilizaron dos tipos de filtros:

- Filtro pasabanda
- Filtro duplex.

## FILTRO PASABANDA.

El filtro utilizado se colocó delante de el RMC para prevenir este contra sobrecargas porvocadas por señales no deseadas.

Este filtro atenúa las señales transmitidas por la estación base, la banda de atenuación es típicamente de 60 dB.

Las perdidas de inseción de este filtro son lo suficientemente bajas para no degradar la sensibilidad del receptor.

## FILTRO DUPLEX.

El filtro duplex se requiere siempre que exista una antena común para el transmisor y el receptor, su función es combinar la bifurcación del transmisor y el receptor de la estación base.

Este filtro atenúa las fercuencias del transmisor en la bifurcación del receptor y las frecuencias del receptor en la bifurcación del transmisor. La atenuación fuera del ancho de banda es de 60dB.

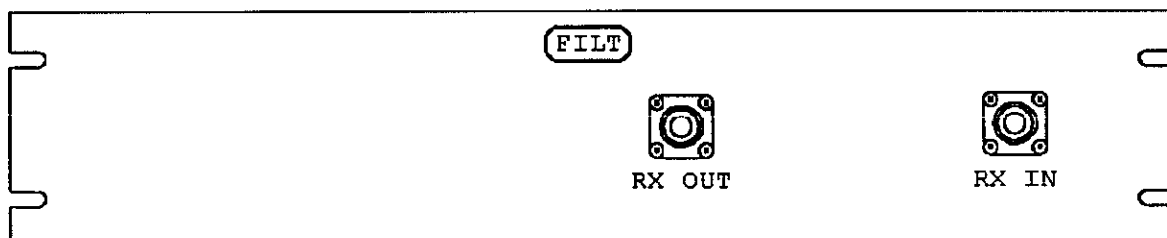


Figura 7. Panel frontal del filtro pasabanda utilizado en este proyecto.

### IV.1.5 RECEPTOR MULTIACOPLADOR (RMC).

La función del receptor multiacoplador es amplificar la señal proveniente de la antena (a través de la unidad de filtro) y dividir en cuatro salidas que son conectadas a las unidades de radio de la estación base. Además de estas cuatro salidas tienes 3 salidas auxiliares para expansión) Las salidas no usadas se deben terminar con resistores coaxiales de 50 ohm.

El RMC contiene un circuito de monitoreo que genera una alarma si la ganancia esta en un valor inadecuado o si falla la alimentación del RMC.

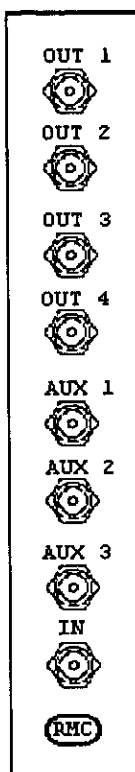


Figura 8. Panel frontal RMC utilizado en este proyecto.

#### IV.1.6 SISTEMA DE FUENTES DE ALIMENTACIÓN.

Para una radiobase con 4 unidades de radio, se tiene una unidad de fuente de alimentación conectada a cada radio, para el caso del resto del rack se tienen las 4 fuentes conectadas por medio de un diodo de protección, así si uno de las fuentes se daña solo queda fuera el radio conectado a esa fuente, sin afectar el rack ni el resto de los radios.

Las fuentes de poder para este proyecto utilizan un voltaje de alimentación de 230 VAC.

#### IV.1.6 UNIDADES DE FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

Cada unidad de alimentación es una fuente conmutada que se alimenta con un voltaje de entrada de 230 VAC  $\pm$  10% .

Cada unidad tiene las siguientes salidas:

+ 5.1 V	$\pm$ 0.1 V
+ 13.3 V	$\pm$ 0.1 V
+ 13.5 V	$\pm$ 0.1 V

Cada fuente incorpora un limitador de corriente, protección contra corto circuito y un monitor del voltaje de entrada y el voltaje de salida que genera alarmas en caso de que los voltajes monitoreados se salgan de los límites permitidos. Las alarmas generadas por las fuentes son las siguientes:



PWRF1

La salida de + 13.5 V ha caído a un valor menor a su mínimo permitido

La salida de + 5.1 V ha caído a un valor menor a su mínimo permitido

PWRF2

La entrada de alimentación ha caído a un valor menor a su mínimo permitido

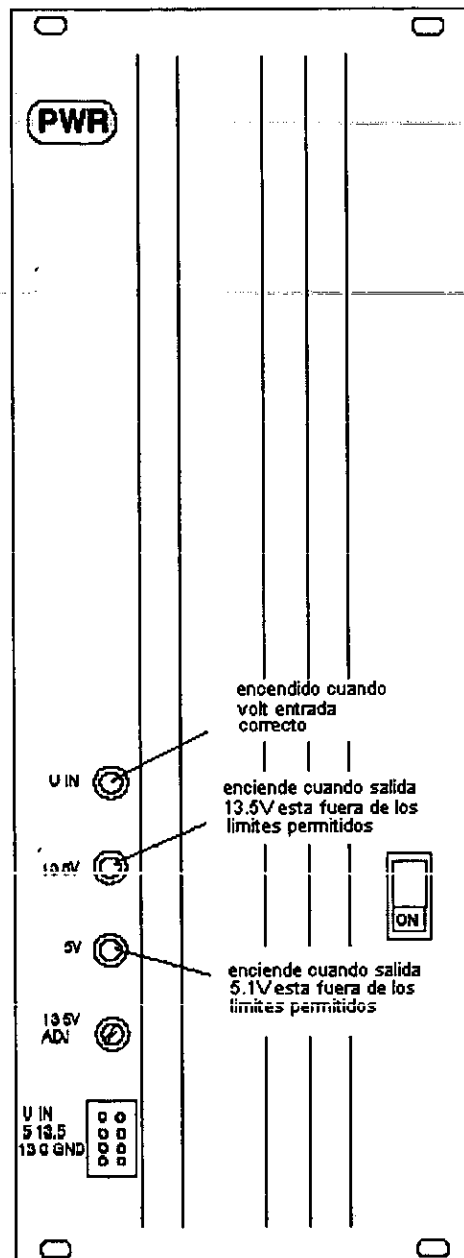


Figura 9. Panel frontal de las fuentes de alimentacion utilizadas en este proyecto

## IV.2 TRANSMISIÓN DE RADIOCANALES EN LAS RADIOBASES.

Como ya se mencionó previamente, para este proyecto se utilizaron 8 radiobases, que dan servicio a 8 zonas de cobertura, en la siguiente tabla se listan las zonas de cobertura y el modo de transmitir las señales de radio:

ZONA DE COBERTURA	TRANSMISION DE RADIO
D	Cable radiax
E	Cable radiax con repetidores de RF en las estaciones garibaldi y guerrero.
F	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cable radiax desde el límite la frontera con la zona E hasta el fin de recorrido subterráneo.</li> <li>- Antena yagi orientada hacia el sur para cubrir 519m de recorrido superficial y elevado de la parte sur de la zona "F"</li> <li>- Antena yagi orientada hacia el norte para cubrir 3187m de recorrido superficial y elevado de la parte norte de la zona "F"</li> </ul>
G	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antena yagi orientada hacia el sur para cubrir 435m de recorrido superficial y elevado de la parte sur de la zona "G"</li> <li>- Antena yagi orientada hacia el norte para cubrir 1514m de recorrido superficial y elevado de la parte norte de la zona "G"</li> </ul>
H	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antena yagi orientada hacia el sur para cubrir 2195m de recorrido superficial y elevado de la parte sur de la zona "H"</li> <li>- Antena yagi orientada hacia el norte para cubrir 1540m de recorrido superficial y elevado de la parte norte de la zona "H"</li> </ul>
I	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antena yagi orientada hacia el sur para cubrir 1920m de recorrido superficial y elevado de la parte sur de la zona "I"</li> <li>- Antena yagi orientada hacia el norte para cubrir 554m de recorrido superficial y elevado de la parte norte de la zona "I"</li> </ul>
J	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antena yagi orientada hacia el sur para cubrir 3409m de recorrido superficial y elevado de la parte sur de la zona "J"</li> <li>- Antena yagi orientada hacia el norte para cubrir 435m de recorrido superficial y elevado de la parte norte de la zona "J"</li> </ul>
K	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antena yagi orientada hacia el norte para cubrir 1745m de recorrido superficial y elevado de la parte norte de la zona "K"</li> </ul>

En la figura 10 se muestra un mapa de la distribución de las radiobases en las zonas de cobertura "D", "E" y "F" así como su modo de transmisión.

En la figura 12 se muestra un mapa de la distribución de las radiobases en las zonas de cobertura "G", "H" e "I" así como su modo de transmisión.

En la figura 13 se muestra un mapa de la distribución de las radiobases en las zonas de cobertura "J" y "K" así como su modo de transmisión.

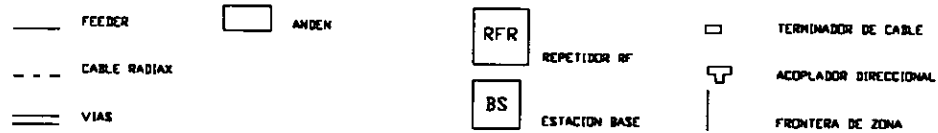
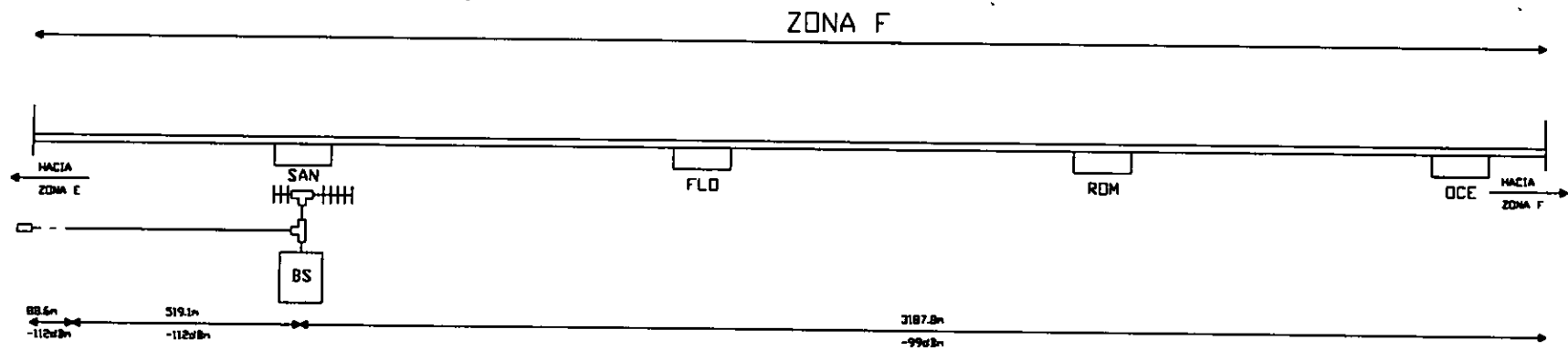
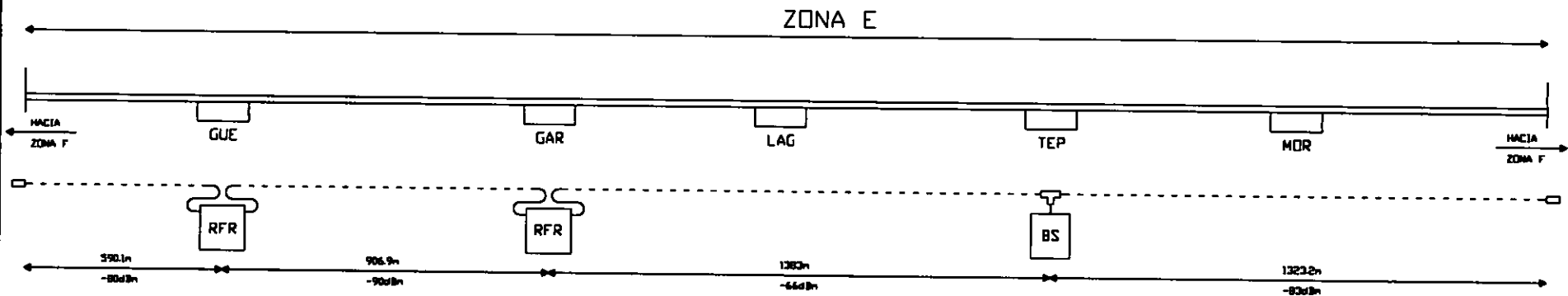
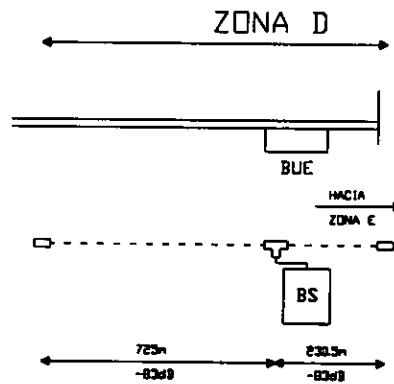
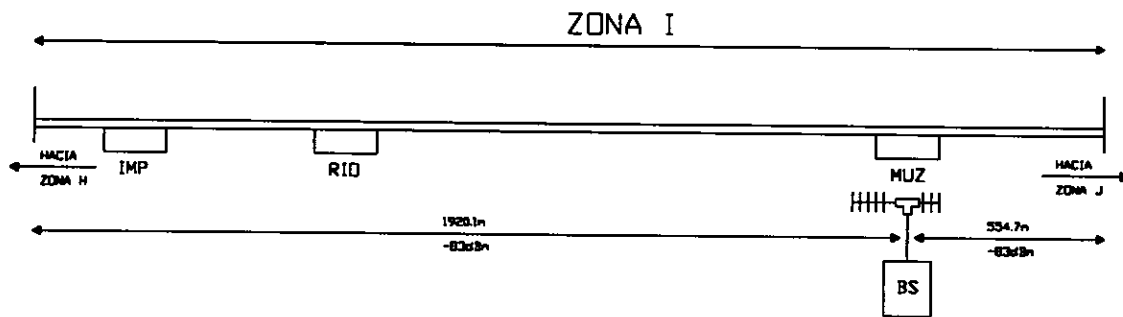
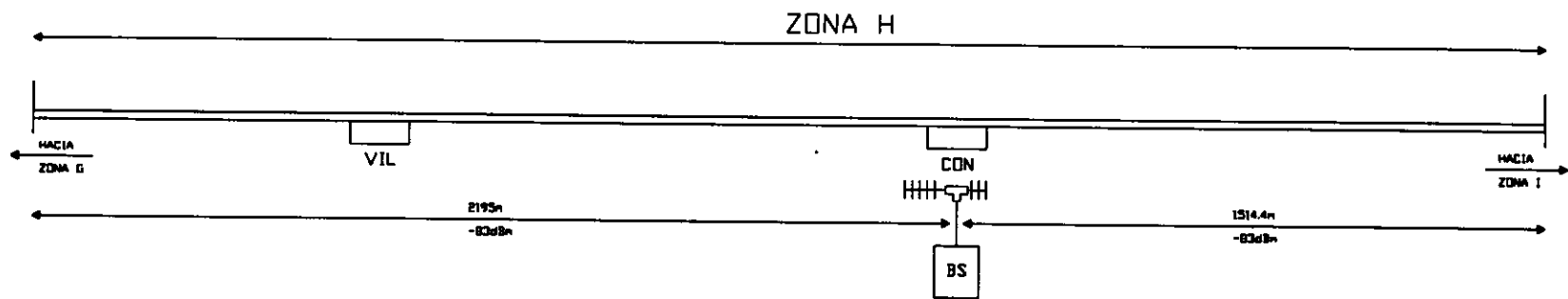
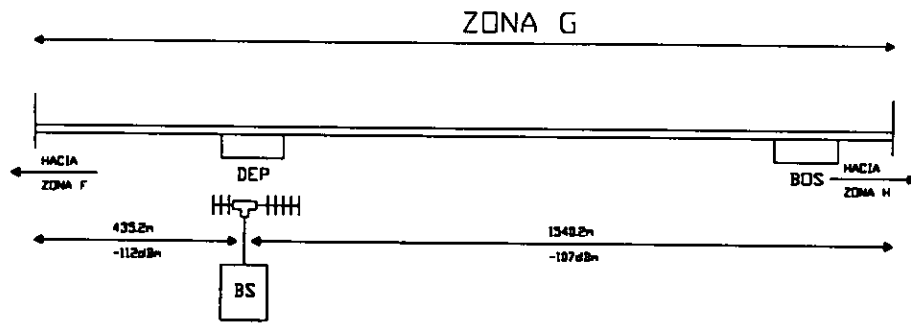


Figura 10 transmisión de RF en las zona "D", "E" y "F"



- FEEDER
- CABLE RADIAX
- == VIAS
- ANDEN
- RFR REPETIDOR RF
- BS ESTACION BASE
- TERMINADOR DE CABLE
- ⌋ ACOPLADOR DIRECCIONAL
- | FRONTERA DE ZONA

Figura 11 transmisión de RF en las zonas "G", "H" e "I"

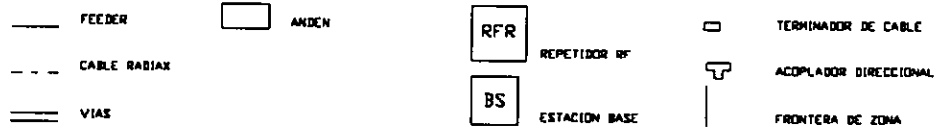
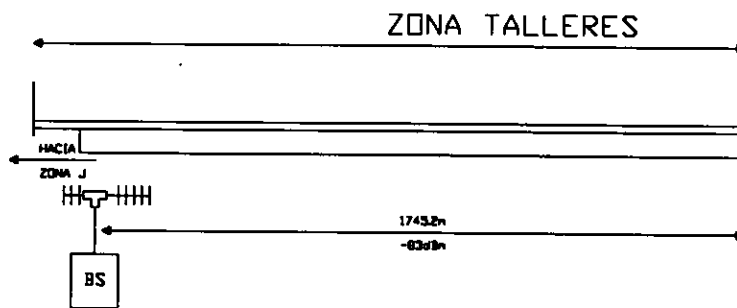
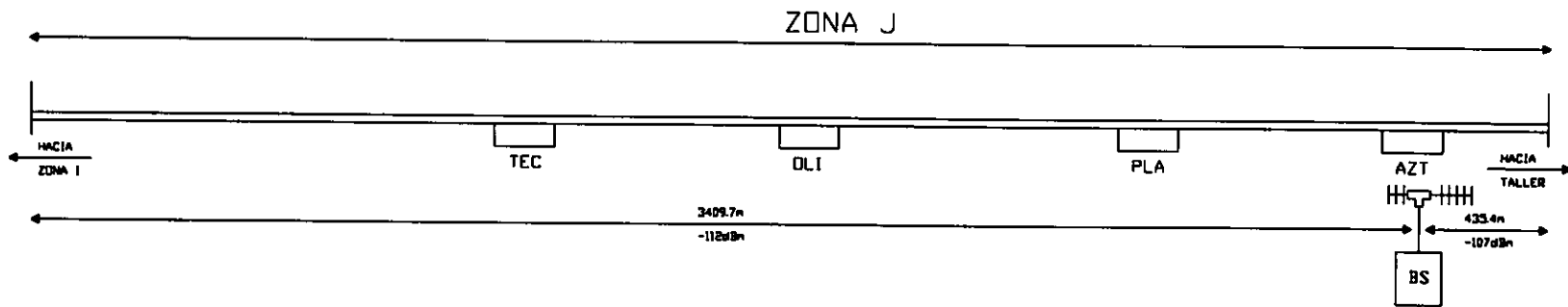


Figura 12 transmisión de RF en las zonas "J" y "K"

### IV.3 TRANSMISIÓN DE RADIOCANALES EN ESTACIONES SUBTERRANEAS.

Toda la sección subterránea utiliza cable radiante. Toda la cobertura es provista usando el cable radiante marca NK Cables modelo RFX78-50. Las características de este cable son las siguientes:

Pérdida por cada 100m @450MHZ	33dB
Pérdida por acoplamiento @2m para el 98%	83dB
Radio de curvatura	500mm

Las pérdidas específicas por acoplamiento se refieren a la atenuación de la señal debido a las pérdidas por espacio libre sobre la distancia mencionada, y a las características de radiación del cable. Esto es solo aplicable cuando el cable esta instalado exactamente como lo recomienda el fabricante.

NK Cables recomienda un mínimo de separación del muro de 10mm. El cable radiante del tipo propuesto, tiene un patrón típico de radiación como se muestra en la Figura 13

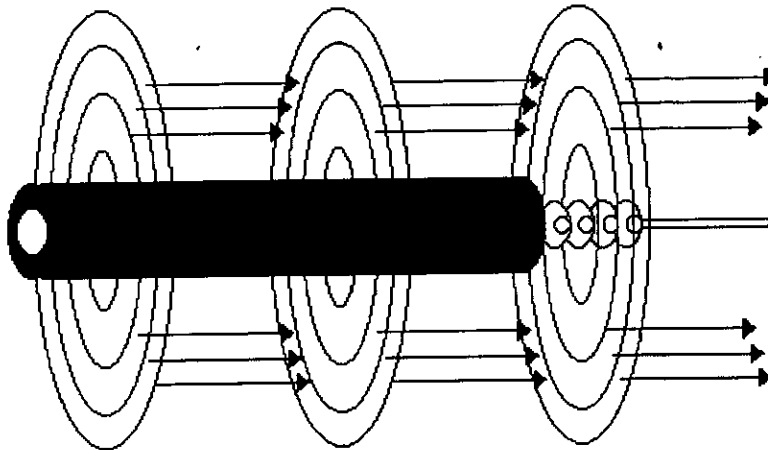


Figura 13. Patrón de radiación del cable radiante

#### EFFECTOS DE LA POSICIÓN DE INSTALACIÓN

La localización de cable radiante tiene un gran efecto en el porcentaje de cobertura esperado. Este sistema ha sido diseñado para cubrir el 95% cuando el cable sea montado a lo largo del túnel centralmente en el techo de éste. El cambio es significativo cuando es montado en un lado como puede verse en la Figura 13:

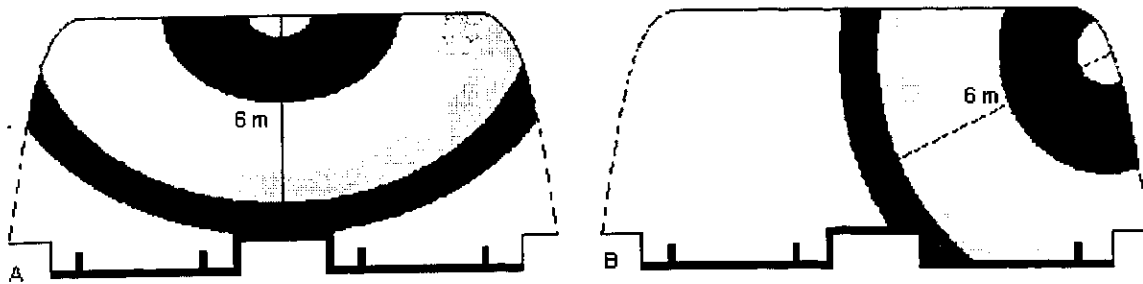


Figura 13. A) radiación ubicando el cable en el centro del techo B) radiación ubicando el cable a un lado del techo.

El dibujo anterior es la representación gráfica de la señal radiada y no indica el nivel real de señal. Sin embargo, se puede ver claramente que cuando el cable es montado en el muro se incrementa la atenuación para las operaciones en el lado distante del túnel, y esto solo se aplica en espacio libre. Cuando una obstrucción, como lo es un tren, viene cerca del cable radiante, se incrementan considerablemente las pérdidas. Con estas bases, el cable debe ser montado centralmente en el techo del túnel, siempre que sea posible.

El cable radiante debe ser cortado y/o terminado de acuerdo a la Figura 10

## **CABLES DE TRANSMISIÓN Y CONEXIÓN**

Todos los equipos deben ser conectados usando jumpers de cable "Superflex" de Ø13mm, terminados con conectores tipo N. Estos jumpers son usados donde no es práctico conectar el cable de transmisión de Ø22mm directamente a la fuente. Esto se determina por diversos factores.

- Cuando el radio del cable se aproxima a la fuente a la que está conectada.
- Durabilidad de los conectores que unen a la fuente.
- Conveniencia.
- Tensión.

Todos los cables de transmisión deben ser "LMR900" Ø22mm terminados con conectores tipo N. Este cable cuenta con las siguientes características:

Pérdida por cada 100m @450MHz	3.61dB
Radio de doblaje	76.2 mm

## INTERCONEXIÓN PARA LA ZONA D

La radiobase instalada en Buenavista alimenta dos secciones de cable radiante como se muestra en la figura 14.

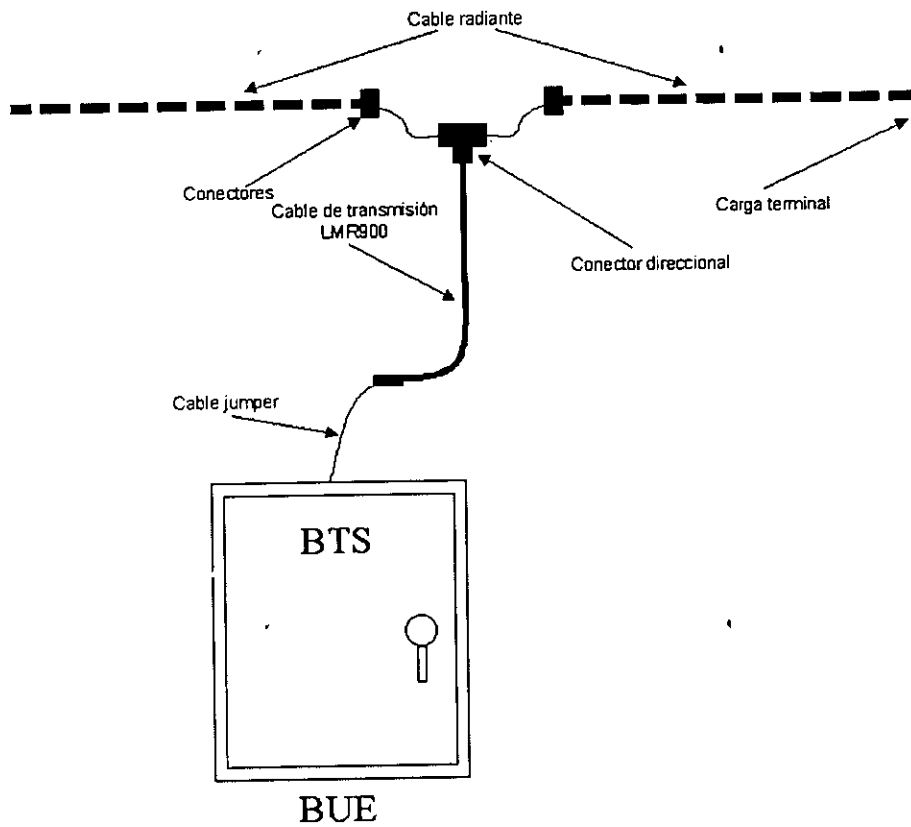


Figura 14. Conexión de cable radiante para la zona D



## INTERCONEXIÓN PARA LA ZONA E.

Debido a la distancia que se requiere cubrir en la zona E (4203m) y a las pérdidas de cable radiante (33dBm) no es posible radiar toda la zona sin el uso de repetidores de RF, por este motivo fue necesario el uso de 2 repetidores, uno en la estación Guerrero y otro en la estación Garibaldi. En la figura 15 se muestran las conexiones de cable radiante para la zona E

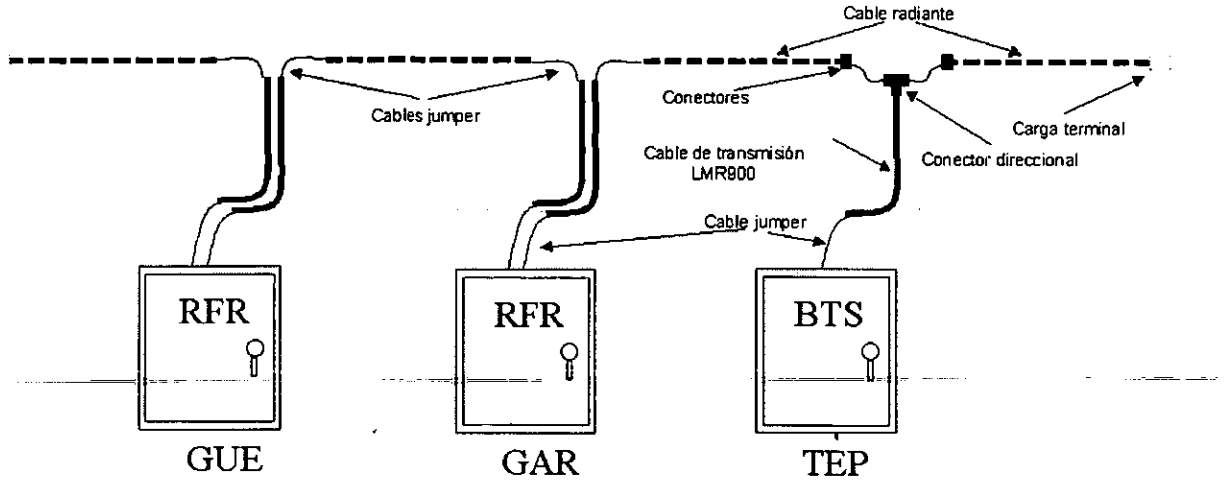


Figura 15. Conexión de cable radiante para la zona E

## INTERCONEXIÓN PARA LA ZONA F.

En la zona F hay requerimientos de cobertura para ambas secciones la elevada y el túnel. Aunque la sección subterránea es solo de 88m, es distinta por que la señal radiada de la antena en San Lazaro debe penetrar dentro del túnel apropiadamente para ofrecer una buena cobertura. El cable radiante debe alimentarse con cable de transmisión desde la estación base en San Lazaro.

Como en este sitio también hay antenas, se utiliza un conector direccional para distribuir la potencia de acuerdo a las necesidades del sistema. Este conector permitirá que la mayor parte de la potencia sea dirigida al cable radiante, y una pequeña parte pase a las antenas. En la figura 16 se muestra la instalación para la zona F

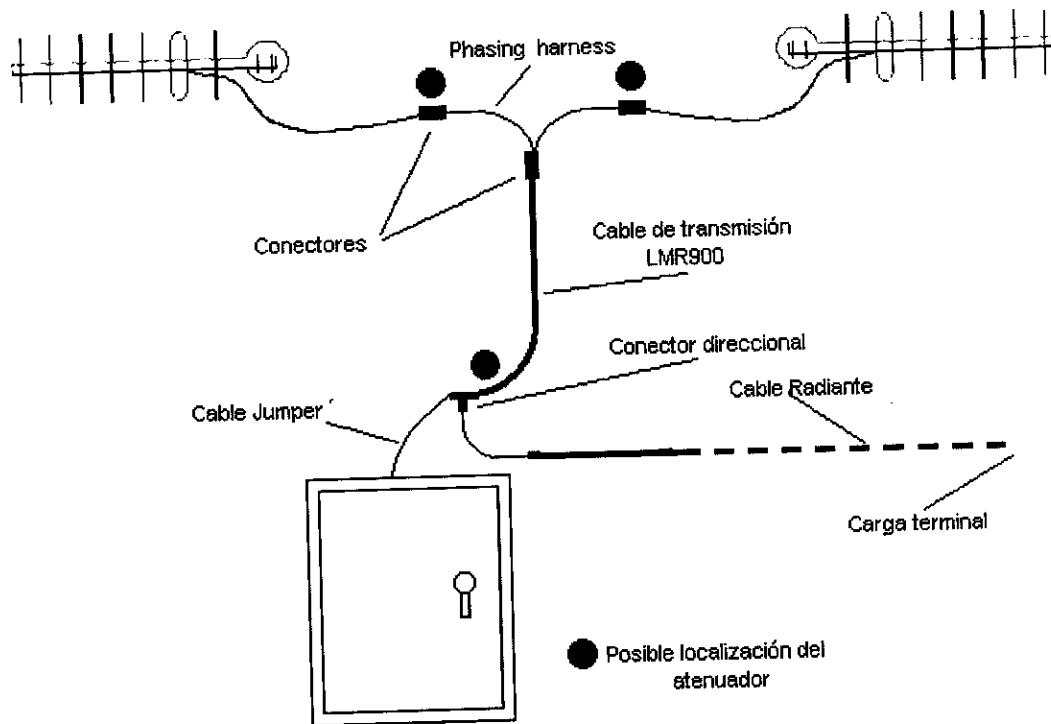


Figura 16. Conexión de cable radiante para la zona F.

#### IV.4 TRANSMISIÓN DE RADIOCANALES EN ESTACIONES ELEVADAS.

Las secciones externas son cubiertas usando antenas que proporcionan el área de cobertura apropiada. Esto se logra usando antenas direccionales tipo Yagi. Debido a los requerimientos de división de zonas, y al reuso de frecuencias limitado, se requieren antenas con ganancia alta, con un patrón de radiación específico.

Las antenas deben ser instaladas con baja inclinación para asegurar que la señal radiada no se propague significativamente más allá de la zona adyacente.

La antena especificada es la Sinclair Radio Labs Inc, modelo SRL307-4. Este modelo tiene una ganancia de 13dBi, pero lo más importante, tiene un patrón vertical consistente y 3dB en amplitud del haz de  $\pm 10^\circ$  y puntos de 10dB a  $\pm 20^\circ$ . La siguiente gráfica muestra el patrón de radiación medido:

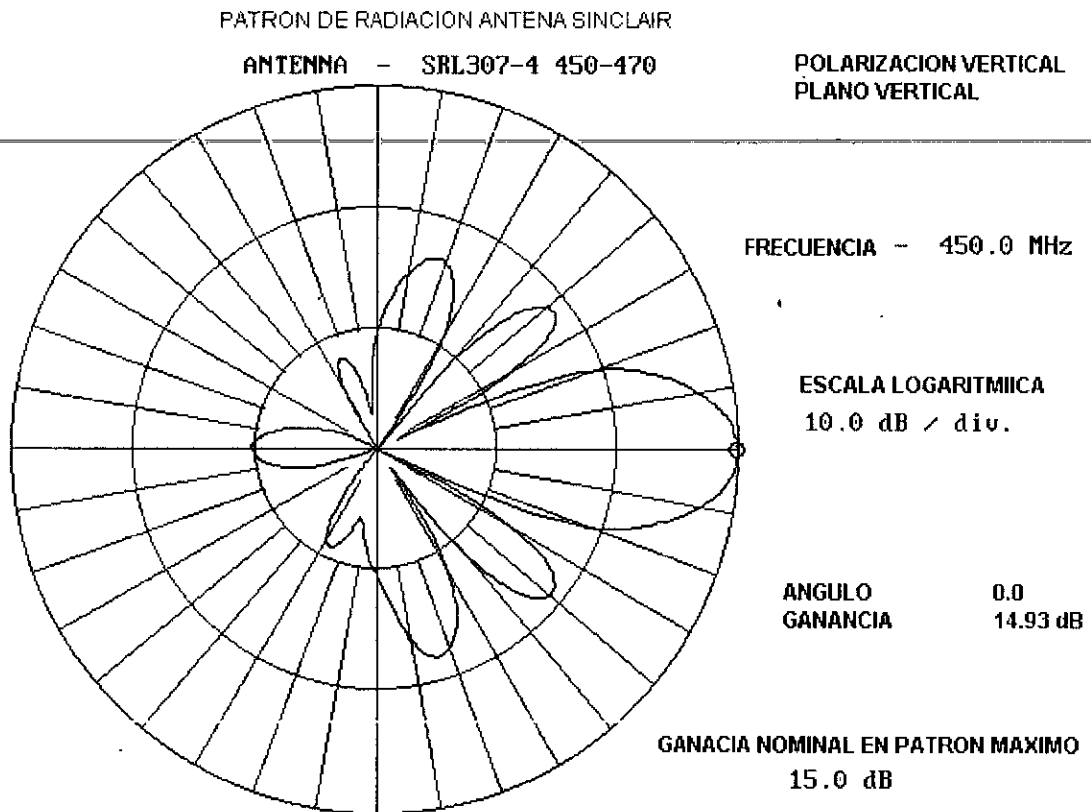


Figura 17. Patrón de radiación de la antena yagi

Proporcionando una inclinación de  $26^\circ$ , el patrón de radiación se puede usar favorablemente para limitar la propagación de la señal, de acuerdo a la siguiente gráfica:

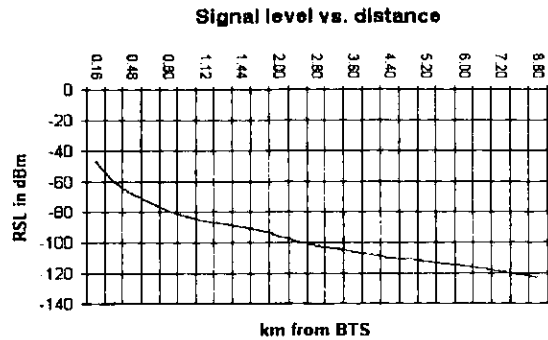


Figura 18. Propagación de la antena a 26°

El eje izquierdo es el nivel de señal recibida en dBm, y la gráfica muestra la dimensión de nivel con distancias en Km.

La distancia mínima típica entre cualquier BTS y el límite de la zona adyacente es de 4.2 Km. Refiriéndonos a la gráfica anterior y usando un nivel de entrada de +30dBm, el RSL a 4.2Km se pronostica aproximadamente en -105dBm.

Esto es solo 8dB más alto que el umbral del receptor MS.

El riesgo de la interferencia de co-canales, los cuales podrían degradar la calidad de la comunicación es muy pequeño. El sistema de antenas es común para todos los canales, el riesgo potencial es solo aplicable en el canal de control, ya que este canal es reusado simultáneamente, sirviendo a diferentes zonas.

Los canales de tráfico solo estarán manejando una llamada por canal en un tiempo determinado en la red, por consiguiente, dos radiobases en zonas adyacentes no deberán radiar.

## CONFIGURACIÓN DE ANTENAS

En todas las zonas, excepto en la zona de talleres, un par de antenas Yagi en fase, alineadas sobre la vía en dirección opuesta, es usada. Usando esta técnica de señal radiada se puede limitar el área requerida para las operaciones del Metro y también ayuda a eliminar interferencias de fuentes externas.

Las dos antenas son conectadas alineándolas en fase, lo que permite a ambas antenas radiar las señales en fase y, por consiguiente, la cancelación de campos cercanos.

Los atenuadores también son requeridos para ajustar la potencia de salida a las antenas de acuerdo con la distancia del límite de la zona adyacente.

Aplicando un atenuador en la línea común de TX y RX el efecto se hace presente del mismo modo en la señal de transmisión y recepción. El desempeño de la propagación calculado para cada zona es el siguiente:

Zona	Dirección	Potencia nominal de TX	Pérdida del Splitter	Ganancia de antena	ERP	Inclinación baja de antena	Distancia al final de la zona	Pérdida de espacio libre	Pérdida por inclinación	RSL Nominal	Atenuación rqd
F	SUR	34 dBm	6dB	13 dB	41 dBm	27°	444 m	78.46 dB	35.5 dB	-73.0 dBm	-30.0 dB
F	NORTE	34 dBm	6dB	13 dB	41 dBm	26°	3177 m	95.55 dB	44.4 dB	-99.0 dBm	-4.0 dB
G	SUR	34 dBm	3dB	13 dB	44 dBm	27°	435 m	78.28 dB	35.7 dB	-70.0 dBm	-33.0 dB
G	NORTE	34 dBm	3dB	13 dB	44 dBm	26°	1540 m	89.26 dB	51.7 dB	-97.0 dBm	-6.0 dB
H	SUR	34 dBm	3dB	13 dB	44 dBm	26°	2195 m	92.34 dB	41.7 dB	-90.0 dBm	-13.0 dB
H	NORTE	34 dBm	3dB	13 dB	44 dBm	26°	1514 m	89.12 dB	44.9 dB	-90.0 dBm	-13.0 dB
I	SUR	34 dBm	3dB	13 dB	44 dBm	26°	1920 m	91.18 dB	48.8 dB	-96.0 dBm	-7.0 dB
I	NORTE	34 dBm	3dB	13 dB	44 dBm	27°	555 m	80.40 dB	33.6 dB	-70.0 dBm	-33.0 dB
J	SUR	34 dBm	3dB	13 dB	44 dBm	26°	1081 m	86.19 dB	43.8 dB	-86.0 dBm	-17.0 dB
J	NORTE	34 dBm	3dB	13 dB	44 dBm	26°	2764 m	94.35 dB	51.7 dB	-102.0 dBm	-1.0 dB
WS	NORTE	34 dBm	3dB	13 dB	44 dBm	26°	1745 m	90.35 dB	47.6 dB	-94.0 dBm	-9.0 dB
Sensibilidad de RX		-113 dBm									
Margen		10 dB									
RSL Nominal		-103 dBm									
Todas el conjunto de atenuaciones nominales RSL de -103dBm en el límite de zona											

## INSTALACIÓN DE ANTENAS

En todas las estaciones elevadas y superficiales, se deben instalar dos antenas. Estas antenas son alineadas en la dirección de las vías. En el taller, solo se requiere una antena y la vía termina en este punto.

El azimut debe estar a  $\pm 3^\circ$  del centro de la línea de la vía. Tomando como promedio del sitio de la radiobase y el límite de la zona. El ángulo de elevación de la antena (tilt) debe estar nominalmente en  $30^\circ$  (bajo).

Todas las antenas deben ser instaladas con polarización vertical (elementos alineados verticalmente). La instalación debe lucir como la Figura 19.

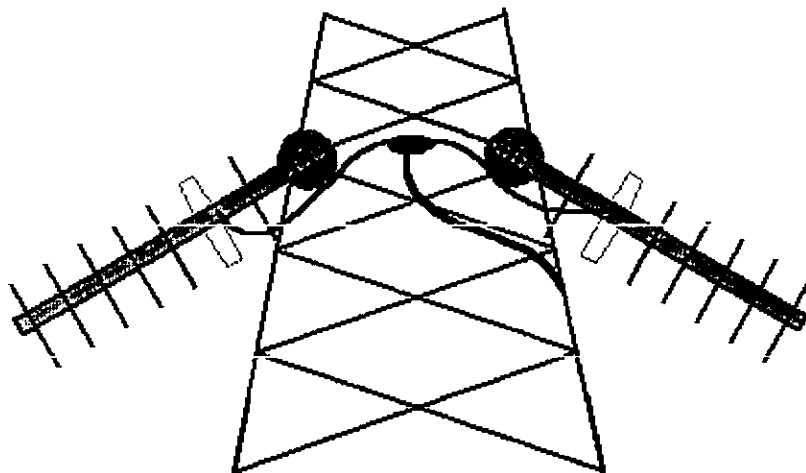


Figura 19. Posición de las antenas.

Las radiobases instaladas en las estaciones de la sección superficial y elevada son todas idénticas excepto San Lazaro y Talleres, en donde existe solo una antena. La configuración para todas las estaciones excepto la ya mencionadas es la siguiente.

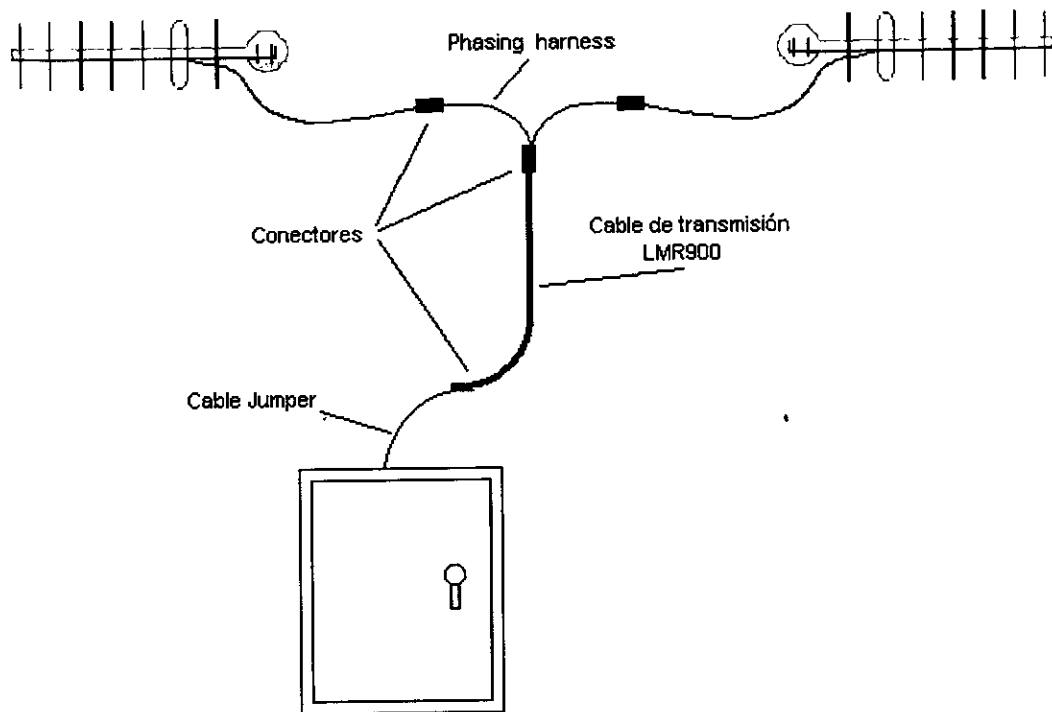


Figura 20 conexión de las antenas para la zona superficial y elevada excepto San Lazaro Y Talleres.

## **CAPITULO V**

### **DESCRIPCIÓN DE LAS LLAMADAS REQUERIDAS EN LA LÍNEA "B"**

#### **V.1- DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS INVOLUCRADOS EN LAS LLAMADAS.**

##### **PLATINA DE RADIO EN EL PUESTO DE CONTROL.**

Las partes y funciones que entre otras se deberán de considerar son las siguientes:

a) Base.

Placa, caja o conjunto donde se aloja la electrónica del radioteléfono y en donde se fija el microteléfono, teclado ó botones, así como los indicadores luminosos y alfanuméricos (pantalla)

b) Microteléfono.

Es un auricular telefónico que está empotrado y fijado a la base, el cuál permite escuchar y transmitir mensajes.

c) bocina monitora:

Es un altavoz que está empotrado y fijado en la base, el cuál permitirá escuchar mensajes.

d) Teclado y pantalla de uso general.

Conjunto de botones alfanuméricos asociados a una pantalla, algunos de estos botones cuentan con indicadores luminosos, está empotrado y fijado a la base, desde éste, se puede marcar para realizar una llamada de zona, marcar el número de tren, validar una comunicación selectiva, liberar cualquier comunicación, enviar mensajes a los pasajeros (usuarios en los trenes) y realizar una llamada general. La pantalla de uso general tiene la función de indicar o desplegar las funciones de teclado y comunicaciones que entren o estén relacionadas con la misma.

Para este proyecto se utilizó un despachador CP3 asistido por una computadora para cumplir con los requisitos.

##### **PLATINA DE RADIO EN LAS CABINAS DE LOS TRENES.**

En cada una de las cabinas de conducción de los trenes (dos cabinas) está ubicada y fijada una platina con las partes y funciones siguientes:

a) Base

Placa o caja o conjunto donde se fija el microteléfono y teclado, así como la pantalla.

b) Microteléfono.

Es un auricular telefónico que está empotrado y fijado a la base o en alguna parte de la cabina. Este auricular permite escuchar y transmitir los mensajes.

c) Bocina monitora.

Es un altavoz que está empotrado y fijado en la base o en alguna parte de la cabina; dicho altavoz permitirá escuchar los mensajes provenientes del PCCII.

d) Teclado y pantalla de uso general.

Conjunto de botones alfanuméricos asociados a una pantalla, algunos de estos botones deben contar con indicadores luminosos, este conjunto debe empotrarse y fijarse a la base, desde éste se podrá validar una comunicación, comunicarse de tren a tren (bajo autorización de PCCII), aumentar y disminuir la intensidad de la

pantalla, así como el sonido de la bocina monitora y probar los indicadores luminosos. La pantalla tendrá la función de indicar o desplegar las funciones del teclado y comunicaciones que entren o estén relacionadas con la misma.

Se utilizó un radio Nokia R72 con una caja de control y un teclado diseñados específicamente para este proyecto.

## **RADIOS PORTÁTILES.**

Dentro de las características de los equipos portátiles a proponer, es requisito indispensable que cuente con lo siguiente:

- Baterías recargables
- Botón e indicador de encendido.
- Botón o tecla de emisión – recepción.

Cargador de baterías para los equipos portátiles en trenes (se debe considerar uno por cada cabina de tren), con alimentación a 72 VCD.

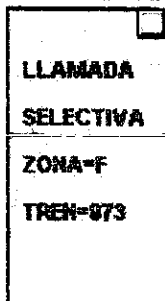
Se utilizó un radio portátil Nokia H70 con su cargador conectado a la caja de control la cuál realiza la conversión de 72V a 12V.

## **V.2- DESCRIPCIÓN DE LAS LLAMADAS DESDE LOS TRENES.**

### **V.2.1- LLAMADAS SELECTIVAS A PUESTO DE CONTROL.**

Con esta llamada el conductor de un tren se comunica con el puesto de control o talleres dependiendo de la zona de cobertura en la que se encuentre sin que los demás trenes lo escuchen, el procedimiento para realizar esta llamada es el siguiente.

- 1) El conductor del tren descuelga el microteléfono y se oprime en la platina del tren la tecla con la leyenda **[NORMAL SEL]**
- 2) Si no hay canal libre en la platina del tren se despliega el mensaje **"CANAL OCUPADO ESPERE CONEXION"**
- 3) Si el canal esta libre, el equipo se comunica con el puesto de control o talleres dependiendo de la zona y en la platina del tren se despliega el mensaje **"MARCANDO PCC" ó "MARCANDO A PMT"**.
- 4) En la platina del puesto de control se activa el timbre de llamada y en el monitor, la ventana de "llamadas entrantes" muestra el mensaje **"TREN=XX, ZONA=ZZ"**, donde **XX** y **ZZ** son el número de tren y de zona.



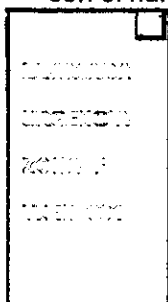
- 5) El Puesto de control contesta la llamada oprimiendo la tecla **[CONTESTAR]** o descolgando el auricular, al contestar, en la platina del tren aparece el mensaje **"LLAMADA A PCCII"** o bien **"LLAMADA A PMT"** y en ese momento el conductor puede comunicarse con el regulador PCCII/PMT
- 6) Para finalizar la llamada el conductor cuelga su microteléfono y el regulador oprime la tecla **[FINALIZAR]**; en ese momento en la platina del tren aparece el mensaje **"FIN DE LLAMADA"** durante 10 segundos



### V.2.2- LLAMADA DE URGENCIA A PUESTO DE CONTROL.

Con esta llamada el conductor de un tren se comunica de manera urgente con el Puesto de control o Talleres dependiendo de la zona de cobertura en la que se encuentre, el procedimiento para establecer este tipo de llamada es el siguiente:

- 1) El conductor del tren en la platina del tren la tecla amarilla con la leyenda [URG].
- 2) En el puesto de control comienza a sonar una alarma con un timbre distinto del de la llamada normal y un indicador luminoso de la tecla [CONTESTAR] enciende intermitentemente, en la pantalla de su platina aparece el mensaje "LLAMADA URGENCIA", mientras que en la ventana de "llamadas entrantes" del monitor del puesto de control se muestra el mensaje "TREN=XX, ZONA=ZZ", donde XX y ZZ son el número de tren y de zona respectivamente.



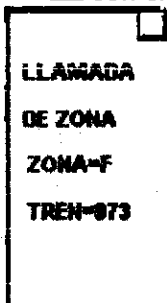
- 3) Si no hay canal libre se despliega en la pantalla el mensaje "CANAL OCUPADO ESPERE CONEXION"
- 4) Si el canal esta libre, se comunica con el puesto de control o talleres dependiendo de la zona. Se despliega el mensaje "URGENTE A PCC" ó "URGENTE A PMT".
- 5) Si el puesto de control esta libre, contesta la llamada oprimiendo la tecla [CONTESTAR], si el puesto de control está ocupado, contesta la llamada oprimiendo la tecla [RETENER], luego [CONTESTAR], con lo que toma la llamada de emergencia. (De esta forma no pierde la llamada en curso).
- 6) Al contestar el puesto de control en la platina del tren aparece el mensaje "LLAMADA URGENTE". El conductor oprime el botón PTT y envía su mensaje.
- 7) Para finalizar la llamada el conductor cuelga su microteléfono u oprime la tecla verde del auricular, y el regulador oprime la tecla [FINALIZAR].
- 8) En la platina del tren aparece el mensaje "FIN DE LLAMADA" durante 10 segundos
- 9) En la platina del PCCII/PMT aparece el mensaje "CP3 READY", y en el monitor de la platina del regulador el mensaje "SIN LLAMADAS".

El puesto de control retoma la llamada que tenía antes de la llamada de urgencia se oprime de nuevo la tecla [RETENER] y así continúa normalmente con la primera llamada.

### V.2.3- LLAMADA DE ZONA A TRENES Y PUESTO DE CONTROL.

Con esta llamada el conductor de un tren puede comunicarse con el puesto de control o con talleres dependiendo de la zona de cobertura en la que se encuentre, además de estos, los trenes que circulen en la zona pueden escuchar; el procedimiento para realizar esta llamada es el siguiente.

- 1) El conductor del tren levanta el microteléfono y oprime la tecla con la leyenda [NORMAL ZONA].
- 2) Si no hay canal libre en la pantalla de la platina del tren se despliega el mensaje "CANAL OCUPADO ESPERE CONEXION"
- 3) Si el canal esta libre, el conductor oprime el botón PTT del microteléfono y envía su mensaje.
- 4) En el puesto de control se recibe la llamada, en su monitor en la ventana de "llamadas entrantes" se muestra el mensaje "TREN=XX, ZONA=ZZ", donde XX y ZZ son el número de tren y de zona.



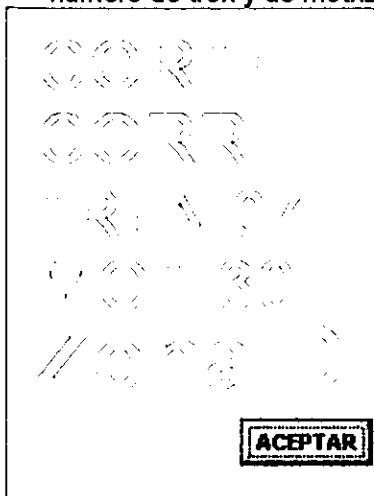
- 5) El puesto de control contesta la llamada opriéndolo la tecla [CONTESTAR] o descolgando el auricular, al contestar en la platina del tren aparece el mensaje "LLAMADA A PCC" o bien "LLAMADA A PMT".
- 6) Para finalizar la llamada el conductor cuelga su microteléfono u oprime la tecla verde del auricular, y el regulador oprime la tecla FINALIZAR.
- 7) En la platina del tren aparece el mensaje "FIN DE LLAMADA" durante 10 segundos y luego regresa a su estado de reposo
- 8) En la platina del puesto de control aparece el mensaje "CP3 READY", y en el monitor de la platina del regulador el mensaje "SIN LLAMADAS".

#### **V.2.4- SOLICITUD DE CORTE DE CORRIENTE.**

Mediante esta llamada se solicita al puesto de control el corte de la zona de alimentación tracción a los trenes, sin la acción verbal del conductor. las acciones a seguir para efectuar esta llamada son:

- 1) El conductor del tren oprime en la platina del tren la tecla roja con la leyenda [CORTE CORR]
- 2) En la platina del tren se despliega el mensaje "CORTE DE CORRIENTE"
- 3) El conductor del tren debe validar la solicitud de corte corriente opriéndolo la tecla roja [VALIDA CORTE].
- 4) Si el sistema recibe el mensaje, en la pantalla de la platina del tren se despliega "MENSAJE RECIBIDO EN PCC" y el led rojo se enciende en forma intermitente durante 10 segundos y el conductor del tren puede realizar otra llamada ya que el canal de comunicación queda disponible

- 5) Si el sistema rechaza el mensaje, en la pantalla de la platina del tren se despliega **"MENSAJE NO RECIBIDO EN PCC"** y se deberá volver a realizar el proceso de solicitud de corte de corriente.
- 6) En el puesto de control, si el sistema acepto el mensaje, comienza a sonar una alarma con tono distintivo y el monitor de la platina del regulador despliega el mensaje **"CORTE CORR., TREN=XX, MOTRIZ=ZZ"**, donde **XX** y **ZZ** son el número de tren y de motriz.

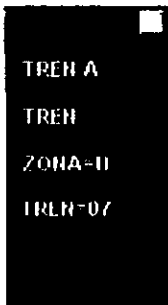


- 7) El regulador del puesto de control deberá realizar el corte de corriente en la zona referida.
- 8) El mensaje referido en el punto 6 permanecerá en el monitor, hasta que el regulador utilizando el ratón de la PC (mouse), pulse la etiqueta identificada con la leyenda **[ACEPTAR]**, de la misma ventana
- 9) En el monitor del puesto de control desaparece el mensaje de corte de corriente apareciendo el mensaje **"SIN LLAMADAS"** (en el caso de que no exista)
- 10) Durante este proceso el regulador del puesto de control puede realizar cualquier tipo de llamadas.

#### **V.2.6 LLAMADA TREN A TRENES EN LA MISMA ZONA BAJO AUTORIZACION DE PCCII/PMT.**

Mediante esta llamada se establece comunicación entre los trenes que circulan en la misma zona previa autorización del regulador del PCCII/PMT, el proceso es el siguiente:

- 1) Se oprime en la platina del tren la tecla con la leyenda **[TREN TREN]**
- 2) Si el canal esta ocupado en la pantalla de la platina del tren se despliega el mensaje **"CANAL OCUPADO ESPERE CONEXION"**, si el canal esta libre: **"LLAMADA A TRENES EN LA MISMA ZONA"**.
- 3) En el monitor del PCCII se recibe la llamada y se despliega el mensaje **"TREN=XX, ZONA=ZZ"**, donde **XX** y **ZZ** son el número de tren y de zona. , El PCCII contesta oprimiendo la tecla **[CONTESTAR]** y descolgando el auricular.



- 4) El regulador del PCCII autoriza la comunicación tren a tren al oprimir la tecla **[FINALIZAR]**, luego la tecla correspondiente a la zona (ejemplo la tecla **[ZONA D]**) y la tecla **[#]**. Avisará verbalmente al tren solicitado que esta autorizada la llamada y se establece la comunicación entre los trenes.
- 5) En la platina del tren se despliega el mensaje **"ZONA O GENERAL PCC"**
- 6) Para finalizar la llamada el tren que solicitó la llamada cuelga el microteléfono u oprime la **tecla verde** del auricular y el regulador oprime la tecla **[FINALIZAR]**.
- 7) En la platina del tren aparece el mensaje **"PLATINA LISTA OPERACIÓN NORMAL"**.
- 8) En la platina del PCCII/PMT aparece el mensaje **"CP3 READY"** y en el monitor de la platina el mensaje **"SIN LLAMADAS"**.

#### **V.2.5- IDENTIFICACIÓN DE ZONAS.**

En caso de que se requiera conocer la zona de cobertura en la que se encuentra el tren, se debe seguir el siguiente procedimiento:

- 1) El conductor del tren oprime en la platina del tren la tecla con la leyenda **[INDICA ZONA]**.
- 2) En ese momento la pantalla de la platina del tren indica el número de zona en que se encuentra actualmente el tren por 10 segundos además de verificar que la zona es la correcta.
- 3) En caso de que no exista respuesta por parte del sistema al oprimir la tecla mencionada, en la platina del tren se presentará el mensaje **"SIN COBERTURA"**.

### **V.3- DESCRIPCIÓN DE LLAMADAS DESDE EL PUESTO DE CONTROL.**

#### **V.3.1- LLAMADAS SELECTIVAS**

La llamada selectiva es la manera de comunicar al puesto de control con el conductor de un tren a través del número de operación del tren, el procedimiento para realizar esta llamada es el siguiente.

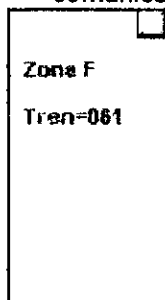
- 1) El puesto de control descuelga el microteléfono y desde el teclado numérico oprime la tecla con la leyenda **[131]**, y después **XX#**, donde **XX** es el número de operación del tren generando en ese momento la llamada.
- 2) Si el tren no fue programado con su número de operación, el controlador debe marcar **NN#**, donde **NN** es el número de radio del tren.

- 3) En la platina del tren se activa un indicador sonoro por la bocina monitora y en la pantalla aparece el mensaje "LLAMADA SELECTIVA DEL PCC" ó " LLAMADA SELECTIVA DEL PMT".
- 4) El conductor descuelga, escucha por el auricular y oprime el PTT para contestar la llamada.
- 5) Para finalizar la llamada el controlador oprime la tecla con la leyenda [FINALIZAR]. Lo que provoca que en la pantalla del tren aparezca el mensaje "FIN DE LLAMADA" durante 10 segundos y en la platina del regulador se despliegue el mensaje "CP3 READY".

### V.3.2- LLAMADAS DE ZONA A TRENES

La llamada de zona es la manera de comunicar al controlador con los conductores de todos los trenes que circulan en una misma zona, el procedimiento para realizar esta llamada es el siguiente.

- 1) El regulador PCCII / PMT descuelga el microteléfono y desde el teclado numérico oprime la tecla con la leyenda correspondiente a la zona con la que desea comunicarse [D, F, H, etc.] y después la tecla [#], con lo cual puede emitir el mensaje deseado estableciendo con ello la comunicación.
- 2) En el (los) trenes que se encuentren en esa zona, por la bocina, se escucha el mensaje del regulador, ya sea solicitando el tren con quien se desea comunicación o bien un mensaje de interés general.
- 3) Así mismo en la pantalla del tren se aparece el mensaje "ZONA O GENERAL PCC" o "ZONA O GENERAL PMT" dependiendo de quien haga la llamada.
- 4) Si algún conductor de tren que circula en la zona oprime el botón PTT del auricular para responder la llamada y envía su mensaje, en el monitor de la platina del regulador se despliega el mensaje "TREN=XX, ZONA = ZZ" mientras exista la comunicación, donde XX es el número de tren y ZZ la zona.

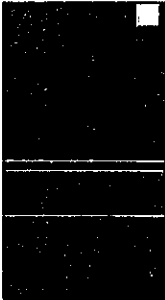


- 5) El puesto de control finaliza la llamada oprimiendo la tecla con la leyenda [FINALIZAR], provocando con ello que en la pantalla de la platina del tren aparezca el mensaje "FIN DE LLAMADA" durante 10 segundos, en la platina del regulador aparece el mensaje "CP3 READY" y en el monitor de la platina del puesto de control se despliegue el mensaje "SIN LLAMADAS" durante 10 segundos.

### V.3.3- LLAMADAS GENERALES

Es la manera de comunicar al regulador con todos los conductores de trenes que circulan en la línea, el procedimiento para realizar esta llamada es el siguiente.

- 1) El regulador puesto de control descuelga el microteléfono y desde el teclado numérico oprime la tecla correspondiente a la zona determinada: **[LLAMADA GENERAL.]**, después la tecla **[#]**, así se establece la comunicación.
- 2) En los trenes en la bocina monitora, se escucha el mensaje del regulador/inspector solicitando al tren con quien se desea hablar.
- 3) En la pantalla del tren se aparece el mensaje **"ZON/GRAL PCC"** o **"ZON/GRAL PMT"** dependiendo de quien haga la llamada.
- 4) Si algún conductor de tren que circule en la zona oprime el botón PTT del auricular y envía su mensaje, mientras exista la comunicación en el monitor de la platina del regulador se despliega el mensaje **"TREN=XX, ZONA = ZZ"**, donde **XX** es el número de tren y **ZZ** la zona.



- 5) El regulador finaliza la llamada opriéndolo la tecla **[FINALIZAR]**. En la pantalla del tren aparece el mensaje **"FIN DE LLAMADA"** durante 10 segundos, en la platina del regulador aparece el mensaje **"CP3 READY"** y en el monitor de la platina del PCCII el mensaje **"SIN LLAMADAS"**.

#### **V.3.4- LLAMADAS DE VOCEO A USUARIOS**

Para poder establecer esta llamada es necesario realizar el siguiente proceso:

- 1) Oprimir la tecla con la leyenda **[VOCEO A USUARIOS]**
- 2) Oprimir la tecla de la zona correspondiente Ej. **[ZONA D]** o si desea comunicarse con todos los trenes oprime la tecla **[LLAMADA GENERAL]**, y después la tecla **[#]**
- 3) Oprimir nuevamente la zona correspondiente Ej. **[ZONA D]**, y después la tecla **[#]**
- 4) En la pantalla del tren se aparece el mensaje **"VOC A USU"**.

Para finalizar la llamada el regulador opriéndolo la tecla **[FINALIZAR]**. En la platina del tren aparece el mensaje **"FIN DE LLAMADA"** durante 10 segundos, en la platina del regulador aparece el mensaje **"CP3 READY"**.

#### **V.3.5- CONFERENCIA ENTRE TRENES Y EL PUESTO DE CONTROL**

Si el puesto de control tiene una conversación y desea incluir únicamente a otro tren o radio portátil, deberá seguir el siguiente proceso:

- 1) Para establecer la primera llamada, realizar el proceso del punto V.3.1
- 2) Marcar el número de operación y número de radio que desea incluir en la comunicación.

## **CAPITULO VI DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES A LAS NECESIDADES DEL PROYECTO.**

### **VI.1- DESCRIPCIÓN DE LAS ADAPTACIONES REQUERIDAS POR EL PROYECTO**

#### **VI.1.1- ADAPTACIONES REQUERIDAS EN LOS EQUIPOS EN LOS TRENES.**

##### **FUENTE DE ALIMENTACIÓN.**

##### **ALIMENTACIÓN EN LAS CABINAS.**

De acuerdo con las especificaciones funcionales y técnicas, en condiciones normales de operación, en cada cabina de los trenes se dispone de una alimentación de 72 VCD nominales, con una alimentación de emergencia que puede variar entre 50VDC y 85VDC.

##### **ALIMENTACIÓN Y CONSUMO EN LOS EQUIPOS DE RADIOTELEFONÍA**

Todos los equipos de radio Nokia se alimentan con un voltaje nominal de 12VDC, a continuación se presenta una tabla de las necesidades de consumo de cada equipo.

<b>EQUIPO</b>	<b>VOLTAJE</b>	<b>CORRIENTE</b>
<b>Radioteléfono Nokia R72</b>	10.6V – 15.6V	2.8 A
<b>Cargador portátil para radio H70</b>	10.8V – 13.2V	0.8 A
<b>Electrónica de control</b>	10V – 30V	0.25 A
<b>Corriente total</b>		3.85 A

Dadas estas características se requiere un convertidor de voltaje DC/DC con un voltaje de entrada entre 50V y 85V con una salida de 12V y que soporte una demanda de por lo menos 3.85 A

##### **ELECTRÓNICA DE CONTROL.**

El radioteléfono R72, cuenta con un auricular con display, teclado alfanumérico y un altavoz.

El display de este teléfono presenta información acerca de las llamadas e identifica el número del abonado que esta llamando entre otras funciones, pero toda esta información es presentada en inglés y en forma distinta a como lo requiere el metro.

Mediante el teclado alfanumérico (similar al de un teléfono celular), se puede marcar a los distintos abonados, realizar llamadas a las distintas zonas de cobertura y enviar mensajes de datos y de status, sin embargo para llevar a cabo esta tarea es necesario oprimir el número de los distintos abonados en el caso de las llamadas, conocer la clave de las distintas zonas de cobertura, en el caso de la llamada de zona y conocer la clave del mensaje de estado correspondiente al aviso de corte de corriente dadas las necesidades especiales requeridas para la generación de llamadas, presentación de mensajes y envío de datos fue necesario diseñar una unidad de procesamiento con las siguientes características:

- Control de llamadas, mensajes y datos del radioteléfono.
- Lectura del teclado y envío de mensajes a la pantalla de la platina de radiotelefonía.
- Enrutamiento de las estradas / salidas de audio del radioteléfono.
- Solución a las llamadas de usuarios desde el PCCII.

## DISPLAY Y TECLADO.

Como se mencionó anteriormente dado que el teclado y el display incluidos en el auricular no cubren con las necesidades del metro, fue necesario diseñar un teclado con funciones especiales y un display que presenta los mensajes de acuerdo a las necesidades del metro. Se requiere un teclado con los siguientes botones:

- Corte de corriente.
- Llamada de zona
- Llamada selectiva
- Prueba de teclado
- Indica zona
- Llamada de urgencia
- Validación de corte de corriente
- Programación de número funcional.

## VI.1.2- ADAPTACIONES REQUERIDAS EN EL PUESTO DE CONTROL.

Para el puesto de control se proporcionó un despachador Nokia CP3, con una computadora de apoyo denominada Nokia CP3/PC.

El despachador Nokia CP3 cuenta con un teclado alfanumérico, N teclas de programación, un display de cristal líquido, un auricular además de un puerto de salida de audio y una interfaz RS232 para comunicación con la computadora CP3/PC:

La computadora Nokia CP3/PC contiene un procesador Pentium MMX a 200 MHz, con 64 MB de memoria RAM y un disco duro de 1.6 GB, sistema operativo Windows 95 y software propio de Nokia. Los programas y sus funciones incluidas en este equipo son los siguientes:

Programa	Descripción	utilizado
Rsdemond.exe	Este programa esta leyendo permanentemente la interfaz con el despachador, inicia junto con la sesión de Windows y es necesario que este funcionando para que funcione cualquiera de las otras aplicaciones.	Si
GCMONI.exe	Este programa es el encargado de monitorear las llamadas de grupo, tiene una opción en su menú para configurar las llamadas de grupo en las cuales se desea que el despachador esté involucrado y presenta una ventana con el número de grupo que se marcó.	Si
Location.exe	Esta es una aplicación específicamente diseñada para los sistemas de radio aplicados a trenes, este programa cuenta con las siguientes ventanas: <ul style="list-style-type: none"><li>- Location: presenta un mapa con la ubicación de los trenes, de acuerdo a la zona de cobertura en la que están ubicados. Los trenes están representados por un icono en donde se presenta el número de operación del tren (en caso de que esté programado) o su número de radio, mediante el mouse se puede escoger uno de estos iconos y realizar una llamada.</li><li>- Incoming calls: Presenta información acerca de las llamadas entrantes, el número de radio, tipo de llamada y la zona de cobertura.</li><li>- Selected mobile: una vez que se selecciona el icono de un tren, mediante esta ventana se puede programar, cambiar o borrar el número de operación de un tren.</li><li>- User input: este es un programa donde se seleccionan las zonas de cobertura que se desea rastrear y el momento en que se desea iniciar el programa location</li></ul>	Si
Dial.exe	Este programa tiene una función similar a la del despachador CP3.	No



Statdef.exe	Esta ventana presenta información acerca de los mensajes de status, como es el número de radio de quien envió el mensaje y la zona de cobertura.	No
-------------	--	----

Dentro de las necesidades que no se pueden satisfacer ni por el despachador ni por la PC se encuentran;

Programa	Descripción	utilizado
Rsdemond.exe		Si
GCMONI.exe	No presenta información de que radio generó la llamada.	Si
Location.exe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuando se presenta la información de las llamadas entrantes, esta no incluye el número de operación del tren, es presentada en ingles y el tamaño de la presentación no cumplía con las necesidades del operador del puesto de control.</li> <li>- Cuando un tren responde a la llamada de zona, este no presenta la información de su número ni de su zona de cobertura.</li> </ul>	Si
Dial.exe		No
Statdef.exe	No se puede configurar para presentar toda la información necesaria en un corte de corriente.	No

Dadas estas necesidades y la falta de espacio en el pupitre del puesto de control, fue necesario presentar esta información faltante en una ventana adicional utilizando la misma computadora y el mismo monitor. Para no interferir con el funcionamiento de las aplicaciones de Nokia, se requería de un nuevo programa que presentara toda la información faltante a través de puerto 2 de la computadora, para no interferir con las conexiones de Nokia (2 puertos seriales de la PC leyendo el mismo puerto de salida del CP3), fue necesario agregar una caja de control que leyera la información antes de llegar a la interface del CP3 (en la interface RS422 entre el conmutador y el despachador) y convertir de RS422 a RS232.

Otro problema a resolver fue enviar información acerca del radio que responde a la llamada, cuando un radio se encuentra en una llamada de grupo no es posible enviar mensajes de datos, para resolver esto a la caja de control del tren se le incorporó un generador de tonos DTMF, la caja de control envía esta información a través del audio del radio hacia el puesto de control por lo que el puesto de control debe de incluir una entrada de audio y un decodificador DTMF, para enviar esta información vía RS232 al puerto 2 de la computadora CP3/PC.

### **VI.1.3-IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE COBERTURA.**

Como se mencionó en el capítulo anterior el sistema de radio debe informar al conductor la zona de cobertura donde este se encuentra, para que la electrónica de control pueda enviar esta información al display que controla, es necesario que un dispositivo a través del radio mande estos datos a la electrónica de control. Para resolver este problema en cada zona de cobertura se incorporó al sistema un dispositivo que informa al equipo embarcado en los trenes en que zona de cobertura se encuentra cuando éstos así lo solicitan, este dispositivo fue denominado como ACS.

## VI.2- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS SOLUCIONES DADAS

### EQUIPO EMBARCADO EN LOS TRENES.

Las cabinas de los trenes fueron equipadas con un radio Nokia R72, un cargador de auto para un radio portátil Nokia H70, una antena de domo para el radio R72, un convertidor de DC/DC y la electrónica de control.

La electrónica de control comanda un display de cristal liquido, lee un teclado de 9 botones y una interfaz RS232 para comunicarse con la interfaz MAP 27 del radio R72 y así comandar las llamadas, enviar mensajes de datos, leer información acerca de las llamadas entrantes y de los mensajes de datos entrantes. Otra función de la caja de control es enrutar la señal de audio hacia el equipo de voceo a usuarios del tren cuando el puesto de control desee enviar algún mensaje.

En la figura 1 se muestra un diagrama a bloques del equipo embarcado en los trenes.

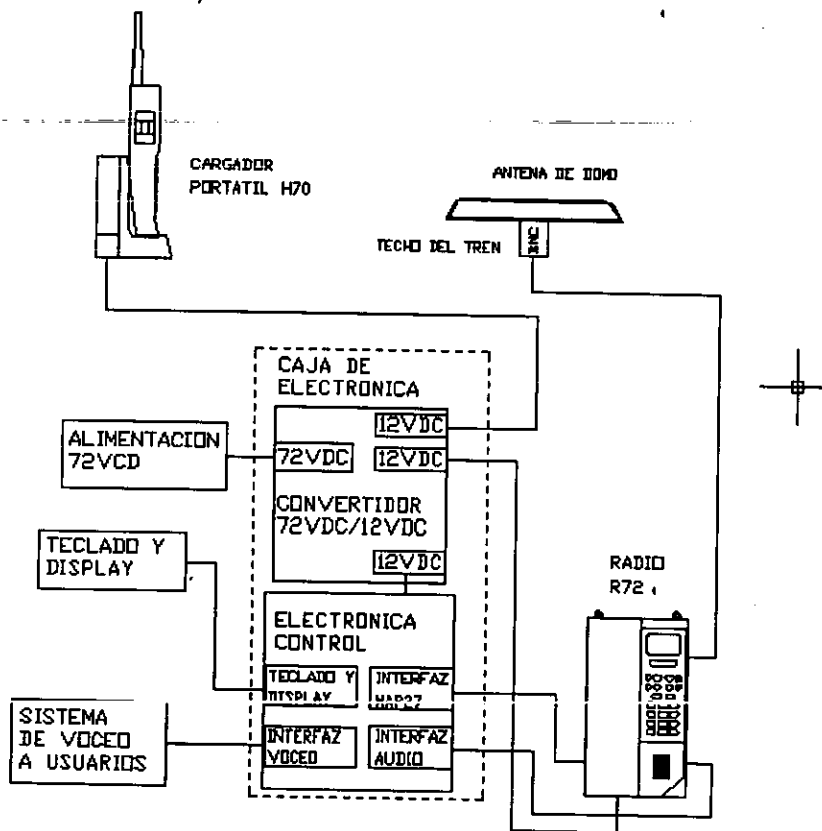


Figura 1. Diagrama a bloques del equipo embarcado en los trenes.

### EQUIPO EN EL PUESTO DE CONTROL.

El equipo de radio incluido en el puesto de control incluye un despachador Nokia CP3, una computadora de apoyo CP3/PC y una caja de electrónica de control.

En la computadora CP3/PC, además de los programas de Nokia, se le añadió una aplicación para la presentación de la información de acuerdo a los requerimientos del metro, dicha aplicación fue diseñada en Visual Basic y en términos generales tiene las siguientes tareas:

- Leer el puerto serial 2 de la computadora CP3/PC, a través de esta información, interpretar un protocolo abierto para despachadores Nokia CP3.
- Presentar información acerca del tipo de llamada que está entrando de acuerdo a lo requerido por el metro.
- Presentar el mensaje de corte de corriente y controlar una interfaz de multimedia para generar un timbrado distinto en este mensaje.

La caja de control lee la información que envía el conmutador MX64 al CP3 a través del puerto RS422 y la envía hacia el puerto 2 de la computadora CP3/PC además, está conectado la entrada de audio del R72 para detectar el envío de tonos provenientes de los trenes, decodificarlos y enviarlos hacia el puerto 2 del CP3/PC.

En la figura 2 se muestra un diagrama a bloques del equipo de radio instalado en el puesto de control.

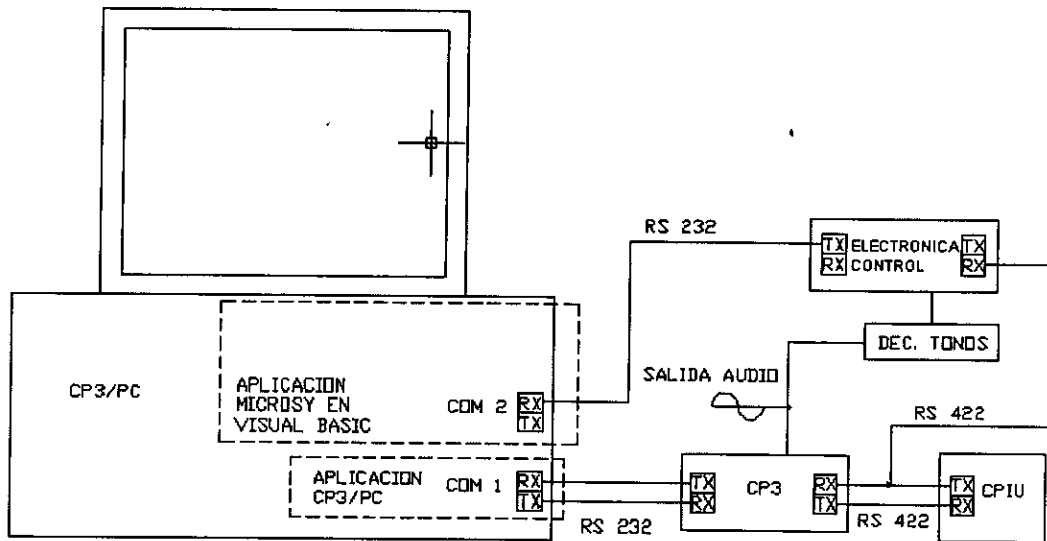


Figura 2 Diagrama a bloques del equipo instalado en el puesto de control

### IDENTIFICACIÓN DE ZONAS.

Para la identificación de zonas en cada zona de cobertura se incluyó un dispositivo denominado como ACS, este dispositivo consta de un radio R72, una fuente de alimentación y un microcontrolador con una interfaz MAP27. en términos generales el dispositivo funciona así:

- Cuando un radio embarcado solicita información acerca de la zona en que está registrado, envía un mensaje de status a un grupo que está compuesto por los 8 radios ACS.
- La interfaz MAP27 de cada radio ACS recibe este mensaje y comanda el envío de un mensaje de status informando la ubicación, cada ACS envía este mensaje de estatus a un grupo de usuarios que consta de los usuarios que estén registrados en ese momento en su zona de cobertura.
- De los 8 mensajes de status que responden, el radio que solicitó la información sólo recibe el mensaje que se envió por el radio ACS que esta registrado en su misma zona de cobertura.
- La interfaz MAP27 identifica que radio le envió este mensaje e interpreta en que zona de cobertura se encuentra.

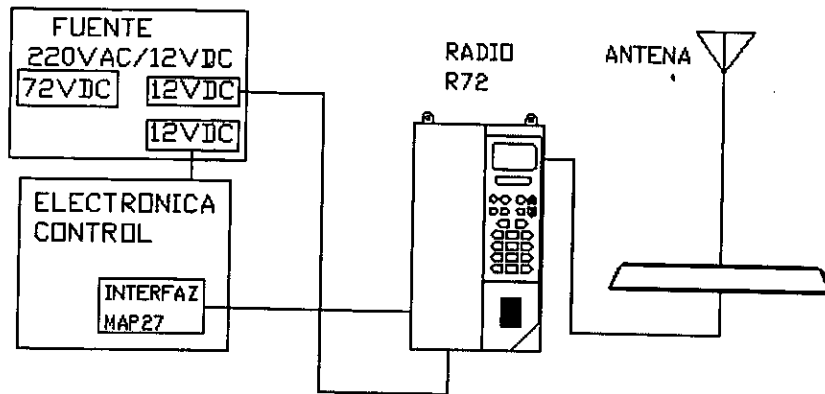


Figura 3. Diagrama a bloques del equipo de identificación de zonas de cobertura.

Este equipo consta de un radio R72 ubicado en junto a la radiobase controlado por una interfaz MAP 27, este dispositivo fue denominado como ACS.

### VI.3- SOLUCIONES DADAS EN LOS EQUIPOS EN LOS TRENES.

#### VI.3.1- CONVERTIDOR DC/DC

Para convertir los 72VDC del suministro de energía del tren en 12VDC se utilizó un convertidor DC/DC marca FORTRON, modelo SDC65P12 que proporciona hasta 65W de potencia de salida continua, a continuación se listan sus características eléctricas:

<b>MODELO</b>	<b>SCD65P12</b>
<b>POTENCIA DE SALIDA</b>	75W
<b>VOLTAJE DE ENTRADA</b>	30VDC-90VDC
<b>VOLTAJE DE SALIDA</b>	12VDC
<b>CORRIENTE MÍNIMA DE SALIDA</b>	0 $\mu$ A
<b>CORRIENTE MÁXIMA DE SALIDA</b>	6.25 A
<b>EFICIENCIA</b>	85%
<b>REGULACIÓN EN LA CARGA</b>	$\pm$ 0.1%

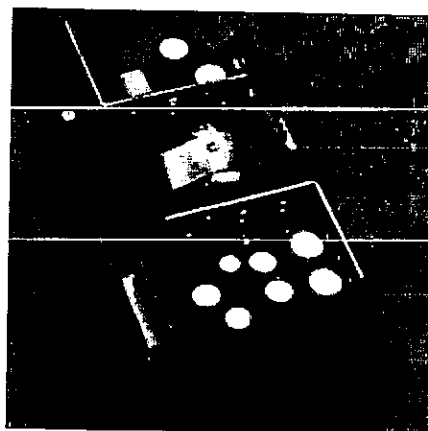


Figura 4 Fuente de alimentación

#### VI.3.2- TECLADO Y DISPLAY.

El teclado consta de una matriz de 9 botones pulsadores detectados por la electrónica de control, además cuenta con dos LEDs indicadores, este teclado está integrado con un display de cristal líquido de 2 líneas y 16 caracteres y backlight, este display se controla por medio de 9 señales, también proporcionadas por la electrónica de control.

En la figura 4 se muestra un diagrama esquemático del display y teclado, en la figura 5 el display y el teclado.

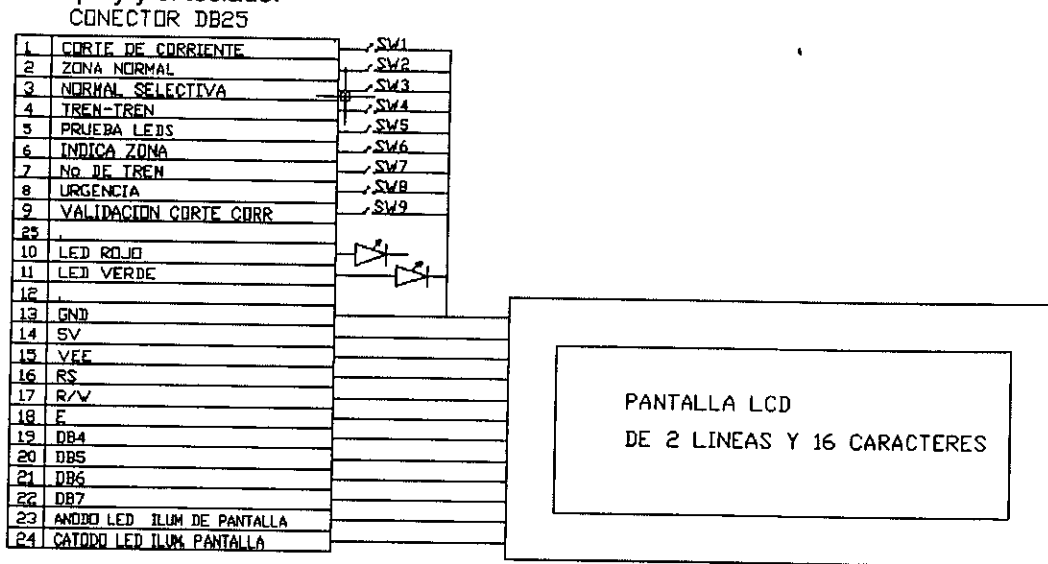


Figura 4. Diagrama esquemático del display y teclado

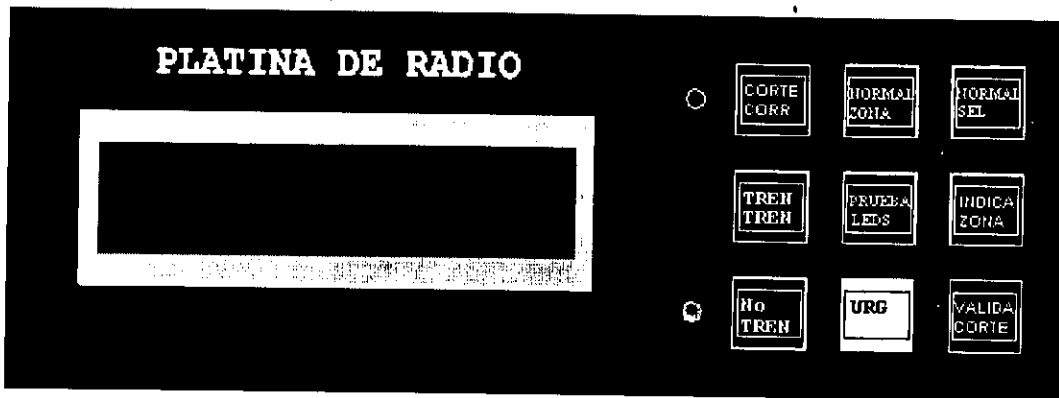


Figura 5 Display y el teclado

### VI.3.3- SISTEMA DE VOCEO A USUARIOS.

El equipo de voceo a usuarios es un equipo mediante el cual es posible transmitir voz hacia las bocinas de todos los vagones del tren, este sistema está fuera de los alcances de este proyecto por lo que es necesario integrarse al modo de comandar el voceo a usuarios y a las características de la señal de entrada de audio de este sistema.

Para accionar este sistema es necesario proporcionar tierra por medio de un relevador a un punto (denominado como 814), designado por el sistema de voceo.

La señal de entrada del sistema de voceo tiene los siguientes requerimientos:

- Impedancia de entrada: 50  $\Omega$
- Voltaje máximo de entrada: 1.6 VPP
- Rango de frecuencia: audible (20Hz a 20KHz)

El sistema de radiotelefonía, envía la señal de Audio a través de la salida MAP 27 con las siguientes características

- Voltaje mínimo: 50mVAC rms

- Voltaje típico: 170mVAC rms
- Voltaje máximo: 300mVAC rms
- Impedancia de salida: 600Ω

De lo anterior se observa que para que la interfaz del sistema de radio se acople con la interfaz del sistema de voceo, es necesario que esta salida de radio pase a través de un amplificador con ganancia ajustable, el amplificador utilizado para dicho fin, es el LM386 de la tablilla de electrónica de control, pudiéndose ajustar el voltaje mediante el potenciómetro POT1 de la misma tablilla.

Para comandar el envío de la señal hacia el sistema de voceo por medio del control 814, la tablilla de la electrónica de control cierra un contacto relevador, el cual está controlado por el transistor Q2, que a su vez está controlado por la salida RA5 del microcontrolador.

#### **VI.3.4- MODULO DE ELECTRÓNICA DE CONTROL.**

El módulo denominado como electrónica de control, es una unidad de procesamiento contenida en un circuito impreso denominado como CPUTREN, que se encuentra dentro de la misma caja que el convertidor de voltaje.

La electrónica de control lleva a cabo las siguientes tareas:

- Control de llamadas, mensajes y datos del radioteléfono R72 a través de la interfaz MAP27
- Lectura del teclado y envío de mensajes a la pantalla de la platina de radiotelefonía
- Enrutamiento de las entradas / salidas de audio de radioteléfono.
- Solución a la llamada automática a usuarios desde el PCCII.

#### **DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO.**

La función de la tablilla CPUTREN es la de intermediar entre los operadores de los trenes y el equipo de radio, así como entre los controladores de la línea y el mismo equipo de radio.

Para cumplir el mencionado propósito la tablilla tiene los siguientes circuitos:

- a.- Circuito Microcontrolador
- b.- Circuito de Reset
- c.- Circuito de lectura de teclas
- d.- Circuito de Generación de Tonos
- e.- Amplificador de Audio
- f.- Circuito de comunicación con el radio
- g.- Circuito de relevador de control de audio de trenes
- h.- Circuito de relevadores de control de audio de tonos
- i.- Circuito de leds para indicaciones visuales hacia el operador
- j.- Circuito del Display de presentación de mensajes hacia el operador

Los circuitos mencionados operan como sigue:

#### **CIRCUITO MICROCONTROLADOR.-**

El Microcontrolador utilizado es el PIC16C63-20/SP (circuito U1), este microcontrolador contiene arquitectura RISC, Requiere de una fuente de alimentación muy estable de 5V y un circuito de vigilancia de alimentación que asegura que el circuito jamás quede sin operar, cuando la alimentación baja de 4.75V el microcontrolador recibe de inmediato un pulso de reset que le obliga a re-iniciar actividades.

El microcontrolador esta controlado por un cristal de cuarzo de alta precisión de 7.3728Mhz, con esta frecuencia es posible generar una velocidad de comunicaciones exacta (9600Bauds) para comunicación con la interfaz MAP 27 del radio del tren. La memoria que almacena el programa se encuentra dentro del mismo microcontrolador y es de 4kX14 bits.

Las entradas / salidas del microcontrolador realizan las siguientes funciones:

PIN	CONFIGURACION	FUNCION
RA0	ENT/SAL	SDA 24LC01
RA1	SAL	SCL 24LC01
RA2	SAL	CONTROL Q1, ACTIVACION DEL PTT DE RADIO
RA3	SAL	ENABLE GENERADOR DE TONOS
RA4	SAL	CONTROL DE LA SALIDA DEL BUFFER, 74LS244
RA5	SAL	CONTROL Q2, ACTIVACION DEL VOCEO A USUARIOS
RB0	ENT/SAL	LECTURA SW1 CORTE CORR DB4, DISPLAY D0, TP5088
RB1	ENT/SAL	LECTURA SW2 NORMAL ZONA DB5, DISPLAY D1, TP5088
RB2	ENT/SAL	LECTURA SW3 NORMAL SEL DB6, DISPLAY D2, TP5088
RB3	ENT/SAL	LECTURA SW4 TREN TREN DB7, DISPLAY D3, TP5088
RB4	ENT/SAL	LECTURA SW5 PRUEBA LEDS
RB5	ENT/SAL	LECTURA SW6 INDICA ZONA
RB6	ENT/SAL	LECTURA SW7 URGENCIA
RB7	ENT/SAL	LECTURA SW8 VALIDACIÓN DE CORTE DE CORRIENTE
RC0	SAL	E, DISPLAY
RC1	SAL	RS, DISPLAY
RC2	SAL	CONTROL Q3, RELEVADOR DE ENRUTAMIENTO DE TONO
RC3	RESERVA	
RC4	RESERVA	
RC5	RESERVA	
RC6	SAL	TXUART
RC7	ENT	RXUART

#### CIRCUITO DE RESET.-

El circuito de Reset esta conectado un circuito de vigilancia de alimentación asegura que el circuito jamás quede sin operar, cuando la alimentación baja de 4.75V el microcontrolador recibe de inmediato un pulso de reset que le obliga a re-iniciar actividades.

#### CIRCUITO DE LECTURA DE TECLAS.-

La platina del tren cuenta con 9 teclas a través de los nueve primeros pines de un conector DB25. Estas teclas agilizan las acciones que el operador del tren deber realizar, este circuito se encarga de hacer la lectura de estas teclas y el microcontrolador actúa acorde a la tecla seleccionada las teclas, son:

- 1.-Corte de Corriente
- 2.-Normal Zona
- 3.-Normal Selectiva
- 4.-URGENTE.-
- 5.-Validación Corte de Corriente.-

- 6.-Tren a Tren.-
- 7.-Tecla Prueba de leds.
- 8.-Tecla Indica Zona.-
- 9.-Prog Tren.-

El buffer 74LS244, recibe las señales de las nueve teclas y las transmite hacia el microcontrolador cuando los pines RB0-RB7 son configurados como entrada y la salida RB4 del microcontrolador activa al buffer como salida.

#### **CIRCUITO GENERADOR DE TONOS.-**

Cuando el tren recibe una llamada de Zona o una llamada General desde el PCCII es importante que el regulador de la línea sepa que tren le responde y en que zona se encuentra, para poder darle esta información, el microcontrolador genera tonos telefónicos a través del circuito TP5088, el PIC16C63 controla este circuito utilizando los pines RB0-RB3 como datos y RA3 para validar el envío.

#### **CIRCUITO DE RELEVADORES DE CONTROL DE AUDIO DE TONOS.-**

Los datos generados por el TP5088 deben ser enrutados hacia la entrada de audio del radio R72 al mismo tiempo que se debe desconectar la salida del micrófono del auricular del radio, esto se realiza mediante un relevador biestable (RLY2), el cual tiene un contacto normalmente cerrado que conecta al micrófono y un contacto normalmente abierto que conecta a la salida del generador de tonos. Este relevador está controlado por el transistor Q3, que es activado por la salida RC2 del microcontrolador.

Además de enrutar los tonos hacia la entrada de audio, es necesario garantizar la unidad de radio esté transmitiendo en ese momento, esto se logra proporcionando un nivel de tierra a la entrada PTT (pret hot tal) del radio R72. Para activar esta entrada se utilizó el relevador (RLY3) controlado por el transistor Q1, que a su vez es activado por la salida RA2 del microcontrolador.

#### **AMPLIFICADOR DE AUDIO.-**

El circuito amplificador de audio se describe en la sección VI.3.3 (SISTEMA DE VOCEO A USUARIOS)

#### **CIRCUITO DE INTERMEDIACIÓN CON EL RADIO.-**

Entre el microcontrolador y el radio existe una comunicación serial a 9600Bauds 8 bits sin paridad y un bit de paro en niveles RS232 (circuito MAX 232, U6), el protocolo utilizado por Nokia en su sistema de radio es el MAP 27 (Protocolo de Acceso a Móviles), que es el protocolo utilizado en los sistemas troncalizados para la generación de llamadas, envío de datos, lectura de diagnósticos y configuración de las terminales de radio.

La salida RC6 del microcontrolador proporciona TXUART, mientras que la entrada RC7 proporciona TXUART.

#### **CIRCUITO DE LEDS PARA INDICACIONES VISUALES HACIA EL OPERADOR.-**

La platina tiene 2 leds, uno rojo y otro verde, el verde enciende de manera continua cuando el operador esta en el proceso de programar el Número de Tren, el rojo parpadea cuando el operador a validado su solicitud de Corte de Corriente.

El led rojo esta controlado por la salida RC4 del microcontrolador, mientras que el led verde esta controlado por la salida RC5



## **CIRCUITO DEL DISPLAY DE PRESENTACIÓN DE MENSAJES HACIA EL OPERADOR**

Este se encarga de enterar al operador del tren de la actividad entre él y el sistema de radio por medio de mensajes escritos, el Display es de cristal líquido y cuenta con 2 renglones de 16 caracteres cada uno de tamaño adecuado para que el operador distinga los textos sin ningún problema, el Display cuenta con iluminación trasera en un tono discreto para no resultar molesto.

La iluminación trasera del display es proporcionada por un led interno que se alimenta de 12V a través de una resistencia de  $56\Omega$ .

La resolución de los caracteres se controla proporcionando un voltaje entre 5V y  $-8V$  a la entrada VEE del display, esto se logra conectando el tap central del potenciómetro POT2 a VEE y conectando un extremo a 5V y el otro a  $-8V$ .

La salida RC1 del microcontrolador esta conectada a la entrada RS, que borra los caracteres presentados en la pantalla.

Las salidas del microcontrolador RB0 a RB3 proporcionan los datos a las entrada DB4 a DB7, mientras que la salida RC0 está conectado a la entrada E, que valida la entrada de datos al display.

En la Figura 6 se muestra un diagrama de la electrónica de control

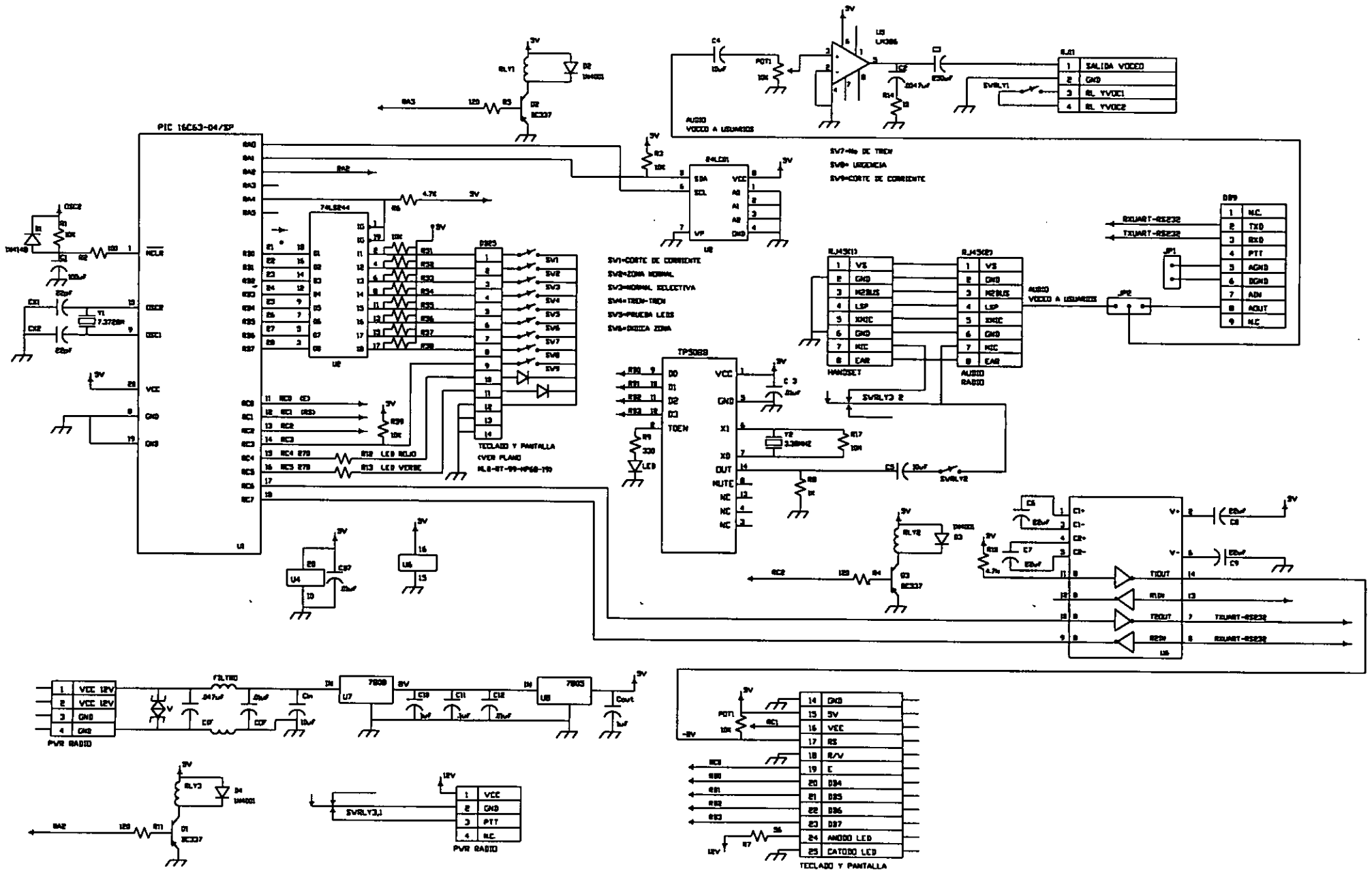


FIGURA 6 DIAGRAMA DE LA ELECTRONICA DE CONTROL

## DESCRIPCIÓN DE MENSAJES MAP 27 USADOS POR LOS RADIOS DE LOS TRENES:

Este protocolo especifica una interfaz entre el radio móvil y un equipo terminal de datos (DTE). Esta interfaz da acceso a los procesos de comunicación a la red telefónica para establecimiento de llamadas y transferencia de datos de acuerdo al estándar MTP 1327.

La interface física determina una interfaz RS232 para transmitir de manera serial sincrónica con las siguientes características:

VELOCIDAD	9600
BIT DE INICIO	1
BIT DE PARO	1
BITS DE INFORMACIÓN	8
BIT DE PARIDAD	1

## DIRECCIONAMIENTO DE MENSAJES:

Para que una terminal de datos pueda enviar un mensaje de datos o establecer una llamada hacia el número de otro abonado los mensajes incluyen campos correspondientes al direccionamiento, equivalentes a la marcación del número de abonado, el formato de direccionamiento es el siguiente:

- PFIX (7 bits): es el octeto con bits más significativos del direccionamiento
- IDENT A (5 bits): es el segundo octeto más significativo del direccionamiento
- IDENT B (8 bits): es el octeto menos significativo del direccionamiento
- ADESC (4 bits): código de direccionamiento, utilizado para sistemas de numeración distintos al ANN (actionet network numberig), no utilizado para este proyecto = 0.
- LENGTH: longitud en octetos del código de direccionamiento, no utilizado en este proyecto = 0.
- ADDRESS: octetos de direccionamiento correspondiente al código de acceso, no se incluye cuando el campo ADESC/LENGTH = 0.

El algoritmo de conversión del sistema de numeración del sistema actionet (ANN) al direccionamiento MAP27 (PFIX/IDENT), es el siguiente

$$\text{PFIX/IDENT} = \text{ANN} - 70198$$

Así, para el número ANN = 70200, el número PFIX/IDENT = 2H  
 Para ANN = 70999, el número PFIX/IDENT = 321H

Las direcciones utilizadas por los trenes son las siguientes:

DESCRIPCION	ANN	PFIX	IDENT A	IDENT B
PCCII	70200	0H	00H	02H
PMT	70201	0H	00H	03H
NUMERO DE SERVICIO DE NUMEROS FUNCIONALES		0H	IFH	EEH
ACS ZONA D	70390	0H	00H	C0H
ACS ZONA E	70391	0H	00H	C1H
ACS ZONA F	70392	0H	00H	C2H
ACS ZONA G	70393	0H	00H	C3H
ACS ZONA H	70394	0H	00H	C4H
ACS ZONA I	70395	0H	00H	C5H
ACS ZONA J	70396	0H	00H	C6H
ACS ZONA K	70397	0H	00H	C7H

GRUPO ZONA D	70900	0H	02H	BEH
GRUPO ZONA E	70901	0H	02H	BFH
GRUPO ZONA F	70902	0H	02H	C0H
GRUPO ZONA G	70903	0H	02H	C0H
GRUPO ZONA H	70904	0H	02H	C0H
GRUPO ZONA I	70905	0H	02H	C0H
GRUPO ZONA J	70906	0H	02H	C0H
GRUPO ZONA K	70907	0H	02H	C0H
GRUPO ZONA D, E, F, G, H, I, J, K	70916	0H	02H	CEH
GRUPO TODAS LAS ZONAS	70920	0H	02H	D2H

## MENSAJES UTILIZADOS POR LA INTERFAZ MAP 27 DE LOS RADIOS EN TRENES

### ENVÍO DE ESTATUS:

Este mensaje es enviado por el equipo DTE hacia el radio para activar el envío de un mensaje de estatus, este mensaje está estructurado de la siguiente forma:

MENSAJE	80H	MENSAJE DE ENVIO DE ESTATUS
PFIX	00H	
IDENT1a		CODIGO DEL ABONADO O GRUPO AL QUE SE LE ENVIA EL MENSAJE
IDENT1b		CODIGO DEL ABONADO O GRUPO AL QUE SE LE ENVIA EL MENSAJE
ADESC/LENGTH	00H	
ADRESS	VACIO	NO SE INCLUYE EN LA CADENA DE DATOS
STATUS		NUMERO DE ESTATUS CORRESPONDIENTE A LA FUNCION QUE SE DESEE.

Los números de estatus enviados y sus funciones son las siguientes:

STATUS	FUNCION
30	SOLICITUD DE UBUCACIÓN AL ACS
27	SOLICITUD DE CORTE DE CORRIENTE A PCCII O TALLERES
26	IDENTIFICADOR DE ENVIO DE LLAMADA DE GRUPO

### RECEPCIÓN DE ESTATUS:

Este mensaje es enviado por el radio hacia el equipo DTE para avisar la recepción de un mensaje de estatus, este mensaje está estructurado de la siguiente forma:

MENSAJE	80H	MENSAJE DE RECEPCIÓN DE ESTATUS
PFIX	00H	
IDENT1a		CODIGO DEL ABONADO QUE ENVIA EL MENSAJE
IDENT1b		CODIGO DEL ABONADO QUE ENVIA EL MENSAJE
ADESC/LENGTH	00H	
ADRESS	VACIO	NO SE INCLUYE EN LA CADENA DE DATOS
STATUS		NUMERO DE ESTATUS CORRESPONDIENTE A LA FUNCION QUE SE DESEE ACTIVA EL RADIO.

Los números de estatus recibidos y sus funciones son las siguientes:

STATUS	FUNCION
30	RESPUESTA DEL ACS CON LA INFORMACION DE LA ZONA DE COBERTURA
28	COMANDO PARA LA ACTIVACIÓN DEL SISTEMA DE VOCEO A USUARIOS

### CONFIRMACIÓN DE ESTATUS:

Este mensaje es enviado por el radio hacia el equipo DTE para indicar el progreso del estatus enviado, este mensaje está estructurado de la siguiente forma:

MENSAJE	C0H D0H E0H	TRANSACCIÓN EXITOSA SISTEMA OCUPADO TRANSACCION FALLIDA
PFIX	00H	
IDENT1a		CODIGO DEL ABONADO AL QUE SE ENVIA EL MENSAJE
IDENT1b		CODIGO DEL ABONADO AL QUE SE ENVÍA EL MENSAJE
ADESC/LENGTH	00H	
ADRESS	VACIO	NO SE INCLUYE EN LA CADENA DE DATOS

### ENVÍO DE MENSAJES CORTOS:

El equipo DTE envía este mensaje a la unidad de radio para comandar un mensaje corto de datos (hasta 8 octetos), para este proyecto se utilizó para comandar el borrado de números funcionales, esto se lleva a cabo mandando un mensaje de datos ("0", "0") a la dirección del número de servicio de números funcionales.

MENSAJE	81H	MENSAJE CORTO DE DATOS
PFIX	00H	
IDENT1a	IFH	CODIGO DEL NÚMERO DE SERVICIO AL QUE SE LE ENVIA EL MENSAJE
IDENT1b	EEH	CODIGO DEL NÚMERO DE SERVICIO AL QUE SE LE ENVIA EL MENSAJE
ADESC/LENGTH	00H	
ADRESS	VACIO	NO SE INCLUYE EN LA CADENA DE DATOS
MENSAJE DE DATOS	30H 30H	ASC('0') ASC('0')

### CONFIRMACIÓN DE MENSAJES CORTOS:

Este mensaje es enviado por la unidad de radio para informar al equipo DTE acerca del progreso del envío del mensaje de datos.

MENSAJE	C0H D0H E0H	TRANSACCIÓN EXITOSA SISTEMA OCUPADO TRANSACCION FALLIDA
PFIX	00H	
IDENT1a		CODIGO DEL ABONADO AL QUE SE ENVÍA EL MENSAJE
IDENT1b		CODIGO DEL ABONADO AL QUE SE ENVÍA EL MENSAJE
ADESC/LENGTH	00H	
ADRESS	VACIO	NO SE INCLUYE EN LA CADENA DE DATOS

### ESTABLECIMIENTO DE LLAMADAS

Este mensaje es enviado por el equipo DTE hacia la unidad de radio y contiene toda la información para establecer una llamada de voz.

MENSAJE	A4H	ESTABLECIMIENTO DE LLAMADA
PFIX	00H	
IDENT1a		CODIGO DEL ABONADO AL QUE SE ENVÍA EL MENSAJE
IDENT1b		CODIGO DEL ABONADO AL QUE SE ENVÍA EL MENSAJE
ADESC/LENGTH	00H	
ADRESS	VACIO	NO SE INCLUYE EN LA CADENA DE DATOS
CALL DETAILS		

**CALL DETAILS**

8 7 6 5 4 3 2 1	
*	RESERVADO
0	RESERVADO
1	RESERVADO
0	LLAMADA INDIVIDUAL O DE GRUPO, EL USUARIO LLAMADO ESTA AUTORIZADO A RESPONDER
1	EL USUARIO LLAMADO NO ESTA AUTORIZADO A RESPONDER UNA LLAMADA DE GRUPO
0	LLAMADA DE VOZ
1	LLAMADA DE MODEM
0	LLAMADA DE ALTA PRIORIDAD
1	LLAMADA SIN PRIORIDAD
0 0 0	LLAMADA ESTANDAR
OTROS	RESERVADO

Para esta aplicación en campo call details se llenó del siguiente modo

CALL DETAILS	LLAMADA
00H	LLAMADA DE ZONA
	LLAMADA TREN A TREN
08H	LLAMADA SELECTIVA

**ESTABLECIMIENTO DE LLAMADAS DE EMERGENCIA**

Este mensaje es enviado por el equipo DTE hacia la unidad de radio y contiene toda la información para establecer una llama de de voz de emergencia.

MENSAJE	A5H	ESTABLECIMIENTO DE LLAMADA DE EMERGENCIA
PFIX	00H	
IDENT1a		CODIGO DEL ABONADO AL QUE SE ENVÍA EL MENSAJE
IDENT1b		CODIGO DEL ABONADO AL QUE SE ENVÍA EL MENSAJE
ADESC/LENGTH	00H	
ADRESS	VACIO	NO SE INCLUYE EN LA CADENA DE DATOS
CALL DETAILS		

**CALL DETAILS**

8 7 6 5 4 3 2 1	
*	RESERVADO
0	RESERVADO
1	RESERVADO
0	EL USUARIO LLAMADO ESTA AUTORIZADO A RESPONDER LA LLAMADA INDIVIDUAL O DE GRUPO
1	EL USUARIO LLAMADO NO ESTA AUTORIZADO A RESPONDER UNA LLAMADA DE GRUPO
0	LLAMADA DE VOZ
1	LLAMADA DE MODEM
*	RESERVADO
0 0 0	LLAMADA ESTANDAR
OTROS	RESERVADO

Para esta aplicación en campo call details se llenó del siguiente modo

CALL DETAILS	LLAMADA
00H	LLAMADA DE URGENCIA

### PROGRESO DE LAS LLAMADAS ESTABLECIDAS

Este mensaje es enviado por la unidad de radio hacia el equipo DTE para indicar el progreso, aceptación o rechazo de una llamada de voz.

MENSAJE	C4H D4H E4H	
PFIX	00H	
IDENT1a		CODIGO DEL ABONADO AL QUE SE ENVÍA EL MENSAJE
IDENT1b		CODIGO DEL ABONADO AL QUE SE ENVÍA EL MENSAJE
ADESC/LENGTH	00H	
ADRESS	VACIO	NO SE INCLUYE EN LA CADENA DE DATOS
CAUSE		

MENSAJE	CAUSA	DESCRIPCION
C4H	00H	LLAMADA CONECTADA
D4H	02H	SISTEMA OCUPADO
D4H	0AH	UNIDAD LLAMADA OCUPADA
D4H	0BH	LLAMADA DE EMERGENCIA EN PROCESO, ESPERAR POR SEÑALIZACIÓN
E4H	08H	LLAMADA ABORTADA
E4H	03H	LLAMADA INVALIDA

### LLAMADA ENTRANTE DE VOZ:

Este mensaje es enviado por la unidad de radio hacia el equipo DTE para indicar una llamada entrante.

MENSAJE	A4H	ESTABLECIMIENTO DE LLAMADA
PFIX	00H	
IDENT1a		CODIGO DEL ABONADO QUE ENVÍA EL MENSAJE
IDENT1b		CODIGO DEL ABONADO QUE ENVÍA EL MENSAJE
ADESC/LENGTH	00H	
ADRESS	VACIO	NO SE INCLUYE EN LA CADENA DE DATOS
CALL DETAILS		

### CALL DETAILS

8 7 6 5 4 3 2 1	
*	RESERVADO
*	RESERVADO
*	RESERVADO
0	LLAMADA INDIVIDUAL
1	LLAMADA DE GRUPO
0	LLAMADA DE VOZ
1	LLAMADA DE MODEM
0	LA LLAMADA SE HA CONECTADO
1	SE REQUIERE DESCOLGAR PARA ESTABLECER LA LLAMADA
0 0 0	LLAMADA ESTANDAR
OTROS	RESERVADO

### PROGRESO DE LAS LLAMADAS ENTRANTES DE VOZ

Este mensaje es enviado por la unidad de radio hacia el equipo DTE para indicar el progreso, aceptación o rechazo de una llamada entrante de voz.

MENSAJE	C5H D5H E5H	
---------	-------------------	--

PFIX	00H	
IDENT1a		CODIGO DEL ABONADO QUE ENVÍA EL MENSAJE
IDENT1b		CODIGO DEL ABONADO QUE ENVÍA EL MENSAJE
ADESC/LENGTH	00H	
ADRESS	VACIO	NO SE INCLUYE EN LA CADENA DE DATOS
CAUSE		

MENSAJE	CAUSA	DESCRIPCION
C5H	OOH	LLAMADA CONECTADA
D5H	01H	TRANSMISION DESHABILITADA
D5H	02H	SISTEMA OCUPADO
E5H	03H	LLAMADA RECHAZADA

### DESCONEXIÓN

Este mensaje es enviado por el equipo DTE hacia la unidad de radio para cancelar una llamada, cancelar una transacción o desconectar una llamada de voz

MENSAJE	86H	
PFIX	00H	
IDENT1a		CODIGO DEL ABONADO QUE ENVÍA EL MENSAJE
IDENT1b		CODIGO DEL ABONADO QUE ENVÍA EL MENSAJE
ADESC/LENGTH	00H	
ADRESS	VACIO	NO SE INCLUYE EN LA CADENA DE DATOS
CAUSE	07H	DESCONEXIÓN NORMAL

### INTERROGACION DE RADIO

Mediante este mensaje el equipo DTE pregunta a la unidad de radio acerca de la información de la numeración y condiciones presentes de operación

MENSAJE	86H	
RAZON	01H	INFORMACION DE LA NUMERACIÓN
	03H	CONDICIONES DE OPERACIÓN

### INFORMACIÓN DE LA NUMERACIÓN.

Este mensaje es enviado por la unidad de radio como respuesta a un mensaje de INTERROGACION DE RADIO.

La información incluye el número individual del radio.

MENSAJE	B1H	MENSAJE DE INFORMACION DE LA NUMERACIÓN
PFIX	00H	
IDENT1a		CODIGO DEL NUMERO PROPIO DEL RADIO
IDENT1b		CODIGO DEL NUMERO PROPIO DEL RADIO

### CONDICIONES DE OPERACIÓN.

Este mensaje es enviado por la unidad de radio como respuesta a un mensaje de INTERROGACION DE RADIO (condición de operación).

MENSAJE	B2H	MENSAJE DE CONDICIONES DE OPERACIÓN
CONDICIONES		CONDICIONES DE USO ACTUALES
INTENSIDAD DE CAMPO		INTENSIDAD DE CAMPO DEL CANAL DE CONTROL AL QUE ESTA CONECTADO
SIN USO	00	SIN USO

### CONDICIONES DE OPERACIÓN

8 7 6 5 4 3 2 1	
0	LA UNIDAD DE RADIO NO ESTA EN CONTACTO CON RADIOBASE
1	LA UNIDAD DE RADIO ESTA EN CONTACTO CON RADIOBASE
0	LA UNIDAD DE RADIO ESTA DESOCUPADA
1	LA UNIDAD DE RADIO ESTA OCUPADA



0	LA UNIDAD DE RADIO NO ESTÁ TRANSMITIENDO
1	LA UNIDAD DE RADIO ESTÁ TRANSMITIENDO

**INTENSIDAD DE CAMPO**

8 7 6 5 4 3 2 1	
0 0 0 0 0 0 0 0	SIN CAMPO
0 0 0 0 0 0 0 1	INTENSIDAD MÁS BAJA
1 1 1 1 1 1 1 1	INTENSIDAD MÁS ALTA
OTROS	VALORES INTERMEDIOS

**MANEJO DE RADIO.**

Este mensaje es enviado por el equipo DTE para enrutar los mensajes de datos y el audio.

MENSAJE	B3H	MENSAJE DE MANEJO DE RADIO
CONTROLESa		
CONTROLESb	00H	SIN USO
CONTROLESc		

**CONTROLESa**

8 7 6 5 4 3 2 1	
0	DTE NO DESEA O NO ES CAPAZ DE RECIBIR LLAMADAS DE VOZ
1	DTE DESEA RECIBIR LLAMADAS DE VOZ
0	DTE NO DESEA O NO ES CAPAZ DE RECIBIR LLAMADAS DE MPDEM
1	DTE DESEA RECIBIR LLAMADAS DE MODEM
0	DTE NO DESEA O NO ES CAPAZ DE RECIBIR MENSAJES DE ESTATUS
1	DTE DESEA RECIBIR MENSAJES DE ESTATUS
0	DTE NO DESEA O NO ES CAPAZ DE RECIBIR MENSAJES DE DATOS CORTOS
1	DTE DESEA RECIBIR MENSAJES DE DATOS CORTOS
0	DTE NO DESEA O NO ES CAPAZ DE RECIBIR MENSAJES DE DATOS LARGOS
1	DTE DESEA RECIBIR MENSAJES DE DATOS LARGOS
0	EL RADIO NO DEBE DESVIAR LLAMADAS AUTOMÁTICAMENTE
1	EL RADIO DEBE DESVIAR LLAMADAS AUTOMÁTICAMENTE
**	RESERVADO

**CONTROLESb**

*****	RESERVADO
-------	-----------

**CONTROLESc**

8 7 6 5 4 3 2 1	
****	RESERVADO
0	AUDIOS ENRUTADOS A LA UNIDAD DE RADIO
1	AUDIOS ENRUTADOS AL EQUIPO DTE
0	TONOS DE ALERTA ENRUTADOS A LA UNIDAD DE RADIO
1	TONOS DE ALERTA ENRUTADOS AL EQUIPO DTE
0	DTE NO DESEA O NO ES CAPAZ DE CONTROLAR AUDIOS
1	DTE DESEA CONTROLAR AUDIOS
0	DTE NO DESEA O NO ES CAPAZ DE CONTROLAR TONOS DE ALERTA
1	DTE DESEA CONTROLAR TONOS DE ALERTA

## DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DE LOS EQUIPOS ACS:

Cada zona cuenta con un radio ACS con las siguientes características:

ZONA	NUM. DE GRUPO	NUM. COMÚN	NUM. DE RADIO	PFIX/IDENT (D)	PFIX/IDENT (H)
D	70900	70920	70390	192	0000C0
E	70901	70920	70391	193	0000C1
F	70902	70920	70392	194	0000C2
G	70903	70920	70393	195	0000C3
H	70904	70920	70394	196	0000C4
I	70905	70920	70395	197	0000C5
J	70906	70920	70396	198	0000C6
K	70907	70920	70397	199	0000C7

Estos radios enviarán la información de la zona de cobertura a los trenes que circulan a lo largo de la línea bajo el siguiente proceso:

- El equipo de tren que requiera conocer su ubicación, enviará un mensaje de STATUS = 30 a un número de grupo común entre los 8 radios.
- El equipo que requirió esta información, prenderá una bandera avisando que está en espera de la información de la zona.
- Los 8 equipos ACS, responderán a este mensaje enviando un mensaje de STATUS = 30 a su número de grupo correspondiente, por lo que su mensaje solo tendrá cobertura en su propia zona.
- Los radios de trenes a lo largo de la línea recibirán este mensaje, en caso de que el radio no haya solicitado la información, ignorará este mensaje.
- Si el equipo solicitó dicha información, verificará que se trata de un STATUS = 30 y verificará el PFIX/IDENT del equipo que envió este mensaje para determinar en que zona se encuentra, por ejemplo si el radio que responde tiene un PFIX/IDENT = C1H entonces sabrá que se trata de la zona "D"

## DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL MICROCONTROLADOR A BORDO DEL TREN.

### INICIO DE PROGRAMA.

#### LECTURA DE NÚMERO DE RADIO.

Cada vez que el microcontrolador sea inicializado, deberá preguntar el número de radio enviando:

- El mensaje RADIO INTERROGATION (B0H), con el campo REASON = PERSONALITY REQUEST (01H)
- El microcontrolador esperará el mensaje NUMBERING INFORMATION (B1), para recoger la información de los campos PFIX1, IDENT1A y IDENT1B.
- Durante este proceso aparecerá en la pantalla el mensaje "LEYENDO NUMERO DE RADIO".

### ESTABLECIMIENTO DE PARÁMETROS.

Por medio de este mensaje se establecerá que facilidades están permitidas para el radio, para esto es necesario enviar:

- El mensaje RADIO SETTINGS (B3H), con los campos RADIO SETTINGSA = B8H, RADIO SETTINGSB = 00H, RADIO SETTINGSC = 00H

- En caso de que la información sea la correcta en la pantalla debe aparecer el mensaje "PLATINA LISTA" y finalizará este proceso.

#### TECLA [NORMAL ZONA]

- El microcontrolador solicitará a los ACS, el número de zona en la que se encuentra como se indica en la descripción funcional de los ACS.
- Si alguno de los ACS correspondiente a las zonas D, E, F, G, H, I, o J responde Al status, se enrutará al PCCII, si el ACS correspondiente a la zona K responde, la llamada se enrutará al PMT.

ZONA	NUMERO GRUPO	PFIX/IDENT (HEX)
D	70908	0002C6
E	70909	0002C7
F	70910	0002C8
G	70911	0002CA
H	70912	0002CB
I	70913	0002CC
J	70914	0002CD
K	70915	0002CE

- Una vez reconocida la zona de cobertura, se establecerá una llamada de grupo con prioridad normal

	PCCII	PMT
MSG	A4 (CALL SETUP)	A4
PFIX	00H	00H
IDENTA	02	02
IDENTB	C6 C7 C8 C9 CA CB CC CD	CE
ADEC/LEGTH	00H	00H
CALL DETAILS	08H (NO PRIORITY)	08H

- La platina del tren presentará el mensaje "MARCANDO A PCCII" o "MARCANDO A PMT", dependiendo de la zona de cobertura.
- Si el canal esta libre y el PCCII/PMT responde a esta llamada, el radio recibirá el mensaje SETUP PROGRESS (MESSAGE = C4), el microcontrolador debe presentar en la pantalla el mensaje "LLAMADA A PCCII" o "LLAMADA A PMT", según sea el caso.
- Si el canal está ocupado, el radio recibirá el mensaje SETUP PROGRESS (MESSAGE = D4), el microcontrolador debe presentar en la pantalla el mensaje "CANAL OCUPADO", hasta recibir otro mensaje o que la llamada sea rechazada
- Si la llamada es rechazada, el microcontrolador recibirá el mensaje. SETUP PROGRESS (MESSAGE = E4), el microcontrolador debe presentar en la pantalla el mensaje "LLAMADA RECHAZADA", hasta recibir otro mensaje o transcurrir 10 segundos.
- Si la llamada es aceptada, al final de la misma se enviará el mensaje CLEARED (MESSAGE = 86H)
- El microcontrolador debe presentar en la pantalla el mensaje "FIN DE LLAMADA" durante 10 segundos, para después presentar el mensaje "PLATINA LISTA".

### TECLA [NORMAL SELECTIVA]

- El microcontrolador solicitará a los ACS, el número de zona en la que se encuentra como se indica en la descripción funcional de los ACS.
- Si alguno de los ACS correspondiente a las zonas D, E, F, G, H, I, o J responde Al status, se enrutará al PCCII, si el ACS correspondiente a la zona K responde, la llamada se enrutará al PMT, en ambos casos en una llamada individual.
- Una vez reconocida la zona de cobertura, se establecerá una llamada de voz con prioridad alta

	PCCII	PMT
MSG	A4 (CALL SETUP)	A4
PFIX	00H	00H
IDENTA	00H	00H
IDENTB	02H	03H
ADEC/LEGTH	00H	00H
CALL DETAILS	00H (HIGH PRIORITY)	00H

- La platina del tren presentará el mensaje "MARCANDO A PCCII" o "MARCANDO A PMT", dependiendo de la zona de cobertura.
- Si el canal esta libre y el PCCII/PMT responde a esta llamada, el radio recibirá el mensaje SETUP PROGRESS (MESSAGE = C4), el microcontrolador debe presentar en la pantalla el mensaje "LLAMADA A PCCII" o "LLAMADA A PMT", según sea el caso.
- Si el canal esta ocupado, el radio recibirá el mensaje SETUP PROGRESS (MESSAGE = D4), el microcontrolador debe presentar en la pantalla el mensaje "CANAL OCUPADO", hasta recibir otro mensaje o que la llamada sea rechazada
- Si la llamada es rechazada, el microcontrolador recibirá el mensaje. SETUP PROGRESS (MESSAGE = E4), el microcontrolador debe presentar en la pantalla el mensaje "LLAMADA RECHAZADA", hasta recibir otro mensaje o transcurrir 10 segundos.
- Si la llamada es aceptada, al final de la misma se enviará el mensaje CLEARED (MESSAGE = 86H)
- El microcontrolador debe presentar en la pantalla el mensaje "FIN DE LLAMADA" durante 10 segundos, para después presentar el mensaje "PLATINA LISTA".

### TECLA [URG]

- El microcontrolador solicitará a los ACS, el número de zona en la que se encuentra como se indica en la descripción funcional de los ACS.
- Si alguno de los ACS correspondiente a las zonas D, E, F, G, H, I, o J responde Al status, se enrutará al PCCII, si el ACS correspondiente a la zona K responde, la llamada se enrutará al PMT, en ambos casos en una llamada individual.
- Una vez reconocida la zona de cobertura, se establecerá una llamada de voz con carácter de emergencia

	PCCII	PMT
MSG	A5H (EMERG. CALL SETUP)	A5H
PFIX	00H	00H
IDENTA	00H	00H

IDENTB	02H	03H
ADEC/LEGTH	00H	00H
CALL DETAILS	20H	20H

- La platina del tren presentará el mensaje "URG A PCCII" o "URG A PMT", dependiendo de la zona de cobertura.
- Si el canal esta libre y el PCCII/PMT responde a esta llamada, el radio recibirá el mensaje SETUP PROGRESS (MESSAGE = C4), el microcontrolador debe presentar en la pantalla el mensaje "LLAMADA URGENTEI".
- Si el canal esta ocupado, el radio recibirá el mensaje SETUP PROGRESS (MESSAGE = D4), el microcontrolador debe presentar en la pantalla el mensaje "CANAL OCUPADO", hasta recibir otro mensaje o que la llamada sea rechazada
- Si la llamada es rechazada, el microcontrolador recibirá el mensaje. SETUP PROGRESS (MESSAGE = E4), el microcontrolador debe presentar en la pantalla el mensaje "LLAMADA RECHAZADA", hasta recibir otro mensaje o transcurrir 10 segundos.
- Si la llamada es aceptada, al final de la misma se enviará el mensaje CLEARED (MESSAGE = 86H)
- El microcontrolador debe presentar en la pantalla el mensaje "FIN DE LLAMADA" durante 10 segundos, para después presentar el mensaje "PLATINA LISTA".

#### TECLA [CORTE CORR] + TECLA [VALIDA CORTE]

- Oprimir la tecla [CORTE CORR], provoca que en la pantalla aparezca el mensaje "CORTE CORR"
- Si en un periodo menor a 10 segundos se oprime la tecla [VALIDA CORTE], provocará que en la pantalla aparezca el mensaje "SOL CORTE CORR" y encienda el LED rojo de manera intermitente.
- El microcontrolador solicitará a los ACS, el número de zona en la que se encuentra como se indica en la descripción funcional de los ACS.
- Si alguno de los ACS correspondiente a las zonas D, E, F, G, H, I, o J responde Al status, se enrutará el mensaje al PCCII, si el ACS correspondiente a la zona K responde, el envío de datos se enrutará al PMT, en ambos casos los datos se enviarán en un mensaje de estatus.

	PCCII	PMT
MSG	A4 (CALL SETUP)	A4
PFIX	00H	00H
IDENTA	00H	00H
IDENTB	02H	03H
ADEC/LEGTH	00H	00H
STATUS	27	27

- Si después de enviar este mensaje el sistema contesta con un mensaje de MAP27 = E0h (NEGATIVE ACKNOWLEDGE), el microcontrolador pondrá en la pantalla "PROCESO NO REALIZADO" durante 10 segundos.

- Si se recibe el mensaje E0h (TRANSACCION EXITOSA), en el display se presentará, "MENSAJE RECIBIDO EN PCCII" o "MENSAJE RECIBIDO EN PMT", dependiendo de la zona de cobertura.

#### **TECLA [TREN TREN]**

- El microcontrolador solicitará a los ACS, el número de zona en la que se encuentra como se indica en la descripción funcional de los ACS.
- Si alguno de los ACS correspondiente a las zonas D, E, F, G, H, I, o J responde Al status, se enrutará al PCCII, si el ACS correspondiente a la zona K responde, la llamada se enrutará al PMT, en ambos casos en una llamada individual.
- Una vez reconocida la zona de cobertura, se establecerá una llamada de voz con prioridad normal

	PCCII	PMT
MSG	A4H (CALL SETUP)	A4H
PFIX	00H	00H
IDENTA	00H	00H
IDENTB	02H	03H
ADEC/LEGTH	00H	00H
CALL DETAILS	08H (NORMAL PRIORITY)	08H

- La platina del tren presentará el mensaje "LLAMANDO A TREN".
- Si el canal esta libre y el PCCII/PMT responde a esta llamada, el radio recibirá el mensaje SETUP PROGRESS (MESSAGE = C4), el microcontrolador debe presentar en la pantalla el mensaje "LLAMADA ACEPTADA".
- Si el canal esta ocupado, el radio recibirá el mensaje SETUP PROGRESS (MESSAGE = D4), el microcontrolador debe presentar en la pantalla el mensaje "CANAL OCUPADO", hasta recibir otro mensaje o que la llamada sea rechazada
- Si la llamada es rechazada, el microcontrolador recibirá el mensaje. SETUP PROGRESS (MESSAGE = E4), el microcontrolador debe presentar en la pantalla el mensaje "LLAMADA RECHAZADA", hasta recibir otro mensaje o transcurrir 10 segundos.
- Si la llamada es aceptada, al final de la misma se enviará el mensaje CLEARED (MESSAGE = 86H)
- El microcontrolador debe presentar en la pantalla el mensaje "FIN DE LLAMADA" durante 10 segundos, para después presentar el mensaje "PLATINA LISTA".

#### **TECLA [PRUEBA LEDS]**

- La acción de oprimir esta tecla, provocará que durante 10 segundos:
- Los LED's de la platina enciendan de manera intermitente.
- La pantalla muestre el mensaje "DISPLAY OK"
- Al término de estos 10 segundos, los LED's se apagarán y la pantalla mostrará el mensaje "PLATINA LISTA"

#### **TECLA [INDICA ZONA].**

- La acción de oprimir esta tecla, provocará que:

- El equipo de tren que requiera conocer su ubicación, enviará un mensaje de STATUS = 30 a un número de grupo común entre los 8 radios.
- El equipo que requirió esta información, prenderá una bandera avisando que está en espera de la información de la zona.
- Los 8 equipos ACS, responderán a este mensaje enviando un mensaje de STATUS = 30 a su número de grupo correspondiente, por lo que su mensaje solo tendrá cobertura en su propia zona.
- Los radios de trenes a lo largo de la línea recibirán este mensaje, en caso de que el radio no haya solicitado la información, ignorará este mensaje.
- El equipo solicitó dicha información, verificará que se trata de un STATUS = 30 y el PFI/IDENT del equipo que envió este mensaje para determinar en que zona se encuentra.
- Si durante 10 segundos el microcontrolador no recibe respuesta la platina presentará el mensaje "SIN COBERTURA" durante 10 segundos.
- Otra razón para presentar este mensaje es recibir el mensaje de MAP27 = E0h (NEGATIVE ACKNOWLEDGE).

**PROGRAMACIÓN DEL NUMERO DE OPERACIÓN DESDE LA PLATINA DEL TREN.**

- Para iniciar esta operación se oprimirá la tecla [No DE TREN].
- Antes de programar el nuevo numero es necesario borrar el numero de operación anterior, esto se lleva a cabo enviando un mensaje con los datos "0 0", al numero de servicio de números funcionales.

MSG	A4 (CALL SETUP)
PFI	00H (NUMERO DE SERVICIO DE NUMEROS FUNCIONALES)
IDENTA	00H (NUMERO DE SERVICIO DE NUMEROS FUNCIONALES)
IDENTB	02H (NUMERO DE SERVICIO DE NUMEROS FUNCIONALES)
ADEC/LEGTH	00H ( )
CODING/NLB	B7H
DATA MESSAGE (BYTE1)	ASC (0)
DATA MESSAGE (BYTE2)	ASC (0)

- El microcontrolador deberá enviar el mensaje de RADIO MANAGEMENT con la siguiente configuración.

MESSAGE = B3h  
 CONTROLsa = B0h  
 CONTROLsb = 00h  
 CONTROLsc = 05h (ALERT TONES TO DTE, DTE WISH TO CONTROL ALERT TONES)

- En la platina del aparecerá el mensaje "PROGRAMANDO NUM"
- Se encenderá el LED verde.
- El operador programará / borrará su número de operación con el teclado del Handset.

- Si el microcontrolador recibe el mensaje:  
MESSAGE = C0h (STATUS ACKNOWLEDGE).  
  
CAUSE = 00h (SUCCESSFUL TRANSACTION)
- El microcontrolador deberá reestablecer los settings  
MESSAGE = B3h  
CONTROLSa = B0h  
CONTROLSb = 00h  
CONTROLSC = 00h
- En caso de recibir un acknowledge negativo  
MESSAGE = E0h
- En la pantalla de la platina aparecerá el mensaje "OPERACIÓN RECHAZADA"
- Para restablecer la operación normal del radio, el operador se deberá oprimir nuevamente la tecla y en caso de que no se reciba un ACKNOWLEDGE NEGATIVO;

- En la pantalla de la platina aparecerá el mensaje "OPERACIÓN ACEPTADA " y el LED verde se apagará.
- Se restablecen los settings enviando el mensaje:  
MESSAGE = B3h  
CONTROLSa = B0h  
CONTROLSb = 00h  
CONTROLSC = 00h
- Después de 10 segundos, aparecerá el mensaje "PLATINA LISTA"

Nota: en todos los casos, si se presenta algún mensaje antes de estos 10 segundos, el mensaje que se esté presentando se borrará y se presentará el nuevo mensaje.

## DESCRIPCIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE LAS LLAMADAS RECIBIDAS DESDE EL TREN.

### LLAMADA SELECTIVA PCCII/PMT A TREN.

- Dependiendo de quien llame, el microcontrolador recibirá el siguiente mensaje:

	PCCII	PMT
MESSAGE	A4H (INCOMING CALL)	A4H
PFIX	00H	00H
IDENTA	00H	00H
IDENTB	02H	03H
ADESC/LEGHT	00H	00H
CALL DETAILS	04H (BIT 5 =0 INDIV. C)	04H

- Los criterios de validación son los siguientes:
  - 1-- El tipo de mensaje, MSG =A4
  - 2- PFIX/IDENT=000002 o PFIX/IDENT=000003 o para PCCII y PMT respectivamente
  - 3- CALL DETAILS, 5 = 0, INDIVIDUAL CALL
- Después de validar este criterio en la pantalla se mostrara el mensaje "SEL PCCII" o "SEL PMT", dependiendo de quien haga la llamada.



- el mensaje anterior se mantendrá hasta que el microcontrolador reciba:
- A- MESSAGE = 86H  
En este caso se presentará en la pantalla "FIN DE LLAMADA" durante 10 segundos, o el mensaje
- B- MESSAGE = A6H  
En este caso se presentará en la pantalla "LLAMADA DESCONECTADA" durante 10 segundos.

### LLAMADA DE ZONA PCCII/PMT A TREN.

- Dependiendo de quien llame, el microcontrolador recibirá el siguiente mensaje:

	PCCII	PMT
MESSAGE	A4H (INCOMING CALL)	A4H
PFIX	00H	00H
IDENTA	00H	00H
IDENTB	02H	03H
ADESC/LEGHT	00H	00H
CALL DETAILS	20H (BIT 5 =1 GROUP C)	20H

- 1- El tipo de mensaje, MSG =A4 (INCOMING CALL)
  - 2- PFIX/IDENT=000002 o PFIX/IDENT=000003 o dependiendo de quien espere respuesta el microcontrolador
  - 3- CALL DETAILS, 5 = 1 (GROUP CALL)
- Después de validar este criterio en la pantalla se mostrara el mensaje "ZON/GRAL PCCII" o "ZONA PMT", dependiendo de quien haga la llamada.
  - A partir de este momento el microcontrolador esperará el siguiente mensaje

	PCCII	PMT
MESSAGE	C5H (INCOMING CALL)	C5H
PFIX	00H	00H
IDENTA	00H	00H
IDENTB	02H	03H
ADESC/LEGHT	00H	00H
CAUSE	00H (CALL CONNECTED)	20H

- Este mensaje se validará con los campos MESSAGE =C5H y CAUSE=00H
- A partir de ese momento se va a monitorear el estado del radio enviando cada 100ms el siguiente mensaje:

MESSAGE	B0H (RADIO INT.)
REASON	03H (OPERATING CONDIT.)

- A lo cual el sistema responde con el siguiente mensaje:

MESSAGE	B2H (OPERATING CONDIT)
CONDITIONS	0XH

- Para validar la transmisión del mensaje de tonos con su PFIX/IDENT, se tienen que cumplir las siguientes condiciones:
  - 1- MESSAGE = B2H
  - 2- CONDITIONS, 0 =1 (RADIO TRANSMITTING).
- El proceso de envío de tonos es el siguiente:
  - 1- Abrir el relevador de micrófono del handset.
  - 2- Cerrar el relevador del PTT.
  - 3- Cerrar el relevador de DTMF.
  - 4- Generar un retardo de .50ms

- 5- Envío de tonos de DTMF.
- 6- Al finalizar el envío e los tonos se restablece el estado original de los relevadores

- El monitoreo finalizará cuando se reciba el mensaje CLEARED.  
MESSAGE = A6 (ABNORMAL END) o  
MESSAGE = 86 (NORMAL END).
- Al finalizar la llamada se presentará el mensaje "FIN DE LLAMADA" durante 10 segundos, para después presente el mensaje "PLATINA LISTA".

### LLAMADA GENERAL PCCII A TREN.

En la platina del tren, esta llamada no presenta ninguna diferencia respecto a la llamada de zona.

### LLAMADA AUTOMÁTICA DEL PCCII A USUARIOS DE UN TREN.

- El microcontrolador recibirá el un mensaje de estatus el cual le indicará que la siguiente llamada general o de zona deberá ser enrutada hacia el sistema de voceo a usuarios:

MSG	80H MENSAJE DE ESTATUS
PFIX	00H
IDENTA	00H
IDENTB	02H
ADEC/LEGTH	00H
STATUS	28 MENSAJE DE VOCEO A USUARIOS

- Posteriormente, el microcontrolador recibirá el siguiente mensaje:

MESSAGE	A5H (INCOM. EMG CALL)
PFIX	00H
IDENTA	00H
IDENTB	02H
ADESC/LEGHT	00H
CALL DETAILS	20H (BIT 5 =1 GROUP C)

- Los criterios para validar este mensaje son los siguientes:
  - 1- El tipo de mensaje, MSG =A5 (INCOMING EMERGENCY CALL)
  - 2- PFIX/IDENT=000002
  - 3- CALL DETAILS, 5 = 1 (GROUP CALL)
- Después de validar este criterio en la pantalla se mostrara el mensaje "VOC A USU".
- En el momento que se determina que el DTE tiene una llamada entrante hacia usuarios, es conveniente enrutarla a través de la salida de audio del MAP27 para lo cual es necesario desconectarse, el comando de desconexión es el siguiente:

MESSAGE	86H (DISCONNECT)
PFIX	00H
IDENTA	00H
IDENTB	02H
CAUSE	07H (NORMAL END)

- 100ms después de la desconexión se enviarán los SETTINGS para enviar el audio a la salida del MAP27 con el siguiente mensaje.

MESSAGE	B3H (RADIO MANAGEMENT)
CONTROLISA	BOH

CONTROLSB	00H
CONTROLSC	0AH (AUDIO HACIA MAP27)

- El sistema hace un INCLUDE CALL cada 3 segundos, por lo que el siguiente mensaje a validar es el siguiente:

MESSAGE	C5H (RECEIVE PROGRESS)
PFIX	00H
IDENTA	00H
IDENTB	02H
ADESC/LEGHT	00H
CAUSE	00H (CALL CONNECTED)

- Este mensaje se validará con los campos MESSAGE =C5H y CAUSE=00H
- Si el mensaje es validado, se cerrará el relevador de voceo a usuarios.

- El microcontrolador mantendrá estas condiciones hasta que reciba el mensaje:

MESSAGE	86H (CLEARED)
PFIX	00H
IDENTA	00H
IDENTB	02H
CAUSE	0BH (NORMAL END)

- Después de validar este mensaje, la pantalla presentará el mensaje "FIN DE LLAMADA" durante 10segundos para después presentar el mensaje "PLATINA LISTA".

#### VI.4. SOLUCIONES DADAS EN EL PUESTO DE CONTROL

Como ya se mencionó, para complementar las funciones estándares del sistema de Nokia, fue necesario añadir dos módulos principalmente.

- MODULO DE ELECTRONICA DE CONTROL
- MODULO DE SOFTWARE AUXILIAR DENTRO DE LA PC DEL DESPACHADOR.

##### VI.4.1 MODULO DE LA ELECTRONICA DE CONTROL.

El módulo de electrónica de control está constituido por una tabilla de circuito impreso denominada como CPU3 y contiene los siguientes componentes:

##### CIRCUITO MICROCONTROLADOR:

El microcontrolador utilizado para esta aplicación es el PIC16C63 de Microchip, utilizado con un cristal oscilador y un circuito de reset similar al del CPU de los trenes.

La configuración de las salidas de este microcontrolador es la siguiente:

PIN	CONFIG	FUNCIÓN
RA0	ENT/SAL	SDA 24LC01
RA1	SAL	SCL 24LC01
RA2		
RA3	OUT	HABILITAR EL DECODIFICADOR DE TONOS 75T204
RA4		
RA5		
RB0	IN	BIT0 DEL DECODIFICADOR DE TONOS 75T204
RB1	IN	BIT1 DEL DECODIFICADOR DE TONOS 75T204
RB2	IN	BIT2 DEL DECODIFICADOR DE TONOS 75T204
RB3	IN	BIT3 DEL DECODIFICADOR DE TONOS 75T204

RB4		
RB5		
RB6		
RB7		
RC0		
RC1		
RC2		
RC3		
RC4		
RC5	IN	VALIDACION DE DATOS(DV) DEL DECODIFICADOR DE TONOS 75T204
RC6	OUT	TX UART, HACIA LA ENTRADA T1IN DEL CIRCUITO RS 232, TRANSMITE LA INFORMACION HACIA EL SOFTWARE AUXILIAR
RC7	IN	RX UART RECIBE LA SALIDA DEL CIRCUITO 26LS32, QUE CONVIERTE DE RS422 A TTL.

### **CIRCUITO 26LS32**

Este circuito recibe las entradas +s y –s provenientes de la salida RS422 de la interfaz CPU del conmutador MX64, esta señal la convierte a niveles TTL para que el microcontrolador pueda leerla a través de la entrada serial RC7.

### **CIRCUITO AMPLIFICADOR DE AUDIO.**

Para poder acoplar la interfaz de audio del CPU con la entrada de audio del decodificador de tonos 75T204, es necesario tener un amplificador intermedio, el cuál reciba la salida de alta impedancia de la interfaz CPU y lo acopla a un transformador de 600Ω 1: 1, que está conectado a la entrada del decodificador 75T204.

El circuito utilizado para esta función es el amplificador operacional LF347.

### **CIRCUITO RS232.**

El circuito para transformar los niveles TTL de salida del microcontrolador a niveles RS232 es el MAX 232, este circuito recibe la señal 'RC6 del UART del microcontrolador y la transmite hacia la entrada del COM2 de la PC del despachador a través de su salida T1OUT.

### **DECODIFICADOR DE TONOS:**

El circuito decodificador de tonos a través del transformador T1, si el microcontrolador a través de la salida RA3 habilita el envío de datos y si se recibe un dato válido, este circuito envía un "1" a través de su salida DV hacia la entrada RA3, del microcontrolador, indicándole que haga lectura de las salidas D1, D2, D4, D8 del decodificador que están conectadas a las entradas RB0, RB1, RB2, RB3 del microcontrolador.

### **DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES DEL MICROCONTROLADOR:**

Las funciones del microcontrolador son:

- Leer los mensajes provenientes de la interfaz CPU.
- Controlar el decodificador de tonos y leer los mensajes.
- Transmitir ambos mensajes hacia el COM2 de la computadora del despachador.

En caso de que coincida la llegada de un mensaje de datos y un dato valido del decodificador de tonos, el microcontrolador almacena la información proveniente del decodificador de tono y transmite del bloque de datos de la interfaz CPU, una vez terminado de enviar este mensaje, transmite la información proveniente del decodificador de tonos. El resto de las tareas como son la interpretación y presentación de datos se lleva a cabo por el software auxiliar.

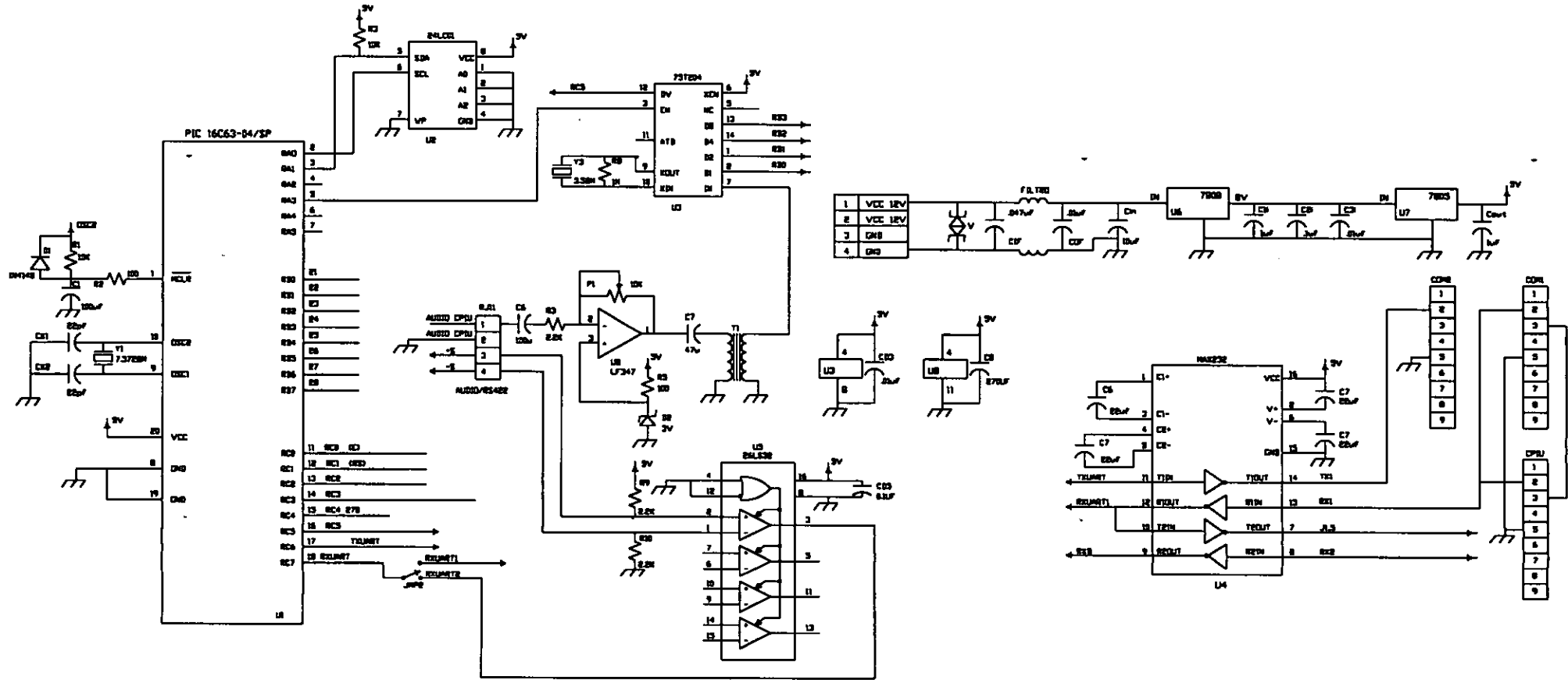


Figura 7 electronica de control en el puesto de control

## DESCRIPCION DE LOS MENSAJES DE LA INTERFACE DE DATOS DEL CP3.

### INTERFAZ FÍSICA:

La comunicación entre la interfaz CPIU y el CP3 se lleva a cabo a través de una conexión RS422 para una transmisión serial asíncrona con el siguiente formato de transmisión:

- 1 bit de inicio
- 7 bits de datos
- paridad par
- 1 bit de paro.

### FORMATO DE LOS MENSAJES DE DATOS:

Cada mensaje de datos contiene el siguiente formato:

START	NBR	DATA	CHK	END	
1	1	0..N	2	1	BYTES

START =      Caracter de inicio = 0Ah  
NBR=         Número de secuencia 30h ...3Fh  
DATA=        Dato a ser transmitido  
CHK=         Check sum  
END=         Fin de caracter. = 0Dh

El check sum se obtiene a través de una operación XOR de todos los caracteres, el check sum resultante es presentado en caracteres ASCII.

Para poder presentar los mensajes, el software auxiliar lee los siguientes mensajes de la comunicación entre la interfaz CPIU y el CP3:

	MENSAJE
3AH	CP_DIAL
75H	LOCAT
3DH	CP_RELEASE
90H	GCM
40H	CP_STATUS
DOH	UPDATE

### MENSAJE CP\_DIAL

El CPIU envía este mensaje para informar al CP3 acerca de una llamada entrante

MESSAGE ID	3AH	CP_DIAL
TARGET DEVICE	00	CP3/PC
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
CALL TYPE	00H	LLAMADA DE EMERGENCIA
	04H	LLAMADA NORMAL SELECTIVA
	06H	LLAMADA DE ALTA PRIORIDAD
N DIGITS CALLING PARTY	5	
1, 2	70H	
3, 4	20H..79H	
5, 6	0FH..9FH	

**CP\_LOCATION\_DATA.**

El CP3/PC recibe este mensaje cuando la ubicación de algún radio monitoreado ha cambiado, cuando se ha enviado una llamada, un mensaje de estatus o un mensaje de datos han sido enviados al CP3/PC.

MESSAGE ID	75H	LOCATION
TARGET	02H	CP3/PC
SUB ID	00H	INFORMACION DE REGISTRO
	01H	INFORMACION DE BAJA
	04H	LLAMADA NORMAL
	05H	LLAMADA DE ESTATUS.
N DIG RU NUMB	05	
1,2	70H	
3,4	XXH	
5,6	XFH	
7,8	FFH	
9,10	FFH	
LOCATION MX	14H	EL MX ESTA CONFIGURADO COMO NUMERO 20
LOC SITE CURR	00H...07H	SITIO DONDE ESTÁ UBICADO EL RADIO
LOC SITE PREV	00H...07H	SITIO DONDE ESTUVO AUBICADO EL RADIO
LOCATION LOAD INFO	1	
SDM DATA	0	
SDM DATA	0	
SDM DATA	0	
SDM DATA	0	
1 <sup>ST</sup> FSN INFO	01	INDICE DEL PRIMER NUMERO FUNCIONAL
1,2	XX	BYTE 1 DEL NUMERO FUNCIONAL (MENOS SIG)
3,4	XX	BYTE 2 DEL NUMERO FUNCIONAL
5,6	XX	BYTE 3 DEL NUMERO FUNCIONAL (MAS SIG)
2 <sup>ND</sup> FSN INFO	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
1,2	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
3,4	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
5,6	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
3 <sup>RD</sup> FSN INFO	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
1,2	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
3,4	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
5,6	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
4 <sup>TH</sup> FSN INFO	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
1,2	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
3,4	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
5,6	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
5 <sup>TH</sup> FSN INFO	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
1,2	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
3,4	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
5,6	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
6 <sup>TH</sup> FSN INFO	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
1,2	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
3,4	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
5,6	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
7 <sup>TH</sup> FSN INFO	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
1,2	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
3,4	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
5,6	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
8 <sup>TH</sup> FSN INFO	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
1,2	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO

3,4	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
5,6	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
9 <sup>TH</sup> FSN INFO	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
1,2	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
3,4	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO
5,6	FFH	SIN USO PARA ESTE PROYECTO

### CP\_RELEASE

La interfaz CPIU envía este mensaje al CP3/PC cuando una llamada es terminada.

MESSAGE ID	3DH	CP_RELEASE
TARGET	02H	CP3/PC
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
RELEASE TYPE	11	FINALIZACIÓN NORMAL

### CP\_GROUP\_CALL\_MONITORING

La interfaz CPIU envía este mensaje al CP3/PC cuando una llamada de grupo se ha iniciado o cuando se ha terminado.

MESSAGE ID	90H	CP_GROUP_CALL_MONITORING
TARGET	02H	CP3/PC
TYPE	00H	INICIO DE LLAMADA GRUPO
	01H	FIN DE LLAMADA DE GRUPO
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
MX	14H	
SITE	0-7	
N DIG GROUP NUMB	05	
1,2	70H	
3,4	9XH	
5,6	XFH	
7,8	FFH	
9,10	FFH	

### CP\_STATUS

La interfaz CPIU envía este mensaje hacia el CP3/PC cuando recibe un mensaje de estatus.

MESSAGE ID	90H	CP_GROUP_CALL_MONITORING
TARGET	02H	CP3/PC
STATUS ID	FFH	
STATUS ID	FFH	
STATUS NUMB	0-30	NUMERO FR ESTATUS
N DIG RU NUMB	05	
1,2	70H	
3,4	XXH	
5,6	XFH	
7,8	FFH	
9,10	FFH	

### CP\_UPDATE

El CP3 recibe este mensaje cuando la aplicación CP3/PC inicia o detiene el monitoreo de una zona.

MESSAGE ID	DOH	UPDATE
TARGET	02H	CP3/PC
SUB ID	4EH	INICIA MONITOREO



	58H	FINALIZA MONITOREO
--	-----	--------------------

## VI.4.2 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DE LA APLICACIÓN AUXILIAR

El software usado para esta aplicación se desarrolló en Visual Basic 5.0, por lo que esta aplicación puede correr simultáneamente con otros programas son:

Un puerto serial con la siguiente configuración:

MSCOMM1.COMPORT	2
MSCOMM1.SETTINGS	9600,E,7,1
MSCOMM1.PORTOPEN	TRUE
MSCOMM1.INPUTLEN	1
MSCOMM1.RTRESHOLD	1

Una base de datos construida en Access (ACTION.MDB), con los siguientes campos:

NOMBRE DEL CAMPO	TIPO	TAMANO
ANN	TEXTTO	5
PFIX/IDENT	TEXTTO	6
FSN	TEXTTO	50
LOCATION	ENTERO	2

La base de datos contiene 800 renglones con la información de los abonados, el renglón 0 de los campos ANN Y PFIX/IDENT contiene los valores 70200 y 000002, los valores de estos campos se van incrementando en 1 en cada renglón hasta llegar al renglón 799 que contiene los valores 70999 y 000321 (321h= 801d).

### FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN.

La aplicación auxiliar se instala en el start up de Windows para que empiece a funcionar en el momento de iniciar la sesión de Windows, realizando las siguientes tareas:

#### INICIO DEL PROGRAMA:

Después de iniciar Windows y cargarse el programa, este realiza las siguientes funciones:

- Abrir el com 2 de la PC
- Abrir la base de datos ACTION.MDB
- Poner todas sus ventanas en modo invisible.

#### MONITOREO DEL INICIO DE LAS APLICACIONES DE NOKIA.

Una vez iniciada el programa, este se mantiene invisible para el usuario hasta el momento que el programa de Nokia "locations" se inicia, cuando esta aplicación de Nokia comienza a correr, envía un mensaje hacia la interfaz CPIU, y esta contesta con el mensaje CP\_UPDATE con la siguiente información

MESSAGE ID	D0H	UPDATE
TARGET	02H	CP3/PC
SUB ID	4EH	INICIA MONITOREO

- En ese momento, la ventana de mensajes se vuelve visible y con la propiedad "always on top".

Seguido a este mensaje la interfaz envía información correspondiente a los radios registrados en el sistema mediante el mensaje CP\_LOCATION\_DATA (sub ID = 0, registration), envía tantos mensajes como radios registrados existan en el sistema, la aplicación auxiliar utiliza esta información para la base de datos ACTION.MDB, del siguiente modo:

SEGMENTO DEL MENSAJE CP_LOCATION_DATA	ACCION
SUB ID = 0	INDICA QUE HAY QUE ACTUALIZAR LA BASE DE DATOS
RU NUMB, (1,2,3,4,5,6)	SE OBTIENE AL NUMERO ANN Y SE USA COMO CRITERIO DE BUSQUEDA EN EL CAMPO "ANN" DE LA BASE DE DATOS ACTION.MDB.
LOCATION SITE CURR	SE USA ESTA INFORMACIÓN PARA LLENAR EL CAMPO "LOCATION" DE LA BASE DE DATOS ACTION.MDB
1 <sup>ST</sup> FSN INFO (1,2,3,4,5,6)	SE OBTIENE EL NÚMERO FUNCIONAL Y SE UTILIZA ESTA INFORMACIÓN PARA LLENAR EL CAMPO "FSN" DE LA BASE DE DATOS ACTION.MDB

### MONITOREO DEL FIN DE LAS APLICACIONES DE NOKIA.

Cuando se cierra el programa de Nokia, la interfaz CPIU envía el mensaje CP\_UPDATE con la siguiente información

MESSAGE ID	D0H	UPDATE
TARGET	02H	CP3/PC
SUB ID	58H	FINALIZA MONITOREO

Al llegar este mensaje, la aplicación-regresa a su estado invisible para el usuario.

### PRESENTACIÓN DE LA LLAMADA NORMAL ZONA.

Cuando el radio del tren oprime la tecla "NORMAL ZONA", genera un mensaje de estatus=26, el cual provoca que la interfaz CPIU envíe el mensaje CP\_STATUS del siguiente modo:

MESSAGE ID	40H	STATUS CALL
TARGET	02H	CP3/PC
STATUS ID	FFH	
STATUS ID	FFH	
STATUS NUMB	26	PROXIMA LLAMADA DE GRUPO
N DIG RU NUMB	05	
1,2	70H	NUMERO DE QUIEN VA A REALIZAR LA LLAMADA
3,4	XXH	NUMERO DE QUIEN VA A REALIZAR LA LLAMADA
5,6	XFH	NUMERO DE QUIEN VA A REALIZAR LA LLAMADA
7,8	FFH	
9,10	FFH	

La aplicación usa la información de RU(1,2,3,4,5,6) para obtener el número ANN y llenar la variable ANN\_GCM, este valor es usado como criterio de búsqueda en el campo "ANN" de la base de datos ACTION.MDB, una vez situado en ese renglón, el programa verifica el valor del campo "FSN", en caso de estar vacío, la variable ANN\_GCM conserva su valor, en caso contrario ANN\_GCM = FSN.

Después de enviar un mensaje de estatus, el radio del tren genera una llamada de grupo, lo que genera que la interfaz CPIU envíe el mensaje CP\_GROUP\_CALL\_MONITORING:

MESSAGE ID	90H	CP_GROUP_CALL_MONITORING
TARGET	02H	CP3/PC
TYPE	00H	INICIO DE LLAMADA GRUPO
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
MX	14H	
SITE	0-7	
N DIG GROUP NUMB	05	
1,2	70H	

3,4	9XH	
5,6	XFH	
7,8	FFH	
9,10	FFH	

El programa lee el campo SITE de este mensaje y realiza la siguiente correspondencia:

SITE	SITIO
0	D
1	E
2	F
3	G
4	H
5	I
6	J
7	K

Y presenta en su ventana la siguiente información

LLAMAD DE ZONA

ZONA = SITO

TREN = ANN\_GCM

Una vez terminada la llamada, la interfaz CPUU envía el siguiente mensaje:

MESSAGE ID	90H	CP_GROUP_CALL_MONITORING
TARGET	02H	CP3/PC
TYPE	01H	FIN DE LLAMADA GRUPO
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
MX	14H	
SITE	0-7	
N DIG GROUP NUMB	05	
1,2	70H	
3,4	9XH	
5,6	XFH	
7,8	FFH	
9,10	FFH	

Y en la ventana del programa se presenta el mensaje "SIN LLAMADAS".

### PRESENTACIÓN DE LA LLAMADA NORMAL SELECTIVA

Cuando el conductor del tren oprime la tecla "NORMAL SELECTIVA", la interfaz CPUU manda el siguiente mensaje:

MESSAGE ID	3AH	CP_DIAL
TARGET DEVICE	00	CP3/PC
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
CALL TYPE	06H	LLAMADA DE ALTA PRIORIDAD
N DIGITS CALLING PARTY	5	
1, 2	70H	
3, 4	XXH	
5, 6	XFH	

De este mensaje:

- El programa obtiene el número ANN y usa esta información como criterio de búsqueda en el campo "ANN" de la base de datos ACTION.MDB para ubicarse en este renglón.
- En el renglón donde se encontró esta información el programa verifica el valor del campo "FSN".
  - Si está vacío el campo ANN, la variable TREN = numero ANN.
  - En caso contrario la variable TREN = campo "FSN".
- De este mismo renglón se obtiene la información de la variable ZONA, del campo "LOCATION" de esta misma base de datos.

La aplicación presenta una pantalla azul con la siguiente información:

#### LLAMADA NORMAL SELECTIVA

TREN = (variable TREN)

ZONA = (variable ZONA)

Cuando el usuario del tren finaliza la llamada, la interfaz CPIU presenta el siguiente mensaje.

MESSAGE ID	3DH	CP_RELEASE
TARGET	02H	CP3/PC
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
RELEASE TYPE	11	FINALIZACIÓN NORMAL

Y en la ventana del programa se presenta el mensaje "SIN LLAMADAS".

#### PRESENTACIÓN DE LA LLAMADA TREN A TREN

Cuando el conductor del tren oprime la tecla "TREN A TREN", la interfaz CPIU manda el siguiente mensaje:

MESSAGE ID	3AH	CP_DIAL
TARGET DEVICE	00	CP3/PC
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
CALL TYPE	04H	LLAMADA NORMAL SELECTIVA
N DIGITS CALLING PARTY	5	
1, 2	70H	
3, 4	XXH	
5, 6	XFH	

De este mensaje:

- El programa obtiene el número ANN y usa esta información como criterio de búsqueda en el campo "ANN" de la base de datos ACTION.MDB para ubicarse en este renglón.
- En el renglón donde se encontró esta información el programa verifica el valor del campo "FSN".
  - Si está vacío el campo ANN, la variable TREN = numero ANN.
  - En caso contrario la variable TREN = campo "FSN".
- De este mismo renglón se obtiene la información de la variable ZONA, del campo "LOCATION" de esta misma base de datos.

La aplicación presenta una pantalla azul con la siguiente información:

#### LLAMADA TREN A TREN

TREN = (variable TREN)

ZONA = (variable ZONA)

Quando el usuario del tren finaliza la llamada, la interfaz CPIU presenta el siguiente mensaje.

MESSAGE ID	3DH	CP_RELEASE
TARGET	02H	CP3/PC
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
RELEASE TYPE	11	FINALIZACIÓN NORMAL

Y en la ventana del programa se presenta el mensaje "SIN LLAMADAS".

### PRESENTACIÓN DE LA LLAMADA DE URGENCIA.

Quando el conductor del tren oprime la tecla "URG", la interfaz CPIU manda el siguiente mensaje:

MESSAGE ID	3AH	CP_DIAL
TARGET DEVICE	00	CP3/PC
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
CALL TYPE	00H	LLAMADA DE EMERGENCIA
N DIGITS CALLING PARTY	5	
1, 2	70H	
3, 4	XXH	
5, 6	XFH	

De este mensaje:

- El programa obtiene el número ANN y usa esta información como criterio de búsqueda en el campo "ANN" de la base de datos ACTION.MDB para ubicarse en este renglón.
- En el renglón donde se encontró esta información el programa verifica el valor del campo "FSN".
  - Si está vacío el campo ANN, la variable TREN = número ANN.
  - En caso contrario la variable TREN = campo "FSN".
- De este mismo renglón se obtiene la información de la variable ZONA, del campo "LOCATION" de esta misma base de datos.

La aplicación presenta una pantalla amarilla con la siguiente información:

LLAMADA URGENCIA  
 TREN = (variable TREN)  
 ZONA = (variable ZONA)

Quando el usuario del tren finaliza la llamada, la interfaz CPIU presenta el siguiente mensaje.

MESSAGE ID	3DH	CP_RELEASE
TARGET	02H	CP3/PC
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
CALL ID	00..99	NUMERO DE LLAMADA
RELEASE TYPE	11	FINALIZACIÓN NORMAL

Y en la ventana del programa se presenta el mensaje "SIN LLAMADAS".

### PRESENTACIÓN DEL MENSAJE DE CORTE DE CORRIENTE.

Quando el operador del tren oprime la tecla "CORTE CORR", la interfaz CPIU envía el mensaje CP\_STATUS.

MESSAGE ID	40H	CP_STATUS
TARGET	02H	CP3/PC
STATUS ID	FFH	
STATUS ID	FFH	
STATUS NUMB	27	CORTE DE CORRIENTE.

N DIG RU NUMB	05	
1,2	70H	
3,4	XXH	
5,6	XFH	
7,8	FFH	
9,10	FFH	

De este mensaje:

- El programa obtiene el número ANN y usa esta información como criterio de búsqueda en el campo "ANN" de la base de datos ACTION.MDB para ubicarse en este renglón.
- En el renglón donde se encontró esta información el programa verifica el valor del campo "FSN".
  - Si está vacío el campo ANN, la variable TREN = numero ANN.
  - En caso contrario la variable TREN = campo "FSN".
- De este mismo renglón se obtiene la información de la variable ZONA, del campo "LOCATION" de esta misma base de datos.
- Cuando STATUS\_NUMB = 27, el programa distingue que se trata de un mensaje de corte de corriente y acciona el objeto de multimedia mmcontrol, que reproduce el timbrado especial para este mensaje (Startup.wav)

La aplicación presenta una pantalla roja con la siguiente información:

CORTE DE CORRIENTE  
 TREN = (variable TREN)  
 ZONA = (variable ZONA)

Para esta llamada, la ventana presenta también un botón de comando con el texto "ACEPTAR", cuando se le da click a este botón, el timbrado deja de sonar y la pantalla presenta nuevamente el mensaje "SIN LLAMADAS"

#### PRESENTACION DE LA RESPUESTA A LA LLAMADA GENERAL O DE ZONA.

Cuando un tren responde a una llamada de grupo, envía tonos a través del audio del radio, estos tonos son decodificados por la electrónica de control del CP3 y enviados hacia el COMM2 usando el siguiente formato:

START =      Caracter de inicio = 0Bh  
 DATA=      Dato a ser transmitido  
 CHK=         Check sum  
 END=         Fin de caracter. = 0Dh

El mensaje de datos es el siguiente:

PFIX	00
IDENTA	XXh
IDENTB	XXh

Cuando el programa recibe este mensaje realiza:

- De esta información obtiene el programa la variable PFIX\_IDENT.
- Usa esta información como criterio de búsqueda en el campo "PFIX/IDENT" de la base de datos "ACTION.MDB".
- Una vez ubicado en este renglón se llena la variable ZONA con la información del campo "LOCATION".
- Si el campo "FSN" tiene un valor válido, la variable TREN toma este valor
- Si el campo "FSN" está vacío o con un valor no válido, la variable TREN toma esta información del campo "ANN" de esta misma base de datos.

El programa presenta una ventana verde con la siguiente información:

TREN = (variable TREN)  
 ZONA = (variable ZONA)

Al terminar la llamada, el programa vuelve a presentar el mensaje "SIN LLAMADAS".

## VI.5. SOLUCIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE COBERTURA

Como ya se mencionó para que la electrónica de los trenes pueda identificar la zona de cobertura en que se encuentra, en cada radiobase existe un equipo denominado como ACS que cuenta básicamente con un radio R72 con una interfaz MAP27 y una electrónica de control.

### VI.5.1 RADIOS UTILIZADOS PARA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS

En la siguiente tabla se muestra la información de los radios utilizados como ACS.

ZONA	RADIO	PFIX/IDENT	GRUPOS
D	70390	0000C0	70900 70920
E	70391	0000C1	70901 70920
F	70392	0000C2	70902 70920
G	70393	0000C3	70903 70920
H	70394	0000C4	70904 70920
I	70395	0000C5	70905 70920
J	70396	0000C6	70906 70920
K	70397	0000C7	70907 70920

### VI.5.2 DESCRIPCIÓN DE LA ELECTRÓNICA DE CONTROL

El módulo de electrónica de control está constituido por una tablilla de circuito impreso denominada como CPUACS y contiene los siguientes componentes:

#### CIRCUITO MICROCONTROLADOR:

El microcontrolador utilizado para esta aplicación es el PIC16C63 de Microchip, utilizado con un cristal oscilador y un circuito de reset similar al del CPU de los trenes.

La configuración de las salidas de este microcontrolador es la siguiente:

PIN	CONFIG	FUNCIÓN
RA0	IN	SW1, DIP SWITCH
RA1	IN	SW2, DIP SWITCH
RA2	IN	SW3, DIP SWITCH
RA3	IN	SW4, DIP SWITCH
RA4	IN	SW5, DIP SWITCH
RA5	IN	SW6, DIP SWITCH
RB0	ENT/SAL	SDA 24LC01
RB1	SAL	SCL 24LC01
RB2		
RB3		
RB4		

RB5		
RB6		
RB7		
RC0		
RC1		
RC2		
RC3		
RC4		
RC5		
RC6	OUT	TX UART HACIA LA ENTRADA T1IN DEL CIRCUITO RS 232, TRANSMITE LA INFORMACION HACIA EL SOFTWARE AUXILIAR
RC7	IN	RX UART RECIBE LA SALIDA DEL CIRCUITO 26LS32, QUE CONVIERTE DE RS422 A TTL.

### CIRCUITO RS232.

Entre el microcontrolador y el radio existe una comunicación serial a 9600Bauds 8 bits sin paridad y un bit de paro en niveles RS232 (circuito MAX 232, U2), el protocolo utilizado por Nokia en su sistema de radio es el MAP 27 (Protocolo de Acceso a Móviles), que es el protocolo utilizado en los sistemas troncalizados para la generación de llamadas, envío de datos, lectura de diagnósticos y configuración de las terminales de radio.

La salida RC6 del microcontrolador proporciona TXUART, mientras que la entrada RC7 proporciona RXUART.

### DIP SWITCH

Para poder realizar una sola tablilla y un solo programa de microcontrolador para las 8 zonas de cobertura, la tablilla contiene un dic switch de 8 dígitos conectado a las entradas (RA0,RA1, RA2, RA3, RA4, RA5 y RA6) del microcontrolador.

### DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL MICROCONTROLADOR.

#### ESTABLECIMIENTO DE PARÁMETROS.

Durante este mensaje se establecerá que facilidades están permitidas para el radio, para esto es necesario enviar:

- El mensaje RADIO SETTINGS (B3H), con los campos RADIO SETTINGSA = B8H, RADIO SETTINGSB = 00H, RADIO SETTINGSC = 00H

#### LECTURA DE DIP SWITCH.

La función del dic switch es la de indicar al microcontrolador a que zona de cobertura enviar la respuesta de un mensaje de estatus.

SW0	SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6	SW7	ZONA	PTOA <sup>+</sup> (MICROCTRL )
0	0	0	0	0	0	0	0	D	00H
0	1	0	0	0	0	0	0	E	01H
0	0	1	0	0	0	0	0	F	02H
0	0	0	1	0	0	0	0	G	03H
0	0	0	0	1	0	0	0	H	04H
0	0	0	0	0	1	0	0	I	05H
0	0	0	0	0	0	1	0	J	06H
0	0	0	0	0	0	0	1	K	07H

### RECEPCIÓN DE MENSAJES DE ESTATUS.



Cuando la electrónica de control de un tren solicita información de su zona de cobertura, los 8 equipos ACS reciben el siguiente mensaje de estatus:

MENSAJE	80H	MENSAJE DE RECEPCIÓN DE ESTATUS
PFIX	00H	
IDENT1a	XXH	CODIGO DEL ABONADO QUE ENVIA EL MENSAJE
IDENT1b	XXH	CODIGO DEL ABONADO QUE ENVIA EL MENSAJE
ADESC/LENGTH	00H	
STATUS	30H	SOLICITUD DE INFORMACION DE LA ZONA DE COBERTURA

El microcontrolador verifica que el campo status = 30, en caso afirmativo envía el siguiente mensaje:

MENSAJE	80H	MENSAJE DE ENVÍO DE ESTATUS
PFIX	00H	
IDENT1a	XXH	CODIGO DEL ABONADO QUE ENVIA EL MENSAJE
IDENT1b	XXH	CODIGO DEL ABONADO QUE ENVIA EL MENSAJE
ADESC/LENGTH	00H	
STATUS	30H	SOLICITUD DE INFORMACION DE LA ZONA DE COBERTURA

Los campos IDENT1a y IDENT1b se llenan de acuerdo a la siguiente tabla

PTOA	IDENT1a	IDENT1b	GRUPO	ZONA
00H	02H	BEH	70900	D
01H	02H	BFH	70901	E
02H	02H	COH	70902	F
03H	02H	C1H	70903	G
04H	02H	C2H	70904	H
05H	02H	C3H	70905	I
06H	02H	C4H	70906	J
07H	02H	C5H	70907	K

## **Conclusión:**

La misión del ingeniero es dar solución a un problema ó satisfacer necesidades planteadas en algún proyecto, haciendo uso óptimo de los recursos disponibles, así como diseñar y construir aquellas partes que sean necesarias para que los proyectos concluyan de una manera exitosa. En síntesis, implementar y hacer funcionales los proyectos de manera que estos sirvan a un propósito planteado.

Para el caso del sistema de radio instalado en la línea "B" del metro, se adquirió un sistema de radio troncalizado Nokia, debido a la confiabilidad, prestaciones y experiencia que la compañía tiene a lo largo del mundo. Dicho sistema se configuró y ajusto de acuerdo a las especificaciones emitidas en la licitación de este proyecto y se integró a una serie de soluciones dadas por la compañía para cumplir plenamente con lo requerido por el metro.

Sin embargo Nokia entrega estos equipos para aplicaciones muy diversas y es la compañía Micros y Sistemas, a quien le corresponde configurar y adecuarlo a las necesidades del usuario final que en este caso es la línea B del metro. Es aquí donde la ingeniería tiene su campo de acción, pues este es un problema cuya solución requiere de la conjunción de muchos conocimientos y esfuerzos. Algunas de las labores en este proyecto fueron el ajuste de los radiobases, parametrización de los radios y diseño de la arquitectura de canales a lo largo de la línea, características de los abonados, diseño de los medios de transmisión de la señal de radio, implementación de protocolos.

Dentro de la labor de diseño y construcción se encontraron las platinas controladoras de los radios embarcados en los trenes, diseño del software de alarmas y presentación de llamadas en centro de control de la línea B del metro, etc.

Dentro de la integración se dio solución a la conectividad del sistema de radio con otros equipos como son la fibra óptica, equipamiento de los radios en los trenes y sistemas de alimentación.

Desde mi punto de vista la participación en este tipo de proyectos me hace dar cuenta de mis alcances y limitaciones y entender mi etapa en la universidad como formativa de bases, que facilita el entendimiento de nuevos conocimientos necesarios para un fin específico, por ejemplo los microcontroladores, protocolos de comunicación y tecnologías del sistema de radio jamás los vi en mi etapa de estudiante sin embargo las bases adquiridas aceleraron la curva de aprendizaje dándome una ventaja competitiva sobre los técnicos. A lo largo de este proyecto me di cuenta de la importancia actualizarse continuamente y de que el ingeniero jamás deja de aprender. La etapa universitaria es una etapa que nos da la oportunidad de descubrir nuestra vocación como ingenieros.

Dado lo anterior mencionado se puede resumir que la realización de este proyecto fue una buena oportunidad de ejercer la ingeniería aplicada, demostrar el papel crucial que los ingenieros juegan en la sociedad y la importancia de que estos tengan una buena preparación así como una gran vocación.

## **BIBLIOGRAFIA:**

- Titulo: GSM System Engineering  
Autor: Ashe Methrotra  
Editorial: Artech house, 1996
- Titulo: Introduction to Radio Propagation for Fixed Mobile.  
Autor: John Doble  
Editorial: Artech house, 1996
- Titulo: Data Communication, 2<sup>nd</sup> Ed.  
Autor: D.C. Green  
Editorial: Longman, 1995
- Titulo: The Mobile Communications Handbook  
Autor: Jerry D, Gibson  
Editorial: IEEE, 1997
- Titulo: Mobile Cellular Communications Analog and Digital Systems, 2<sup>nd</sup> Ed.  
Autor: William C. Lee  
Editorial: McGraw Hill, 1992.
- Titulo: Sistemas de Comunicacion  
Autor: Ferrel G. Stremmer  
Editorial: Alfaomega, 1989
- Titulo: Electronica Teoria de Circuitos  
Autor: Robert Boylestad  
Louis Nashelsky  
Editorial: Prentice Hall, 1989
- Titulo: Visual Basic version 5 curso de programación  
Autor: Francisco Javier Ceballos  
Editorial: Ra-Ma
- Titulo: Actionet General System Description  
Editorial: Nokia Telecommunications Oy 1997.
- Titulo: Actionet Base Station Hardware Description  
Editorial: Nokia Telecommunications Oy 1994.
- Titulo: Actionet CP-CPIU Interface Specification.  
Editorial: Nokia Telecommunications Oy 1997.
- Titulo: Actionet MX, MXB, and SX hardware description..  
Editorial: Nokia Telecommunications Oy 1995.
- Titulo: Actionet Radio System Control of Subscriber Radio Contact.  
Editorial: Nokia Telecommunications Oy 1997.

## APÉNDICES

### A1 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DE NOKIA EN LA COMPUTADORA DEL DESPACHADOR CP3

#### INTRODUCCIÓN

La estación de trabajo CP3/PC es una extensión del despachador CP3 y ofrece una interfaz amigable a los usuarios.

El software CP3/PC consiste de las siguientes aplicaciones: RSDemon, Status Definition, Dynamically Definable Talk Groups, Group Call monitoring y Location and Information Window.

RSDemon, controla la conexión entre la computadora CP3/PC y el despachador CP3, Dial proporciona una interfaz de Windows con las facilidades de CP3, Status Definition define textos para mensajes de estatus, Dynamically Definable Talk Groups permite crear, modificar o borrar números de grupos dinámicos, mediante Group Call Monitoring se puede monitorear y unirse a llamadas de grupo

#### APLICACIÓN "LOCATION AND INFORMATION WINDOW".

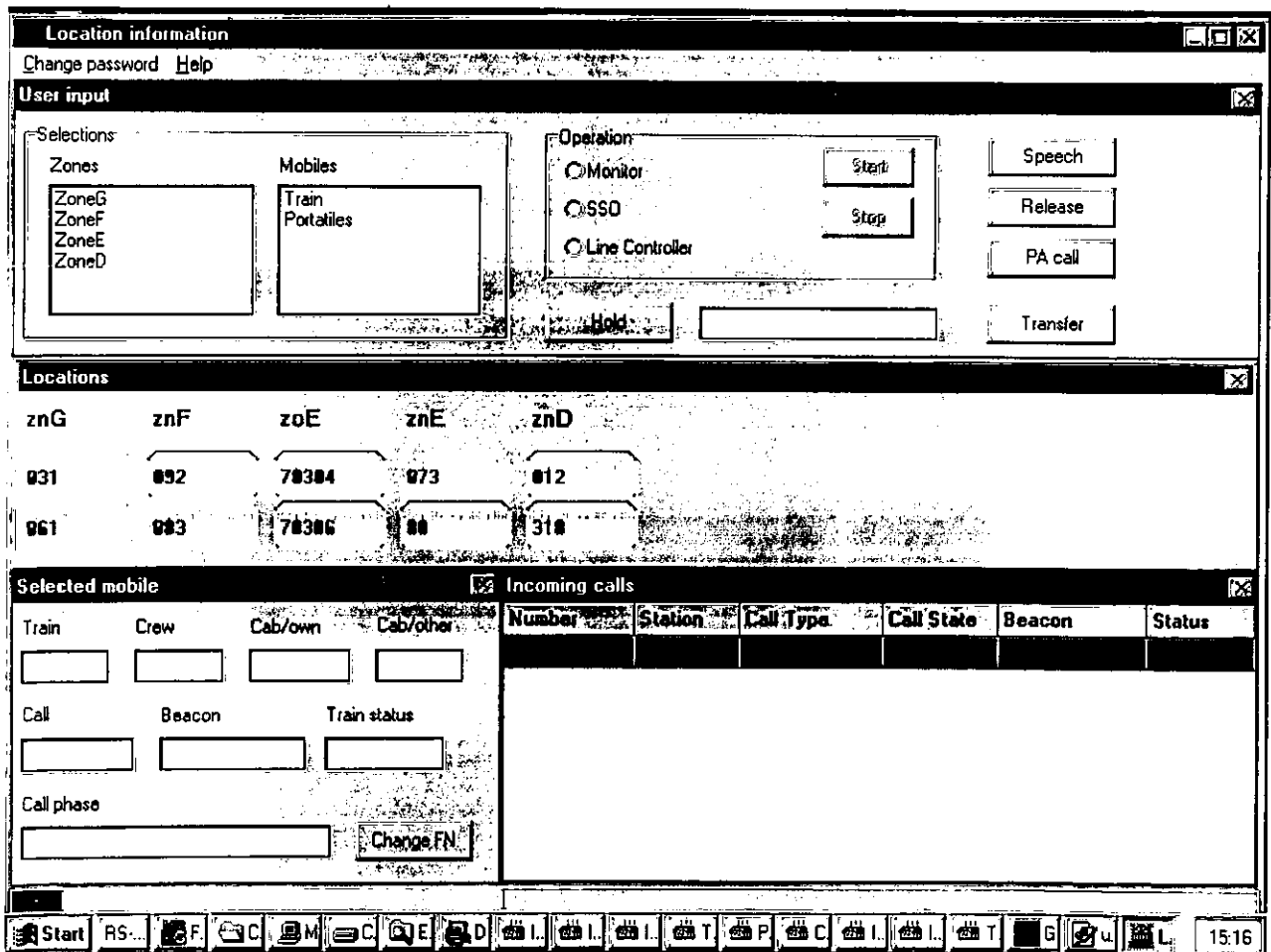


Figura 1. Ventana de la aplicación Location and information

La ventana Location Information es la ventana principal de la aplicación. Existen otras cuatro ventanas: User Input, Locations, Selected Mobile e Incoming Calls.

### Locations

Los registros de los móviles seleccionados en las zonas seleccionadas se muestran en la ventana Locations. En esta ventana también se muestra el movimiento de los trenes. Esta ventana se carga automáticamente pero la información de los trenes se muestra hasta que se le da click al botón START de la ventana User Input.

### Selected Mobile

Esta ventana muestra información detallada de radio seleccionado en la ventana Locations, mostrando la siguiente Información

- Cuatro números funcionales (dando click al botón Change FN)
- Número ANN (en la barra de título de la ventana)
- Fase de la llamada (si el radio seleccionado y el CP3 se encuentran en una llamada)
- Tipo de llamada (si el radio seleccionado y el CP3 se encuentran en una llamada)

Mediante esta ventana también se puede modificar los números funcionales realizando lo siguiente:

- Se selecciona alguno de los radios de la ventana Locations.
- Se da click al botón Change FN de la ventana Selected Mobile apareciendo la siguiente Ventana:

- En esta ventana aparecen 9 entradas para modificar los 9 números funcionales, después de escribir la nueva información se da click al botón OK de esta ventana, en caso de que se decida no cambiar nada se da click en el botón Cancel.
- Después de dar click ya sea en el botón OK o Cancel se cierra esta ventana y se regresa a la ventana Selected mobile mostrando el nuevo valor del número funcional, en caso de que se halla modificado.

### Incoming Calls

Muestra información acerca del radio que llama al CP3, mostrando la siguiente Información:

Campo	Muestra
Number	El número funcional del radio que llama. Si el número funcional no esta

	definido, muestra el número ANN
Station	La estación donde fue iniciada la llamada
Call Type	El tipo de llamada, puede ser normal o de emergencia
Call state	El estado de la llamada: nueva, iniciada, terminada, finalizada o sin contestar
Beacom	No implementado
Status	No implementado

### User Inputs

Con esta ventana se pueden realizar las siguientes funciones:

- Configuración de la información de los tipos de radios (por ejemplo radios portátiles y radios de los trenes), y de las zonas de cobertura que se desean monitorear en la ventana Locations.
- Tipos de operación del programa, existen 3 tipos
  - Monitoring: se pueden recibir y hacer llamadas y ver información de los trenes en la ventana locations, pero no se pueden modificar números funcionales.
  - SS0: se pueden recibir y hacer llamadas y ver información de los trenes en la ventana Locatios y se pueden modificar números funcionales.
  - Line Controller: realiza las mismas tareas que la ventana SSO, pero tiene una mayor prioridad en las llamadas, por ejemplo en caso de que existan 2 CP3/PC llamando al mismo radio.
- Inicio y fin del programa: después de seleccionar los tipos de radio, las zonas de cobertura y el tipo de operación dando click al botón Start se inicia el programa, para finalizar se da click al botón Stop.
- Realización de llamadas: en la ventana Locations, se selecciona alguno de los radios que se están monitoreando y se da click al botón Speech de la ventana User Input, en ese momento se establece la llamada, para finalizar se da click al botón Release de esa misma ventana.
- Transferencia de llamadas: en la ventana Locations, se selecciona alguno de los radios que se están monitoreando y se da click al botón Speech de la ventana User Input, en ese momento se establece la llamada, si se desea transferir la llamada de ese radio a otro, se da click en el botón Hola, se selecciona otra radio para establecer otra llamada y se da click en el botón Transfer, en ese momento los dos radios quedan enlazados.

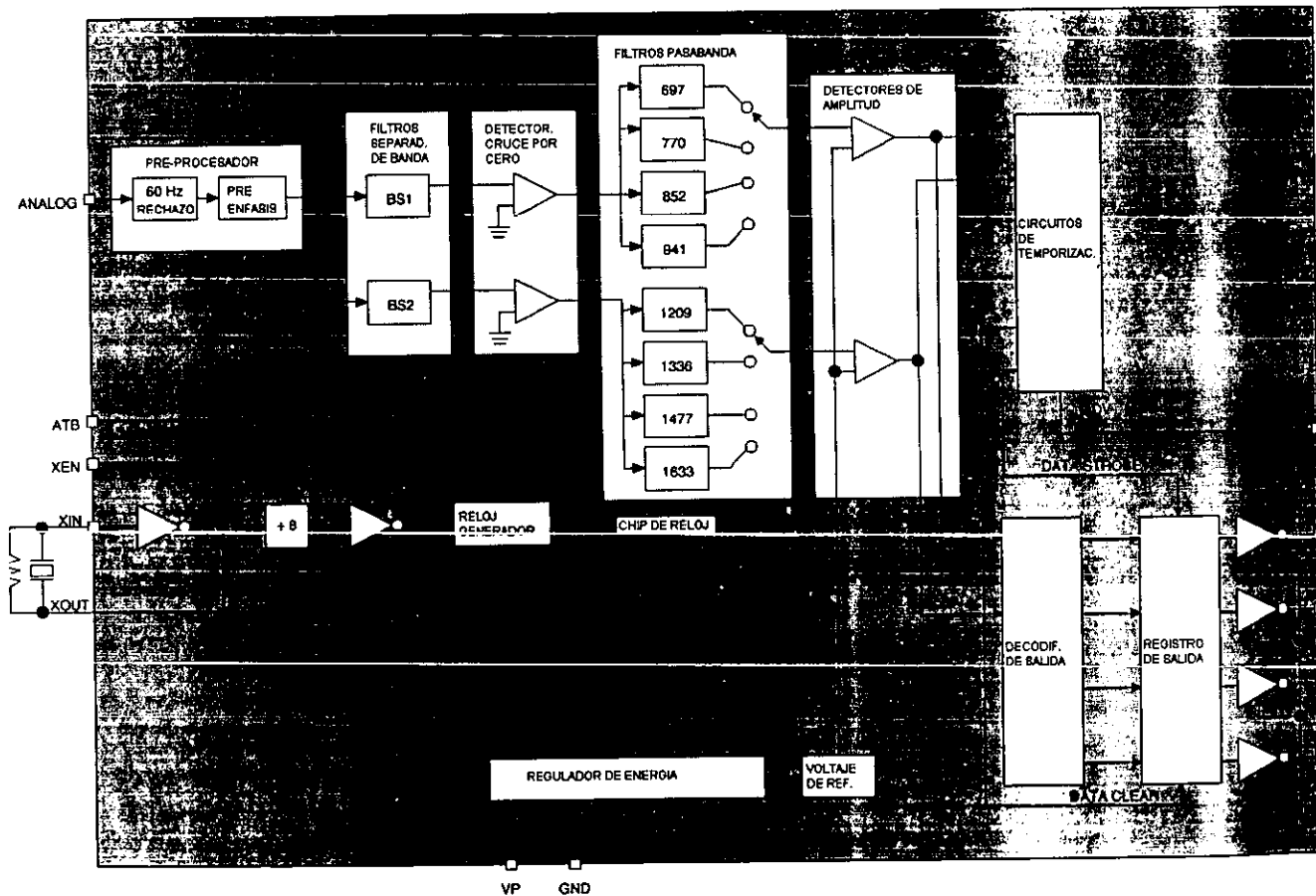
## A2 DESCRIPCIÓN DE ALGUNOS CIRCUITOS INTEGRADOS USADOS EN EL PROYECTO.

### A2.1 DECODIFICADOR 75T204 5V BAJO CONSUMO receptor DTMF

#### CARACTERÍSTICAS:

- Ideado para aplicaciones con menos requerimientos que el 74T202/75T203
- Encapsulados DIP de 14 pines o SO de 16 pines para sistemas de alta densidad.
- No es necesario filtraje de entrada.
- Fuente de 5V
- Detecta los 16 dígitos del estándar DTMF
- Utiliza un cristal de 3.579545MHz.
- Excelente inmunidad al ruido
- Salida de código hexadecimal de 4 bits
- Salidas 3 estados para interfaces con microprocesadores.

#### Diagrama a bloques



## **DESCRIPCIÓN:**

El 75T204 es un receptor DTMF completo que detecta el estándar de 16 dígitos. No es necesario un frente de prefiltraje. Los únicos componentes externos necesarios requeridos son un cristal de televisión de 3.58MHz para una frecuencia de referencia y una resistencia de bias. Una base interna para temporización (ABT) es proporcionada para permitir la operación de hasta 10 75T204 a partir de un solo cristal. El 75T204 emplea tecnología de capacitor conmutado, resultando en aproximadamente 40 polos de filtraje además de circuitería digital dentro del mismo chip CMOS. La señal de entrada analógica es preprocesada por un filtro de rechazo de 60Hz filtros divisores de banda y proporciona un controlador automático de ganancia. Ocho filtros pasabanda detectan los tonos individuales. Se utiliza procesamiento digital para medir los tonos y duración de las pausas. Las salidas se pueden conectar directamente a circuitería estándar CMOS y habilitación del tercer estado para facilitar arquitecturas orientadas a bus.

## **ENTRADA ANALÓGICA**

Este pin acepta la entrada analógica. Este está internamente polarizado de tal forma que la señal puede sea acoplada en AC. La entrada también puede ser acoplada en DC siempre que este no exceda el voltaje positivo de alimentación. En la figura 1 se muestra un acoplamiento apropiado.

El 75T204 está diseñado para operar con señales senoidales pero operará satisfactoriamente con cualquier señal que tenga la frecuencia fundamental correcta con armónicas menores a -20 dB debajo de la fundamental.

## **CRISTAL OSCILADOR.**

El 75T204 contiene un inversor interno con suficiente ganancia para proporcionar oscilación cuando se conecte a un cristal de televisión de bajo costo. El cristal es habilitado poniendo XEN en un nivel de voltaje alto. El cristal se conecta entre XIN y XOUT. Una resistencia de 10 MΩ ±10% se conecta también entre estos pines. En este modo, el pin ATB (base de temporización alterna) es una salida de frecuencia de reloj. Otros 75T204 pueden usar la misma frecuencia de referencia conectando sus pines ATB al pin ATB del componente que se conectó al cristal. XIN y XEN de los componentes auxiliares deben ser conectadas a un nivel de voltaje alto y bajo respectivamente. De este modo varios componentes pueden trabajar con un solo cristal conectado a un 75T205 como se muestra en la Figura 2

## **SALIDAS D1, D2, D4, D8 y EN**

Las salidas D1, D2, D4 y D8 son CMOS push pull cuando son habilitadas (EN alto) y circuito abierto (alta impedancia) cuando se deshabilitan poniendo EN bajo.

Estas salidas digitales proporcionan un código hexadecimal correspondiente al dígito detectado las salidas se vuelven válidas después de que un par de tonos han sido detectados (DV está en alto) y éstos son borrados cuando se detecta un pulso válido. Los códigos hexadecimales están descritos en la Tabla 1

## **DV**

DV señala una detección poniéndose en alto después de que un par de tonos válidos son detectados y decodificados en los pines de salida D1, D2, D4 y D8. DV permanece válido hasta que ocurre una pausa válida.

## **PINES N/C.**

Estos pines no tienen conexión interna y pueden dejarse flotando.



CÓDIGO DE SALIDA				
Dígito	D8	D4	D2	D1
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
0	1	0	1	0
*	1	0	1	1
#	1	1	0	0
A	1	1	0	1
B	1	1	1	0
C	1	1	1	1
D	0	0	0	0

Tabla 1: códigos de salida.

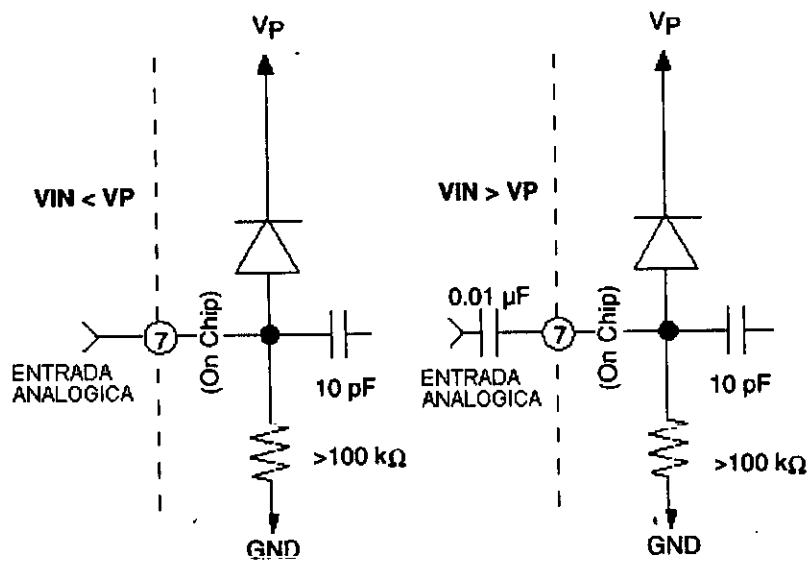
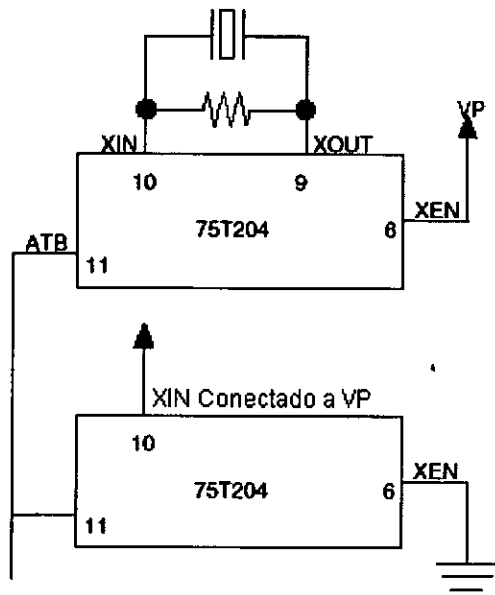


Figura 1. Acoplamiento de entrada



Hasta 10 componentes

Figura 2. Conexiones del cristal

**MATRIZ DE MARCADO DTMF.**

Ver la figura 3. Note que la columna 3 es para aplicaciones especiales.

	Col 0	Col 1	Col 2	Col 3
Reng 0	1	2	3	A
Reng 1	4	5	6	B
Reng 2	7	8	9	C
Reng 3	*	0	#	D

Figura 3. Matriz de marcado DTMF.

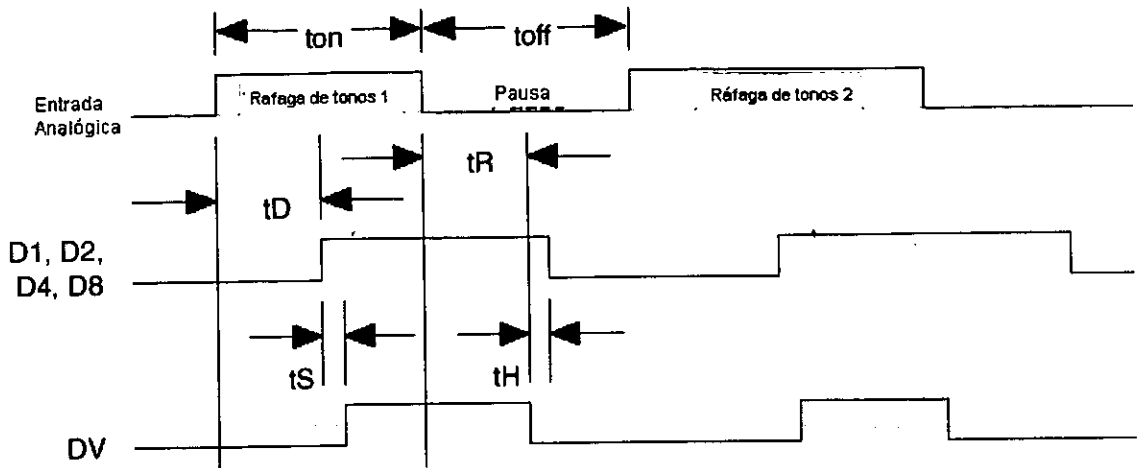


Figura 4. Diagrama de temporización.

#### DETECCIÓN DE FRECUENCIA.

Grupo bajo fo	Grupo alto fo
Reng 0 = 697 Hz	Col 0 = 1209 Hz
Reng 1 = 770 Hz	Col 1 = 1336 Hz
Reng 2 = 852 Hz	Col 2 = 1477 Hz
Reng 3 = 941 Hz	Col 3 = 1633 Hz

#### TEMPORIZACIÓN 75T204

Param		CONDICIONES	MÍN	NOM	MÁX	UNITS
Ton	Tiempo de tono	Para detección	40	-	-	ms
		Para rechazo	-	-	20	ms
TOFF	Tiempo de pausa		40	-	-	ms
			-	-	20	ms
TD	Tiempo detección		25	-	46	ms
TR	Tiempo liberación		35	-	50	ms
TSU	Tiempo estab. de datos		7	-	-	µs
TH	Tiempo retencion datos		4.2	-	5.0	ms
	Tiemp. Habilitac. Salida	CL = 50pF, RL = 1kΩ	-	-	200	ns
	Tiempo deshab salida	CL = 35pF, RL = 500kΩ	-	-	200	ns
	Tiempo subida de salida	CL = 50pF	-	-	200	ns
	Tiempo bajada de salida	CL = 50pF	-	-	200	ns

## ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS:

### VALORES MÁXIMOS ABSOLUTOS

(Operaciones mas alla de los valores máximos abosolutos pueden dañar el componente.  
Todas las entradas del 75T204 sin uso deben ser conectadas a VP o GND)

PARÁMETRO	RATING
Voltaje de alimentacion de DC	+7V
Temperatura de operación	-40°C a 85°C ambiente
Temperatura de almacenamiento	-65°C a +150°C
Disipación de potencia (25°C)	65mW
Voltaje de entrada (todas las entradas excepto ANALOG IN)	(VP+0.5V) a -0.5V
Voltaje analógico de entrada	(VP+0.5V) A (VP-10V)
Corriente DC dentro de cualquier entrada	±1.0mA.
Temperatura de soldado durante 10s	300°C

### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

PARÁMETRO	CONDICIÓN	MIN	TIPIC.	MAX	UNID.
Ancho de banda de frec. Detecc.		±(1.5+2Hz)	±2.3	±3.5	% de fo
Amplitud para detección	Cada tono	-32		-2	.dBm ref a 600Ω
Tolerancia	Twist= <u>tono alto</u> Tono bajo	-10		+10	.dB
Tolerancia 60 Hz				0.8	Vrms
Tolerancia de marcado de tono	Tono preciso de marcado			0dB	.dB*
Talk off			2		Hits
Salidas digitales (excepto XOUT)	Nivel "0", 400μA	0		0.5	V
	Nivel "1", 200μA	VP-0.5		VP	V
Entradas digitales	Nivel "0"	0		0.3VP	V
	Nivel "1"	0.7 VP		VP	V
Ruido en la fuente de alimentación	Banda ancha			10	.mV p-p
Fuente de corriente	TA = 25°C		10	16	.mA
Tolerancia al ruido				-12	.dB*
Impedancia de entrada	VP <sup>3</sup> VIN <sup>3</sup> VP-10	100kΩ 15pF			

\* dB referidos al tono de menor amlitud

## A2.2 TP5088 GENERADOR DTMF PARA DATOS BINARIOS

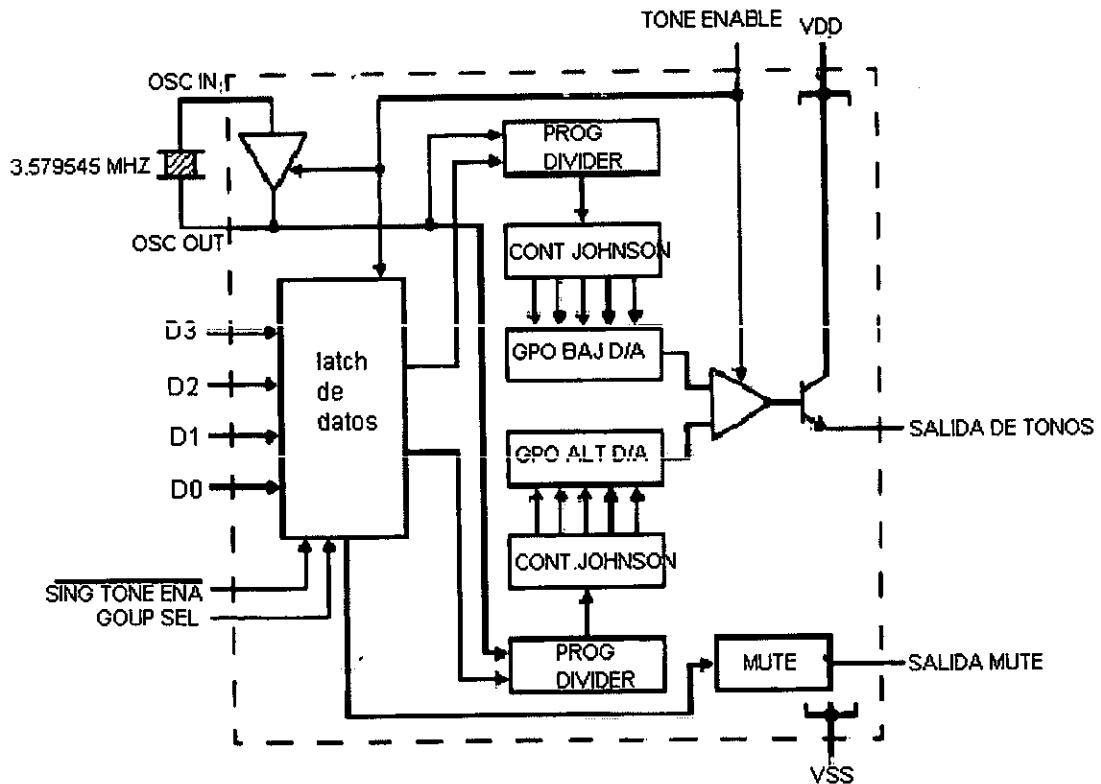
### DESCRIPCIÓN GENERAL.

Este componente CMOS proporciona la capacidad de marcación de tonos a bajo costo en aplicaciones telefónicas controladas por un microcontrolador. Datos binarios de 4 bits son decodificados directamente sin la necesidad de conversión a entradas de teclados simulados requeridas por generadores de DTMF estándar. Con la entrada TONE ENABLE en bajo, el oscilador se inhibe y el componente se pone en modo inactivo en bajo consumo. En la transición de bajo a alto de TONE ENABLE, los datos son lanzados dentro del circuito y se envía el tono seleccionado dentro del par de frecuencias DTMF. Un transistor open-drain, canal N proporciona una salida MUTE durante la generación del tono.

### CARACTERÍSTICAS

- Interfaz directa a microprocesador.
- Entradas binarias de datos con latches.
- Genera el estándar de 16 pares de tonos.
- Oscilador controlado de 3.579545MHz dentro del chip.
- Precisión mayor a 0.64% de frecuencia.
- Distorsión armónica baja.
- Salida MUTE para redes de voz.
- Modo de bajo consumo.
- Operación de 3.5V-8V

### Diagrama a Bloques



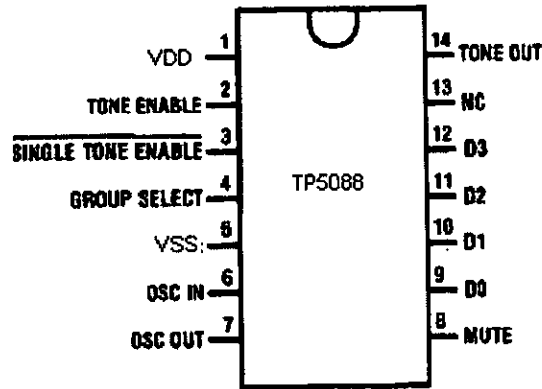
## VALORES MÁXIMOS ABSOLUTOS.

Voltaje de alimentación	12V
Voltaje MUTE	12V
Máximo voltaje en cualquier otro pin	VDD + 0.3 a VSS – 0.3V
Temperatura de operación	-30°C a +70°C
Temperatura de almacenamiento	-55°C a +150°C
Potencia máxima de disipación	500 mW

## Características eléctricas

Parámetro	Condiciones	Min	Tip	Max	Unidad
Voltaje de alimentación mínimo, VDD(min)	Generando tonos	3.5			V
Voltaje mínimo de alimentación para entrada de datos, funciones lógicas TONE ENABLE y MUTE.		2			V
Corriente de operación: Inactivo Generando tonos	RL = ∞, DO – D3 abierto VDD = 3.5V, Mute abierto		55 1.5	350 2.5	μA mA
Resistencia Pull-Up DO – D3 TONE ENABLE			100 50		kΩ kΩ
Entrada Nivel Bajo TONE ENABLE, DO – D3				0.2 VDD	V
Entrada Nivel Alto TONE ENABLE, DO – D3		0.8 VDD			V
Salida MUTE. (TONE ENABLE bajo)	VDD = 3.5V Vo = 0.5V	0.4			mA
Salida MUTE. (TONE ENABLE alto)	VDD = 3.5V Vo = 0.5V		1		μA
Amplitudes de salida Grupo bajo Grupo alto	RL = 240Ω VDD TA = 25 °C	130 180	170 230	220 310	mVrms mVrms
Salida promedio de offset de DC	VDD = 3.5 V VDD = 8 V		1.2 3.6		V V
Pre – énfasis de grupo alto		2.2	2.7	3.2	dB
Relación Tono dual / distorsión armónica total	1 MHz ancho de banda, VDD = 5V, RL = 240Ω	-20			dB
Tiempo de inicio (al 90% de la amplitud), tosc			4		ms
Tiempo de establecimiento de datos, ts	VDD = 5 V	100			ns
Tiempo de retención de datos, tH	VDD = 5 V	280			ns
Duración de datos.	VDD = 5 V	600			ns

## Diagrama de Conexiones



vista superior.

### Descripción funcional

Con el pin TONE ENABLE en nivel bajo, el componente está en un modo desocupado en bajo consumo, con el oscilador inhibido y el transistor de salida apagado. Los datos sobre las entradas D0 – D3 son ignorados hasta que exista una transición alta sobre TONE ENABLE. Una vez que los datos han sido introducidos, el oscilador y la etapa de salida son habilitados, y la generación de tonos comienza. Los datos decodificados puestos en los contadores programables. Estos contadores dan secuencia a dos convertidores digital analógicos capacitivos a través de series de 28 pasos iguales por cada ciclo de onda senoidal. Reguladores dentro del chip aseguran amplitudes de tono con gran estabilidad aún en variaciones de voltaje de alimentación y de temperatura. Los dos tonos son sumados por un amplificador mezclador con pre – énfasis aplicado a grupo de tonos altos. La salida es un transistor emisor seguidor NPN requiriendo la adición de una carga resistiva externa hacia VSS.

La tabla 1 muestra las precisiones de las frecuencias de tono de salida y la tabla II es una tabla de verdad funcional.

Tabla I precisión en las frecuencias de salida.

Grupo de tonos	Estándar DTMF (Hz)	Frecuencia de Salida de tono	% de desviación del estándar
Grupo Bajo fL	697	694.8	-0.32
	770	770.1	+0.02
	852	852.4	+0.03
	941	940.0	-0.11
Grupo Alto fH	1209	1206.0	-0.24
	1336	1331.7	-0.32
	1477	1486.5	+0.64
	1633	1639.0	+0.37

### Descripción de pines:

**VDD (Pin 1):** este es la fuente positiva del componente, referenciada a VSS, el colector del transistor TONE OUT está también conectada a este pin.

**VSS (Pin 5):** este es el voltaje de alimentación negativo. Todos los voltajes están referidos a este pin.

**OSC IN, OSC OUT (Pines 6 y 7):** La temporización de todos los tonos es derivada desde un circuito oscilador dentro del chip. Un cristal de 3.579545 MHz (ráfaga da color de TV) es necesario entre los pines 6 y 7. dentro del circuito también se incluyen capacitores de carga y una resistencia de retroalimentación para una mayor estabilidad en el encendido.

El oscilador se detiene cuando la entrada TONE ENABLE se pone un nivel lógico bajo.

**TONE ENABLE ENTRADA (Pin 2):** esta entrada tiene una resistencia interna pull up cuando TONE ENBLE es puesto en un nivel lógico bajo, el oscilador es inhibido y el generador de tonos y transistor de salida son apagado, una transición de alto a bajo de TONE ENABLE envía el dato desde D0 – D3. El oscilador inicia y la generación de tonos continúa hasta que tone enable es puesto bajo de nuevo.

**MUTE (Pin 8):** esta salida es un componente open drain que se va hacia VSS cuando TONE ENABLE está en bajo y ningún tono está siendo generado: el componente se apaga cuando TONE ENABLE está en alto.

**D0, D1, D2, D3 (Pines 9, 10, 11, 12):** Estas entradas son para datos de codificación binaria, que son introducidos en la transición alta de TONE ENABLE. Los datos deben cumplir la especificación de temporización de la figura 2.

**TONE OUT (Pin 14):** esta salida es el emisor abierto de un transistor NPN, el colector de este está conectado internamente a Vss. Cuando una carga resistiva se conecta desde TONE OUT hacia Vss, el voltaje de salida de este Pin es la suma de la salida de tonos de los grupos alto y bajo sobrepuestos sobre un offset de DC. Cuando no se están generando tonos, este transistor de salida es apagado para minimizar el consumo en estado inactivo.

**SINGLE TONE ENABLE (Pin 3):** esta entrada tiene una resistencia interna pull up. Cuando es puesto hacia Vss, el componente esta en modo de tono sencillo y solo un tono será generado en el Pin 14 (para propósitos de prueba). Para operación normal se deja este pin en circuito abierto o en VDD.

**SELECCIÓN DE GRUPO (Pin 4):** este pin es usado para el grupo alto o bajo cuando el componente está en modo de tono sencillo. Esta entrada tiene una resistencia de pull up interna, dejando este circuito abierto o en VDD generará el grupo alto, mientras que llevándola hacia Vss generará frecuencias del grupo bajo en el pin TONE OUT.

**Tabla II: Tabla funcional de verdad.**

















Equivalente teclado	Entrada de datos				TONE ENABLE	Salida de tonos		MUTE
	D3	D2	D1	D0		f <sub>L</sub> (Hz)	f <sub>H</sub> (Hz)	
X	X	X	X	X	0	0V	0V	0V
1	0	0	0	1		697	1209	O/C
2	0	0	1	0		697	1336	O/C
3	0	0	1	1		697	1477	O/C
4	0	1	0	0		770	1209	O/C
5	0	1	0	1		770	1336	O/C
6	0	1	1	0		770	1477	O/C
7	0	1	1	1		852	1209	O/C
8	1	0	0	0		852	1336	O/C
9	1	0	0	1		852	1477	O/C
0	1	0	1	0		941	1336	O/C
*	1	0	1	1		941	1209	O/C
#	1	1	0	0		941	1477	O/C
A	1	1	0	1		697	1633	O/C
B	1	1	1	0		770	1633	O/C
C	1	1	1	1		852	1633	O/C
D	0	0	0	0		941	1633	O/C



DIAGRAMA DE TEMPORIZACIÓN

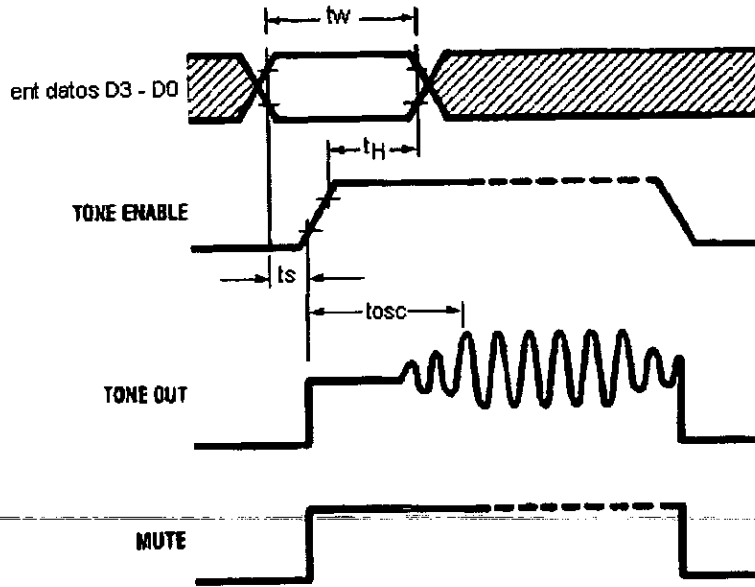


FIGURA 2

## **A3 DEFINICIONES DE ALGUNOS TÉRMINOS USADOS EN EL PROYECTO.**

### **Algoritmo de numeración de la red (ANN)**

Forma mejorada del estándar MPT 1343 sobre numeración de abonados que el sistema ACTIONET incorpora.

### **Área de registro (RA)**

Unidad básica para la localización de terminales móviles. Un móvil que está haciendo roaming sólo se registra cuando cambia de área de registro. Un área de registro puede constar de uno o varios sitios de estación base. Normalmente; las llamadas al terminal móvil se transmiten por los canales de control de todos los sitios incluidos en el RA.

### **Asignación dinámica de canales**

Servicio opcional que permite usar los mismos radiocanales en varios sitios de estación base aún cuando dichos sitios estén lo suficientemente cercanos como para causar interferencia. Los sitios en los que puede haber interferencia están registrados en la central y se impide el uso simultáneo del mismo canal en sitios interferentes. En este caso, se usa frecuentemente el *control de canales de frecuencia ágil*.

### **Base de datos**

Se compone de todos los archivos de datos dentro de un nodo de red. Cada computadora del nodo tiene un subconjunto de la base de datos en sus memorias RAM y EPROM. Las copias de seguridad de toda la base de datos se encuentran en unidades de disco.

### **Canal de control (CC)**

Canal que usa una estación base para enviar mensajes de control del sistema y señalización de establecimiento de llamada a los terminales móviles y para transmitir mensajes de datos de usuario. Para la señalización del canal de control, se usan dos frecuencias, una en sentido descendente, que transmite la señalización de la estación base a los terminales móviles, y otra ascendente o de retorno, en la que los terminales móviles emiten la señalización de respuesta a la estación base.

### **Canal de control de tiempo compartido (TSCC)**

*Canal de control* usado secuencialmente por varias estaciones base. Permite usar un único radiocanal como canal de control en un máximo de 8 sitios de estación base. Un servicio opcional del sistema ACTIONET.

### **Canal de control dedicado (DCC)**

Estrategia de *canales de control* donde una estación base usa continuamente el mismo *radiocanal* como canal de control.

### **Canal de control no dedicado (NDCC)**

Estrategia de canales de control donde el mismo *radiocanal* se puede usar alternadamente como *canal de control* y *canal de tráfico*. El canal de control se usa como un canal de tráfico cuando no hay otros canales disponibles para cursar llamadas. El canal de control se restablece tan pronto como sea posible, asignando el primer canal libre como nuevo canal de control. Un servicio opcional de ACTIONET.

### **Canal de control preferencial (PCC)**

Lo primero que se elige, después del canal de control por defecto, es una frecuencia que el operador ha definido como canal de control preferencial (PCC). Supuestamente este tipo de canal se guarda en los terminales móviles de los abonados como canal de control potencial, incluyéndose por lo tanto en las primeras fases de la captura de canal de control por parte del terminal móvil.

### **Canal de relleno**

*Canal de tráfico* adicional que puede usarse en un sitio de estación base a baja potencia de transmisión. Las llamadas pueden asignarse a estos canales de relleno si los terminales móviles están lo suficientemente cerca de la estación base.

Este concepto es una prestación opcional del sistema ACTIONET. Permite la reutilización de canales a distancias más cortas que las normalmente permitidas por la asignación de frecuencias

### **Canal de tráfico (TC)**

*Radiocanal* asignado a la comunicación de usuarios (transmisión de voz/datos de módem) Después de la señalización de establecimiento de llamada, la central comanda a los terminales móviles que sintonicen el canal de tráfico mediante mensajes GTC (pasar a canal). Cuando se libera la llamada, los terminales móviles vuelven al *canal de control*.

### **Canal exclusivo**

Canal de tráfico reservado para uso exclusivo de usuarios privilegiados (flotas). El objetivo de esta función es asegurar un mejor grado de servicio a los usuarios privilegiados.

### **Categoría de terminal móvil (RUC)**

Categoría que se programa en el terminal móvil y que determina qué canal de control puede usar la unidad. El campo LAB del código SYS transmitido por el canal de control especifica las categorías permitidas. En las funciones de handover de llamada y de reutilización de canal por abonado aislado, la categoría de terminal móvil sirve para distinguir los distintos tipos de abonados.

### **Celda**

Área a la que una autoridad pública u organismo de autoridad similar ha asignado ciertos canales. Una celda puede incluir varios sitios de estación base. Asimismo, una estación base puede incluir varias celdas.

### **Cobertura selectiva de llamadas de grupo (SGC)**

Servicio que permite liberar canales de tráfico en sitios de estación base en los que no hay participantes de una llamada de grupo. La función tiene por objeto mejorar la eficiencia de asignación de canales para llamadas de grupo en área amplia. Al comenzar la llamada, el sistema verifica si hay algún miembro del grupo llamado en cada sitio predefinido. Si por lo menos un miembro en el sitio responde, el canal de tráfico se mantiene reservado en ese sitio de estación base hasta que finalice la llamada. Cuando no hay respuesta alguna, el canal de tráfico queda liberado inmediatamente para otras llamadas.

### **Código SYS**

Código de identidad del sistema de 15 bits transmitido por el canal de control de una estación base, según las especificaciones del MPT. El código de identidad del sistema identifica al sistema y opcionalmente a la subdivisión de la red a la que pertenece la estación base.

### **Cola de espera**

ACTIONET es un sistema no bloqueable. Una o ambas partes de una llamada se colocan en cola de espera si no hay recursos disponibles. Por ejemplo, si los canales o los circuitos están ocupados o el abonado al que se llama está ocupado. La longitud de la cola de espera y los tiempos de espera se pueden ajustar.

### **Computadora de control de llamadas (CCC)**

Computadora que controla el tráfico de llamadas en una central MX o SX. La CCC se ocupa del control de las llamadas de voz y parcialmente de las funciones de control de llamadas de datos. La CCC normalmente está duplicada para aumentar la tolerancia a fallas.

### **Computadora de operación y mantenimiento (OMC)**

Computadora que gestiona las funciones relacionadas con la operación y el mantenimiento de una central.

### **Computadora front-end de datos (DFC)**

Computadora que se ocupa de un subconjunto de funciones de control de llamadas de datos de la central.

### **Control de canales de frecuencia ágil**

Sistema por el cual la central selecciona la frecuencia del canal de un cierto grupo de canales al principio de cada llamada e indica a la estación base el radiocanal que debe usar antes de activar el transmisor. Generalmente, los transceptores de la estación base en sí son de frecuencia ágil pero otros equipos de la estación base también deberían ser capaces de ajustarse a diferentes frecuencias sin intervención manual. Esto requiere la utilización de una combinación híbrida o un método equivalente que sea independiente de la frecuencia de los canales, como por ejemplo antenas separadas.

### **Control de canales de frecuencia fija**

Cada unidad de canal de una estación base usa un canal de frecuencia fija, que no es modificado por la central. Los canales sólo se pueden modificar ajustando manualmente la unidad de canal en la estación base.

### **Controlador de interfaz de línea (LIC)**

La unidad LIC en la estación base se comunica con la unidad de interfaz de estación base (BSIU) en la central MX y controla el funcionamiento de la unidad de canal. Se conecta el radiotransceptor a la central a través del LIC. El LIC supervisa el estado de la unidad de canal y la estación base e informa sobre cualquier cambio a la BSIU.

### **Derechos de llamada**

El operador del sistema puede definir individualmente para cada abonado los derechos de llamada, es decir, el alcance de los servicios disponibles para ese abonado en el sistema.

### **Desvío**

Procedimiento por el que las llamadas a un abonado en particular se dirigen a otro destino. En el sistema ACTIONET, los propios abonados pueden activar el desvío, o bien éste puede ser programado desde la terminal de operación y mantenimiento de la central.

Los desvíos se pueden usar dentro del área de una red local o de una red de sistema. Los desvíos en las terminales móviles son un servicio opcional.

### **Dúplex**

Contacto bidireccional que usa transmisión simultánea en ambas direcciones. También es el equipo capaz de realizar este tipo de operación.

### **Establecimiento de llamada full off-air (FOACSU)**

Los trayectos de voz sólo se reservan si el abonado llamado contesta. El sistema ACTIONET soporta este método.

### **Estación base (BS)**

Conjunto completo de equipos multicanal de transmisión/recepción situados en un *sitio de estación base*. Una estación base incluye equipo específico para cada canal (una o varias unidades de canal para la recepción y transmisión), una o varias antenas y, por lo general, diferentes tipos de equipo de combinación y multiacoplamiento. La estación base transmite señalización a los terminales móviles por el canal de control.

### **Flota**

Básicamente, un conjunto continuo de números de abonados. Los grupos cerrados de usuarios normalmente tienen asignados números dentro de la misma flota para fines de administración. Se pueden usar secuencias cortas de marcación de número para llamar a otros abonados dentro de la misma flota o, por ejemplo, para llamar a un operador de PABX o a un operador de despacho de la flota. Los abonados dentro de la misma flota comparten un prefijo común y los bits más significativos de su identificador (dirección).

### **Grupos de conversación definidos dinámicamente**

Función que permite al operador controlar de forma dinámica los grupos de abonados, sin tener acceso físico a los terminales móviles. Esta función permite la programación de un conjunto de números de grupo dinámicos en los terminales móviles. La programación se realiza por el trayecto de radio, usando mensajes cortos de datos.

### **Handover de llamada (CHO)**

Acción de conmutar una llamada en curso de una estación base a otra, usando un canal de tráfico con la misma radiofrecuencia, a fin de garantizar la continuidad de la llamada establecida. La función de CHO es opcional y ha sido diseñada para sistemas en los que los

terminales móviles se encuentran en constante movimiento entre las distintas estaciones base, por ejemplo en los sistemas públicos de transporte. El principio básico es usar un canal de tráfico con la misma radiofrecuencia en el siguiente sitio de estación base al cual se hace el handover de la llamada. La función solamente se aplica a las llamadas de voz individuales dentro de redes de sistema. Ver también *sitio de origen*, *sitio de destino*, *sitio de destino real*, *canal de tráfico de reserva* y *unidad de interfaz de canal de tráfico de reserva*.

### **Identificador**

Los 13 bits menos significativos de una dirección de abonado transmitida por el trayecto de radio, de acuerdo con la especificación MPT 1327.

### **Inclusión de llamada**

Concepto del MPT 1327. Se refiere a un servicio en el que otros abonados pueden introducirse en una llamada en curso a pedido de uno de los abonados que ya está en comunicación con dicha llamada. Este servicio se puede usar para la *transferencia de llamada* desde terminales móviles (opcional) o para iniciar una *llamada de conferencia* (opcional).

### **Interfaz hombre-máquina (MMI)**

Interfaz o interacción del operador con el sistema. Un comando MMI es cualquier comando que envía el operador al sistema desde el terminal de operación y mantenimiento (OMT) en la central o desde el RIH.

### **Intervención**

Un terminal de despacho tipo CP2 ó CP3 puede intervenir en una llamada en curso para transmitir un mensaje urgente a uno de los abonados en comunicación.

### **Lenguaje hombre-máquina (MML)**

Lenguaje de comandos usado en el terminal de operación y mantenimiento de una central ACTIONET.

### **Línea de conexión**

Conexión entre dos centrales (usada como conexión de reserva entre las MX de una red de sistema o para proporcionar las conexiones entre redes de una red extendida o integrada). Normalmente se realiza por un circuito dedicado, aunque también se puede usar una conexión conmutada por PABX o PSTN.

### **Llamada de alta prioridad**

Las solicitudes de llamada para llamadas de alta prioridad se anteponen a las solicitudes de llamada de prioridad normal.

### **Llamada de conferencia**

Llamada que se establece al incluir nuevos abonados en una llamada individual.

### **Llamada de emergencia**

Llamada que se inicia marcando un número especial de emergencia (generalmente 000, 999, 112; en redes que cumplen las especificaciones Regionet 43, 110 y 112). La central dirige la llamada de emergencia a un destino definido previamente. Una llamada de emergencia tiene derechos especiales sobre la asignación de recursos de llamadas. Se le coloca primera en las colas de espera y puede incluso cortar otras llamadas en curso. En el software básico del sistema, los destinos de las llamadas de emergencia son específicos para cada central pero comunes para todos los abonados que usan la central.

### **Llamada de grupo**

Llamada a un número de grupo. Se puede asignar el mismo número de grupo a un número ilimitado de terminales móviles. Cuando se llama a un número de grupo, se reserva inmediatamente un canal de tráfico para el grupo en un conjunto previamente definido de estaciones base y se comanda a los terminales móviles del grupo que sintonicen dicho canal. Una llamada de grupo también se puede usar localmente en una sola estación base previamente seleccionada.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

### **Llamada de módem**

Datos enviados por el canal de tráfico entre equipos de fax, computadoras, etc.

### **Llamada ejecutiva**

Llamada que tiene el mismo nivel de prioridad en el sistema que una llamada de emergencia. La diferencia estriba en que una llamada ejecutiva puede marcarse hacia cualquier destino.

### **Mensaje corto de datos (SDM)**

Mensaje de datos de formato prescripto que puede transmitirse a un abonado por el canal de control. Si se usa un conjunto de caracteres binarios, la longitud máxima de un SDM es de 176 bits. Si se usan caracteres ASCII de 7 bits, un SDM puede contener 25 caracteres.

### **Mensaje de estado**

Mensaje de un byte transferido desde el abonado que llama al abonado llamado por el canal de control. El abonado llamado también puede ser un grupo. Los mensajes de estado pueden tener valores dentro del rango 0-31. Dos de los valores están predefinidos (valor 0: petición de llamada, valor 31: cancelar petición de llamada).

### **Mensaje largo de datos (EDM)**

Cuatro mensajes cortos de datos (SDM) se pueden unir para formar un mensaje de datos con formato prescripto, es decir, un mensaje largo de datos (EDM) (opcional). Los EDM se pueden transmitir a un abonado, por el canal de control. Si se usa un conjunto de caracteres binarios, la longitud máxima será de 736 bits. Si se usa un código ASCII de 7 bits, un EDM puede contener 100 caracteres.

### **Modo fallback**

Forma de operación a la que puede entrar un sistema en caso de mal funcionamiento de algún equipo. Particularmente, una estación base en este modo maneja tráfico local cuando se ha perdido la conexión a una MX. El modo fallback para estación base es un servicio opcional en el sistema ACTIONET.

### **MPT**

Ministerio de Correos y Telecomunicaciones del Reino Unido (MPT). Organismo que originó las especificaciones usadas como estándar para el funcionamiento de las redes analógicas PMR. El *MPT 1327* especifica la señalización del trayecto de radio; el *MPT 1343*, el interfaz del sistema y el *MPT 1347*, el interfaz del terminal móvil.

### **MPT 1327**

Estándar de señalización. Define las normas de protocolo de comunicación entre un controlador de *sistema trunking* y los terminales móviles.

### **MPT 1343**

Estándar del interfaz del sistema. Especifica la actividad a la que deben ajustarse los terminales móviles cuando funcionan en una red *trunking* comercial.

### **MPT 1347**

Estándar del interfaz del terminal móvil. Especifica la actividad a la cual debe ajustarse el sistema o la red.

## **MX**

Central de móviles del sistema ACTIONET que controla hasta 64 estaciones base. Una MX puede designarse como NCE\_MX o NET\_MX, dependiendo del tipo de red.

### **Numeración funcional de abonados (FSN)**

Prestación que usa *números funcionales* para permitir llamar a los terminales móviles que se encuentran en una tarea, ruta, función o ubicación determinada en lugar de llamar a personas individuales. Es una alternativa de acceso a terminales móviles además de la *numeración ANN y MPT*.

### **Número común**

Número de abonado asignado a un grupo de terminales de despacho. Las llamadas que se dirigen a un número común son atendidas por hasta 10 terminales de despacho diferentes. Un número común aumenta la capacidad de administración de llamadas del terminal de despacho.

### **Número funcional**

Número temporal asociado con los terminales de usuario (terminales móviles y de despacho). Una alternativa a la *numeración ANN y MPT*. Un número funcional es una cadena de dígitos que consta de un índice de un dígito y del número funcional en sí, de 2 a 7 dígitos. Todo terminal puede tener de uno a nueve números funcionales asociados con el mismo en cualquier momento. Un número funcional no tiene que ser un número único dentro del esquema de numeración. Los números funcionales idénticos (*números duplicados*) se diferencian usando (un) dígito(s) adicional(es) que el sistema agrega automáticamente al final del número.

### **Optimización de canales**

En llamadas entre dos terminales móviles dentro del mismo sitio de estación base, se minimiza la utilización de canales usando un sólo canal para la llamada. La optimización de canales también puede realizarse con móviles dúplex. En este caso, los móviles reciben el comando de establecer la llamada en modo semidúplex. La optimización de canales para terminales dúplex puede negarse mediante parámetros de operación en la central. Asimismo, cuando se asigna un canal de tráfico de reserva, es posible optimizar canales dentro del mismo sitio entre abonados semidúplex.

### **Polling de área**

Proceso en el que el sistema busca un terminal móvil en varios sitios de estación base incluidos en un área de registro.

### **Prioridad de llamada**

En el sistema ACTIONET, se pueden aplicar tres niveles diferentes de prioridad a las llamadas: prioridad normal, alta y ejecutiva o de emergencia. La llamada de mayor prioridad se antepone en la cola de espera a las llamadas de menor prioridad. Las llamadas ejecutivas y de emergencia tienen la mayor prioridad y son del mismo nivel. Estas llamadas podrán cancelar otras llamadas para así poder usar los recursos necesarios. Las llamadas de alta prioridad y ejecutiva se pueden aplicar sólo a las llamadas individuales de voz y de módem. La posibilidad de aplicar prioridades más elevadas a las llamadas de grupo es un servicio opcional.

### **Pulsar para hablar (PTT)**



Interruptor de dos estados en un terminal móvil que sirve para activar el transmisor. El botón PTT se utiliza en los sistemas de radios bidireccionales en los que se usa la misma frecuencia para la transmisión y recepción. Se transmite desde un solo terminal por vez. La parte que habla debe mantener presionado el botón mientras habla.

### **Radiocanal**

Par de radiofrecuencias usadas para la comunicación entre la estación base y el terminal móvil. Se pueden usar opcionalmente canales simplex de una frecuencia para comunicación directa entre los terminales móviles.

### **Radiofaro**

Radiotransmisor externo al sistema o señal emitida por el mismo, usado como guía direccional. En un sistema ferroviario, por ejemplo, radiofaro al costado de la vía que proporciona información sobre la ubicación radial del tren. Cada radiofaro tiene su propia señal exclusiva. Esta señal es leída por el tren en movimiento y transmitida al CP3 encargado de supervisar la ubicación de los trenes dentro de esta área específica.

### **Ráfaga**

Secuencia continua de señalización estándar MPT 1327 transmitida desde una sola estación base por el canal de control de tiempo compartido (opcional). Normalmente dura entre 0,5 y 5 segundos. Durante este tiempo la unidad de canal de control puede enviar y recibir señales. Las unidades de canal de control de otros sitios del área de tiempo compartido permanecen pasivas.

### **Red**

Una red ACTIONET puede ser una *red local*, una *red de sistema*, una *red extendida* o una *red integrada*. Cada red tiene una central principal de red (NCE) que contiene la base de datos maestra de abonados de esa red. Una red extendida en realidad se compone de varias redes, por ejemplo, varias centrales NCE conectadas entre sí. En este caso, los servicios de llamada entre redes están sujetos a algunas restricciones.

### **Registro**

Transacción por la cual el terminal móvil envía una solicitud de registro que la MX confirma. Antes del registro, un terminal móvil debe encontrar un canal de control, en un proceso que se denomina *captura del canal de control*. Los procedimientos de registro para terminales móviles se especifican en el estándar MPT 1343. Un terminal móvil debe registrarse en el sistema antes de poder usar los servicios disponibles en el mismo. El registro es necesario para poder realizar un seguimiento de la ubicación de los terminales móviles, para hacer posible el *roaming*. El registro también facilita ciertos servicios de gestión del sistema, tales como el rechazo de abonados ilegales o no deseados.

### **Registro múltiple**

Prestación que reduce los *registros* innecesarios cuando un terminal móvil se desplaza entre dos *áreas de registro*.

### **Reutilización de canal**

Evento durante el cual un canal puede ser utilizado en un sitio aunque este canal ya esté en uso en el sitio interferente de ese sitio.

## **Roaming**

Proceso que permite a los terminales móviles moverse libremente entre un sitio de estación base y otro dentro del sistema. Requiere que el móvil seleccione el sitio apropiado y que se registre al cambiar de área de registro.

## **Ruta de flota**

Cadena predefinida de sitios de estación base secuenciales, a través de la cual un abonado que pertenece a la flota puede desplazarse de un sitio a otro usando la función *handover de llamada*.

## **Semidúplex**

El modo de operación por defecto entre una estación base y un terminal móvil. La estación base usa el modo dúplex y el terminal móvil, el modo símplex. Un radiocanal siempre consta de un par de frecuencias.

## **Símplex**

Modo de comunicación bidireccional en el que se le da permiso para transmitir a cada abonado alternadamente.

## **Sistema ACTIONET**

Un sistema ACTIONET se compone de nodos de red, estaciones base y líneas (de voz y datos) de interconexión entre ellos que incluyen el hardware y el software que permiten realizar las funciones necesarias de operador y abonado. Un sistema ACTIONET puede constar de una o varias redes ACTIONET.

## **Sistema trunking**

Sistema que permite la compartición automática de varios canales de comunicación por varios usuarios.

## **Sitio adyacente**

Para cada *sitio de estación base* pueden definirse sitios vecinos como sitios adyacentes. La información sobre los *canales de control* de los sitios adyacentes es emitida a los terminales móviles para facilitar el roaming entre sitios de estación base. Los sitios adyacentes se usan para que la transición de un sitio a otro sea más rápida.

## **Sitio de baja potencia**

*Sitio de estación base* que usa unidades de canal a baja potencia y comanda a los terminales móviles del sitio operar a baja potencia mediante un mensaje MAINT individualizado. La diferencia con los *sitios de relleno* es que un sitio de baja potencia tiene una unidad de canal de control propia y no es necesario hacer mediciones de voting.

## **Sitio de destino**

Uno de los posibles *sitios* subsiguientes en una ruta definida, al cual se puede hacer el handover de una llamada en curso. Usado en conexión con la función de handover de llamada. Cada sitio de estación base puede tener un máximo de 8 sitios de destino diferentes. Sólo uno de ellos puede pertenecer a otra MX.

## **Sitio de destino real**

El *sitio de destino* al que efectivamente se transfiere una llamada en curso al producirse el handover de una estación base a otra.

### **Sitio de estación base**

Literalmente, el lugar donde está situada la estación base. En el contexto de roaming y voting, este término también se usa para designar el área de cobertura de la estación base, que puede ser idéntica a la celda, pero no necesariamente (en el caso de sistemas JRC normalmente es menor que la celda). En el contexto de la operación del canal de control, es conveniente equiparar sitio con la estación base ubicada en el sitio. Por lo tanto, un sitio debe entenderse como una estación base lógica, que está disponible para el móvil cuando el móvil está dentro de la cobertura de esa estación base.

### **Sitio de origen**

*Sitio de estación base* desde el cual se inicia una llamada. Usado en conexión con la función de handover de llamada.

### **Sitio de relleno**

Los *canales de relleno* (opcional) se configuran como un sitio de relleno que opera los *canales de tráfico* sin un *canal de control* propio. El sitio de relleno usa el canal de control de su *sitio primario*. Se asigna una de las unidades de canal de tráfico como unidad de voting que supervisa los mensajes de los terminales móviles por el canal de control.

### **Sitio interferente**

Cuando se usa la asignación dinámica de canales (opcional), la central debe conocer los sitios de estación base que están lo suficientemente próximos como para causar interferencia. Cuando los sitios interferentes se han programado en la central, ésta puede evitar la utilización simultánea del mismo radiocanal en esos sitios.

### **Supervisión**

Función que permite a una estación de trabajo CP3PC específica para cada área mostrar la ubicación de los abonados en tiempo real. Una estación de despacho CP3PC puede supervisar la ubicación de los abonados dentro de una *flota* y *zona* específicas. La lista de zonas y flotas que pueden supervisarse se define separadamente para cada CP3. Cuando se activa la función, en la pantalla de la CP3PC de información sobre ubicación aparecerá la información sobre el área de registro o sitio de estación base actual de los abonados.

### **Supervisión de llamadas de grupo (GCM)**

Prestación que permite que las llamadas de grupo activas sean supervisadas en las estaciones de trabajo CP3PC de la red de sistema. El terminal de despacho supervisor puede ingresar como abonado adicional a una llamada de grupo en curso iniciada por un terminal móvil. El objeto de este servicio es mejorar la eficiencia de los operadores de despacho en la gestión de operaciones de campo.

### **Terminal de despacho (CP)**

Terminal de abonado conectado por línea que se puede usar como posición de operaciones de despacho, es decir, un punto de asignación de tareas para los terminales móviles. A un terminal de despacho se le pueden habilitar los servicios de llamada más extensos en el sistema, como por ejemplo, utilización de la llamada por canal abierto. Un terminal de despacho también puede transferir llamadas a los abonados con servicios limitados. Hay tres tipos de terminales de despacho:

CP1: un teléfono básico ACTIONET conectado por línea que dispone de servicios básicos.

CP2: un teléfono básico ACTIONET con pantalla alfanumérica y mejores servicios para el operador de despacho.

CP3: un CP2 que también incluye una estación de trabajo PC con interfaz de usuario basado en Microsoft Windows.

### **Terminal de operación y mantenimiento (OMT)**

Terminal del operador para las operaciones MMI en la central. Se utiliza una consola estándar conectada a la OMC mediante un interfaz V.24 ya sea localmente en la central o en modo remoto usando módems para la conexión. Desde la SX, se pueden establecer sesiones remotas de MMI a las NET\_MX a través del enlace de datos MX-SX.

### **Terminal móvil (RU)**

Dispositivo radiotelefónico del abonado. Un móvil u otra estación de usuario que se comunica con el sistema por el trayecto de radio según la especificación MPT 1327.

### **Trayecto de radio**

Medio de radiocomunicación usado para transmitir señales entre un terminal móvil y el sistema, exclusivamente asignado al terminal durante la llamada.

### **Unidad de canal**

Conjunto de equipos específico de canal en una estación base. Incluye un transceptor de estación base y un controlador de interfaz de línea (LIC). Existen dos tipos de unidades de canal: de *frecuencia ágil* y de *frecuencia fija*.

### **Unidad de interfaz de estación base (BSIU)**

Unidad de interfaz de línea en la MX que conecta la unidad de canal de la estación base a la MX. Para cada unidad de canal siempre existe una BSIU correspondiente en la MX.

### **Unidad de interfaz de canal de control (CCIU)**

BSIU que opera un canal de control (funcionando en modo CCIU).

### **Unidad de interfaz de canal de tráfico (TCIU)**

BSIU que opera un canal de tráfico (funcionando en modo TCIU).

### **Voting**

Proceso por el que el sistema mide la intensidad de la señal recibida y la usa para la selección del canal o del sitio y para el establecimiento de llamada.

### **Zona**

Grupo predefinido de sitios de estación base secuenciales, supervisados o controlados por una estación de trabajo CP3PC. Este concepto se usa en conexión con los servicios del operador de despacho relativos a información sobre ubicación de abonados y encaminamiento de llamadas dependiente de la ubicación. Una zona abarca un máximo de 30 estaciones base

## A4 CONCEPTOS UTILIZADOS EN ESTE PROYECTO.

### DECIBELES:

El decibel es una unidad logarítmica de medición usada para comparar 2 niveles de potencia. Denotando por Pr el nivel de referencia, el decibel (dB) se define por la ecuación

$$(dB) = 10 \log_{10} (P/Pr) \quad (A4.1)$$

Como el decibel es una unidad logarítmica, las operaciones de multiplicación y división se reducen a suma y resta, y las potencias y raíces a multiplicación y división. Sin embargo la suma y resta requieren de la conversión a valores numéricos. El signo de un logartmo cambia cuando su argumento se invierte. Dada una razón de potencias expresada en decibeles, la razón de potencia puede hallarse con el inverso de la ecuación (A4.1):

$$P/Pr = 10^{(dB)/10} \quad (A4.2)$$

Los decibeles también se usan para indicar valores absolutos de potencia agregando una tercera letra a la notación. Si el nivel de referencia Pr es un watt, la potencia P se expresa en "decibeles por watt" (dBW)

$$P_{dBW} = 10 \log_{10} P \quad (A4.3)$$

De igual forma, si la potencia de referencia Pr es un miliwatt, la potencia P se expresa en "decibels por miliwatt" (dBm).

La definición de la ecuación (A4.1) puede ponerse en terminos de voltajes V y Vr a través de las resistencias R, y Rr de la siguiente manera:

$$(dB) = 10 \log_{10} \frac{[V^2 / R]}{[V_r^2 / R_r]} \quad (A4.4a)$$

$$= 20 \log_{10} (V/V_r) - 10 \log_{10} (R/R_r) \quad (A4.4b)$$

Para el caso en que  $R = R_r$ , esto se convierte en:

$$(dB) = 20 \log_{10} (V/V_r) \quad (A4.5)$$

Si además, el voltaje de referemcia se tomo como uno, se tiene.

$$V_{dB} = 20 \log_{10} V \quad (A4.6)$$

A veces la ecuación (A4.6) se usa como definición de decibel. Esto es válido siempre y cuando se empleen los factores adecuados de normalización en cualquier comparación en los cálculos de potencia usando la definición de la ecuación (A4.1). La utilización predominante del decibel en sistemas de comunicación es por razones de potencia.

### SISTEMA DE PORTADORAS E:

E1 o E-1 es un formato europeo de transmisión digital establecido por el ITU-TS. Los formatos E2 a E5 son portadoras incrementando en múltiplos del formato E1.

El formato de señal E1 transporta datos a velocidades de 2048 k bits por segundo y puede transportar 32 canales de 64 kbps.

E2 es una línea que transporta 4 señales E1 multiplexadas que tiene una velocidad de datos de 8448 Kbps.

E3 transporta 16 señales E1 con una velocidad de datos de 34368 kbps.

E4 transporta 4 canales E3 con una velocidad de datos de 139264 kbps.

E3 transporta 4 canales E4 con una velocidad de datos de 565148 kbps.

#### **PABX:**

Un PABX (private automatic branch exchange o conmutador automático de líneas) es un sistema de telefonía de conmutación automática dentro de una empresa privada. Originalmente estos sistemas fueron llamados conmutadores de líneas privadas y requerían el uso de operadores vivos. Dado que casi todos los conmutadores de líneas privadas son automáticos, la abreviación PBX usualmente implica PABX.

#### **PBX:**

Un PBX es un sistema telefónico dentro de una empresa que conmuta llamadas dentro de usuarios de la empresa sobre líneas locales al mismo tiempo que permite a todos los usuarios cierto número de líneas externas. El principal propósito de una PBX es ahorrar el costo requerido por línea para cada uno de los usuarios.

El PBX pertenece y es operado por la empresa mas que por la compañía de teléfonos. Los conmutadores de líneas privadas usaban originalmente tecnología analógica. Hoy en día los PBX usan tecnología digital.

Un PBX incluye:

- Líneas troncales de teléfono que terminan en el PBX
- Una computadora con memoria que administra la conmutación de las llamadas dentro del PBX y la salida y entrada de éstas.
- La red de líneas dentro del PBX.
- Usualmente una consola o botonera para el operador humano.

#### **PSTN**

PSTN (Public Switched Telephone Network), se refiere a la colección mundial de teléfonos públicos orientados a voz interconectados, tanto los comerciales como los del gobierno

Hoy en día esta red es casi enteramente digital excepto para el enlace final de la central telefónica local a los usuarios.