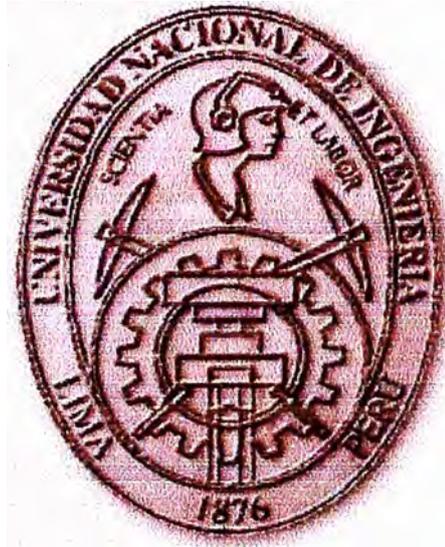


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**“INTERFASE CELULAR PARA ACCESO DE RADIO EN
CENTRALES PRIVADAS”**

INFORME DE INGENIERÍA
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

JORGE REYNALDO CUEVA NOLBERTO

PROMOCIÓN
1979-I

LIMA-PERÚ
2005

**INTERFASE CELULAR PARA ACCESO DE RADIO EN
CENTRALES PRIVADAS**

Dedicado a:

**Reynaldo y Antonia, mis padres,
por sembrar la semilla de conocer;
Gladys, Erick y Hans, mi esposa y
mis hijos, fuente constante de
inspiración; Maria Luisa, mi
hermana, por su apoyo.**

SUMARIO

Para el acceso de radio celular en una Central Telefónica Privada, se requiere de equipos y elementos que en su conjunto forman un Sistema y cumplen con el objetivo de brindar una buena comunicación celular y de bajo costo.

Dentro de ellos se menciona la interfase celular, que es un equipo de radio que opera dentro del espectro de la frecuencia celular, así mismo es importante resaltar que la interfase celular debe tener una buena señal tanto en transmisión como en recepción, esto se logra colocándola en un lugar apropiado, en algunos casos es necesario instalar una antena yagi, para mejorar la señal.

La Central Telefónica Privada también tiene un rol importante en el Sistema, dependiendo de sus características el acceso celular puede ser manual o automático.

El presente Informe se presenta luego de haber realizado pruebas en el campo y en el laboratorio, conjuntamente con los proveedores de las interfases celulares y de las Centrales Telefónicas Privadas.

Actualmente el Sistema se viene aplicando en diferentes empresas a nivel Nacional.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	3
1.1. Objetivo	3
1.2 Antecedentes	3
CAPITULO II	7
INTERFASE CELULAR	7
2.1 Descripción	7
2.2 Capacidad	7
2.3 Parámetros de la Interfase Celular	8
2.3.1 Slot Cycle Index	8
2.3.2 Número de Teléfono	8
2.3.3 CDMA Servicio Preferido	8
2.3.4 Tipo de Codificador de Voz (Tipo Vocoder)	9
2.3.5 MCC	9
2.3.6 MNC	9
2.3.7 Home SID NID	9
2.3.8 CDMA SIDs para Cierre	10
2.3.9 CDMA SIDs para Adquirir	10
2.4 Parámetros de Fuente de Poder	10
2.5 Programación de la Interfase Celular	11

2.5.1	La Programación Utilizando el Programa de Servicio Técnico (PST).	11
2.5.2	Programación Usando Teléfono Normal	16
2.6	Especificaciones Técnicas de Interfase Celular	19
2.7	Marcas y Modelos	20
CAPITULO III		22
CENTRAL TELEFÓNICA PRIVADA AUTOMÁTICA (PABX)		22
3.1	Definición	22
3.2	Funciones	22
3.3	Beneficios	23
3.4	Estructura de una PABX	24
3.4.1	Convertor AC/DC y Fuente de Poder	24
3.4.2	Respaldo de Energía	25
3.4.3	CPU	26
3.4.4	Memoria	26
3.4.5	Almacenamiento No Volátil	26
3.4.6	Interfaces del Equipo Periférico	27
3.4.7	Concentrador	27
3.4.8	Conmutación	28
3.4.9	Procesadores de Entrada / Salida	28
3.4.10	Generador de Timbrado	29
3.4.11	Circuitos Auxiliares	29
3.4.12	Conexiones	30
3.5	Facilidades de una PABX	31

3.5.1	Transferencia de Llamadas	32
3.5.2	Conferencia	33
3.5.3	Estacionamiento de Llamadas	33
3.5.4	Captura de Llamadas	33
3.5.5	Grupos de Hunting	34
3.5.6	Rellamada Sobre Interno Ocupado	34
3.5.7	Llamadas en Espera	34
3.5.8	Servicio Diurno y Nocturno	34
3.5.9	Acceso a Red de Parlantes	34
3.5.10	Interfaces con Porteros y Teléfonos de Puerta	34
3.5.11	Restricciones de Telediscado	35
3.5.12	No Molestar	35
3.5.13	Desvíos de Llamadas	35
3.5.14	Intrusión Ejecutiva	35
3.5.15	Sistema Jefe - Secretaria	35
3.5.16	Códigos de Autorización	35
3.5.17	DISA	35
3.5.18	Caller ID	36
3.6	Marcas y Modelos	36
	CAPITULO IV	37
	TELEFONÍA CELULAR	37
4.1	Introducción	37
4.2	Las Generaciones de la Telefonía Celular	37

4.2.1	Primera Generación (1G)	37
4.2.2	Segunda Generación (2G)	38
4.2.3	Generación 2.5 G	38
4.2.4	Tercera Generación 3G	39
4.3	Principio Básico de Telefonía Celular	39
4.4	Estructura de un Sistema Celular	42
4.4.1	Unidades Móviles	42
4.4.2	Las Celdas (radio bases)	42
4.4.3	El MTSO	42
4.4.4	Las Conexiones o Enlaces	42
	CAPITULO V	45
	ANTENAS	45
5.1	Generalidades de Antena	45
5.2	Parámetros de la Antena	46
5.2.1	Densidad de Potencia Radiada	46
5.2.2	Directividad	46
5.2.3	Ganancia	46
5.2.4	Polarizacion	47
5.2.5	Impedancia	47
5.2.6	Adaptación	47
5.2.7	Área y Longitud Efectivas	47
5.3	Antena Yagi	48
5.3.1	Descripción y Elementos	48

CAPITULO VI	50
INSTALACIÓN Y PRUEBAS DE LA INTERFASE CELULAR PARA ACCESO DE RADIO EN PABX	50
6.1 Descripción	50
6.2 Plan Telefónico Celular	51
6.3 Conexión de la Interfase Celular a la PABX	52
6.3.1 Consideraciones Prácticas para la Programación de la PABX – Meridian	54
6.4 Teléfono para Pruebas	55
6.4.1 Establecimiento del Modo de Prueba del Teléfono	55
6.4.2 Pantalla del Teléfono de Prueba	55
6.4.3 Parámetros de Medición	57
6.5 Resumen de los Parámetros Típicos	61
6.6 Procedimiento para la Instalación de una Interfase Celular	62
6.6.1 Descripción de la Instalación de la Interfase Celular dentro de una Edificación.	62
6.6.2 Descripción de la Instalación de la Antena en el Exterior	64
6.7 Pérdidas por Cable Coaxial	67
6.8 Mediciones para la Reubicación de 2 Interfases Celulares	68
6.8.1 Equipo de Medición	68
6.8.2 Lugar de Medición	68
6.8.3 Mediciones Efectuadas	68

CAPITULO VII	72
VENTAJAS ECONÓMICAS DEL SISTEMA	72
CONCLUSIONES	74
ANEXOS	76
Anexos del 01 al 18	
BIBLIOGRAFÍA	

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene por objeto precisar los criterios, así como también definir los requerimientos mínimos para la instalación de los equipos y accesorios de Telecomunicaciones con el fin de dar acceso de radio celular a las Centrales Privadas (PABX).

El acceso de radio celular en las PABX además de tener carácter técnico, es también económico, debido a que se disminuye los costos en las comunicaciones desde una PABX a abonados de Telefonía Celular.

En general una llamada desde una PABX a un abonado de Telefonía Fija se enruta a través una Central de Telefónica Pública y si es a un abonado de Telefonía Celular, adicionalmente pasa por la Central Telefónica Celular, con lo que se aumenta el costo de la tarifa por interconexión.

Se conectarán en las PABX uno o varios interfases de radio celular que serán los encargados de interpretar y traducir la información que llegue desde la PABX a la Red móvil y viceversa.

Con el sistema propuesto se obvia el paso de transito a través de la Central de Telefónica Publica, la comunicación va directamente a la Central de Telefónica Celular y se realiza la comunicación al abonado de Telefonía Celular, con lo que se abarata los costos, porque la comunicación es considerada como dos llamadas de Telefonía Celular.

Con este sistema es posible realizar la marcación directa hacia el abonado de Telefonía Celular, sin necesidad de la interacción de una operadora, así como la detección previa de condición de ocupado, no contesta, etc. en la red fija, con lo que no existe establecimiento de llamada si no se puede realizar la comunicación.

Este trabajo detalla las experiencias y se sugiere algunas recomendaciones que a lo largo de las instalaciones realizadas se ha podido observar.

Para el propósito señalado, se ha desarrollado seis capítulos, los cuales se describen en forma detallada:

El capítulo I, hace una descripción general del proyecto, explicando el objetivo y antecedentes del Sistema a utilizar.

El capítulo II, se describe y enumeran las características de la interfase celular.

El capítulo III, trata sobre las características de la Central Telefónica Privada (PABX), haciendo hincapié de las principales que se encuentran homologadas en nuestro medio.

El capítulo IV, describimos una introducción a la Telefonía Celular.

El capítulo V, hacemos mención de las características de las Antenas que son parte del Sistema planteado.

El capítulo VI, se refiere a la instalación del sistema, donde intervienen todos los elementos antes mencionados.

El capítulo VII, trata sobre los beneficios económicos del Sistema.

CAPITULO I DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

1.1 Objetivo

El objetivo del presente trabajo es describir la instalación y el uso de la interfase celular para el acceso a radio celular desde una PABX, así como precisar la selección de materiales, accesorios, equipos y las pruebas que permitan una buena calidad en la comunicación.

Así, también las interfaces celulares se convierten como “troncales celulares”, desde la PABX, con el propósito de generar rutas alternativas que reduzcan de manera substancial las tarifas pagadas en las llamadas desde sus extensiones de su PABX hacia abonados de Telefonía Celular y viceversa.

1.2 Antecedentes

En los últimos 150 años, y en especial en las dos últimas décadas, la reducción de los tiempos de transmisión de la información a distancia y de acceso a la información ha supuesto uno de los retos esenciales de nuestra sociedad. La comunicación actual entre dos personas es el resultado de múltiples métodos de expresión desarrollados durante siglos.

La red telefónica es la de mayor cobertura geográfica, la que mayor número de usuarios tiene, y ocasionalmente se ha afirmado que es "el

sistema más complejo del que dispone la humanidad". Permite establecer una llamada entre dos usuarios en cualquier parte del planeta de manera distribuida, automática y prácticamente instantánea.

La PABX sus siglas en Ingles: Private Automatic Branch Exchange, Central Telefónica Privada Automática, con conexión a la red pública.

En los últimos años las PABX se han convertido en uno de los dispositivos indispensables de cualquier red privada en la que se pretenda tener integrados servicios, como mínimo, de voz y datos.

Se pueden considerar distintos escenarios en los que, tomando como elemento base la PABX, es posible configurar redes de distintos tamaños y características. Para ello se han de tener en cuenta sus características como son: capacidad de señalización, facilidades de administración, gestión y mantenimiento de que dispone, plan de numeración que soporta.

Una de las características disponible PABX es la de transferir, lo cual permite que llamadas internas o externas sean transferidas desde un teléfono hacia otro teléfono del sistema.

La comunicación de voz en las empresas ha sido una necesidad permanente, desde los inicios de la telefonía. Las soluciones de comunicaciones brindadas a las empresas han evolucionado, desde la instalación de un único teléfono para toda una empresa a finales del siglo XIX, hasta los actuales sofisticados sistemas de comunicaciones.

Para la transmisión externa desde una PABX se necesita un enlace analógico o digital a la Red pública Conmutada que generalmente se

realiza a través de cable multipar, cable coaxial, fibra óptica, radio u otros medios.

Para el caso de una transmisión externa de la PABX a la Red Celular, se requiere que previamente se realice un enlace a la Red Publica Conmutada, recién desde allí se realizara el enlace.

En el mercado actual existe una interfase celular, que instalada en la PABX, obvia el enlace a la Red Publica Conmutada cuando se requiere un enlace a la Red Publica Celular.

La interfase celular tiene sus características basadas en la tecnología de la Telefonía Celular.

La Telefonía Celular se basa en un sistema de áreas de transmisión a través de células, que abarcan áreas comprendidas entre 1,5 y 5 Km., dentro de las cuales existen una o varias estaciones repetidoras, que trabajan con una determinada frecuencia, que debe ser diferente de las células circundantes.

La interfase celular envía la señal, que es recibida por la estación y remitida a través de la red al destinatario; conforme se desplaza el destinatario, también se conmuta la célula receptora, variando la frecuencia de la onda herciana que da soporte a la transmisión.

El radio celular, como concepto, fue originalmente concebido para proveer comunicación móvil de alta densidad sin consumir grandes cantidades de espectro.

El concepto original involucraba el uso de un grupo de frecuencias dentro de una misma Celda, rehusando la frecuencia en la misma vecindad pero separándolas en espacio físico para permitir el re-uso con un bajo nivel de interferencia. El hardware necesario para implementar este tipo de sistemas no fue logrado hasta finales de los años setenta y para entonces, el concepto celular, es decir, el re-uso de frecuencia en Celdas, fue aceptado como una herramienta para la planificación de frecuencias.

Hoy día existen varios Sistemas de Telefonía Celular que proveen acceso telefónico, tales como GSM, CDMA, TDMA.

CAPITULO II INTERFASE CELULAR.

2.1 Descripción.

La interfase celular es un equipo inalámbrico estacionario que se utiliza para conectar a los clientes de una Red Pública Celular. Es un equipo de radio frecuencia a través del cual podemos conectarnos a una Red Publica Celular utilizando una Central Telefónica Privada (PABX).

La interfase celular provee un enlace en la Red Pública Celular. Los abonados que utilizan la interfase celular reciben las mismas funciones especiales que los típicamente ofrecidos en una Red Telefónica provista de alambres.

La Interfase Celular instalado en una PABX permite la conexión directa de los anexos de la PABX a abonados de Telefonía Celular.

2.2 Capacidad.

La Interfase Celular proporciona un loop o circuito cerrado al cliente y le provee de una conexión a la Red Publica Celular a través del aire. El cliente podrá hacer uso de todas las funciones que el sistema tenga disponible.

La Interfase Celular soporta servicios de Telefonía convencional, además indica cuando las llamadas están en progreso, también cuentan con DTMF (Dial Phone Multifrequency).

2.3 Parámetros de la Interfase Celular.

2.3.1 Slot Cycle Index.

Este parámetro controla la cantidad en que la interfase celular buscará mensajes en el canal de alertas cuando esté en modo de ahorro de energía ("slotted"). El valor de este parámetro es predeterminado en la fábrica y por lo regular no requiere reprogramación, para el Sistema Celular CDMA en el Perú es de 2.

2.3.2 Número de Teléfono.

Este parámetro es el número de teléfono de la interfase celular. Los valores posibles son de 0000000000 a 9999999999 y comúnmente incluyen prefijos o máscaras seguidos del número de teléfono del abonado. El valor está dividido en dos campos: el código de área o prefijo internacional que consta de 3 dígitos y el número de teléfono que consta de 7 dígitos.

2.3.3 CDMA Servicio Preferido.

Este parámetro permite controlar el modo en que la unidad elige el servicio celular que usará de los varios que pueda haber disponibles. Las opciones "A únicamente" y "B únicamente" solo le permiten a la unidad acceder a redes en la banda A ó B según sea el caso. La opción "Home únicamente" solo le permite a la unidad acceder a la red correspondiente a los valores de SID y NID programados. La opción "Home Preferido" hace que la unidad intente primero acceder al servicio de la red con los valores

de SID y NID programados y, si éste no está disponible, accederá a otro servicio que encuentre.

2.3.4 Tipo de Codificador de Voz (Vocoder).

Este parámetro permite que codificador de voz se utilizará. Los codificadores de voz posibles son: 8K, 13K y EVRC. El codificador de 8K utiliza menos recursos, pero no produce la calidad de voz del de 13K. El codificador EVRC produce calidad de voz comparable al codificador de 13K, pero utiliza recursos al nivel del codificador de 8K, en el Sistema Celular CDMA en el Perú se utiliza el 8K EVRC.

2.3.5 MCC.

Este parámetro es un valor de tres dígitos que identifica el país donde opera la red. Los valores son asignados por un ente regulador central, en el caso del Perú es de 051.

2.3.6 MNC.

Este parámetro es un valor de dos dígitos que identifica la red. Los valores son asignados por un ente regulador central, para el caso del Perú es de 06.

2.3.7 Home SID NID.

En esta tabla se ingresan las parejas de identificador de sistema (SID), ver ANEXO N° 1 y de red (NID) que la unidad considerará como servicio propio en el Perú es el 65535. Se permite el ingreso de hasta 20 parejas de SID y NID.

2.3.8 CDMA SIDs para cierre.

En los seis espacios provistos, se permite ingresar los SID correspondientes a redes a las cuales se le prohíbe acceso.

2.3.9 CDMA SIDs para adquirir.

En los seis espacios provistos, se permite ingresar los SID correspondientes a redes a las cuales se le permite acceso en modalidad de "roaming" (acceso a red alterna).

a. Canal Primario / Secundario banda A/B.

Estos cuatro espacios permiten ingresar los números de los canales primarios y secundarios para la banda A y para la banda B, para el caso de Telefonía Celular CDMA en el Perú son:

Sistema	Número de canal
A Primario	283
A Secundario	241
B Primario	384
B Secundario	777

Tabla N° 1 : CDMA (Primario / Secundario banda A/B)

2.4 Parámetros de fuente de poder.

La alimentación de la interfase celular se proporciona a través de un transformador que convierte la AC a corriente alterna a DC o corriente directa para proporcionar 12 voltios al equipo

También podrían ser usadas otras alternativas en lugares donde no exista energía eléctrica, como baterías externas, fuentes solares, etc.

El equipo posee una batería interna que le sirve de backup operacional en caso de la pérdida de su fuente principal de alimentación. Esta batería está diseñada para mantener el aparato funcionando por 8 horas y para 1 hora de conversación.

2.5 Programación de la interfase celular.

La Interfase celular se programa utilizando un Teléfono normal o bien utilizando el Programa de Servicio Técnico (PST), para este ejemplo se ha considerado la programación de la marca Axesstel modelo ACW-T800.

2.5.1 La Programación Utilizando el Programa de Servicio Técnico (PST).

a. Equipos requeridos.

Para usar el PST, se requieren los siguientes equipos:

- Una Computadora Personal compatible con IBM (PC), con Sistema Operativo Windows (95, 98, NT 4.0, 2000) y Puerto de Comunicaciones Seriales (COM)
- Un Cable Serial (RS-232C)

b. Modo de Monitor y Diagnóstico.

Para que interfase celular y la PC se puedan comunicar y realizar programación, hay que colocar la interfase celular en modo de Monitor y Diagnóstico. Cada vez que la unidad se inicializa (cuando se enciende o cada vez que se descargue información de programación desde la PC hacia

la unidad), vuelve al modo de operación normal, requiriendo que se ingrese nuevamente al modo de Monitor y Diagnóstico.

Para colocar la interfase celular en modo de Monitor y Diagnóstico:

Levante el auricular del teléfono conectado del puerto telefónico de la unidad.

Marque .

Para devolver la unidad de la Interfase Celular al modo de Operación Normal:

Levante el auricular del teléfono conectado del puerto telefónico de la unidad.

Marque .

c. Conexión de la PC.

Conecte el cable serial de la PC a la unidad que va a programar.

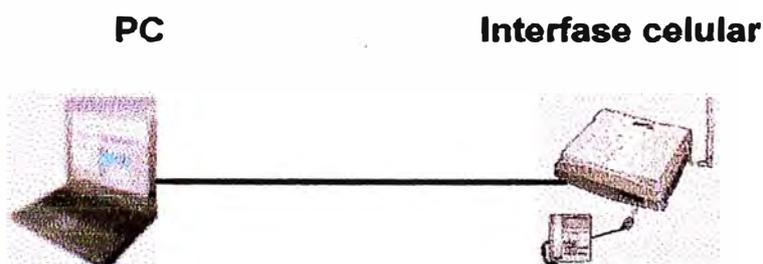
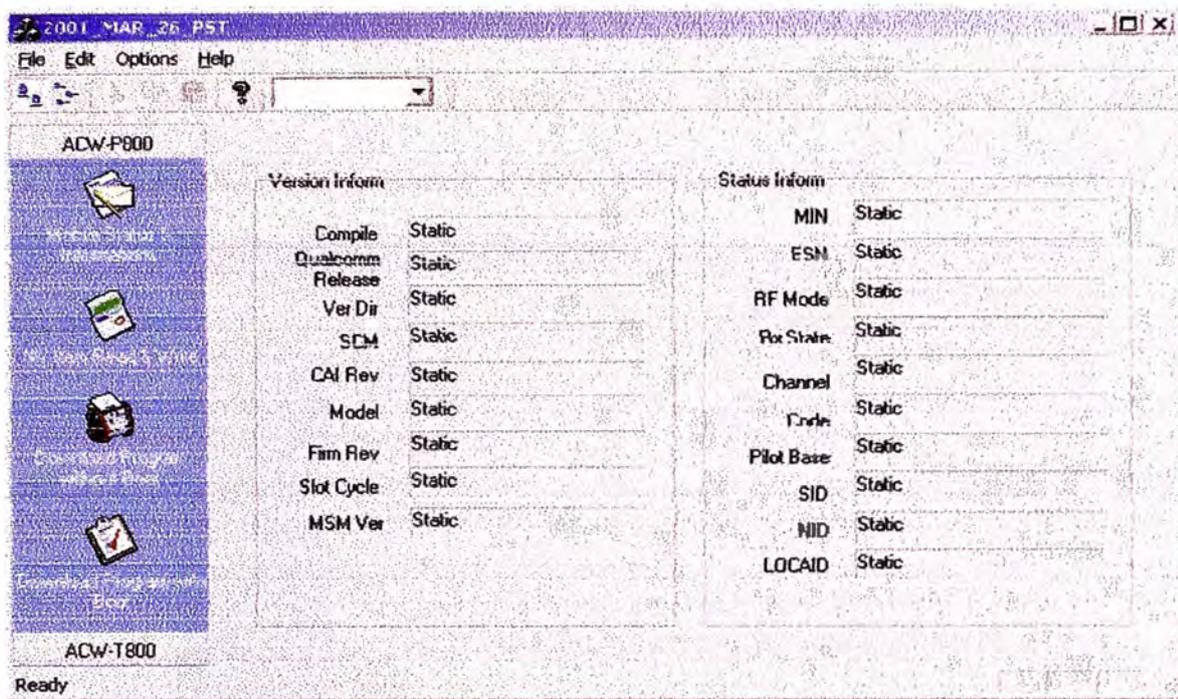


Figura N° 1 : Conexión de la PC

d. El Programa PST.

Se corre el programa para el PST. Aparecerá la pantalla de Estado de Situación e Informaciones.



e. Botones de Navegación

Los siguientes botones de navegación aparecen en la parte izquierda

de la pantalla:



Presenta información general a cerca del estado de situación y la programación de la interfase celular.



Permite programar los parámetros de servicio incluyendo el número telefónico (MIN), la preferencia de bandas, el tipo de codificador de voz, el código de país (MCC) y el código de red (MNC), los canales primarios y secundarios para ambas bandas (A y B).

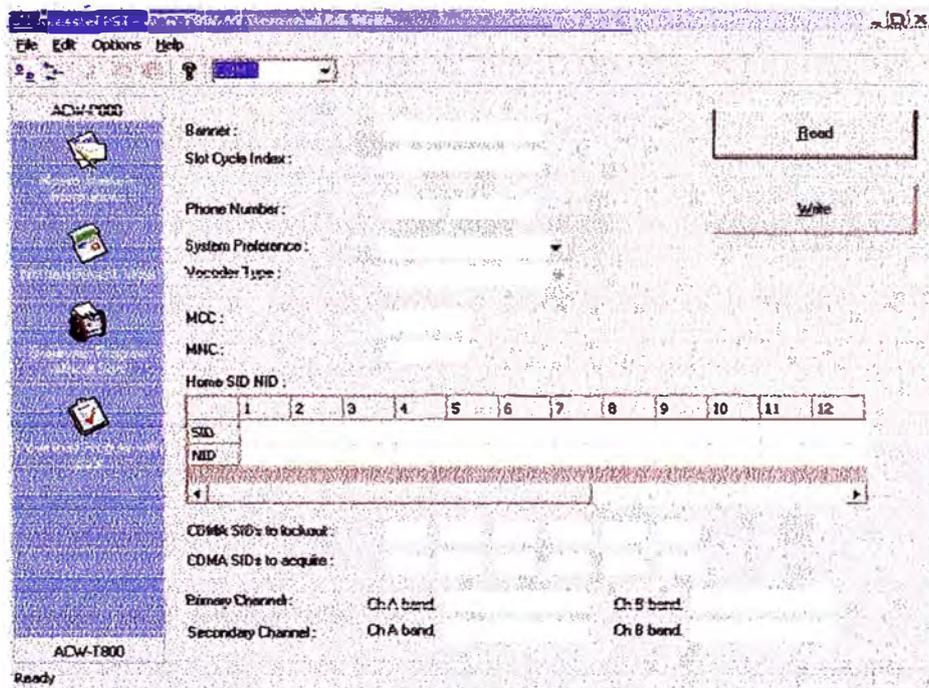


Permite reprogramar el programa operativo ("software") de la unidad.

Permite reprogramar el programa operativo ("software") completo de la unidad.

f. Programación de Servicio (“NV Item Read & Write”).

Al presionar el botón “NV Item”, aparecerá la pantalla de Programación de Servicio (“NV Item Read & Write”).



g. Lectura de los valores actuales.

Presione el botón “Read” para leer los datos de la unidad.

A medida que vayan siendo leídos los valores, aparecerá en la columna “Response” el nombre del parámetro leído.

Request	Response
Banner	Banner
Slot Cycle Index	Slot Cycle Index
Phone No 1.	Phone No 1.
Phone No 2.	Phone No 2.
DIR Number	DIR Number
System Pref	System Pref
Vocoder Type	Vocoder Type
Country Code	Country Code
Network Code	Network Code
Home SID MID	Home SID MID
SID lockout	SID lockout
SID acquire	SID acquire
Primary channel	Primary channel
Secondary channel	Secondary channel

h. Edición de valores.

Ahora aparecen en las casillas correspondientes de la pantalla los valores actuales. Usted podrá editarlos e ingresar los valores a los que desee cambiarlos. Estos valores incluyen el Banner, que es el mensaje de saludo que presenta la unidad en el modo de operación normal.

i. Programación de valores nuevos.

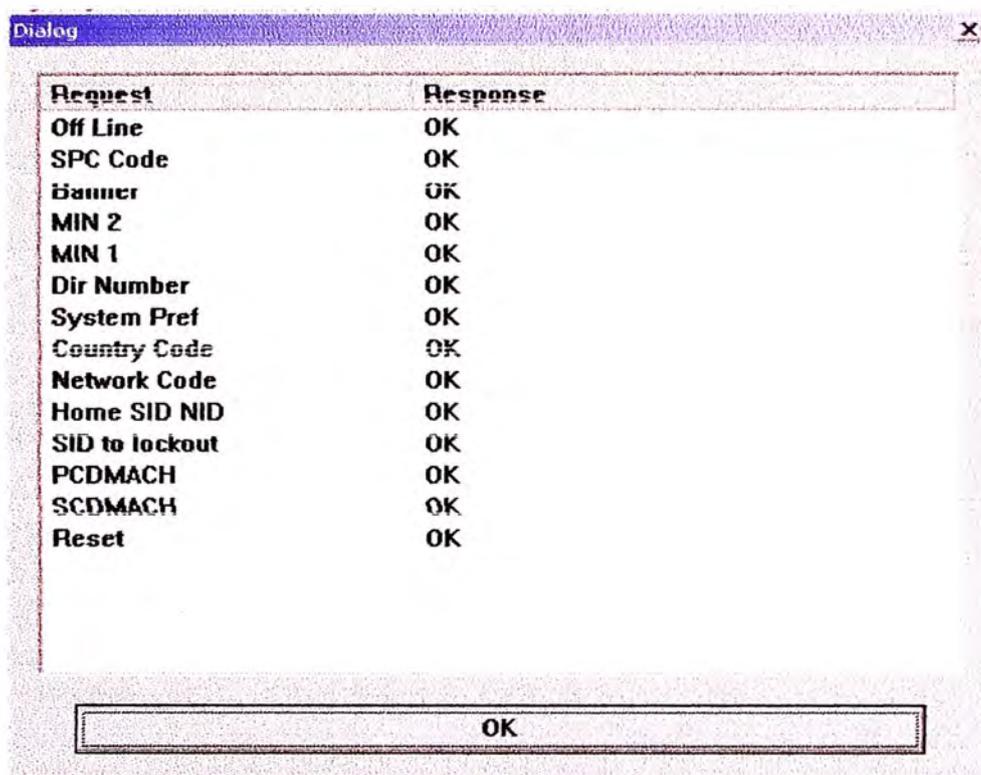
Una vez se han editado los valores de la pantalla y se han ingresado los Valores deseados, se procede a escribirlos al teléfono con el botón de "Write".

Al presionar este botón, la unidad pide el código de programación. El código estándar es "000000".

Presione el botón "OK".



El PST procederá a bajar los valores nuevos a la unidad y una vez completado ese proceso, lo confirmará.



Presione el nuevo botón "OK". La unidad se reinicializará almacenando los valores nuevos permanentemente en memoria.

2.5.2 Programación usando teléfono normal.

Utilizar la siguiente secuencia para la programación manual

Presionar 47 * 689 *# 47 * 869 #

Presionar después de escuchar el tono de confirmación < 000000 >

a. Programación del codificador de voz.

Presionar 1 # 3 # < CV >

Valores del CV	
8K	1 #
EVRC	2 #
13K	3 #

Tabla N° 2: Valores del CV

b. El menú NAM

Programación del MCC.

Presionar 2 # 1 # 1 # < MCC >

MCC = código del país de 3 dígitos

Programación del MNC.

Presionar 2 # 1 # 2 # < MNC > #

MNC = código de la red móvil de 2 dígitos

c. Programación del Número Telefónico.

Presionar 2 # # 3 # < Número telefónico >

Número telefónico de 10 dígitos

d Programación del Set Canal Primario.

Presionar 2 # 1 # 5 # < A/B > < 0000 > #

A/B representa el sistema escogido y 0000 el número de canal de 4 dígitos A representa 1 # y 2 # representa B

e. Programación del Set Canal Secundario.

Presionar 2 # 1 # 6 # < A/B > < 0000 > #

A/B representa el sistema escogido y 0000 el número de canal de 4 dígitos A representa 1 # y 2 # representa B

f. Programación del número SID.

Presionar 2 # 1 # 1 2 < 00000 > #

El número SID es de 5 dígitos

g. Programación del NID.

Presionar 2 # 1 # 1 3 < 00000 > #

El número SID es de 5 dígitos

h. Programación CDMA sistema preferente.

Presionar 2 # 1 # 1 4 < CDMA pref > #

La siguiente tabla describe la relación entre el número de orden y el sistema preferente

CDMA pref.	Número de orden
Sistema A preferente	1
Sistema A Únicamente	2
Sistema B preferente	3
Sistema B Únicamente	4
Home Sistema Únicamente	5

Tabla N° 3 : Sistema Preferente

i Ajuste de volumen

Usar la siguiente secuencia para ajustar el volumen de su teléfono

Presionar * * 5

Presionar * (volumen alto) o # (Volumen bajo).

2.6 Especificaciones Técnicas de Interfase Celular.

Mostramos a continuación las principales especificaciones técnicas de Interfaces celulares utilizados en el medio.

Especificaciones Técnicas	Hyundai HWT-120	Axesstel ACW - 800
Interfaz de aire (CDMA 800MHz)	IS-95 A	TIA/EIA IS-95 A, B
Dimensiones (mm)	266 x 1666 x 65	200 x 170 x 48.5
Peso	1100 gr.	560 gr.(sin Batería)
Material de la batería	Ni – Cd	Ni - Cd
Voltaje / Capacidad (V/mAh)	8.4 V / 1.7 Amp.	15 VDC.
AC/DC Adaptador	110-220 VAC	110- 240 VAC
Frecuencia	60 Hz.	50/60 Hz.
Bateria Stand By (estandar)	20 horas.	11 horas
Conversación (estandar)	120 min.	120 min.
Rango de temperatura de operación	-10 C ° a + 50 C°	-20 C° a + 60 C°
Conectores para servicio de soporte	RJ-11,RS-232	RJ-11,RS-232
Frecuencia de Transmisión	824 – 849 Mhz.	824 – 849 Mhz.
Frecuencia de Recepción	869 – 894 Mhz.	869 – 894 Mhz.
Potencia de Transmisión	200 mW.	230 mW
Ganancia de Antena	2 dBi	2 dBi

Tabla N° 4: Especificaciones de Interfases Celulares

2.7 Marcas y Modelos

Tenemos (ver ANEXO N° 2A y 2B):

- Hyundai HWT 120, diagrama de programación en el ANEXO N° 3.
- Hyundai HWT - 2100/2200, CDMA WLL.
- Motorola ST1056B.
- Motorola FX 2500.
- Telular Phonecell - sx4e, para CDMA 800 o CDMA 1900.
- Axesstel ACW-P800.
- Flosys.
- Sony Ericsson DM15.
- CellLine.
- CellLine DT.
- Cellulink 101, conexión de 1 línea.
- Cellulink 301, conexión de 3 líneas.
- Cellulink 102 ISDN.
- Cellulink 202 ISDN.
- Ericsson – FCT, GSM.
- LG – LST 230, 800 MHz Fixed Wireless Terminal.
- IFC-268G, GATEWAY GSM Cellu-Phone.

- PlugCell Monocanal, para tecnología: CDMA, TDMA y GSM
- Interfix - IF M1 Tronco, para tecnología: CDMA, TDMA y GSM
- Interfix M2, para tecnología: CDMA, TDMA y GSM.
- Sonora Conforto, Interfase entre Celulares Sony Ericsson e PABX.

CAPITULO III

CENTRAL TELEFÓNICA PRIVADA AUTOMÁTICA (PABX)

3.1 Definición

Es un equipo con un sistema de alta tecnología, orientado a facilitar y optimizar las comunicaciones tanto internas como externas de pequeñas, medianas y grandes empresas y de hogares.

La PABX ha sido y sigue siendo el soporte principal para los servicios de telefonía de las empresas

3.2 Funciones

En general, una PABX tiene las principales funciones :

- Administrar el recurso telefónico (llamadas internas o externas) hacia los distintos empleados de una empresa.
- Apoyar la gestión de negocio del usuario y las funciones de cada empleado.
- La función de un PABX es asegurar las comunicaciones internas y la conexión con la red telefónica privada.
- Una PABX desempeña funciones de intercambios mediante la conexión hacia cualquier extensión en la organización privada hacia el exterior de una línea.

3.3 Beneficios

Dentro de sus beneficios se tiene:

- Atención permanente a los clientes, incrementa el nivel de atención Telefónica
- Facilita la comunicación entre la empresa y sus clientes.
- Conferencia Telefónica
- Mejora el control de la gestión Telefónica
- Amplia gama de soluciones de acuerdo a requerimientos de la empresa
- Sistema escalables de acuerdo al número de usuarios
- Sistemas modulares de crecimiento a bajo costo.
- Diversidad de acceso desde la red pública a sistemas: BRI, PRI, E1, Analógico.
- Servicios IP, IVR, CTI, ACD, CMR.
- Atención y Servicio profesional.
- Configuraciones para ofrecer servicio a negocio que tengan multilíneas. Encamina llamadas de manera directa hacia una persona en específico dentro de un grupo de trabajo a través de una extensión o una línea directa.
- Distribución automática de llamadas.
- Precio razonable.

3.4 Estructura de una PABX

Si bien cada fabricante ha desarrollado su propia estructura de PABX, generalmente se ha mantenido una estructura clásica. Esta estructura se esquematiza a continuación:

Las PABX cuentan con los siguientes componentes:

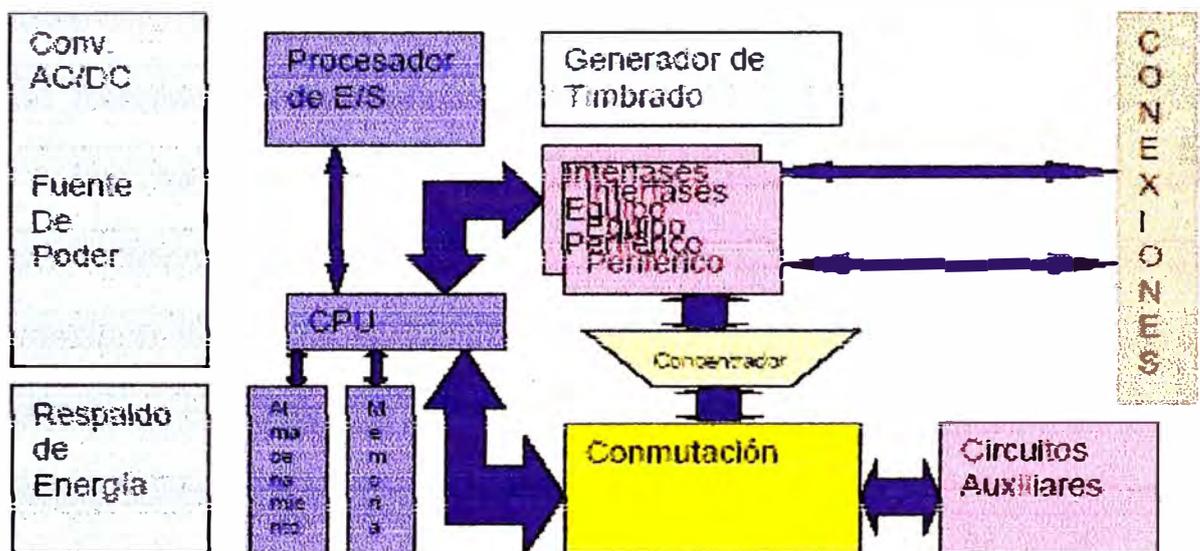


Figura N° 2: Estructura de una PABX

3.4.1. Conversor AC/DC y Fuente de Poder

Generalmente los sistemas telefónicos privados pueden ser alimentados con corriente alterna o con corriente continua. Dado que internamente la electrónica trabaja con corriente continua, siempre es necesario disponer de un conversor AC/DC. En muchos casos, la PABX se alimenta exclusivamente de corriente continua (no alterna), y los conversores son por lo tanto equipos externos. Esta configuración permite que los equipos sean alimentados directamente por baterías. Los

rectificadores externos en estos casos alimentan tanto a la central como a las baterías, proveyéndoles de su corriente de carga.

Esta configuración tiene la ventaja de que los equipos electrónicos son aislados de la red eléctrica alterna (fuente de ruidos indeseados) y además no es necesario disponer de cargadores de baterías externos y sus circuitos "switchadores". Sin embargo, la solución de equipos alimentados de alterna y continua es generalmente más barata.

3.4.2. Respaldo de Energía

Los equipos de telefonía son generalmente catalogados como de "misión crítica". Esto quiere decir, que no pueden ni deben fallar. El promedio de tiempo en servicio para este tipo de equipos debe ser mayor al 99.999%, en cualquier intervalo consecutivo de 12 meses. Es indispensable para ello contar con un respaldo de energía, en caso de falla de la energía provista habitualmente. Para ello, es habitual contar con un banco de baterías de respaldo.

Como se mencionó en el párrafo anterior, según el diseño de cada fabricante, los equipos pueden estar alimentados directamente desde las baterías, las que se mantienen a nivel de flotación por medio de cargadores (equipos de Corriente Continua), o las baterías pueden actuar solo en caso de falla en la energía principal.

En cualquier de los casos es muy importante mantener el banco de baterías en buen estado, cuidando de cambiarlas antes de que se venza su vida útil.

3.4.3. CPU

La CPU (Unidad de proceso central) tiene las tareas de control general del sistema. A través de los buses de datos y control, dialoga con los procesadores de la red de conmutación, con los procesadores de las interfaces de los equipos periféricos y con los procesadores de Entrada/Salida

Los datos temporales de la CPU son almacenados y leídos en la unidad de "Memoria". Los datos permanentes (los que deben permanecer aún con el sistema sin energía, por ejemplo los datos de configuración) son almacenados en la unidad de "almacenamiento no volátil".

3.4.4. Memoria

En esta unidad son almacenados los datos temporales de las llamadas (por ejemplo, quien está conectado con quien, los dígitos marcados hasta el momento, etc.). Estos datos se pierden durante una inicialización del equipo (reset).

3.4.5. Almacenamiento no Volátil

Hay ciertos datos que deben permanecer a salvo luego de las inicializaciones, o aún con el equipo apagado. Por ejemplo, los datos de configuración no deben perderse en ningún caso. Para ello, los sistemas telefónicos disponen de unidades de almacenamiento no volátil. Dependiendo del fabricante, éstos pueden ser discos duros magnéticos, discos duros ópticos, disquetes, memoria RAM protegida con baterías, Memorias EEPROM o memorias FLASH ROM.

3.4.6. Interfaces de Equipo Periférico

La CPU no controla directamente los diversos dispositivos que se conectan a la PABX (internos, líneas urbanas, etc.), sino que esta tarea se realiza a través de circuitos de interfaces. De esta manera, cada circuito de interfaz tiene su propio procesador, quien se encarga de las tareas rutinarias específicas de su interfaz (por ejemplo, sensor el bucle de corriente para los teléfonos, detectar corriente de llamada para las líneas, etc.) Los circuitos de interfaz se comunican con la CPU para informar de los cambios de estados de los dispositivos y para intercambiar información referente a los mismos.

Hay diversos tipos de interfaces de equipos periféricos, dependiendo del fabricante y de la tecnología utilizada. Los más clásicos son las interfaces para teléfonos (internos) analógicos o digitales y las interfaces para líneas urbanas (analógicas o digitales). Sin embargo, estas interfaces no son las únicas. Por ejemplo, algunos sistemas disponen de interfaces para “teléfonos de puerta”, para “Sistemas de atención automática”, para “Enlaces entre equipos”, para “Voz sobre IP”, etc.

3.4.7. Concentrador

En muchas PABX se aplican las reglas de “concentración” permitidas por las teorías de tráfico. Según los principios establecidos por Erlang, la probabilidad de que todos los periféricos deseen estar comunicados a la vez entre sí es muy baja, por lo que pueden aplicarse reglas que permiten tener menos “órganos de conmutación” que equipos periféricos.

3.4.8. Conmutación

La unidad denominada "Conmutación" es la encargada de realizar las "conexiones" de voz entre los diferentes periféricos. Las tecnologías utilizadas son generalmente digitales, con técnicas de conmutación temporal - espacial. Equipos pequeños mantienen aún las técnicas de conmutación analógicas, con "matrices de punto de cruce".

Sin embargo, ésta unidad es diferente en cada diseño de cada fabricante. Algunos fabricantes han desarrollado esta unidad con técnicas de conmutación de paquetes (por ejemplo ATM), otros han eliminado este componente como tal, y lo han distribuido entre las interfaces de periféricos y el back plane del equipo.

En todo caso, la "función de conmutación" es la esencia de los equipos de telefonía, y siempre está presente, de una forma u otra.

3.4.9. Procesadores de Entrada / Salida

Una funcionalidad fundamental en los equipos de telefonía es la de poder realizar su administración y mantenimiento. Esto generalmente se realiza a través de la conexión de equipos adicionales, los que se comunican con la CPU por medio de los procesadores de Entrada/Salida. Si bien en los equipos más pequeños estas tareas pueden ser realizadas desde algunos teléfonos especialmente diseñados para este fin, los equipos más grandes se administran y mantienen desde computadoras PC, utilizando emuladores o programas propietarios. Estos programas se comunican con la CPU de la PABX por medio de los procesadores de E/S.

Los más clásicos son puertos series RS-232, RS-422 o conexiones Ethernet.

3.4.10 Generador de Timbrado

El "Generador de Timbrado" es el componente responsable de generar la corriente de llamada (90 VAC, 20 – 25 Hz) a partir de corriente continua, y distribuirlo a las interfaces de periféricos que corresponda

3.4.11 Circuitos Auxiliares

Los circuitos auxiliares son los que brindan los servicios necesarios para el funcionamiento de determinadas facilidades. Por ejemplo, algunos circuitos auxiliares clásicos son los que permiten generar los "tonos de progreso de la llamada", es decir, el tono de invitación a marcar, el tono de ringback, el tono de ocupado, etc. Para detectar los tonos DTMF de los teléfonos, hay que disponer de detectores de DTMF, los que deben ser conectados a los teléfonos durante la etapa de discado. Estos son parte de los circuitos auxiliares.

Redundancia Algunos equipos disponen de redundancia en parte de los elementos comunes. Cada fabricante ha decidido cuales son las partes más críticas de sus equipos y en qué casos conviene realizarlas en forma redundante. Se encuentran en el mercado PABX que disponen de CPU, etapa de conmutación, memorias, fuentes, unidades de almacenamiento y otros dispositivos redundantes.

3.4.12 Conexiones

a. Conexión analógica

La forma tradicional consiste en la conexión de líneas urbanas analógicas a interfaces de periféricos de "líneas urbanas". Estas interfaces emulan el funcionamiento de un teléfono hacia la red pública. Es decir, cuando la red pública envía timbrado, las interfaces lo detectan e informan de la situación a la CPU. Cuando la CPU lo indica, las interfaces "descuelgan", cerrando el bucle de abonado tal cual lo haría un teléfono analógico. Para finalizar la llamada, las interfaces "cuelgan", abriendo el bucle de abonado.

Cuando la PABX detecta timbrado por una línea urbana, la CPU decide que acción tomar, de acuerdo a su configuración. Por ejemplo, puede indicarle al teléfono de la telefonista que una línea está timbrando, o puede generar señal de campanilla para uno o varios internos. Es importante recalcar que la señal de campanilla recibida por las interfaces de líneas urbanas nunca es utilizada para el timbrado de los internos. La siguiente figura ilustra la situación en que la PABX recibe señal de campanilla por una línea urbana y genera timbrado para 2 internos:

Cuando uno de los dos teléfonos descuelga, la CPU indica a la interfaz de línea urbana que "descuelgue", y conecta en audio (a través de la conmutación) el interno con la línea. Es interesante notar que si en el momento en que llega una llamada a través de la línea urbana, los dos teléfonos de la figura se encuentran ocupados (en llamadas internas, por ejemplo), la línea urbana permanece libre, y la persona que llama escuchará

timbrado. La interfaz de línea urbana no atenderá la llamada hasta que la CPU no le dé la orden de hacerlo.

Esta forma de conexión no requiere de “servicios especiales” por parte de la red pública. Es decir, se utiliza el mismo tipo de interfaz que los teléfonos comunes.

Sin embargo, hay otros tipos de servicios, especialmente diseñadas para la interconexión de las PABX a la red pública.

b. Conexión digital ISDN

La mayoría de las PABX admiten conexión a la red pública a través de servicios ISDN, los que pueden ser de “Acceso Básico” (“BRI – Basic Rate Interfase”) o de “Acceso Primario” (“PRI – Primary Rate Interfase”). Las interfaces de Acceso Básico proveen dos canales de voz o datos, de 64 kb/s cada uno y un enlace de señalización de 16 kb/s. Las interfaces de Acceso Primario proveen 30 canales de voz o datos de 64 kb/s y un canal de señalización de 64 kb/s

A través de los enlaces ISDN es posible obtener servicios de valor agregado, como conexiones de datos, identificación del llamante, identificación del número llamado (DNIS), etc.

Con la contratación del servicio Primario (PRI), el prestador de telefonía pública arrienda, junto con el servicio, los módem HDSL necesarios para poder transmitir por uno o dos pares de cobre la señal de 2 Mb/s. Estos módems pueden ser conectados directamente a las PABX.

3.5 Facilidades de una PABX

Las siguientes son un ejemplo de algunas de las facilidades clásicas disponibles en la mayoría de las PABX:

3.5.1 Transferencia de Llamadas

Permite dejar en espera una llamada recibida o realizada y transferirla (enviarla) a otro interno. Para realizar esta operación es necesario cierta "señalización" especial entre los teléfonos (internos) y la PABX.

Analicemos la siguiente situación: El interno A está manteniendo una conversación y desea "transferir" la misma al interno B. Para realizar esta operación, A debe informarle a la PABX que desea comenzar una transferencia. Si A es un teléfono multifunción o digital, no existe ningún problema, ya que puede hacerlo a través del canal de datos. Sin embargo, si A es un teléfono analógico, ¿cómo le informa a la PABX que desea iniciar una transferencia?

El método universalmente utilizado en la actualidad para realizar transferencias de llamadas desde internos analógicos, consiste en iniciar una transferencia realizando una interrupción en el bucle de corriente del teléfono por un tiempo pequeño. Esta operación, habitualmente llamada "Flash" puede hacerse simplemente oprimiendo brevemente la horquilla del teléfono, sin necesidad de teclas adicionales. De esta manera, si la PABX detecta una interrupción de la corriente del bucle que dura menos de un tiempo prefijado (habitualmente unos 600 ms), interpreta que no se quiso cortar la llamada, sino que se quiso comenzar una transferencia. En la actualidad la mayoría de los teléfonos analógicos disponen de un botón de

“Flash”. Este botón realiza simplemente la misma operación que se describió anteriormente: interrumpe por unos 600 ms la corriente de bucle.

3.5.2 Conferencia

La facilidad de conferencia permite que 3 o más personas puedan hablar y escucharse simultáneamente. La cantidad de conferencistas por conferencia es generalmente menor a 6 (habitualmente 3), dependiendo del diseño de cada fabricante.

Asimismo, la cantidad de conferencias simultáneas está generalmente limitada por hardware.

Las teleconferencias están siendo cada vez más frecuentes, y entre cada vez más “conferencistas”. Algunos fabricantes han desarrollado equipos específicos para conferencias de una gran cantidad de participantes (de 10 a más de 60).

3.5.3 Estacionamiento de Llamadas

Permite dejar una llamada en espera y recuperarla desde cualquier interno de la empresa. La llamada queda en espera en la PABX, liberando el interno para realizar otras llamadas

3.5.4 Captura de Llamadas

Permite contestar llamadas que están timbrando en otros internos. Las capturas de llamadas pueden ser “dirigidas a un interno” (se captura un interno en particular), “dirigidas a un grupo” (se captura cualquier interno que este timbrando dentro de un grupo preestablecido), o “dentro del grupo” (se captura cualquier interno que este timbrando dentro del grupo de captura del interno que realiza la operación)

3.5.5 Grupos de Hunting

Permite crear grupos de internos donde las llamadas son distribuidas según la ocupación de los mismos. Los "hunting" son cadenas o círculos, donde las llamadas son automáticamente redirigidas en caso de que los internos estén ocupados.

3.5.6 Rellamada Sobre Interno Ocupado

Permite que se informe a un interno en el momento en que otro interno queda libre

3.5.7 Llamada en Espera

Permite avisar a un interno que está hablando que tiene una llamada esperando ser atendida

3.5.8 Servicio Diurno y Nocturno

Según el horario del día, define las facilidades de las líneas e internos. Por ejemplo, en el día las llamadas son atendidas por la telefonista, pero en la noche por el guardia de vigilancia. Durante el día esta permitido llamar a celulares, pero durante la noche esta prohibido.

3.5.9 Acceso a Red de Parlantes

Las PABX disponen generalmente de salidas de audio para la conexión a las redes de parlantes o buscapersonas.

3.5.10 Interfaces con Porteros y Teléfonos de Puerta

En muchas PABX es posible activar cerrojos de porteros desde los teléfonos.

3.5.11 Restricciones de Telediscado

Habitualmente es posible restringir determinados tipos de llamadas a determinados internos.

3.5.12 No Molestar

Permite tener privacidad, de manera que no se reciban llamadas aún estando el interno libre

3.5.13 Desvíos de Llamadas

Permite redirigir las llamadas de un interno a otro, en caso que el primero esté ocupado, no conteste, etc.

3.5.14 Intrusión Ejecutiva

Permite escuchar o escuchar e intervenir en una conversación

3.5.15 Sistemas Jefe – Secretaria

Diseñado específicamente para que la secretaria pueda filtrar las llamadas del jefe.

3.5.16 Códigos de Autorización

Permite sobrepasar los bloqueos de llamadas mediante el ingreso de códigos personales.

3.5.17 DISA

La facilidad de DISA o “Direct Inward System Access” permite atender las llamadas con un mensaje vocal que invita a digitar el interno deseado. Si el llamante digita un interno, la llamada es dirigida en forma automática (sin intervención de una operadora) al interno deseado. Si no se digita ningún interno, la llamada es dirigida en forma automática a un lugar predeterminado (usualmente la telefonista).

3.5.18 Caller ID

Generalmente la identificación del llamante puede ser presentada en los displays de los teléfonos y registrada con cada llamada.

3.6 Marcas y Modelos

Las marcas y modelos de PABX homologados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones se detalla en el **ANEXO N° 4**.

CAPITULO IV TELEFONIA CELULAR

4.1 Introducción

Las tecnologías inalámbricas han tenido mucho auge y desarrollo en estos últimos años. Una de las que ha tenido un gran desarrollo ha sido la telefonía celular.

Desde sus inicios a finales de los 70 ha revolucionado enormemente las actividades que realizamos diariamente. Los teléfonos celulares se han convertido en una herramienta primordial para la gente común y de negocios; las hace sentir más seguras y las hace más productivas.

A pesar de que la Telefonía Celular fue concebida estrictamente para la voz, la tecnología celular de hoy es capaz de brindar otro tipo de servicios, como datos, audio y video con algunas limitaciones. Sin embargo, la telefonía inalámbrica del mañana hará posible aplicaciones que requieran un mayor consumo de ancho de banda.

4.2 Las Generaciones de la Telefonía Celular.

4.2.1 Primera Generación (1G)

La 1G de la telefonía móvil hizo su aparición en 1979 y se caracterizó por ser analógica y estrictamente para voz. La calidad de los enlaces era muy baja, tenían baja velocidad (2400 bauds). En cuanto a la transferencia entre celdas, era muy imprecisa ya que contaban con una baja capacidad

(Basadas en FDMA, Frequency Division Multiple Access) y, además, la seguridad no existía. La tecnología predominante de esta generación es AMPS (Advanced Mobile Phone System).

4.2.2 Segunda Generación (2G)

La 2G arribo hasta 1990 y a diferencia se caracterizó por ser digital.

EL sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados y se emplea en los sistemas de telefonía celular actuales. Las tecnologías predominantes son: GSM (Global System por Mobile Communications); IS-136 (conocido también como TIA/EIA136 o ANSI-136) y CDMA (Code Division Multiple Access) y PDC (Personal Digital Communications), éste último utilizado en Japón.

Los protocolos empleados en los sistemas 2G soportan velocidades de información más altas por voz, pero limitados en comunicación de datos. Se pueden ofrecer servicios auxiliares, como datos, fax y SMS (Short Message Service). La mayoría de los protocolos de 2G ofrecen diferentes niveles de encriptación. En Estados Unidos y otros países se le conoce a 2G como PCS (Personal Communication Services).

4.2.3 Generación 2.5 G

Muchos de los proveedores de servicios de telecomunicaciones se moverán a las redes 2.5G antes de entrar masivamente a la 3. La tecnología 2.5G es más rápida, y más económica para actualizar a 3G.

La generación 2.5G ofrece características extendidas, ya que cuenta con más capacidades adicionales que los sistemas 2G, como: GPRS (General Packet Radio System), HSCSD (High Speed Circuit Switched),

EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution), IS-136B e IS-95Bm entre otros.

4.2.4 Tercera Generación 3G.

La 3G se caracteriza por contener a la convergencia de voz y datos con acceso inalámbrico a Internet; en otras palabras, es apta para aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos.

Los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan altas velocidades de información y están enfocados para aplicaciones más allá de la voz como audio (MP3), video en movimiento, videoconferencia y acceso rápido a Internet.

Asimismo, en un futuro próximo los sistemas 3G alcanzarán velocidades de hasta 384 kbps, permitiendo una movilidad total a usuarios, viajando a 120 kilómetros por hora en ambientes exteriores. También alcanzará una velocidad máxima de 2 Mbps, permitiendo una movilidad limitada a usuarios, caminando a menos de 10 kilómetros por hora en ambientes estacionarios de corto alcance o en interiores.

4.3 Principio Básico de Telefonía Celular.

La gran idea del sistema celular es la división de la ciudad en pequeñas células o celdas. Esta idea permite la re-utilización de frecuencias a través de la ciudad, con lo que miles de personas pueden usar los teléfonos al mismo tiempo. En un sistema típico de telefonía, la compañía recibe alrededor de 800 frecuencias para usar en cada ciudad. La compañía divide la ciudad en celdas. Cada celda generalmente tiene un tamaño de 26

kilómetros cuadrados. Las celdas son normalmente diseñadas como hexágonos (figuras de seis lados), en una gran rejilla de hexágonos.

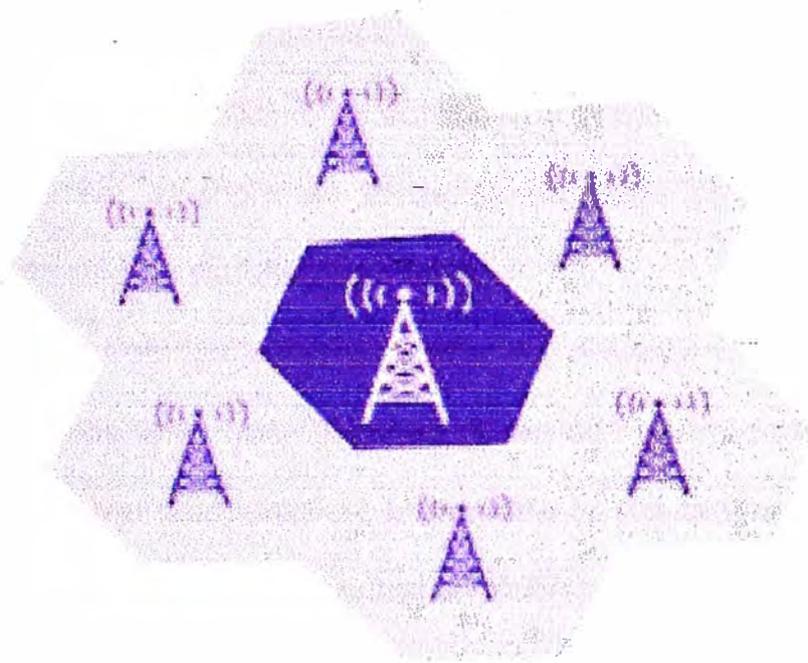


Figura N° 3: Celdas Celulares

Cada celda tiene una estación base que consiste de una torre y un pequeño edificio que contiene el equipo de radio.

Cada celda en un sistema análogo utiliza un séptimo de los canales de voz disponibles. Eso es, una celda, más las seis celdas que la rodean en un arreglo hexagonal, cada una utilizando un séptimo de los canales disponibles para que cada celda tenga un grupo único de frecuencias y no haya colisiones:

Un proveedor de servicio celular típicamente recibe 832 radio frecuencias para utilizar en una ciudad.

Por lo tanto, cada celda tiene alrededor de 56 canales de voz disponibles.

En otras palabras, en cualquier celda, pueden hablar 56 personas en sus teléfonos celulares al mismo tiempo. Con la transmisión digital, el número de canales disponibles aumenta. Por ejemplo el sistema digital TDMA puede acarrear el triple de llamadas en cada celda, alrededor de 168 canales disponibles simultáneamente.

Los teléfonos celulares tienen adentro transmisores de bajo poder. Muchos teléfonos celulares tienen dos intensidades de señal: 0.6 watts y 3.0 watts (en comparación, la mayoría de los radios de banda civil transmiten a 4 watts.) La estación central también transmite a bajo poder. Los transmisores de bajo poder tienen dos ventajas:

Las transmisiones de la base central y de los teléfonos en la misma celda no salen de ésta. Por lo tanto, cada celda puede re-utilizar las mismas 56 frecuencias a través de la ciudad.

El consumo de energía del teléfono celular, que generalmente funciona con baterías, es relativamente bajo. Una baja energía significa baterías más pequeñas, lo cual hace posibles los teléfonos celulares.

La tecnología celular requiere un gran número de bases o estaciones en una ciudad de cualquier tamaño. Una ciudad grande puede llegar a tener cientos de torres. Cada ciudad necesita tener una oficina central la cual maneja todas las conexiones telefónicas a teléfonos convencionales, y controla todas las estaciones de la región.

4.4 Estructura de un Sistema Celular

Un sistema celular, para su funcionamiento, está compuesto por los siguientes elementos:

4.4.1 Unidades Móviles

Son los teléfonos o Interfase Celular - Un teléfono móvil contiene una unidad de control, un transceptor y un sistema de antena.

4.4.2 Las Celdas (radio bases).

La radio base provee la interfase entre la Oficina de Conmutación de Telefonía Móvil. (MTSO) y las unidades móviles. Tiene una unidad de control, cabinas de radio, antenas, una planta generadora eléctrica y terminales de datos.

4.4.3 El MTSO.

Es el conmutador central móvil, el procesador de llamadas y el conmutador de las celdas. Está interconectado con la oficina central de telefonía pública y controla el procesamiento, monitoreo y tarificación de llamadas.

4.4.4 Las Conexiones o Enlaces.

Los enlaces de radio y datos interconectan los tres subsistemas. Los de telefonía celular son sistemas de radio que involucran transmisión distribuida. Muchos usuarios pueden acceder al servicio en un área de cobertura limitada, la cual está dividida en otras, pequeñas, conocidas como celdas.

Cada celda tiene un transmisor/receptor fijo conocido como radio base. Un usuario debe comunicarse con la radio base para establecer una

llamada, que puede ser de voz o de datos y la radio base se encarga de enrutarla hacia cualquier red terrestre (por ejemplo la Red Telefónica Pública Conmutada) o hacia otro usuario dentro de la misma red celular.

El enlace que se establece de la radio base a un abonado éste es referido como de bajada o de ida (downlink). El enlace del abonado hacia la estación base es conocido como de subida (uplink).

Los abonados de Telefonía Celular pueden ser estacionarios (interfase celular) o móviles. Si es móvil, entonces la red celular debe ser capaz de manipular la situación en que éste se mueva de una celda a otra. A este evento se le conoce como transferencia entre celdas (handoff o handover).

Una red celular está compuesta por muchas celdas acomodadas geográficamente. Por lo regular, una radio base utilizará frecuencias diferentes para comunicarse con las demás radio bases en celdas vecinas.

El factor de reuso de frecuencias permite que un número mínimo de éstas sean utilizadas en una red celular, asegurando la no-interferencia entre las celdas.

Para fines de diseño, las celdas son representadas en forma hexagonal. Este tipo de representación frecuentemente da como resultado reuso en frecuencia en un factor de siete, el mínimo número de frecuencias necesarias para asegurar que las radio bases vecinas no tengan que ocupar las mismas frecuencias. La representación hexagonal es adecuada para el análisis preliminar de una red celular.

En la realidad, diversos factores como el terreno, edificios, construcciones y densidad poblacional hacen que el área de cobertura de una radio base sea irregular.

CAPITULO V ANTENAS

5.1 Generalidades de Antena

La antena es un dispositivo que, alimentado con energía de alta frecuencia, radia esta al espacio en forma de ondas electromagnéticas (antena de transmisión) o que, situado en un campo de ondas electromagnéticas, se hace sede de energía de alta frecuencia (antena de recepción).

Es la parte de un sistema de transmisión y recepción diseñada para radiar o recibir ondas electromagnéticas.

Las antenas se comportan de igual manera sea que estén transmitiendo o recibiendo.

Una antena es un dispositivo formado por un conjunto de conductores que, unido a un generador, permite la emisión de ondas de radio frecuencia, o que, conectado a una impedancia, sirve para captar las ondas emitidas por una fuente lejana

Los tipos y tamaños de la antena dependen de la frecuencia de operación y ancho de banda, para nuestro caso (Telefonía Celular) se tiene que trabajar con antenas que este en el rango de UHF (Ultra High Frequency) frecuencia mínima = 300 MHz ,

frecuencia máxima = 3 Ghz

ancho de banda máxima = 1 m

ancho de banda mínima = 10 cm.

En un sistema de comunicación inalámbrico hay muchos factores que contribuyen a la pérdida de la intensidad de la señal, cableado, conectores, supresores de descargas, que pueden afectar si no son instalados adecuadamente.

5.2 Parámetros de la Antena

Los parámetros de la antena describen las características de una antena.

5.2.1 Densidad de Potencia Radiada.

La densidad de potencia radiada se define como la potencia por unidad de superficie en una determinada dirección. Las unidades son Watios por metro cuadrado

5.2.2 Directividad.

La directividad de una antena se define como la relación entre la densidad de potencia radiada en una dirección, a una distancia y la densidad de potencia que radiaría a la misma distancia una antena isotrópica a igual de potencia radiada.

5.2.3 Ganancia.

La ganancia de una antena se define como la relación entre la densidad de potencia radiada en una dirección y la densidad que radiaría una antena isotrópica, a igual de distancias y potencias entregadas a la antena.

Polarización.

La polarización de una antena es la polarización de la onda radiada por dicha antena en una dirección dada.

La polarización de una onda es la figura geométrica determinada por el extremo del vector que representa al campo eléctrico en función del tiempo, en una posición dada. Para ondas con variación sinusoidal dicha figura es en general una elipse.

5.2.5 Impedancia.

La impedancia de una antena se define como la relación entre la tensión y la corriente en sus terminales de entrada. Dicha impedancia es en general compleja. La parte real se denomina resistencia de antena y la parte imaginaria, reactancia de antena.

5.2.6 Adaptación.

Las antenas receptoras tienen un circuito equivalente de Thevenin, con una impedancia de antena y un generador de tensión. La transferencia de potencia entre la antena y la carga es máxima cuando ambas impedancias son complejas conjugadas.

5.2.7 Área y Longitud Efectivas.

El área efectiva se define como la relación entre la potencia recibida y la densidad de potencia incidente en una antena. La antena debe estar adaptada a la carga, de forma que la potencia transferida sea la máxima. La onda recibida debe estar adaptada en polarización a la antena.

5.3 Antena Yagi.

5.3.1 Descripción y Elementos.

Antena constituida por varios elementos paralelos y coplanarios, directores, activos y reflectores, utilizada ampliamente en la recepción de señales. Los elementos directores dirigen el campo eléctrico, los activos radian el campo y los reflectores lo reflejan.

Los elementos no activados se denominan parásitos, la antena yagi puede tener varios elementos activos y varios parásitos. Su ganancia esta dada por:

$G = 10 \log n$, donde n es el número de elementos por considerar.

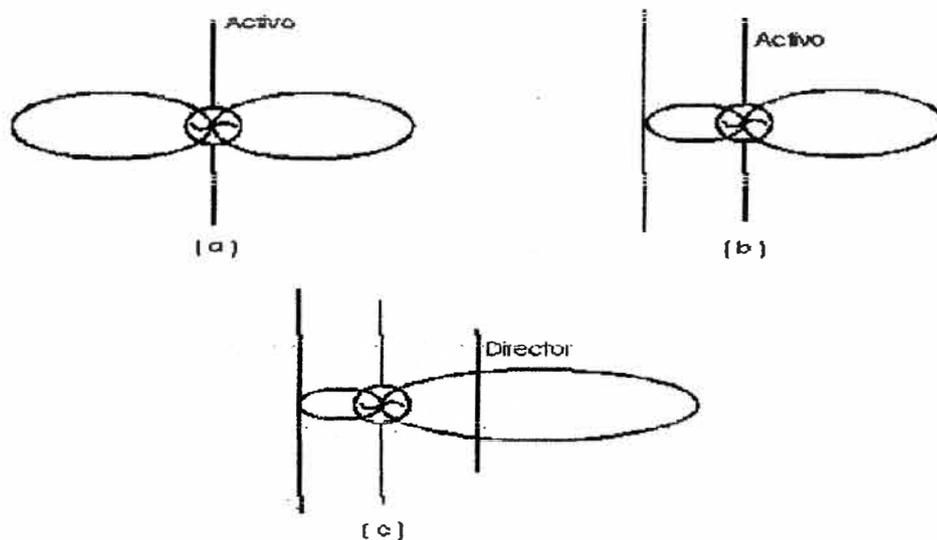


Figura N° 4: Elementos Antena Yagi

Para la antena yagi de tres elementos la distancia entre el reflector y el activo es de 0.15λ , y entre el activo y el director es de 0.11λ . Estas distancias de separación entre los elementos son las que proporcionan la óptima ganancia, ya que de otra manera los campos de los elementos interferirían destructivamente entre sí, bajando la ganancia.

En la figura siguiente se muestran los parámetros de diseño x y y , creando la relación $x + y = l/4$, la ganancia se acentúa alrededor de un solo canal, como se muestra en la **Figura N° 5**.

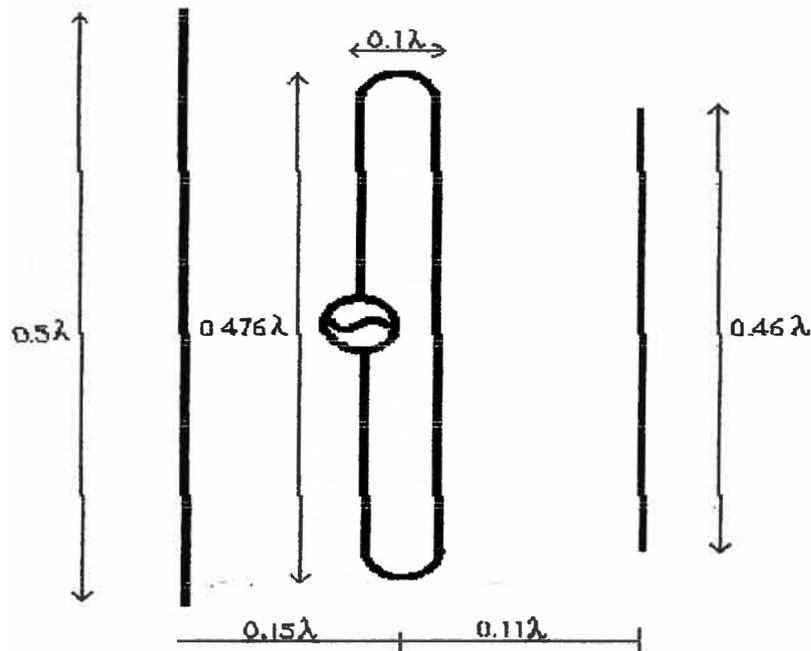


Figura N° 5 - Arreglo vertical (co-linear) y arreglo horizontal
(Yagi) .

CAPITULO VI INSTALACION Y PRUEBAS DE INTERFASE CELULAR PARA ACCESO DE RADIO EN PABX.

6.1 Descripción

Con el Acceso Radio será posible ofrecer a clientes cuyas PABX gestionan poco volumen de tráfico, sedes de empresas con difícil acceso con Telefonía Publica y delegaciones de empresas en las que no resulta rentable la instalación de un acceso primario y a clientes que deseen abaratar sus costos de las tarifas por llamadas a abonados de Telefonía Celular..

Se instalarán en las PABX uno o varias interfaces celulares que serán los encargados de interpretar y traducir la información que llegue desde la Red móvil de cada Operadora de Telefonía Celular a la PABX, y viceversa.

Cada interfase celular se comporta como una "troncal", es decir habrá tantas interfases conectadas a la PABX como trafico a Telefonía celular se requiera.

La interfase celular utiliza una antena omni-direccional, la cual recibe las señales de radiofrecuencia a través del aire. Esta antena podría ser sustituida por otra de mayor ganancia para ser instalada fuera del edificio o en un lugar donde haya mejor señal

6.2. Plan Telefónico Celular.

Las operadoras de Telefonía Celular, conscientes de las necesidades de comunicación del sector empresarial, han desarrollado programas especiales para ellos, como ejemplo se tiene el RPM, que permite aplicar tarifas reducidas entre abonados celulares de una misma empresa y entre compañías afiliadas.

Este producto permite una comunicación económica, ajustada a las necesidades presupuestales de la empresa. De acuerdo a un estudio del tráfico de comunicación de los usuarios, se determina la cantidad de minutos libres y se asigna los planes tarifarios que mas le convengan a la empresa.

En el RPM, además del número celular de siete dígitos, la comunicación se establece a través de una marcación abreviada de cinco dígitos como si se tratara de un anexo, el cual permite el acceso a la tarifas preferenciales RPM cerrada.

La RPM ofrece cobertura Nacional para los celulares registrados en Lima, al desplazarse a provincias, el usuario registrado en el servicio, tiene la ventaja de realizar llamadas dentro de la misma red aplicando la tarifa preferencial como si se tratara de una llamada local, sin larga distancia nacional.

Para el Sistema propuesto las interfases celulares están dentro este plan tarifario, sus números además de tener 8 dígitos, tienen números de 5 dígitos, con lo cual se abarata mas los costos por estar en RPM cerrada, que es una tarifa preferencial, en el punto 6.9 se detalla los beneficios

económicos del sistema, ver la Arquitectura del Sistema Interfase Celular para acceso de radio de Centrales Privadas, ver Fig. N° 6.

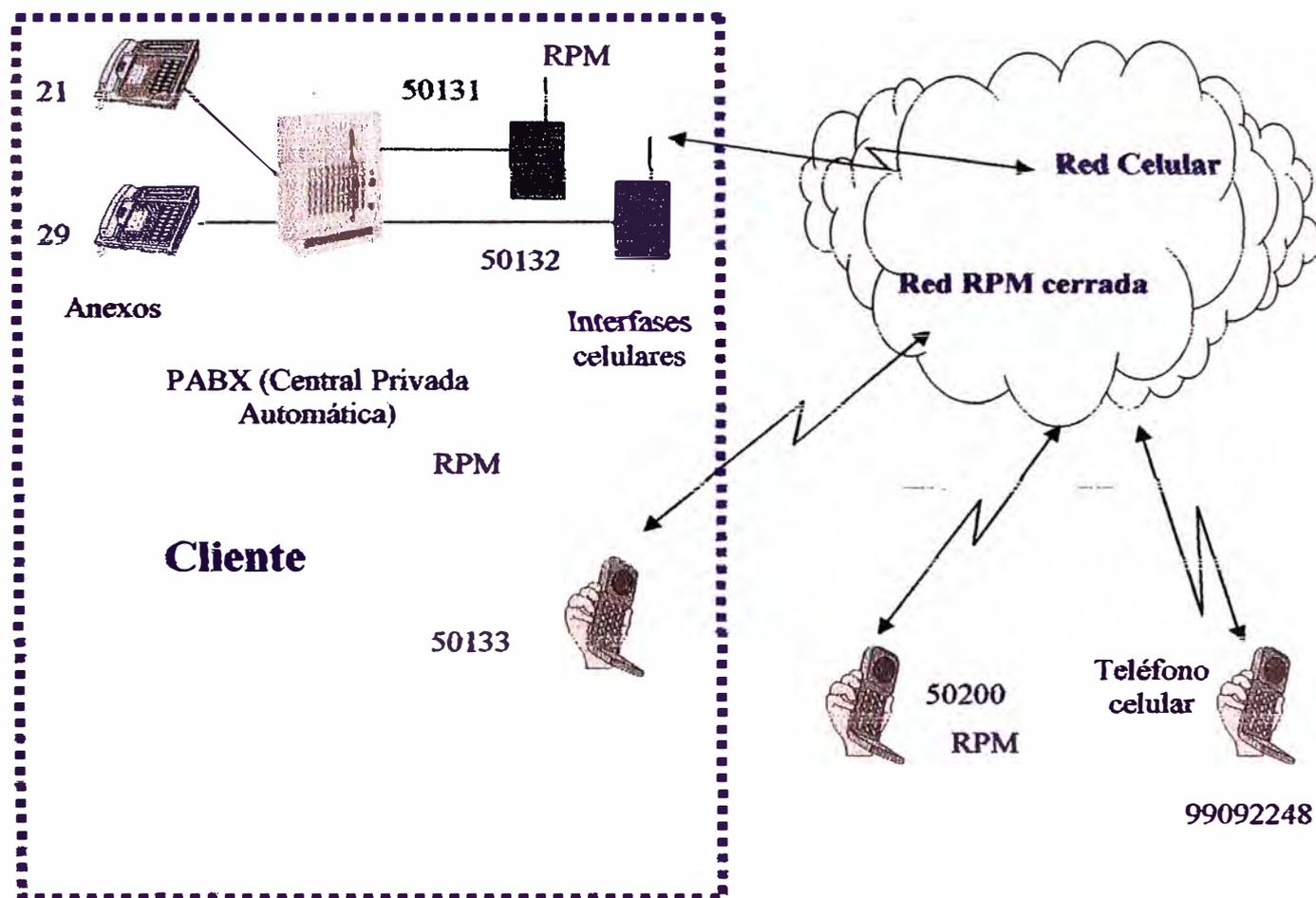


Figura N° 6 – Arquitectura del Sistema Interfase Celular para acceso de radio de Centrales Privadas.

6.3 Conexión de la Interfase Celular a la PABX

La conexión se basa en la utilización de la Interfase Celular y la señalización analógica de la línea para su conexión en la PABX, ver Fig. N°

7.

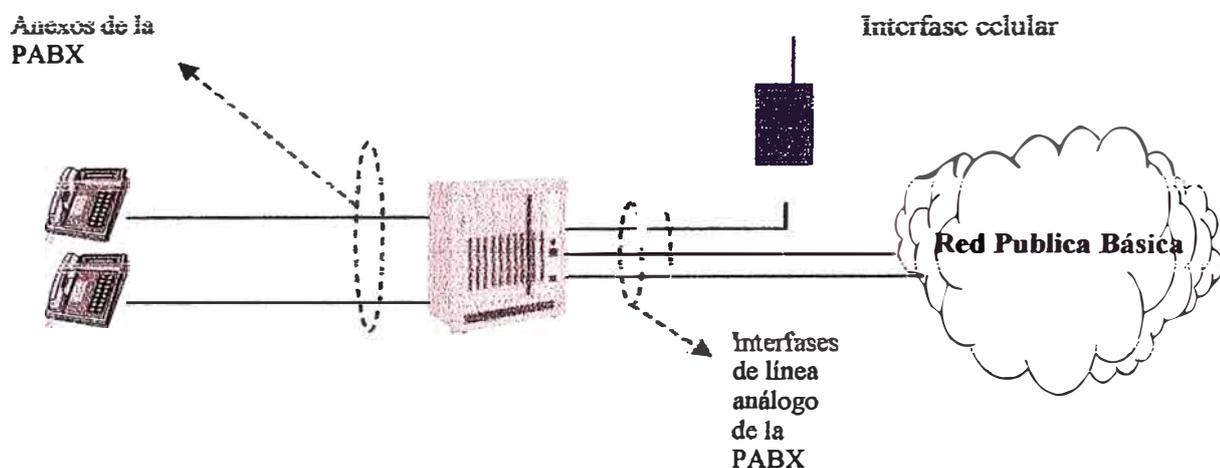


Figura N° 7 – Conexión enlace analógico de PABX.

Esta conexión se realiza a través de un cable telefónico (dos hilos) desde la salida RJ-11 de la interfase celular hasta un puerto troncal analógica de la PABX.

Dependiendo del tipo de PABX se programa su configuración para la salida de la llamada, pudiendo ser:

- Los anexos tienen acceso directo a la interfase celular digitando un número predeterminado antes del marcado del número previamente al número telefónico celular.
- Los anexos tienen acceso automático a la interfase celular, la PABX reconoce el primer dígito celular marcado y lo direcciona a una interfase celular disponible.
- También se tiene la opción de que solo se direccionen a las interfases celulares las llamadas a abonados de Telefonía Celular.

Se empleara tantas interfases celulares como puertos analógicos de salida se considere en la PABX.

6.3.1 Consideraciones Practicas para la Programación de la PABX - Meridian.

Se debe programar la PABX – Meridian, con el fin de tener una mejor perfomance en la comunicación, con los valores en la tarjeta troncal que continuación se detalla:

TYPE	= COT
XTRK	= XCOT
TIMP	= 600
BIMP	= 3COM
TRK	= ANLG
SUPN	= YES
STYP	= BTS
PPID	= 0
BTID	= 7

Nomenclatura:

TYPE	= Tipo de tarjeta.
COT	= Tarjeta Troncal.
XTRK	= Tipo de troncal
XCOT	= Tarjeta troncal supervisada.
TIMP	= Terminación de impedancia.
BIMP	= Balance de impedancia.
TRK	= Tecnología de la troncal.

ANLG	=	Análogo.
SUPN	=	Requerimiento de supervisión.
STYP	=	Tipo de supervisión.
BTS	=	Supervisión de tono de ocupado.
PPID	=	Medidor de periodo de pulso, País (0-15).
BTID	=	Tono de Ocupado , País (0-15).

6.4 Teléfono para pruebas.

Para nuestro caso se utiliza como teléfono de prueba un teléfono Startac de Motorola

6.4.1 Establecimiento del Modo de Prueba del Teléfono.

Si el modo de prueba no esta activado, proceder con los siguientes pasos:

- Introduzca la siguiente secuencia:

Fnc+0+0+*+T+E+S+T+M+O+D+E+Sto

- En el teléfono aparecerá < >
- Introduzca 5509#
- Introduzca 5505# 15 "Sto"
- Apague y prenda el teléfono
- Introduzca la siguiente secuencia : Fnc+Fnc+*+*
- Presione el botón inteligente (el botón del medio) una vez
- Presione "end"
- Ahora el teléfono debe estar en modo de prueba

6.4.2 Pantalla del Teléfono de Prueba.

La Tabla N° 5 ilustra todos los campos de la exhibición del teléfono de prueba.

Cuando el teléfono de prueba funciona en el modo de exhibición, un número de parámetros de la performance del RF se pueden ver en la exhibición incluyendo RSSI, nivel de TX, Ec/Io, FER, número del portador, y el número del PN.

Tabla N° 5 - Estado del display del teléfono de prueba

1	1	1		2	2	2		3		4	4		5	5	5
6	6	6		7	7	7		8		9	9	9		10	10
11	11	11		12	12	12		13	13	13	13	13		14	14
15	15	15		16	16	16	16		17	17	17	17		18	18

Nomenclatura:

- 1 = PN del piloto activo dominante
- 2 = Ec/Io del piloto activo dominante (unidades = Ec/Io x (-10)).
- 3 = Numero de pilotos en el conjunto de activos.
- 4 = Numero de pilotos en el conjunto de vecinos.
- 5 = Canal de RF actual.
- 6 = PN del piloto vecino dominante.
- 7 = Ec/Io del piloto vecino dominante (unidades = Ec/Io x (-10)).
- 8 = Numero de pilotos en el conjunto de candidatos.
- 9 = Estado de la llamada.
- 10 = Indicador de la ultima llamada.

11 = Potencia de la señal de RF recibida en dBm (unidades = - RSSI).

12 = Potencia transmitida por el móvil en dBm (N/A si no esta transmitiendo).

13 = Tasa de tramas erradas (FER).

14 = Contador de llamadas caídas.

15 = Opción de servicio actual durante una llamada.

16 = Identificación del sistema (SID).

17 = Identificación de la Red (NID).

18 = Contador de llamada.

6.4.3 Parámetros de medición.

a. RSSI.

RSSI es la indicación de fuerza de señal recibida sobre el enlace efectuado. Esto es en realidad una medida de todo el poder de señal que entra en la interfase celular, y es equivalente al E_c/I_0 en el parámetro E_c/I_0 .

El valor de RSSI no representa el poder de canal de tráfico que llega de la mejor estación de base de porción, más bien esto es una adición de todo el poder que viene de todas las estaciones bases en el sistema.

Esto incluye el poder del piloto, el págé y canales de sincronización, así como todos los canales de tráfico que están en uso en el momento de la medida

Es por esta razón que RSSI solo no es un indicador ideal de la performance de la interfase celular.

Dependiendo la configuración de sistema y condiciones de propagación, hay una amplia gama de los valores de RSSI que podrían ser usados para indicar “ el servicio bueno “

Por ejemplo, si el sistema consiste en un sitio de una celda aislada, entonces toda la energía que llega a la unidad de suscriptor vendrá de aquel sitio de celda.

En este caso un mínimo RDSSI el nivel de -100 dBm puede proporcionar la calidad buena de audio.

Si las condiciones donde hay muchos pilotos de estaciones diferentes que llegan a la Interfase celular con fuerzas de señal similares, que esta limitado por interferencia, una lectura de RSSI de -85 dBm o más alto puede requerir obtener la calidad buena de audio.

Una mejor indicación de las condiciones de la señal de la interfase celular es proporcionada por una medida de piloto Ec/I₀.

b. Frame error Rate (FER).

El FER, es una medida del porcentaje de trama que están siendo recibidos por equivocación sobre el canal de tráfico.

La calidad de audio se degrada cuando es alto el porcentaje de error de la trama recibida.

El nivel aceptable para el FER que corresponde a una buena calidad de audio es algo subjetivo.

Las pruebas típicamente son controladas cuando muchas personas escuchan el audio con varios FERs diferentes.

La calidad de voz en los niveles de FER diferentes es clasificada y un acuerdo general es alcanzado en cuanto a lo que es aceptable para la calidad buena de audio

Basado en el campo y en el laboratorio, el valor aceptable sugerido para el FER en las instalaciones de las interfases celulares es del 2 %.

c. Ec/Io.

El Ec/Io es la proporción de energía recibida por la secuencia de pilotos PN de la señal de espectro recibido.

Esto es una medida de la fuerza de señal para un piloto particular en relación con todo el poder que está siendo recibido por la interfase celular.

Esto es en contraste con la medida RSSI, que no distingue el poder de un piloto contra el otro

Para mejor performance, es deseable tener Ec/Io tan alto como posible; sin embargo, en la práctica Ec/Io nunca excederá aproximadamente - 3.0 dB

Hay típicamente una correlación mucho más fuerte entre Ec/Io y la calidad de audio que entre RSSI y la calidad de audio

El piloto Ec/Io proporciona una indicación buena de calidad de señal recibida; sin embargo, debería ser notado que Ec/Io es una medida del canal piloto, a diferencia de una medida de canal de tráfico real

d. Nivel de TX.

El nivel de TX es el valor del nivel de la energía, típicamente expresado en las unidades de dBm que la interfase celular transmite.

El nivel de energía máximo de la interfase celular es +23dBm. En orden para proporcionar el margen para el fading de señal y la interferencia en la señal debido a la carga de sistema, la interfase celular debería ser localizado en un área donde el nivel de TX es +17 dBm o más abajo

Esto proporciona un margen de 6 dB contra el máximo Tx, el nivel de +23 dBm.

e. Piloto Dominante.

La polución de pilotos o el piloto o dominante son una condición donde más pilotos son recibidos en la interfase celular que satisfactoriamente puede ser desmodulado

Si los pilotos que no están siendo demodulados son recibidos en un nivel alto, típicamente dentro de 6 dB del piloto dominante, entonces el cambio de la carga de tráfico y condiciones del fading puede causar la degradación de calidad de audio debido a la interferencia

El piloto dominante es establecido por la localización de la interfase celular en un área donde ningún piloto que no esta siendo desmodulado es al menos 6 dB debajo del piloto activo más fuerte.

f. Sensibilidad de Receptor de la Interfase Celular.

La sensibilidad de la interfase celular no es el parámetro que es medido durante la instalación; sin embargo, es un parámetro que se debe entender en lo referente a los procedimientos de instalación La sensibilidad de la interfase celular es -104dBm en 0.5% FER, canal estático.

La prueba estática, que es una prueba válida y apropiada para la sensibilidad que mide; sin embargo, no se aplica directamente a la variedad

amplia de fuerza de la señal, de fading, y de condiciones del ruido que puedan existir en una instalación verdadera del mundo de la interfase celular.

Puesto que esta especificación está para un canal estático, no puede ser medida o ser aplicada en el campo. Más parámetros del acoplamiento son apropiados para determinar performance de la interfase celular en el campo son E_c/I_0 y FER, según lo descrito previamente

6.5 Resumen de los Parámetros Típicos.

Parámetro	Rango Típico	Valor Instalación cutoff
RSSI	-50dBm a -100dBm	-85 dBm (mas bajo dependiendo de la disposición del sistema y de la interferencia)
E_c/I_0	-3 dB a -16 dB	-10dB
FER	0% a 20%	2%
Nivel Tx	-50dBm a +23dBm	+17dBm
Piloto dominante		Un piloto al menos + 6dB mayor que el piloto no usado.

Tabla N° 6: Parámetros Típicos

La meta de los procedimientos de la instalación de una Interfase Celular de una perspectiva del RF es identificar una localización para la interfase celular y los procedimientos para una señal mas estable y se reduzcan al mínimo las perdidas por fading y por la penetración del edificio

Para probar :

- Las condiciones de RF

- Mostrar los valores de E_c/I_0
- Nivel de señal transmitida.
- FER
- Nivel de señal recibido,
- Mejor piloto

Se utiliza para instalaciones internas y externas.

6.6 Procedimiento para la Instalación de una Interfase Celular.

6.6.1 Descripción de la Instalación de la interfase Celular dentro de una Edificación.

- La meta de la instalación de la interfase celular desde una perspectiva de Radio Frecuencia es identificar una localización en el interior de una edificación que cumplan con las condiciones para que la señal sea más estable y se reduzcan al mínimo las pérdidas por la penetración del edificio.

La prueba en el terreno de la ubicación física de una interfase celular al interior de una edificación, nos indica que los efectos del fading son menos severos cuando están montados en una altura de 2 metros o mayor y cerca de una ventana, ver **ANEXO N° 5**.

En el **ANEXO N° 6**, ilustra la diferencia del fading para la instalación de la interfase celular al costado de la ventana versus la instalación de la interfase celular encima de un escritorio.

El gráfico, la señal de fading es más severa cuando la interfase celular es instalado en una posición interior y en una altura

aproximadamente menor de 1 metro, comparando con la colocación de la interfase celular cerca de la ventana y a una altura de 2 metros o mas.

La señal de fading es aumentada por la interfase celular y por lo tanto aumentara la interferencia en el sistema.

Además de identificar la mejor localización de la interfase celular con su antena omni direccional Standard, algunos criterios se deben utilizar para determinar si esta es aceptable.

Para identificar la mejor localización de la instalación, y determinar si la localización es aceptable o no, se debe emplear equipos medidores de señal.

Los equipos medidores de señal que están disponibles incluyen un medidor RSSI, un medidor de E_c/I_0 , medidor de FER, y nivel de Tx o un teléfono de prueba.

Además de estas herramientas, un atenuador simple del RF de la voz pasiva puede ser una herramienta eficaz para asegurar un adecuado acoplamiento

Puesto que hay solamente tres valores de la señal que se visualizan en el teléfono de prueba (Startac de Motorola CDMA), cuando está funcionando en el modo de exhibición, es útil para determinación las condiciones de RF en la localización de la instalación de la Interfase Celular

EI ANEXO N°7 presenta un flujograma del procedimiento para la instalación al usar un teléfono de prueba. Detallamos algunos pasos seguidos.

La ventaja primaria de las mediciones con el teléfono de prueba es que exhibe parámetros múltiples del performance del RF en un formato numérico.

Una vez que se haya identificado una buena localización de la instalación de la interfase celular, realice una llamada al teléfono de prueba y después origine una nueva llamada, para escuchar la calidad de la comunicación.

Es necesario originar una nueva llamada porque la lectura del FER en el teléfono de prueba representa un promedio, y hasta la llamada de prueba original se termina, la lectura actual del FER está siendo afectado por un número de medidas anteriores del FER. Si estas medidas anteriores del FER eran de áreas con condiciones pobres del RF, después la lectura actual del FER será sesgada probablemente demasiado arriba.

La localización final para la instalación de la interfase celular se identifica una vez usado el teléfono de prueba.

Con el medidor de Ec/Io activado, mueva el excedente de la Interfase Celular lentamente aproximadamente 1 metro cuadrado en el área deseada de la instalación para identificar el punto con la lectura más alta de Ec/Io.

6.6.2 Descripción de la Instalación de la Antena en el Exterior.

Después de intentar varias localizaciones de interior de la instalación sin éxito la opción siguiente sería investigar una instalación de la antena direccionales el exterior.

Las ventajas primarias de una antena direccional al aire libre son que la antena proporciona típicamente el 8 dBi aproximadamente o más.

Se elimina la pérdida de la penetración del edificio.

Generalmente para el tipo de antena se utiliza la antena Yagi de 8 dBi de ganancia por ser fácil de encontrar en el medio y mas económico.

El objetivo del procedimiento de la instalación de una la antena en el exterior es señalar la dirección en la que se dará lugar a las mejores condiciones de la señal

Para determinarse realmente la dirección en donde la antena estará posicionado en el mejor sitio de la porción de la celda celular, es necesario hacer uso una herramienta de la medida de la señal. En nuestro caso se utilizara el teléfono de prueba (Startac de motorola CDMA) que es una herramienta eficaz para medir las condiciones de la señal

En la tabla N° 7, se muestra la performance típica entre una interfase celular con su antena omni direccional instalada en el interior de un edificio y otra con antena yagui en el exterior. la antena.

Parámetro	Interior	Exterior
SRI	-100 dBm	-77 dBm
Tx Nivel	+ 6 dBm	- 12 dBm
FER	2.4 %	0.8 %
Ec/Io	- 10 dB	-7 dB

Tabla N° 7 : Performance típica de una interfase celular

Aunque se supera la pérdida del penetración del edificio al usar una antena externa, el cable coaxial que se utiliza para conectar la antena con la

interfase celular introduce pérdidas que puede ser significativa si no se tiene en cuenta que la longitud del cable tiene que ser tan corta como sea posible.

EI ANEXO N°8 se presenta un flujograma de los procedimientos de instalación de una interfase celular con una antena exterior utilizando el teléfono de prueba (Startac Motorola CDMA), continuación detallamos algunas consideraciones.

Hay varias alternativas para localizar una antena exterior direccional, una posición de antena ideal exterior tendría la línea clara de vista a la estación de la celda celular. Evite colocar la antena en áreas donde el follaje es denso o donde las edificaciones obstruyen el camino entre la antena y la estación de la celda celular.

Estas obstrucciones atenúan la señal deseada y d, la degradan la performance.

Con la antena alejada de los árboles, el nivel de E_c/I_0 es mucho más estable.

Una vez en la posición de instalación deseada, el siguiente paso debe determinar que celda celular se tiene para señalar la dirección de la antena.

El teléfono de prueba puede ser usado determinar el número de PN piloto para el sitio de celda celular con un mejor E_c/I_0 . Como se indica en el ítem 6.3.2 se puede observar en el display el piloto PN "111" para el mejor E_c/I_0 "222".

Un mapa mostrando las ubicaciones de la estación base celular y el radio de acción de las mismas y números de PN pilotos es necesario tener para determinar la dirección de la antena. El instalador debe de identificar la ubicación y la mejor estación base celular sobre el mapa, de lo cual una estimación del ángulo de la antena puede ser hecha en el momento de la instalación.

Una vez que se señala la dirección de la antena, el siguiente paso es fijar el ángulo que debe señalar la antena y determinar si las condiciones de señal son aceptables.

Ya que el cable coaxial esta unido entre la interfase celular y la antena y introduce pérdidas que es proporcional a la longitud del cable, las pruebas se realizan conectando también el cable coaxial al teléfono de prueba.

6.7 Pérdidas por Cable Coaxial.

Los tipos y las pérdidas típicos del cable son mostrados en la tabla adjunta.

La construcción del cable coaxial puede ser un desafío significativo en el campo, por lo que se recomienda usar cables coaxiales prefabricados para la instalación de la antena direccional

Si los cables con los conectores se colocan en el campo, entonces una prueba rápida se debe hacer para comprobar si hay continuidad entre el conductor de centro y para cerciorarse de que no haya cortocircuito entre el conductor de centro y el protector externo.

Instalado una vez a la antena, los conectores deben estar correctamente hermetizados para asegurar un duradero y una instalación duradera.

Tipo de cable	Perdida por metro	Longitud	Total de perdida
RG58	0.48 dB a 800 MHz	3 m	1.77 dB
RG142	0.42 dB a 800 MHz	10 m	4.2 dB
RG58	0.8 dB a 1.9 GHz	3 m	2.4 dB
LMR300	0.29 dB a 1.9 GHz	10 m	2.9 dB

Tabla N° 8 :Valores Típicos de la Pérdida del Cable

6.8 Mediciones para la Reubicación de 2 Interfases Celulares.

A continuación se detalla una prueba para la reubicación de dos interfases celulares instalados en un cliente que tiene problemas en su comunicación la comunicación, el sistema es Telefonía Celular CDMA 800 Mhz.

6.8.1 Equipo de Medición.

Nombre : Medidor Receptor de RF.

Marca : Hewlett Packard.

Modelo : HP E7479

6.8.2 Lugar de la Medición.

Esquina de Jr. La Unión y Jr. Carabaya

Pisos 1, 2 y azotea.

6.8.3 Mediciones Efectuadas.

Servidor: El mejor servidor tanto en 1ra y 2da portadora es Carabaya-3 (PN 270)

Piso 1:

Los niveles de RSSI y Tx son pésimos en la Zona 1 (del Vestuario de Damas), tal como se aprecia en las gráficas de los ANEXOS N° 9, 10 y 11.

Anexo	RSSI (dBm)	FER	Tx Power (dBm)	Ec/Io (dB)
10	- 103.25	8.87	25.25	- 10.16
11	- 101.91	0	31.91	- 10.48
12	- 101.25	1.57	26.25	- 8.94

Tabla N° 9 : Valores de Parámetros Zona 1

y más aún en el sitio utilizado por los dos interfases celulares instalados en el lugar denominado Zona 2 (Bin de Perfumeria) en el piso 1, tanto en 1ra. como en 2da. Portadora, ver ANEXOS N° 12 y 13.

Anexo	RSSI (dBm)	FER	Tx Power (dBm)	Ec/Io (dB)
13	-101.91	0	34.91	- 8.13
14	- 100.58	2.61	31.58	- 10.08

Tabla N° 10 : Valores de Parámetros Zona 2

Piso 2:

Los niveles de señal son bajos en la Zona 3 (del Vestuario de Caballeros), al lado de la escalera, tal como se aprecia en el ANEXO N° 14.

Anexo	RSSI (dBm)	FER	Tx Power (dBm)	Ec/Io (dB)
15	- 99.58	0.87	20.58	- 6.56

Tabla N° 11: Valores de Parámetros Zona 3

Pero en la Zona 4 (el lado del Bin de Calzado de Caballeros), todavía en el piso 2, al lado de los ductos de aire acondicionado, la señal es buena, tal como sus valores promedio lo muestran en el ANEXO N° 15.

Anexo	RSSI (dBm)	FER	Tx Power (dBm)	Ec/Io (dB)
16	- 66.58	0	-19.42	- 6

Tabla N° 12: Valores de Parámetros Zona 4

Aquí se recomienda re-ubicar los dos interfases celulares situados en el piso 1, Caso contrario sería necesario instalar un repetidor con antenas de interiores para el 1er. Y 2do. piso, previa evaluación del costo-beneficio de dicha inversión.

Zona 5 (Azotea):

Los niveles son buenos en RSSI, TX, Ec/Io y FER, siendo el mejor servidor Carabaya-3 (PN 270) tanto en 1ra. como en 2da. Portadora, ver ANEXO N° 16.

Anexo	RSSI (dBm)	FER	Tx Power (dBm)	Ec/Io (dB)
17	- 67.58	0	- 20.42	-5

Tabla N° 13: Valores de Parámetros Zona 5

Esta zona es ideal para instalar una posible antena donadora en caso de progresar lo del repetidor.

CAPITULO VII VENTAJAS ECONOMICAS DEL SISTEMA

Como se indicó en el punto 6.2 las operadoras de Telefonía Celular cuentan con tarifa preferencial para la comunicación de los empleados de las empresas que están en la Red de Negocios, que en caso de Movistar es el 50.3 % del total de empresas según fuente Movistar.

Uno de sus planes es el RPM Mega, que hemos considerado para el análisis, ver **ANEXO N° 17**.

Si consideramos el Plan RPM Mega 60, que tiene un cargo fijo de S/.195.48 por 1400 minutos de llamada, el costo del minuto sale a S/. 0.139629.

Por otro lado según Telefónica del Perú el costo de la llamada de un teléfono fijo a un teléfono celular por segundo es de S/. 0.01584 y por cargo de establecimiento de llamada es de S/. 0.3809 (ver **ANEXO N° 18**), si se considera que la llamada se realiza en un minuto, el costo estaría dado por: el costo de la tarifa por minuto mas el cargo por establecimiento de llamada, siendo el costo por minuto de S/. 1.3313.

Esto quiere decir que las empresas que tienen una PABX y realizan llamadas a los celulares de sus trabajadores y viceversa, el

costo por minuto esta dado por S/. 1.3313, teniendo en cuenta que la duración de cada llamada es de un minuto.

Si, en cambio se utiliza interfases celulares en su PABX y el Plan RPM Mega 60, el costo de una llamada de un minuto, estará dado por S/. 0.139629.

El ahorro al utilizar el Sistema es de S/. 1.191671 por minuto. En el Plan RPM mega 60 , si se considera que los 1400 minutos son para la PABX, el ahorro en el mes es de S/. 1,668.34 y en un año S/. 20,020.08.

Para el ejemplo se requiere de dos interfases celulares, siendo el costo de cada interfase celular en promedio es de S/. 800, el costo total de las dos interfase celulares es de S/. 1,600, costo que se cubriría con el primer mes de ahorro.

CONCLUSIONES

- Actualmente las empresas buscan minimizar y reducir sus costos, para ser competitivos en el mundo Globalizado, con el Sistema presentado las empresas reducen sus costos de las llamadas.
- El Sistema es de rápida recuperación de la inversión.
- La instalación del Sistema es rápida y fácil, por ser los equipos y accesorios livianos y la programación de los equipos no demoran mucho tiempo (interfase celular y PABX), Como referencia se puede decir que un Sistema de una interfase celular se puede realizar en dos horas (no se considera la instalacion de una antena externa).
- Cuando se tiene que instalar una antena externa, se recomienda que la interfase celular este lo mas cerca de la antena externa, debido a que el cable coaxial tiene mayor atenuación que la del cable telefónico que según los fabricantes puede alcanzar hasta 100 metros sin alterar la comunicación.
- El Sistema es compatible con las redes GSM, AMPS, TDMA y CDMA, dependiendo del tipo de interfases celulares.
- El Sistema es compatible con las principales marcas y modelos de PABX.

- La aplicación de este Sistema, puede ser la base para la elaboración de otros Sistemas, como por ejemplo si una empresa tiene dos PABX, ubicados uno en la ciudad y otro en una zona rural, interconectadas con un enlace punto a punto (vía satélite, entre otros), se podrán comunicar los anexos de ambas PABX a la Red de Negocios Celular de una operadora y viceversa.
- La operadoras de Telefonía Celular, están brindando mayores facilidades y mas valor agregado a sus clientes, como por ejemplo llamadas al extranjero a tarifa local, tanto a teléfonos fijos o celulares de cualquier país del mundo.

También tarifa local en todo el Perú, para llamadas en RPM a cualquier teléfono celular como es el Caso de Movistar.

Lo que reducirá aun más los costos de las empresas que ya cuentan con el Sistema materia de esta tesis.

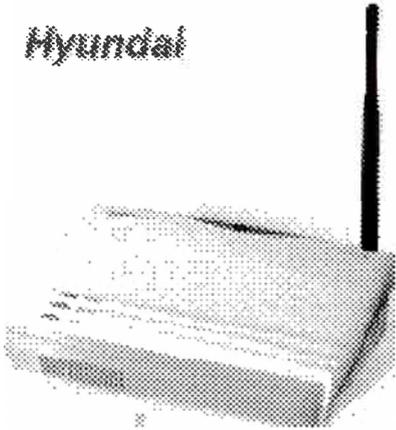
ANEXO No 1**NUMERACION DEL SID POR REGIONES**

	DEPARTAMENTO	LOCALIDADES	SID
01	LIMA	LIMA, CHANCAY, HUARAL, HUACHO, BARRANCA, MALA, CAÑETE, LUNAHUANA, MATUCANA	32511
02	ICA	ICA, CHINCHA, PISCO, NAZCA.	32509
03	JUNIN	HUANCAYO, JAUJA, CONCEPCION	32507
	JUNIN	TARMA, LA MERCED	32501
	JUNIN	LA OROYA, JUNIN	32499
04	C. DE PASCO	CERRO DE PASCO	32499
05	HUANUCO	HUANUCO, TINGO MARIA	32505
06	AYACUCHO,	AYACUCHO	32503
07	HUANCAVELICA	HUANCAVELICA	32503
08	LA LIBERTAD	TRUJILLO, VIRU, PAIJAN, PACASMAYO, CHEPEN	32485
09	LAMBAYEQUE	CHICLAYO, ETEN, ILLIMO, PIMENTEL, FERREÑAFE, LAMBAYEQUE	32483
10	PIURA	PIURA, CATACAOS, SECHURA, TALARA, EL ALTO, SULLANA, PAITA, CHULCANAS,	32487
11	ANCASH	CHIMBOTE, HUARMEY, CASMA	32491
	ANCASH	HUARAZ, CARHUAZ, SHUPLUY, CARAZ	32493
12	CAJAMARCA	CAJAMARCA	32497
	CAJAMARCA	JAEN	32489
13	AMAZONAS	BAGUA	32489
14	TUMBES	TUMBES, AGUAS VERDES, PUNTA SAL	32495
15	AREQUIPA	AREQUIPA, PEDREGAL, GLORIA, MOLLENDO, CATAS, CAMANÁ	32385
	AREQUIPA	CHALA	32391
16	TACNA, MOQU	TACNA, SAMA, MOQUEGUA, TOQUEPALA, ILO	32389
18	CUZCO	CUZCO, URUBAMBA	32393
19	ABANCAY	ABANCAY, ANDAHUAYLAS	32393
20	PUNO	JULIACA, PUNO, JULI	32387
21	IQUITOS	IQUITOS	32401
22	SAN MARTÍN	TARAPOTO, MOYOBAMBA	32405
23	PUCALLPA	PUCALLPA	32403

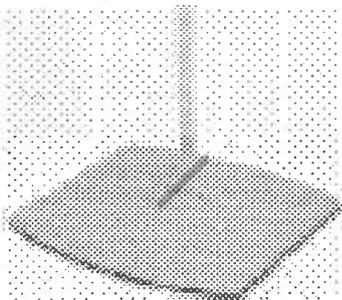
ANEXO N° 2A

MARCAS Y MODELOS DE INTERFASES CELULARES

Hyundai

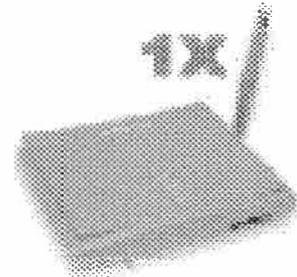


Motorola

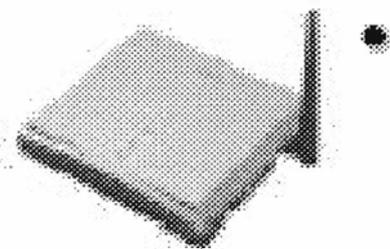


NEC

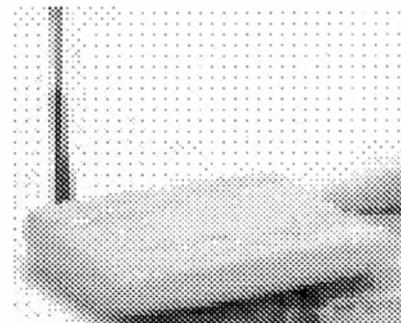
1X



Telular
Phonecell SX4e



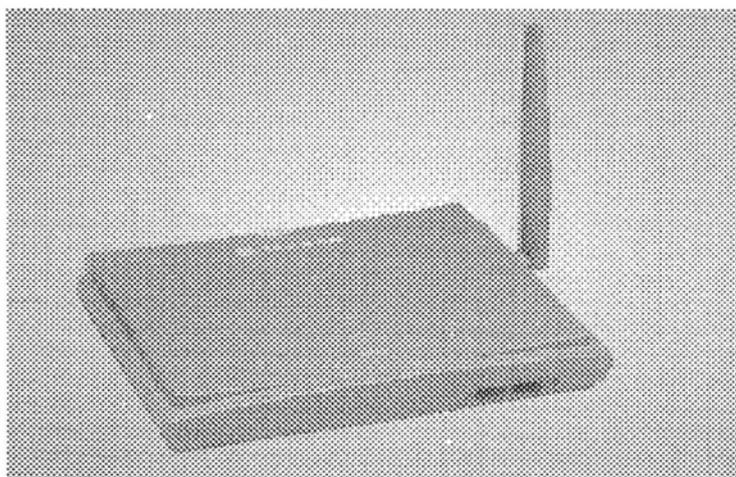
Axesstel
ACW-T800A901



Mototola
TX800C

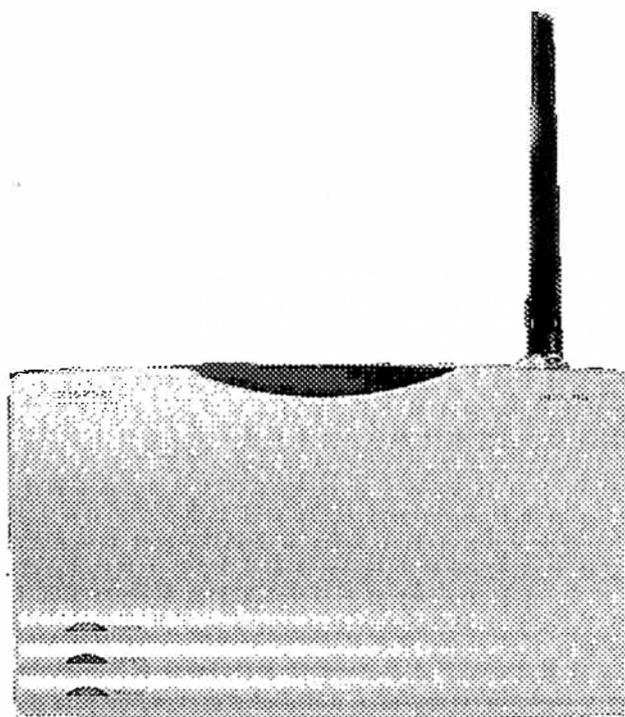
ANEXO N° 2B

MARCAS Y MODELOS DE INTERFASES CELULARES



 **TELULAR®**

PHONECELL SX4e

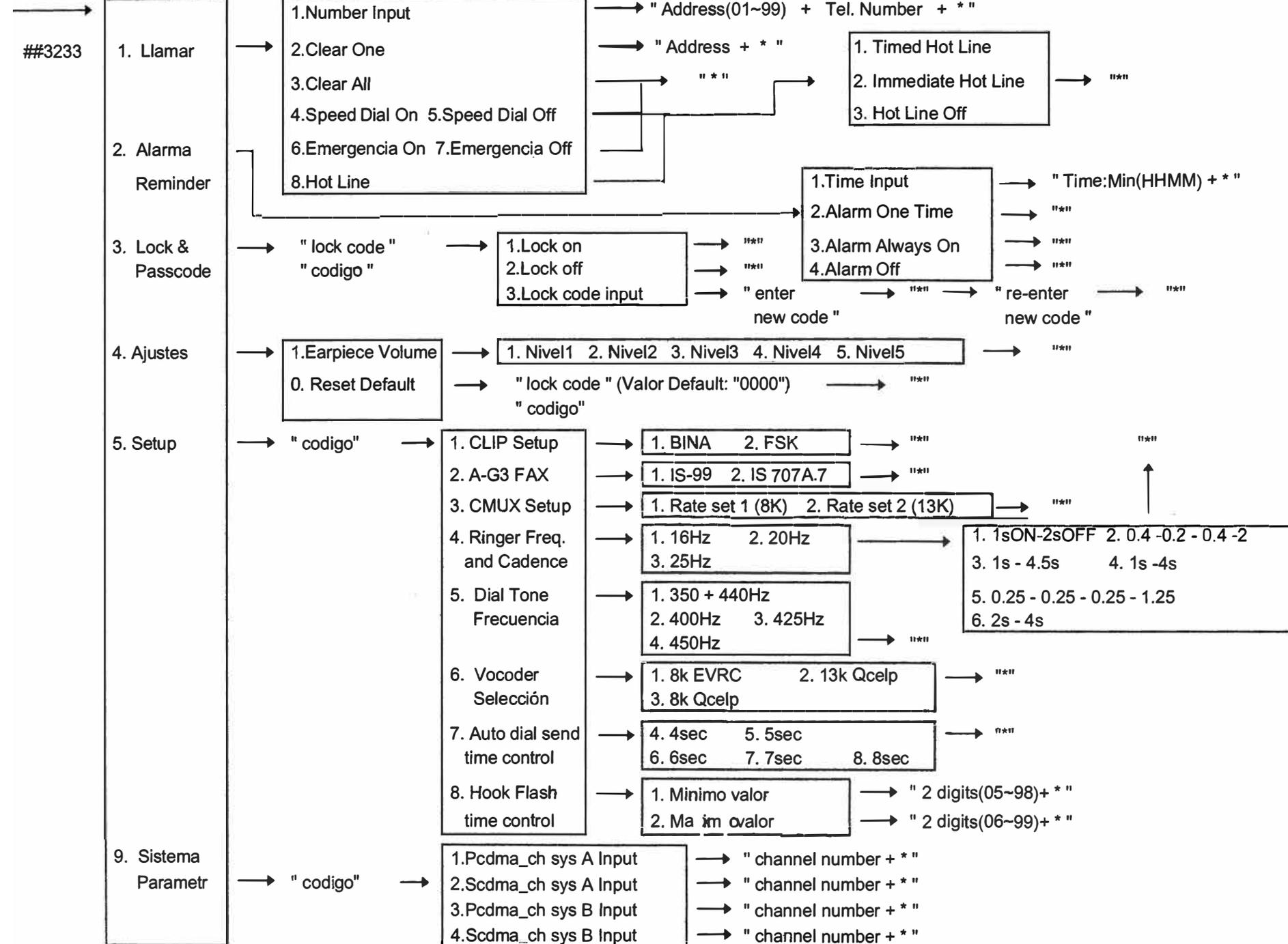


HYUNDAI HWT - 120

DIAGRAMA DE PROGRAMACIÓN HYUNDAI HWT - 120

ANEXO No 3

rogramación General



ANEXO N° 4 1/3

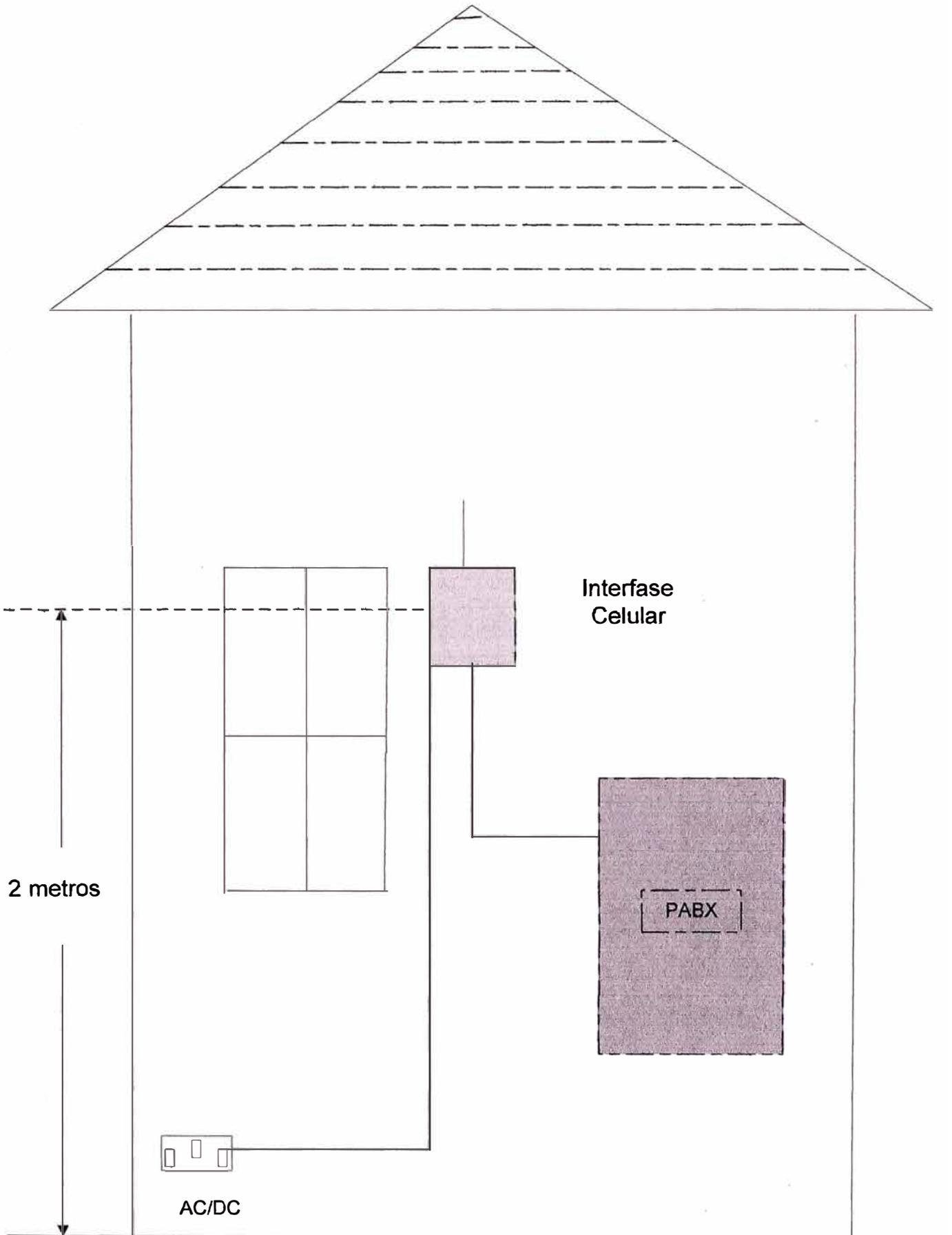
PRINCIPALES CENTRALES PRIVADAS	
ALCATEL	OFFICE VIEW 32KD
	4220 (TIPO: A, B y C)
	4400
	4200 E
AVAYA	DEFINITY
	DEFINITY ONE
	MERLIN LEGEND
	MERLIN MAGIX
	PARTNER ACS
HICOM	110
	120
	130
LG	GDK-162
	GDK-100
	GDK-FPII
	GDK-16
LUCENT TECHNOLOGIES	PARTNER ACS
	DEFINITY ONE
	DEFINITY ProLogix Solutions
	D MAC 103G
	MERLIN LEGEND
	DEFINITY
	PARTNER II
MITEL	SX-50 (Renovado)
	SX-200 (Renovado)
	SX-2000-ICS (Renovado)
	SX-50
	SX-200
	SX-2000-ICS
NEC	80VS (NEAX7400 ICS)
	NEAX7400 ICS (140MX/160MX/180MX)
	NEAX 2400 SDS-SP
	NEAX7400ICS MODEL 140
	NEAX7400ICS MODEL 160
	NEAX7400ICS MODEL 150
	NEAX7400ICS MODEL 180
	AK-824 LH
	NEAX7400 ICS MODEL 100-ES
	NEAX7400 ICS MODEL 100-DE
	NDK9000

PRINCIPALES CENTRALES PRIVADAS	
SAMSUNG	NX-308
	NX-820
	NX-1232
	NX-12E
	NX-24E
	SKP-56/120HX
	SKP-816H
	SERIE DCS
SIEMENS	HICOM 150E
	HICOM 118 - 2
	EUROSET 815S
	EUROSET 835
	HICOM 330E
	HICOM 350E
	HICOM 112 (HICOM 100E)
	HICOM 118 (HICOM 100E)
	EUROSET LINE 8
	EUROSET LINE 16
	HICOM 323 (HICOM 300)
	HICOM 333 (HICOM 300)
	HICOM 343 (HICOM 300)
	HICOM 353 (HICOM 300)
	HICOM 342 (HICOM 300)
	HICOM 352 (HICOM 300)
	HICOM 362 (HICOM 300)
	HICOM 372 (HICOM 300)
	HICOM 382 (HICOM 300)
	HICOM 392 (HICOM 300)
	EUROSET LINE 8
	EUROSET LINE 16
	HICOM 323 (HICOM 300)
	HICOM 333 (HICOM 300)
	HICOM 343 (HICOM 300)
	HICOM 353 (HICOM 300)
	HICOM 342 (HICOM 300)
	HICOM 352 (HICOM 300)
	HICOM 362 (HICOM 300)
	HICOM 372 (HICOM 300)
	HICOM 382 (HICOM 300)
	HICOM 392 (HICOM 300)

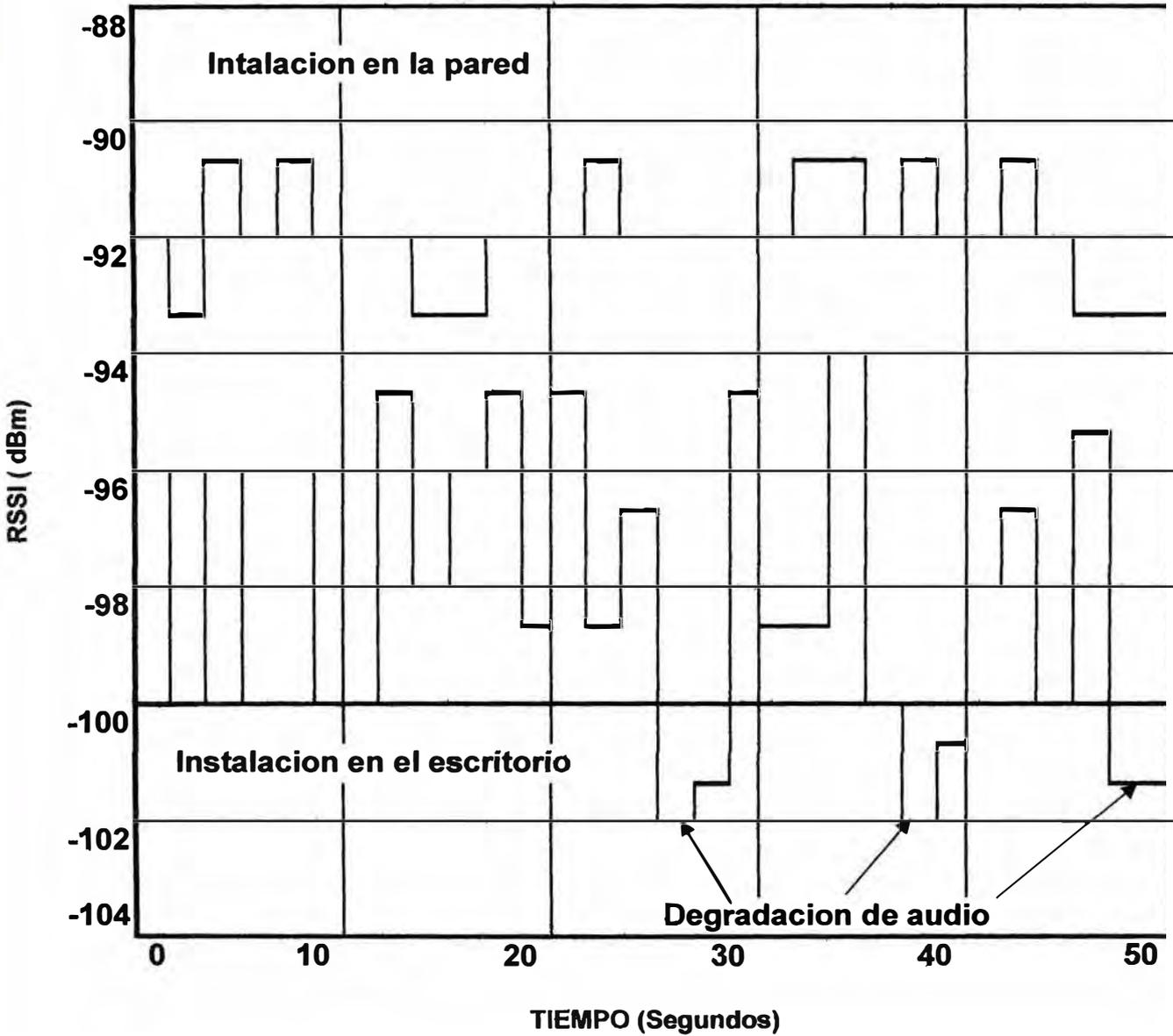
ANEXO N° 4 3/3

PRINCIPALES CENTRALES PRIVADAS	
NORTEL	MEDIRIAN 1 Option 11C
	MEDIRIAN 1 Option 61C
	MEDIRIAN 1 Option 81C
	NORSTAR 3x8
	NORSTAR Compact ICS
	NORSTAR Modular ICS
	Option 11 C Mini (Meridian 1)
PANASONIC	KX-T206HBX
	KX-TA308
	KX-TA616
	KX-TD1232
	KX-TD208
	KX-TD816
	KX-TD500
	KX-T336
	KX-TD816BX
	KX-TD1232BX

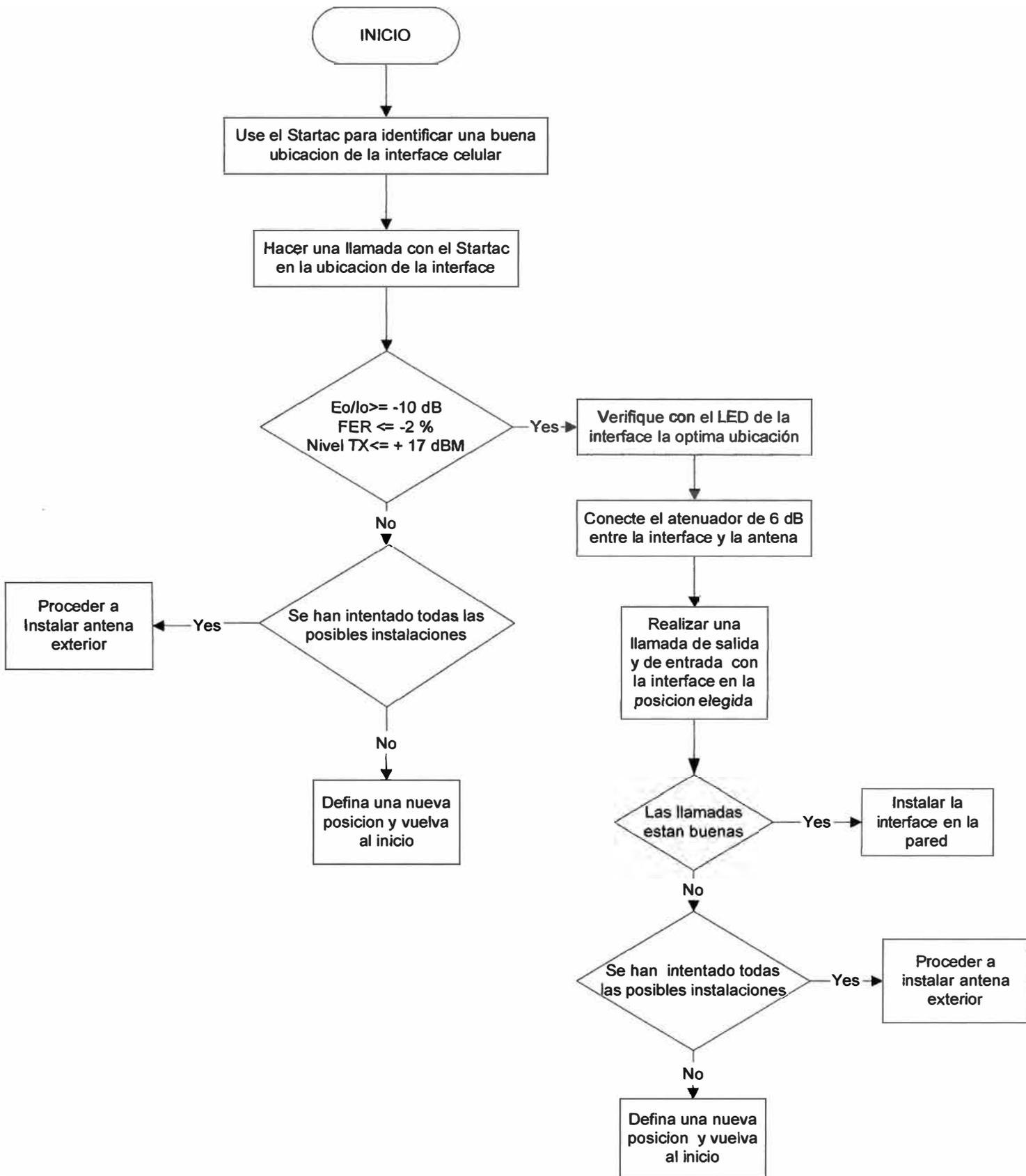
RECOMENDACION PARA LA LOCALIZACION DE LA INSTALACION DE LA INTERFASE CELULAR



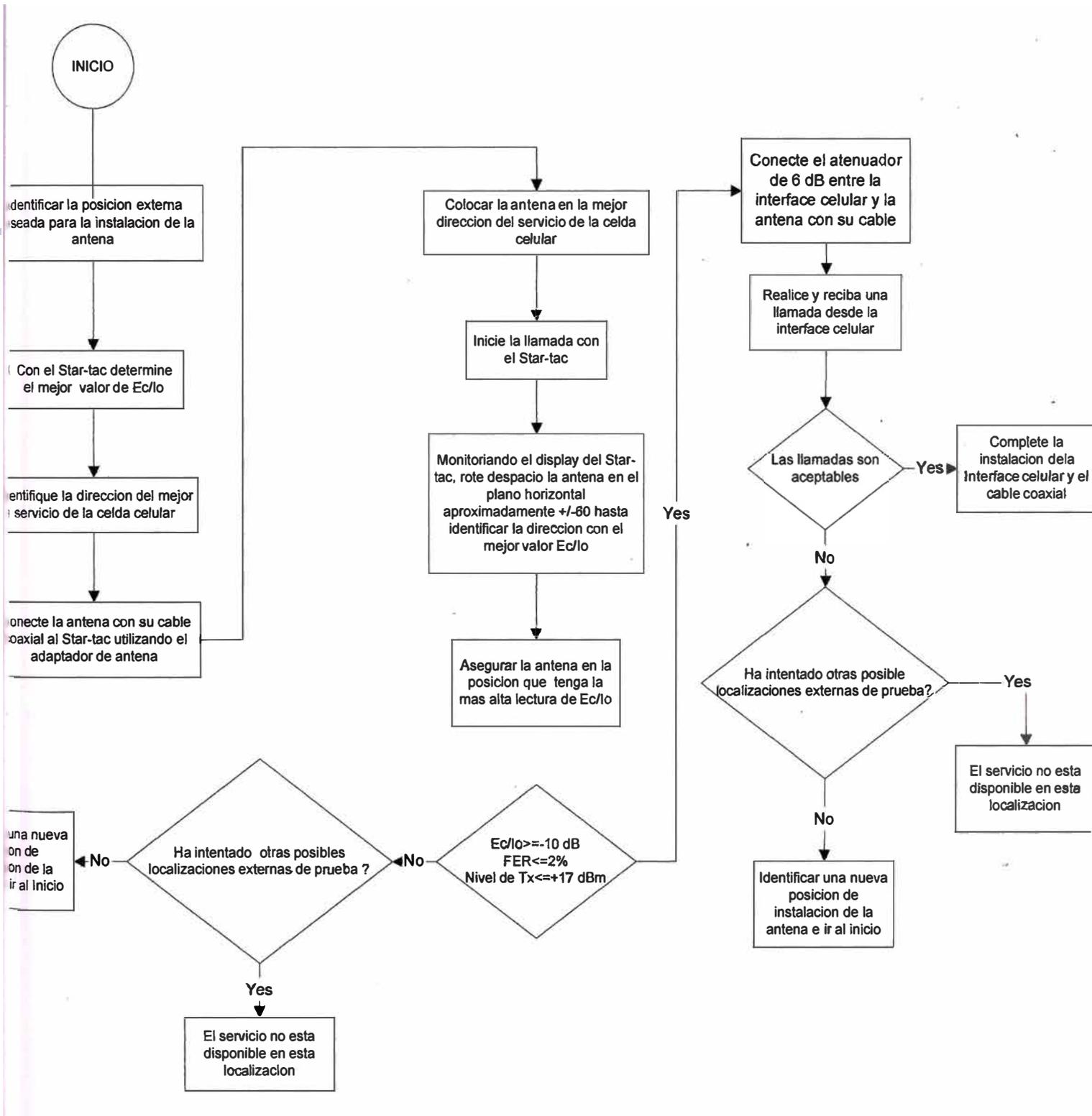
Fading RSSI versus Ubicacion de Instalacion de la Interfase Celular



PROCEDIMIENTO PARA LA INSTALACION DE UNA INTERFASE CELULAR



PROCEDIMIENTO DE INSTALACION DE ANTENA EXTERNA



ate

RSSI

FER

Tx Adj

ANEXO No 9

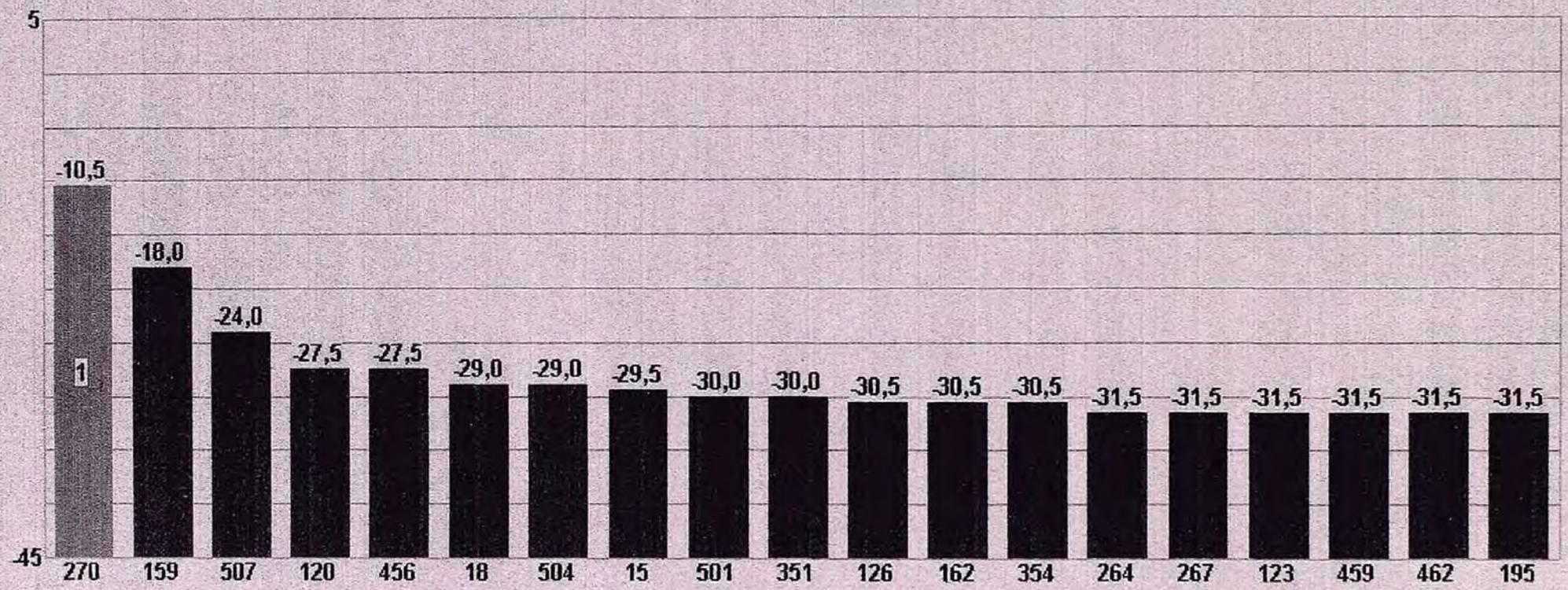
atus

SAT

PN Inc

Tx Power

Ec/Io



Freq. Units

Frequency

Channel

Carrier

Ec/Io

Dominant

Aggregate

Measurement Type -

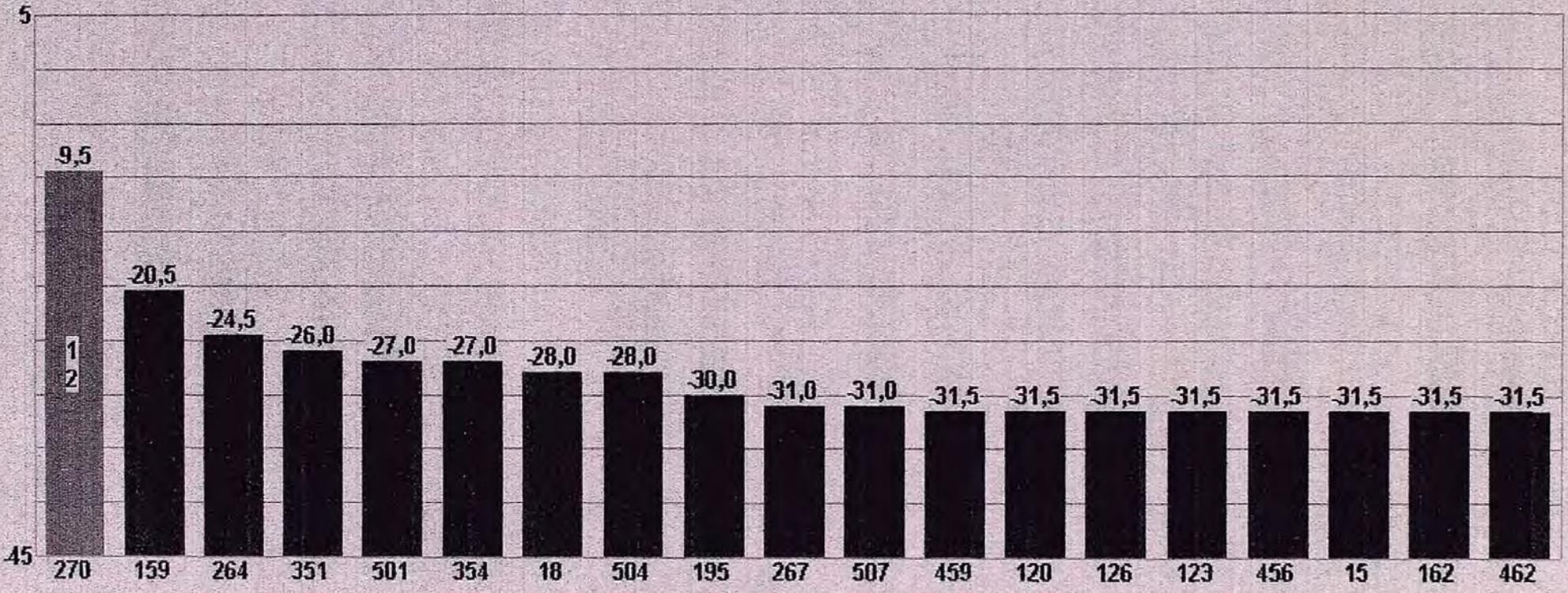
- RSSI
- Tx Power
- Ec/Io
- FER
- Status
- Active Pilots
- Candidate Pilots
- Neighbor Pilots
- TA Searcher
- TA Fingers
- Rx/Tx History
- PN List
- SAT
- PN Inc
- Tx Adj

Searcher

Span

Active Pilots

Mode: CDMA Conversation RSSI: -101,91 dBm FER: 0,0 Tx Adj: **ANEXO No 10**
 Status: CDMA SAT: PN Inc: 3 Tx Power: 31,91 dBm Ec/Io: -10,48 dB



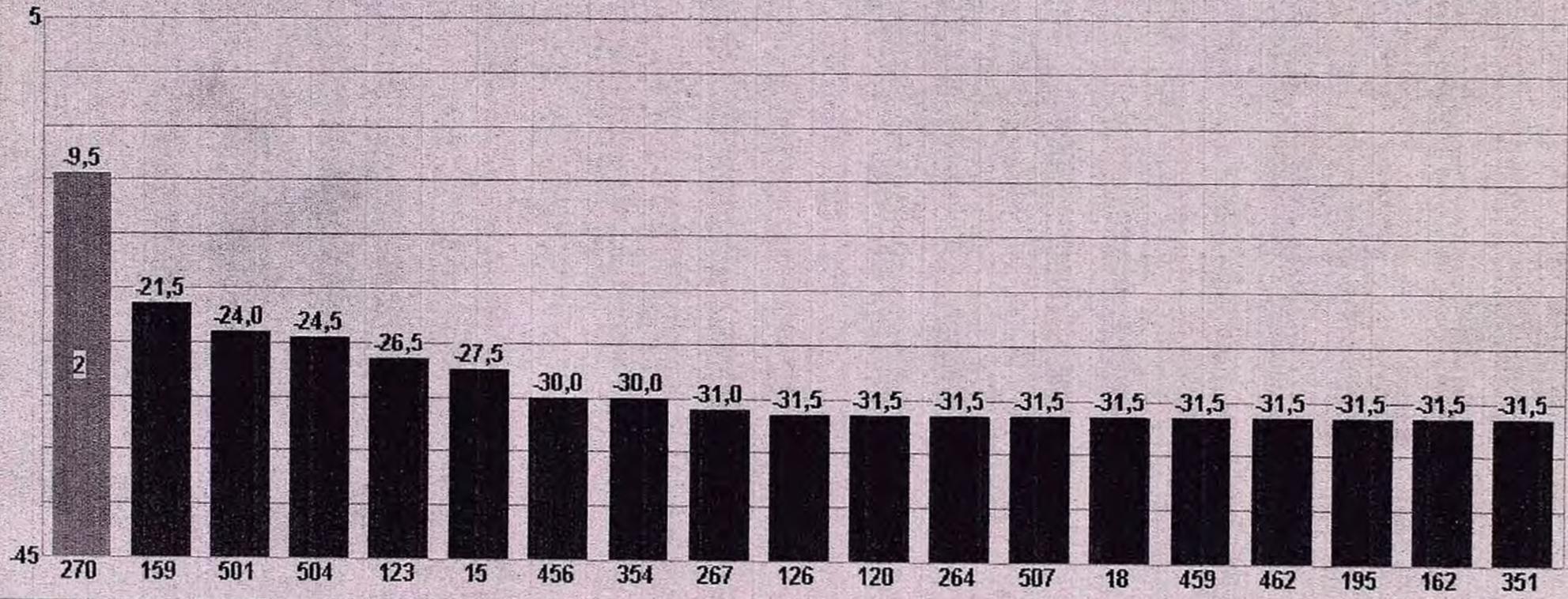
Freq. Units: Frequency Channel
 Carrier: 283

Measurement Type:
 RSSI Status TA Searcher SAT
 Tx Power Active Pilots TA Fingers PN Inc
 Ec/Io Candidate Pilots Rx/Tx History Tx Adj
 FER Neighbor Pilots PN List

Ec/Io: Dominant Aggregate
 Search: Active Pilots
 Span: -12 to +12 Chips Active Pilots

Mode: **CDMA Conversation** RSSI: **-101,25 dBm** FER: **1,57** Tx Adj:
 Status: **CDMA** SAT: PN Inc: **3** Tx Power: **26,25 dBm** Ec/lo: **-8,94 dB**

ANEXO No 11



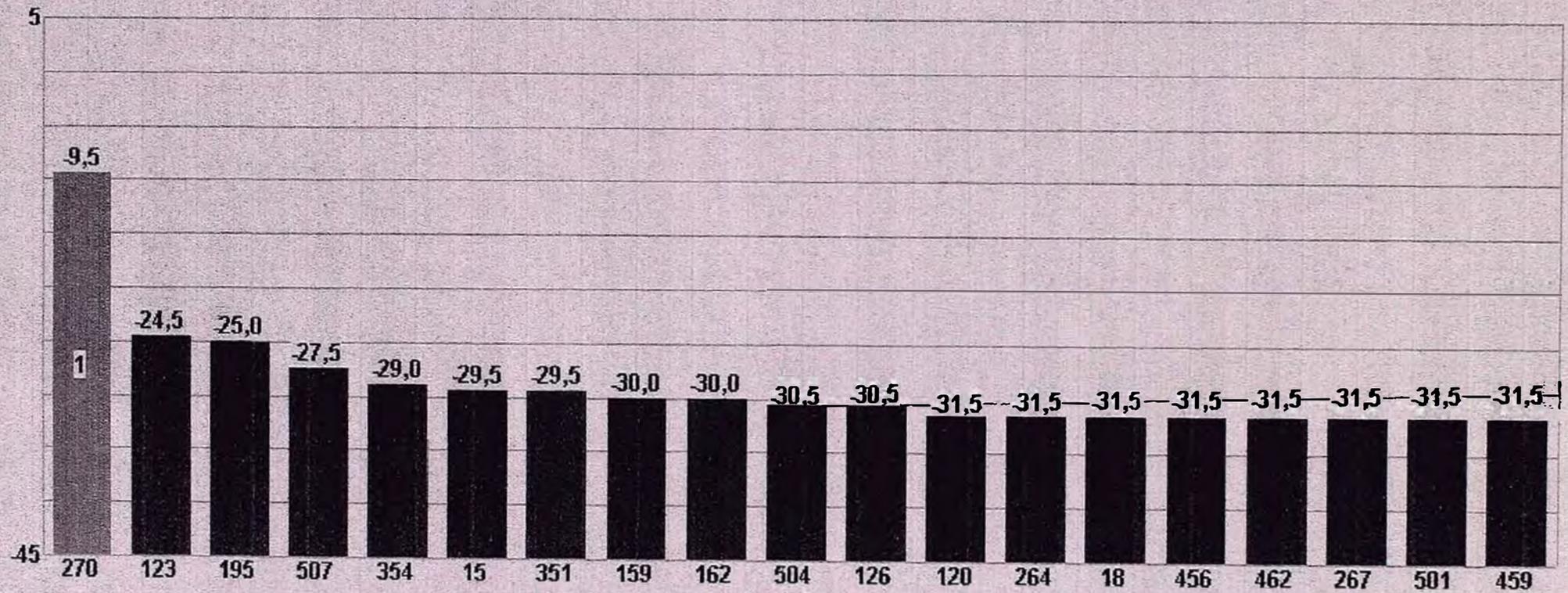
Freq. Units: Frequency Channel
 Carrier:
 Ec/lo: Dominant Aggregate

Measurement Type:
 RSSI Status TA Searcher SAT
 Tx Power Active Pilots TA Fingers PN Inc
 Ec/lo Candidate Pilots Rx/Tx History Tx Adj
 FER Neighbor Pilots PN List

Searcher: Span: Active Pilots

Mode: CDMA Conversation
 Status: CDMA SAT PN Inc: 3
 RSSI: -101,91 dBm
 FER: 0,0
 Tx Adj:
 Tx Power: 34,91 dBm
 Ec/Io: -8,13 dB

ANEXO No 12

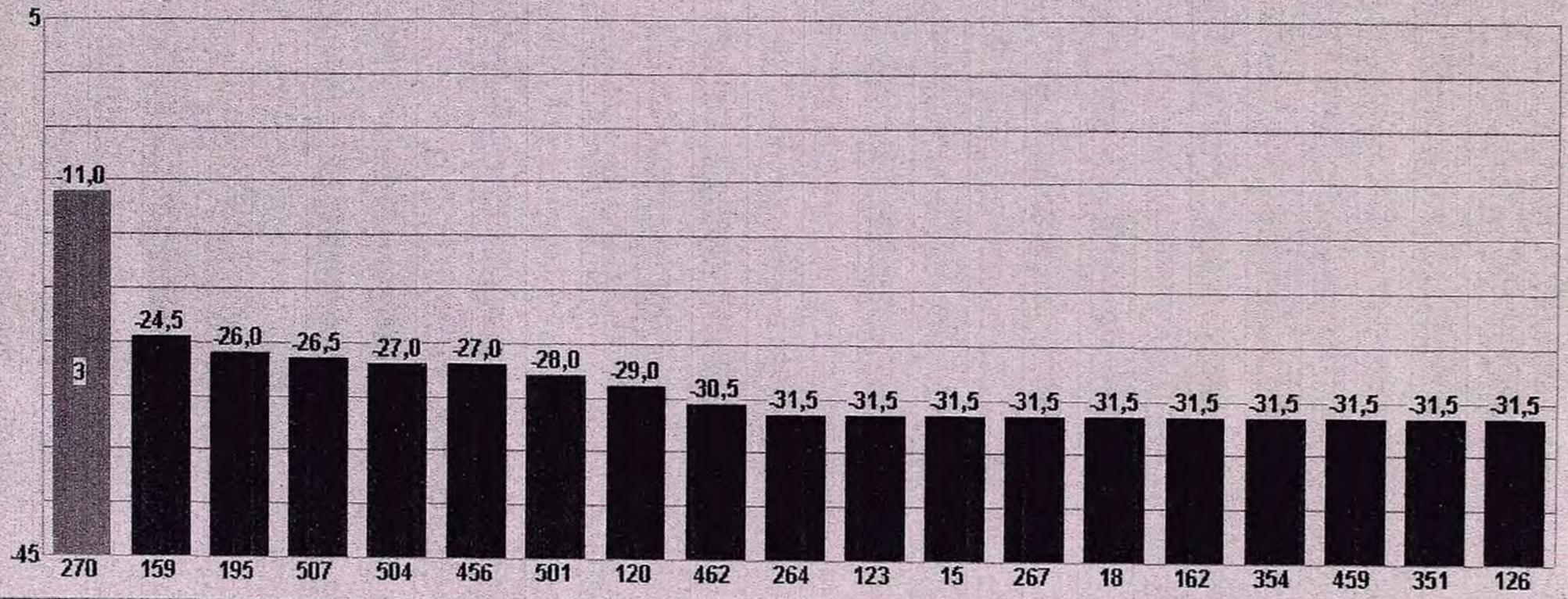


Freq. Units:
 Frequency
 Channel
 Carrier:
 283
 Ec/Io:
 Dominant
 Aggregate

- Measurement Type:
- RSSI
 - TX Power
 - Ec/Io
 - FER
 - Status
 - Active Pilots
 - Candidate Pilots
 - Neighbor Pilots
 - TA Searcher
 - TA Fingers
 - Pz/Tx History
 - PN List
 - SAT
 - PN Inc
 - Tx Adj

Searcher:
 Span: -12 to +12 Chips Active Pilots

Mode: CDMA Conversation RSSI: -100,58 dBm FER: 10,0% SAT: PN Inc: 3 Tx Power: 31,58 dBm Ec/Io: -10,08 dB



Freq. Units: Frequency Channel

Carrier: 283

Measurement Type:

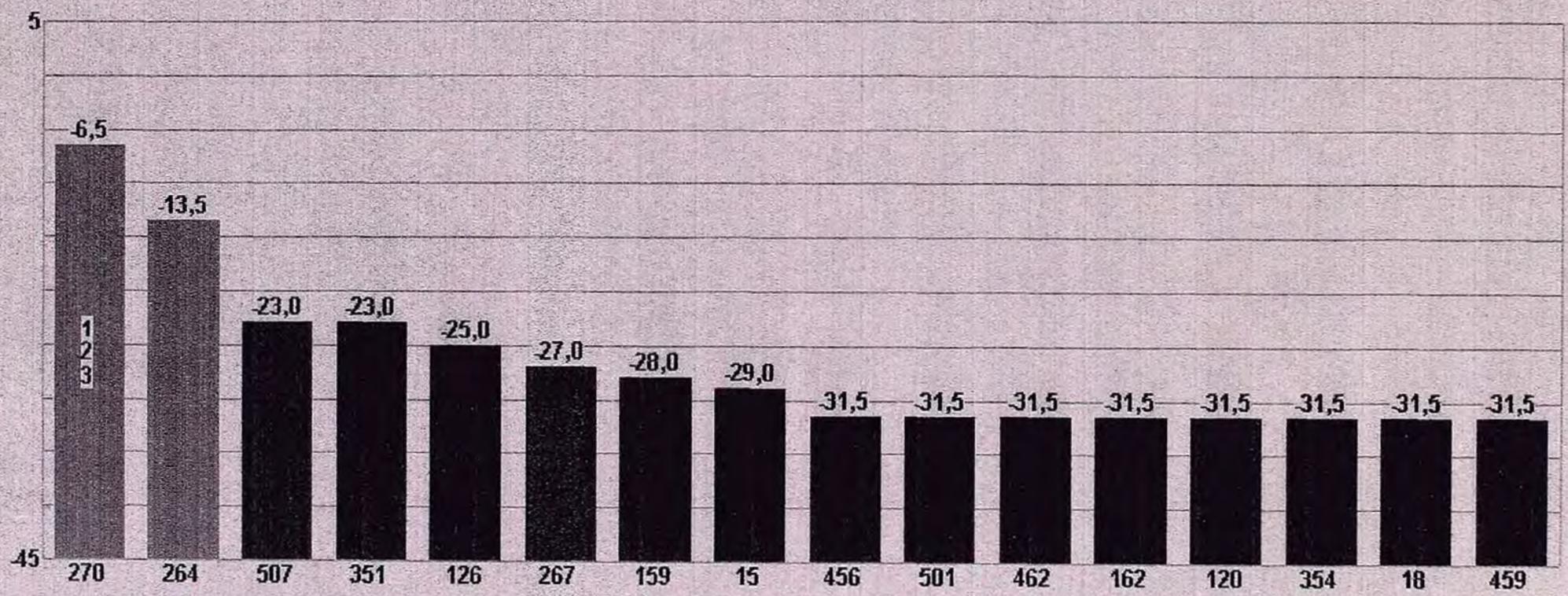
<input checked="" type="checkbox"/> RSSI	<input checked="" type="checkbox"/> Status	<input type="checkbox"/> TA Searcher	<input type="checkbox"/> SAT
<input checked="" type="checkbox"/> Tx Power	<input checked="" type="checkbox"/> Active Pilots	<input type="checkbox"/> TA Fingers	<input checked="" type="checkbox"/> PN Inc.
<input checked="" type="checkbox"/> Ec/Io	<input checked="" type="checkbox"/> Candidate Pilots	<input type="checkbox"/> Rx/Tx History	<input type="checkbox"/> Tx Adj.
<input checked="" type="checkbox"/> FER	<input checked="" type="checkbox"/> Neighbor Pilots	<input type="checkbox"/> PN List	

Ec/Io: Dominant Aggregate

Searcher: Span: -12 to +12 Chips Active Pilots

ANEXO No 14

State: RSSI: FER: Tx Adj:
 Status: SAT: PN Inc: Tx Power: Ec/Io:



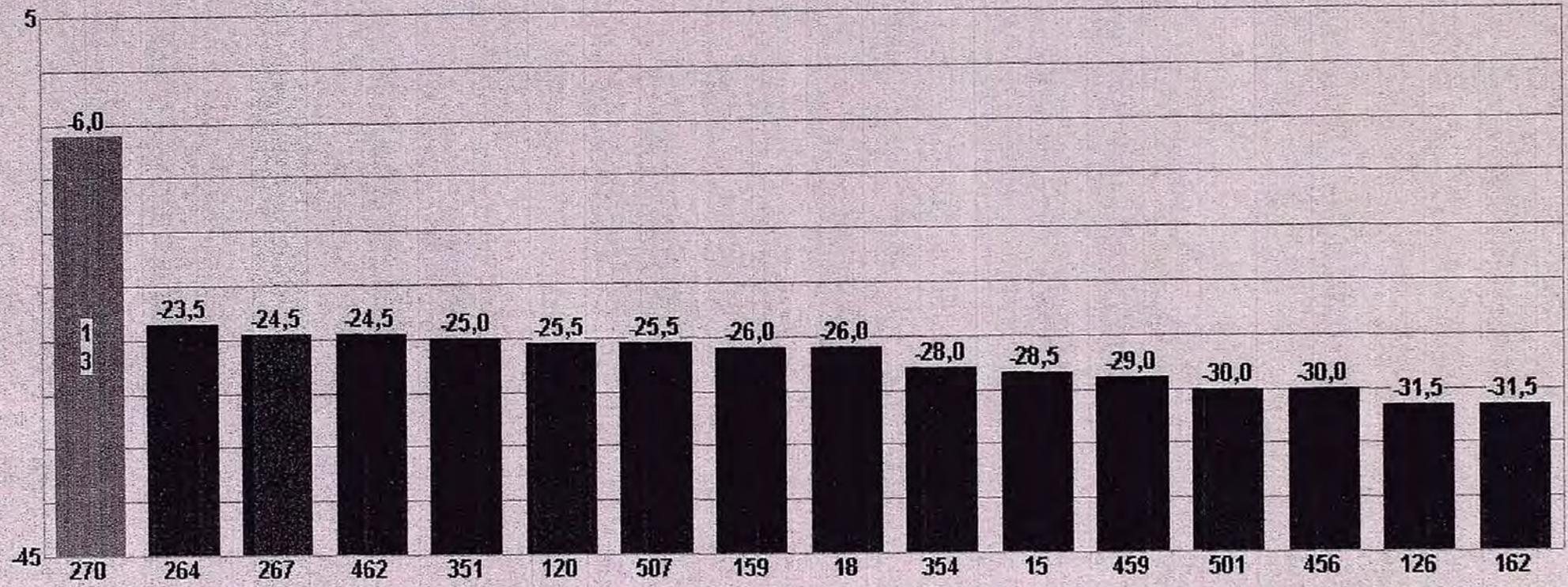
Freq. Units: Frequency Channel
 Carrier:
 Ec/Io: Dominant Aggregate
 Measurement Type:
 RSSI Status TA Searcher SAT
 Tx Power Active Pilots TA Fingers PN Inc
 Ec/Io Candidate Pilots Pz/TxHistory Tx Adj
 FER Neighbor Pilots PN List

Searcher:
 Span: Active Pilots

Mode: RSSI: FER: Tx Adj:

 Status: SAT: PN Inc: Tx Power: Ec/Io:

ANEXO No 15



Freq. Units: Frequency Channel
 Carrier:
 Ec/Io: Dominant Aggregate

Measurement Type:

 RSSI Status TA Searcher SAT

 Tx Power Active Pilots TA Fingers PN Inc

 Ec/Io Candidate Pilots Rx/Tx History Tx Adj

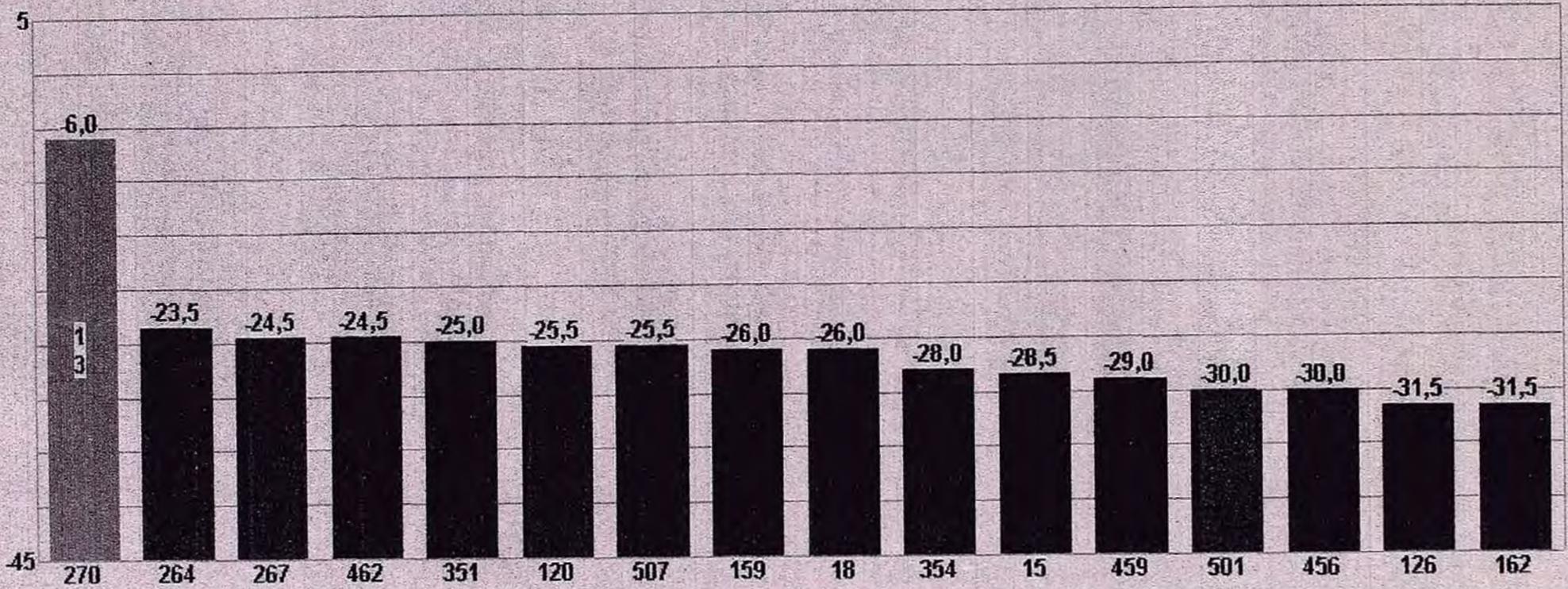
 FER Neighbor Pilots PN List

Searcher:

 Span: Active Pilots

Mode:
 RSSI:
 FER:
 Tx Adj:
ANEXO No 16

Status:
 SAT:
 PN Inc:
 Tx Power:
 Ec/Io:



Reg. Units: Frequency Channel Carrier

Carrier:

Measurement Type:
 RSSI
 Status
 TA Searcher
 SAT
 Tx Power
 Active Pilots
 TA Fingers
 PN Inc
 Ec/Io
 Candidate Pilots
 Rx/Tx History
 Tx Adj
 FER
 Neighbor Pilots
 PN List

Searcher:

Span:
 Active Pilots

ANEXO N° 17

PLANES RPM

Planes exclusivos para la comunicación en RPM: Ideales para controlar al máximo las llamadas de sus trabajadores.

RPM Mega

Plan	Cargo Fijo		Minutos Libres RPM Mega	SMS
	US	S/*		
RPM Mega 18	\$18,00	S/58,64	150	15
RPM Mega 21	\$21,00	S/68,42	300	25
RPM Mega 25	\$25,00	S/81,45	450	50
RPM Mega 30	\$30,00	S/97,74	600	75
RPM Mega 35	\$35,00	S/114,03	750	100
RPM Mega 40	\$40,00	S/130,32	900	150
RPM Mega 60	\$60,00	S/195,48	1400	150

RPM Mega

La mejor elección para el personal que requiera comunicarse con su entorno empresarial. El plan RPM MEGA permite la comunicación en red entre los empleados de su negocio y con las demás empresas que conforman la red de negocios RPM.

- Los montos de los valores referenciales en nuevos soles son calculados de acuerdo al tipo de cambio de 3.258 nuevos soles por dólar, vigente al 14/03/05. Después de esa fecha, el precio final en nuevos soles se determinará según el artículo 1237 del código civil.
[1] Minutos Fuera de la RPM para llamar a cualquier movistar a nivel nacional y a teléfonos fijos locales

ANEXO N° 18

Llamadas locales fijo móvil (En nuevos soles con IGV)

Operador Móvil	Tarifas por segundo Horario Único	Cargo por establecimiento de llamada	Fecha de vigencia
Telefónica Móviles S.A.	0.01584	0.3809	02-Jun-05
Nextel	0.02080		01-Feb-05
TIM	0.02080		01-Feb-05

Fuente: Telefónica del Perú

BIBLIOGRAFÍA

1. Ing. José Joskowicz, "Redes de Voz", Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería, Universidad de la Republica, Junio 2004.
2. D. Shappley, "RF Performance Manager", Lima – Perú, Mayo 17,1999.
3. CDMA, "Teoría e Implementación", artículo.
4. Axesstel, "CDMA Wireless Local ACW-P800/T800 – PST", Release Note, versión B.
5. Hyundai, "Fixed wireless terminal".
6. Celular, "Manual de Phonocell SX4e for CDMA 800".
7. Miguel Fernando, Alejandro Valero, "Introducción, Parámetros de Antenas", Dep. Comunicaciones, Universidad Politécnico de Valencia.
8. UNI-FIEE, "Teoría Básica de Antenas".
9. Movistar, "Planes RPM".