

7
621.382
GAR



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACION

**“ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE TELEFONIA
INALAMBRICA PARA EL SECTOR DE BALAO EN LA
PROVINCIA DEL GUAYAS”**

PROYECTO DE GRADUACION

PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

ESPECIALIZACION: ELECTRONICA

INTEGRANTES:

**GARCES PACHECO LUIS MARTIN
MENDOZA CONTRERAS ALEX LEONARDO
PAZMIÑO VALENCIA LENIN FABIAN**

GUAYAQUIL - ECUADOR

2001



AGRADECIMIENTO

Primeramente agradecemos a Dios por darnos sabiduría y la capacidad para poder enfrentar el reto de culminar una carrera iniciada hace algunos años con el fin de obtener un título universitario de la mejor institución de nuestro país.

A nuestros padres, familiares y amigos, por habernos apoyado en todo momento y durante todo este tiempo, sin desmayar en ningún instante y dándonos aliento e incentivándonos a seguir adelante.

Agradecemos a la ESPOL y a su cuerpo de docentes, quienes han sido los formadores de todos los conocimientos que hemos adquirido y que nos han ayudado a culminar una etapa más de nuestra vida y empezar una nueva etapa como profesionales de la república del Ecuador.

Sin olvidar a todas las personas y empresas quienes nos ayudaron con su apoyo tanto de información como de orientación.

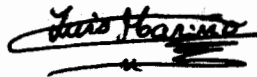


DEDICATORIA

[Faint, illegible text]

Dedicamos este proyecto a nuestros queridos padres, familiares y amigos quienes siempre nos respaldaron en la terminación de este sueño.

TRIBUNAL DE GRADUACION



Ing. Luis Alfredo Mariño
Profesor del Tópico



Ing. Hernán Córdoba
Miembro del Tribunal




Ing. Boris Ramos
Miembro del Tribunal



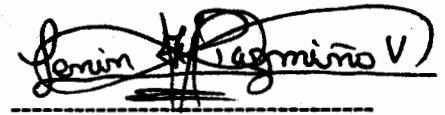
DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta tesis, nos corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL).



Alex Leonardo Mendoza C.



Fabian Pazmiño Valencia



Luis Garces Pacheco.

RESUMEN



El objetivo de este proyecto es el diseño de una red telefónica inalámbrica con el fin de cubrir una demanda que la telefonía convencional no puede suplir, tal como ocurre en el sector rural, como el cantón Balao.

Trataremos acerca de la tecnología wireless local loop que es un enlace local inalámbrico que brinda acceso telefónico a un abonado sin necesidad de un par fijo de cobre. También analizaremos el estándar DECT, en el cual está basada el sistema inalámbrico de tecnología Alcatel.

Expondremos las partes que forman una infraestructura inalámbrica con tecnología Alcatel, hablaremos de sus funciones, capacidades y servicios. Veremos la arquitectura del sistema aplicado a nuestro sector de estudio.

Investigaremos acerca de la situación actual de la telefonía en el sector de Balao, determinando la capacidad instalada existente, la demanda satisfecha y la demanda no satisfecha, que es a quien debemos cubrir con nuestro sistema inalámbrico.

Realizaremos los cálculos de dimensionamiento del sistema, enlace entre las estaciones bases con la estación central y la conexión entre la central inalámbrica y Pacifictel mediante un enlace de radio desde Balao hasta la

central de tránsito en el edificio del Correo en Guayaquil y mediante troncales en la central local de Balao.

Realizaremos un breve análisis de costos de los equipos y costos de operación y mantenimiento, estableceremos una política de tarificación y la compararemos con las tarifas del sistema convencional y el sistema celular.

Por último establecemos conclusiones y recomendaciones basadas en el estudio previamente realizado.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL	VIII
INDICE DE FIGURAS	XII
INDICE DE TABLAS	XIV
INDICE DE MAPAS	XV
INDICE DE ABREVIATURAS	XVI
1. INTRODUCCION	1
2. FUNDAMENTOS DE TELEFONIA INALAMBRICA	4
2.1 CARACTERISTICAS GENERALES	5
2.2 ESTANDARES QUE SUSTENTAN EL WLL.....	7
2.2.1 CT2.....	9
2.2.2 PACS.....	9
2.2.3 PHS.....	13
2.2.4 DECT.....	14
2.3 DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES TECNICAS USADAS EN WLL.....	15
2.3.1 ACCESO MULTIPLE POR UBICACION FIJA.....	16
2.3.2 FDMA.....	16
2.3.3TDMA.....	17
2.3.4 DCA.....	22

2.3.5 CDMA.....	23
2.3.6 ACCESO MULTIPLE ASIGNADO POR DEMANDA (DAMA).....	26
2.3.7 TECNICAS DE MODULACION.....	27
2.4 ESTUDIO DE PROPAGACION.....	30
2.4.1 GENERALIDADES.....	30
2.4.2 REFRACCION DE LA ONDA ELECTROMAGNETICA.....	30
2.4.3 REFLEXION DE LA ONDA ELECTROMAGNETICA.....	35
2.4.4 DIFRACCION DE LA ONDA ELECTROMAGNETICA.....	40
2.4.5 CALCULO DE LA ZONA DE FRESNEL.....	41
2.4.6 CALCULOS DE PROPAGACION.....	41
3. SITUACION ACTUAL.....	45
3.1 SITUACION POLITICA Y UBICACION GEOGRAFICA.....	45
3.2 SITUACION ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES EN LA ZONA.....	48
3.3 ANALISIS DE LOS PROBLEMAS ACTUALES.....	49
3.4 PLANTEAMIENTO DE LAS POSIBLES SOLUCIONES.....	50
4. DISEÑO DE LA RED INALAMBRICA PARA EL CANTON BALAO.....	52
4.1 DISEÑO DE LA RED.....	52
4.2 AREAS DE COBERTURA.....	53

4.3 ANALISIS DE TRAFICO.....	54
4.4 CALCULOS DE INTENSIDAD DE TRAFICO.....	56
4.5 CALCULO DE DISEÑO.....	59
4.6 MEDIO DE TRANSMISION Y ACCESO A LA RED PUBLICA...	67
5. CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS.....	68
5.1 TECNOLOGIA ALCATEL (A9800).....	68
5.2 ARQUITECTURA DEL SISTEMA.....	72
5.2.1 ESTACION BASE CENTRAL – XBS.....	73
5.2.2 MULTIESTACION XBS.....	76
5.2.3 ESTACION OMS.....	77
5.2.4 ESTACION RADIO CENTRAL – RSC.....	78
5.2.5 ESTACION BASE TERMINAL – RST.....	80
5.2.6 ESTACION RADIO NODAL – RSN.....	83
5.2.7 SUBSISTEMA SIN HILOS.....	84
5.2.8 OPERACIÓN.....	90
6. INSTALACION OPERACION Y MANTENIMIENTO.....	92
6.1 INSTALACION.....	92
6.1.1 CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	93
6.2 OPERACION Y MANTENIMIENTO (OMS).....	94
7. ANALISIS DE COSTOS.....	96
7.1 COSTOS DE INSTALACION.....	96
7.2 COSTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO.....	97
7.3 COSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE.....	97



CTB - ESPOL

7.4 COMPARACION DE TARIFAS CON SISTEMAS CELULARES Y CONVENCIONALES.....	99
8. CONCLUSIONES Y RECOEMNDACIONES.....	101
BIBLIOGRAFIA.....	104

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

1.1 SISTEMA WIRELESS LOCAL LOOP.....	2
--------------------------------------	---

CAPITULO II

2.1 CARACTERISTICAS GENERALES.....	4
2.2 TRAMA TDMA.....	18
2.3 CONFIGURACION DE LA TRAMA.....	19
2.4 MEDIOS CON DIFERENTES INDICES DE REFRACCION.....	31
2.5 PUNTO DE REFLEXION.....	35
2.6 PUNTO DE REFLEXION EN UNA SUPERFICIE PLANA.....	36
2.7 PARAMETRO b	39

CAPITULO III

3. UBICACION RED DE CABLE DE CANTON BALAO.....	48
--	----

CAPITULO IV

4.1 DISEÑO DE LA RED PARA EL CANTON BALAO.....	52
4.2 TRAFICO TELEFONICO DEL CANTON BALAO.....	54

4.3 ENLACE SANTA RITA.....	60
4.4 ENLACE SANTA CLARA.....	63
4.5 ENLACE LAS JOYAS.....	65

CAPITULO V

5.1 ARQUITECTURA GENERICA DE LA FAMILIA ALCATEL A9800.....	68
5.2 SOLUCION DE LA FAMILIA ALCATEL A9800, POBLACION MUY DISEMINADA.....	72
5.3 ALCATEL A9800 – XBS.....	73
5.4 ESQUEMA UNIDAD XBS.....	74
5.5 OPERACION Y MANTENIMIENTO.....	77
5.6 ESTACION RSC.....	78
5.7 ESTACION INTERIOR RST.....	80
5.8 ESTACION EXTERIOR RST.....	81
5.9 ESQUEMA UNIDAD RST.....	82
5.10 SUBSISTEMA INALAMBRICO.....	84
5.11 UNIDAD WBS.....	86
5.12 UNIDAD WNT.....	87
5.13 ESQUEMA UNIDAD WNT.....	88
5.14 DIAGRAMA REPRESENTATIVO DE TIPOS DE WNT.....	89

INDICE DE TABLAS

I COMPARACION DE SISTEMAS DIGITALES DE ALTA MOVILIDAD.....	11
II COMPARACION DE SISTEMAS DE BAJA MOVILIDAD.....	12
III TABLA DE ERLANGS (1% GOS).....	57
IV ESPECIFICACIONES TECNICAS.....	70
V CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	93
VI COSTOS DE INSTALACION.....	96
VII COSTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO.....	97

INDICE DE MAPAS

I UBICACION GEOGRAFICA DE BALAO.....	45
II DIVISION DE CELDAS.....	53

INDICE DE ABREVIATURAS

ADPCM	Modulación de pulso codificado por diferencia aditiva
BER	Tasa de error de bit
CAS	Señalización de canal asociado
CDCS	Selección de canal dinámica continua
CDMA	Acceso múltiple por división de código
CPU	Unidad central de procesamiento
CRC	Código de redundancia cíclica
CT2	Teléfono inalámbrico 2
DAMA	Acceso múltiple asignado por demanda
DCA	Ubicación de canal dinámico
DCS 1800	Variante de baja potencia de GSM
DECT	Telefonía inalámbrica digital Europeo
D-AMPS	Sistema móvil de telefonía americana
FDD	División por duplexación de frecuencia
FDMA	Acceso múltiple por división de frecuencia
FM	Modulación de frecuencia
GFSK	Desplazamiento de frecuencia Gaussiana
GSM	Sistema global para comunicación móvil
GOS	Grado de servicio

GPS	Sistema de posicionamiento global
HDSL	Línea de abonado de alta velocidad
ISDN	Red digital de servicios integrados
LAN	Red de área local
LE	Central local
MTPD	Minutos tasables por día
OMS	Estación de operación y mantenimiento
PACS	Sistema de comunicación de acceso personal
PAP	Perfil de acceso público
PCM	Modulación por codificación de pulsos
PDC	Celular digital Pacífico
PHS	Sistema de teléfono personal
PMP	Punto a multipunto
PSTN	Red telefónica de conmutación pública
RCW	Unidad inalámbrica de control de estación de radio
RF	Radio frecuencia
RLL	Bucle local de radio
RS	Estación de radio
RSC	Estación de radio central
RSN	Estación de radio nodal
RSNM	Administrador de sub red RLL
RST	Estación de radio terminal
RSTI	Estación de radio terminal de interior

TCP/IP	Protocolo de control de transporte/protocolo de internet
TDD	Duplexación por división de tiempo
TDM	Multiplexación por división de tiempo
TDMA	Acceso múltiple por división del tiempo
UIT	Unión internacional de telecomunicaciones
VTE	Volumen de tráfico estimado
WAN	Red de área extendida
WBS	Estación de base inalámbrica
WLL	Lazo local inalámbrico
WNT-S	Terminal inalámbrico de abonado
XBS	Estación base central
XBSC	Controlador de estación de base central
XGC	Unidad de interfaz G.703 de la XBS
XGR	Unidad interfaz G.703 de la RSC

CAPITULO I



INTRODUCCION

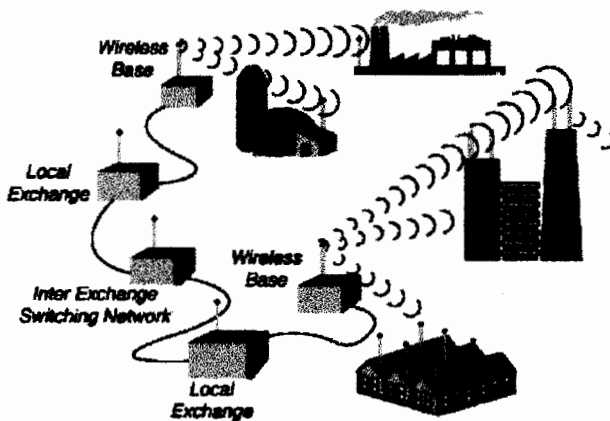
En la mayoría de los cien años desde su invención, el teléfono, se ha convertido en una instalación fija habitual en casi todos los hogares y oficinas del mundo industrializado. Cada teléfono representa una conexión hacia una vasta red de telecomunicaciones, y es la conexión mas conocida como “ultima milla” de la red telefónica, el local loop (el enlace local) el cual comprende muy cercanamente la mitad del capital total de salida de una red telefónica.

Mientras el local loop puede llenar completamente algunas regiones del mundo, en otras localidades y situaciones, el local loop debe ser desplazado, en áreas remotas que casi siempre e históricamente carecen de servicio telefónico, en redes que están luchando para mantenerse sobre la demanda de servicios, en economías emergentes que buscan desarrollar su infraestructura telefónica, y en mercados que se inician para competir con grandes proveedores de servicios telefónicos.

A principios la telefonía, la conexión “local loop” desde la oficina central al suscriptor ha sido realizada por el uso de alambrada el llamado par trenzado

de cobre. Hoy la tecnología inalámbrica - punto a punto, punto multipunto, o sistemas celulares de radio - puede proveer conectividad de local loop.

Casi siempre denominado radio enlace (RITL) o fixed-radio access (FRA), wireless local loop (WLL) es un sistema que conecta suscriptores a la red telefónica de conmutación pública (public switched telephone network PSTN), utilizando señales de radio como un sustituto para el llamado cableado de cobre para todo o parte de la conexión entre el suscriptor y el conmutador o



switch.

SISTEMA WIRELESS LOCAL LOOP

Figura 1.1

Es por ello que en un sector en el que es importante las comunicaciones y al no contar con la facilidad de conexión alámbrica surge como una solución a este problema la implementación de un sistema de telefonía inalámbrica adecuada la cual pueda cubrir las necesidades de este sector intranquilo de

la comunidad.

Orientados en este proyecto a servir al sector del cantón Balao en la provincia del Guayas, ya que esta área está ocupada por haciendas bananeras, cacaoteras, ganaderas y camaroneras, las cuales necesitan comunicación telefónica y al no haber llegado a ellos con teléfonos convencionales, la alternativa de telefonía inalámbrica es atractiva para su desarrollo.

CAPITULO II

FUNDAMENTOS DE TELEFONIA INALAMBRICA

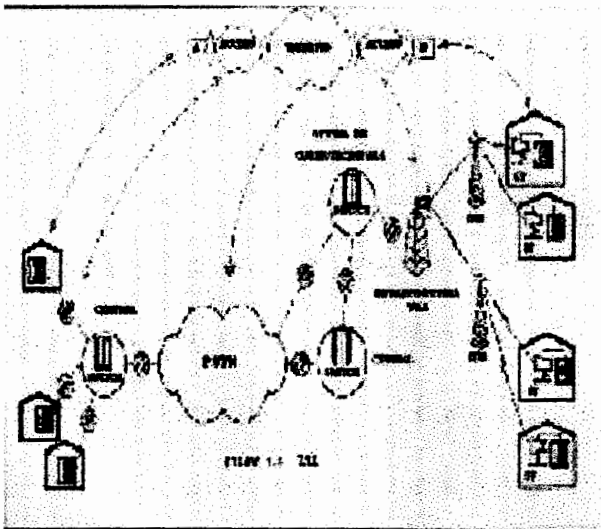


FIGURA 2.1

CARACTERISTICA GENERAL

2.1 CARACTERISTICAS GENERALES

El sistema WLL (Wireless Local Loop), Sistema Inalámbrico en el bucle de abonado, es una aplicación de las técnicas de los sistemas de telefonía inalámbrica que permite la conexión de suscriptores fijos usando teléfonos estándares o inalámbricos en áreas urbanas y rurales de una región , y que permiten que los servicios existentes en una PSTN (Public Switching Telephone Network) como conexión de fax y el uso de modems, se mantengan.

El cambio en las comunicaciones móviles empezó con la llegada de la tecnología radio celular y la introducción amplia de los servicios de telefonía móvil celular. Esto se constituyo en un ingrediente principal para el desarrollo de nuevos estándares (DECT – Digital European Cordless Telecommunications – en Europa, PHS – Personal Handyphone System – en Japón, etc.) que han sido adoptado por varios países alrededor del mundo y que involucran conceptos de WLL.

Estos estándares se basan en que el rol principal del radio hoy en día no es la de cubrir grandes distancias, sino de proporcionar flexibilidad y comodidad de acceso inalámbrico a la infraestructura de las

telecomunicaciones de corto rango.

A más de este punto, es importante considerar también los costos de implementar este sistema. Al ser cada vez más populares las redes de telefonía móvil celular por todo el mundo, los costos de sus componentes fueron disminuyendo continuamente; por el contrario los costos de instalar redes de acceso de telefonía tradicional, iban aumentando. La red secundaria de acceso, el último tramo de cobre hasta los abonados, representa en cifras redondas una cuarta parte de las inversiones totales en una red de telecomunicaciones y una gran proporción de estos costos están destinados al trabajo empleado en la instalación. En más y más casos la solución más económica para las redes de acceso es decisivamente la de usar radio.

Otro factor importante a tomar en cuenta es la capacidad de atender mucho más rápido a un suscriptor. En zonas en la que la red secundaria no existe, WLL puede usarse para conectar grandes números de nuevos abonados muy rápidamente, en comparación con el tiempo necesario para instalar una red cableada. La construcción de la red de acceso no puede hacerse al ritmo de la demanda de servicios, los resultados son largas listas de espera, clientes descontentos y grandes pérdidas de ingresos potenciales.

Pero WLL puede desempeñar un papel importante en zonas con una red fija, ya bien extendida. Una empresa operadora, ya establecida, puede usar WLL para proveer a los abonados ya existentes líneas adicionales, por ejemplo para fax y modems, sin tener que ampliar la red cableada. Sin duda alguna WLL es una alternativa que presenta muy buenas características a los diferentes problemas que presenta el sistema tradicional.

2.2 ESTANDARES QUE SUSTENTAN WLL

Los sistemas de telefonía móvil inalámbricos pueden ser divididos en 3 generaciones. La primera generación, introducida a principios de los 90's, usó tecnología celular analógica. Los sistemas de segunda generación usan técnicas digitales para transmitir la voz y proveen de llamadas con características avanzadas y algunos servicios especiales. Los sistemas de tercera generación que saldrán al mercado próximamente, esperan integrar diferentes servicios, como es el servicio de información en banda ancha, que no pueden ser cubiertos por la tecnología de la segunda generación.

Existen dos categorías en los sistemas de segunda generación. Los

sistemas de alta velocidad que se caracterizan por tener transmisores de alta potencia, estaciones base con coberturas en el orden de los kilómetros y suscriptores moviéndose a velocidades altas (por ejemplo en vehículos). Los sistemas de baja velocidad sirven a suscriptores que se mueven a bajas velocidades (por ejemplo a pie), tiene transmisores de baja potencia con una cobertura de cientos de metros a unos pocos kilómetros.

En los sistemas de segunda generación se usa técnicas digitales avanzadas para procesar, comprimir, codificar y controlar las señales con el fin de usar eficientemente el ancho de banda, prevenir el espionaje y el uso inautorizado de las redes, así como soportar servicios adicionales (ejemplo: correo de voz, llamadas de 3 vías, transmisión de texto)

Dentro de los estándares de los sistemas celulares digitales de alta movilidad tenemos: GSM (Global System Mobile Communications), IS-95, IS-136 y PDC (Pacific Digital Cellular) Ver tabla 1.

Dentro de los de baja movilidad tenemos: PHS (Personal Handyphone System), DECT (Digital European Cordless Telecommunications), CT2 (Cordless Telephone) y PACS (Personal Access

Communications System) Ver Tabla II.

En nuestro estudio nos basaremos en los sistemas de baja movilidad, característica de la telefonía inalámbrica fija.

2.2. 1 CT2

Se desarrollo en Europa y fue disponible desde 1989. CT2, este sistema ubica 40 canales FDMA (Frequency Division Multiple Acces) con una velocidad de codificación de la voz de 32 Kbps. Para un usuario las señales que van tanto de la base al Handset (equipo de usuario), como del Handset a la base son transmitidas en la misma frecuencia. Este modo de duplexación es conocido como TDD (Time Duplex Division).

2.2. 2 PACS

Son los sistema de baja potencia desarrollada por la Bellcore y es un estándar de los Estados Unidos. PACS fue diseñado para WLL así como también para servicios de comunicación personal. Este sistema usa TDMA (Time División Multiple Access) con 8 canales de voz por frecuencia portadora. Al igual que CT2, la velbcidad de

codificación de la voz es de 32 Kbps. Pero a diferencia de CT2, PACS usa FDD (Frequency Duplex Division). De esta forma, PACS soporta enlaces de comunicación de dos vías, con diferentes frecuencias para cada una de ellas. Aunque versiones mejoradas permiten el modo TDD.

PACS provee una alta calidad de voz con retardos extremadamente pequeños (menos de 5ms), lo que lo convierte en un candidato ideal para los sistemas satelitales.

TABLA I. Comparación de sistemas digitales de alta movilidad.

SISTEMA	IS-95	GSM	IS-136	PDC
Región	Todo el mundo	Todo el mundo	América	Japón
Método de Acceso	CDMA	FDMA/ TDMA	FDMA / TDMA	TDMA
Bandas de frecuencia (MHZ)	824 – 849 869 – 894 1850 – 1910 1930 – 1990	890 – 915 935 – 960 1710 – 1785 1805 – 1885 1850 – 1910 1930 – 1990	824 – 849 869 – 894	810 – 826 940 – 956 1429 – 1441 1453 – 1465 1477 – 1489 1501 – 1513
Espacio entre Portadoras (KHZ)	1250	200	30	25
Canales Por Portadora	Capacidad Pequeña (limitada por ruido e interferencias)	8	3	3

TABLA II. Comparación de Sistemas Digitales de Baja Movilidad

SISTEMA	CT2	DECT	PHS	PACS
Región	Europa, Canadá	Europa	Japón	EEUU
Método de Acceso	FDMA	FDMA/ TDMA	FDMA / TDMA	FDMA/ TDMA
Bandas de frecuencia (MHZ)	864 – 868 944 – 949	1880 – 1900 1910 – 1930	1895 – 1918	1850 – 1910 1930 – 1990
Espacio entre Portadoras (KHZ)	100	1728	300	300
Número de Portadoras	40	10	77	16 por par
Canales Por Portadora	1	12	4	8 por par

2.2.3 PHS

Es un estándar para comunicaciones inalámbricas desarrollado por algunas compañías líderes en telecomunicaciones. Fue lanzado en 1995 en Japón y para 1996 cerca de 3.2 millones de personas ya estaban disfrutando de sus ventajas.

El concepto de PHS es proveer un servicio conveniente como el que brinda el teléfono convencional que lo hace de una forma económica y barata. Para lograr esto es esencial usar la red existente mas que construir una red separada como se hace en los servicios celulares.

PHS usa tecnologías de asignación de canal dinámica y control de canal de radio descentralizado y autónomo lo cual permite a un operador lograr eficiencia y flexibilidad en el uso de las frecuencias, así como evitar un hostigoso y laborioso estudio de planificación de frecuencias.

Este estándar también ofrece capacidad de transmisiones de 32 Kbps. Mediante codificación ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation), y usa operación de banda simple mediante tecnología TDD.

2.2.4 DECT

DECT es un estándar obligatorio para los sistemas digitales sin hilos en toda Europa. Este estándar se finalizó en 1992 y llegó a ser adoptado por Estados Unidos en enero de 1993. Los miembros fundadores del Forum DECT originalmente fueron Alcatel, Ericsson, Nokia, Philips y Siemens. A la fecha 26 países han adoptado el estándar DECT y otros 11 están en el proceso de ubicar las frecuencias para este sistema.

El estándar DECT fue diseñado para conexiones de voz y datos sobre distancias relativamente cortas, pero con una alta densidad de usuarios, que los diferencia de los sistemas totalmente móviles como GSM y DCS 1800. En una aplicación para central empresarial sin hilos, las estaciones base DECT proveen cubrimiento de "pico células" con un radio entre 20 y 300 metros de acuerdo con las condiciones del edificio en que se instalan.

2.3 DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES TECNICAS USADAS EN WLL

En la mayoría de los sistemas inalámbricos modernos, múltiples usuarios comparten el mismo ancho de banda, creándose la necesidad de tener un protocolo que asegure un acceso al canal en forma eficiente y equitativa.

Las características de acceso al canal inalámbrico son complicadas por la naturaleza variable y estadística del tráfico de usuario: por ejemplo en el tráfico de voz típicamente su usa el 40% del tiempo del canal. Además, la mayoría de nuevas aplicaciones no exhiben un flujo simétrico de datos en las dos vías. Esta variabilidad y asimetría crean la necesidad de nuevas estrategias de acceso para las redes integradas digitales.

El compartimiento del canal a través de los modos de: **Ubicación Fija, Asignado por demanda** o por **Ubicación Aleatoria**, se denomina acceso múltiple. Las tres técnicas básicas de acceso múltiple - **FDMA, TDMA y CDMA** - pueden ser implementadas en cualquiera de los tres modos.

2.3.1 ACCESO MÚLTIPLE POR UBICACION FIJA

Las técnicas de acceso múltiple por ubicación fija asignan canales dedicados múltiples usuarios a través de algún tipo de recurso de división del canal. Las asignaciones son hechas mediante un protocolo por la duración de la transmisión.

A continuación hablaremos de las tres técnicas que más se aplican en los sistemas WLL.

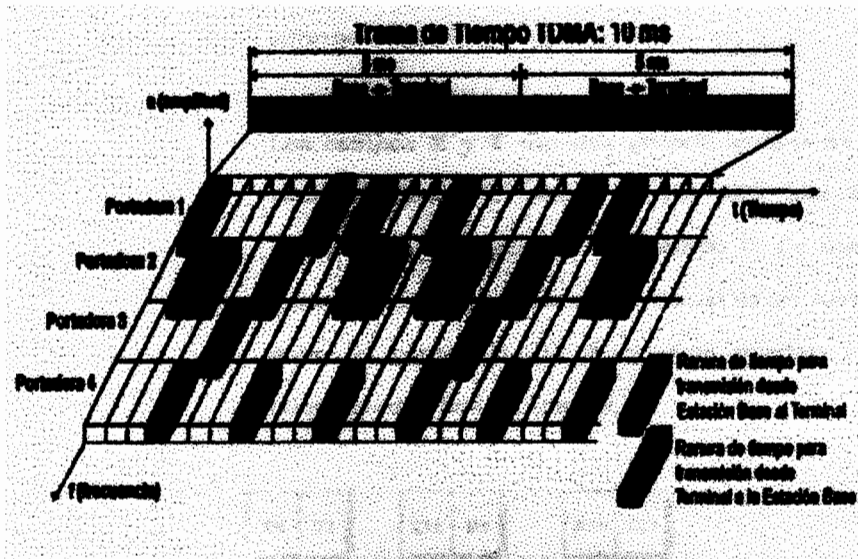
2.3.2 FDMA

FDMA (Acceso Múltiple por División en la Frecuencia), es uno de los sistemas más ampliamente usados, y el más fácil de entender. Cada uno de los usuarios es ubicado en una banda de frecuencia única, que ellos pueden usar en forma exclusiva. Las radios comerciales y los canales de televisión son un claro ejemplo de esta técnica. Mediante el uso de potencias menores los radios, teléfonos inalámbricos y walkietalkies usan también este sistema.

2.3.3 TDMA

TDMA (Acceso Múltiple por División en el Tiempo) tiene como principio básico crear canales de voz múltiple dentro de la misma portadora de radio mediante la división en el dominio del tiempo. La tecnología de radio TDMA es también la base de 3 de los principales estándares celulares digitales: GSM, D-AMPS y PDC.

En el estándar DECT, los 20Mhz del espectro de radio son manejados de la siguiente forma. Hay 10 portadoras (canales de radio), ver figura 2.2 cada uno de 1728 Mhz. Cada portadora se divide en 12 ranuras de tiempo duplex, es decir 12 para transmitir y 12 para recibir, dando un total de 24 ranuras, lo que permite 12 llamadas simultáneas. Estas 24 ranuras de tiempo se conocen como frame.



TRAMA TDMA

FIGURA 2.2

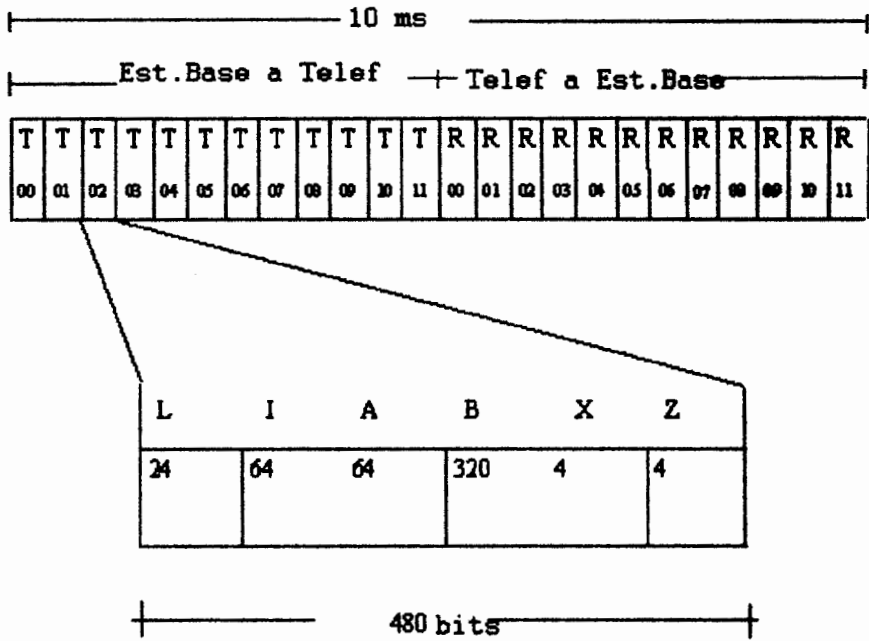


Cada frame es de 10ms de duración, con 5 ms para transmitir y 5ms para recibir los subframes (Ver figura 2.3). Cada subframe de transmisión y de recepción consiste de 12 ranuras de tiempo, cada una con una duración de $416,67 \mu\text{s}$ (480 bits). Esto se traslada a una velocidad de bit de 1152kbps ($480 \text{ bits} / 416,67 \mu\text{s}$). Las ranuras de tiempo de Tx y Rx son denotadas con T1, T2, ... y R1, R2,... respectivamente.

Las estructuras de trama se describen en la figura 2.3. Todos los canales lógicos se multiplexan en un canal físico. Los campos L e I contienen información de sincronización y control.

tiempo de Tx y Rx son denotadas con T1, T2, ... y R1, R2, ...

respectivamente.



COFIGURACION DE LA TRAMA

FIGURA 2.3

L : Sincronización y Control

I : Sincronización y Control

A : Campo de información

B : Campo de información

X, Z: Estimar errores de B.

Los campos X y Z son dos grupos iguales de 4 bits calculados a partir de los 320 bits de información contenidos en el campo B.

Se usan para estimar los errores de transmisión aérea sobre el campo B, de forma que puedan ser considerados bits de control.

Cuando existe enlace de comunicación se establece, el mismo número de ranura de tiempo es asignado para transmitir y recibir. Una estación base establece enlaces con un número de usuarios mediante la asignación de diferentes ranuras de tiempo a sus handsets. Estas ranuras de tiempo pueden, o no, estar en la misma frecuencia de portadora. Durante cualquiera ranura de tiempo, una estación base está o transmitiendo, con el receptor apagado, o recibiendo con el transmisor apagado. Ni la ranura de tiempo, ni la frecuencia portadora es pre-asignada a una estación base DECT, debido a que las ranuras sobre las portadoras son asignadas basándose en una Ubicación Dinámica de Canal, que es una de las mejores características del sistema DECT.

Un grupo de 16 frames, numerados desde 0 hasta 15 forman un multiframe.

Un solo transceptor es necesitado por cada portadora. Con 10 portadoras la capacidad es de 120 canales, ver figura 2.2.

Una característica importante de esta tecnología de división en el tiempo es que un teléfono inalámbrico individual está solamente

transmitiendo o recibiendo por 2 de las ranuras disponibles. Por el tiempo restante puede estar haciendo otras cosas, como por ejemplo puede ser usado para llevar una señal de llamada en espera y permitir al usuario conmutar entre las dos llamadas.

En un sistema de comunicación inalámbrica para negocios, el uso más importante de las otras ranuras es monitorear todas las otras frecuencias y ranuras, para ver si hay una señal mejor que esté disponible. Si una señal en mejores condiciones es encontrada sobre otro canal, entonces la llamada se transfiere transparentemente a este canal.

En la transmisión de datos pueden ser usados dos tipos de formatos: **protegidos y no protegidos.**

Cuando el formato no protegido es usado, sólo 4 bits son usados para la redundancia y detección de interferencia parcial. En el caso de formato protegido el dato del usuario transmitido es dividido en subcampos de 80 bits. Los últimos 16 bits de los subcampos son usados para control de errores CRC (Código de Redundancia Cíclica), el cual es usado para la protección de errores de los bloques de datos de 64 bits. En la mayoría de los

casos el dato es transmitido mediante el uso de ranuras de tiempo llenas. El campo de datos de una de estas ranuras de tiempo consiste de 320 bits o 240 bits en los casos de formato no protegido y protegido respectivamente. En la práctica esto significa que los datos viajarán a una velocidad de 32Kbps en el formato no protegido, y de 24 Kbps en el formato protegido.

2.3.4 DCA

La forma para la selección de canal en DECT es conocido como ubicación de canal dinámico (DYNAMIC CHANNEL ALLOCATION -DCA-). En DCA cada canal DTMA esta disponible para los usuarios en todas las celdas. DCA esta basado en un control distribuido donde la selección del canal es realizado por el terminal móvil DECT. Esto hace innecesario la planeación de frecuencias y reduce el tráfico de señalización causado por el control centralizado. En DCA el terminal móvil mide y mantiene una lista de canales uplink (teléfono a estación base) que no están usados. Si el nivel de interferencia medido en un canal esta por debajo de cierto umbral, el canal es considerado como libre. Cuando la interferencia del canal está por arriba del umbral definido, el canal es descartado. Una

característica muy interesante en DECT es como los recursos de radio son administrados. Durante la fase de establecimiento de llamada, el terminal DECT selecciona el nuevo canal de transmisión TDMA. La selección esta basada sobre una lista de canales libres que también es mantenida por el terminal DECT.

2.3.5 CDMA

CDMA (Acceso Múltiple por División de Código) es una técnica de comunicación digital que ha sido usado en aplicaciones militares por muchos años. Se basa fundamentalmente en la “expansión” del espectro mediante el uso del ruido como onda portadora, sugerido por primera vez por Claude Shannon, logrando que el ancho de banda se amplíe mucho más de lo requerido para una simple comunicación punto a punto.

El uso de CDMA para aplicaciones WLL es nuevo. Fue propuesto teóricamente al final de 1940, pero la aplicación práctica civil en el mercado no tuvo lugar sino hasta 40 años después, gracias a los significativos avances tecnológicos logrados en ese entonces.

Los sistemas tradicionales transmiten una sola señal fuerte (tal vez intermitentemente), sobre un ancho de banda estrecho. CDMA trabaja en forma inversa, envía una señal débil pero de banda ancha. La señal portadora de información es mezclada con una señal digital de ancho de banda mayor y de mayor velocidad que lleva un código ortogonal único (esta señal es referida como una secuencia de pseudo-ruido). La señal mezclada es muy similar a una señal ruido, pero contiene la señal de información dentro del código.

Es así como CDMA permite a muchos usuarios compartir un canal común para la transmisión y las señales de los usuarios se distinguen con diferentes códigos. El receptor usa el mismo código para recuperar la señal del ruido. Un canal muy robusto y seguro puede ser establecido, incluso para una señal con una potencia extremadamente baja, la señal puede ser más débil que el ruido. Es impresionante que mediante el uso de códigos diferentes, un número de diferentes canales pueden compartir simultáneamente el mismo espectro, sin que se produzcan interferencias el uno con el otro.

Un análisis teórico indica que bajo condiciones de tráfico pesado CDMA es la mejor de las técnicas. Las técnicas TDMA y FDMA presentan limitaciones en el número de usuarios que pueden compartir un ancho de banda dado, debido a que cada ranura de tiempo o de frecuencia puede soportar un máximo de un usuario (menos de uno si múltiples ranuras son asignadas al mismo usuario).

Por lo general FDMA es la técnica más simple de implementar, TDMA es ligeramente más compleja debido a que requiere sincronización de tiempo entre todos los usuarios y CDMA es la técnica más compleja debido a que requiere sincronización de código.

Las técnicas de acceso múltiple por ubicación fija son ineficientes para la mayoría de las aplicaciones de voz y datos, debido a que la variabilidad en el tráfico de un simple transmisor limita la velocidad sobre los canales dedicados.

Por ejemplo una conversación de dos vías por un simple canal ocupa menos de la mitad del ancho de banda disponible; para la mayoría de las aplicaciones de datos el tráfico es incluso más

intermitente. La incapacidad de predecir los requerimientos de tráfico en forma precisa y la necesidad de manipular un conjunto dinámico de terminales activos crean la necesidad de formas de acceso múltiples más flexibles.

2.3.6 ACCESO MULTIPLE ASIGNADO POR DEMANDA (DAMA)

El método considerado para proveer flexibilidad es la asignación de los canales de red a terminales remotos sobre la demanda.

En este tipo de sistemas un canal de señalización común es asignado para manipular los requerimientos de los transmisores. El acceso múltiple asignado por demanda es muy eficiente mientras el encabezamiento del tráfico requerido para asignar canales ocupe un pequeño porcentaje del tráfico mensaje, mientras este permanezca constante. De otra forma dos tipos de problemas pueden suceder. Primero hay un retardo por establecimiento de llamada, o periodo de confusión. Para transmisiones mayores a ciertas longitudes esto no es una limitación a la transmisión, pero para redes con una cantidad considerable de mensajes cortos e interactivos el retardo y el

encabezamiento de cada mensaje hará que esta técnica sea poco práctica. Segundo la transmisión de peticiones o requerimientos sobre el canal de señalización no será posible cuando la red está sobrecargado y el transmisor no puede comunicarse con la estación central, efectivamente es el desplazamiento de los problemas presentados en el canal de datos al canal de señalización.

2.3.7 TECNICAS DE MODULACION

La modulación es el proceso de codificar la información en amplitud, fase y/o frecuencia. Este proceso de codificación afecta el ancho de banda de la señal transmitida. En el caso de canales de ancho de banda limitada, las técnicas de modulación digital codifican algunos bits dentro de un símbolo. La velocidad de transmisión del símbolo determina el ancho de banda de la señal transmitida: entre mayor sea el número de bits codificados por símbolo, más eficiente será el uso del ancho de banda pero mayor serán los requerimientos de potencia para un BER determinado en la presencia de ruido.

Las técnicas de modulación se dividen en dos categorías: lineales y no lineales. En general las técnicas de modulación lineal usan menor ancho de banda que las técnicas no lineales. Sin embargo, también tienden a producir fluctuaciones en la amplitud de la señal. Esto es una desventaja cuando se usa amplificadores no lineales, como el amplificador C (más barato y eficiente), debido a que distorsionan las señales de modulación lineal. Así la eficiencia en ancho de banda de la modulación lineal es generalmente obtenida a expensas de potencia adicional necesitada para amplificadores lineales.

El estándar DECT emplea un esquema de modulación no lineal, llamado **GFSK** (Gaussian-Shaped Frequency Shift Keying). Como otras técnicas FM, tiene un número de ventajas tales como el uso de amplificadores de potencia más eficientes que consumen menor cantidad de potencia y disipan menos calor. También permite un simple limitador / discriminador para la demodulación más que usar receptores lineales con control de ganancia.

La técnica de modulación para DECT es frecuentemente confundido con aquella usada en el sistema GSM que también

usa una técnica de modulación no-lineal conocida como GMSK ($BT = 0,3$). Sin embargo la implementación de DECT es considerablemente más simple, a pesar de la velocidad del bit mucho mayor (1152 Kbps con relación a los 270,833 Kbps en GSM), esto se debe a que GSM está destinado para comunicaciones sobre distancia relativamente más grandes de las que maneja DECT y las pérdidas producidas por los diferentes caminos entre los rayos recibidos, debido a las varias reflexiones, es significativa comparada con el periodo del bit. Como resultado de esto, GSM emplea equipos más complejos para solucionar estos problemas.

La situación del DECT es algo diferente, debido a que el nivel de potencia de transmisión es menor y sirve a áreas más pequeñas, los retardos producidos por los múltiples caminos son usualmente insignificantes comparados con el periodo del bit, ninguna secuencia de negociación o de ecualización son necesitadas. Así mismo, con un BT de 05 en vez de 0,3, la interferencia inter-símbolo es menos severa.

2.4 ESTUDIO DE PROPAGACION

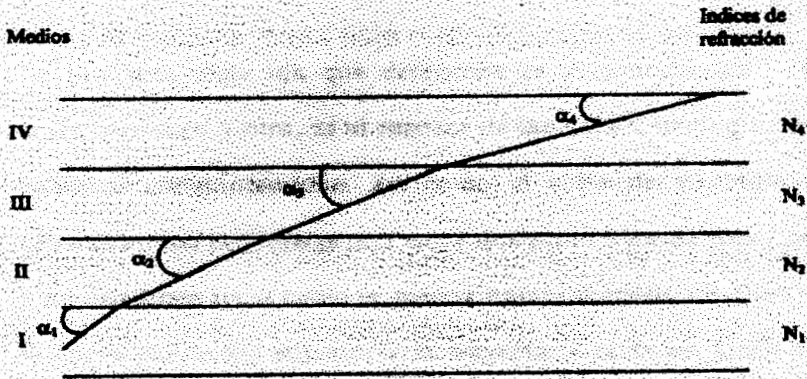
2.4.1 GENERALIDADES

Hay tres propiedades físicas inherentes a una onda electromagnética que consideramos en este trabajo y son: refracción, reflexión y difracción. En este capítulo además veremos las pérdidas por espacio libre que forman parte de los cálculos que realizaremos en el diseño de los enlaces de microondas.

2.4.2 REFRACCION DE LA ONDA ELECTROMAGNETICA

Si una onda eléctrica atraviesa medios que se encuentran en capas paralelas, cada una con poca diferencia en el índice de refracción, esta se refractará en el límite correspondiente de los diferentes medios y se propagará en forma de curva.

En esta figura se cumple que:



MEDIOS CON DIFERENTES INDICES DE REFRACCION

FIGURA 2.4

$$N_1 \cos \alpha_1 = N_2 \cos \alpha_2 = N_3 \cos \alpha_3 = N_n \cos \alpha_n$$

Esta expresión matemática o relación se conoce como la Ley de Snell, en donde N es el valor del índice de refracción para un medio determinado y α el valor del ángulo en que es refractada la onda al pasar por el medio.

Al hablar de la atmósfera es necesario considerar una serie de capas sucesivas con índices de refracción decrecientes; esto es, la capa más cercana al suelo tiene un mayor índice de refracción que las sucesivas, pues este disminuye con la altura.

No hay un reglamento o regla fija que determine la separación que existe entre una capa y otra, ni el espesor de las capas, dado que estas cambian constantemente, así como el valor de su índice de refracción. Así la propagación entre dos puntos forma una curva, y no una línea recta como se piensa habitualmente. No obstante, la curva puede ser superior a la trayectoria recta en función de los índices de refracción.

Bajo condiciones normales de propagación el índice de refracción de la atmósfera decrece con la altura, por lo cual se afirma que las ondas de radio viajan más lentamente cerca del suelo que a mayores altitudes, según:

$$N2 / N1 = V1 / V2$$

Donde N1 y N2 son los índices de refracción y V1 y V2 la velocidad de propagación en dichos medios.

Se puede representar una curvatura uniforme por una propagación en línea recta, modificando el radio de la tierra de tal forma que la curvatura relativa entre la onda de radio y la tierra permanezcan inalterable.

El nuevo radio de la tierra es conocido como radio efectivo de la tierra y la relación con el radio real de esta se conoce, como factor K.

$$K = A / R$$

En donde A es el valor de radio de la tierra modificado y R el valor real del radio (6378 Km) de la misma.

Una línea hipotética llamada línea de vista se interpreta como la distancia máxima al horizonte que es capaz de ver una antena; cabe señalar que esta difiere de la línea de vista óptica de un humano, pues la visión de un ojo sobre un horizonte no sufre la misma magnitud de refracción que la onda electromagnética, esto se debe al rango de frecuencias en la que operan.

La línea de vista al horizonte real se difiere a la vista humana y sólo podrá modificarse para las ondas electromagnéticas, en el caso de $K=1$ se tendrá el mismo valor.

A continuación mencionamos algunos valores de K dependiendo de la zona climática.

ZONA POLAR	6/5 a 4/3
ZONA TEMPLADA	4/3
ZONA CALIDA	4/3 a 3/2

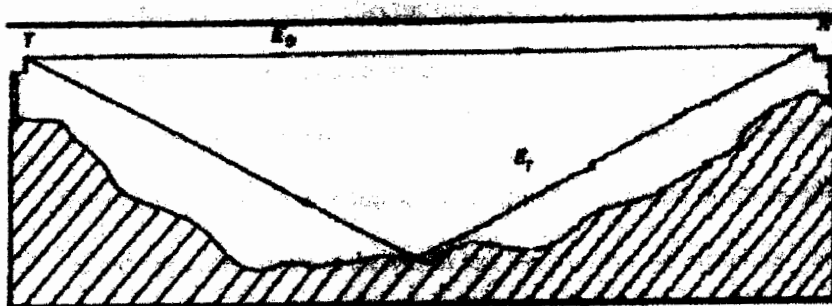
Entonces se deduce que cualquier elevación en el terreno sufre un incremento o decremento al modificarse el radio terrestre, la magnitud de esta variación se calcula de la siguiente manera:

$$HK = \frac{d_1 d_2}{12,756 K}$$

Donde d_1 y d_2 están expresados en kilómetros y son las distancias entre el obstáculo y los puntos de enlace. HK viene dada en metros.

2.4.3 REFLEXION DE LA ONDA ELECTROMAGNETICA

La segunda propiedad física que se estudia para una onda electromagnética radiada es la reflexión.



PUNTO DE REFLEXION

FIGURA 2.5

Si existe una línea directa E_D del punto transmisor T al punto receptor R; habrá una onda reflejada E_r tal que:

$$E = E_D + E_r e^{-j\phi}$$

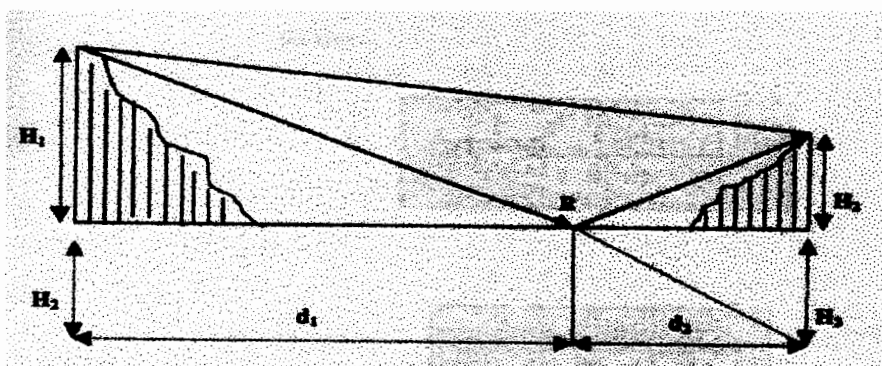
Donde:

E_D es la amplitud de la onda directa

E_r es la amplitud de la onda reflejada

E es la magnitud total equivalente en el punto de recepción de la onda directa más la onda reflejada, considerando un desfase ϕ .

La onda reflejada debe conocerse perfectamente, ya que su presencia en el punto reflector origina la interferencia en la señal directa. En los cálculos de propagación se requiere analizar, en el marco del perfil topográfico, el punto exacto donde ocurre la reflexión de la onda y evitarla mediante el artificio de la ubicación estratégica de torres o la variación de alturas de antenas en transmisión y/o recepción. En el caso de una topografía irregular se logra esta anulación en forma natural en la mayoría de las ocasiones.



PUNTO DE REFLEXION EN UNA SUPERFICIE PLANA

FIGURA 2.6

El cálculo del punto de reflexión se puede realizar en una superficie plana, en una esférica, a una altura mayor que la

del nivel del mar y cuando exista mucha diferencia entre la altitud de las antenas transmisoras y receptoras.

En el cálculo del punto de reflexión, cuando la distancia entre la antena transmisora y receptora no exceda de 15 Km, se debe considerar que el arco terrestre comprendido entre las dos antenas es muy cercano a una recta, en este caso se aplicará la siguiente fórmula:

$$d1 = \frac{h1}{h1 + h2} d$$

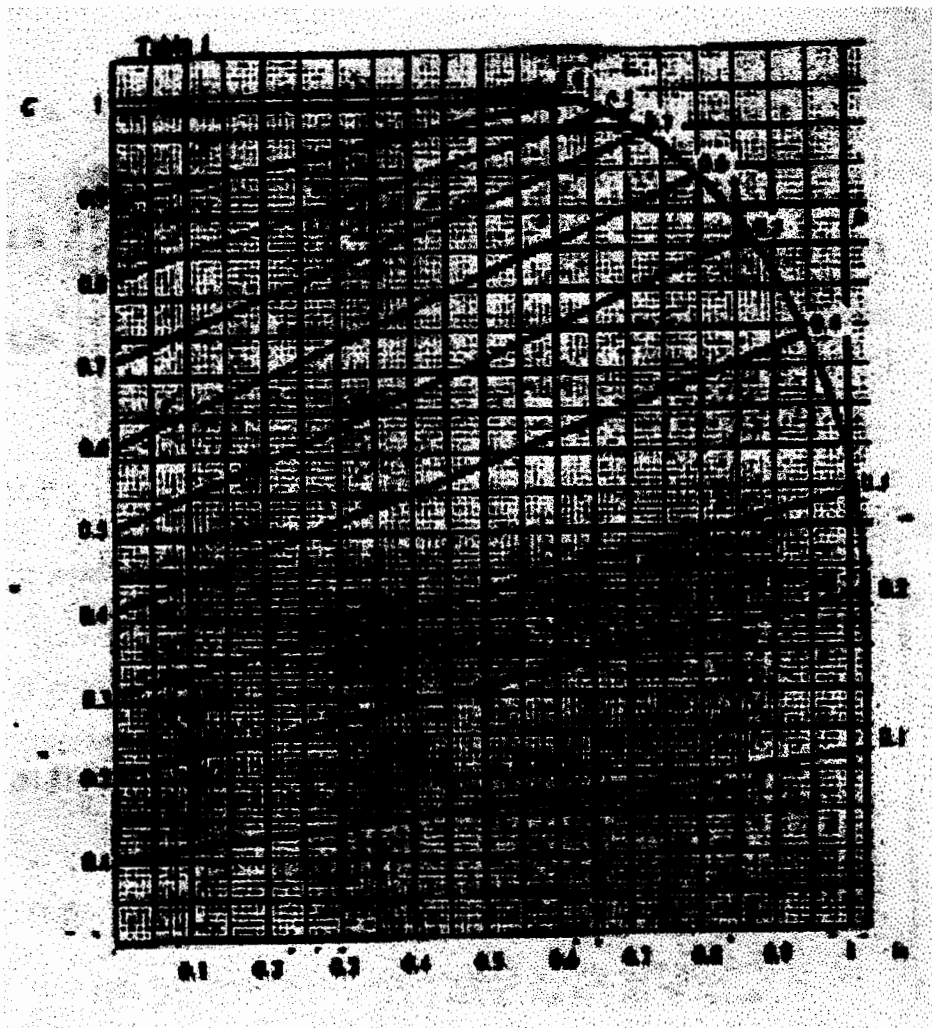
Cuando la distancia de propagación superan los 15 Km. , no se debe ignorar la curvatura de la tierra, es decir, el arco de la tierra comprendido entre el punto de transmisión y el receptor al nivel del mar la fórmula usada es:

$$d1 = d / 2 *(1 + b)$$

Para obtener b nos basamos en la siguiente figura 2.7, donde los parámetros C y m se calculan de la siguiente forma:

$$C = \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2}$$

$$m = \frac{d}{4KR(h_1 + h_2)}$$



PARAMETRO b

FIGURA 2.7

2.4.4 DIFRACCION DE LA ONDA ELECTROMAGNETICA

La tercera propiedad de las ondas electromagnéticas es la difracción y consiste en que las ondas de radio comunicación, como el sonido o la luz, al encontrar un obstáculo en su trayectoria se ven estorbadas en su propagación; sin embargo, tras el obstáculo aparece una intensidad de campo.

Es decir, cuando la ondulación sufre una refracción en un obstáculo, esta pérdida de difracción está en proporción directa a la longitud C y en proporción inversa a la raíz cuadrada de λ (LONGITUD DE ONDA).

$$P_D = \frac{C}{\lambda^{1/2}}$$

Donde P_D se conoce como pérdida de difracción y C equivale a la altura del obstáculo.

La difracción lejos de constituir un defecto es una ventaja, ya que gracias a ella se obtiene comunicación en valles, cuencas y detrás de los montes elevados.

Para frecuencias mayores a 1Ghz estas pérdidas se pueden considerar nulas.

2.4.5 CALCULO DE LA ZONA DE FRESNEL

Generalmente se debe considerar que por lo menos el 60% de la primera zona de Fresnel debe quedar libre de obstáculos. La altura debida a la zona de Fresnel se la calcula de la siguiente manera:

$$H_F = 547,7225 \sqrt{n d_1 d_2 / F_d}$$

Donde d1 y d2 se expresa en kilómetros, H en metros, F en Mhz y n es la zona de Fresnel estudiada.

2.4.6 CALCULOS DE PROPAGACION



El primer paso en el análisis de un enlace de microondas es la obtención de un perfil topográfico que muestre en dos dimensiones las características del terreno o relieve existentes entre el transmisor y el receptor. Una vez obtenido este perfil debemos considerar los diferentes parámetros que afectan al

mismo como son las zonas de Fresnel y las modificaciones por curvatura de la tierra.

En el análisis mismo del enlace microondas debe considerar los diferentes tipos de pérdidas que se producen por espacio libre, por conector por línea de transmisión, así como el margen de seguridad que se desea tener. Deben estar también claros los parámetros de los equipos a usar como potencia de transmisión, ganancia de las antenas, frecuencia de operación y umbral de recepción para un determinado BER.

En un perfil con presencia de obstáculos se debe aplicar la siguiente norma: sumar los factores de corrección de curvatura de la tierra y de Fresnel a cada uno de los obstáculos, para determinar la altura total de afectación (H_T) en la que se incurre con la trayectoria de propagación.

$$H_T = H_K + H_F + H_{obs}$$

Donde:

H_K = incremento de altura por modificación de curvatura terrestre

H_F = Incremento de altura por la n zona de Fresnel analizada

H_{obs} = altura del obstáculo

H_T = altura total de afectación

Al establecer un enlace de radio comunicación entre dos puntos, uno transmisor y otro receptor, siempre se presentará una pérdida de la radiación en el camino, la cual se conoce como pérdida de propagación P_o y se la calcula de la siguiente manera:

$$P_o = 92,44 + 20 \log D + 20 \log F$$

Donde:

D está en kilómetros

F está en Ghz

P_o en dB

Tomando en cuenta todas las pérdidas que se producen en un enlace, tenemos que la potencia de recepción es:

$$P_{Rx} = P_{Tx} + G_T + G_R - P_o - P_L - P_C - M$$

Donde:

P_R = Potencia de recepción

P_T = Potencia de transmisión

G_T = Ganancia de la antena de transmisión

G_R = Ganancia en la antena de recepción

P_o = Pérdida por espacio libre

P_L = Pérdida de línea de transmisión

P_C = Pérdidas por conectores

M = Margen de seguridad.

CAPITULO III

SITUACION ACTUAL

3.1 SITUACION POLITICA Y UBICACION

GEOGRAFICA



UBICACIÓN GEOGRAFICA DE BALAO

MAPA 1

Balao está ubicado en la provincia del Guayas, cantón Balao, siendo la ciudad de Balao su cabecera cantonal, limita al norte con la desembocadura del río Jagua en el canal de Jambelí hasta la confluencia de sus ríos formadores Blanco e Inil. Al este las parroquias Molleturo y Chaucha (Angas) del cantón Cuenca y el Carmen de Pujilí del cantón Santa Isabel de la provincia del Azuay.

Al sur el curso del río Gala en la parroquia Camilo Ponce Enríquez del cantón Santa Isabel de la provincia del Azuay y la parroquia Tenguel del cantón Guayaquil de la provincia del Guayas.

Al oeste la afluencia del río Gala en el canal de Jambelí: la línea de costa del canal indicado hasta la afluencia del río Jagua.

La delimitación urbana y cantonal: Tomando como eje la intersección de las calles San Jacinto y 9 de Octubre una hectárea a la redonda, al norte hacienda La María, al sudeste propiedades del señor Mongómeri Sánchez, al sur oeste propiedades del señor Mario Molina Córdova, al este propiedades del señor Mario Molina Córdova, al oeste propiedades del señor Mario Molina Córdova.

La actividad económica del cantón es en la zona urbana: comercio, transporte, construcción de vivienda, servicios profesionales, artesanales, recreacionales y domésticos.

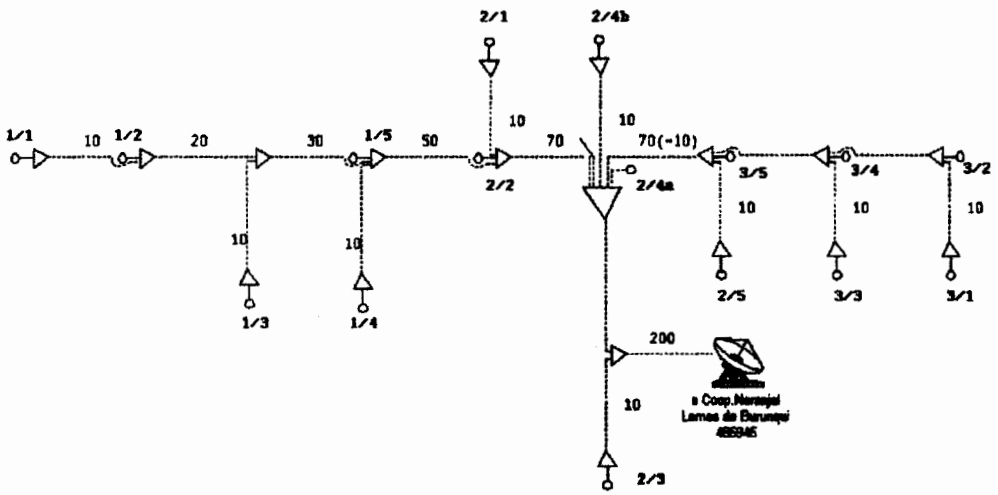
En la zona rural agricultura, ganadería, acuicultura, minería, comercio y transporte.

El cantón Balao cuenta aproximadamente con una población de 17625 habitantes de los cuales 9547 habitantes corresponden a la zona urbana y 8078 retantes corresponden a la zona rural con una tasa de crecimiento de la zona urbana del 2.71%.

Además posee 1431 predios rurales y 1497 predios urbanos con una tasa de crecimiento de 1.07% para los predios urbanos.

Cuenta con un área territorial de 57 hectáreas para la zona urbana y 45260 para la zona rural.

3.2 SITUACION ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES EN LA ZONA.



RED DE CABLES
CANTON BALAO
PROVINCIA DEL GUAYAS

FIGURA 3

La Ciudad de Balao cuenta con una central digital con tecnología Samsung(SDX-RB), con capacidad para 1000 abonados con serie numérica 746000 hasta el 746999 de los cuales 200 líneas están equipadas, encontrándose 800 pares disponibles en planta interna.

Sin embargo de acuerdo al diagrama de la red de cableado del cantón de Balao de Pacifictel ver figura 3 las 200 líneas equipadas solo corresponden a la zona urbana no existiendo infraestructura telefónica para la zona rural.

Además muchas haciendas poseen servicio de radio comunicación convencional y troncalizada, pero sin acceso telefónico.

3.3 ANALISIS DE LOS PROBLEMAS ACTUALES.

Actualmente en la ciudad de Balao existen 1497 predios urbanos de los cuales la red telefónica habilita a 200 pares telefónicos de los cuales quedarían 1297 predios por instalar, y se suma a estos 1431 predios rurales.

Además cabe recalcar que la infraestructura actual solo sirve al sector urbano dejando de lado al sector rural el cual comprende haciendas agrícolas (bananeras y cacaoteras), haciendas ganaderas y

camaroneras, es decir, el sector productivo de la región. A esto se suma el hecho de que los sistemas de radio comunicación no pueden ofrecer acceso telefónico y limitan la comunicación solamente a las personas que posean radios.

Se determinó que dentro de los 1431 predios rurales existen 534 predios formados por haciendas agrícolas, ganaderas y camaroneras de mediana y gran capacidad interesados en un medio de acceso telefónico alternativo y diferente al convencional de cable de cobre y al celular, el uno por el difícil acceso y la demora en instalarlo y el otro por el costo y la falta de cobertura de algunos sectores.

3.4 PLANTEAMIENTO DE LAS POSIBLES SOLUCIONES

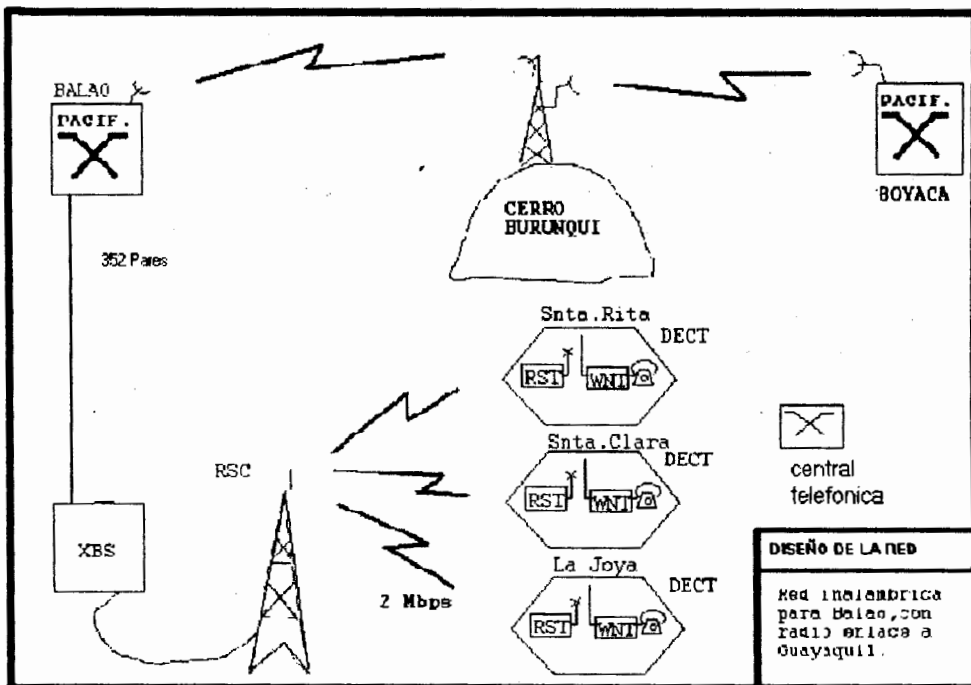
Se ha determinado que existen 534 predios de mediana y gran capacidad los cuales no tienen servicio telefónico debido a que se encuentran en el área rural a la cual el sistema alámbrico no está en capacidad de servir y el sistema de radio comunicación no puede legalmente ofrecer conexión telefónica ya que no existe regulación para que ningún sistema, fuera de las operadoras locales y las operadoras celulares, ofrezcan acceso telefónico a la red pública.

Para el sector rural, al cual no podría servirle la telefonía alámbrica se presenta la opción de la telefonía inalámbrica, cuya tecnología sirve muy bien al propósito de brindar acceso telefónico a este sector.

CAPITULO IV

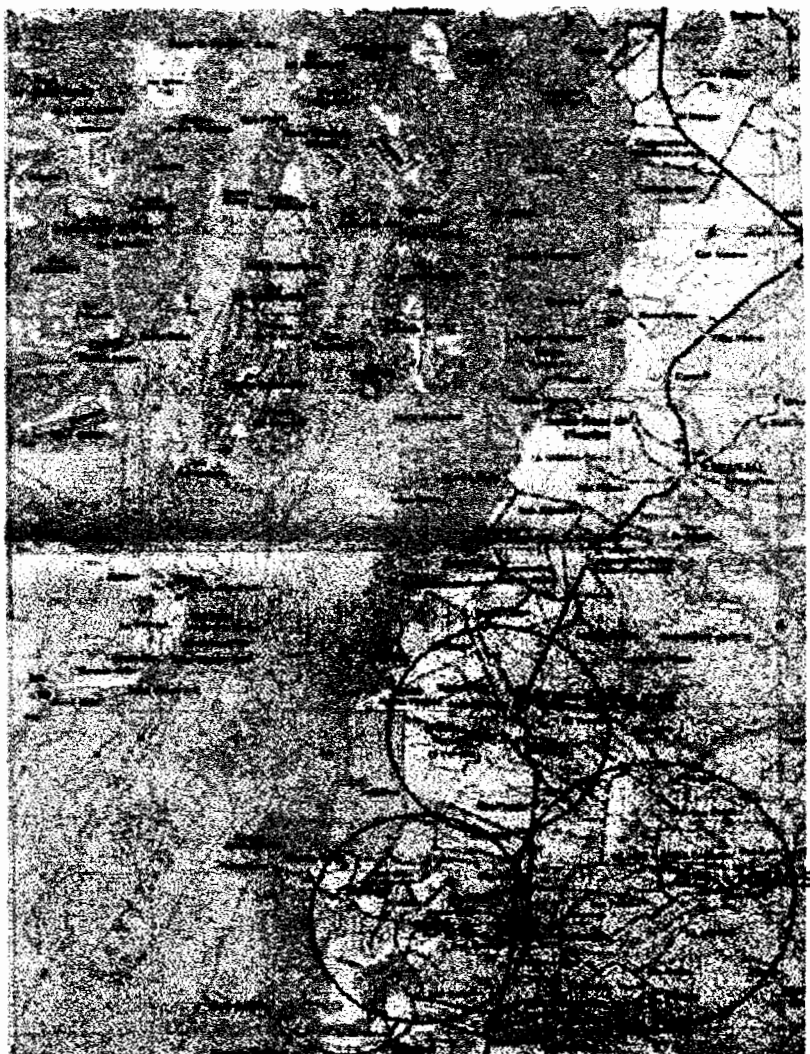
DISEÑO DE LA RED INALAMBRICA PARA EL CANTON BALAO.

4.1 DISEÑO DE LA RED.



DISEÑO DE LA RED PARA EL CANTON BALAO

FIGURA 4.1



DIVISION DE CELDAS

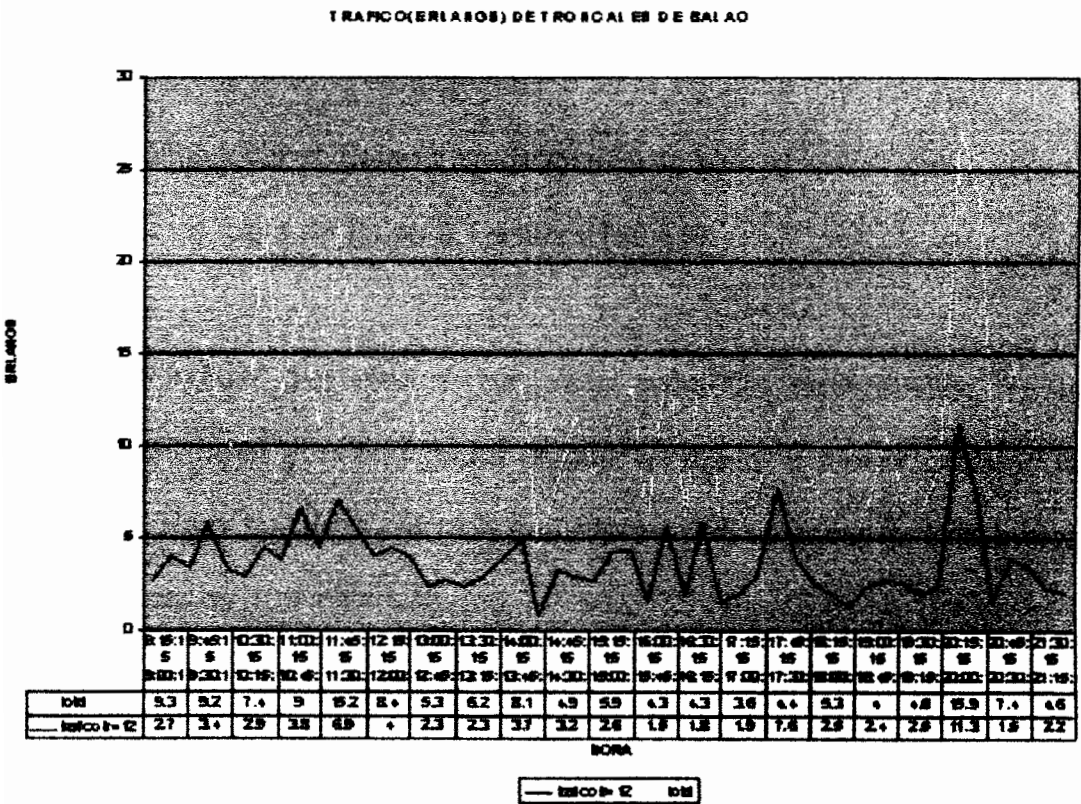
MAPA 2

4.2 AREAS DE COBERTURA

Hemos subdividido la zona en tres regiones, con el afán de cubrir la mayor cantidad de abonados, que requieren del sistema. La primera

zona o primera estación base, estación nodal, se encuentra ubicada en la localidad de Santa Rita, con un radio de cobertura de siete kilómetros, la segunda zona ubicada en Santa Carla, con igual radio de cobertura y la tercera zona localizada en La Joya radio de cobertura igual a las anteriores, estas tres zonas cubren en un alto porcentaje los abonados potenciales de Balao.

4.3 ANALISIS DE TRAFICO.



TRAFICO TELEFONICO DEL CANTON BALAO

FIGURA 4.2

De acuerdo al estudio de tráfico proporcionado por Pacifictel la intensidad de tráfico total en hora pico es de 18 erlangs, considerando que esta central posee 200 líneas telefónicas se concluye que el tráfico por abonado es de 90 milierlangs, es decir, se aproxima al estándar de 100 milierlangs/ab (1% GOS) para la telefonía básica pública.

El tráfico de la zona está distribuido de la siguiente manera:

- Tráfico local en Balao 8.9 erlangs (49.45%)
- Tráfico fuera de Balao 9.1 erlangs (50.55%)

Cabe indicar que este es un valor promedio probabilístico, en la realidad cada abonado podrá ocupar en mayor o menor cantidad la línea. Para nuestros cálculos consideraremos la intensidad de tráfico estándar de 100 milierlangs/ab normal y 150 milierlangs /ab comercial.

Anteriormente se determinó que existen 534 predios de capacidad media y alta, mediante una encuesta realizada se encontró que el 74.4% (400 predios) estarían interesadas en adquirir un sistema de telefonía inalámbrica, de estos 401 predios el 78.2% (312 predios) están interesados en adquirir el sistema inmediatamente, es decir, considerando un abonado por predio, nuestro sistema debe estar en

capacidad de manejar por lo menos 312 abonados.

4.4 CALCULOS DE INTENSIDAD DE TRAFICO

Para cada estación base hemos considerado un número de líneas comerciales y líneas normales, se ha considerado el 10% de los abonados como abonados comerciales tanto en la estación base 1 y 2 y el 5 % en la estación 3, la fórmula que se aplica es la siguiente:

$$C = A_C * I_C + A_B * I_B$$

Donde:

C = Intensidad total del sistema en erlangs

A_C = Número de abonados comerciales

A_B = Número de abonados normales

I_C = Intensidad de tráfico de abonado comercial en erlangs

I_B = Intensidad de tráfico de abonado normal en erlangs

El sector se ha dividido en 3 estaciones bases considerando las mayores concentraciones de posibles usuarios.

CANALES EN FUNCION DE ERLANGS
ACCESIBILIDAD COMPLETA - PERDIDA = 1% IGUAL A 0.01 (1%)

T R O N C A L E S	E R L A N G S	T R O N C A L E S	E R L A N G S	T R O N C A L E S	E R L A N G S	T R O N C A L E S	E R L A N G S	T R O N C A L E S	E R L A N G S	T R O N C A L E S	E R L A N G S
1	0.0101	24	15.3	47	35.2	70	55.1	140	122	250	228.3
2	0.153	25	16.1	48	36.1	72	58.0	146	127.7		0.976
3	0.453	26	17.0	49	37.0	74	59.8	150	131.6	300	277.1
4	0.869	27	17.8	50	37.9	76	61.7	152	133.5		0.982
5	1.36	28	18.6	51	38.8	78	63.5	156	137.3	350	326.2
6	1.91	29	19.5	52	39.7	80	65.4	160	141.2		0.982
7	2.50	30	20.3	53	40.6	82	67.2	166	146.9	400	375.3
8	3.13	31	21.2	54	41.5	84	69.1	170	150.8		0.986
9	3.78	32	22.0	55	42.4	86	70.9	176	156.6	450	424.6
10	4.46	33	22.9	56	43.3	88	72.8	180	160.4		0.988
11	5.16	34	23.8	57	44.2	90	74.7	186	166.2	500	474.0
12	5.88	35	24.6	58	45.1	92	76.6	190	170.1		0.991
13	6.61	36	25.5	59	46.0	94	78.4	196	175.9	600	573.1
14	7.35	37	26.4	60	46.9	96	80.3	200	179.7		0.993
15	8.11	38	27.3	61	47.9	98	82.2	206	185.5	700	672.2
16	8.88	39	28.1	62	48.8	100	84.1	210	189.4		0.994
17	9.65	40	29.0	63	49.7	106	89.7	216	195.2	800	771.8
18	10.4	41	29.9	64	50.6	110	93.5	220	199.1		0.997
19	11.2	42	30.8	65	51.5	116	99.2	226	204.9	900	871.5
20	12.0	43	31.7	66	52.4	120	103.0	230	208.8		0.997

TABLA DE ERLANGS (1% GOS)

TABLA III

1^{er} ESTACION BASE

$$13.6 \text{ erlangs} = 0.1X2X(0.15 \text{ erlangs/ab}) + X (0.1 \text{ erlangs/ab})$$

$$X = 104 \text{ abonados}$$

$$\text{Total} = 114 \text{ abonados}$$

2^{do} ESTACION BASE

$$13.6 \text{ erlangs} = 0.1X2X (0.15 \text{ erlangs/ab}) + X (0.1 \text{ erlangs/ab})$$

$$X = 104 \text{ abonados}$$

$$\text{Total} = 114 \text{ abonados}$$

3^{er} ESTACION BASE

$$13.6 \text{ erlangs} = 0.05X2X (0.15 \text{ erlangs/ab}) + X (0.1 \text{ erlangs/ab})$$

$$X = 118 \text{ abonados}$$

$$\text{Total} = 124 \text{ abonados}$$

Es decir, podemos llegar a servir a 352 abonados inicialmente, los cuales cubren fácilmente la demanda inicial calculada de 312 abonados, si la demanda aumentara el sistema está en capacidad de recibir hasta 1024 abonados, ya que el sistema tiene la capacidad de aumentar modularmente sus estaciones inalámbricas (WBS).

4.5 CALCULO DE DISEÑO

Mostraremos las características de las celdas, del enlace microondas y demás parámetros involucrados.

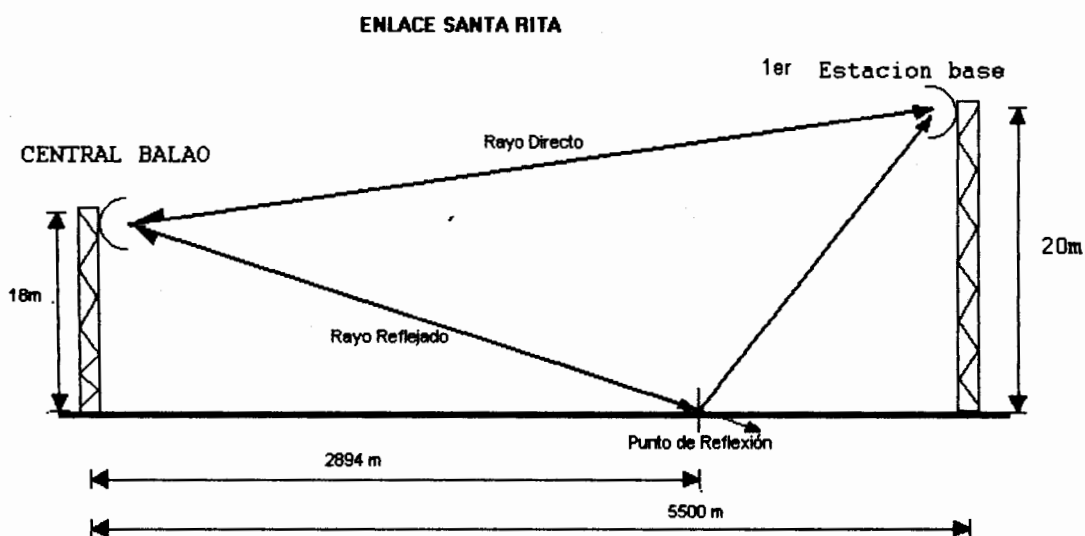
1^{er} ESTACION BASE

Ubicación	Santa Rita
Radio de cobertura	7000 metros
Capacidad	114 abonados

ENLACE DE MICROONDA

Frecuencia de operación (F)	6 Ghz, $\lambda = 0.05 \text{ m}$
Distancia del enlace (D)	5.5 Km
Altura de antena 1 (h_1)	18 m
Altura de antena 2 (h_2)	20 m
Ganancia antena 1 (G_1)	37 dBi
Ganancia antena 2 (G_2)	37dBi
Potencia de transmisión (PTX)	30 dBm
Umbral de recepción (U)	- 88 dBm, BER 10-6
Punto de reflexión	2894 m
Pérdidas por espacio libre (P_o)	122.8 dB

Pérdidas por la lluvia (P_v)	6.05 dB
Pérdidas en los conectores (P_c)	0.8 dB (0.2 dB/conector)
Pérdidas en la línea de transmisión (P_L)	2.15 dB
Margen de seguridad (M)	6 dB
Pérdidas totales (P_T)	137.8 dB
Potencia de recepción (P_{R_x})	- 33.8 dBm
Margen de desvanecimiento (N)	54.2 dBm



CALCULOS

Punto de reflexión $d_1 = h_1 / (h_1 + h_2) D$

$$d_1 = 20 / 38 (5500)$$

$$d1 = 2894 \text{ m}$$

Pérdidas por espacio libre $P_o = 92.44 + 20 \log D + 20 \log F$

$$P_o = 92.44 + 20 \log (5.5) + 20 \log (6)$$

$$P_o = 122.8 \text{ dB}$$

Pérdidas totales $P_T = P_o + P_c + P_L + P_v + M$

$$P_T = 122.8 + 0.8 + 2.15 + 6.05 + 6$$

$$P_T = 137.8 \text{ dB}$$

Potencia de recepción $P_{R_x} = P_{T_x} + G_1 + G_2 - P_T$

$$P_{R_x} = 30 + 37 + 37 - 137.8$$

$$P_{R_x} = -33.8 \text{ dBm}$$

Margen de desvanecimiento $N = P_{R_x} - U$

$$N = -33.8 + 88$$

$$N = 54.2 \text{ dBm}$$

2^{do} ESTACION BASE

Ubicación	Santa Clara
Radio de cobertura	7000 metros
Capacidad	114 abonados

ENLACE DE MICROONDA

Frecuencia de operación (F)	6 Ghz, $\lambda = 0.05$ m
Distancia del enlace (D)	16 Km
Altura de antena 1 (h1)	19 m
Altura de antena 2 (h2)	20 m
Ganancia antena 1 (G1)	37 dBi
Ganancia antena 2 (G2)	37 dBi
Potencia de transmisión (PTX)	30 dBm
Umbral de recepción (U)	- 88 dBm, BER 10-6
Punto de reflexión	9200 m
Pérdidas por espacio libre (Po)	132.08 dB
Pérdidas por la lluvia (Pv)	17.6 dB
Pérdidas en los conectores (Pc)	0.8 dB (0.2 dB/conector)
Pérdidas en la línea de transmisión (PL)	2.09 dB
Margen de seguridad (M)	6 dB
Pérdidas totales (PT)	158.57 dBm
Potencia de recepción (PRx)	- 54.57 dBm
Margen de desvanecimiento (N)	33.47 dBm

ENLACE SANTA CLARA

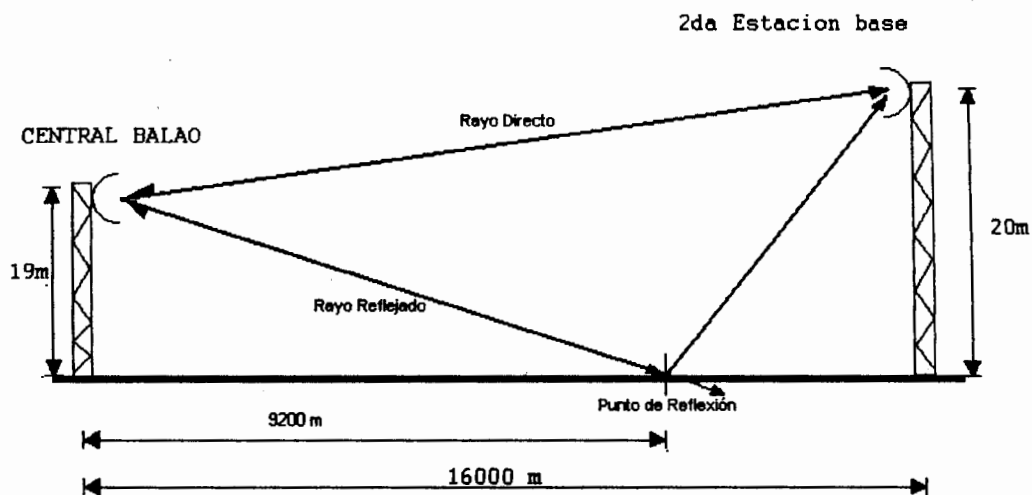


FIGURA 4.4

CALCULOS

Punto de reflexión $d1 = D / 2 (1+b)$

$$d1 = 16 / 2 (1.15)$$

$$d1 = 9200 \text{ m}$$

Pérdidas por espacio libre $Po = 92.44 + 20 \log D + 20 \log F$

$$Po = 92.44 + 20 \log (16) + 20 \log (6)$$

$$Po = 132.08 \text{ dBm}$$

Pérdidas totales $PT = Po + Pc + PL + Pv+M$

$$PT = 132.08 + 0.8 + 2.09 + 17.6 + 6$$

$$PT = 158.57 \text{ dBm}$$

Potencia de recepción $PRx = PTx + G1 + G2 - PT$

$$PR_x = 30 + 37 + 37 - 158.57$$

$$PR_x = -54.57 \text{ dBm}$$

Margen de desvanecimiento $N = PR_x - U$

$$N = -54.57 + 88$$

$$N = 33.47 \text{ dBm}$$

3^{er} ESTACION BASE

Ubicación	La Joya
Radio de cobertura	7000 metros
Capacidad	124 abonados

ENLACE DE MICROONDA

Frecuencia de operación (F)	6 Ghz, $\lambda = 0.05 \text{ m}$
Distancia del enlace (D)	13 Km
Altura de antena 1 (h ₁)	20 m
Altura de antena 2 (h ₂)	20 m
Ganancia antena 1 (G ₁)	37 dBi
Ganancia antena 2 (G ₂)	37 dBi
Potencia de transmisión (PTX)	30 dBm

Umbral de recepción (U)	- 88 dBm, BER 10-6
Punto de reflexión	6500 m
Pérdidas por espacio libre (P_o)	130.28 dBm
Pérdidas en los conectores (P_c)	0.8 dB (0.2 dB/conector)
Pérdidas en la línea de transmisión (P_L)	2.05 dB
Margen de seguridad (M)	6 dB
Pérdidas totales (P_T)	153.43 dBm
Potencia de recepción (P_{R_x})	- 49.43 dBm
Margen de desvanecimiento (N)	38.57 dBm

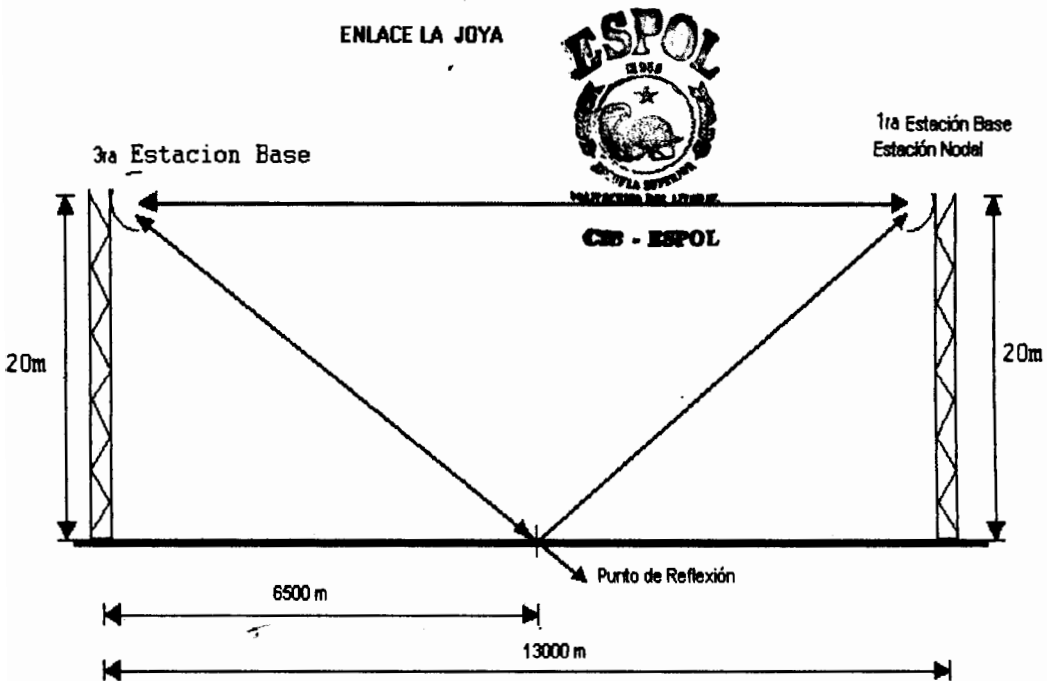


FIGURA 4.5

CÁLCULOS

Punto de reflexión $d1 = h1/(h1+h2)*D$

$$d1 = 0.5*13000$$

$$d1 = 6500 \text{ m}$$

Pérdidas por espacio libre $Po = 92.44 + 20 \log D + 20 \log F$

$$Po = 92.44 + 20 \log (13) + 20 \log (6)$$

$$Po = 130.28 \text{ dBm}$$

Pérdidas totales $PT = Po + Pc + PL + Pv + M$

$$PT = 130.28 + 0.8 + 2.05 + 14.3 + 6$$

$$PT = 153.43 \text{ dBm}$$

Potencia de recepción $PRx = PTx + G1 + G2 - PT$

$$PRx = 30 + 37 + 37 - 153.43$$

$$PRx = -49.43 \text{ dBm}$$

Margen de desvanecimiento $N = PRx - U$

$$N = -49.43 + 88$$

$$N = 38.57 \text{ dBm}$$

4.6 MEDIO DE TRANSMISION Y ACCESO A LA RED PUBLICA.

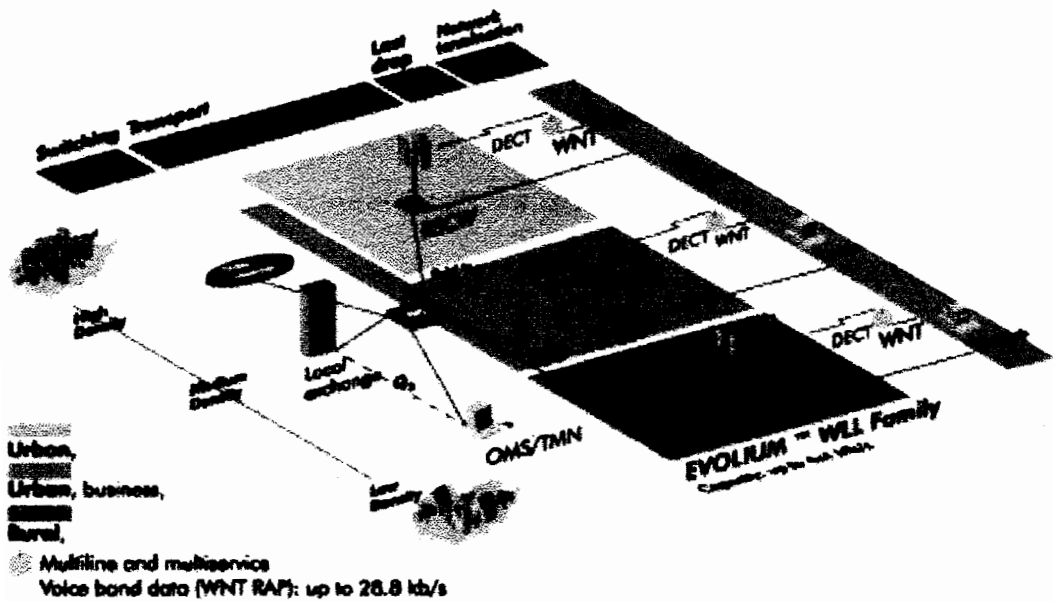
Para poder comunicar a los usuarios de la red inalámbrica con la red de telefonía pública, es decir, comunicar a los usuarios inalámbricos con el resto del sistema telefónico, se considera el siguiente método.

- Conectar la central inalámbrica a la central local de Balao por medio de su interfaz analógico de líneas de 2 hilos, par por par por para cada abonado. La numeración para los abonados inalámbricos estará dada por la misma central local de Balao considerando sus 800 pares libres, es decir, necesitaremos 352 números inicialmente, asignados de la capacidad libre disponible.

CAPITULO V

CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS

5.1 TECNOLOGIA ALCATEL (A9800)



ARQUITECTURA GENERICA DE LA FAMILIA ALCATEL 9800

FIGURA 5.1

El A9800 es un sistema radio acceso digital, diseñado para proporcionar servicios de telecomunicaciones de alta calidad desde una central

telefónica a grupos de abonados distribuidos en zonas suburbanas y escasamente pobladas.

La concentración mejora el ancho de banda disponible, compartiendo un número pequeño de canales de tráfico (120 canales), sobre un número mayor de abonados (2048). Las funciones requeridas de control y supervisión son manejadas mediante una gestión exhaustiva del sistema con canales de control adecuados.

La capacidad del sistema puede ser de 4 o 2 Mbps, estando la diferencia principalmente en la cantidad de abonados por red, canales de tráfico y el número máximo de estaciones remotas.

A continuación listamos las capacidades máximas del sistema A9800.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

DATOS DEL SISTEMA

Capacidad del sistema	2Mbps
Tasa de transmisión de bits	2432Mbps
Técnica de Acceso(PMP)	TDM/TDMA FDD
Técnica de acceso (DECT)	Multiportadora TDMA TDD

Ranuras de tiempo

-Señalización del sistema	2x64 Kbps
-Transmisión voz / datos	30x64 Kbps

Máximo numero de:

-Estaciones de radio (R-RST)	64
-R-RST en cascada	16
-Abonados POTS por sistema:	1024
-Abonados de datos por sistema	max.Cap.Sistema
-Abonados por cable por RST	8,16,80,160
-Abonados por radio por RST	128,256,284

Máximo numero de abonados radio:

Por sistema (RSC (+RST))	768,1536
--------------------------	----------

-Canales de tráfico	30x64 Kbps 60x32 Kbps
---------------------	--------------------------

Equipo de Radio (Punto- Multipunto)

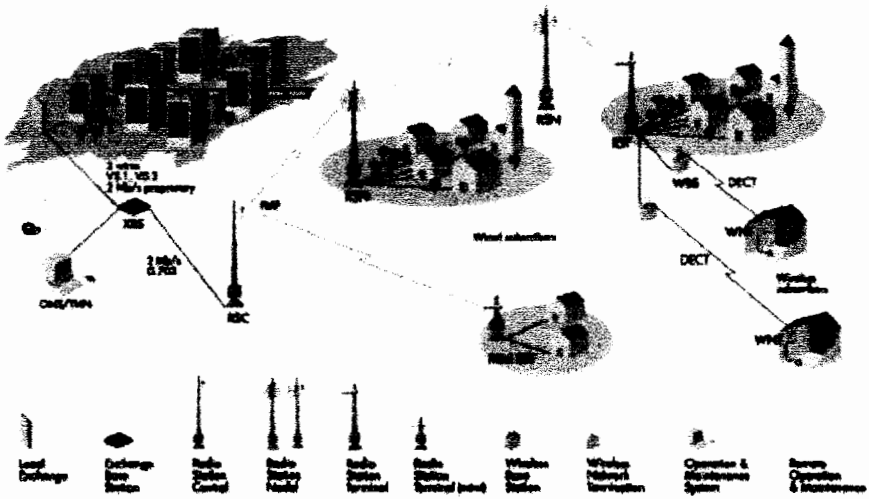
-Modulación	4QAM
-Ancho de banda	1,7/2Mhz
-Potencia en Tx	30 dBm / 20 dBm
-Umbral Rx (VER 10-3)	-96 dBm
-Saturación Rx (VER-3)	-40 dBm
-Perdidas Displexor (Tx + Rx)	2+2 dB
-Ganancia del sistema entre puertos diplexores (excl.ganancia antena)	122 dB / 109 dB
-Bandas de radio frecuencia(separación de frecuencia en Tx-Rx en MHz)	1427-1530Mhz(40 a 70) 2300-2500Mhz(50 a 94)

	2025-2255Mhz(180)
	2520-2670Mhz(50 a 94)
	3410-3600Mhz(100)
	10,15-10,65Ghz(350)
Bucle local del sistema de radio	
-Banda de RF disponible	1880-1900Mhz 1910-1930Mhz 1900-1920Mhz 3400-3600Mhz
-Portadora RF	10(SW configurable)
-Técnica de asignación de canal	dinámica
-Modulación	0.5 GFSK
-Potencia transmitida	24 dBm
-Umbral recepción (BER-3)	-90 dBm
-Codificación de voz	32 Kbps ADPCM
-Regulación de la banda base prueba	TBR 06

ESPECIFICACIONES TECNICAS

TABLA IV

5.2 ARQUITECTURA DEL SISTEMA



SOLUCION DE LA FAMILIA ALCATEL A9800 POBLACION MUY

DISEMINADA

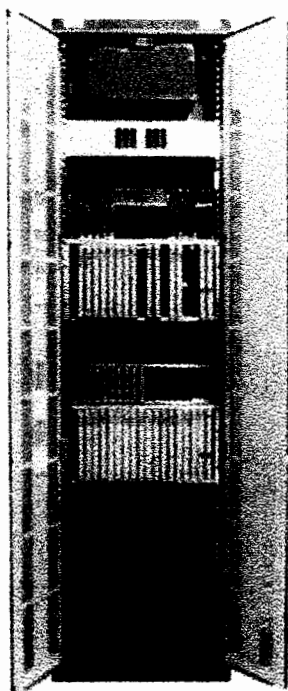
FIGURA 5.2

En la figura 5.2 se muestra un ejemplo de una configuración típica del sistema A9800. Sus componentes principales son los siguientes:

- Estación Base Central (XBS)
- Multiestación XBS
- Estación de Operación y Mantenimiento (OMS)
- Estación Radio Central (RSC)
- Estación Radio Terminal (RST)
- Estación Radio Nodal (RSN)
- Subsistema Inalámbrico (WBS, WNT-S)

5.2.1 ESTACION BASE CENTRAL – XBS

Es la estación de interior situada en la central. Controla la red A9800 y contiene las interfaces para la central local; estas interfaces, para servicio telefónico, pueden ser del tipo convencional analógico a 2 hilos, o bien mediante enlaces digitales a 2 Mbps.



ALCATEL 9800 XBS

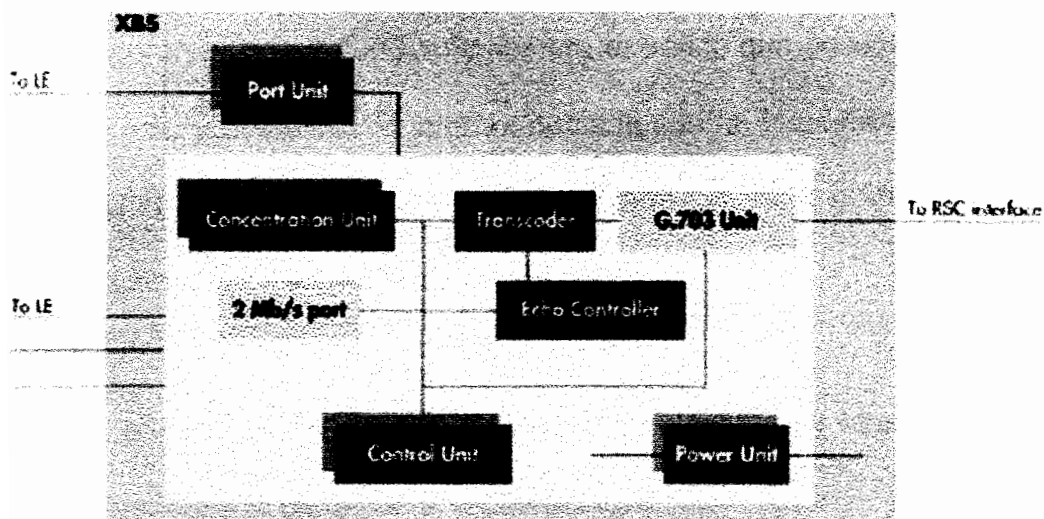
FIGURA 5.3

Adicionalmente, esta estación cubre las siguientes funciones:

- Asignación de los canales radio del sistema

- Control de eco
- Transcodificación PCM / ADPCM
- Conversión de las diferentes interfaces posibles entre redes y el sistema (analógico, digital, etc.) en una interfaz interna a 2 Mbps. Que puede ser transportado usando equipos UIT-T estándar.
- Funciones de operación y mantenimiento en todo el sistema.

La siguiente figura 5.4 muestra un diagrama esquemático de las funciones de la unidad XBS.



ESQUEMA DE LA UNIDAD XBS

FIGURA 5.4

En la XBS se pueden instalar un máximo de 2048 abonados telefónicos. Su configuración mecánica está basada en bastidores S9 600 x 300 mm., para uso en interiores y está alimentada por una batería central (-48 Vcc).

La Estación Base Central comprende dos módulos:

- Controlador de Estación Base Central (XBSC)
- Modulo de ampliación de abonados de central (XSS)

El XBSC controla la red A9800. Concentra el tráfico que accede a la estación radio y establece la interfaz hacia la central local mediante enlaces G.703 de 2 Mbps o mediante la interfaz H hacia el módulo de ampliación para abonados de par de cobre.

El XBSC puede atender un máximo de ocho enlaces de 2 Mbps con LE, efectuándose la conexión a la interfaz E10.

La comunicación de la XBS con la RSC se realiza mediante la unidad interfaz G.703 de la XBS (XGC) que se conecta con la unidad interfaz G.703 de la RSC (XGR). Se trata de un enlace de datos que cubre los niveles físico y de enlace del modelo OSI. Sus características físicas y funcionales son las siguientes:

- Características físicas: cumple con la recomendación G.703 del UIT-T para un enlace a 2048 Kbps.
- Características funcionales: cumple con la recomendación G.704 del UIT-T para una interfaz a 2048 Kbps. El canal 16 se utiliza para la señalización y supervisión.

5.2.2 MULTIESTACION XBS

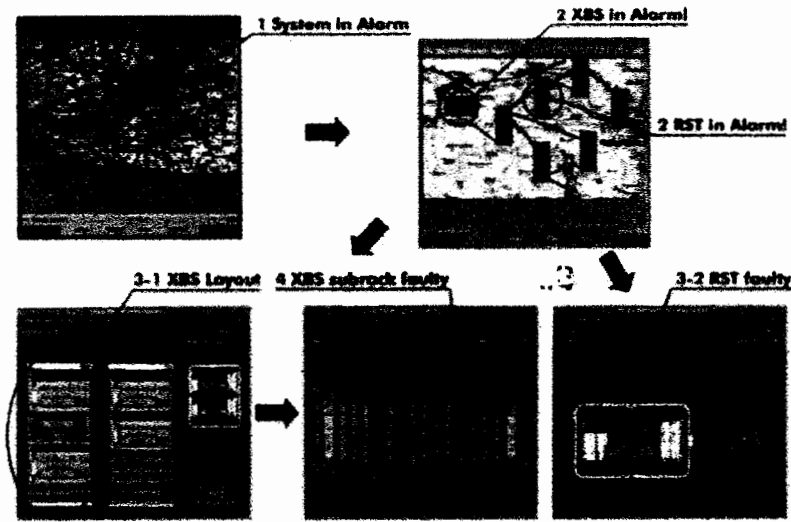
Se llama multiestación porque se pueden montar hasta tres XBSs en el mismo bastidor S9.

Las funciones de la multiestación XBS son las mismas cubiertas por la XBS, de forma que la diferencia principal entre ambos componentes del sistema A9800 radica en su configuración mecánica.

Mientras que las interfaces de la XBS con la central local puede ser bien por dos hilos analógicos convencionales o por enlaces digitales de 2 Mbps, las únicas interfaces posibles de la multiestación XBS con la central local son mediante enlaces de 2 Mbps.

Por otra parte, cada XBSC está conectada a un módulo RSC diferente con su propia funcionalidad.

5.2.3 ESTACION OMS



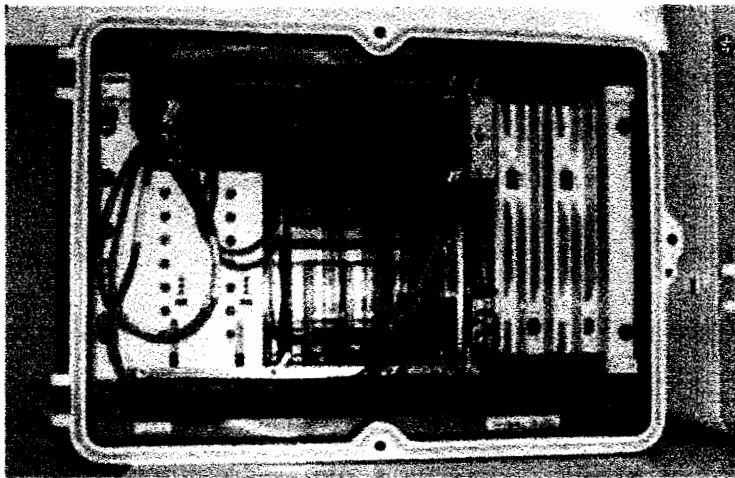
OPERACION Y MANTENIMIENTO

FIGURA 5.5

Es la interfaz hombre - máquina del sistema. Se utiliza para la configuración, prueba, supervisión del estado del sistema, así como una visualización y análisis de alarmas. Utiliza una microcomputadora personal con monitor a color de alta resolución así como software especial para establecer una interfaz de control

de red muy cómoda. La OMS se conecta a la XBS (remotamente si es necesario), pudiendo una OMS con la instalación multired gestionar hasta 14 redes A9800.

5.2.4 ESTACION RADIO CENTRAL - RSC



ESTACION RSC

FIGURA 5.6

La RSC puede instalarse cerca del XBS pero también puede hacerse alejada de la misma en un punto conveniente desde el punto de vista radioeléctrico, en el cual es desplegado el sistema para cubrir el territorio requerido.

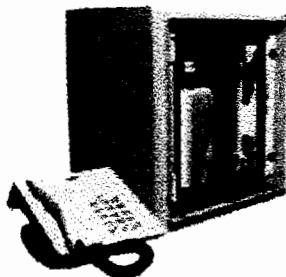
La RSC transmite continuamente hacia las estaciones remotas, canales en TDM (Multiplexación por División en el Tiempo) y recibe de ellas información discontinua en forma de ráfagas mediante TDMA. Su interfaz con la XBS son dos enlaces punto a punto de 2 Mbps estándar, según las recomendaciones G.703/G.704 del UIT-T.

Las funciones realizadas por la RSC son básicamente:

- Formación y procesado de las tramas TDM y TDMA
- Enlace con la XBS
- Funciones de operación y mantenimiento local u operación y mantenimiento en todo el sistema en modo terminal virtual (bajo control de la XBS)
- Manipulación de la señalización en los time slots 0, 1, 32 y 33 de las interfaces radio

La RSC suministra potencia de RF de 30 dBm. Su configuración mecánica es para uso en intemperie. Con objeto de incrementar la disponibilidad del sistema, la RSC puede equiparse con la opción de stand by proporcionando redundancia de las unidades principales.

5.2.5 ESTACION BASE TERMINAL - RST

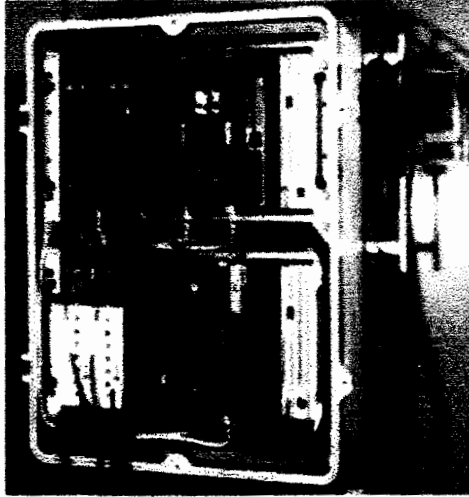


ESTACION DE INTERIOR RST

FIGURA 5.7

Existen dos clases de estaciones Base terminales como son una unidad de exteriores y otra unidad que es la de interiores, la figura 5.7 muestra la unidad de interior mientras que la figura 5.8 muestra la unidad de exteriores, note el blindaje que posee esta unidad.

La RST está situada lejos del sistema de la central telefónica y cerca de los abonados.



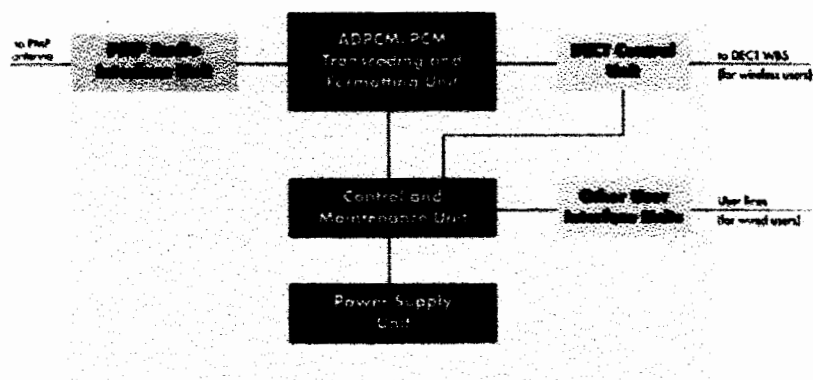
ESTACION DE EXTERIOR RST

FIGURA 5.8

Está conectada con la RSC mediante enlace de radio TDM / TDMA y permite el acceso a todas las interfaces de abonados.

Sus funciones principales son:

- Interfaz de línea de abonado
- Concentración / expansión entre abonados y canales.
- Transcodificación PCM / ADPCM
- Formación de ráfagas (TDMA) y recepción continua (TDM)
- Funciones de operación y mantenimiento local bajo el control de la XBS



ESQUEMA DE LA UNIDAD RST

FIGURA 5.9

La RST esta disponible en diferentes versiones, las cuales varían según el número de puertos a los que sirven y según las características prácticas del equipo (uso interior / intemperie):

- RST-1. Para un máximo de 1 puerto (interior) y sólo para POTS
- RST / RSTI-2: Para un máximo de 2 puertos (interior / intemperie)
- RST / RSTI-10: Para un máximo de 10 puertos (interior /intemperie)
- Multiestación RSTI-20: Para un máximo de 20 puertos (interior)

El número de abonados que soporta una unidad de puerto depende de la modularidad de la unidad. Una unidad de puerto RA10 puede atender hasta 8 abonados telefónicos, en tanto que una RCW puede atender un máximo de 128 abonados inalámbricos. Ello significa que la capacidad máxima de una estación radio, que no sea una multiestación RSTI-20, es de 128 abonados cableados + inalámbricos con algunas limitaciones en la combinación de abonados.

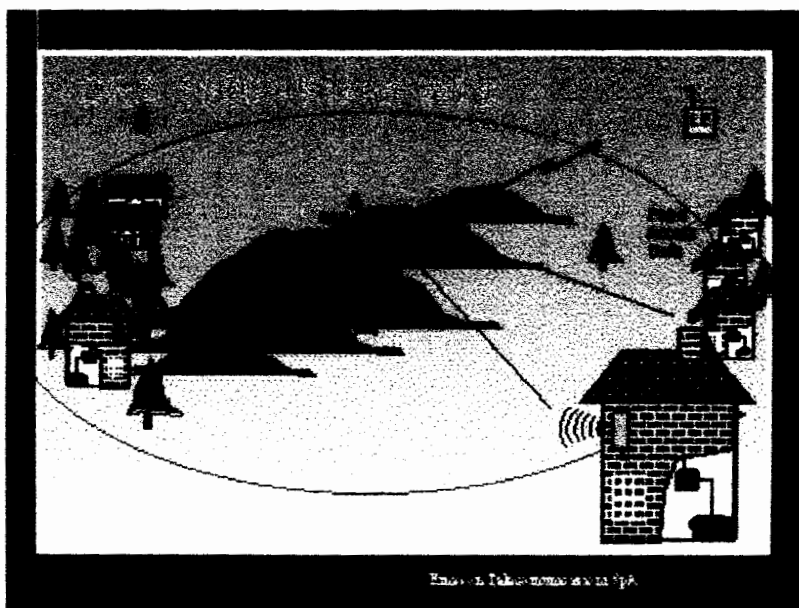
5.2.6 ESTACION RADIO NODAL - RSN

La estación RSN funciona como una estación repetidora. Se constituye añadiendo un segundo transeptor a una estación terminal. Se deberá utilizar la RSN cuando el trayecto de radio entre la RSC y la RST este obstruido o cuando la distancia sea muy grande. Las distancias máximas típicas de radio enlace son de 30 a 40 Km. Se puede conectar hasta 16 RSN, en cascada entre la RSC y cualquier RST con objeto de obtener la máxima cobertura del sistema A9800.

Pueden conectarse abonados a la RSN siendo la configuración mecánica para uso en intemperie.

Con objeto de incrementar la disponibilidad del sistema la RSN-4 SB está equipada con la opción de stand by, la cual proporciona redundancia de las unidades RF y potencia.

5.2.7 SUBSISTEMA SIN HILOS



SUBSISTEMA INALAMBRICO

FIGURA 5.10

El subsistema sin hilos es una función especial del A9800. Utiliza la tecnología DECT (radio TDMA/TDD Multiportadora) para proporcionar acceso sin hilos entre los abonados telefónicos y la RST o RSN equipadas con este subsistema (ver figura 5.10)

La estación radio puede equiparse con una o dos estaciones base sin hilos (WBS) dependiendo del tráfico generado por los abonados sin hilos. A una estación radio se pueden direccionar hasta 128 abonados de este tipo.

En el lugar de los abonados se instala una terminación de red sin hilos - línea simple (WNT-S) la cual proporciona una conexión de línea individual para equipos telefónicos convencionales.

Es posible disponer de abonados con hilos y sin hilos compartiendo la misma estación de radio.

El subsistema sin hilos es transparente a la mayoría de los servicios ofrecidos a los abonados con hilos convencionales. Puede proporcionar los servicios telefónicos básicos (similares a los suministrados por líneas cableadas), servicio de datos de banda de audio (fax y modems de acuerdo con las normas G.721), operación y mantenimiento en modos local y remoto.

Los componentes principales del subsistema sin hilos son: WBS (Estación Base Inalámbrica) y la WTN-S (Terminación de Red sin hilos - línea simple). La conexión con el sistema A9800 se realiza por

medio de la RCW, situada en las estaciones radio. Se incluyen dos interfaces:

- Interfaz RCW - WBS a 4 hilos: El suministro de potencia, el sincronismo, la señalización y los canales de usuario son soportados por esta interfaz. Sus características principales son:

- Bit rate: 1152 Kbps

- Código de línea HDB3

- Interfaz aérea DECT WBS - WNT-S: Se utiliza la interfaz DECT estándar. Esto significa una banda de 1.88 a 1.90 Ghz, 10 portadoras, doce intervalos de tiempo por portadora, 32 codificaciones de voz ADPCM

Los componentes del sub sistema sin hilos son:

◇ WBS



UNIDAD WBS

FIGURA 5.11

La WBS es capaz de unir varias WNT-Ss con la unidad RCW en las estaciones radio A9800, permitiendo las comunicaciones bidireccionales entre las mismas. Las dos interfaces mencionadas anteriormente hacen posible esta comunicación (ver figura 5.14).

◊ **WNT-S**



UNIDAD WNT

FIGURA 5.12

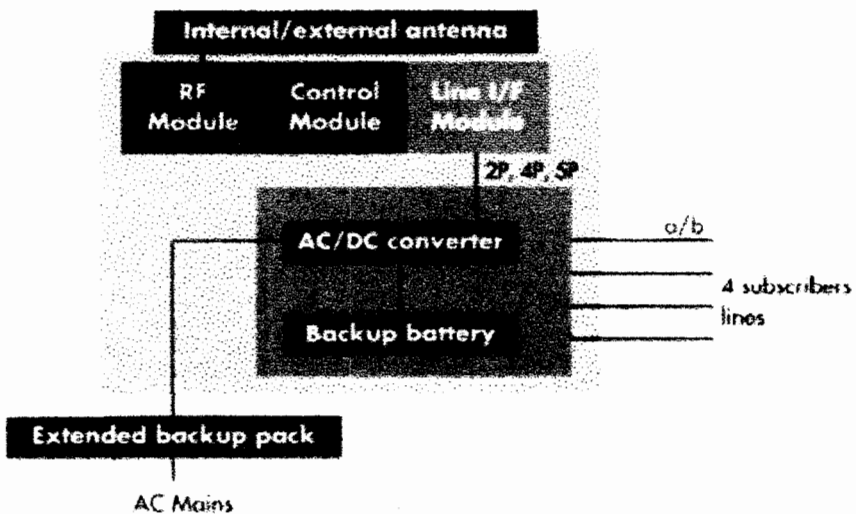


La terminación de red sin hilos - línea simple (WNT-S) es un equipo que permite la conexión a dos hilos, de un equipo terminal de abonado a la red telefónica conmutada a través del sistema PMP

(A9800). Funcionalmente el equipo WNT-S está formado por las siguientes unidades:

- ◆ Unidad de radio, control, banda base e interfaz de línea (RCBL)
- ◆ Baterías de reserva
- ◆ Adaptador CA-CC externo (230 a 115 Vac)
- ◆ Antena

La figura muestra un diagrama esquemático del funcionamiento de la unidad WNT.



ESQUEMA DE LA UNIDAD WNT

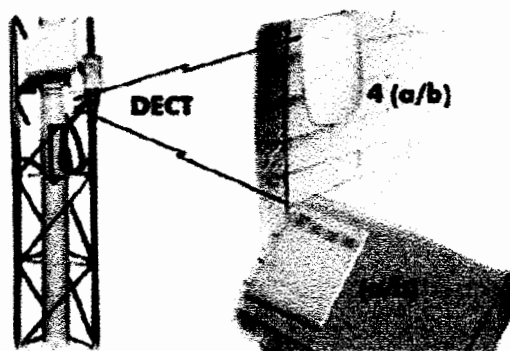
FIGURA 5.13

El equipo emula una línea telefónica normal, convirtiendo a nivel de abonado, la Señalización de la red telefónica convencional. Esta conversión se lleva a cabo mediante la unidad de radio, control,

banda base e interfaz de línea, consiguiéndose una conexión totalmente transparente.

Esta unidad implementa todas las funciones para transformar la señal banda base precedente del aparato telefónica la señal RF (Estándar DECT) enviada a la WBS y viceversa.

El siguiente esquema muestra dos tipos de unidades WNT, la una de 4 hilos y la otra de 2 hilos, y su enlace DECT con la WBS.



**DIAGRAMA REPRESENTATIVO
DE TIPOS DE WNT**

FIGURA 5.14

5.2.8 OPERACION

Una instalación típica del sistema A9800 contiene un cierto número de RSTs y RCNs conectadas vía radio con la RSC, compartiendo los canales disponibles en el sistema.

El A9800 proporciona 60 intervalos de tiempo al usuario. Para el servicio telefónico el sistema utiliza codificación PCM 64 Kbps o ADPCM a 32 Kbps. Esto proporciona una capacidad de tráfico de 120 canales a 32 Kbps o de 60 canales de 64 Kbps, o bien combinaciones permitidas de los mismos. La relación en el número de canales PCM /ADPCM la puede fijar el operador mediante la OAM o de otro modo, puede oscilar dinámicamente entre ciertos límites establecidos por el operador. La operación básica del A9800 es la siguiente: La RSC transmite continuamente y cada RST o RSN recoge la porción dirigida a sus abonados activos para lo cual todas las estaciones son mantenidas sincronizadas por la señal enviada por la XBS, y conocen los canales asignados a la comunicación en curso.

Los abonados sin hilos siempre usan canales de 32 Kbps. La estructura de las tramas cumple con la norma DECT y el dimensionamiento de su sistema está planificado para que la probabilidad de bloqueo sea despreciable en esta parte del sistema. El método de duplexación en el lado sin hilos es dúplex con división en el tiempo (TDD) y la técnica de acceso es por Multiportadora TDMA.

CAPITULO VI

INSTALACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO

6.1 INSTALACION

Los diferentes equipos del sistema A9800 deben ser instalados en posiciones que permitan un fácil acceso y a su vez brinden las condiciones necesarias para aprovechar al máximo las características propias del sistema. Así por ejemplo la RST tendrá que ser ubicada a una altura apropiada (30 m.) de tal manera que pueda visualizar toda la celda, para ello se tendrán que armar las estructuras necesarias (torres, bases, etc) ya que no existen elevaciones naturales ni artificiales (como edificios) que cubran esta necesidad.

La WNT estará ubicada de tal manera que permita tener línea de vista con la RST a la que pertenece, preferiblemente en los techos de las casas o azoteas donde se encuentra el abonado y de ser necesario con mástiles para ganar altura.

6.1.1 CRONOGRAMA DE TRABAJO

Se estima que la implementación total de un proyecto de estas características se la realizaría en aproximadamente 3 meses. Sin embargo este tiempo va a depender de las circunstancias involucradas en los parámetros que se listan en la siguiente tabla.

PARAMETROS	PROMEDIO (SEMANAS)
Tiempo de entrega del equipo	6
Desaduanización	4
Instalaciones primarias y pruebas	3
Instalaciones secundarias y pruebas	1
TOTAL	14

CRONOGRAMA DE TRABAJO

TABLA V

6.2 OPERACION Y MANTENIMIENTO (OMS)

El sistema A9800 de Alcatel basado en DECT para acceso de suscriptores por medio de radio esta gestionado por Alcatel 1353 DN, es decir, es el gestor de la red proporciona al operador funciones de gestión tales como: gestión de configuración, gestión de mapa, visualización global de la red, funciones de seguridad, interfaces abiertas que facilitan la integración con sistemas de gestión a nivel superior, integración operacional con otros equipos de Alcatel.

◇ FUNCIONES DEL OMS

Realiza trabajos de operación, administración y mantenimiento de la red.

El OAM proporciona las siguientes funciones:

1. Configuración del sistema
2. Pruebas
3. Supervisión de estados
4. Presentación de alarmas
5. Análisis del sistema

◇ CONEXION A XBS

El sistema OMS es la interfaz hombre maquina del equipo A9800 cuya conexión se realiza mediante interfases Q3 - LTS en la XBS. La conexión entre la XBS y la OMS puede hacerse de varias maneras si la instalación de la OMS está cercana a la instalación de la XBS, la conexión puede ser hecha directamente al servidor del terminal con un cable, también se puede hacer remotamente si se requiere. La OMS puede gestionar hasta 14 redes Alcatel A9800 basadas en un PC convencional.

CAPITULO VII

ANALISIS DE COSTOS

7.1 COSTOS DE INSTALACION

Dentro de los rubros de instalación se han considerado los costos de los equipos, los costos de asignación de frecuencia las cuales se detallan a continuación:

RUBRO	COSTO USD
Central inalámbrica XBS	22000.00
Sistema de operación y mantenimiento (OMS)	32000.00
Estación de radio central (RSC)	16107.00
Radio estación terminal (RST)	72000.00
Antenas parabólicas	8605.00
Cable Heliax	6300.00
Conectores	1262.00
Toma a tierra	225.00
Antenas omnidireccionales DECT	5100.00
Torres y casetas	108000.00
Puesta a punto	80000.00
Sistema de fuerza y respaldo	12480.00
Asignación de frecuencias de sistema DECT	2000.00
Total	366079.00

COSTOS DE INSTALACION

TABLA VI

7.2 COSTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

Los costos que generan la operación y mantenimiento del sistema se detallan a continuación:

Renta mensual asignación frecuencias sistema DECT	1000.00
Sueldo de dos técnicos	600.00
Energía eléctrica	300.00
Arriendo de los lotes de las casetas	160.00
Varios	100.00
Total mensual	2160.00
Pago de renovación de frecuencias cada 5 años	2102.00
Total anual	25920.00

COSTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

TABLA 7

7.3 COSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE

Para nuestro sistema analizaremos el Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE-egresos), para lo cual debemos considerar que la vida útil del sistema es de 20 años a una tasa interna de retorno del 8%, tenemos:

$$\text{CAUE egresos} = 0.1018(A+2.459B) + C$$

A: Inversión inicial total

B: Pagos cada 5 años

C: Costo de operación y mantenimiento anual

$$\text{CAUE egresos} = 63713.03 \text{ USD}$$

Para calcular nuestros ingresos analizaremos partiendo de una pensión básica de \$15 por abonado con opción a 30 minutos, cada minuto adicional tendría el costo de 20 centavos de dólar. Considerando que mediante encuesta se encontró que el sistema se inicia con un grupo de 312 abonados tendremos que en ingresos fijos tendremos:

$$\text{CAUE ingresos básicos} = \text{Abonados} * \text{Pensión básica} * 12 \text{ meses}$$

$$\text{CAUE ingresos básicos} = 312 * 17 * 12$$

$$\text{CAUE ingresos básicos} = 63348 \text{ USD}$$

$$\text{CAUE ingresos} - \text{CAUE egresos} = 63648 - 63713.03 = -65.00 \text{ USD}$$

El sistema inicial tiene capacidad para manejar 352 abonados, es decir, que con la capacidad total inicial el CAUE ingresos básicos sería

$$\text{CAUE ingresos básicos} = 352 * 17 * 12 = 71808 \text{ USD}$$

Superando el CAUE egresos:

Diferencia de egresos e ingresos = CAUE ingresos - CAUE egresos

Diferencia de egresos e ingresos = 71808 – 63713.00= 8094.98 USD.

7.4 COMPARACION DE TARIFAS CON SISTEMAS CELULARES Y CONVENCIONALES



El sistema inalámbrico presenta una ventaja muy importante, puede acceder a lugares remotos sin el tendido de cables. Pero su costo es elevado comparado con sistemas de telefonía convencional, sin embargo si lo comparamos con los sistemas celulares su tecnología es similar mas su costo es un poco menor.

Los sistemas celulares presentan una tarifa básica de 17 dólares 35 minutos y cuarenta centavos de dólar el minuto adicional, mientras que nuestro sistema les ofrece 17 dólares 60 minutos y veinte centavos el minuto adicional, representando aproximadamente la mitad del costo por minuto en cuanto a tarifa por minuto se refiere, con la red alámbrica no tiene comparación puesto que esta no estaría disponible por el momento.

Con respecto a los sistemas de radio comunicación convencional tienen una tarifa entre \$6 y \$ 10 mensuales por equipo y los sistemas

troncalizado entre \$ 12 y \$ 20 mensuales por equipo, presentan una desventaja ya que ningún sistema puede ofrecer el acceso telefónico ya que legalmente es prohibido este servicio.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El cantón Balao es una zona de mucho privilegio, su potencial agrícola y camaronero lo demuestra, sin embargo carecen de servicio telefónico y se requiere que se implante estos sistemas de manera emergente. Pacifictel como empresa operadora de estos servicios no cuenta en la actualidad con la infraestructura necesaria para satisfacer todas las demandas que requiere este cantón, situación que es comprensible si nos referimos a la zona rural que tiene un área dispersa la cual es difícil de cubrir con una red de cable de cobre debido a las largas distancias.

Para poder atender todas las necesidades, Pacifictel tendrá que crecer en su planta externa, esto último es complicado debido a la falta de estudios de planificación y de estructura que se deben establecer, lo que causa grandes demoras en las instalaciones de nuevas líneas y por consecuencia en el servicio eficiente a la ciudadanía.

El establecimiento de nuevas alternativas que presenten soluciones oportunas a estos problemas, de una manera viable tanto en la parte técnica como económica presentaran una mejora en el servicio telefónico para satisfacción de los usuarios.

Sin lugar a duda el sistema inalámbrico presenta una solución oportuna a estos problemas, presentando una tecnología que permite una inversión inicial baja, en comparación con la inversión que se debe hacer para construir la planta externa mediante pares de cobre u otros medios, un estándar reconocido que suministra servicios avanzados y un sistema que ofrece costos bajos de operación, mantenimiento y administración de la red. Este estudio, creemos que es un ejemplo de ello, que permite satisfacer las necesidades de un sector de gran importancia, y donde existe aún demanda de los servicios telefónicos.

El sistema utilizado A9800 de Alcatel es el más adecuado, a nuestra forma de ver se ajusta a las características del sector donde existe una intensidad de tráfico de tipo rural y donde la densidad poblacional es media y bien establecida.

Su infraestructura es adecuada y permite establecer costos razonables para la adquisición de líneas telefónicas, no solo para abonados normales sino también para abonados especiales.

Creemos que es importante establecer este tipo de sistemas en lugares que presentan características similares.

BIBLIOGRAFIA

- Francisco Net, Teoría básica de radiación y Propagación Electromagnética.
- Alcatel , Manual técnico del sistema A9800
- Roberto Angel Ares , Enlaces redes y servicios ,manual de infotelecomunicaciones ,1998.
- Clever Bonilla. Martrus José ,Tobar Marcos ,Incremento de líneas telefónicas para el sector de la Puntilla – Cantón Samborondón ,por medio de telefonía Inalámbrica.
- <http://www.alcatel.com/telecom/asd/products/groups/access/wireless/wireless1.htm>
- <http://www.decibelproducts.com/nav/nav.htm>
- <http://www.sinctech.com/products/index.asp>
- <http://www.aiit.org/attivrec/fianza/>
- <http://www.hittite.com/wireless2.htm>
- <http://www.aiit.org/attibrec>
- <http://www.rand.org/publications/MR/MR960/>
- <http://google.yahoo.com/bin/query?p=IMPUESTOS+A+SENATEL&hc=0&hs=0>
- <http://www.conatel.gov.ec/APRTarifas.htm>

- <http://google.yahoo.com/bin/query?p=etsi+dect+rap&hc=0&hs=0>
- <http://www.ictnet.es/esp/comunidades/movil/1/default.htm>
- WBS ESTACION BASE INALAMBRICA manual técnico.
- SISTEMA DE TELEFONIA INALAMBRICA FIJA DECT-RAP de 1500 líneas para DURAN y GUAYAQUIL ,PACIFICTEL.
- PACIFICTEL SISTEMA TELEFONICO INALAMBRICO FIELD-TRIAL GUAYAQUIL.