

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD TECNICA
CARRERA: ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES



NIVEL: TÉCNICO UNIVERSITARIO SUPERIOR
INFORME DE PASANTIA
“MATENIMIENTO DE TELECEL”

Postulante: MAMANI CONDORI BETZABE

Tutor: Lic. VALENCIA TARQUI JUAN CARLOS

La Paz - Bolivia

DEDICATORIA

A mi familia por su apoyo y paciencia que tuvo durante todo el proceso de la realización del presente trabajo.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar un sincero agradecimiento a los docentes de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Mayor de “San Andrés”, por haber inculcado a mi persona, no solo información práctica-teórica, si no también formación integral en este campo de la tecnología.

A un gran docente al Lic. Valencia Tarqui Juan Carlos por el apoyo constante y tolerancia, no sólo a mi persona si no a toda la juventud del medio en que ahora se encuentra.

ÍNDICE

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice.....	iii
Resumen.....	xviii
Introducción.....	xiv

CAPITULO I MARCO INSTITUCIONAL

1.1 Marco Institucional.....	1
1.2 Descripción de la Empresa.....	1
1.3 Misión de la Empresa.....	2
1.4 Visión de la Empresa.....	2
1.5 Estructura Organizacional.....	3
1.6 Descripción del Departamento de Telecel.....	4
1.7 Estructura Organizacional del Departamento.....	5

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1 Introducción a las Comunicaciones Móviles.....	6
2.2 Descripción del Sistema Celular.....	6
2.3 Sistemas Mundial de Comunicaciones Móviles.....	8
2.4 Tecnología GSM Diferenciador	10
2.5 Elementos de la red GSM.....	10
2.5.1 La Estación Móvil	11
2.5.2 Transceptor de Estación Base.....	11
2.5.3 Controlador de Estación Base.....	11

2.5.4	Subsistema de Estación Base	12
2.5.5	Central de Conmutación Móvil.....	12
2.5.6	Registro de Identificación de Equipos.....	12
2.5.7	Registro de Localización de Abonado.....	12
2.5.8	Centro de Autenticación.....	13
2.5.9	Ubicación Registro de Visitantes.....	13
2.5.10	Subsistema de Red y Conmutación.....	13
2.6	Interfaces GSM.....	15
2.7	Los Servicios de Datos GSM.....	16
2.8	General Packet Radio Service 2.5 G(GPRS).....	17
2.8.1	Evolución de GSM.....	17
2.8.2	Tecnología GPRS.....	18
2.8.3	Arquitectura de Red.....	19
2.9	Arquitectura Actual en GSM para TELECEL.....	21
2.10	Bandas de Frecuencia.....	23
2.11	Conceptos Básicos.....	24
2.11.1	Relación de Onda Estacionaria (VSWR).....	24
2.11.2	Contactador.....	25
2.11.3	Protector de Transientes.....	25
2.11.4	BiasTee/ Unidad VSWR/Supresor de Descargas.....	26

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1	Exposición de Motivos de la Pasantía.....	28
3.2	Objetivo General.....	28
3.3	Cronograma de Actividades.....	29
3.4	Desarrollo de actividades.....	29
3.5	Descripción de los Equipos	31
3.5.1	Subsistema de Energía Eléctrica.....	31
3.5.2	Subsistema de Iluminación Interior y Exterior.....	33

3.5.3	Subsistema de Aires Acondicionados.....	33
3.5.4	Subsistema de Baliza.....	36
3.5.5	Subsistema de Tierra.....	39
3.5.5.1	MGB (Barra Principal de Puesta a Tierra).....	40
3.5.5.2	LBG (Barra local de puesta a Tierra).....	40
3.5.6	Subsistema de Energía de Respaldo.....	43
3.5.6.1	Banco de Baterías.....	43
3.5.6.1.1	Mantenimiento Preventivo.....	45
3.5.6.2	Grupo Electrónico.....	46
3.5.6.2.1	Mantenimiento Preventivo.....	48
3.5.6.3	Grupos Electrónicos Pequeños.....	50
3.5.7	Subsistema de Rectificador.....	50
3.5.7.1	Rectificador PS24600/75.....	51
3.5.7.1.1	Unidad de distribución AC.....	52
3.5.7.1.2	Unidad de distribución DC.....	53
3.5.7.1.3	Rectificadores HD2475-2.....	54
3.5.7.1.4	Módulo de Monitoreo PSM-A11.....	54
3.5.7.2	Rectificador PS48300/1800.....	55
3.5.7.2.1	Sistema de Composición y Configuración.....	56
3.5.7.2.1.1	Sistema de composición.....	56
3.5.7.2.1.2	Sistema de configuración.....	59
3.5.7.2.2	Unidad de Distribución AC.....	60
3.5.7.2.3	Unidad de Distribución DC.....	60
3.5.7.2.4	Rectificador R48-1800A.....	60
3.5.7.2.5	Módulo de Monitoreo MD500D.....	61
3.5.7.3	Mantenimiento.....	62
3.5.8	Subsistema de BTS.....	63
3.5.8.1	Transmisor– Receptor (Tranceiver o TRX).....	63
3.5.8.1.1	El módulo transmisor-receptor.....	64
3.5.8.1.1.1	Transmisión.....	64
3.5.8.1.1.2	Recepción.....	64

3.5.8.1.1.3	TRX Loop.....	64
3.5.8.1.2	Sintetizador de salto de frecuencia (FHS)	65
3.5.8.1.3	Amplificador de potencia.....	65
3.5.8.1.4	Fuente de poder.....	65
3.5.8.1.5	Análisis de Tráfico.....	65
3.5.8.2	TMU	66
3.5.8.3	BTS312 y BTS3012A.....	66
3.5.8.3.1	ABB.....	68
3.5.8.3.2	CDU.....	69
3.5.8.3.2.1	Descripción del Panel Frontal.....	70
3.5.8.3.3	ECDU.....	71
3.5.8.3.3.1	Descripción del panel frontal.....	72
3.5.8.3.4	PMU.....	73
3.5.8.3.5	PSU.....	74
3.5.8.4	BTS 3012.....	77
3.5.8.4.1	DDPU.....	77
3.5.8.5	Mantenimiento de la BTS.....	78
3.5.9	Subsistema de Radio.....	80
3.5.9.1	MINILINK ERICSSON.....	82
3.5.9.1.1	Descripción del Sistema	82
3.5.9.2	NEC PASSOLINK NEO	86
3.5.10	Subsistema de Cobertura.....	90
3.5.10.1	Antenas Sectoriales.....	90
3.5.10.2	Feeder.....	95
3.5.10.3	Los TMA.....	97
3.5.10.3.1	Tipos de TMA.....	98
3.5.10.3.1.1	Simplex TMA.....	99
3.5.10.3.1.2	Duplex TMA.....	99
3.5.10.3.1.3	Dual Duplex TMA.....	99
3.5.10.3.2	Características básicas de los TMA.....	99
3.5.10.4	Mantenimiento Preventivo.....	100

3.6	Senales de Uplink yDownlink.....	100
3.6.1	Camino de Procesamiento de la Señal Up Link.....	100
3.6.2	Camino de Procesamiento de la Señal Down Link.....	101
3.7	Alarmas en las Estaciones.....	102
3.7.1	Alarma de DDPU y ROE.....	102
3.7.1.1	VSWR.....	103
3.7.1.2	Distancia de Falla.....	104
3.7.1.3	Perdida de Retorno.....	104
3.7.2	Alarma de TRX.....	105
3.7.3	Alarma en PMU.....	105
3.7.4	Alarma en el Rectificador.....	105
3.7.5	Alarmas de radios.....	106
3.7.5.1	Analizador de E1s.....	107

CAPITULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	Conclusiones.....	108
4.2	Recomendaciones.....	109
4.3	Bibliografía.....	111
4.4	Anexo.....	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Estructura Organizacional de la Empres.....	3
Figura 1.2. Estructura Organizacional del Departamento de la Pasantía.....	5
Figura 2.1 Interconexión de Celdas.....	7
Figura 2.2 Acceso Múltiple por División de Frecuencia y Tiempo (FDMA y TDMA)...	9
Figura 2.3 Elementos de la red GSM.....	14
Figura 2.4 Interfaces GSM.....	15
Figura 2.5 Interfaces MS-BTS, BTS-BSC y BSC-MSC.....	16
Figura 2.6 Evolución de GSM.....	18
Figura 2.7 Nodo GGSM en GPRS.....	19
Figura 2.8 Nodo SGSN en GPRS.....	19
Figura 2.9 Introducción del PCU en la BSC.....	20
Figura 2.10 Arquitectura GSM de la red TELECEL.....	21
Figura 2.11 Equipos de la Red Celular.....	22
Figura 2.12 Contactor.....	25
Figura 2.13 Diagrama funcional del supresor o Biastee.....	27
Figura 2.14 BiasTee.....	27
Figura 3.1 Tableros de Distribución de Energía AC.....	31
Figura 3.2 Etiquetado del Tablero de Distribución.....	32
Figura 3.3 Temporizador con sus respectivos contactores.....	34
Figura 3.4 Vista de un Aire Acondicionado.....	34
Figura 3.5 Contactor Quemado.....	35
Figura 3.6 Vista de los Aires Escarchados (congelados).....	36
Figura 3.7 Vista de la Baliza.....	37
Figura 3.8 Vista de la Fococélula y su térmico.....	38
Figura 3.9 Interior de una Fococélula.....	39
Figura 3.10 Diagrama del Sistema de Puesta a Tierra.....	40
Figura 3.11 Barra de Cobre LBG.....	41
Figura 3.12 Aterramiento y Vulcanizado de los Feeders.....	41

Figura 3.13	Aterramiento de la Jabalina	43
Figura 3.14	Medición de la Resistividad.....	43
Figura 3.15	Vista del Banco de Baterías.....	44
Figura 3.16	Conexión del Banco al Rectificador.....	45
Figura 3.17	Vista del Rectificador y su Banco.....	45
Figura 3.18	Grupo Generador.....	46
Figura 3.19	Vista del Motor del Grupo.....	46
Figura 3.20	Tableros de Control del Grupo Generador.....	48
Figura 3.21	Grupo Electrónico Transportable.....	50
Figura 3.22	Vista del Rectificador PS24600/75.....	52
Figura 3.23	Entrada de las Fases al Rectificador	52
Figura 3.24	Térmico AC con su protector de transientes.....	53
Figura 3.25	Fusibles del Rectificador PS24600/75.....	53
Figura 3.26	Térmicos de Distribución DC.....	53
Figura 3.27	Vista de los Rectificadores HD2475-2.....	54
Figura 3.28	Vista del Módulo de Monitoreo PSM-A11.....	55
Figura 3.29	Estructura de Sistema PS48300/1800 – X1.....	57
Figura 3.30	Estructura de Sistema PS48300/1800 – X2.....	58
Figura 3.31	Estructura de Sistema PS48300/1800 – X3.....	58
Figura 3.32	Estructura de Sistema PS48300/1800 – X6.....	59
Figura 3.33	Fusibles del Rectificador PS248300.....	60
Figura 3.34	Térmicos de distribución DC.....	60
Figura 3.35	Módulos de Rectificación R48-1800A.....	61
Figura 3.36	Vista del Módulo de Monitoreo MD 500D.....	61
Figura 3.37	Rectificador Ajustado y Limpiado.....	62
Figura 3.38	Vista Frontal de la Tarjeta TMU.....	66
Figura 3.39	Disposición de Tarjetas para la BTS 312.....	67
Figura 3.40	Panel Frontal de ABB.....	68
Figura 3.41	Estructura CDU.....	69
Figura 3.42	Panel frontal del CDU.....	70
Figura 3.43	Estructura ECDU.....	72

Figura 3.44 Panel frontal del ECDU.....	72
Figura 3.45Panel Frontal de PMU.....	74
Figura 3.46 Panel Frontal de PSU.....	75
Figura 3.47 Tarjetas que muestran el Sector de la BTS 312.....	76
Figura 3.48 Interior de la BTS 312.....	76
Figura 3.49 Vista de las tarjetas DDPU de la BTS 3012.....	77
Figura 3.50 Vista de las TRX de la BTS 3012.....	77
Figura 3.51 Interior de la BTS 3012 y su FAN.....	78
Figura 3.52 Polvo en el FAN de la BTS 3012.....	79
Figura 3.53 Limpieza a la BTS 3012A	79
Figura 3.54 Limpieza del Extractor de la BTS3012A.....	79
Figura 3.55 BTS 3012A después de su limpieza.....	80
Figura 3.56 ODU (RAU) del Radio Minilink	83
Figura 3.57 IDU del Radio Minilink.....	83
Figura 3.58 Cable IF que conecta ODU con IDU	83
Figura 3.59 Disposición de las tarjetas en la unidad AMM 4-U.....	84
Figura 3.60 Unidades RAU con Configuración 1+1 Minilink	84
Figura 3.61 Disposición de las tarjetas en la unidad AMM 2U-3.....	84
Figura 3.62 Unidad RAU con configuración 1+0.....	84
Figura 3.63 Software del Minilink, Minilink Service Manager.....	85
Figura 3.64 Disposición de tarjetas en la IDU NEC	86
Figura 3.65 ODU del Radio NEC.....	86
Figura 3.66 Cable IF par el NEC (configuración 1+1).....	86
Figura 3.67 Antena y ODU en Configuración 1+1 Passolink Neo.....	87
Figura 3.68 Software del NEC Passolink, PNMT.....	88
Figura 3.69 Radio Minilink y NEC en un solo Rack.....	88
Figura 3.70 RAU sin Cable de Tierra.....	89
Figura 3.71 Aumento de cable de tierra al RAU de la Figura 3.71 después del mantenimiento.....	89
Figura 3.72 Comparación del Haz de la Antena Sectorial con las Antenas Direccional y Omnidireccional	91

Figura 3.73 Lóbulo con el Tilt Eléctrico.....	91
Figura 3.74 Lóbulo con el Tilt Mecánico.....	91
Figura 3.75 Diagrama B de la Antena Kathrein, es la actual utilizada.....	93
Figura 3.76 Antena Sectorial tipo741 320 y su Lóbulo de Radiación. Fuente: Kathrei.....	94
Figura 3.77 Vista del Interior de una Antena Sectorial Kathrein.....	95
Figura 3.78 Vista de la Instalación de los Feeders.....	96
Figura 3.79 Conectores de ½ pulgada o 7/8 pulgada.....	96
Figura 3.80 Conector de 1 5/8 pulgada.....	97
Figura 3.81 Amplificadores y Atenuadores de los TMA.....	97
Figura 3.82 Señal a ruido (S/N) sin utilizar TMA.....	98
Figura 3.83 Señal a ruido (S/N) utilizando TMA.....	98
Figura 3.84 Mediciones y equipos de prueba.....	103
Figura 3.85 Mediciones con el site master.....	104
Figura 3.86 Rectificador PS48300/1800 Alarmado.....	106
Figura 3.87 Prueba con el Analizador.....	107

ÍNDICE DE ANEXOS

Tabla 2.1 Plan Telefonía Móvil Celular Base a Móvil.....	23
Tabla 2.2 Plan Telefonía Móvil Celular Móvil a Base.....	24
Tabla 3.1 Parámetros del Rectificador PS48300/1800.....	56
Tabla 3.2 Indicadores y Significados de ABB.....	68
Tabla 3.3 Indicadores del Panel Frontal de la CDU.....	71
Tabla 3.4 Indicadores del Panel Frontal de la ECDU.....	73
Tabla 3.5 Indicadores y significados de la PMU.....	74
Tabla 3.6 Indicadores y significados de la PSU.....	75
Tabla 3.7 Banda de Microondas.....	81
Tabla 3.8 Tipo de cable según alturas o longitudes de tramo.....	95
Tabla A1. Cronograma Bimestral.....	112
Tabla A2. Formulario de Infraestructura.....	103
Tabla A3. Formulario de Insumos.....	104
Tabla A4. Formulario de Energía.....	115
Tabla A5. Formulario de Energía para Outdoor.....	116
Tabla A6. Formulario de BTS 3012.....	117
Tabla A7. Formulario de BTS 312 y 3012 A	119
Tabla A8. Formulario de Enlace.....	122
Tabla A9. Formulario de Carga y Descarga de Baterías.....	123
Tabla A10. Enlaces de Microondas de la Red TELECEL, Mes Abril. Fuente: S.T.S.....	124
Tabla A11. Red de las Estaciones Terrenas Satelitales.....	159

RESUMEN

El crecimiento rápido de la tecnología y el desarrollo de las redes de telecomunicaciones de diferentes empresas, hace necesario su mantenimiento en las distintas radio bases ubicados en diferentes lugares de la ciudad de La Paz.

La empresa Servicio de Telecomunicaciones Sociedad Bolivia Ltda. (STS Bolivia Ltda.), cuenta con la disposición de personal calificado en el área de redes para poder dar soporte oportuno a las radio bases.

El respectivo mantenimiento de las diferentes radios bases se realiza bimestralmente, por el departamento de mantenimiento TELECEL de STS Bolivia Ltda. presta un servicio oportuno, manteniendo la operatividad de los sistemas de comunicación en momentos críticos. Asignando un número de radio bases a cada uno de los cuatro grupos, y un pasante; con un cronograma de actividades, planificadas por el jefe departamental.

Para el mantenimiento de las radios bases el pasante apoya en forma activa a las diferentes actividades realizadas por los técnicos de: transmisión, energía e infraestructura.

Al terminar el respectivo mantenimiento, los tres técnicos y el pasante deben de realizar la limpieza de la estación y en caso de ser necesario el desyerbado del mismo.

También existe un grupo de emergencias para solucionar cualquier falla o inconveniente que presenten las estaciones, y el grupo de apoyo que se encuentra alerta durante las 24 horas.

INTRODUCCIÓN

Con el avance de la tecnología, crece la demanda estas necesidades se convierten en requerimientos de infraestructura necesaria para brindar los servicios solicitados por el país.

La empresa Servicio de Telecomunicaciones Sociedad Bolivia Limitada, STS Bolivia Ltda., es una empresa que ofrece servicios de Planificación, Instalación y Mantenimiento de Redes de Telecomunicaciones, buscando satisfacer las necesidades y expectativas evolutivas de los clientes y la sociedad, mediante el suministro oportuno de servicios y aplicaciones de telecomunicaciones.

Las principales responsabilidades que tiene la empresa son: cubrir los requisitos exigidos por sus clientes y aportar al desarrollo del país en materia de telecomunicaciones.

El departamento de mantenimiento TELECEL surge con la necesidad de garantizar la operación y desarrollo de la plataforma física de redes de telecomunicaciones, en el año 2007, cuando se conforma esta unidad, y para ese entonces contaba con un personal de tres grupos con cuatro técnicos, un Jefe de Proyecto Departamental y un Jefe de Proyecto Nacional, desde entonces que se realizan el respectivo mantenimiento de las diferentes radio bases de TELECEL (TIGO) con un personal asignado para emergencias.

El respectivo mantenimiento de las diferentes radio bases se realiza bimestralmente, asignando un número de radio bases a cada uno de los cuatro grupos, con un cronograma de actividades realizado por el Jefe Departamental del Proyecto TELECEL.

Para el mantenimiento de las radio bases cada grupo cuenta con tres técnicos los cuales son de transmisión, energía e infraestructura respectivamente; conformado por un Jefe de Proyecto Nacional, un Jefe de Proyecto Departamental, cuatro grupos y cada grupo cuenta con tres técnicos especializados en telecomunicaciones de los cuales uno es de transmisión que viene a ser el responsable del grupo; aceptando 4 pasantes en áreas afines a las telecomunicaciones.

Todo el departamento tiene un cronograma bimestral en el cual se encuentra ya asignado el personal de emergencia por semana, el personal de apoyo, y el respectivo mantenimiento en los diferentes lugares acompañados de un pasante, en las diferentes Radio Bases en la ciudad de La Paz.

También es importante mencionar que la empresa da el servicio de mantenimiento en los departamentos de nuestro país.

CAPITULO I

MARCO INSTITUCIONAL

1.3 La Empresa

STS Bolivia Ltda., es una empresa dedicada a ofrecer Servicios Integrales de Planificación, Instalación y Mantenimiento de Redes de Telecomunicaciones.

Las principales responsabilidades que tiene la empresa son: cubrir los requisitos exigidos por sus clientes y aportar al desarrollo del país en materia de telecomunicaciones, basado en su amplia experiencia de varios años en el país y en el exterior, realizando con éxito importantes proyectos.

Actualmente se destaca la amplia cartera de clientes a quienes la empresa brinda sus servicios integrales de planificación, instalación y mantenimiento de redes de telecomunicaciones.

1.4 Descripción de la Empresa

La empresa cumple con diferentes funciones específicas, las cuales se mencionan a continuación:

- Diseño preliminar de redes de telecomunicaciones.
- Análisis topográfico y previsiones de cobertura.
- Estudio de la solución de red de telecomunicaciones requerida.
- Diseño de redes de telecomunicaciones
- Control de calidad y optimización de redes.
- Monitoreo de redes
- Operación y administración de redes.
- Mantenimiento de redes de telecomunicaciones.
- Diseño de gestión de sistemas de gestión de redes de telecomunicaciones.

-
- Gestión de proyectos.
 - Obras civiles e infraestructura de redes de telecomunicaciones.
 - Servicios en redes de fibra óptica, redes de acceso, planta externa y cable TV.
 - Instalación de equipos de telecomunicaciones.
 - Proyectos de redes de telecomunicaciones llave en mano.

1.5 Misión de la Empresa

Somos una empresa dedicada al rubro de las telecomunicaciones, promovemos la calidad en nuestro trabajo y servicio, el éxito de nuestra empresa depende de la satisfacción de nuestros clientes y son ellos quienes determinan nuestras acciones.

Nuestra Misión es Lograr clientes 100% satisfechos. Para ello SUMINISTRAMOS soluciones óptimas, de manera que puedan lograr los objetivos de forma rápida, eficiente y económica.

Aprovechamos las sinergias que existen en nuestro personal y asignamos un rol fundamental de la tecnología informática y de comunicaciones, base de todas nuestras actividades.

Estas son nuestras fuerzas y de ellas obtenemos nuestra más importante ventaja competitiva.

1.6 Visión de la Empresa

Somos la mejor empresa en el sector de SERVICIO AL RUBRO DE LAS TELECOMUNICACIONES.

Todos los días enfocamos nuestro conocimiento con el fin de lograr la SOLUCIÓN MAS OPTIMA Y ADECUADA para nuestros clientes y sólo estamos

satisfechos cuando nuestras soluciones son las que SATISFACEN PLENAMENTE LAS NECESIDADES DE ESTOS.

Superamos las expectativas de nuestros clientes y somos líderes del mercado donde quiera que hagamos negocios, ya sea en la implementación de un concepto global o en acciones individuales y para la realización del trabajo a tiempo, damos lo mejor de nosotros.

1.5 Estructura Organizacional

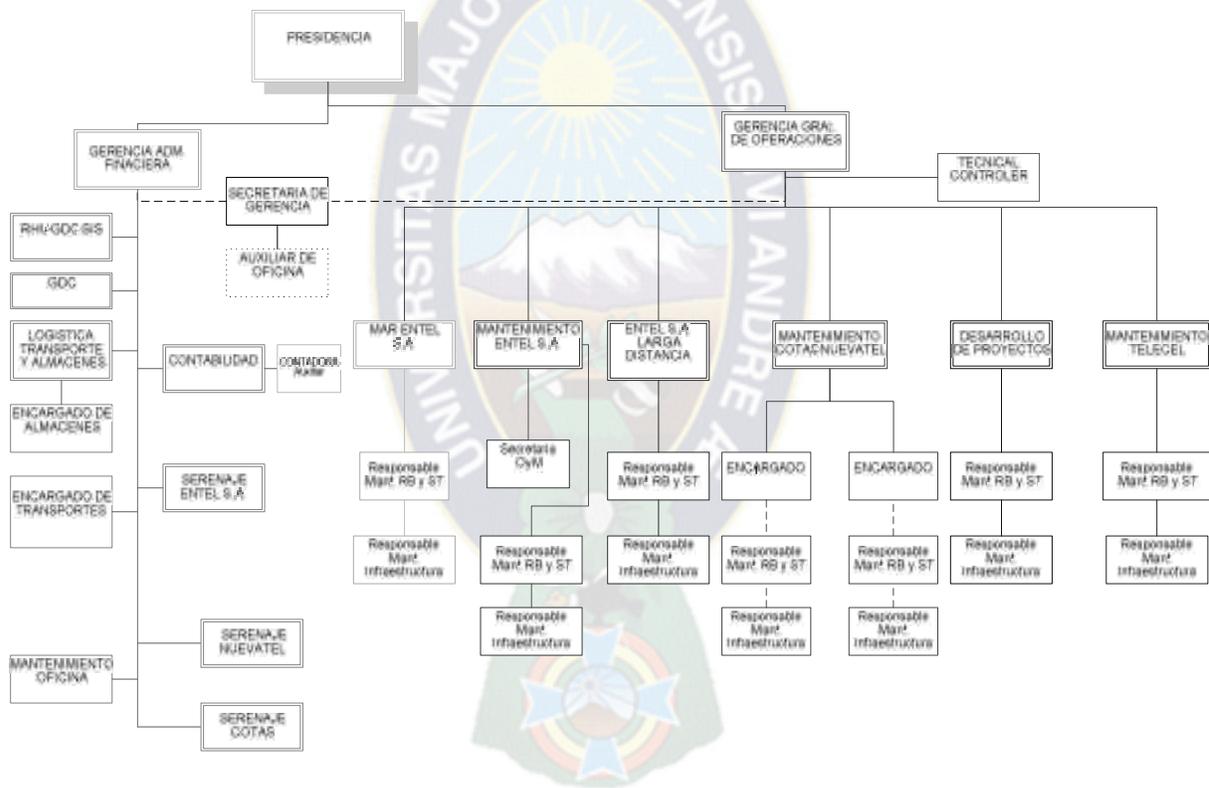


Figura 1.1. Estructura Organizacional de la Empresa

1.6 Descripción del departamento de TELECEL.

El departamento de mantenimiento TELECEL surge con la necesidad de garantizar la operación y desarrollo de la plataforma física de redes de telecomunicaciones, existentes en los diferentes sectores de la ciudad de La Paz.

Es en el año 2007, cuando se conforma esta unidad, y para ese entonces contaba con un personal de tres grupos y cuatro técnicos, un Jefe de Proyecto Departamental y un Jefe de Proyecto Nacional.

Es desde entonces que se realizan el respectivo mantenimiento de las diferentes radio bases de TELECEL (TIGO) con un personal asignado para emergencias, para atender cualquier falla que pudiera presentarse en una radio base en las 24 horas del día, para dar solución inmediatamente y un personal de apoyo en caso que el de emergencia no pueda intervenir. Así también se fue realizando trabajos extras como migraciones de diferentes sistemas de energía y fuentes de alimentación, migración de radios y cableado estructurado entre otros.

Es desde el año 2008 que se organiza de diferente forma debido a que las radio bases de TELECEL aumentan, se conforma de un Jefe de Proyecto Nacional, un Jefe de Proyecto Departamental, cuatro grupos y cada grupo cuenta con tres técnicos especializados en telecomunicaciones de los cuales uno es de transmisión que viene a ser el responsable del grupo, otro es de energía y él último de infraestructura; con un pasante en áreas afines a las telecomunicaciones. Todo el departamento tiene un cronograma bimestral (Tabla 2.1) en el cual se encuentra ya asignado el personal de emergencia por semana, el personal de apoyo, y el respectivo mantenimiento en los diferentes lugares, de las diferentes radio bases en la ciudad de La Paz.

Las funciones de este departamento son:

- Garantizar la operación de la Red de TELECEL las 24 horas y los 365 días del año.
- Realizar mantenimiento preventivo en cada radio base.
- Realizar trabajos extras para una mejor gestión de la red.

1.7 Estructura Organizacional del Departamento

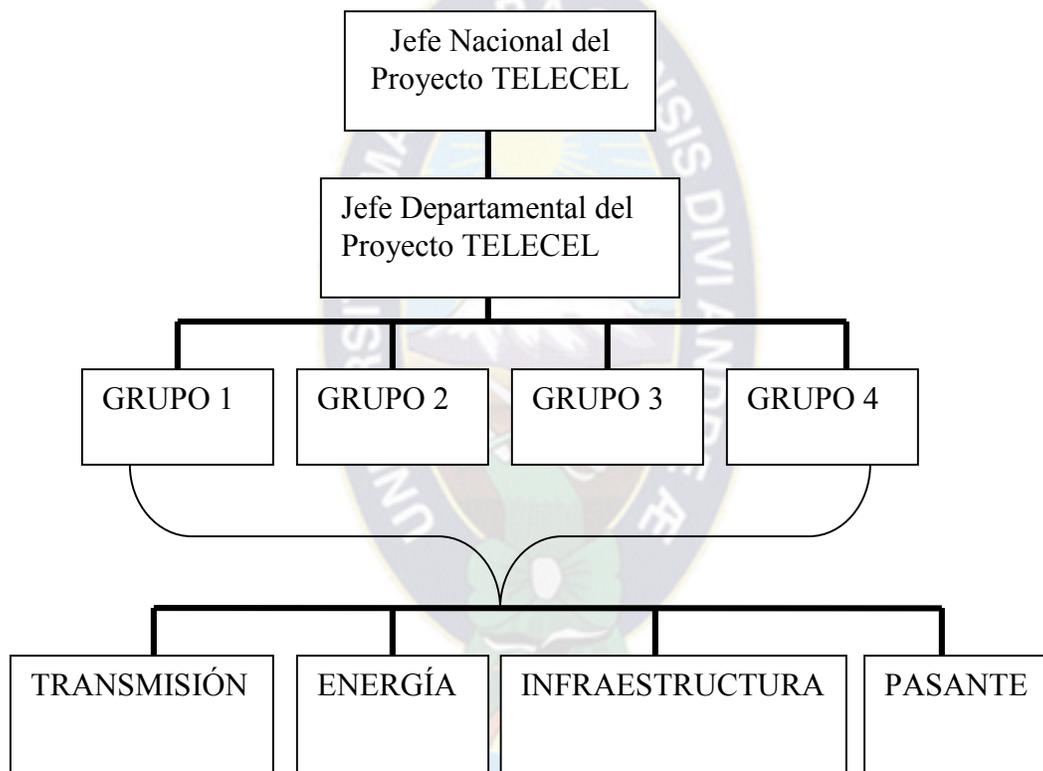


Figura 1.2. Estructura Organizacional del Departamento de la Pasantía

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.2 Introducción a las Comunicaciones Móviles

Por definición, el término “comunicaciones móviles” describe cualquier enlace de radiocomunicaciones entre dos terminales, de los cuales al menos uno está en movimiento, o parado, pero en localizaciones indeterminadas, pudiendo el otro ser un terminal fijo, como una estación base.

La definición es de aplicación a todo tipo de enlace de comunicación, ya sea móvil a móvil o fijo a móvil. De hecho, el enlace móvil a móvil consiste muchas veces en un enlace móvil a fijo a móvil. El término móvil puede referirse a vehículos de todo tipo como automóviles, aviones, trenes o sencillamente a personas paseando por las calles.

2.2 Descripción del Sistema Celular

La telefonía móvil consiste en ofrecer un acceso vía radio a un abonado de telefonía, de tal forma que pueda realizar y recibir llamadas dentro del radio de cobertura del sistema (área dentro de la cual el terminal móvil puede conectarse con el sistema de radio para llamar o ser llamado).

La diferencia entre un sistema móvil celular y uno cordless o sin hilos, es que mientras el primero se supone que tiene una cobertura amplia (normalmente cobertura nacional), en el caso de un sistema cordless se supone que la cobertura es limitada (un área de oficinas o los alrededores de un área residencial).

Los sistemas celulares incorporan la ventaja de dividir el área de cobertura en células, lo cual, limitando convenientemente la potencia con que se emite cada

frecuencia, permite la reutilización de las mismas a distancias bastante cortas y, por lo tanto, aumentar tremendamente la capacidad de los sistemas.

Por lo tanto, un sistema celular consta de células, cubiertas cada una por un sistema de radio que permite la conexión de los terminales móviles al sistema (estación base), y un sistema de conmutación (central de conmutación móvil) que permite la interconexión entre las estaciones bases y la conexión del sistema a la red de conmutación pública. (Figura 2.1)

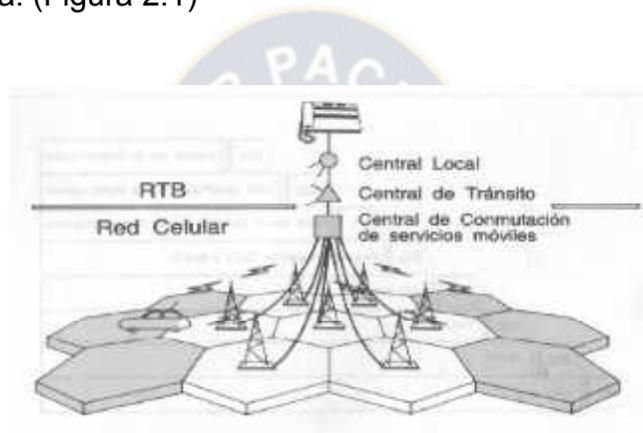


Figura 2.1 Interconexión de Celdas

Las estaciones bases (BTS) controlan la conexión de radio de los terminales móviles, y permiten tener permanentemente localizados a los distintos abonados (siempre que el terminal móvil este encendido).

La central de conmutación de móvil (MSC) realiza la conexión entre los distintos abonados o entre éstos y la red telefónica fija. Además, es la responsable de las funciones de operación y mantenimiento y de tarificación.

El nuevo sistema GSM, del que hablaremos posteriormente define un elemento intermedio, el controlador de estaciones bases (BSC), del que se definirán posteriormente sus funciones.

2.12 Sistemas Mundial de Comunicaciones Móviles

En 1980, muchos países de Europa fueron testigo de una rápida expansión de los sistemas de telefonía móvil analógica. Sin embargo, cada país desarrolló su propio sistema, la interoperabilidad a través de las fronteras y se convirtió en un factor limitante.

En 1982, la Conferencia Europea de Correos y Telecomunicaciones (CEPT), una asociación de operadores de teléfono y telégrafo en Europa, estableció un grupo de trabajo para desarrollar un nuevo sistema de comunicaciones móvil para abarcar el continente. Como su lengua de trabajo fue el francés, el grupo fue llamado Grupo Speciale Mobile (GSM).

El grupo GSM propuso los siguientes criterios para el nuevo sistema inalámbrico móvil:

- Buena calidad de voz.
- Bajo coste de los terminales y de servicio de itinerancia internacional.
- Terminales de mano.
- Apoyo para la introducción de nuevos servicios.
- Eficiencia espectral.
- Compatibilidad con la red integrada de servicios digitales (RDSI).

En 1989, la responsabilidad para el desarrollo de GSM fue trasladado al Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI), y la fase 1 de la especificación GSM se publicó en 1990. El primer servicio comercial se inició en 1991.

Cuando el idioma oficial del grupo GSM ha cambiado de francés a Inglés, GSM se ha cambiado de Groupe Speciale Mobile por Global System for Mobile Communications.

En 1994, la fase 2 de datos y servicios de fax se pusieron en marcha, y en 1995, la norma GSM fase 2 se terminó. El primer servicio GSM en los Estados Unidos se puso en marcha.

GSM utiliza una combinación de las tecnologías de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) y acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA). Con esta combinación, hay más canales de comunicación disponibles, y todos los canales son digitales. (Figura 2.2)

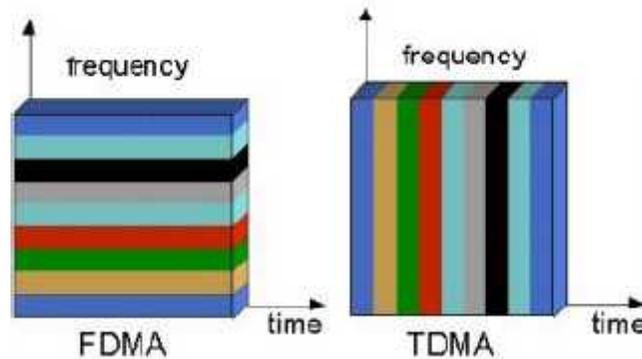


Figura 2.2 Acceso Múltiple por División de Frecuencia y Tiempo (FDMA y TDMA)

El servicio GSM está disponible en cuatro bandas de frecuencia:

- 450-MHz-Mejora de los mayores sistemas celulares analógicos en Escandinavia.
- 900-MHz, banda original de todo el mundo excepto en América del Norte y la mayor parte de América del Sur.
- 1800-MHz-Nueva banda para aumentar la capacidad y la competencia utilizado en todo el mundo excepto en América del Norte y la mayor parte de América del Sur.
- 1900-MHz-servicio de comunicaciones personales de banda utilizado en América del Norte y gran parte de América del Sur.

Las bandas de mayor frecuencia proporcionan capacidad adicional y mayor densidad de abonados.

Una de las ventajas únicas del GSM es su capacidad de servicio de la itinerancia internacional a causa de los acuerdos de itinerancia establecidos entre los distintos operadores GSM en todo el mundo.

2.13 Tecnología GSM Diferenciador

Una de las ventajas del GSM es que ofrece un módulo de identidad de suscriptor (SIM), también conocido como una tarjeta inteligente. La tarjeta inteligente contiene un chip de computadora y algunos de memoria no volátil y se inserta en una ranura en la base del teléfono móvil.

La memoria de la tarjeta inteligente tiene información sobre el abonado que permite acceder a una red inalámbrica para proporcionar servicios. La información incluye:

- El número de identidad del suscriptor.
- El número de teléfono.
- El original de red al que está suscrito el abonado.

La tarjeta inteligente se puede mover de un teléfono a otro. Un equipo lee la información de la tarjeta inteligente, y lo transmite a la red.

2.14 Elementos de la red GSM

Una red GSM se compone de los siguientes componentes de la red:

- Estación móvil (MS)
- Transceptor de estación base (BTS)
- Controlador de estación base (BSC)
- Subsistema de estación base (BSS)
- Centro de conmutación móvil (MSC)

-
- Registro identificación equipos (EIR)
 - Centro de autenticación (AUC)
 - Registro localización abonado (HLR)
 - Registro de localización de visitantes (VLR)

2.14.1 La Estación Móvil

La estación móvil (MS) es el punto de partida de una red inalámbrica móvil. La MS puede contener los siguientes componentes:

- Terminal móvil (MT)-teléfono celular GSM
- Los equipos terminales (TE)-PC o asistente digital personal (PDA)

La MS puede tener dos dispositivos de interconexión física (MT y TE) con un punto-a-punto o de un solo interfaz de dispositivo con funciones integradas.

2.14.2 Transceptor de Estación Base

Cuando un suscriptor utiliza la MS para hacer una llamada en la red, los componentes de la MS transmiten la petición de la llamada al transceptor de estación base (BTS). La BTS incluye todos los equipos de radio (es decir, antenas, dispositivos de procesamiento de señales, y amplificadores) necesario para la transmisión de radio dentro de una zona geográfica denominada célula. La BTS se encarga de establecer el vínculo con los componentes de la MS para modular y demodular señales de radio entre la MS y la BTS.

2.14.3 Controlador de Estación Base

El controlador de estación base (BSC) es el componente de control de la red de radio, y que gestiona las BTSs. El BSC se reserva para las frecuencias de radio comunicaciones y se encarga de la handoff entre BTSs cuando uno recorre la MS de

una célula a otra. El BSC se encarga de la paginación de los componentes de la MS para las llamadas entrantes.

2.14.4 Subsistema de Estación Base

Una red GSM está compuesta de muchos subsistemas de estación base (BSSs), cada uno controlado por una BSC. El BSS realiza las funciones necesarias para el seguimiento de las conexiones de radio de los componentes de la MS, de codificación y decodificación de voz, y la tasa de adaptación y de la red inalámbrica. Un BSS puede contener varios BTSs.

2.14.5 Central de Conmutación Móvil

La central de conmutación móvil (MSC) es un conmutador digital RDSI que establece conexiones con otras MSC y las BSC. El MSC forma el cable (fijo), columna vertebral de una red GSM y puede enrutar las llamadas a la red telefónica pública conmutada (RTPC). La MSC se puede conectar a un gran número de BSC.

2.14.6 Registro de Identificación de Equipos

El registro de identificación de equipos (EIR) es una base de datos que almacena la identidad internacional de equipo móvil (IMEI) de todas las estaciones móviles en la red. El IMEI es un identificador de equipo asignado por el fabricante de la estación móvil. El EIR ofrece características de seguridad tales como el bloqueo de llamadas de teléfonos que han sido robados.

2.14.7 Registro de Localización de Abonado

El registro de localización de abonado (HLR) es la base de datos central para todos los abonados locales de la red GSM. Almacena la información estática sobre los abonados, como la identidad internacional de abonado móvil (IMEI), servicios

suscritos, y una clave para la autenticación del suscriptor. El HLR almacena también información dinámica del abonado (es decir, la ubicación actual de los abonados móviles).

2.14.8 Centro de Autenticación

El centro de autenticación (AUC) está asociado con el HLR, esta base de datos contiene los algoritmos para la autenticación de usuarios y las claves necesarias del cifrado para proteger la entrada del usuario para la autenticación.

2.14.9 Ubicación Registro de Visitantes

La ubicación de registro de visitantes (VLR) es una base de datos distribuida que almacena temporalmente la información sobre las estaciones móviles que operan en zonas geográficas visitantes para los que el VLR es responsable. El VLR es controlado por el MSC. Cuando un nuevo abonado ambula en una zona de ubicación, el VLR se encarga de copiar la información del suscriptor HLR a su base de datos local. Esta relación entre el HLR y VLR evita en el HLR frecuentes actualizaciones de la base de datos, permitiendo un acceso más rápido a la información de abonado.

El HLR, VLR y AUC comprenden la gestión de bases de datos que apoyan la itinerancia (roaming internacional) en la red GSM. Estas bases de datos autentican los usuarios de GSM. Los tipos de información que incluyen son almacenar las identidades de abonado, área de ubicación actual, y los niveles de suscripción.

2.14.10 Subsistema de Red y Conmutación

El subsistema de red y conmutación (NSS) es el corazón del sistema GSM. Se conecta de la red inalámbrica a la red cableada normal. Es responsable de la handoff de llamadas de un BSS a otro y presta servicios tales como la carga, la

contabilidad, y la itinerancia. La Figura 2.3 muestra una red GSM y los elementos de red que contiene.

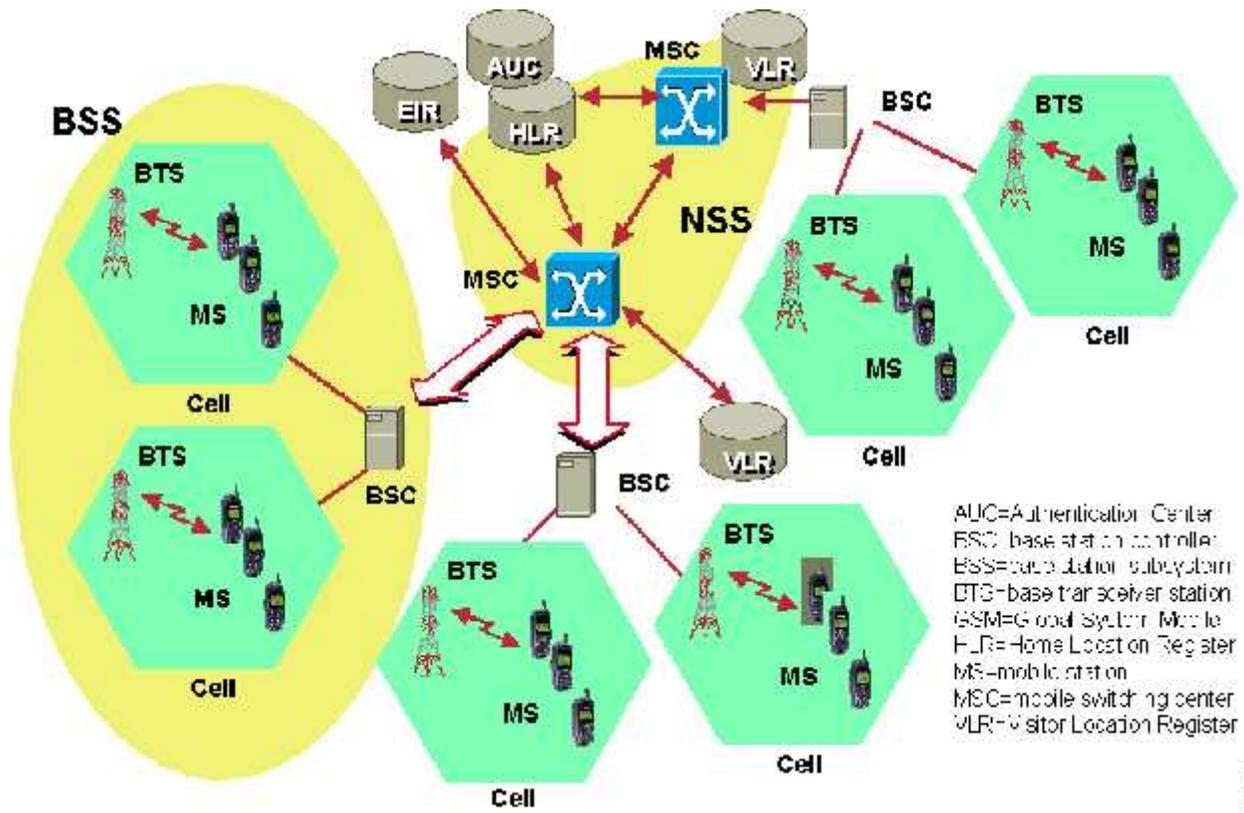


Figura 2.3 Elementos de la red GSM

2.15 Interfaces GSM

GSM utiliza varias interfaces de comunicación entre sus elementos de red. Las Figuras 2.4 y 2.5 muestran estas interfaces.

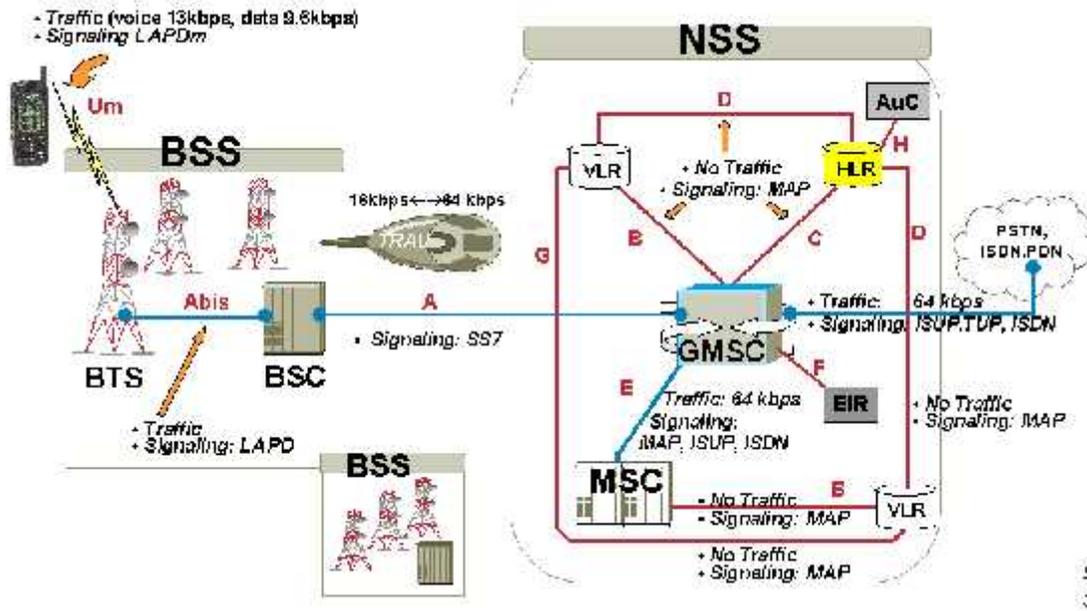


Figura 2.4 Interfaces GSM

Las interfaces de comunicación móvil inalámbrica se producen entre los elementos de la red de manera secuencial. En la Figura 2.4 la estación móvil transmite a las BTS, la BTS a la BSC y la BSC para el MSC. Las comunicaciones también se producen en las interfaces de la gestión de bases de datos (HLR, VLR, AUC, y EIR). Las comunicaciones deben llegar a la puerta de entrada del MSC (GMSC). El GMSC proporciona la puerta de entrada a la red telefónica pública conmutada (RTPC). Hay una interfaz entre cada par de elementos, y cada uno requiere su propia interfaz de serie de protocolos.

En el bloque de BSS, la estación móvil se comunica con la BTS a través de la interfaz Um con enlace RDSI utilizando el procedimiento de acceso móvil-D (LAP-Dm). Este canal lleva el tráfico de voz y datos. En este ejemplo, funciona a plena la

voz de tipos de 13 kbps (con el apoyo de LAP-Dm), y funciona a pleno los datos de tipos de 9,6 kbps. La BTS se comunica a la BSC con el uso de la interfaz Abis RDSI LAP-D protocolo de señalización. La BSC se comunica con la GMSC a través de la unidad de adaptación transcoder (TRAU), lo que se traduce en 16 kbps en el lado de la BTS y 64 kbps en el lado de la GMSC. Esta interfaz utiliza el sistema de señalización 7 (SS7) de protocolo, que define el establecimiento de la llamada y los servicios de llamadas a través de la interfaz.

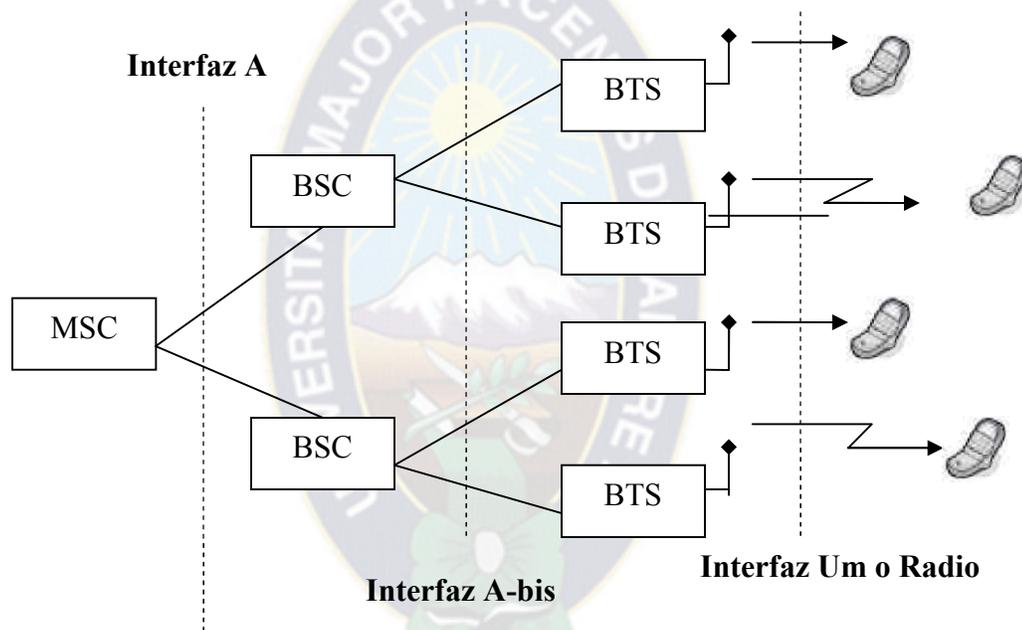


Figura 2.5 Interfaces MS-BTS, BTS-BSC y BSC-MSC

2.16 Los Servicios de Datos GSM

En GSM hay la necesidad de manejar tráfico de voz y datos, proporcionando dos modos de funcionamiento:

- Conmutación de circuitos (de alta velocidad con conmutación de circuitos de datos).
- Conmutación de paquetes (GPRS).

La Conmutación de circuitos ofrece al cliente un canal dedicado, todo el camino hasta el destino. El cliente tiene el uso exclusivo del circuito de la duración de la llamada, y se cobra por la duración de la llamada.

Con la conmutación de paquetes, el operador asigna uno o varios canales dedicados específicamente para uso compartido. Estos canales están en marcha y funcionando 24 horas al día, y cuando se necesita transferir datos, puede acceder a un canal y transmitir sus datos. La Conmutación de paquetes es más eficiente que la conmutación de circuitos.

La velocidad de transmisión de datos estándar de un canal GSM es 22,8 kbps.

2.17 General Packet Radio Service 2.5 G (GPRS)

Para hablar de GPRS primero mencionemos los problemas de la conexión a Internet con GSM.

- Costo de conexión y costo de servicio separados.
- Retardo muy grande, de 400 a 500 mseg: Ineficiente en protocolo TCP/IP.
- Velocidad máxima de transferencia de 9,6 Kbps.
- Tiempo de establecimiento sesión muy grande.
- Las aplicaciones deben de ser reinicializadas en cada sesión. Tiempo de establecimiento de conexión, de 15 a 30 segundos.
- Problemas para mantener la conectividad en Roaming.

2.17.1 Evolución de GSM

La solución a los anteriores problemas implica la evolución de GSM de 2 G a 2,5 G y el uso del protocolo WAP.

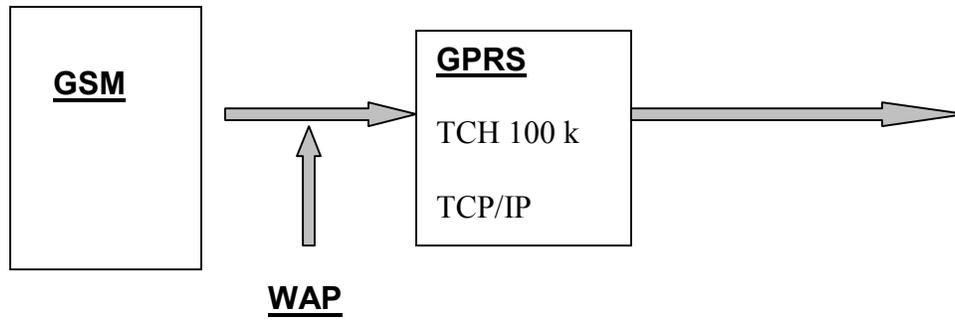


Figura 2.6 Evolución de GSM

2.17.2 Tecnología GPRS

La tecnología GPRS permite a las redes celulares una mayor velocidad y ancho de banda sobre el GSM, mejorando las capacidades de acceso móvil al Internet.

El principal problema de la tecnología Internet sobre GSM, resulta de su incompatibilidad con los teléfonos móviles diseñados para GSM, incluso con los que ya soportaban el protocolo WAP para acceso al Internet.

El sistema general de radio por paquetes (GPRS) ofrece paquetes de acceso de radio para móviles Global System for Mobile Communications (GSM) y la división en el tiempo de acceso múltiple (TDMA) de usuarios. Además de proporcionar nuevos servicios para el usuario móvil de hoy, GPRS es importante como un paso hacia la migración de tercera generación (3G) de redes. GPRS permite a los operadores de redes IP para implementar un núcleo basado en la arquitectura de aplicaciones de datos, que seguirán siendo utilizados y la ampliación de los servicios 3G de voz y datos integrados de las aplicaciones. GPRS especificaciones están escritos por la norma europea de telecomunicaciones (ETSI), la contrapartida de la American National Standard Institute (ANSI).

2.17.3 Arquitectura de Red

GPRS introduce dos nuevos nodos:

- ✓ Gateway GPRS Support Node (GGSN): actúa como una interfaz lógico hacia las redes de paquetes de datos externas (router).

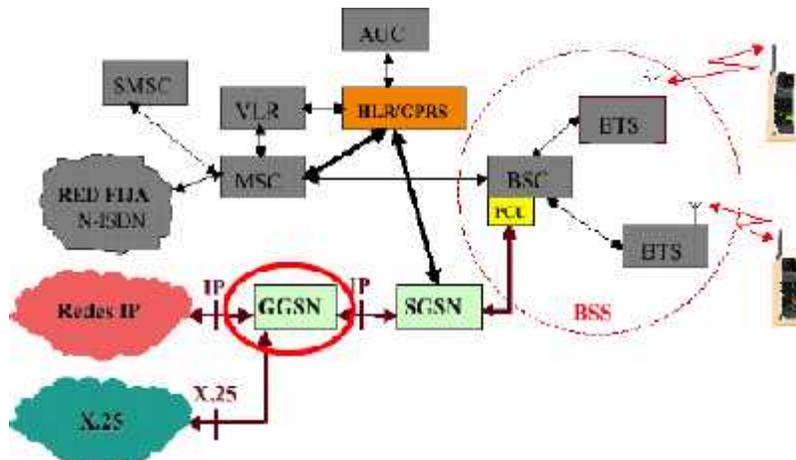


Figura 2.7 Nodo GGSM en GPRS

- ✓ Serving GPRS Support Node (SGSN): es responsable de la entrega de paquetes al terminal móvil en su área de servicio.

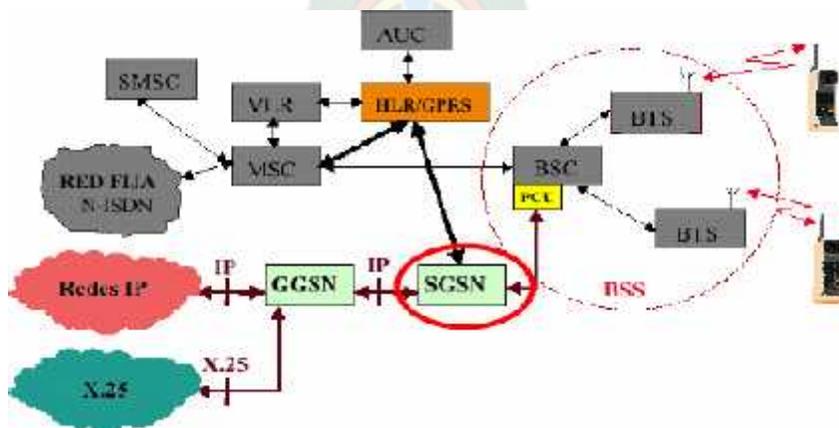


Figura 2.8 Nodo SGSN en GPRS

También introduce a nivel de BSC (Base Station Control) el denominado Packet Control Unit (PCU).

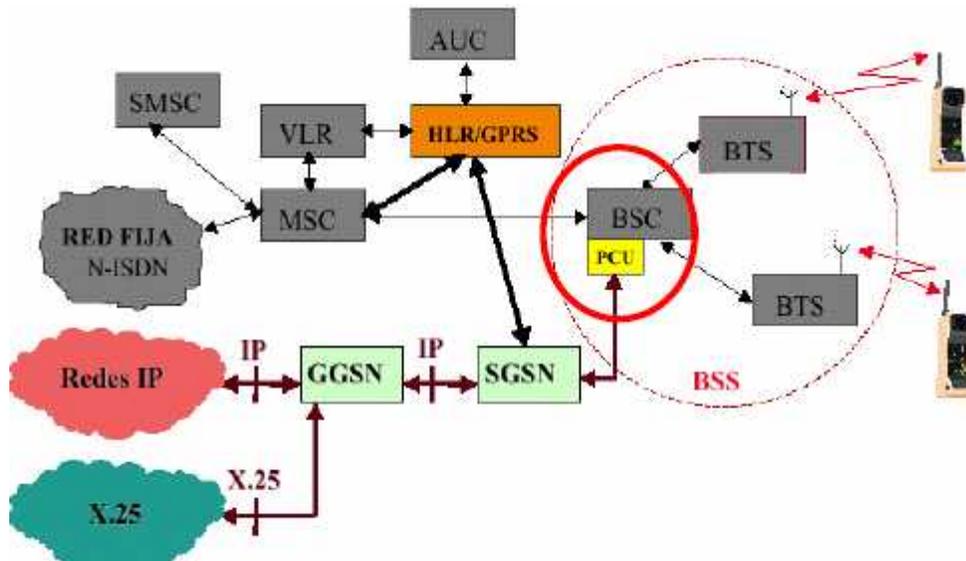


Figura 2.9 Introducción del PCU en la BSC

Por lo tanto con GPRS se tiene conmutación de paquetes, que nos presenta:

- Velocidades de hasta 144 Kbps.
- Conexión permanente.
- Tiempo de establecimiento de conexión inferior al segundo.
- Pago por cantidad de información transmitida, no por tiempo de conexión.
- Los recursos se utilizan cuando se necesitan.

Las ventajas de GPRS se pueden mencionar de dos maneras:

- Ventajas para el usuario:
 - ✓ Siempre conectado.
 - ✓ Paga lo que se transmite.
 - ✓ Costo nulo de establecimiento de conexión.

- ✓ Mayor velocidad de conexión.
 - ✓ Posibilidad de recibir/establecer llamadas estando conectado.
 - ✓ Transmisión asimétrica, acorde para la navegación.
- Ventajas para el operador:
 - ✓ Uso más eficiente de los recursos.
 - ✓ Compartir los canales disponibles entre varios usuarios.

2.18 Arquitectura Actual en GSM para TELECEL.

La arquitectura con la que se cuenta en nuestra red TELECEL (TIGO) es la GSM 2,5G; es decir la red cuenta con GPRS; por lo tanto la arquitectura GSM se muestra en la Figura 2.10.

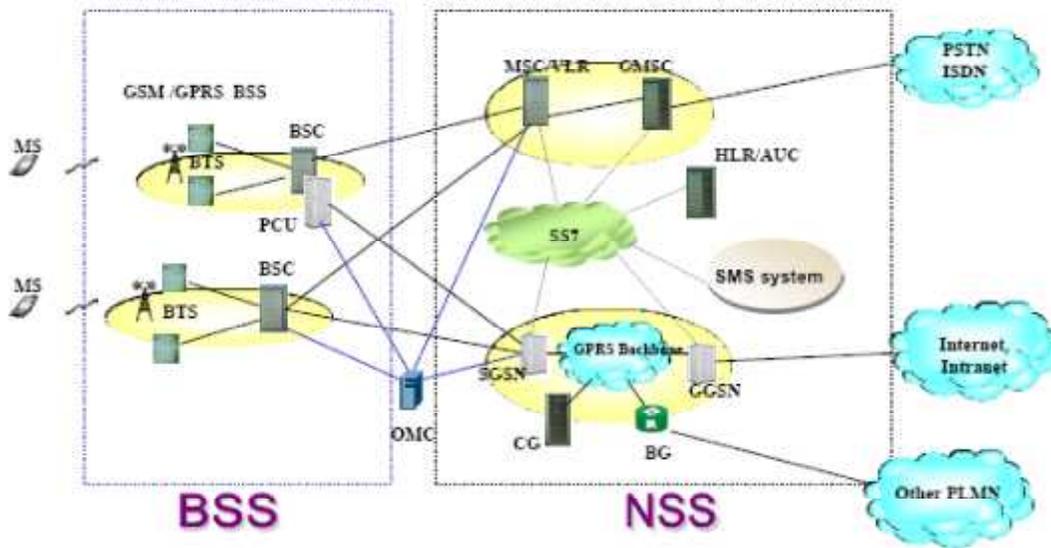


Figura 2.10 Arquitectura GSM de la red TELECEL

Algunos de los equipos de la red celular se pueden ver en la Figura 2.11



Figura 2.11 Equipos de la Red Celular

Se debe mencionar que ahora TELECEL cuenta con una red UMTS es decir una red de tercera generación (3G); pero esta tecnología no está disponible en toda su red; se tiene nodos B en puntos estratégicos. Esto es debido a que no se lanzó todo el servicio de una sola vez, sino que en su primera fase se hizo el análisis de cuanto será utilizado el servicio por la población ya que el ofrecer un nuevo servicio implica grandes gastos de inversión y éstos deben ser recuperados por el servicio en el lapso de un periodo. Los datos que se tiene es que se tuvo un buen uso del servicio llegando incluso a congestionarse por muchas llamadas en determinados nodos por lo que se pasó a la segunda fase que es la ampliar la red de tercera generación.

2.19 Bandas de Frecuencia

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

- Enlace Ascendente (Móvil – Base): 890 MHz a 915 MHz.
- Enlace Descendente (Base – Móvil): 935 MHz a 960 MHz.
- Sistema DUPLEX con espaciado entre canales: 45MHz.
- Ancho de Banda del Radio canal: 200 KHz.
- 125 Radio canales bidireccionales disponibles.
- Cada radio canal soporta 8 usuarios simultáneos.
- Los canales se numeran de 0 a 124 mediante ARFCN.
- El canal 0 es utilizado como banda de guarda entre GSM y otros sistemas.

Los planes de telefonía móvil celular se muestran en las tablas 2.1 y 2.2

Banda	Frecuencias [MHz]	Operador
A ext.	824 a 825	TELECEL S.A.
A	825 a 835	TELECEL S.A.
B	835 a 845	ENTEL S.A.
A ext.	845 a 846.5	TELECEL S.A.
B ext.	846.5 a 849	ENTEL S.A.

Tabla 2.1 Plan Telefonía Móvil Celular Base a Móvil

Banda	Frecuencias [MHz]	Operador
A' ext.	869 a 870	TELECEL S.A.
A'	870 a 880	TELECEL S.A.
B'	880 a 890	ENTEL S.A.
A' ext.	890 a 891.5	TELECEL S.A.
B' ext.	891.5 a 894	ENTEL S.A.

Tabla 2.2 Plan Telefonía Móvil Celular Móvil a Base

2.20 Conceptos Básicos

2.20.1 Relación de Onda Estacionaria (VSWR)

Se define la relación de onda estacionaria o ROE como el cociente del voltaje máximo de la onda estacionaria en la línea sobre el voltaje mínimo en la línea.

$$ROE = VSWR = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{1 + |\rho_V|}{1 - |\rho_V|} \quad (2.1)$$

Donde ρ_V es el coeficiente de reflexión que está definido por:

$$\rho = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (2.2)$$

Donde: Z_L = Impedancia de la carga
 Z_0 = Impedancia característica

Se puede ver que en el caso acoplado la razón del voltaje máximo al voltaje mínimo dentro de la línea es igual a 1, es decir:

$$VSWR = 1 \text{ para } Z_L = Z_0 \quad \text{y} \quad VSWR = \infty \text{ para } Z_L = 0 \text{ ó para } Z_L = \infty$$

De esta manera, la VSWR nos da una medida del desacoplamiento de la línea. Nótese que la VSWR siempre será un número real positivo y que su valor va a estar entre 1 e ∞ : $1 \leq \text{VSWR} < \infty$

Entre más cerca esté la VSWR de la unidad, mejor acoplada está la línea.

2.20.2 Contactor

Un contactor es un elemento conductor que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.



Figura 2.12 Contactor

2.20.3 Protector de Transientes

Los transientes eléctricos, son una de las fallas más comunes que se presentan en la red de alimentación, estos ocurren en millonésimas de segundos, se puede medir hasta 5.000 Volts de tensión, en instalaciones interiores, y suceden diariamente. Esta

anomalía eléctrica provoca la quema de tarjetas, fuentes de poder y componentes, también ocasionan la apertura de automáticos y bloqueo operacional de equipos, todas estas fallas por lo general no presentan un motivo o causa aparente. Las posibles fuentes de generación de este problema, son el uso de motores, soldaduras, aire acondicionado, ascensores, hornos, tierra con problemas, cargas inductivas, entre otros.

Las características de protección que ofrece son:

- 100% de protección continua (sin fusibles)
- trabajo en forma instantánea, ante cualquier condición
- filtro de transientes de voltaje y corriente
- soporta 100kA de impulsos
- es autoreseteable
- opera bajo techo o a la intemperie
- no tiene riesgo de incendio o recalentamiento

2.20.4 Bias Tee/ Unidad VSWR/Supresor de Descargas

Es una unidad que ayuda a la tarjeta controladora a monitorear el VSWR en las antenas y reporta sus alarmas hacia la BTS si se encuentra algún valor no adecuado para el funcionamiento, como se muestra en la figura 2.13

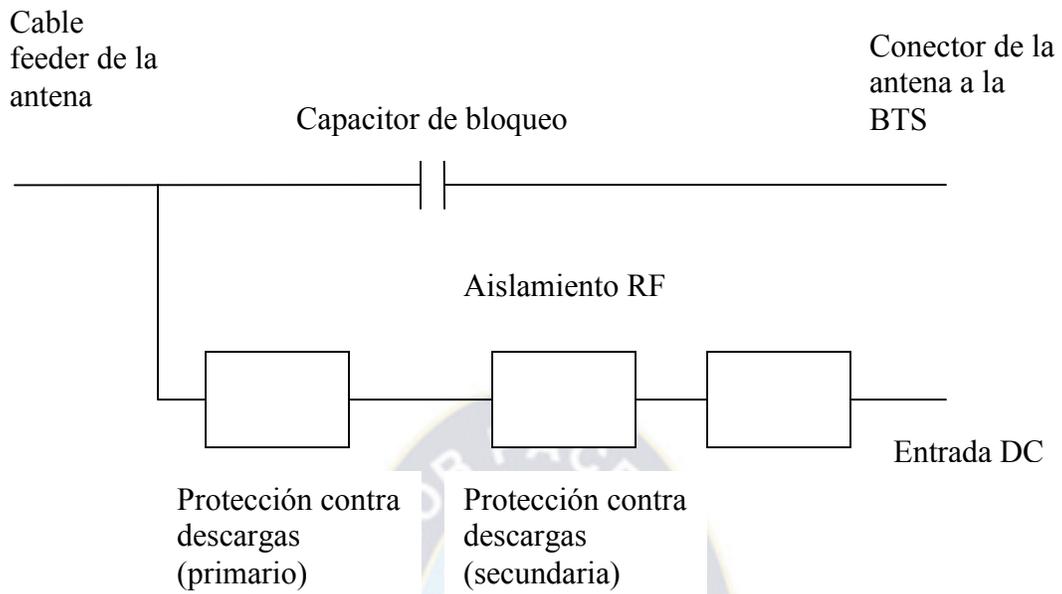


Figura 2.13 Diagrama funcional del supresor o Bias tee

Esta unidad cumple las funciones de:

- Monitoreo del VSWR
- Provee de un aislamiento entre la BTS y las antenas GSM.
- Actúa como supresor de descargas atmosféricas.



Figura 2.14 Bias Tee

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

3.8 Exposición de Motivos de la Pasantía

Al crecimiento violento de la tecnología y a la mejora del desarrollo de las redes de telecomunicaciones de diferentes empresas, hace necesario su mantenimiento, es necesario e imprescindible tener a la disposición personal calificado en el área de redes para poder dar soporte oportuno a las radio bases. Además de esto también existe la necesidad de no tener que esperar que surja un problema para solucionarlo, sino adelantarse y prever cualquier falla o inconveniente a futuro.

A todo esto se dedica el departamento de mantenimiento TELECEL de S.T.S. prestando un servicio oportuno y manteniendo la operatividad de los sistemas de comunicación en momentos críticos, para lo cual cuenta con un equipo de profesionales altamente especializados en el área, y de trabajo con una disposición a resolver los problemas en el momento que se presentan en todo el departamento de La Paz.

3.9 Objetivo General

Servir de apoyo a los técnicos de la unidad de telecomunicaciones de mantenimiento TELECEL de S.T.S., en el mantenimiento de las diferentes radio bases en los cuales se encuentran equipos, como: BTS, radios, sistemas de energía, aires acondicionadores, antenas, etc. en los diferentes lugares de la ciudad, para adaptarnos a la tecnología de punta a la realidad nacional con calidad mundial.

3.10 Cronograma de Actividades

El respectivo mantenimiento de las diferentes radio bases se realiza bimestralmente, asignando un número de radio bases a cada uno de los cuatro grupos, con un cronograma de actividades (muestra la Tabla A1), planificadas con anterioridad.

3.11 Desarrollo de actividades

Para el mantenimiento de las radio bases cada grupo cuenta con tres técnicos los cuales son: de transmisión, energía e infraestructura.

El técnico de transmisión es el encargado de:

- Que la radio base esté funcionando en perfectas condiciones.
- Revisar los enlaces que tiene la celda y verifica los radios de cada enlace con el software adecuado, en este caso MINILINK o NEC PASOLINK.
- Que el radio no debe presentar alarmas en caso que ésta presente alguna alarma se debe tratar de eliminarlo y con mas urgencia cuando la alarma es de primer grado.
- Revisar los E1, que estén bien realizados, bien conectados y peinados con su respectivo etiquetado esto para poder ver por que flujo viene cada radio base ya que esto nos facilitara el trabajo cuando alguna radio base este fuera de servicio y tengamos que revisar su flujo hasta la BSC que lo controla.
- También se debe revisar la BTS, verificar que todas las tarjetas estén en un buen funcionamiento y tomar nota de las alarmas que presenta, en caso de haberlas estas serán solucionadas y si está fuera del alcance informar a la central.

El técnico de energía es el encargado de:

- Toda la alimentación eléctrica de la estación AC y DC.
- Revisar el tablero de energía y tomar datos del voltaje y corriente consumidos y si encuentra una anomalía dar solución.
- Revisar el buen funcionamiento del rectificador.
- Revisar el funcionamiento de las baterías de respaldo.
- Verificar el funcionamiento de los aires acondicionados y su limpieza.
- Verificar que todos los equipos tengan su tierra dirigida a la barra de cobre y que la estación cuente con su sistema de tierra.
- Verificar que los cables de energía vayan por la escalerilla y no fuera de ella, deben de estar bien peinados y sin cruces.
- Realizar cada dos bimestres la carga y descarga de baterías, esto para controlar el tiempo de respaldo en caso de corte de energía.
- Realizar mantenimiento al grupo electrógeno.

El técnico de infraestructura es el encargado de:

- Revisar que todos los cables de tierra estén bien asegurados a la barra de cobre.
- Verificar que todas las antenas (microondas, sectoriales, 3G) estén bien aseguradas.
- Verificar si el sistema de baliza funciona adecuadamente.
- Verificar que tenga pararrayos y su cable de cobre hasta el sistema de tierra.
- Verificar que toda la iluminación interior y exterior funcione adecuadamente.
- Verificar que todos los feeder estén bien vulcanizados y pasarlos con cinta aislante en caso de ser necesario.
- Tomar nota del azimut de cada antena y los tilts de cada antena sectorial.
- Realizar la limpieza de los equipos.
- Verificar que la estación no tenga problemas de obras civiles.
- Sellar los pasamuros.

Al terminar el respectivo mantenimiento, los tres técnicos deben de realizar la limpieza de la estación y en caso de ser necesario el desyerbado del mismo.

Posteriormente se debe presentar el informe correspondiente al mantenimiento el cual consta de los datos tomados en la estación, datos de cada enlace que tenga la estación, fotos del antes y después del mantenimiento, lista de materiales y/o repuestos usados y cambiados, listados en el formulario de insumos (Tabla A3), lista de pendientes en caso de ser una estación rural y una redacción de todo lo que se hizo en la estación.

3.12 Descripción de los Equipos

Para poder describir a los equipos vistos en la pasantía debemos hablar de los equipos que dan soporte a la radio base; por lo tanto podemos dividir a la radio base en diferentes subsistemas que describiremos a continuación.

3.12.1 Subsistema de Energía Eléctrica.

El subsistema de energía eléctrica consta principalmente de la alimentación AC a la estación; el cual puede ser monofásico, trifásico 380V o trifásico 220V. Tiene su tablero principal de distribución de energía eléctrica AC el cual se muestra en la figura 3.1



Figura 3.1 Tableros de Distribución de Energía AC

Dentro de este tablero se tiene los térmicos que controlan diferentes funciones como ser la baliza, el rectificador, los aires acondicionados, iluminación exterior e interior; el APM 200. Se tiene algunos térmicos de reserva para uso futuro.

En el tablero se encuentra el controlador de aires acondicionados que consta de un temporizador y sus respectivos contactores para cada aire. También tiene en algunas estaciones su protector de transcientes.

Mantenimiento Preventivo

Se debe verificar que todos los térmicos estén en un buen estado y ajustados; entonces al entrar a la estación se debe tomar nota de cómo se encuentran los térmicos (apagados o encendidos) y tomar datos de voltaje y corriente y anotarlos en el formulario de infraestructura (Tabla A2) o si es Outdoor en la Tabla A5. Se debe ajustar todos los tornillos que existen en el tablero de manera que no produzca chispas. También debemos verificar que cada térmico presente su etiquetado correspondiente, en caso de no contar con ello realizarlo ese mismo instante, finalmente se realiza el soplado del tablero y su limpieza con mucho cuidado ya que si tenemos en contacto con alguna fase eléctrica nos causara daño.



Figura 3.2 Etiquetado del Tablero de Distribución

Cada vez que un personal técnico se retire de la estación siempre debe de verificar el tablero de energía y comprobar que no esté dejando algún térmico apagado, ya que produciría fallas en la estación.

Se debe verificar que el tablero esté aterrado perfectamente y no presente térmicos o tornillos sueltos.

3.12.2 Subsistema de Iluminación Interior y Exterior

En este subsistema se encuentra la iluminación interior de la caseta si se trata de una estación indoor (Shelter) y la iluminación exterior de la caseta, es decir, las luminarias que tiene colocadas en sus paredes y en algunos casos los postes de luz que se tiene para iluminar todo el predio.

Mantenimiento Preventivo

Se debe de verificar que todos los focos de la estación enciendan adecuadamente y en caso de que alguno esté quemado se debe proceder a cambiarlo y anotarlo en el formulario de insumos.

Si un foco no enciende no necesariamente es por que se encuentre quemado y por lo tanto se debe de revisar su conexión eléctrica.

3.12.3 Subsistema de Aires Acondicionados

El subsistema de aires acondicionados consta normalmente de dos aires acondicionados acomodados de tal forma que mantenga la caseta a temperatura ambiente.

El funcionamiento de los aires lo controla un temporizador y dos contactores los cuales se encuentran en el tablero de distribución. Se debe de programar el tiempo

de activación de cada aire en el temporizador de acuerdo al ambiente externo e interno de la caseta, si es muy caliente o frío.

El temporizador posee un reloj interno el cual funciona las 24 horas y de acuerdo a su programación cierra un swicht por el cual deja pasar energía eléctrica hacia el contactor, haciendo que el contactor se cierre (el cual se encontraba abierto) y forme un circuito continuo hasta el aire acondicionado produciendo el funcionamiento del mismo. Cuando ya funcionó la hora programada el temporizador abre su swicht haciendo que el contactor se abra y deje sin alimentación al aire acondicionado.



Figura 3.3 Temporizador con sus respectivos contactores



Figura 3.4 Vista de un Aire Acondicionado

Mantenimiento Preventivo

En el mantenimiento de los aires acondicionados se debe verificar el perfecto funcionamiento de los aires así como su sistema de conmutación de ambos y sacar los datos de voltaje y corriente de cada aire en el informe de infraestructura (Tabla A2). Si cuando se realiza el mantenimiento no llegó su hora de funcionamiento de los aires de acuerdo al temporizador se debe de probar manualmente cada aire haciendo conmutar uno por uno. Se debe de verificar que en los alrededores de cada aire con la pared no existan aberturas, todo debe estar sellado y rellenado con silicona, ya que cuando llueve existen filtraciones de agua dentro de la estación. Después se procede al soplado de los aires y el lavado de los mismos. Cada dos bimestres se debe sacar los aires para su respectiva limpieza de todo su interior y exterior.

Normalmente cuando todo está funcionando bien y los aires no funcionan es porque alguno de los contactores se encuentra quemado y se debe cambiar por otro contactor.



Figura 3.5 Contactor Quemado

En algunas estaciones los aires acondicionados se encuentran escarchados, es decir presentan hielo en su evaporador. Esto es debido a que el aire está funcionando altamente en un ambiente que regularmente se encuentra frío, es decir el líquido R22

que circula en el evaporador en forma de gas para absorber el calor en el interior se encuentra en estado líquido (lo que no es normal) ya que al estar el ambiente muy frío y el ventilador del aire funcionando hacen que la temperatura descienda, pasando el R22 de gaseoso a líquido y al recibir cada vez mas temperatura baja hace que éste se congele. Por lo tanto lo que se debe hacer es desconectar el ventilador y hacer que el aire funcione solo lo necesario ya que el ambiente interior no presenta problemas de temperatura.



Figura 3.6 Vista de los aires escarchados (congelados)

Cada aire debe estar aterrado al sistema de tierra de la caseta, como se ve en la Figura 3.4.

3.12.4 Subsistema de Baliza

El subsistema de baliza consta de dos domos en la parte mas alta de la torre y en torres mas altas también se dispone en la mitad de la torre; los cuales se iluminan solo por las noches permaneciendo apagadas en el día; esto es debido a la señalización aérea por normas.

La alimentación de la baliza se encuentra en el tablero de distribución, en el cual se encuentra un térmico que alimenta a un pequeño circuito que controla el funcionamiento de la baliza que normalmente es un pequeño tablero que se

encuentra fuera de la caseta y cerca de la base de la torre. Este circuito consta de un térmico por donde circulan las fases AC, de los cuales una fase pasa directamente hasta la baliza y la otra entra a una fotocélula y dependiendo de ésta conecta la otra fase a la baliza.



Figura 3.7 Vista de la Baliza

El funcionamiento de la fotocélula no es nada más que el de un circuito que se abre y se cierra a través de un sensor LDR al variar el valor de su resistencia. La fotocélula consta de tres pines de los cuales uno es de alimentación por el que va una fase (color blanco), el otro es la entrada de la otra fase (color negro) y el otro es la salida de la fase (color rojo). Si es de día el valor de la resistencia del sensor LDR es baja produciendo que el circuito se mantenga abierto que a la vez deja sin alimentación a la baliza; cuando llega la noche el valor de la resistencia aumenta hasta un valor mas grande produciendo que el circuito se cierre alimentando a la baliza produciendo el encendido del mismo.



Figura 3.8 Vista de la Fotocélula y su térmico

Mantenimiento Preventivo

Se debe de verificar que los domos de la baliza se iluminen en la noche, es decir verificar que los focos no estén quemados o que haya una mala conexión eléctrica entre el tablero de alimentación y el sistema de baliza. Si los focos están quemados solo se lo debe cambiar por otros y si hay una mala conexión se debe verificar todo el circuito de la baliza con un tester.

Se debe verificar el funcionamiento de la fotocélula, y esto se puede realizar tapando la fotocélula de tal manera de simular la noche para la fotocélula y ver su comportamiento correcto, si no es el correcto se debe tratar de arreglarlo caso contrario cambiar por otra fotocélula.

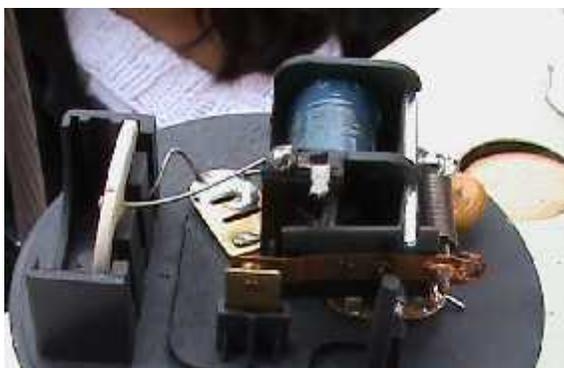


Figura 3.9 Interior de una Fococélula

También se debe de comprobar que los domos no estén rotos y estén bien ajustados, en caso de que uno estuviera roto se debe anotar en el informe de infraestructura y pedir a almacén uno nuevo para luego cambiarlo.

3.12.5 Subsistema de Tierra

El subsistema de tierra consiste en verificar que todos los equipos estén aterrados al sistema de tierra de la estación, ya sea equipos Indoor y equipos Outdoor.

Los equipos generalmente están expuestos a descargas atmosféricas por lo que deben ser protegidos mediante sistemas de puestas a tierra. Estas descargas pueden llegar a los equipos por varios medios, lo cual puede causar serios efectos o inclusive puede averiar los equipos instalados.

Las descargas eléctricas inciden sobre las torres, antenas, cables coaxiales y gabinetes propiamente dichos. El sistema de tierras proporcionará un camino por el cual se descargara esta energía sin causar daños en los equipos instalados. Para proteger los equipos se debe instalar un circuito alternativo para este tipo de descargas que provea una baja impedancia, este circuito alterno debe ser de tipo equipotencial para asegurar que todos los equipos tengan un mismo nivel de potencial.

En la Figura 3.10 se muestra el diagrama de sistemas de puestas a tierras para una BTS:

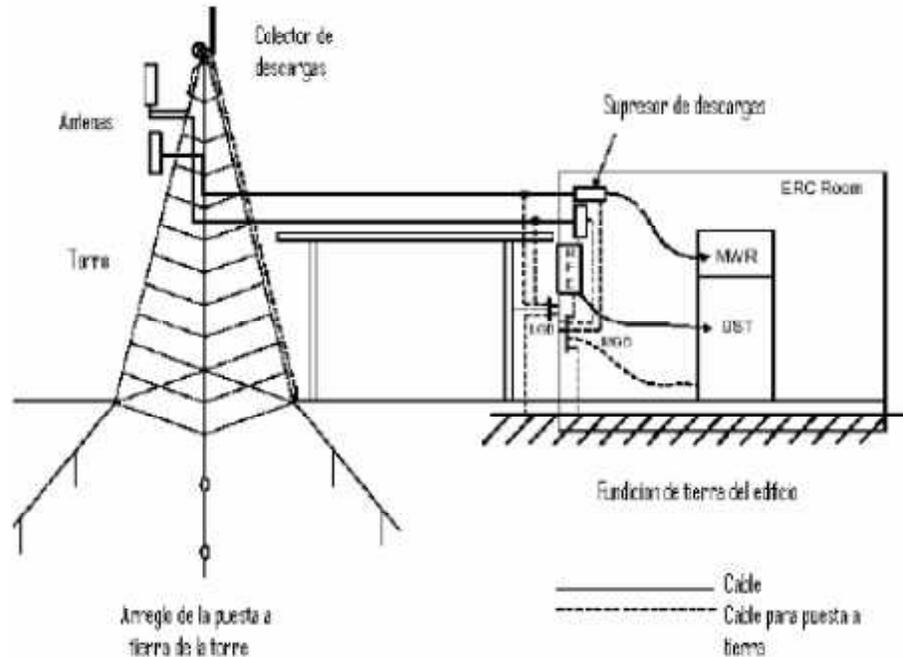


Figura 3.10 Diagrama del Sistema de Puesta a Tierra

Se tiene dos tipos de barra de puesta a tierra.

3.12.5.1 MGB (Barra Principal de Puesta a Tierra)

Esta barra debe ser colocada cerca de la construcción y lo más próxima al anillo de tierra subterráneo. Para esta instalación es recomendable utilizar cable 400 MCM (no existe conversión en AWG) para asegurarse una buena descarga hacia tierra.

3.12.5.2 LBG (Barra local de puesta a Tierra)

Esta barra esta instalada cerca de cada uno de los equipos instalados en el sitio, obviamente si algún equipo no puede ser conectado directamente a la MGB debe conectarse a una LBG y por medio de esta a la barra principal. El cable de

interconexión entre la LGB y MGB debe ser de 2 AWG de superficie dependiendo de la carga de cada dispositivo instalado.

En el interior de la caseta cada aire acondicionado, cada gabinete de energía, la BTS, los radios, la puerta, la escalerilla deben estar perfectamente aterrados.

En la torre las ODU, los feeders, las antenas de microondas, la alimentación a la antena de microondas y el pararrayos deben de estar perfectamente aterrados.



Figura 3.11 Barra de cobre LGB

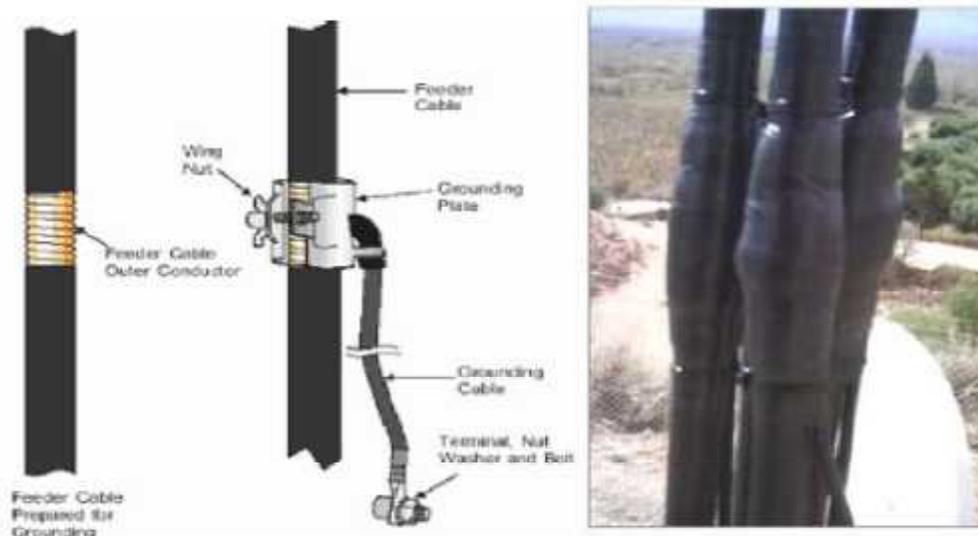


Figura 3.12 Aterramiento y Vulcanizado de los Feeders.

Mantenimiento Preventivo

Se debe verificar que todo equipo este aterrado, que los cables de tierra que están en la barra de cobre no estén desaflojadas en caso de ser así aflojarlos. Si la barra de cobre no brilla se debe de soltar los cables de tierra, lijar la barra de cobre hasta que quede limpio y brillante para después pintarlo, después se debe conectar los cables de tierra.

En el sitio en donde se instalara la BTS se debe medir la resistividad del terreno para diseñar el sistema de tierras a instalar. El valor recomendado para equipos electrónicos en general debe ser menor a 5 ohmios, este valor se aplica a cualquier instalación de BTS de cualquier marca es una norma internacional IEEE std 80-2000.

Este valor se mide utilizando un equipo llamado Megger, donde se dispone de tres cables (rojo, amarillo y verde), de los cuales el verde se conecta a la barra de cobre MGB o LGB, y los cables rojo y amarillo se lo clava en la tierra a través de una jabalina, se debe de tener por lo menos 60 grados de separación entre ambos cables al inicio del equipo y no debe existir cruces entre ellos.

Una vez realizada toda esta conexión se enciende el equipo y se coloca al valor de ohmios y se verifica la lectura.

Si nos da un valor elevado, se debe de tomar nota e informar inmediatamente para su respectiva medición y ajuste del valor. Los valores de resistividad se deben anotar en el formulario de infraestructura (Tabla A2).



Figura 3.13 Aterramiento de la Jabalina



Figura 3.14 Medición de la Resistividad

Es muy importante que todos los cables de tierra en la torre vayan hacia abajo y no hacia arriba.

3.12.6 Subsistema de Energía de Respaldo

3.12.6.1 Banco de Baterías

El subsistema de energía de respaldo lo conforman los bancos de baterías que dependiendo de la estación se pueden tener uno o dos. Estas baterías vienen de diferentes voltajes y diferente duración pero al conformar el banco de baterías el voltaje que proporcionan es normalizado y depende del tipo de rectificador empleado en la estación.

Si el rectificador que se tiene es el PS24600/75 el voltaje de cada banco es de 24V; éste voltaje es el ideal ya que realizando las medidas el banco nos proporciona 26,75V. Si el rectificador que se tiene es el PS48300/1800 el voltaje de cada banco es de 48V; éste voltaje es el ideal ya que realizando las medidas el banco nos proporciona 53,5V.



Figura 3.15 Vista del Banco de Baterías

El número de celdas puede variar en un banco de baterías, ya que depende del voltaje de cada batería. Se tienen batería de 2V (2,23V práctico) y 12V (13,23V práctico). Por ejemplo si se tiene un rectificador PS48300/1800 y se dispone de baterías de 12V, entonces se tendrá un banco con 4 celdas conectadas en serie, ya que 12V por 4 dan 48V.

Para calcular el tiempo que respaldarán cuando no exista energía comercial se debe tomar en cuenta su amperaje por hora y el consumo de corriente del rectificador, como se ve en la ecuación 1.

$$Duración(hrs) = \frac{Capacidad(AmpereHora)}{Corriente Rectificador(Ampere)} \quad (3.1)$$

Por ejemplo para un banco de baterías de marca 6-GFM-160C de 160 AH de 12V, que alimenta un rectificador PS48300/1800 con un consumo de corriente de 18 A, se tiene:

$$Duración Banco(hrs) = \frac{160 AH}{18 A} = 8,8 hrs \approx 8 hrs$$

El banco sólo alimentará las siguientes 8 horas, después del tiempo si no vuelve la energía comercial la radio base cae.



Figura 3.16 Conexión del Banco al Rectificador



Figura 3.17 Vista del Rectificador y su Banco

3.12.6.1.1 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento del banco de baterías consiste en tomar datos del voltaje de cada batería y el total del banco y anotarlo en su formulario de energía (Tabla A4). El voltaje de cada batería dependiendo del tipo debe de estar dentro de su rango

indicado, de la misma forma el voltaje total debe ser el mismo con el que funciona el rectificador caso contrario se debe anotar e informar inmediatamente para su futura calibración. Después se procede a realizar la limpieza del banco.

También se debe de realizar cada dos bimestres la carga y descarga del banco de baterías y anotarlo en su formulario (Tabla A9), se realiza esto para tener un seguimiento del rendimiento del banco de baterías, para prevenir futuras fallas eléctricas y estar seguros del rendimiento del banco.

3.12.6.2 Grupo Electrónico

El grupo electrónico es también un sistema de respaldo de energía eléctrica que consta de un motor que funciona a diesel con su respectivo precalentador. Un grupo electrónico es una máquina que mueve un generador de electricidad a través de un motor de combustión interna. Son comúnmente utilizados cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica de algún lugar, o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico.



Figura 3.18 Grupo Generador



Figura 3.19 Vista del Motor del Grupo

Las partes de un grupo generador son:

- El Motor.- Representa nuestra fuente de energía mecánica para que el alternador gire y genere electricidad.
- Regulación del motor.- es un dispositivo mecánico diseñado para mantener la velocidad constante del motor.
- Sistema eléctrico del motor.- El sistema eléctrico del motor es de 12 VC, incluye un motor de arranque eléctrico, una batería.
- Sistema de refrigeración.- Puede ser por medio de agua, aceite o aire.
- Alternador.- La energía eléctrica de salida se produce por medio de un alternador apantallado, protegido contra salpicaduras, auto excitado, autorregulado.
- Depósito de combustible y bancada.- El motor y el alternador están acoplados y montados sobre una bancada de acero de gran resistencia La bancada incluye un depósito de combustible.
- Aislamiento de la vibración.- El Grupo Electrónico está dotado de tacos antivibrantes diseñados para reducir las vibraciones transmitidas por el Grupo Motor-Alternador.
- Silenciador y sistema de escape.- El silenciador y el sistema de escape reducen la emisión de ruidos producidos por el motor.
- Sistema de control.- Se puede instalar uno de los diferentes tipos de paneles y sistemas de control para controlar el funcionamiento.
- Interruptor automático de salida.- Para proteger al alternador.
- Otros accesorios instalables en un Grupo Electrónico.- Además de lo mencionado anteriormente, existen otros dispositivos que nos ayudan a controlar y mantener, de forma automática, el correcto funcionamiento del mismo.

Este grupo puede funcionar ya sea en modo manual o en modo automático. Posee un tablero de control en el cual se encuentran todos los botones para manipularlo. Tiene un sistema de control de verificación de energía comercial y funcionamiento

del grupo generador; si detecta energía comercial el switch1 (que viene a ser un contactor) que conecta a la estación con el grupo generador permanece abierto y el switch2 (que viene a ser un contactor) que conecta a la energía comercial con la estación permanece cerrado. Cuando se va la energía comercial el switch2 se abre y el switch1 se cierra alimentando la estación con el grupo generador. Jamás los switch1 y switch 2 se encontrarán cerrados.

En el modo manual el operador puede manipular mediante una perilla que te permite escoger la alimentación a la estación que puede ser la energía comercial o el grupo generador. En caso que exista energía eléctrica y el operador enciende el grupo generador no existe problema, ya que como se mencionó anteriormente sólo un switch estará cerrado a la vez (en este caso switch2) y el grupo generador funcionara normalmente con la diferencia que su switch estará abierto. Esto se realiza para ver el funcionamiento y mantenimiento del grupo generador.

En el modo automático el control del grupo detecta automáticamente la ausencia de energía eléctrica y arranca el grupo generador.



Figura 3.20 Tableros de Control del Grupo Generador

También para probar la alimentación del grupo generador a la estación, se puede bajar el térmico principal y ver el funcionamiento automático o en caso que no encienda encenderlo manualmente.

El grupo aguantara mientras tenga combustible, y cuando éste se apague la estación quedará sin alimentación entonces entrarán a alimentar los bancos de baterías.

Como se puede ver, este respaldo de energía es robusto y a la vez implica inversión; es por eso que estos sistemas solo se tienen en nodos principales de la red, en las troncales de la red, en estaciones rurales ya que no se puede llegar al sitio inmediatamente en caso de corte de energía y en estaciones donde no existe aún energía comercial como es el caso de La Asunta.

3.12.6.2.1 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento del grupo generador se lo puede dividir en tres partes:

Mantenimiento del Motor:

- Controlar el nivel de aceite. El motor debe estar nivelado horizontalmente, se debe asegurar que el nivel está entre las marcas MIN y MAX de la varilla. Si el motor esta caliente se habrá de esperar entre 3 y 5 minutos después de parar el motor.
- Aceite y filtros de aceite. Respete siempre el intervalo de cambio de aceite recomendado y sustituya el filtro de aceite al mismo tiempo.

Mantenimiento del Alternador:

- Durante el mantenimiento rutinario, se recomienda la atención periódica al estado de los devanados (en especial cuando los generadores han estado inactivos durante un largo tiempo) y de los cojinetes.

Mantenimiento de Baterías.

- El uso normal y la carga de baterías tendrán como efecto una evaporación del agua. Por lo tanto, tendrá que rellenar la batería de vez en cuando. Primero, limpiar la batería para evitar que entre suciedad y después quitar los tapones. Añadir agua destilada hasta que el nivel esté a 8 mm por encima de los separadores. Volver a colocar los separadores.

3.12.6.3 Grupos Electrónicos Pequeños

Estos grupos generadores son mas pequeños y funcionan a gasolina, la corriente que nos proporcionan es menor pero suficiente para alimentar solo a los equipos.

Estos grupos se utilizan para atender emergencias en estaciones donde no se cuenta con grupo generador permanente y se presenta un corte de energía comercial y el banco de baterías ya respaldó el tiempo establecido en los cálculos.



Figura 3.21 Grupo Electrónico Transportable

3.12.7 Subsistema de Rectificador

Dentro de este subsistema se tienen de dos tipos los rectificadores PS24600/75 y los rectificadores PS48300/1800. Los rectificadores PS24600/75 proporcionan un voltaje de 24V y trabajan con las BTS312. Los rectificadores PS48300/1800 proporcionan un voltaje de 48V y trabajan con las BTS3012.

La función de este gabinete es de proveer de energía a la BTS con un voltaje de 24 o 48V DC dependiendo de la BTS y por lo tanto la función principal es la de rectificación de la corriente AC.

En la etapa de rectificación se tiene un modulo con 10 rectificadores para el PS48300/1800 y de 8 rectificadores para el PS24600/75, estos rectificadores se los coloca según la corriente requerida por la BTS.

La alimentación de energía eléctrica alterna de este gabinete es de 220V fase- fase y tierra , mientras se halle la energía pública (220V AC) los bancos de batería se estarán cargando para actuar como respaldo cuando se presente una falla en la red publica de energía eléctrica.

3.12.7.1 Rectificador PS24600/75

El rectificador PS24600/75 es un gabinete integrado con la alimentación de entrada AC y salida de distribución DC, y puede proporcionar hasta 600A de 24V DC.

El sistema consta de unidades de distribución DC, unidades de distribución AC, rectificadores y módulo de monitoreo. La unidad de distribución de AC se encuentra en la parte media y la unidad de distribución de DC está en la parte superior. El rectificador es el modelo HD2475-2 y el modelo de módulo de monitoreo es PSM-A11.



Figura 3.22 Vista del Rectificador PS24600/75

3.12.7.1.1 Unidad de distribución AC

Es la alimentación al rectificador PS24600/75 que viene desde sus térmicos instalados en el tablero de distribución que puede ser monofásico o trifásico. Esta alimentación llega a un térmico normalmente C-63 que está instalado con su protector de transientes para evitar los picos altos de corriente que puedan dañar los equipos



Figura 3.23 Entrada de las Fases al rectificador



Figura 3.24 Térmico AC con su protector de Transcientes

3.12.7.1.2 Unidad de distribución DC

Es la salida del rectificador PS24600/75 que llega a unos fusibles de 160A de capacidad y uno de ellos alimenta a la BTS, también se distribuye a unos térmicos C-10 para alimentar a los radios. Se coloca C-10 para evitar el paso de una mayor corriente a los radios ya que los puede dañar.



Figura 3.25 Fusibles del Rectificador PS24600/75



Figura 3.26 Térmicos de Distribución DC

3.12.7.1.3 Rectificadores HD2475-2

Estos rectificadores son los encargados de transformar la energía AC en energía DC y se pueden tener hasta 8 rectificadores. Estos rectificadores proporcionan 24V DC y hasta 75A de corriente; y dependiendo de la corriente que se necesita para alimentar a la BTS, al banco de baterías y al radio se pueden tener uno, dos y hasta tres en nuestras estaciones. Generalmente no se coloca sólo uno, ya que el objetivo es distribuir la corriente en varios rectificadores para proteger al sistema en caso que uno se queme; ya que si sólo tuviéramos un rectificador sería riesgoso ya que si éste se quema el sistema ya no transforma la corriente AC en DC.



Figura 3.27 Vista de los Rectificadores HD2475-2

Se dispone de un botón para poder visualizar su voltaje y su corriente. Cuando está en perfecto funcionamiento su led de RUN está prendido en verde, cuando el sistema no está bien protegido el led de indicador de protección se ilumina color amarillo y si el rectificador se quemó o hubo alguna falla el indicador de falla se ilumina color rojo.

3.12.7.1.4 Módulo de Monitoreo PSM-A11

El uso del módulo de monitoreo incluye sistema de fijación de parámetros, ver la información del sistema operativo (incluida la información de AC, información DC e información de alarma del rectificador) y la realización de control de salida. Antes de

poner en funcionamiento el sistema, los parámetros del sistema debe establecerse a través de el módulo de monitoreo basado en la configuración y necesidades del usuario, de modo que operaciones como la visualización de funcionamiento del sistema de información y control de salida se puede realizar.



Figura 3.28 Vista del Módulo de Monitoreo PSM-A11

Si no hay ninguna operación de tecla durante 8 minutos, la pantalla volverá automáticamente a la "SYS INFO" y la página de fondo de la pantalla LCD se apaga para entrar en el estado de protección. Pulsando cualquier tecla de entonces puede convertir en el fondo de la pantalla LCD.

Sólo en la página de información del sistema las teclas " <" y ">" se utiliza para ajustar el brillo de la pantalla. El máximo rango de ajuste depende del hardware. El panel frontal del módulo de supervisión se puede dar vuelta alrededor de 40 grados.

Alarma de pantalla: en caso de avería del sistema, el módulo de monitoreo mostrará la alarma si no hay operación de tecla durante 2 minutos.

3.12.7.2 Rectificador PS 48300/1800

El sistema PS48300/1800 está optimizado para la alimentación de poder de estaciones base. Este sistema ofrece funciones avanzadas, la tecnología PDS (Procesamiento Digital de Señales) para seguimiento de control inteligente de la batería, monitoreo a distancia y la baja tensión de desconexión de batería. El está

sistema esta completamente integrado con la distribución de AC y DC. Rentable para una posible demanda, el sistema puede ser configurado para satisfacer la demanda actual y su futuro expansión. Algunos parámetros se ven en la tabla 3.1

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO	
Voltaje Nominal de Entrada	380 V AC / 220 V AC
Voltaje Nominal de Salida	- 48 V DC
Rango del Voltaje de Entrada	85 – 300 V AC (línea-neutro)
Rango de Frecuencia	45 – 65 Hz
Potencia de Salida Máx.	17,4 KW

Tabla 3.1 Parámetros del Rectificador PS48300/1800

M500D Monitoring module PS48300/1800 –X1:

- X1: Número de serie de diferente configuración
- 1800: Potencia nominal del rectificador
- 300: Corriente de salida nominal
- 48: Voltaje de salida nominal
- PS: Sistema de energía

3.12.7.2.1 Sistema de Composición y Configuración

3.12.7.2.1.1 Sistema de composición

El sistema consta de unidades de distribución DC, unidades de distribución AC, rectificadores y módulo de monitoreo. La unidad de distribución de AC se encuentra en la parte inferior y la unidad de distribución de DC está en la parte superior.

El rectificador es el modelo R48-1800A y el modelo de módulo de monitoreo es M500D. La estructura interna del sistema PS48300/1800 se muestra en la Figura 3.29 a la Figura 3.32.

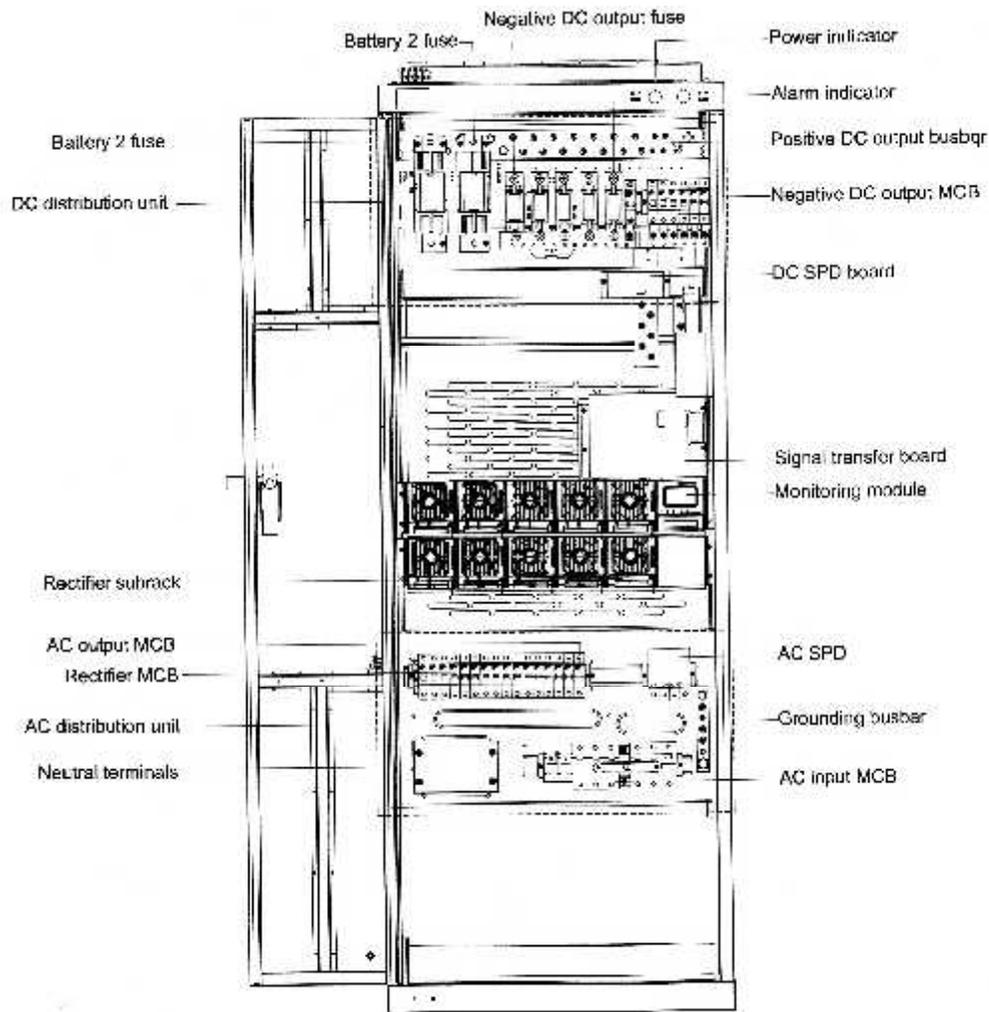


Figura 3.29 Estructura de Sistema PS48300/1800 – X1

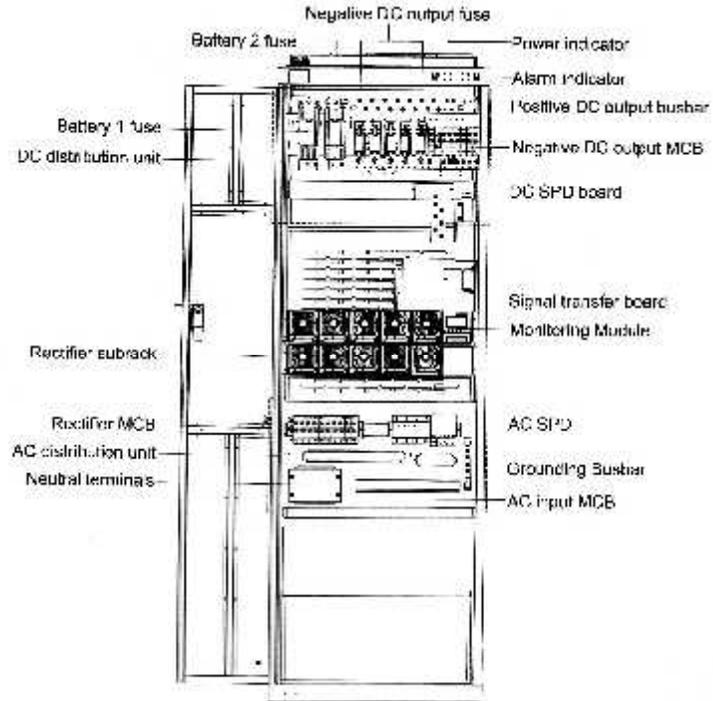


Figura 3.30 Estructura de Sistema PS48300/1800 – X2

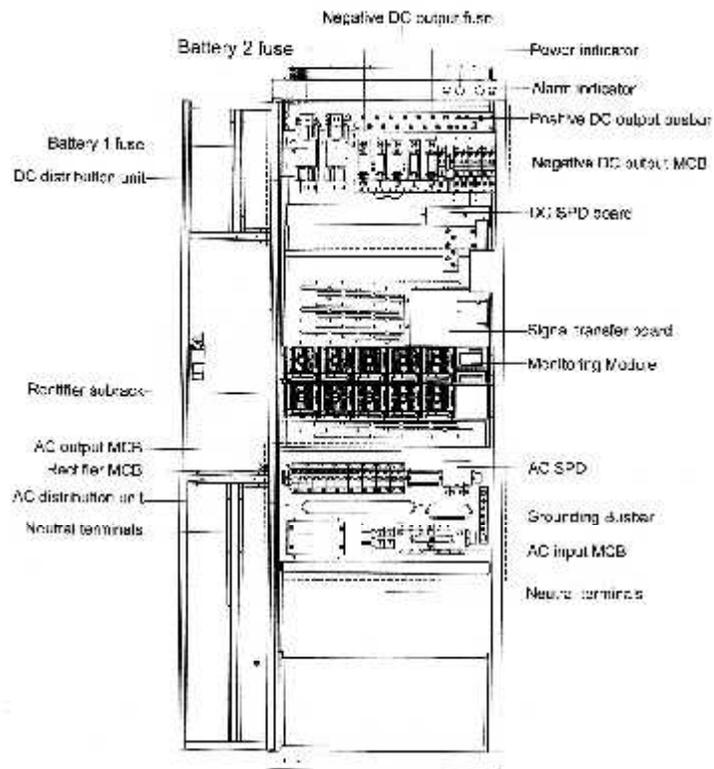


Figura 3.31 Estructura de Sistema PS48300/1800 – X3

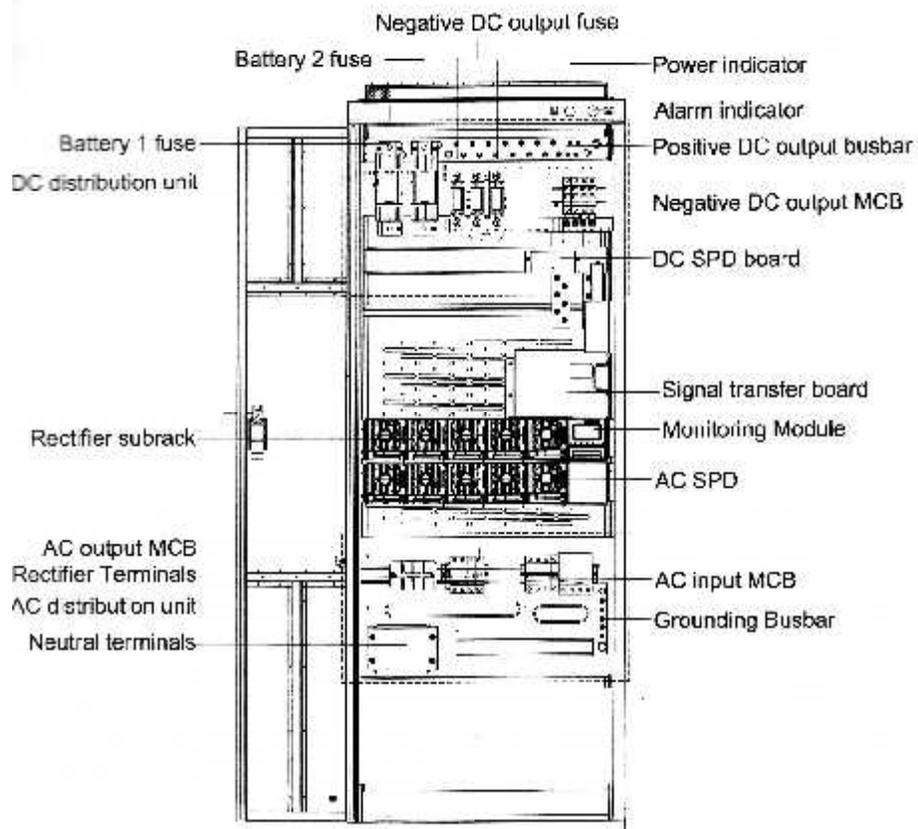


Figura 3.32 Estructura de Sistema PS48300/1800 – X6

3.12.7.2.1.2 Sistema de configuración

El sistema PS48300/1800 puede ser configurado en las siguientes cuatro formas:

1. PS48300/1800-X1: Doble entrada de AC, con salida AC y 12 rutas de salida DC. La altura del gabinete es de 1.6m.
2. PS48300/1800-X3: Doble entrada de AC, con salida de AC y 12 rutas de salida DC. La altura del gabinete es de 2.0m.
3. PS48300/1800-X2: Una sola entrada de AC, sin salida AC y 12 rutas de

salida DC. La altura del gabinete es de 2.0m.

4. PS48300/1800-X6: Una sola entrada de AC, con salida AC y 7 rutas de salida de DC. La altura del gabinete es de 1.6m.

3.12.7.2.2 Unidad de Distribución AC

Esta unidad es la misma que la descrita en el PS24600/75 y realiza la misma función.

3.12.7.2.3 Unidad de Distribución DC

Esta unidad es la misma que la descrita en el PS24600/75 y realiza la misma función.



*Figura 3.33 Fusibles del Rectificador
PS248300 /1800*



*Figura 3.34 Térmicos de
distribución DC*

3.12.7.2.4 Rectificador R48-1800A

El funcionamiento es el mismo ya descrito antes para los rectificadores HD2475-2, la diferencia está en que se pueden tener hasta 10 módulos de rectificación. Generalmente en nuestras estaciones se tienen de uno hasta tres módulos.



Figura 3.35 Módulos de Rectificación R48-1800A

3.12.7.2.5 Módulo de Monitoreo MD500D

Cumple con la misma función que el módulo de monitoreo PSM-A11.



Figura 3.36 Vista del Módulo de Monitoreo MD 500D

Algunas Características del MD 500D:

- Inteligente gestión de batería.
- Alarmas sonoras y visuales
- Registro histórico de alarmas
- RS232/Modem, entradas digitales configurable por el usuario.

3.5.7.3 Mantenimiento Preventivo

En el mantenimiento respectivo del rectificador se debe de sacar los datos que se visualizan en el display, y los datos medibles con el tester y anotarlos en el formulario de energía (Tabla A4). Una vez almacenado los datos se procede al ajuste de todos los tornillos que tiene el rectificador para evitar chispas y/o pérdidas; luego se debe verificar que el gabinete esté perfectamente aterrado y a la vez si se puede peinar los cables cruzados o cables que estén en un mal orden. Después se procede al soplado del gabinete y a su respectiva limpieza; en la limpieza se pueden retirar los módulos de rectificación uno por uno, soplarlo y después limpiarlo pero se debe tener cuidado al retirarlo ya que si está en funcionamiento se debe verificar la corriente que entrega el gabinete para ver en que manera afectará a los otros módulos el retiro de uno de ellos, ya que si se retira un rectificador toda la corriente que por éste módulo circulaba pasará a los demás y en caso de sobrepasar quemará los otros módulos.

Es recomendable retirar los módulos cuando se quita la alimentación AC de entrada al gabinete, ya que en ese instante quién alimentará a los equipos será el banco de baterías.



Figura 3.37 Rectificador Ajustado y Limpiado

Ningún cable debe estar suelto bajo ningún motivo y su cable de tierra debe estar bien ajustado.

3.12.8 Subsistema de BTS

En este subsistema de BTS se tiene de dos tipos:

- Tipo Indoor: Se tiene dos modelos de BTS indoor; la BTS312 que funciona con el rectificador PS24600/75 y la BTS3012 que funciona con el rectificador PS48300/1800.
- Tipo Outdoor: Se tiene dos modelos de BTS outdoor; la BTS3012A y la BTS3006.

El funcionamiento de todos los modelos de BTS son los mismos por lo que se describirá en general para todos.

La BTS es la que recibe la señal del terminal móvil (abonado) la procesa y la envía a la BSC y ésta a la MSC para conmutar y enviar hacia el otro abonado con quien desea hablar. La introducción a la BTS ya se dio anteriormente por lo que en esta sección nos referiremos a las tarjetas que hacen posible el funcionamiento de una BTS.

Dentro de todas las BTS se tienen las tarjetas comunes que se describen a continuación.

3.12.8.1 Transmisor Receptor (Tranceiver o TRX)

La BTS controla una celda. Puede tener más de un transceptor TRX.

TRX: equipos que soportan 8 canales radio de la misma trama TDMA.

La función principal de esta unidad es de proveer un procesamiento de señal analógico y digital para trabajar con dos portadoras una de Up link y la de Down link.

Esta unidad esta compuesta de cuatro bloques o módulos principales:

- Módulo transmisor- receptor
- Sintetizador de salto de frecuencia (FHS)
- Amplificador de potencia
- Fuente de poder

3.12.8.1.1 El módulo transmisor-receptor

Este módulo provee las principales funciones de RF (radiofrecuencia) .A la vez esta conformado de tres partes funcionales:

- Transmisión
- Recepción
- Loop TRX

3.12.8.1.1.1 Transmisión

La parte de transmisión genera una señal en banda base modulada en QPSK y filtra la señal para obtener a la salida un espectro puro.

3.12.8.1.1.2 Recepción

La sección de recepción convierte la frecuencia de la señal portadora a niveles de frecuencia intermedia (IF).

3.12.8.1.1.3 TRX Loop

Esta característica del tranceiver es para que esta unidad se pruebe a si mismo, esta característica facilita las pruebas de los trayectos de RF en esta unidad.

3.12.8.1.2 Sintetizador de salto de frecuencia (FHS)

Existe FHS para la transmisión y la recepción, en la transmisión el FHS actúa como segundo oscilador local y en la recepción actúa como el primer oscilador local.

3.12.8.1.3 Amplificador de potencia

El modulo de amplificador de potencia esta contenido en la unidad transceiver, este recibe una señal modulada en QPSK desde el transmisor y la amplifica, para luego pasar la señal amplificada a un combinador.

3.12.8.1.4 Fuente de poder

De la misma manera la fuente de poder está localizada en el interior del transceiver, este modulo convierte el voltaje de alimentación -48V CD a un voltaje de 26V CD que requiere este modulo para funcionar.

3.12.8.1.5 Análisis de Tráfico

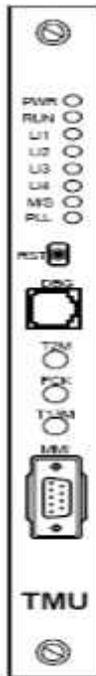
Con base en el análisis poblacional del área en el que se instalará la radio base se estima un tráfico inicial que determinará la configuración inicial del sitio

- Para valores de tráfico inferiores a 2,28 Erl se asigna un TRX a la celda.
- Para 2 TRX el tráfico es de 8.2003 Erl.
- La configuración máxima de un Sitio es 4+4+4 ó S444 considerando que el sitio tiene 3 celdas ó sectores.
- Tráfico estimado por abonado 0.01 Erl

3.12.8.2 TMU

La TMU realiza la transmisión y la función del control de la entidad en una BTS; es como el cerebro de la BTS y por lo tanto el responsable del funcionamiento normal de la BTS, la multiplexación de canales. En cada tipo de BTS se puede tener hasta dos TMU. El Panel de la TMU se muestra en la Figura 3.38

Donde:



- PWR: Indicador de alimentación.
- RUN: Indicador de funcionamiento normal de la TMU.
- LI1: Indicador de alarma local del primer E1.
- LI2: Indicador de alarma local del segundo E1.
- LI3: Indicador de alarma local del tercer E1.
- LI4: Indicador de alarma local del cuarto E1.
- M/S: Indicador Activo/Stanby.
- PLL: Indicador de discriminación de fase.

Figura 3.38 Vista Frontal de la Tarjeta TMU

3.12.8.3 BTS312 y BTS3012A

Las características de la BTS312 son las siguientes:

- Dimensiones: 1880 mm × 650 mm × 500 mm (A × L × P).
- Peso (bajo configuración completa de 12 TRXs): 330 kg.
- Consumo de energía (bajo configuración completa de 12 TRXs): 2400 W.
- Temperatura normal de funcionamiento: 15–30 °C.

- Humedad normal de funcionamiento: 40% – 60%.
- Banda de frecuencia de transmisión (MHZ): Down Link 935~960 MHz y 1805~1880 MHz, Up Link 890~915 MHz y 1710~1785 MHz

Un gabinete de BTS es formado por cuatro subracks: un subrack de recursos públicos y tres subracks de divisor y combinador de TRX, de abajo para arriba. Un único gabinete de BTS puede soportar hasta 12 TRXs. Los gabinetes combinados son utilizados para alcanzar las células síncronas de más de 12 TRXs. La disposición de las tarjetas de este tipo de BTS se muestra en la figura 3.39

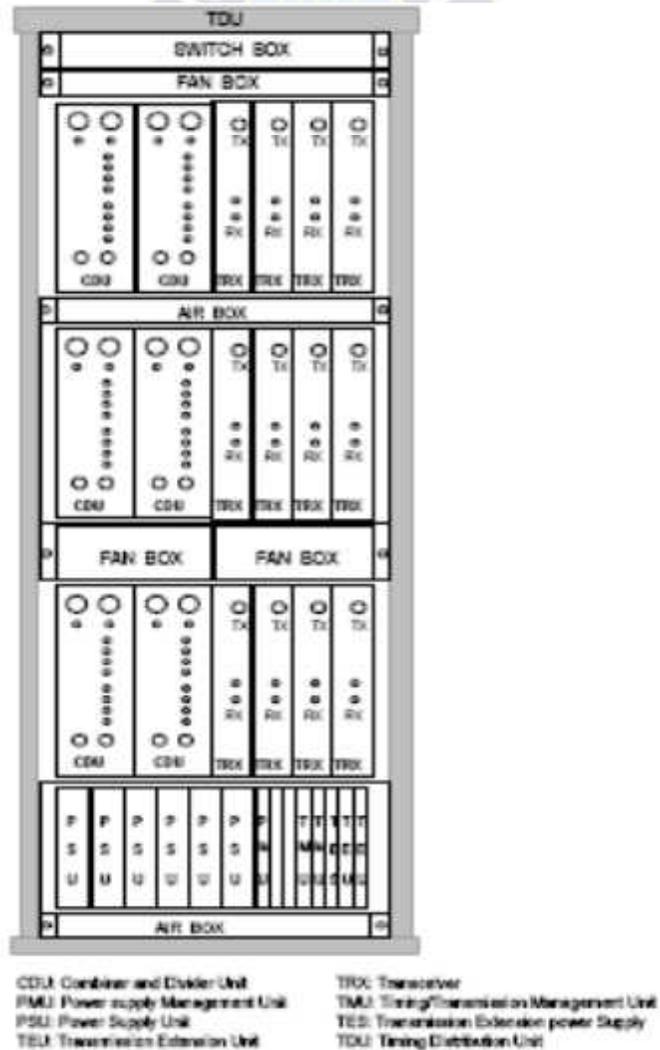


Figura 3.39 Disposición de Tarjetas para la BTS 312

Las tarjetas dentro de estas BTS se detallan a continuación.

3.12.8.3.1 ABB

El panel de ABB se muestra en la figura 1.1



Figura 3.40 Panel Frontal de ABB

Los indicadores del panel de ABB y sus significados se enumeran en la Tabla 3.2

ID	COLOR	SIGNIFICADO	DETALLES
PWR	Verde	indicador de alimentación	On: ABB está encendido. Off: ABB está apagado
RUN	Verde	Funcionamiento del indicador de estado.	Parpadeo (0,5 Hz): funcionamiento normal de ABB. Off: Funcionamiento anormal de ABB
ALM	Rojo	Indicador de advertencia	Off: No alarma On: Alarma general

Tabla 3.2 Indicadores y Significados de ABB.

3.12.8.3.2 CDU

La CDU realiza un seguimiento y control de la función, realiza una operación y mantenimiento excelente, tiene un amplificador de bajo ruido, alarma de TTA (Torre Amplificador Arriba), alarma de TTA de la fuente de alimentación.

Hay varios tipos de grupos de la CDU, pero la estructura de la CDU y el principio es el mismo en todos los casos. la estructura de la CDU se muestra en la Figura 3.41

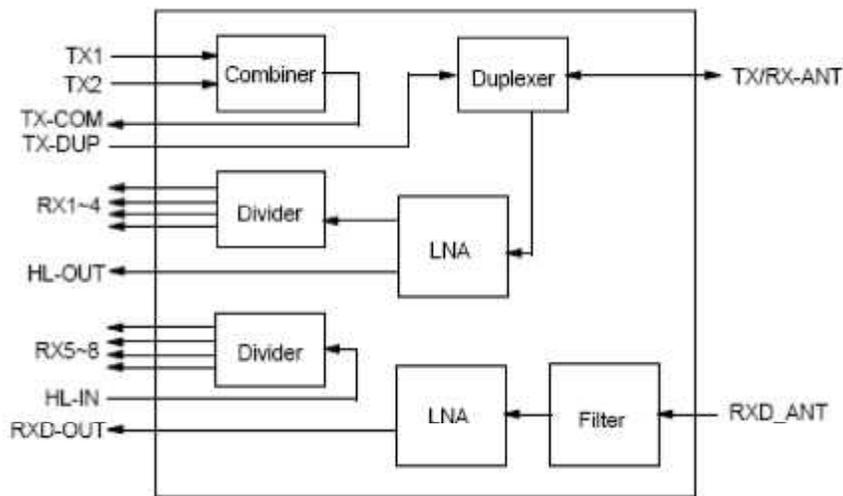


Figura 3.41 Estructura CDU

3.12.8.3.2.1 Descripción del Panel Frontal

Hay varios tipos de paneles frontales CDU. Véase la Figura 3.42

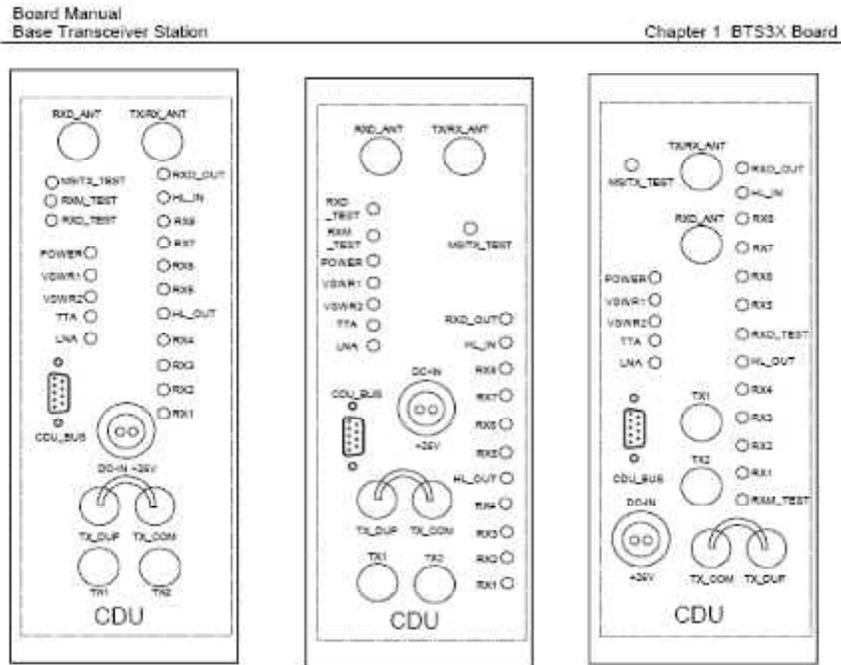


Figura 3.42 Panel frontal del CDU

El significado de los indicadores y las etiquetas de las interfaces CDU en diversos paneles frontales son los mismos. Los indicadores del panel frontal de la CDU y sus significados se enumeran en la Tabla 3.3.

ID	COLOR	SIGNIFICADO	DETALLES
PWR	Verde	Indicador de alimentación	On: CDU está encendido Off: CDU está apagado
VSWR1	Amarillo	Indicador de alarma nivel 1 VSWR	Off: No alarma On o parpadea: Alarma de nivel 1 VSWR
VSWR2	Rojo	Indicador de alarma nivel 2 VSWR	Off: No alarma On o parpadea: Alarma de nivel 2 VSWR
TTA	Rojo	Indicador de advertencia del amplificador de la torre	Off: No alarma On: Alarma TTA
LNA	Rojo	Indicador de advertencia LNA	Off: No alarma On: Alarma LNA

Tabla 3.3 Indicadores del Panel Frontal de la CDU

3.12.8.3.3 ECDU

Hay varios tipos de paneles ECDU, pero la estructura y principio de la ECDU es el mismo en todos los casos. Véase la Figura 3.43

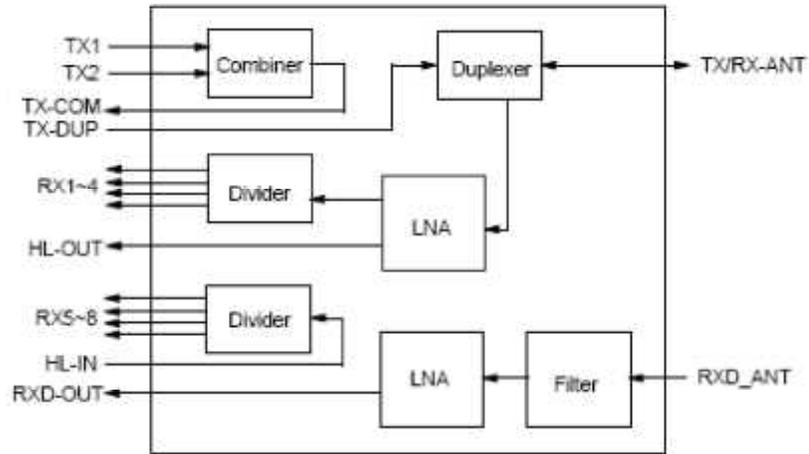


Figura 3.43 Estructura ECDU

3.12.8.3.1 Descripción del panel frontal

Hay varios tipos de paneles frontales CDU. Véase la Figura 3.44

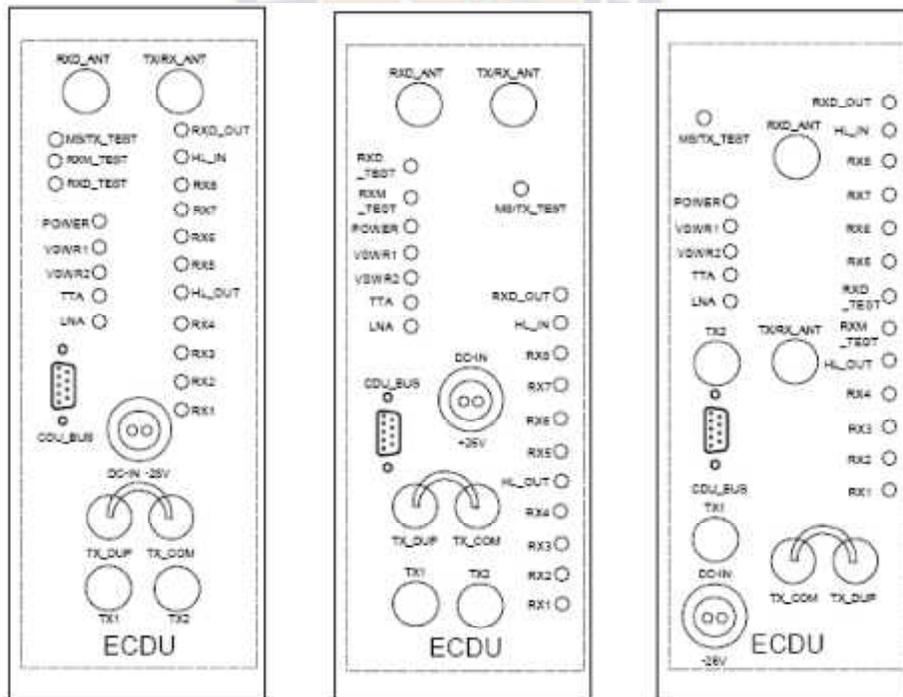


Figura 3.44 Panel frontal del CDU

El significado de los indicadores y las etiquetas de las interfaces de los diversos paneles frontales ECDU son los mismos. Los indicadores del panel frontal y sus significados de la ECDU se enumeran en la Tabla 3.4

ID	COLOR	SIGNIFICADO	DETALLES
PWR	Verde	Indicador de alimentación	On: ECDU está encendido Off: ECDU está apagado
VSWR1	Amarillo	Indicador de alarma nivel 1 VSWR	Off: No alarma On o parpadea: Alarma de nivel 1 VSWR
VSWR2	Rojo	Indicador de alarma nivel 1 VSWR	Off: No alarma On o parpadea: Alarma de nivel 2 VSWR
TTA	Rojo	Indicador de advertencia del amplificador de la torre	Off: No alarma On: Alarma TTA
LNA	Rojo	Indicador de advertencia LNA	Off: No alarma On: Alarma LNA

Tabla 3.4 Indicadores del Panel Frontal de la ECDU

3.12.8.3.4 PMU

EL panel de la PMU se muestra en la Figura 3.45



Figura 3.45 Panel Frontal de PMU

Los indicadores del panel de la PMU y sus significados se enumeran en la Tabla 3.5

ID	COLOR	SIGNIFICADO	DETALLES
ALM	Rojo	Indicador de advertencia	On: módulo de supervisión del sistema detecta falla. Off: operación normal del PMU
RUN	Verde	Indicador del módulo de monitoreo	Parpadea: normal funcionamiento del módulo de supervisión.

Tabla 3.5 Indicadores y significados de la PMU

3.12.8.3.5 PSU

La PSU está equipada con circuito robusto y excelente protección. Su seguridad cumple con las normas UL, TUV y PECO. Constituye la fuente de alimentación junto con el subsistema de distribución de energía de protección contra rayos, y

dispositivos de control de potencia. Para hacer frente a diferentes necesidades de suministro de energía eléctrica nos proporciona -48 V DC y +24 V DC.

EL panel frontal de la PSU se muestra en la Figura 3.46



Figura 3.46 Panel Frontal de PSU

Los indicadores del panel del PSU y sus significados se enumeran en el Tabla 3.5

ID	COLOR	SIGNIFICADO	DETALLES
VIN	Verde	Indicador de potencia de entrada	On: Potencia de entrada normal. Off: Potencia de entrada anormal.
ALM	Rojo	Indicador de advertencia	On: Alarma PSU Off: operación normal del PSU
VO	Rojo	Indicador de potencia de salida	On: Potencia de salida normal. Off: Potencia de salida anormal

Tabla 3.6 Indicadores y significados de la PSU

Las PSU normalmente se utilizan con las BTS 3012A, porque no se dispone de un rectificador ya que es BTS tipo outdoor.

Los sectores de este tipo de BTS se lo cuenta de abajo hacia arriba, por lo que todo el primer bloque de la parte inferior es el primer sector.

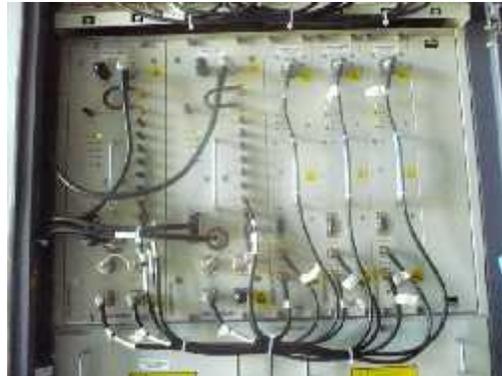


Figura 3.47 Tarjetas que muestran el Sector de la BTS 312

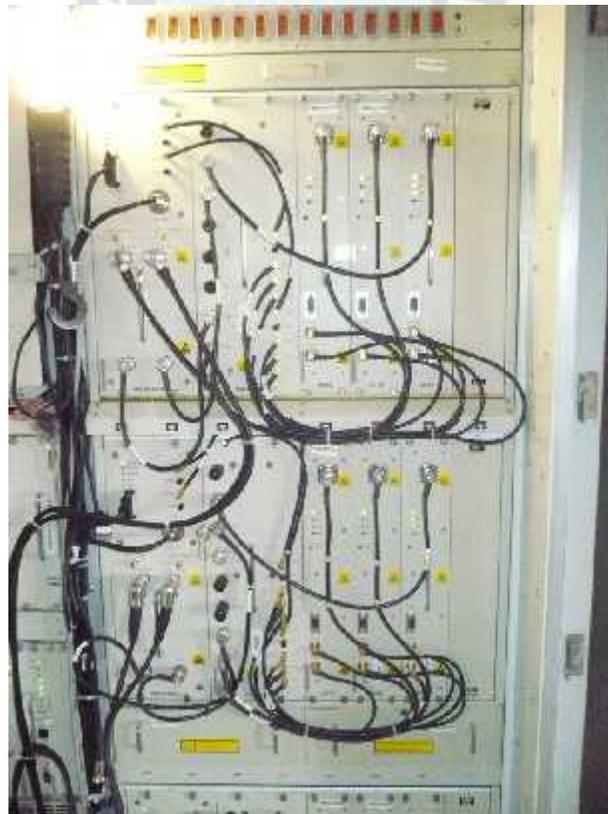


Figura 3.48 Interior de la BTS 312

3.12.8.4 BTS3012

Como lo mencionamos el funcionamiento de la BTS es la misma que la anterior descrita, la diferencia está en algunas tarjetas que lleva y la disposición de sus sectores es por filas y se cuenta de derecha a izquierda.

3.12.8.4.1 DDPU

Cumple con la misma función de las tarjetas ECDU o CDU pero con la diferencia que es de mayor densidad.



Figura 3.49 Vista de las tarjetas DDPU de la BTS 3012

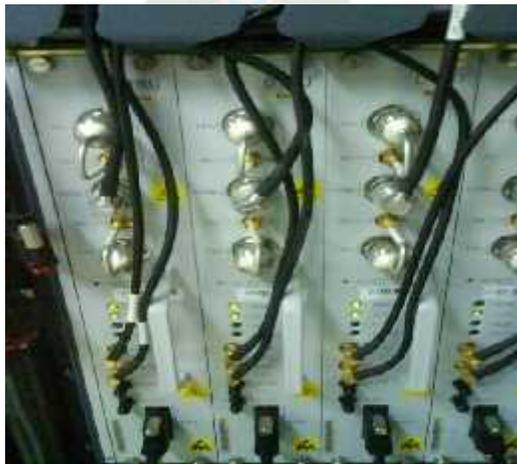


Figura 3.50 Vista de las TRX de la BTS 3012



Figura 3.51 Interior de la BTS 3012 y su FAN

También en esta BTS se dispone de las tarjetas DCSU y DCCU.

3.12.8.5 Mantenimiento de la BTS

Primeramente se debe verificar que la BTS no presente ninguna alarma en ninguna de sus tarjetas, después debemos de sacar los datos que se visualizan en los leds de cada tarjeta y anotarlos en el formulario de BTS respectivo, si es BTS312/3012A en la Tabla A7 y si es BTS3012 en la Tabla A6. Luego se procede a ajustar todos los conectores que tiene la BTS con el cuidado de no forzarlos y quebrarlos; Si es necesario debido a la suciedad se debe de sacar los FANs para soplarlos y limpiarlos para un buen funcionamiento; pero se debe tener el cuidado de sacarlo con delicadeza primero destornillarlo, apagarlo; luego sacar sus buses de datos y alimentación y por último jalar el FAN; se debe de limpiar lo mas rápido posible ya que debido a la alta integración de circuitos integrados que se tiene las tarjetas

pueden calentar y ocasionar problemas. La Figura 3.52 muestra el polvo que se acumula en el FAN, por lo mismo es necesario limpiar.



Figura 3.52 Polvo en el FAN de la BTS 3012

Se debe de soplar todo el gabinete y realizar su limpieza, y de ser necesario sacar su esponja protectora de suciedad y lavarlo. Las Figuras 3.53 al 3.55 muestran la limpieza a una BTS 3012A.



Figura 3.53 Limpieza a la BTS3012A



Figura 3.54 Limpieza del Extractor de la BTS 3012A



Figura 3.55 BTS 3012A después de su limpieza

3.12.9 Subsistema de Radio

El subsistema de radio es prácticamente el enlace que existe con otra estación base hasta llegar a su controlador de radio base (BSC) y por ésta a su central de conmutación móvil (MSC), por lo tanto gracias a los radio enlaces existentes se puede formar la red de TELECEL interconectando todas sus celdas que se encuentran por la ciudad.

Una BTS manda su información hasta su MSC a través de los radio enlaces existentes en la estación. Los canales que se mandan a través del radio hasta el otro radio se lo hace ordenadamente para que cuando llegue al receptor éste lo reciba también ordenadamente y no haya confusión ni desordenamiento de canales. Esto se logra gracias a que en ambos extremos se utiliza el mismo tipo de modulación y codificación.

Una estación dependiendo si es terminal o nodo puede tener varios radio enlaces y en cada uno de ellos los E1s viajan ordenadamente; y para que no exista

interferencia se maneja diferentes frecuencias de transmisión y recepción para cada radio enlace.

El E1 que sale de la BTS se conecta a su DDF del radio para transportarlo y unirlo a la red para que la celda que cubre la radio base del servicio de telefonía al lugar en cuestión. Generalmente se coloca este E1 al primer tributario del DDF principal pero no es necesariamente obligatorio debido que en cada estación se tendrá la imagen de la otra estación con la que está enlazado.

En la Tabla 3.6 se muestra la banda de microondas.

BANDA	FREC. MINIMA (GHz)	FREC. MAXIMA (GHz)
L	1	2
S	2	4
C	4	8
X	8	12,4
Ku	12,4	18
K	18	26,5
Ka	26,5	40
mm	40	300

Tabla 3.7 Banda de Microondas

En nuestra red de telecomunicaciones se trabaja normalmente entre la banda X y K. La Banda Ku es utilizada generalmente para televisión.

Se dispone de dos equipos para realizar el enlace pero ambas funcionan de la misma manera, la diferencia está en su capacidad de E1s. Se tiene el MINILINK de ERICSSON y el NEC PASSOLINK.

3.12.9.1 MINILINK ERICSSON

MINI-LINK E es la solución de Ericsson para enlaces punto a punto en la banda de radio de microondas (7GHz a 38GHz) que se aplica a cualquier requerimiento donde se necesite acceso y transmisión de banda ancha con características para redes totalmente flexibles, de alta confiabilidad y rápida instalación tanto en configuraciones simples, estrella o de anillo.

También son posibles otras aplicaciones tales como conexión inalámbrica para accesos de banda ancha de primer y segunda milla como así también redes de comunicaciones privadas.

Ventajas:

- Alta confiabilidad y bajo costo de mantenimiento.
- Rápido diseño, fácil instalación y configuración de la red.
- Uso eficiente del espectro radioeléctrico.
- Inmunidad a las interferencias.
- Modo protegido, diversidad de frecuencia y espacio.
- Interconexión inalámbrica de Datacom y telefonía.

3.12.9.1.1 Descripción del Sistema

El sistema se compone de una unidad interior (IDU Figura 3.56) y una unidad exterior (ODU Figura 3.57). Las unidades se conectan por un simple cable coaxial que transporta el tráfico y la alimentación de energía.



Figura 3.56 ODU (RAU) del Radio Minilink



Figura 3.57 IDU del Radio Minilink

La conexión de la IDU y la ODU es mediante el cable IF (cable coaxial) que dependiendo de la configuración puede ser de dos o uno. Figura 3.58



Figura 3.58 Cable IF que conecta ODU con IDU

La IDU concentra las funciones de switching, servicios, MODEM y tráfico, mientras que la ODU se compone de una unidad de radio y una antena que transmite y recibe las señales de radio. Un portafolio amplio de antenas permite dimensionar la solución para una óptima eficiencia para cada enlace, combinando alta performance y bajo impacto visual externo. Cada terminal puede ser configurado sin protección (1+0) o protegido (1+1), empleando diversidad de frecuencia y espacio

Los enlace microondas, marca Ericsson, modelo Mini link E están constituidos por un AMM (magazine de acceso modular) modelo 4-U para 7 unidades de tarjetas, con dos tarjetas MMU (unidad moduladora), una tarjeta SAU (unidad de accesos de servicio) y una tarjeta SMU (unidad multiplexora de switcheo) (ver Figura 3.59) y las 2 unidades de radio RAU (Unidad de Radio Acceso), ubicadas en el área de la torre (ver Figura 3.60 donde se muestra la configuración del Mini Link E con modo protegido (Enlace 1+1)). También se dispone de AMM 2U-3 para 4 unidades de tarjetas, dos MMU, una SAU y una tarjeta SMU (ver Figura 3.61) y 1 unidad de radio RAU ubicada en el área de la torre (ver Figura 3.62 donde muestra configuración del Minilink sin protección (Enlace 1+0)).



Figura 3.59 Disposición de las tarjetas en la unidad AMM 4-U



Figura 3.60 Unidades RAU con Configuración 1+1 Minilink



Figura 3.61 Disposición de las tarjetas en la unidad AMM 2U-3



Figura 3.62 Unidad RAU con configuración 1+0

Se dispone de tarjetas MMU 2x2-34+2 y dos tipos de SMU; la SMU 8x2 lo que significa una capacidad para 8 tributarios y la SMU 16x2 lo que significa una capacidad para 16 tributarios con lo que se completa la capacidad del DDF.

El DDF es donde se colocan todos los tributarios provenientes del radio.

De ser necesario se puede aumentar un tributario mas de la tarjeta MMU, como es el caso del enlace Alpacoma – Viacha Cerro.

El gestor Minilink Service Manager permite la visualización y el monitoreo de los enlaces de una manera clara, así como el funcionamiento, histórico de alarmas y performance de los mismos, además facilita el acceso remotamente a los microondas que se encuentren interconectados (Ver Figura 3.63).

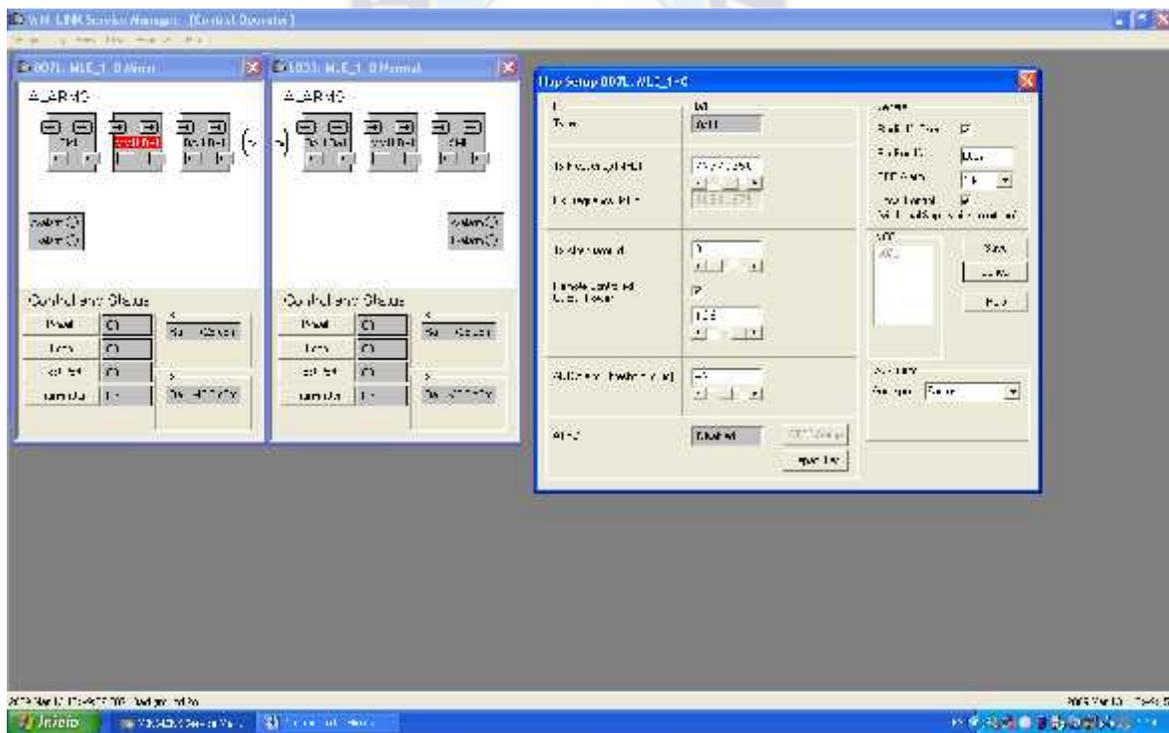


Figura 3.63 Software del Minilink, Minilink Service Manager

3.12.9.2 NEC PASSOLINK NEO

El sistema consiste en un MODEM o Modulador- Demodulador MDP-150-1AA (Unidad Interior - Indoor Unit (IDU)) dependiendo de la configuración que se proyecte (1+0, 1+1) con una tarjeta de control CTRL que genera varias señales basadas en los datos de ajuste con el gestor y el estado de operación recolectados de la IDU y de la ODU, tiene señales de interfaz SC (Service Channel - Canal de Servicio), EOW (Engineering Orden Wire - Canal de Ordenes), LAN (Red de Área Local), NE (Puerto Ethernet) , EXT ALM (Extensión de alarmas). La disposición de las tarjetas en la unidad IDU Radio NEC se muestra en la figura 3.64



Figura 3.64 Disposición de tarjetas en la IDU NEC



Figura 3.65 ODU del Radio NEC



Figura 3.66 Cable IF par el NEC
(configuración 1+1)

Todos los enlaces NEC que se tienen son de configuración 1+1 y por lo tanto se tienen dos ODUs, dos cables IFs. La mínima capacidad de tributarios del NEC es de 16 tributarios con la facilidad de que si se quiere mayor capacidad solo se aumentan tarjetas y se aumentan de 16 en 16 tributarios, cosa que no es posible con el MINILINK.



Figura 3.67 Antena y ODU en Configuración 1+1 Passolink Neo

El gestor PNMT (Passolink Network Managent Terminal), desarrollado por NEC para gestionar el PASOLINK punto a punto del sistema con acceso inalámbrico de redes, está diseñado como una herramienta de mantenimiento para el personal, tanto a nivel local y remotamente, permite controlar alarmas, puntos de control, generar informes y archivo de datos, además vigila y controla la situación y configuración de todos los equipos asociados incluyendo el rendimiento del microondas dentro de un interfaz gráfica de usuario, todo ello en tiempo real.

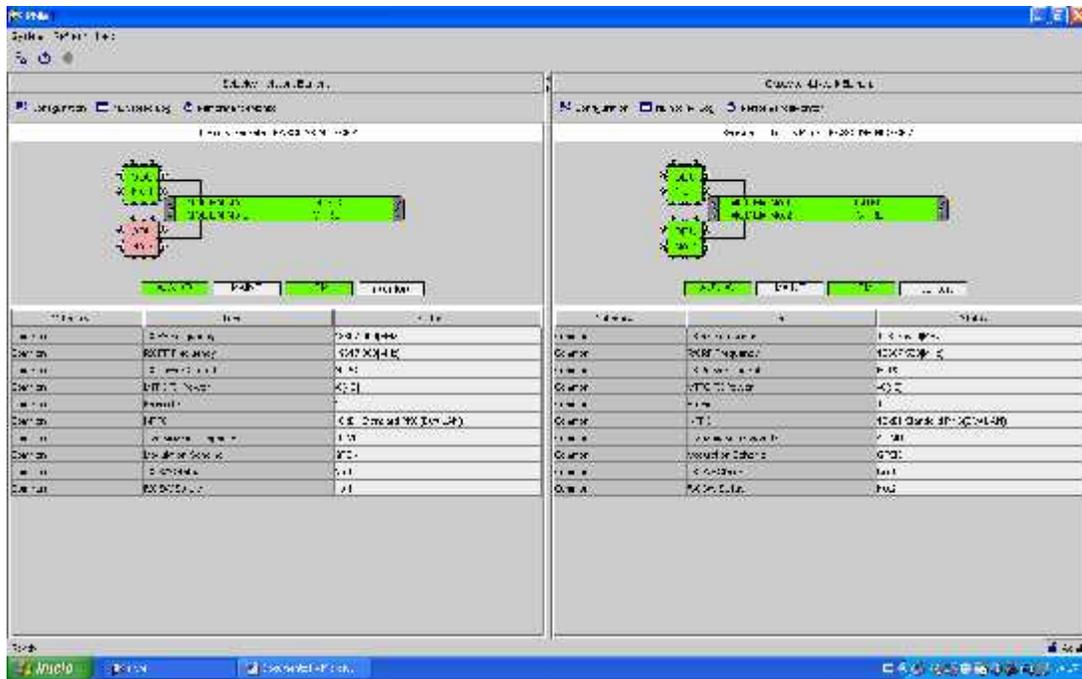


Figura 3.68 Software del NEC Passolink, PNMT

Hay estaciones donde se puede tener los dos tipos de radio para sus enlaces. La Figura 3.69 muestra una combinación de éstas, pero cada una tiene diferente enlace, trayectoria y parámetros de transmisión.



Figura 3.69 Radio Minilink y NEC en un solo Rack

3.12.9.3 Mantenimiento Preventivo

En el mantenimiento se realiza el ajuste de los cables de tierra ya que en algunos casos hay ODUs que no están aterrados de manera adecuada o no cuentan con su cable de tierra (véase las Figuras 3.70 y 3.71); la verificación de alarmas en las tarjetas, la verificación de los E1s y el peinado correspondiente, la verificación del cable IF. Luego se debe de ingresar con el software correspondiente a cada radio para sacar los datos del enlace. Una vez que se termino de sacar los datos y ajuste de conectores se procede al soplado y a la limpieza del equipo.



Figura 3.70 RAU sin Cable de Tierra



Figura 3.71 Aumento de cable de tierra al RAU, después del mantenimiento

Para la entrega del informe del mantenimiento preventivo de los radios, se debe de copiar los datos obtenidos en la estación con el software adecuado de cada enlace que exista en el formulario de enlace (Tabla A8), por cada enlace se tendrá un formulario.

En el radio Minilink se puede ver en su display los parámetros del enlace como su frecuencia a la que trabaja, su potencia de transmisión y recepción. En caso de presentarse una alarma aparece en este display. Por lo mismo se debe de tener los valores de los parámetros del enlace para ajustar en caso de que hayan sido manipulados y ejecutados por error.

En el radio NEC Passolink no se dispone de un display, por lo que todo se debe de verificar por software. Solo se puede visualizar algún tipo de alarma ya que tiene leds de aviso de alarma.

Se debe tomar nota del azimut de cada enlace que contenga la radio base.

En el presente trabajo se encuentra una tabla donde se indica todos los enlaces existentes de la red hasta el mes de Abril; donde también se puede observar que celda o radio base circula por cada canal de cada enlace. Esto se puede visualizar en la Tabla A10.

3.12.10 Subsistema de Cobertura

Dentro de este subsistema se tiene a las antenas sectoriales y todo lo relacionado con éstas, ya que la cobertura de la celda se lo realiza con las antenas sectoriales.

Dentro de este subsistema se puede mencionar a las antenas sectoriales, los feeders, en algunos casos a los TMA

3.12.10.1 Antenas Sectoriales

Las antenas sectoriales son la mezcla de las antenas direccionales y las omnidireccionales. Las antenas sectoriales emiten un haz más amplio que una direccional pero no tan amplio como una omnidireccional.

La intensidad (alcance) de la antena sectorial es mayor que la omnidireccional pero algo menor que la direccional. Siguiendo con el ejemplo de la luz, una antena sectorial sería como un foco de gran apertura, es decir, con un haz de luz más ancho de lo normal.



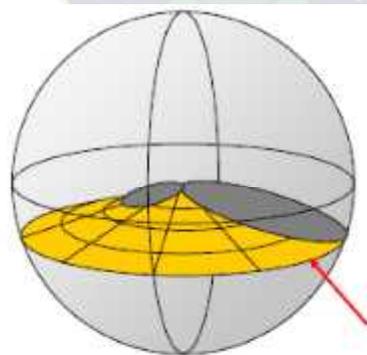
Figura 3.72 Comparación del Haz de la Antena Sectorial con las Antenas Direccional y Omnidireccional

Para tener una cobertura de 360° (como una antena omnidireccional) y un largo alcance (como una antena direccional) deberemos instalar tres antenas sectoriales de 120°.

En las antenas sectoriales se debe tener en cuenta los tilt eléctrico y tilt mecánico

El Tilt eléctrico sirve para:

- Que el lóbulo principal apunte debajo del horizonte
- Que el lóbulo opuesto también apunte debajo del horizonte
- A $\pm 90^\circ$ También el tilt está abajo del horizonte



Cono del lóbulo principal

Figura 3.73 Lóbulo con el Tilt Eléctrico

El Tilt mecánico hace que:

- El lóbulo principal esté antes del horizonte
- El lóbulo posterior apunta hacia arriba
- A $\pm 90^\circ$ no hay tilt

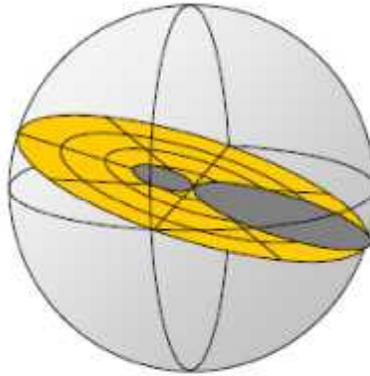


Figura 3.74 Lóbulo con el Tilt Mecánico

Se hace referencia a los tilt eléctrico y mecánico debido a que dependiendo de éstos se puede manipular la cobertura de la celda ya que se altera en alguna proporción el lóbulo de radiación.

En una antena sectorial se debe de tomar en cuenta su impedancia de entrada, su directividad, su ganancia, su polarización, su ancho de banda y su lóbulo de radiación.

Las antenas que se disponen en las estaciones son las de Kathrein. Son antenas con doble banda es decir doble polarización, entonces la misma antena se puede utilizar para transmisión y para recepción. Kathrein dispone de dos diagramas de circuitos y el que nosotros utilizamos es el diagrama B, que tiene banda doble y los combinadores se integran.

Diagrama B.- Similares para ambas direcciones de polarización de 900 MHz y 1800 MHz se combinan a través de un Dual Band Combinador, por lo que el número de conexiones y el número de alimentadores se reducen a a dos. En la Figura 3.75 se muestra el diagrama de la antena.

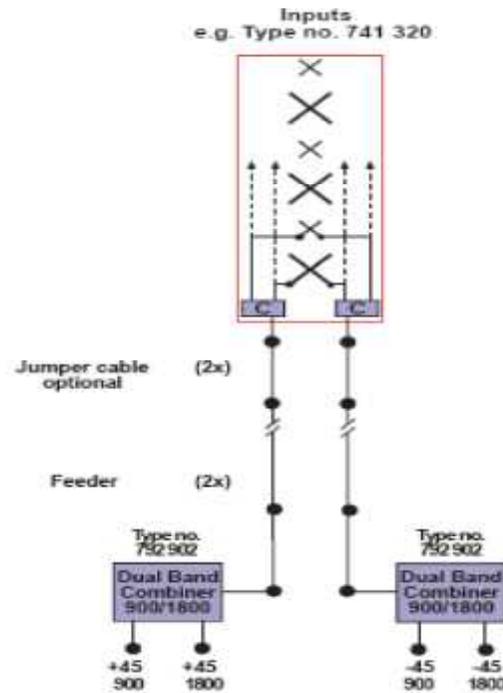


Figura 3.75 Diagrama B de la Antena Kathrein, es la actual utilizada

Ventajas de las antenas Kathrein:

- Sólo se necesita una antena para las dos bandas.
- Todas las ventajas de las antenas Kathrein banda única XPOL se aplican a las antenas Kathrein banda doble XPOL.
- Las dimensiones son idénticas a las de una antena de 900 MHz. Si una estación GSM 900 se ha ampliado para convertirse en un GSM 900 / 1800, entonces la apariencia de la estación, la carga de viento y el tipo de adjuntación permanecen inalterados.
- La solución integrada usando combinadores conduce un ahorro considerable en los cables de alimentación.

El lóbulo de la antena sectorial banda dual, tipo No. 741 320 con una ganancia de 17 dB y se muestra en la Figura 3.76

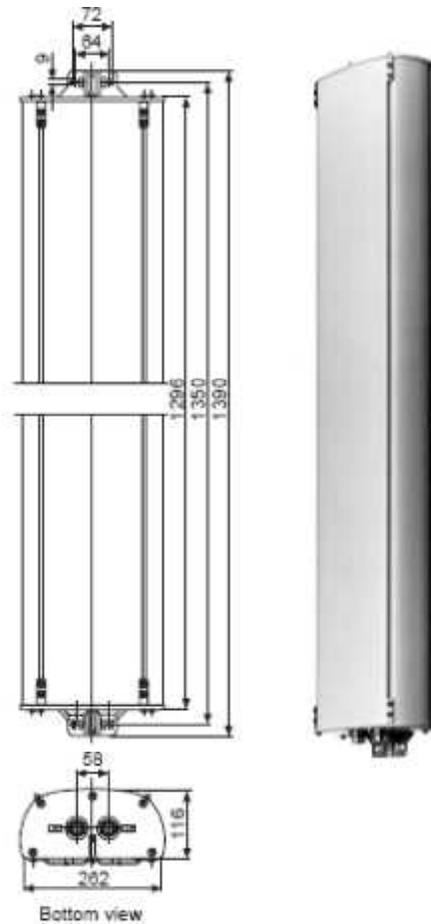
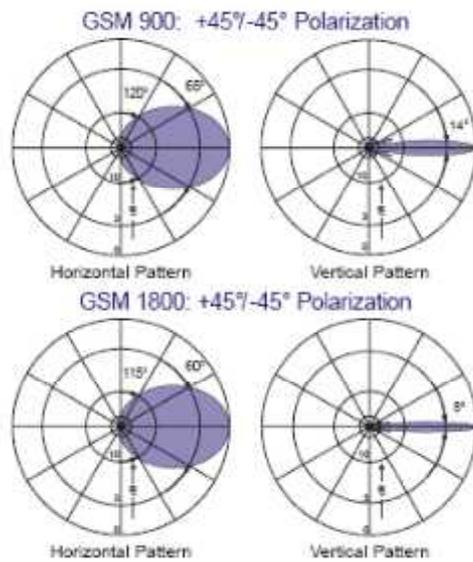


Figura 3.76 Antena Sectorial tipo741 320 y su Lóbulo de Radiación. Fuente: Kathrein



En la Figura 3.77 se puede ver el interior de una antena sectorial Kathrein.



Figura 3.77 Vista del Interior de una Antena Sectorial Kathrein

3.12.10.2 Feeder

El tipo de cable feeder utilizado para estas instalaciones dependerá de las alturas de las torres y antenas a ser instaladas, a nivel nacional, este es cable coaxial con diferentes diámetros que pueden ser de 1/2, 7/8 y 15/8 pulgadas (ver Tabla 3.7). Este cable posee conectores en cada punta dependiendo de su diámetro. Se debe tomar en cuenta que la entrada de los cables feeder, en las BTS son de tipo 1/2 pulgada por lo cual los conectores de los cables de 7/8 y 15/8 pulgadas deben tener acoples a 1/2 pulgada.

Tipo de Cable	Diámetro	Altura de las Antenas
Coaxial	1/2 Pulgadas	Menor a 30m
Coaxial	7/8 Pulgadas	Entre 30 y 60m
Coaxial	15/8 Pulgadas	Mayor a 60m

Tabla 3.8 Tipo de cable según la altura o longitud del tramo



Figura 3.78 Vista de la Instalación de los Feeders

En las figuras 3.79 y 3.80 se muestra los conectores de $\frac{1}{2}$ pulgada y de $1 \frac{5}{8}$ pulgadas, los conectores de $\frac{7}{8}$ pulgadas son de las mismas características que los de $\frac{1}{2}$ pulgada:

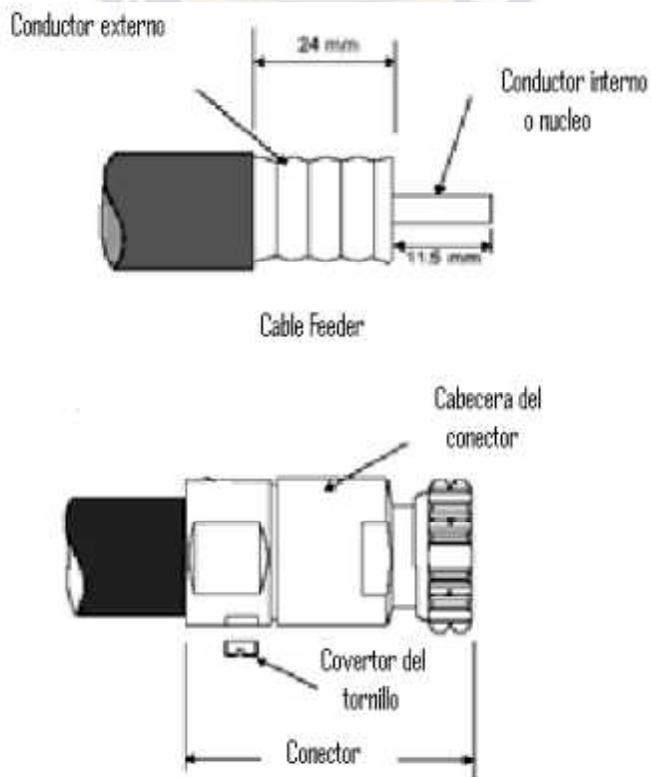


Figura 3.79 Conectores de $\frac{1}{2}$ pulgada o $\frac{7}{8}$ pulgada

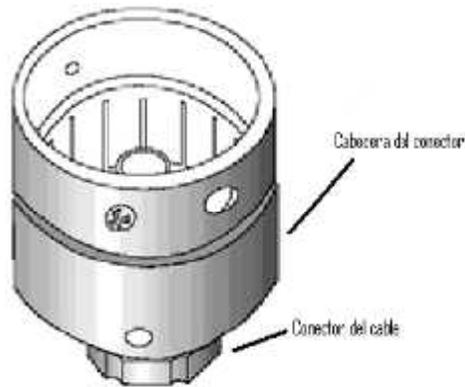


Figura 3.80 Conector de 1 5/8 pulgada

3.12.10.3 Los TMA

Los TMA son un amplificador de bajo ruido utilizado para mejorar el enlace ascendente Uplink en el desempeño en una celda. Normalmente es montado cerca de la antena receptora y amplifica la señal recibida (Rx) de las estaciones móviles, antes que la señal se enrute a través del alimentador de la antena al receptor en la RBS.

Algunos principios de los TMA:

- Basado en el efecto de la fórmula de Friis.
- Cuando los amplificadores y atenuadores se acoplan en serie, el primer amplificador de la cadena es el componente que tiene el mayor impacto en la señal resultante.

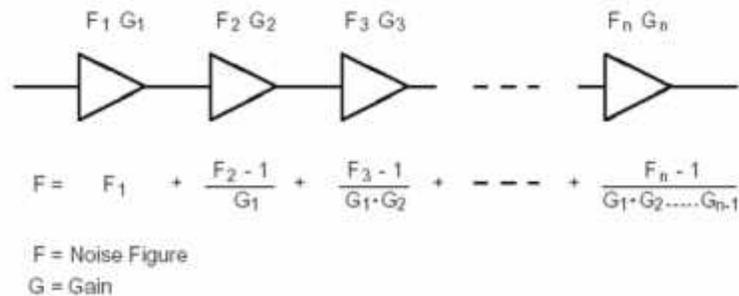


Figura 3.81 Amplificadores y Atenuadores de los TMA

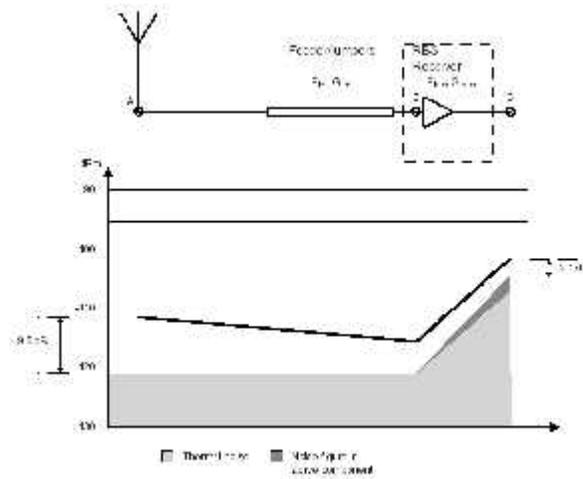


Figura 3.82 Señal a ruido (S/N) sin utilizar TMA

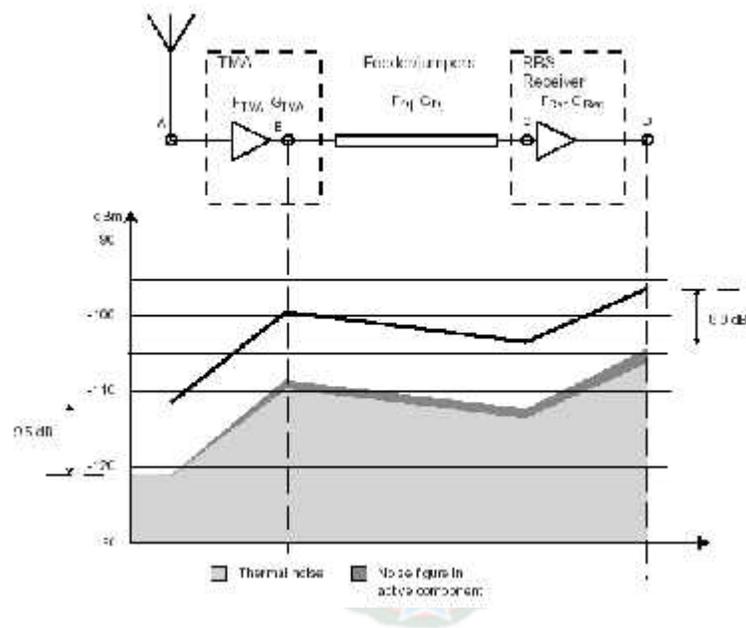


Figura 3.83 Señal a ruido (S/N) utilizando TMA

3.12.10.3.1 Tipos de TMA

Se tienen tres tipos de TMA los Simplex TMA, los Duplex TMA y los Dual Duplex TMA:

3.12.10.3.1.1 Simplex TMA

Utilizado para reforzar el enlace ascendente cuando el enlace ascendente se recibe a través de una antena dedicada para Rx y el descendente se transmite a través de una antena.

3.12.10.3.1.2 Duplex TMA

Incluyen filtro dúplex utilizado para conectar líneas de alimentación de TX y RX separadas y una combinación de antena de Tx / Rx.

3.12.10.3.1.3 Dual Duplex TMA

Incluyen dos filtros duplex. Se utiliza para conectar un combinado de línea de alimentación de Tx/Rx y una combinación de antena de Tx / Rx.

En nuestra red es utilizado este tipo de TMA

3.12.10.3.2 Características básicas de los TMA

La mejora de la sensibilidad mediante la adición de un TMA es de 1,5 dB y es compensada la atenuación en el alimentador.

La amplificación máxima para 900 MHz es de unos 15 dB y de 1800/1900 MHz es de unos 12 dB.

Se tiene una ecuación de balance de potencia para los dos casos: sin TMA y con TMA, este balance se utiliza para determinar si se necesita un TMA o no.

3.12.10.4 Mantenimiento Preventivo

Para el mantenimiento de esta sección se puede decir que se debe de ajustar las antenas sectoriales muy bien, de tal modo que no deban moverse. Se debe verificar que los feeders estén perfectamente aterrados y los kits de tierra deben ir correctamente encintados para evitar la filtración de agua a los equipos, en caso de no ser así se debe vulcanizar y encintar de nuevo el kit.

Los TMA deben estar bien ajustados y vulcanizados en sus conexiones al igual que los feeders. Se debe tomar datos del tilt y azimut de cada antena sectorial y anotarlos en el informe de infraestructura. Cada vez que se vuelva a la estación se debe verificar si los tilt y azimut fueron movidos o no, en caso de ser así presentar en el informe los nuevos datos para su futura corroboración.

3.13 Señales de Uplink y Downlink

La señal de Uplink es el trayecto en el que se transmite desde el MS (Estación Móvil) hasta la BTS (Tranceptor de Estación Base) y la señal de Down link es el trayecto en sentido contrario.

Estos dos tipos de señales se transmiten en el medio de transmisión que para este caso es el aire, tomando en cuenta que la señal de Down link es la que tiene la frecuencia mayor de las dos.

3.13.1 Camino de Procesamiento de la Señal Up Link

A continuación se detalla el camino por el cual recorre la señal de Uplink:

1. La antena detecta la señal de un MS (Móvil Statin) por medio del medio de transmisión aire.
2. Por medio de la antena dicha señal pasa a un Amplificador de Recepción.

3. Esta señal amplificada pasa a las unidades llamadas Bias tee los cuales verifican la calidad de la señal y alimentan a los amplificadores antes mencionados.
4. Esta señal en referencia pasa por un filtro duplexor de ganancia variable el cual discrimina si la señal es apta para pasar a la siguiente unidad.
5. Esta señal pasa por medio de unos multiacopladores para separarlos en dos tipos de señal estas son la recepción principal y la recepción por diversidad.
6. Esta señal dependiendo del multiacoplador utilizado se divide para cada uno de los tranciver de la BTS
7. Este módulo tranciver convierte las señales a una frecuencia intermedia para luego filtrarla antes de su procesamiento digital.
8. Luego la señal es enviada a una unidad de procesamiento en Banda base (Procesamiento digital).
9. Finalmente esta señal es enviada a la unidad de transmisión para comunicarse con la BSC (Base Station Controller) por medio de la interfase ABIS.

3.13.2 Camino de Procesamiento de la Señal Down Link.

Este es el camino inverso del procesamiento de la señal de Uplink que se describe de la manera siguiente:

1. En este punto la BSC recibe una señal de la red, dicha señal se envía hacia la tarjeta de transmisión por medio de la interfase ABIS.
2. De la misma manera esta señal es enviada a las tarjetas de procesamiento digital, es decir a las tarjetas de Banda Base.
3. Esta señal procesada por las Banda Base es enviada a los trancivers para que sea modulada.
4. Los transceivers filtran, modulan por lo cual colocan una portadora a esta señal y la amplifican.

5. Esta señal es enviada a los combinadores para transformar las salidas de 2 a 1 dependiendo del caso.
6. Esta señal combinada pasa a través de un duplexor, Bias Tee y pasa directamente a la antena.
7. Por último esta señal llega a las antenas GSM para transmitir la señal por el medio de transmisión aire, para que sea receptada por el MS.

3.14 Alarmas en las Estaciones

A continuación se da un listado de las alarmas que se presentaron en las radio bases mientras se hizo la pasantía.

3.14.1 Alarma de DDPU y ROE

La tarjeta DDPU se alarma:

- Esta puede ser porque se apago su térmico y la solución es encenderlo.
- También porque algún conector se desconectó y por lo tanto se debe ajustar todos los conectores.
- El más dificultoso es que no presente un buen camino entre la DDPU y la antena, esta falla se lo nombra alarma de ROE.

En la Figura 3.84 se muestra el equipo denominado Site Master con el cual se procede hacer las pruebas respectivas para la verificación de la alarma.

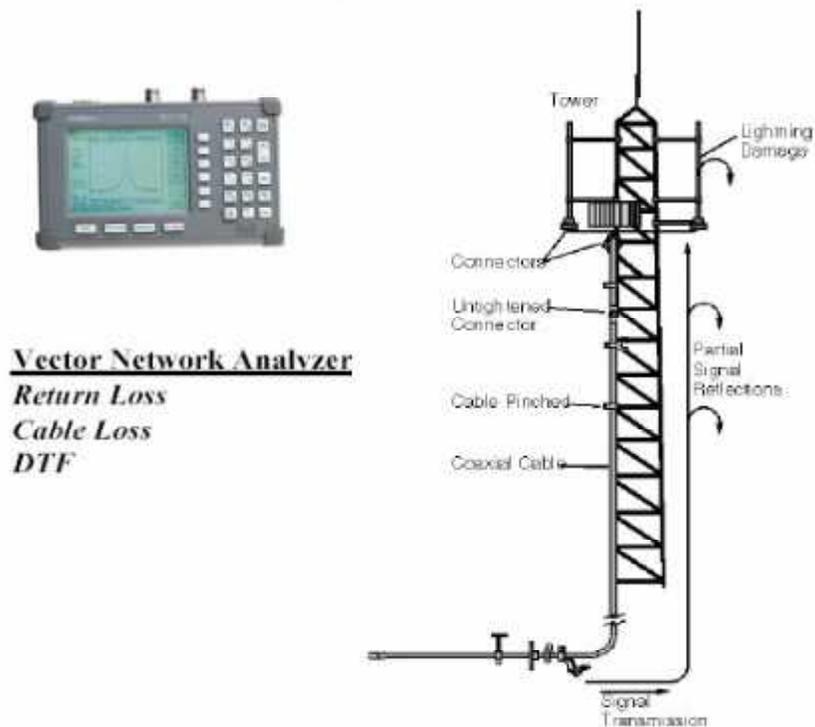


Figura 3.84 Mediciones y equipos de prueba

Las pruebas requeridas para verificación del funcionamiento que se las realiza son las siguientes:

- VSWR (ROE) Relación de onda reflejada.
- DTF(distancia a la falla)
- RL(Perdida de retorno o return loss)

3.14.1.1 VSWR

En la Figura 3.85, se muestra un modelo de medición con el equipo site master, esta mediciones se deben guardar para presentar al cliente posteriormente.

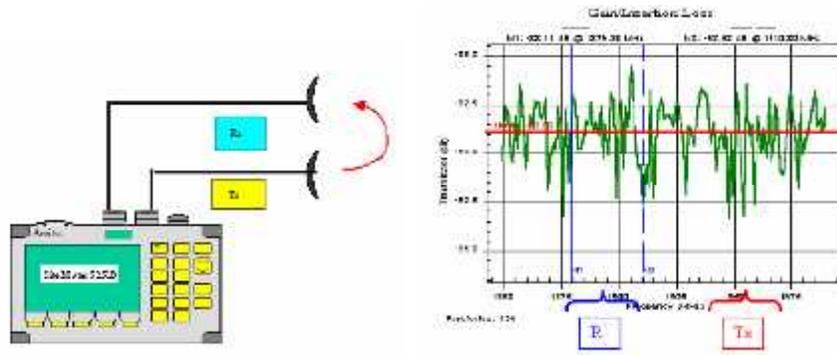


Figura 3.85 Mediciones con el site master

Como ya vimos el VSWR se define como:

$$ROE = VSWR = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{1 + |\rho_V|}{1 - |\rho_V|}$$

Este valor en db debe ser medido en cada uno de los cables feeder de las antenas y para que cumpla con las normas de instalación este debe ser menor a 1.4 dB

3.14.1.2 Distancia de Falla

El DTF (distancia a la falla) es el punto medido en metros donde mas se refleja la señal en el dominio de la frecuencia .Esta medición nos indica en donde se encuentra degradado a lo largo de la longitud del cable feeder.

3.14.1.3 Perdida de Retorno

El Return Loss se define: $10 \log (P_{\text{ref}} / P_{\text{in}}) = 20 \log ((VSWR-1)/(VSWR+1))$

Donde:

P_{ref} = Potencia reflejada

P_{in} = Potencia de entrada

Como la potencia de entrada siempre va a ser mayor que la potencia reflejada el valor obtenido será negativo. Este valor para que este dentro de las normas deberá ser mayor a 16db.

Por lo general no se toma en cuenta el signo negativo en este resultado para evitar confusiones.

3.14.2 Alarma de TRX

Las TRX se alarman cuando, las DDPU están alarmadas; cuando los conectores están sueltos, cuando la temperatura de las tarjetas ya es elevada, cuando algún dispositivo del interior se averió. Se puede apagar la tarjeta, abrirlo y revisarlo. En caso que se pueda solucionar el dispositivo arreglarlo caso contrario cambiar de tarjeta.

3.14.3 Alarma en PMU

La tarjeta PMU puede estar alarmado porque alguno de los FAN no está funcionando correctamente, entonces revisar cada uno de los FANs y comprobar su perfecto funcionamiento.

3.14.4 Alarma en el Rectificador

Los rectificadores se alarman porque se fue la energía eléctrica comercial, por lo que mandan una señal a su central para una futura e inmediata solución de la energía.

También se alarma normalmente porque su protector de transientes no funciona muy bien, uno de ellos se quemó o se soltó, a esto se lo llama alarma SPD y se lo puede visualizar en su módulo de monitoreo entrando a alarmas.



Figura 3.86 Rectificador PS48300/1800 Alarmado

3.14.5 Alarmas de radios

Los radios se alarman porque alguno de sus parámetros se cambió de valor, por lo tanto se debe colocar el valor adecuado y ejecutarlo. También se alarman porque algunos de sus tributarios están habilitados y en su DDF no se cuenta con el E1 correspondiente, lo que se debe hacer es entrar al software y verificar los tributarios habilitados y existentes. Si todo está correcto entonces uno de los conectores se quebró o no está haciendo buen contacto, entonces se debe rehacer el conector.

Otra alarma se presenta cuando se quitó la alimentación al radio y por lo tanto tardará unos segundos en levantar el sistema. Cuando la BTS está fallando hace que en el radio aparezca “alarma B” lo que indica que la falla es la BTS.

Para solucionar la mayoría de las alarmas que se presentan en los radios, se debe hacer uso de su software para observar, verificar y solucionar la falla presente.

Para ver el loop de un canal se puede hacer el uso del analizador de E1s.

3.14.5.1 Analizador de E1s

Para las mediciones de la transmisión, enlaces o trayectoria se necesita de analizador de E1 el cual se muestra su principio de funcionamiento en la Figura 3.87. En donde se deben realizar las pruebas en los dos puntos terminales del enlace, inclusive se puede realizar pruebas uniendo varios enlaces a la vez para medir el BER en toda una trayectoria de enlace.

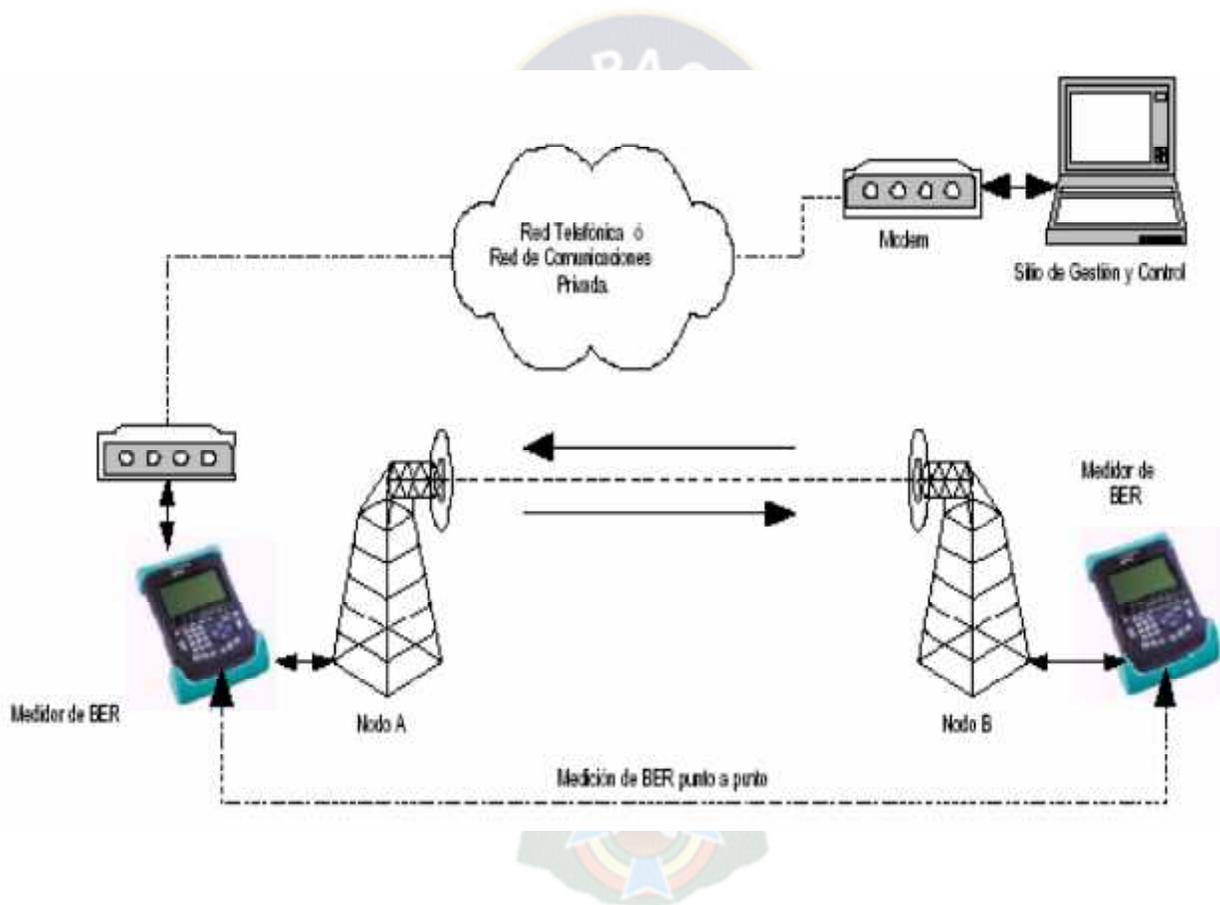


Figura 3.87 Prueba con el Analizador

Con este equipo se dispone una alternativa de pruebas para garantizar envío de información entre dos estaciones, para el caso serán las estaciones A y B.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIÓN

La pasantía realizada en la empresa fue muy provechosa, ya que se pudo conocer todos los equipos que hacen posible nuestra comunicación, logrando cumplir el objetivo planteado, de apoyar al área de mantenimiento de TELECEL. Conociendo así el funcionamiento y mantenimiento respectivo de cada uno de los equipos, y saber que contamos con un personal altamente capacitado y calificado con bastante experiencia en plantas externas e instalaciones de redes de Telecomunicaciones, siendo la mayor parte técnicos, para satisfacer las demandas del cliente a un 100%.

Se observó cada equipo que tiene un determinado mantenimiento y cómo se da solución a las fallas que los equipos presentan en algunas ocasiones, lo que se debe lograr es el funcionamiento de la Radio Base libre de fallas las 24 horas del día y los 365 días del año, con su respectivo y eficiente mantenimiento para un buen desempeño de los equipos.

Se debe hacer notar que las emergencias en cada estación base, deben ser atendidas en el menor tiempo posible y con la mayor eficacia para evitar posteriores sanciones de acuerdo a las normas de la U.I.T.

Todo lo aprendido en la empresa será de mucha ayuda para futuras intervenciones que se tenga que realizar ya que con la base obtenida durante la pasantía se podrá tener un buen desempeño en el área de las telecomunicaciones; pudiendo ampliar nuestro conocimiento con el pasar de los años.

GSM tecnología que la mayor parte de nuestra población que utiliza, aunque se disponga de redes de tercera generación que están empezando a utilizarse con

mayor frecuencia, por lo que no está muy lejano el día en que todas nuestras redes de comunicaciones converjan a una sola; que nos proporcione todos los servicios y la arquitectura GSM, es un punto de inicio para llegar a comprender las nuevas tecnologías que ya están en nuestro medio.

RECOMENDACIONES

Para un mejor análisis de la red de radio bases y problemas que se presentan en cada estación, es recomendable que cada técnico de transmisión cuente con el programa de la BSC, por ejemplo la BSC32; para poder monitorear y levantar las radio bases cuando éstas estén fuera de servicio, ya que en muchos casos la alarma que se presentó fue por falla en la BSC y no así en la radio base.

Se puede realizar la compra de un analizador de E1s, esto para comprobar y realizar las mediciones de transmisión, enlace y trayectoria de las radios y los tributarios; así el personal de S.T.S. pueda hacer la verificación de la trayectoria del flujo mediante un loop en el final del trayecto y así poder encontrar en que lugar se ubica la falla que presenta algún tributario en su trayectoria, ya que cuando un conector se rompe se debe ir verificando cada salto que realiza el enlace hasta encontrarlo, lo que representa una pérdida de tiempo.

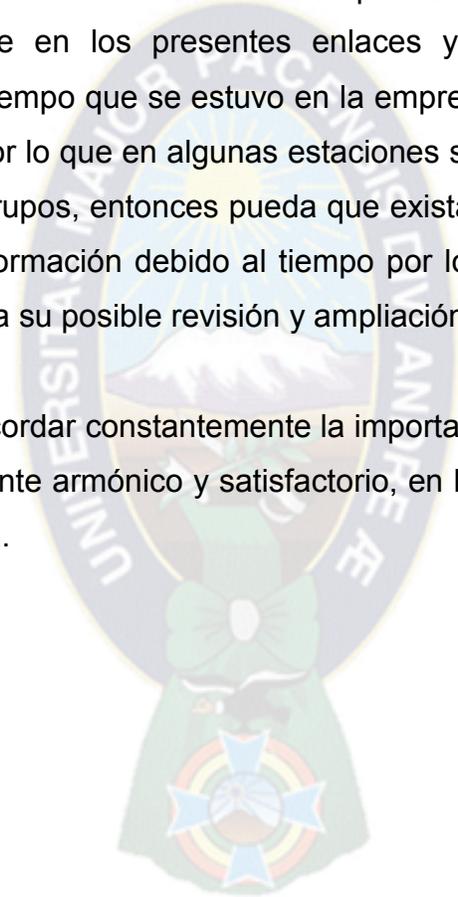
En los nodos de la red donde se tenga mayor número de tributarios se quite los equipos Minilink y se cambie por NEC Pasolink, ya que los equipos NEC tienen un mayor número de tributarios y su adición de los mismos solo se basa en adicionar tarjetas y normalmente siempre presentan configuración 1+1.

Se pueda realizar la compra de vehículos propios para toda el área de mantenimiento, ya que en muchos casos se tropezó con el problema de vehículos para el transporte del personal técnico para alguna emergencia.

Tener a disposición más herramientas e instrumentos de trabajo, así como materiales de protección de personal para dar seguridad a los técnicos en el momento de realizar su trabajo y evitar accidentes; así también el reemplazo de herramientas en caso de desgaste o pérdidas justificables; es muy recomendable reemplazar los diferentes equipos que tienen más de 20 años ya que son esos equipos que van fallando con frecuencia.

Los enlaces que se presentan en la Tabla A10 se pueden ampliar con las estaciones nuevas, cabe señalar que en los presentes enlaces y tributarios algunos no se encuentran ya que por el tiempo que se estuvo en la empresa no se pudo ir a todas las estaciones y cubrir todo, por lo que en algunas estaciones se tomó nota de los informes de mantenimiento de los grupos, entonces pueda que exista fallas en algunos casos ya que no se corroboró la información debido al tiempo por lo que podemos decir que el documento está presto para su posible revisión y ampliación.

Los trabajadores deben recordar constantemente la importancia de la Misión y Visión de la empresa, para un ambiente armónico y satisfactorio, en las labores que cada uno de ellos cumple en la empresa.



BIBLIOGRAFÍA

Canavire Pardo Freddy
Sistemas de Comunicación I

Campero José
Servicios de Próxima Generación en Telefonía Móvil

Durán José
Planificación de Radio Bases GSM

Lema Martín
Sistemas Irradiantes para Radio Bases Celulares

Nokia
Infraestructura Física y Técnica de una BTS

Introduction and application guide to Tower Mounted Amplifiers (TMA)

Kathrein
Technical Information and New Products

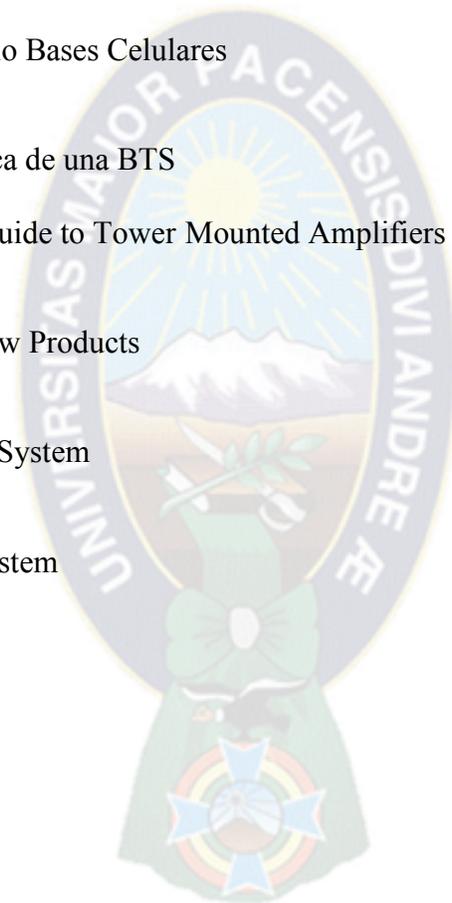
User Manual, Emerson
PS48300/1800 Power Supply System

User Manual, Emerson
PS24600/75 Power Supply System

Board Manual, Huawei
Base Tranceiver Station

<http://www.wikipedia.com>

<http://sts.com.bo>





MANTENIMIENTO PREVENTIVO - INFRAESTRUCTURA

ESTACION: FECHA:

CONTROL BIMESTRAL

				NOTAS Y/O OBSERVACIONES												
ACONECTORADOR DE AIRE	Control Temperatura Gase	EF	N/E	R/A												
	Limpeza o cambio filtro de aire	EF	N/E	R/A												
	Limpeza bandeja condensado	EF	N/E	R/A												
	Limpeza de descarga	EF	N/E	R/A												
	Soplado de condensador evaporador	EF	N/E	R/A												
	Lubricación de bujes visibles	EF	N/E	R/A												
	Verif. Sistema de conmutación	EF	N/E	R/A												
	Medic. Tension y corriente. C/fase	EF	N/E	R/A	RS(V)	RT(V)	ST(V)	RN(V)	SN(V)	TN(V)	R(A)	S(A)	T(A)	PN (V)	PA(A)	
				AA1												
				AA2												
ESTRUCTURA METALICA	Control fracturas y hasta	EF	N/E	R/A												
	Control pararrayos y bajoca	EF	N/E	R/A												
BOMBAS Y PORTONES	Control cerraduras y candados	EF	N/E	R/A												
	Limpeza predio estacion	EF	N/E	R/A												
	Limpeza interior predio	EF	N/E	R/A												
	Control de plagues	EF	N/E	R/A												
CASETA	Limpeza y transabilidad	EF	N/E	R/A												
	Limpeza interior caseta	EF	N/E	R/A												
	Verif. Iluminación interior y ext	EF	N/E	R/A												
	Verif. Celulas fotoelectricas	EF	N/E	R/A												
	Verificar luces de emergencia	EF	N/E	R/A												
ALARMAS Y TABLEROS	Control Cerraduras y Candados	EF	N/E	R/A												
	Control Pilar de Acometida	EF	N/E	R/A												
	Control Tension Fasa Neutro	EF	N/E	R/A	Tablero	RS(V)	RT(V)	ST(V)	RN(V)	SN(V)	TN(V)	R(A)	S(A)	T(A)	PN (V)	PA(A)
	Verif. Protector de Transcintas	EF	N/E	R/A												
MEDIDAS DEL SISTEMA DE TIERRA	Fecha de Medidor	EF	N/E	R/A	KWII		Medi		007							
	Valor de tierra en la mala ubicada en la base de la torre en Ohmios (maximo es 10 ohm)					Valor de tierra en el distribuidor de la tierra de la zona alrededor de la sala de equipos (maximo es 10 ohm)										
NOBRE DE LA PROPIETARIA TELF O CELULAR					ALTURA DE LA TORRES				NUMERO DE MONO POSTES							
UBICACION DE LA ESTACION ENTRE QUE CALLES, ZONA, NUMERO																

NOTAS:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

POR TELECEL	POR STS - Bolivia

Tabla A2. Formulario de Infraestructura



F-M-TEL-11

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

SUBSISTEMA ENERGIA Emerson PS24000/75 PS48300

ESTACION: _____
 No DE SERIE: _____

FECHA: _____
 CODIGO: _____

1.- VERIFICACION RECTIFICADORES

SISTEMA			
POWER:	OK	OFF	---
ALARM:	OK	OFF	---

2.- LECTURA EN PANEL DE CONTROL PS1-A11 Y MEDIDAS

AC INPO (3 PHASE)					
PHASE A:	PS1-A11 (Volt.)	Medida (Volt.)	Medida (Amp.)		
PHASE B:					
PHASE C:					
DC INPO					
BUS VOLT (volt.)	PS1-A11 (Leido)	Medida			
LOAD CURR (Amps.)					
BATT-1		BATT-2			
VOLT (Vdc.)	VOLT (Vdc.)	CURR (Amps.)	CURR (Amps.)		
CURR (Amps.)	CURR (Amps.)	CAPACITY (%)	CAPACITY (%)		
RECT-1		RECT-2		RECT-3	
VOLT (Vdc.)	VOLT (Vdc.)	VOLT (Vdc.)	VOLT (Vdc.)	VOLT (Vdc.)	VOLT (Vdc.)
LIMIT %	LIMIT %	LIMIT %	LIMIT %	LIMIT %	LIMIT %
MODE	MODE	MODE	MODE	MODE	MODE
CURR (Amps.)	CURR (Amps.)	CURR (Amps.)	CURR (Amps.)	CURR (Amps.)	CURR (Amps.)
TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C
RECT-4		RECT-5		RECT-6	
VOLT (Vdc.)	VOLT (Vdc.)	VOLT (Vdc.)	VOLT (Vdc.)	VOLT (Vdc.)	VOLT (Vdc.)
LIMIT %	LIMIT %	LIMIT %	LIMIT %	LIMIT %	LIMIT %
MODE	MODE	MODE	MODE	MODE	MODE
CURR (Amps.)	CURR (Amps.)	CURR (Amps.)	CURR (Amps.)	CURR (Amps.)	CURR (Amps.)
TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C

3.- VERIFICACION TENSION DC Y ESTADO DE BATERIAS

BANCO No 1		BANCO No 2	
BATERIA 1		BATERIA 1	
BATERIA 2		BATERIA 2	
BATERIA 3		BATERIA 3	
BATERIA 4		BATERIA 4	
BATERIA 5		BATERIA 5	
BATERIA 6		BATERIA 6	
BATERIA 7		BATERIA 7	
BATERIA 8		BATERIA 8	
BATERIA 9		BATERIA 9	
BATERIA 10		BATERIA 10	
BATERIA 11		BATERIA 11	
BATERIA 12		BATERIA 12	
TENSION TOTAL		TENSION TOTAL	

4.- INSPECCION DE SISTEMA DE ENERGIA

LEMPICIA DE VENTILADORES	
ESTADO CONEXIONES	
VERIF. PROTECTOR TRANSLUCIDOS GAVINHE	
ESTADO CABLE AC	
ESTADO CABLE DC	
SUCCION DE SMOKE	
SUCCION DE SIBRACK	

OBSERVACIONES

Por TELECEL: _____ Por S.T.S. Leobivia: _____

Tabla A4. Formulario de Energía



F-M-TEL-08

MANTENIMIENTO PREVENTIVO SUBSISTEMA ENERGIA OUTDOOR (HUAWEI)

Verificación por Software PMS-G

Modulo de Voltaje Principal (V)	
Corriente Banco de Baterías (A)	
Temperatura Banco de Baterías °C	
Lectura de Corriente (A)	
Voltaje AC (AV)	
Estado (Cuantificación)	

CONTROL DE TENSION (AC)

RS (V)		RN (V)	
RT (V)		SN (V)	
ST (V)		TN (V)	
R (A)		FN (V)	
S (A)		F (A)	
T (A)			

CONTROL DE TENSION (DC)

VOLTAJE (V)		CONSUMO (A)	
-------------	--	-------------	--

CONTROL DE BATERÍAS

Baterías	Voltaje Total (V)	Corriente de Carga (A)	Capacidad (Ah)
----------	-------------------	------------------------	----------------

BANCO Nº 1		BANCO Nº 2	
BATERIA 1		BATERIA 1	
BATERIA 2		BATERIA 2	
BATERIA 3		BATERIA 3	
BATERIA 4		BATERIA 4	
BATERIA 5		BATERIA 5	
BATERIA 6		BATERIA 6	
BATERIA 7		BATERIA 7	
BATERIA 8		BATERIA 8	
BATERIA 9		BATERIA 9	
BATERIA 10		BATERIA 10	
BATERIA 11		BATERIA 11	
BATERIA 12		BATERIA 12	
TENSION TOTAL		TENSION TOTAL	

INSPECCION DE SISTEMA DE ENERGIA

LIMPIEZA DE VENTILADORES			
ESTADO CONECTORES			
SELLADO DE PASAPUERTOS			
ATERRAMIENTO DE FEEDER			
ATERRAMIENTO DE TMA			
FIRMEZA DE TMA			
ESTADO DE LOS ARRIESTRE			
ESTRUCTURA DE SOPORTE DE FEEDER			
	SECTOR1	SECTOR2	SECTOR3
AZIMUT (SEMESTRAL)			
TILT (SEMESTRAL)			

OBSERVACIONES

Tabla A5. Formulario de Energía Para Outdoor



BTS HUAWEI

ESTACION

MODELO FECHA

ACTIVO FIJO SERIE

SECTOR 1			SECTOR 2		
DDPU EQUIPADO <input type="checkbox"/> ALARMAS VISUALES LED ON OFF RUN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ACT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RF-IND <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DTRU EQUIPADO <input type="checkbox"/> ALARMAS VISUALES LED ON OFF RUN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ACT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RF-IND <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DTRU EQUIPADO <input type="checkbox"/> ALARMAS VISUALES LED ON OFF RUN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ACT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RF-IND <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DDPU EQUIPADO <input type="checkbox"/> ALARMAS VISUALES LED ON OFF RUN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ACT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RF-IND <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DTRU EQUIPADO <input type="checkbox"/> ALARMAS VISUALES LED ON OFF RUN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ACT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RF-IND <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DTRU EQUIPADO <input type="checkbox"/> ALARMAS VISUALES LED ON OFF RUN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ACT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RF-IND <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
SECTOR 3					
DDPU EQUIPADO <input type="checkbox"/> ALARMAS VISUALES LED ON OFF RUN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ACT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RF-IND <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DTRU EQUIPADO <input type="checkbox"/> ALARMAS VISUALES LED ON OFF RUN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ACT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RF-IND <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DTRU EQUIPADO <input type="checkbox"/> ALARMAS VISUALES LED ON OFF RUN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ACT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RF-IND <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DDPU EQUIPADO <input type="checkbox"/> ALARMAS VISUALES LED ON OFF RUN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ACT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RF-IND <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
DTMU EQUIPADO <input type="checkbox"/> ALARMAS VISUALES LED ON OFF RUN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ACT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RF-IND <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DTMU EQUIPADO <input type="checkbox"/> ALARMAS VISUALES LED ON OFF RUN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ACT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RF-IND <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	COMM0 EQUIPADO <input type="checkbox"/> ALARMAS VISUALES LED ON OFF RUN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ACT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RF-IND <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	COMM1 EQUIPADO <input type="checkbox"/> ALARMAS VISUALES LED ON OFF RUN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ACT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RF-IND <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DCSU EQUIPADO <input type="checkbox"/> ALARMAS VISUALES LED ON OFF RUN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ACT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RF-IND <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DCCU EQUIPADO <input type="checkbox"/> ALARMAS VISUALES LED ON OFF RUN <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ACT <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RF-IND <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

VERIFICACION DE INSTALACION

PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO	<input type="checkbox"/>	PUSTA A TIERRA EQUIPO EXTERIOR	<input type="checkbox"/>
LIMPIEZA DEL EQUIPO	<input type="checkbox"/>	SUJECION DE LA ANIENA	<input type="checkbox"/>
CABLES DE ENERGIA	<input type="checkbox"/>	SUJECION DE CABLES DE ENERGIA	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES

POR TELECEL	POR S.T.S.
-------------	------------

Tabla A6. Formulario de BTS 3012



F-M-TEL-10

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ESTACION : N° DE SERIE : FECHA :

BTS HUAWEI :

1.- VERIFICACION INDICADORES VISUALES

SYSTEM	OK	OFF
POWER	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALARM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SECTOR 3					
ECDU 4 EQUIPADO ALARMAS VISUALES ON OFF POWER <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> USER 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> USER 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> TTA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> LRA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	ECDU 5 NO EQUIPADO ALARMAS VISUALES ON OFF POWER <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> USER 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> USER 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> TTA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> LRA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	TRX 8 EQUIPADO ALARMAS VISUALES ON OFF POWER <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RCP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RDP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PAL <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	TRX 9 EQUIPADO ALARMAS VISUALES ON OFF POWER <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RCP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RDP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PAL <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	TRX 10 EQUIPADO ALARMAS VISUALES ON OFF POWER <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RCP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RDP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PAL <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	TRX 11 EQUIPADO ALARMAS VISUALES ON OFF POWER <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RCP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RDP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PAL <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

SECTOR 2					
ECDU 2 EQUIPADO ALARMAS VISUALES ON OFF POWER <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> USER 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> USER 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> TTA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> LRA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	ECDU 3 NO EQUIPADO ALARMAS VISUALES ON OFF POWER <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> USER 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> USER 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> TTA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> LRA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	TRX 4 EQUIPADO ALARMAS VISUALES ON OFF POWER <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RCP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RDP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PAL <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	TRX 5 EQUIPADO ALARMAS VISUALES ON OFF POWER <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RCP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RDP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PAL <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	TRX 6 EQUIPADO ALARMAS VISUALES ON OFF POWER <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RCP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RDP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PAL <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	TRX 7 EQUIPADO ALARMAS VISUALES ON OFF POWER <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RCP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RDP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PAL <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

SECTOR 1					
ECDU 0 EQUIPADO ALARMAS VISUALES ON OFF POWER <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> USER 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> USER 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> TTA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> LRA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	ECDU 1 NO EQUIPADO ALARMAS VISUALES ON OFF POWER <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> USER 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> USER 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> TTA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> LRA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	TRX 0 EQUIPADO ALARMAS VISUALES ON OFF POWER <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RCP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RDP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PAL <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	TRX 1 EQUIPADO ALARMAS VISUALES ON OFF POWER <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RCP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RDP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PAL <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	TRX 2 EQUIPADO ALARMAS VISUALES ON OFF POWER <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RCP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RDP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PAL <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	TRX 3 EQUIPADO ALARMAS VISUALES ON OFF POWER <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RCP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RDP <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PAL <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>



PSU 0 EQUIPADO	PSU 1 EQUIPADO	PSU 2 EQUIPADO	PSU 3 EQUIPADO	PSU 4 EQUIPADO	PSU 5 EQUIPADO
ALARMA VISUAL ON OFF					
OK <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					
NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>					

PMU C EQUIPADO	TCU 0 EQUIPADO	MU C EQUIPADO
ALARMA VISUAL ON OFF	ALARMA VISUAL ON OFF	ALARMA VISUAL ON OFF
OK <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	ALM <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

2.- LIMPIEZA

3.- INSPECCION

ESTADO CONECTORES BELLADO PASAJEROS ATERRAMIENTO DE FEEDERS ATERRAMIENTO DE TMA's FIRMEZA DE TMA's FIRMEZA ANTENAS ESTADO DE ARRESTEROS ESTRUCTURA DE SOPORTE DE ANTENAS ESTRUCTURA DE SOPORTE DE FEEDERS	
---	--

OBSERVACIONES <hr/> <hr/> <hr/>

POR TELECEL S.A.	POR S.T.S. BOLIVIA
------------------	--------------------

Tabla A7. Formulario de BTS 312 y 3012A



F-M-TEL-16

FORMULARIO DE MANTENIMIENTO

MINILINK ERICSSON

NEC

1.- DATOS DE IDENTIFICACION

IDENTIFICACION DEL SALTO:	
ESTACION A:	ESTACION REMOTA B:
COD. ESTACION A:	COD. ESTACION B:
FECHA:	CUIDAD:

2.- DESCRIPCION GENERAL

LADO A:

CONFIGURACION:	
CAPACIDAD:	
FRECUENCIA:	
BANDA INDEX:	

LADO B:

CONFIGURACION:	
CAPACIDAD:	
FRECUENCIA:	
BANDA INDEX:	

3.- VERIFICACION DE INSTALACION OUT DOOR ANTENAS Y RAU's

ANTENAS

LADO A:

Diámetro Antena	
Polarización	
Firmeza	
Aterramiento	
Cableado/Painado	
Etiquetado	

RAU's ODU's

LADO A:

Firmeza	
Aterramiento	
Cableado/Painado	
Etiquetado	

4.- PRUEBAS FUNCIONALES DEL EQUIPO

POTENCIAS DE TRANSMISION:

LADO A:

RAU - 1 IDU

RAU - 2 IDU

LADO B:

RAU - 1 IDU

RAU - 2 IDU

POTENCIAS DE RECEPCION

LADO A:

RAU - 1 ODU Nivel AGC Medico

RAU - 2 ODU Nivel AGC Medico

LADO B:

RAU - 1 ODU

RAU - 2 ODU

PRUEBAS DE CONMUTACION DE RADIOS AUTO/MANUALES

POR SOFTWARE:

LADO A:

TX Select TX1/RX2

RX Select RX1/RX2

LADO B:

TX Select TX1/TX2

RX Select RX1/RX2



MANUALES.- RAU QUITANDO ENTRADA A MMU, MMU QUITANDO ALIMENTACION

LADO A:

RAU 1 - ODU

RAU 2 - ODU

MMU 1 - IDU

MMU 2 - IDU

LADO B:

RAU 1 - CDU

RAU 2 - CDU

MMU 1 - IDU

MMU 2 - IDU

VERIFICACION DE ALARMAS LOCALES POR SOFTWARE

LADO A:

UNIDAD	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
SAU		
RAU - 1		
RAU - 2		
MMU - 1		
MMU - 2		
SMU		
TRAFIC		
AMM		

LADO B:

UNIDAD	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
SAU		
RAU - 1		
RAU - 2		
MMU - 1		
MMU - 2		
SMU		
TRAFIC		
AMM		

5.- PRIERA DE INTERFASE ELECTRICA Y SEGUIMIENTO DE TRIBUTARIOS (se debe especificar el tipo de equipo y posición del tributario)

TRIB.	EN SE	NOVO B 3-G	SISTEMA J-AMPS	SISTEMA GSM	OTRO	OBSERVACION
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						



DESCARGA Y CARGA DEL BANCO DE BATERIAS

ESTACION: _____
 LOCAL: _____

FECHA	HORA VOLTAGE		HORA TEMPER		HORA VOLTAJE		HORA TEMPER														
	TEMPER	VOLTAJE	TEMPER	VOLTAJE																	
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
23																					
24																					
25																					
26																					
27																					
28																					
29																					
30																					
31																					
32																					
33																					
34																					
35																					
36																					
37																					
38																					
39																					
40																					
41																					
42																					
43																					
44																					
45																					
46																					
47																					
48																					
49																					
50																					
51																					
52																					
53																					
54																					
55																					
56																					
57																					
58																					
59																					
60																					
61																					
62																					
63																					
64																					
65																					
66																					
67																					
68																					
69																					
70																					
71																					
72																					
73																					
74																					
75																					
76																					
77																					
78																					
79																					
80																					
81																					
82																					
83																					
84																					
85																					
86																					
87																					
88																					
89																					
90																					
91																					
92																					
93																					
94																					
95																					
96																					
97																					
98																					
99																					
100																					

CARGA Y DESCARGA DE BATERIAS
 FECHA: _____
 LOCAL: _____
 CAPACIDAD: _____
 TEMPERATURA: _____
 VOLTAJE: _____

ESTACION: _____
 LOCAL: _____
 FECHA: _____
 HORA: _____
 TEMPERATURA: _____
 VOLTAJE: _____

Tabla A9. Formulario de Carga y Descarga de Baterías

Tabla A10. Enlaces de Microondas de la Red TELECEL, Mes Abril. Fuente: S.T.S.

ENLACES RED TELECEL

Nº	ESTACIÓN	ENLACE	E1	FLUJO E1
1	ACHACHICALA	CIUDADELA FERROVIARIA	1	GSM Achachicala
			2 al 16	Libre
2	ACHACACHI	RADIO MODEM SATELITAL		
3	ACHOCALLA	ARANJUEZ	1	GSM Achocalla
			2 al 16	Libre
4	ACHUMANI COMPLEJO	FLORIDA	1	Libre
			2	Libre
			3	GSM Complejo Achumani
			4	GSM Los Rosales
			5 al 16	Libre
		LOS ROSALES	1	GSM Los Rosales
			2 al 16	Libre
5	ACOSTA BOQUERON	HANSA	1	GSM Acosta
			2	Libre
			3	Nodo B 3G Acosta 1/4
			4	Nodo B 3G Acosta 2/4
			5	Libre
			6	Mallasa
			7	Nodo B 3G Acosta 3
			8	Libre
		MALLASA	1	GSM Mallasa
			2 al 8	Libre
6	ALPACOMA	COVICO	1	GSM Covico
			2 al 8	Libre
		CAMACHO	1	GSM Camacho
			2	TDMA Camacho
			3	Nodo B 3G Camacho 1/4
			4	Nodo B 3G Camacho 2/4
			5	Nodo B 3G Camacho 3/4
			6	Nodo B 3G Camacho 4/4
			7 al 8	Libre
		FATIMA	1	GSM Villa Fátima
			2	TDMA Villa Fátima
			3	GSM Villa El Carmen
			4	GSM El Maestro
			5	Nodo B 3G El Maestro
6	GSM Las Delicias			

		7	GSM Alto Miraflores
		8	Nodo B 3G El Maestro 2/4
		9	Nodo B 3G El Maestro 3/4
		10	APM 200
		11	APM 200
		12	APM 200
		3 al 16	Libre
	ALTO OBRAJES	1	GSM Alto Obrajes
		2	Nodo B 3G Alto Obrajes 1/4
		3	Nodo B 3G Alto Obrajes 2/4
		4	Nodo B 3G Alto Obrajes 3/4
		5	Nodo B 3G Alto Obrajes 4/4
		6 al 8	Libre
	VICTORIA	1	Libre
		2	Nodo B 3G Victoria 1/4
		3	Nodo B 3G Victoria 2/4
		4	GSM Victoia
		5	GSM Yungas
		6	GSM Miraflores
		7	Nodo B 3G Victoria 3/4
		8	Nodo B 3G Victoria 4/4
		9	Nodo B 3G Miraflores (1,2)
		10	Nodo B 3G Miraflores (3,4)
		11	Nodo B 3G Miraflores (5,6)
		12 al 16	Libre
	ARANJUEZ	1	TDMA Aranjuez
		2	Libre
		3	GSM Aranjuez
		4	GSM Valencia
		5	GSM Lipari
		6	GSM Achocalla
		7 al 8	Libre
	OBRAJES	1	TDMA Obrajes
		2	GSM Dorado
		3	Nodo B 3G Seguencoma
		4	GSM Obrajes
		5	Nodo B 3G Seguencoma
		6	MODEM Puente Aranjuez
		7	Nodo B 3G Dorado
		8	GSM Kupini
	VIACHA CERRO	1	TDMA Viacha Cerro
		2	GSM Viacha Centro

		3	GSM Viacha Cerro
		4	GSM Mercado Bolívar
		5	GSM Lago Japuta
		6	Troncal La Paz - Oruro
		7	GSM Oruro Centro
		8	GSM Pukara
		9	GSM Calamarca
		10	GSM Capaja
		11	GSM Patacamaya
		12	GSM Tiquina
		13	GSM Desaguadero
		14	GSM Huarina
		15	GSM Ceroca Copacabana
		16	GSM Batallas
		17	GSM Sica Sica
		18	GSM Escoma
		19	GSM Pucarani
		20	GSM Ayo Ayo
		21	GSM Laja
		22	GSM Guaqui
		23	GSM Tihuanacu
		24	GSM 1° de Mayo
		25	GSM Industrial Oruro
		26	GSM Abel Iturralde
		27	GSM Jatún Oruro
		28	GSM Los Andes Oruro
		29	GSM Dalence Oruro
		30	GSM Caracollo
		31	GSM Huanuni
		32	Libre
	PASANKERI	1	GSM Pasankery
		2	GSM Villa Litoral
		3 al 8	Libre
	SOPOCACHI	1	GSM Sopocachi
		2	Nodo B 3G Sopocachi
		3	Nodo B 3G Sopocachi
		4 al 8	Libre
	PEREZ	1	GSM Perez
		2	TDMA Perez
		3	GSM Macubol
		4	GSM Landaeta
		5	GSM H. Libertador
		7 al 8	Libre

	TEMBLADERANI	1	Nodo B 3G Tembladerani 1/2
		2	Nodo B 3G Tembladerani 1/2
		3	Nodo B 3G Tembladerani 1/2
		4	Nodo B 3G Tembladerani 1/2
		5	GSM Tembladerani
		6	GSM Chijini
		7	GSM Villamil de Rada
		8	GSM Cotahuma
		9 al 16	Libre
	PIRAI	1	Libre
		2	GSM Piraí
		3	GSM Hamburgo
		4	TDMA Hamburgo
		5	Nodo B 3G Hamburgo 1/2
		6	Nodo B 3G Hamburgo 2/2
		7	TX1/RX1 3G
		8	TX2/RX2 3G
		9	GSM Villa Copacabana
		10	Nodo B 3G Hamburgo 3/4
		11	Nodo B 3G Piraí
		12	Nodo B 3G Piraí 4/4
		13	Nodo B 3G Hamburgo 4/4
		14	GSM Villa Nueva Potosí
		15 al 16	Libre
	6 DE MARZO	1	GSM 6 de Marzo
		2 al 4	Libre
		5	GSM Tarapaca
		6	GSM 9 de Abril
		7	GSM Sociedad Taunus
		8	Comercial El Alto
		9	GSM Villa Dolores
		10	Nodo B 3G 9 de Abril 1/2
		11	Nodo B 3G 6 de Marzo 1/2
		12	Nodo B 3G 6 de Marzo 2/2
		13	Nodo B 3G 9 de Abril 2/2
		14	Nodo B 3G 6 de Marzo 3/4
		15 al 16	Libre
		VILLA ADELA	1
	2		GSM Villa Adela
	3		GSM Fondo Ventilla
4	GSM Senkata		
5	GSM Don Bosco		

		6	GSM Villa Mercedes
		7	GSM Villa Remedios
		8	Libre
		9	Flujo Alpacoma
		10	TDMA Villa Mercedes
		11	Nodo B 3G Don Bosco
		12	Nodo B 3G Villa Adela 1/2
		13	Nodo B 3G Villa Adela 2/2
		14	GSM Ceja
		15	TDMA Ceja
		16	GSM Las Nieves
		17	GSM Rosas Pampa
		18	GSM Ecológica
		19	GSM Fondo Charapaqui
		20 al32	Libre
	LYRA	1	TDMA Lyra
		2	GSM Lyra
		3	Nodo B 3G Lyra 2/4
		4	Nodo B 3G Lyra 3/4
		5	Nodo B 3G Lyra 1/4
		6	Nodo B 3G Lyra 4/4
		7 al 8	Libre
		AUTOPISTA	1
	2		GSM Autopista
	3		GSM Cementerio
	4		GSM Tejar
	5		GSM Ciudadela Ferroviaria
	6		GSM Munaypata
	7		GSM El Tejar 2
	8		GSM Yacimientos
	9		GSM Plaza Pacajes
	10		Nodo B 3G Plaza Pacajes 1
	11		Nodo B 3G Plaza Pacajes 2
	12		GSM E. Avaroa
	13		Nodo B 3G E. Avaroa 2/2
	14		Nodo B 3G Tejar
	15		Nodo B 3G Tejar 2/2
	16		Nodo B 3G E. Avaroa 1/2
	17		WIMAX
	18		WIMAX
	19		WIMAX
	20		GSM Vino Tinto
	21		GSM Achachicala

			22	GSM Escuela Industrial
			23	Nodo B 3G Tejar 4/4
			24	Nodo B 3G E. Avaroa 3/4
			25	Nodo B 3G E. Avaroa 3/4
			26	Nodo B 3G Cementerio (1,2)
			27	Nodo B 3G Cementerio (3,4)
			28	Nodo B 3G Cementerio (5,6)
			29	Nodo B 3G Vino Tinto (1,2)
			30	Nodo B 3G Vino Tinto (3,4)
			31	Nodo B 3G Vino Tinto (5,6)
			32	WIMAX Autopista
			33	WIMAX Autopista
			34	GSM Av. Ramos Gavilán
			35	GSM Av. Quintanilla Suazo
			36	GSM La Portada
			37	GSM Virrey Toledo
			38	GSM Col. Holanda
			39	GSM Comercial El Alto
			40 al 48	Libre
7	ALTO CHIJINI	TEMBLADERANI	1	GSM Chijini
			2 al 8	Libre
8	ALTO IRPAVI	VILLA SALOME	1	GSM Villa Salomé
			2 al 8	Libre
		MESETA ACHUMANI	1	GSM Alto Irpavi
			2	GSM Villa Salomé
		3 al 8	Libre	
9	ALTO LIMA	16 DE JULIO	1	GSM Alto Lima
			2	GSM Plaza La Paz
			3	Nodo B 3G Alto Lima
			4	Nodo B 3G Plaza La Paz
			5	Nodo B 3G Alto Lima
			6	Nodo B 3G Alto Lima
			7 al 8	Libre
		PLAZA LA PAZ	1	GSM Plaza La Paz
			2	Nodo B 3G Plaza La Paz
			3 al 8	Libre
10	ALTO MIRAFLORES	FATIMA	1	GSM Alto Miraflores
			2 al 8	Libre
11	ALTO OBRAJES	ALPACOMA	1	GSM Alto Obrajés
			2	Nodo B 3G Alto Obrajés 1/4
			3	Nodo B 3G Alto Obrajés 2/4
			4	Nodo B 3G Alto Obrajés 3/4
			5	Nodo B 3G Alto Obrajés 4/4

			6 al 8	Libre
12	ANCORAIMES	RADIO MODEM SATELITAL		
13	APOLO	RADIO MODEM SATELITAL		
14	ARANJUEZ	ACHOCALLA	1	GSM Achocalla
			2 al 8	Libre
		ALPACOMA	1	TDMA Aranjuez
			2	Libre
			3	GSM Aranjuez
			4	GSM Valencia
			5	GSM Lipari
			6	GSM Achocalla
			7 al 8	Libre
		VALENCIA	1	Libre
			2	Libre
			3	GSM Valencia
			4 al 8	Libre
		LIPARI	1	GSM Lipari
			2 al 8	Libre
		15	ARUMPAYA	ELOY SALMON
2	GSM Eloy Salmón			
3	Nodo B 3G Arumpaya 1/4			
4	Nodo B 3G Arumpaya 2/4			
5	Nodo B 3G Arumpaya 3/4			
6	Nodo B 3G Arumpaya 4/4			
7 al 8	Libre			
16	AUTOPISTA	CEMENTERIO	1	GSM Tejar
			2	GSM Cementerio
			3	Nodo B 3G E. Avaroa 1/2
			4	Nodo B 3G Tejar 4/4
			5	GSM E. Avaroa
			6	Nodo B 3G E. Avaroa 2/2
			7	Nodo B 3G Tejar 1/4
			8	Nodo B 3G Tejar 2/4
			9	Nodo B 3G E. Avaroa (5,6)
			10	Nodo B 3G E. Avaroa (7,8)
			11	Nodo B 3G Cementerio (1,2)
			12	Nodo B 3G Cementerio (3,4)
			13	Nodo B 3G Cementerio (5,6)
			14	GSM Virrey Toledo
		15 al 16	Libre	
		TEJAR 2	1	GSM Tejar 2
2	GSM Ex Combatientes			
3 al 16	Libre			

	ESCUELA INDUSTRIAL	1	GSM Escuela Industrial
		2 al 16	Libre
	C. FERROVIARIA	1	GSM Ciudadela Ferroviaria
		2	GSM Achachicala
		6	GSM Av. Ramos Gavilán
		4 al 8	Libre
	MUNAYPATA	1	GSM Munaypata
		2	GSM Av. Quintanilla Suazo
		3	GSM La Portada
		4 al 16	Libre
	PLAZA PACAJES	1	GSM Plaza Pacajes
		2	Nodo B 3G Plaza Pacajes 1
		3	Nodo B 3G Plaza Pacajes 2
		4	GSM Yacimientos
		5	GSM Comercial El Alto
		6 al 16	Libre
	VINO TINTO	1	GSM Vino Tinto
		2	Nodo B 3G Vino Tinto (1,2)
		3	Nodo B 3G Vino Tinto (3,4)
		4	Nodo B 3G Vino Tinto (5,6)
		5	GSM Col. Holanda
6 al 16		Libre	
ALPACOMA	1	GSM Ex Combatientes	
	2	GSM Autopista	
	3	GSM Cementerio	
	4	GSM Tejar	
	5	GSM Ciudadela Ferroviaria	
	6	GSM Munaypata	
	7	GSM El Tejar 2	
	8	GSM Yacimientos	
	9	GSM Plaza Pacajes	
	10	Nodo B 3G Plaza Pacajes 1	
	11	Nodo B 3G Plaza Pacajes 2	
	12	GSM E. Avaroa	
	13	Nodo B 3G E. Avaroa 2/2	
	14	Nodo B 3G Tejar	
15	Nodo B 3G Tejar 2/2		
16	Nodo B 3G E. Avaroa 1/2		
17	WIMAX		
18	WIMAX		
19	WIMAX		
20	GSM Vino Tinto		
21	GSM Achachicala		

			22	GSM Escuela Industrial
			23	Nodo B 3G Tejar 4/4
			24	Nodo B 3G E. Avaroa 3/4
			25	Nodo B 3G E. Avaroa 3/4
			26	Nodo B 3G Cementerio (1,2)
			27	Nodo B 3G Cementerio (3,4)
			28	Nodo B 3G Cementerio (5,6)
			29	Nodo B 3G Vino Tinto (1,2)
			30	Nodo B 3G Vino Tinto (3,4)
			31	Nodo B 3G Vino Tinto (5,6)
			32	WIMAX Autopista
			33	WIMAX Autopista
			34	GSM Av. Ramos Gavilán
			35	GSM Av. Quintanilla Suazo
			36	GSM La Portada
			37	GSM Virrey Toledo
			38	GSM Col. Holanda
			39	GSM Comercial El Alto
			40 al 48	Libre
17	AV. POCOATA	16 DE JULIO	1	GSM Av. Pocoata
			2 al 8	Libre
18	AYO AYO	CAPAJA	1	GSM Ayo Ayo
			2 al 8	Libre
19	BATALLAS	HUARINA	1	GSM Huarina
			2 al 8	Libre
		PUCARANI	1	GSM Pucarani
			2 al 8	Libre
		JAPUTA LAGO	1	GSM Batallas
			2	GSM Huarina
			3	GSM Pucarani
4 al 8	Libre			
20	BAUTISTA SAAVEDRA	RIO SECO	1	GSM Bautista Saavedra
			2 al 4	Libre
21	BAJO LLOJETA	LLOJETA	1	GSM Bajo Llojeta
			2 al 16	Libre
22	BOLOGNIA	IRPAVI 2	1	GSM Irpavi 2
			2	Nodo B 3G Irpavi 2 1/2
			3	Nodo B 3G Irpavi 2 2/2
			4 al 8	Libre
		BAJO IRPAVI	1	GSM Bajo Irpavi
			2 al 16	Libre
		FLORIDA	1	GSM Irpavi 2
2	Libre			

			3	Nodo B 3G Irpavi 2
			4	Nodo B 3G Bologna
			5	GSM Bajo Irpavi
			6	Libre
			7	Libre
			8	GSM Bologna
			9	Nodo B 3G Bologna
			10	Nodo B 3G Irpavi 2
			11	Nodo B 3G Bologna
			12	Nodo B 3G Bologna
			13 al16	Libre
23	BUENO	HANSA	1	GSM Bueno
			2	Nodo B 3G Bueno 1/4
			3	Nodo B 3G Bueno 2/4
			4	Modem Congreso
			5	Libre
			6	Nodo B 3G Bueno 3/4
			7	Nodo B 3G Bueno 4/4
			8	Libre
24	CALAMARCA	CAPAJA	1	GSM Capaja
			2	GSM Patacamaya
			3	GSM Pukara
			4	GSM Ayo Ayo
			5	GSM Sica Sica
			6	GSM Mercado Bolívar
			7	Troncal La Paz - Oruro
			8	GSM Oruro Centro
			9	GSM 1° de Mayo
			10	GSM Industrial Oruro
			11	GSM Abel Iturralde
			12	GSM Jatún Oruro
			13	GSM Los Andes
			14	GSM Dalence Oruro
			15	GSM Caracollo
			16	GSM Huanuni
		CERRO VIACHA	1	GSM Calamarca
			2	GSM Capaja
			3	GSM Patacamaya
			4	GSM Pukara
			5	GSM Sica Sica
			6	GSM Mercado Bolívar
			7	Troncal La Paz - Oruro
			8	GSM Oruro Centro

			9	GSM Ayo Ayo
			10	GSM Caracollo
			11	GSM 1° de Mayo
			12	GSM Industrial Oruro
			13	GSM Abel Iturralde
			14	GSM Jatún Oruro
			15	GSM Los Andes
			16	GSM Dalence Oruro
			17	GSM Huanuni
25	CAMACHO	ALPACOMA	1	GSM Camacho
			2	TDMA Camacho
			3	Nodo B 3G Camacho 1/4
			4	Nodo B 3G Camacho 2/4
			5	Nodo B 3G Camacho 3/4
			6	Nodo B 3G Camacho 4/4
			7 al 8	Libre
			26	CAPAJA
2	GSM Patacamaya			
3	GSM Pukara			
4	GSM Ayo Ayo			
5	GSM Sica Sica			
6	GSM Mercado Bolívar			
7	Troncal La Paz - Oruro			
8	GSM Oruro Centro			
9	GSM 1° de Mayo			
10	GSM Industrial Oruro			
11	GSM Abel Iturralde			
12	GSM Jatún Oruro			
13	GSM Los Andes			
14	GSM Dalence Oruro			
15	GSM Caracollo			
16	GSM Huanuni			
PUKARA	1	GSM Patacamaya		
	2	GSM		
	3	GSM Pukara		
	4	GSM 1° de Mayo		
	5	GSM Industrial Oruro		
	6	GSM Mercado Bolívar		
	7	Troncal La Paz - Oruro		
8	GSM Oruro Centro			
9	GSM Abel Iturralde			
10	GSM Jatún Oruro			
11	GSM Los Andes			

			12	GSM Dalence Oruro
			13	GSM Caracollo
			14	
			15	GSM Huanuni
			16	Libre
		AYO AYO	1	GSM Ayo Ayo
			2 al 8	Libre
		SICA SICA	1	GSM Sica Sica
			2 al 8	Libre
		PATACAMAYA	1	GSM Patacamaya
			2 al 8	Libre
27	CARANAVI	RADIO MODEM SATELITAL		
28	CEJA	VILLA ADELA	1	GSM Ceja
			2	TDMA Ceja
			3 al 8	Libre
29	CEMENTERIO	AUTOPISTA	1	GSM Tejar
			2	GSM Cementerio
			3	Nodo B 3G E. Avaroa 1/2
			4	Nodo B 3G Tejar 4/4
			5	GSM E. Avaroa
			6	Nodo B 3G E. Avaroa 2/2
			7	Nodo B 3G Tejar 1/4
			8	Nodo B 3G Tejar 2/4
			9	Nodo B 3G E. Avaroa (5,6)
			10	Nodo B 3G E. Avaroa (7,8)
			11	Nodo B 3G Cementerio (1,2)
			12	Nodo B 3G Cementerio (3,4)
			13	Nodo B 3G Cementerio (5,6)
			14	GSM Virrey Toledo
		15 al 16	Libre	
		TEJAR	1	GSM Tejar
			2	GSM E. Avaroa
			3	Nodo B 3G E. Avaroa 2/2
			4	Nodo B 3G Tejar 1/2
			5	Nodo B 3G Tejar 2/2
6	Nodo B 3G E. Avaroa 1/2			
7 al 8	Libre			
30	CEROCA COPACABANA	CERRO PABELLON	1	GSM Ceroca Copacabana
			2 Al 8	Libre
31	CERRO PABELLON	CEROCA COPACABANA	1	GSM Ceroca Copacabana
			2 Al 8	Libre
		ESCOMA	1	GSM Escoma
			2 al 8	Libre

		DESAGUADERO	1	GSM Desaguadero
			2	Loop
			3	Loop
			4 al 8	Libre
		JAPUTA LAGO	1	GSM Ceroca Copacabana
			2	GSM Desaguadero
			3	GSM Escoma
			4 al 8	Libre
32	CHARAÑA	RADIO MODEM SATELITAL		
33	CHULUMANI	RADIO MODEM SATELITAL		
34	CHUMA	RADIO MODEM SATELITAL		
35	CIUDADELA FERROVIARIA	AUTOPISTA	1	GSM Ciudadela Ferroviaria
			2	GSM Achachicala
			6	GSM Av. Ramos Gavilán
			4 al 8	Libre
		ACHACHICALA	1	GSM Achachicala
			2 al 16	Libre
36	CONGRESO	MODEM HACIA BUENO		
37	CORIPATA	RADIO MODEM SATELITAL		
38	COROICO	RADIO MODEM SATELITAL		
39	COTA COTA	FLORIDA	1	TDMA Cota Cota
			2	GSM Cota Cota
			3	Nodo B 3G Cota Cota
			4	Nodo B 3G Cota Cota
			5 al 8	Libre
40	COTA COTA II	ALPACOMA	1	GSM Cota Cota II
			2	TDMA Cota Cota II
			3	Nodo B 3G Cota Cota II
			4	GSM Los Pinos
			5	Nodo B 3G Cota Cota II
		6 al 8	Libre	
		MESETA ACHUMANI	1	GSM Cota Cota II
		2 al 8	Libre	
41	COVICO	ALPACOMA	1	GSM Covico
			2 al 8	Libre
42	CRISTO REY	ILLAMPU	1	GSM Cristo Rey
			2 al 8	Libre
43	DESAGUADERO	CERRO PABELLON	1	GSM Desaguadero
			2	Loop
			3	Loop
			4 al 8	Libre
44	DON BOSCO	VILLA ADELA	1	Libre
			2	Libre

			3	GSM Don Bosco
			4	Nodo B 3G Don Bosco
			5 al 8	Libre
45	DORADO	OBRAJES	1	GSM Dorado
			2	Nodo B 3G Dorado 1/2
			3	Nodo B 3G Dorado 2/2
			4 al 8	Libre
46	ECUADOR	PAMPAHASI	1	GSM Ecuador
			2	Nodo B 3G Ecuador (1,2)
			3	Nodo B 3G Ecuador (3,4)
			4	Nodo B 3G Ecuador (5,6)
			5 al 8	Libre
47	EDUARDO AVAROA	TEJAR	1	GSM Eduardo Avaroa
			2	Nodo B 3G Eduardo Avaroa
			3	Nodo B 3G Eduardo Avaroa
			4 al 8	Libre
48	EL MAESTRO	VILLA FATIMA	1	GSM El Maestro
			2	Nodo B 3G El Maestro
			3	Nodo B 3G El Maestro 2/4
			4	Libre
			5	Libre
			6	Nodo B 3G El Maestro 3/4
			7 al 8	Libre
49	ELOY SALMON	HANSA TERRAZA	1	GSM Eloy Salmón
			2	GSM Arumpaya
			3	GSAm San Francisco
			4	Nodo B 3G Eloy Salmón
			5	Nodo B 3G Arumpaya 1/4
			6	Nodo B 3G Arumpaya 2/4
			7	Nodo B 3G Arumpaya 3/4
			8	Nodo B 3G Arumpaya 4/4
		ARUMPAYA	1	GSM Arumpaya
			2	Nodo B 3G Eloy Salmón
			3	Nodo B 3G Arumpaya 1/4
			4	Nodo B 3G Arumpaya 2/4
			5	Nodo B 3G Arumpaya 3/4
			6	Nodo B 3G Arumpaya 4/4
			7 al 8	Libre
SAN FRANCISCO	1	GSM San Francisco		
	2 al 8	Libre		
50	ESCOMA	CERRO PABELLON	1	GSM Escoma
			2 al 8	Libre
51	FATIMA	VILLA EL	1	GSM Villa El Carmen

		CARMEN	2 al 8	Libre
		ALPACOMA	1	GSM Villa Fátima
			2	TDMA Villa Fátima
			3	GSM Villa El Carmen
			4	GSM El Maestro
			5	Nodo B 3G El Maestro
			6	GSM Las Delicias
			7	GSM Alto Miraflores
			8	Nodo B 3G El Maestro 2/4
			9	Nodo B 3G El Maestro 3/4
			10	APM 200
			11	APM 200
			12	APM 200
			13 al 16	Libre
		EL MAESTRO	1	GSM El Maestro
			2	Nodo B 3G El Maestro
			3	Nodo B 3G El Maestro 2/4
			4	Libre
			5	Libre
			6	Nodo B 3G El Maestro 3/4
			7 al 8	Libre
		LAS DELICIAS	1	GSM Las Delicias
			2 al 16	Libre
		ALTO MIRAFLORES	1	GSM Alto Miraflores
			2 al 16	Libre
52	FERIA	16 DE JULIO	1	Libre
			2	Loop
			3 al 7	Libre
			8	GSM FERIA
53	FUERZA AEREA	16 DE JULIO	1	GSM Fuerza Aérea
			2	GSM Pedro D. Murillo
			3	Libre
			4	Nodo B 3G Fuerza Aérea
			5 al 8	Libre
		PEDRO D. MURILLO	1	GSM Pedro D. Murillo
			2 al 8	Libre
54	FLORIDA	MESETA ACHUMANI	1	Nodo B 3G Huantaqui 4/4
			2	GSM Huantaqui
			3	GSM Meseta Achumani
			4	GSM Cota Cota II
			5	GSM Alto Irpavi
			6	Nodo B 3G Meseta Achumani 4/4

			7	Nodo B 3G Meseta Achumani 2/4
			8	Nodo B 3G Huantaqui 1/4
			9	GSM Villa Salomé
			10	Nodo B 3G Meseta Achumani 1/4
			11	Nodo B 3G Huantaqui 2/4
			12 al 16	Libre
		BOLOGNIA	1	GSM Irpavi 2
			2	Libre
			3	Nodo B 3G Irpavi 2
			4	Nodo B 3G Bologna
			5	GSM Bajo Irpavi
			6	Libre
			7	Libre
			8	GSM Bologna
			9	Nodo B 3G Bologna
			10	Nodo B 3G Irpavi 2
			11	Nodo B 3G Bologna
			12	Nodo B 3G Bologna
			13 al 16	Libre
		COTA COTA	1	TDMA Cota Cota
			2	GSM Cota Cota
			3	Nodo B 3G Cota Cota
			4	Nodo B 3G Cota Cota
			5 al 8	
		COMPLEJO ACHUMANI	1	Libre
			2	Libre
			3	GSM Complejo Achumani
			4	GSM Los Rosales
			5 al 16	Libre
		SAN MIGUEL	1	GSM San Miguel
			2	TDMA San Miguel
			3	Sistemas 1
			4	Sistemas 2
			5 al 8	Libre
55	FONDO CHARAPAQUI	ROSAS PAMPA	1	GSM Fondo Charapaqui
			2 al 16	Libre
56	FONDO VENTILLA	LAS NIEVES	1	GSM Fondo Ventilla
			2 al 16	Libre
57	GUAQUI	JAPUTA LAGO	1	GSM Guaqui
			2	GSM Tihuanacu

			3 al 8	Libre
		TIHUANACU	1	GSM Tihuanacu
			2 al 16	Libre
58	GUANAY	RADIO MODEM SATELITAL		
59	HAMBURGO	PIRAI	1	GSM Hamburgo
			2	TDMA Hamburgo
			3	Nodo B 3G Hamburgo 1/2
			4	Nodo B 3G Hamburgo 2/2
			5	GSM Villa Copacabana
			6	Nodo B 3G Hamburgo 3/4
			7	Nodo B 3G Hamburgo 4/4
			8	GSM Villa Nueva Potosí
60	HANSA TERRAZA	ACOSTA BOQUERON	1	GSM Acosta
			2	Libre
			3	Nodo B 3G Acosta 1/4
			4	Nodo B 3G Acosta 2/4
			5	Libre
			6	Mallasa
			7	Nodo B 3G Acosta 3
			8	Libre
		ELOY SALMON	1	GSM Eloy Salmón
			2	GSM Arumpaya
			3	GSAm San Francisco
			4	Nodo B 3G Eloy Salmón
			5	Nodo B 3G Arumpaya 1/4
			6	Nodo B 3G Arumpaya 2/4
			7	Nodo B 3G Arumpaya 3/4
			8	Nodo B 3G Arumpaya 4/4
		ILLAMPU	1	WIMAX Pampahasi
			2	GSM Cristo Rey
			3	GSM Pampahasi
			4	GSM Illampu
			5	GSM Ovejuyo
			6	GSM Ecuador
			7	GSM Villa Armonía
		8	GSM Normal	
		9	GSM Llojeta	
10	GSM Villa San Antonio			
11	GSM P. Triangular			
12	WIMAX 1 Pampahasi			
13	WIMAX 2 Pampahasi			
14	Nodo B 3G Pampahasi (3,4)			
15	NODO B 3G pampahasi (1,2)			

			16	GSM Bajo Llojeta
			17	GSM Alto San Antonio
		BUENO	1	GSM Bueno
			2	Nodo B 3G Bueno 1/4
			3	Nodo B 3G Bueno 2/4
			4	Modem Congreso
			5	Libre
			6	Nodo B 3G Bueno 3/4
			7	Nodo B 3G Bueno 4/4
			8	Libre
		HUYUSTUS	1	GSM Huyustus
			2	Libre
			3	GSM SAid
			4 al 8	Libre
		MIRADOR	1	TDMA Mirador
			2	Libre
			3	Libre
			4	GSM Mirador
			5	Nodo B 3G Mirador 1/4
			6	Nodo B 3G Mirador 2/4
			7	Nodo B 3G Mirador 3/4
			8	Nodo B 3G Mirador 4/4
		MUTUAL	1	TDMA Mutual
			2	Libre
			3	Libre
			4	GSM Mutual
			5 al 8	Libre
61	HUANTAQUI	MESETA ACHUMANI	1	GSM Huantaqui
			2	Nodo B 3G Huantaqui 1/4
			3	Nodo B 3G Huantaqui 2/4
			4	Nodo B 3G Huantaqui 4/4
			5 al 8	Libre
62	HUARINA	BATALLAS	1	GSM Huarina
			2 al 8	Libre
63	HUAYNA POTOSI	RIO SECO	1	GSM Huayna Potosi
			2	Nodo B 3G Huayna Potosi 2/4
			3	Nodo B 3G Huayna Potosi 1/4
			4	GSM Mariscal Sucre
			5	Nodo B 3G Huayna Potosi 4/4
			6 al 8	Libre
			MARISCAL SUCRE	1
		2 al 16	Libre	
64	HUYUSTUS	SAID	1	GSM Said

			2 al 8	Libre
		HANSA	1	GSM Huyustus
			2	Libre
			3	GSM SAid
			4 al 8	Libre
65	ILLAMPU	CRISTO REY	1	GSM Cristo Rey
			2 al 8	Libre
		HANSA TERRAZA	1	WIMAX Pampahasi
			2	GSM Cristo Rey
			3	GSM Pampahasi
			4	GSM Illampu
			5	GSM Ovejuyo
			6	GSM Ecuador
			7	GSM Villa Armonía
			8	GSM Normal
			9	GSM Llojeta
			10	GSM Villa San Antonio
			11	GSM P. Triangular
			12	WIMAX 1 Pampahasi
			13	WIMAX 2 Pampahasi
			14	Nodo B 3G Pampahasi (3,4)
			15	NODO B 3G pampahasi (1,2)
			16	GSM Bajo Llojeta
			17	GSM Alto San Antonio
		PAMPAHASI	1	GSM Pampahasi
			2	GSM Llojeta
			3	GSM Ovejuyo
			4	GSM Ecuador
			5	GSM V.Armonia
			6	GSM Normal
			7	GSM San Antonio
			8	GSM Parque Triangular
			9	WIMAX 1 Pampahasi
			10	WIMAX 2 Pampahasi
			11	NODO B 3G pampahasi 3/4
			12	NODO B 3G pampahasi 1/2
		13	GSM Bajo Llojeta	
		14	GSM Alto San Antonio	
15	WIMAX 3 Pampahasi			
16	NODO B 3G pampahasi (5,6)			
17	WIMAX 4			
18	WIMAX 5			
19	NODO B 3G pampahasi (7,8)			

			20	Libre
			21	Nodo B 3G Ecuador (1,2)
			22	Nodo B 3G Ecuador (3,4)
			23	Nodo B 3G Ecuador (5,6)
			24	WIMAX
			25	WIMAX
			26 al 48	Libre
66	IRPAVI BAJO	BOLOGNIA	1	GSM Bajo Irpavi
			2 al 16	Libre
67	IRPAVI 2	BOLOGNIA	1	GSM Irpavi 2
			2	Nodo B 3G Irpavi 2 1/2
			3	Nodo B 3G Irpavi 2 2/2
			4 al 8	Libre
68	IRUPANA	RADIO MODEM SATELITAL		
69	JAPUTA LAGO	BATALLAS	1	GSM Batallas
			2	GSM Huarina
			3	GSM Pucarani
			4 al 8	Libre
		CERRO PABELLON	1	GSM Ceroca Copacabana
			2	GSM Desaguadero
			3	GSM Escoma
			4 al 8	Libre
		GUAQUI	1	GSM Guaqui
			2	GSM Tihuanacu
			3 al 8	Libre
		TIQUINA	1	GSM Tiquina
			2 al 8	Libre
		VIACHA CERRO	1	Libre
			2	GSM Tiquina
			3	GSM Desaguadero
			4	GSM Huarina
			5	GSM Ceroca Copacabana
			6	GSM Batallas
			7	GSM Escoma
8	GSM Pucarani			
9	GSM Guaqui			
10	GSM Tihuanacu			
11	GSM Japuta Lago			
	12 al 16	Libre		
70	KUPINI	SEGUENCOMA	1	GSM Kupini
			2 al 8	Libre
71	LA ASUNTA	RADIO MODEM SATELITAL		

72	LAS NIEVES	SENKATA	1	GSM Ventilla
			2	GSM Las Nieves
			3 al 16	Libre
		FONDO VENTILLA	1	GSM Fondo Ventilla
			2 al 16	Libre
73	LIPARI	ARANJUEZ	1	GSM Lipari
			2 al 8	Libre
74	LLOJETA	VILLA ARMONIA	1	GSM Villa Armonía
			2	GSM San Antonio
			3	GSM P. Triangular
			4	GSM Alto San Antonio
			5 al 8	Libre
		PAMPAHASI	1	GSM Llojeta
			2	GSM Villa Armonía
			3	GSM Normal
			4	GSM San Antonio
			5	GSM P. Triangular
			6	GSM Clinica Alemana
			7	GSM Bajo Llojeta
			8	GSM Alto San Antonio
		BAJO LLOJETA	1	GSM Bajo Llojeta
	2 al 16	Libre		
NORMAL	1	GSM Normal		
	2 al 8	Libre		
75	LYRA	ALPACOMA	1	TDMA Lyra
			2	GSM Lyra
			3	Nodo B 3G Lyra 2/4
			4	Nodo B 3G Lyra 3/4
			5	Nodo B 3G Lyra 1/4
			6	Nodo B 3G Lyra 4/4
			7 al 8	Libre
76	MACUBOL	PEREZ	1	GSM Macubol
			2 al 8	Libre
77	MALLASA	ACOSTA BOQUERON	1	GSM Mallasa
			2 al 8	Libre
78	MAPIRI	RADIO MODEM SATELITAL		
79	MARISCAL SUCRE	HUAYNA POTOSI	1	GSM Mariscal Sucre
			2 al 16	Libre
80	MESETA ACHUMANI	ALTO IRPAVI	1	GSM Alto Irpavi
			2	GSM Villa Salomé
			3 al 8	libre
		FLORIDA	1	Nodo B 3G Huantaqui 4/4
			2	GSM Huantaqui

			3	GSM Meseta Achumani
			4	GSM Cota Cota II
			5	GSM Alto Irpavi
			6	Nodo B 3G Meseta Achumani 4/4
			7	Nodo B 3G Meseta Achumani 2/4
			8	Nodo B 3G Huantaqui 1/4
			9	GSM Villa Salomé
			10	Nodo B 3G Meseta Achumani 1/4
			11	Nodo B 3G Huantaqui 2/4
			12 al 16	Libre
		COTA COTA II	1	GSM Cota Cota II
			2 al 8	Libre
		HUANTAQUI	1	GSM Huantaqui
			2	Nodo B 3G Huantaqui 1/4
			3	Nodo B 3G Huantaqui 2/4
			4	Nodo B 3G Huantaqui 4/4
			5 al 8	Libre
81	MICRO HANSA	Flujo hacia Hansa Terraza		
82	MIRAFLORES	YUNGAS	1	GSM Miraflores
			2 al 8	Libre
83	MIRADOR	HANSA	1	TDMA Mirador
			2	Libre
			3	Libre
			4	GSM Mirador
			5	Nodo B 3G Mirador 1/4
			6	Nodo B 3G Mirador 2/4
			7	Nodo B 3G Mirador 3/4
			8	Nodo B 3G Mirador 4/4
84	MOCO MOCO	RADIO MODEM SATELITAL		
85	MUTUAL	HANSA TERRAZA	1	TDMA Mutual
			2	Libre
			3	Libre
			4	GSM Mutual
			5 al 8	Libre
86	MUNAYPATA	AUTOPISTA	1	GSM Munaypata
			2	GSM Av. Quintanilla Suazo
			3	GSM La Portada
			4 al 16	Libre
87	NORMAL	LLOJETA	1	GSM Normal
			2 al 8	Libre

88	OBRAJES	DORADO	1	GSM Dorado
			2	Nodo B 3G Dorado 1/2
			3	Nodo B 3G Dorado 2/2
			4 al 8	Libre
		ALPACOMA	1	TDMA Obrajes
			2	GSM Dorado
			3	Nodo B 3G Seguencoma
			4	GSM Obrajes
			5	Nodo B 3G Seguencoma
			6	MODEM Puente Aranjuez
			7	Nodo B 3G Dorado
			8	GSM Kupini
		SEGUENCOMA	1	GSM Seguencoma
			2	Nodo B 3G Seguencoma 3/4
			3	Libre
			4	GSM Kupini
5				
6	Nodo B 3G Seguencoma 1/4			
7	Nodo B 3G Seguencoma 2/4			
8	Nodo B 3G Seguencoma 4/4			
89	OBEJUYO	PAMPAHASI	1	GSM Ovejuyo
			2 al 8	Libre
90	PALCA	RADIO MODEM SATELITAL		
91	PALOS BLANCOS	RADIO MODEM SATELITAL		
92	PAMPAHASI	OVEJUYO	1	GSM Ovejuyo
			2 al 8	Libre
		ECUADOR	1	GSM Ecuador
			2	Nodo B 3G Ecuador (1,2)
			3	Nodo B 3G Ecuador (3,4)
			4	Nodo B 3G Ecuador (5,6)
			5 al 8	Libre
		LLOJETA	1	GSM Llojeta
			2	GSM Villa Armonía
			3	GSM Normal
			4	GSM San Antonio
			5	GSM P. Triangular
			6	Libre
			7	GSM Bajo Llojeta
			8	GSM Alto San Antonio
		ILLAMPU	1	GSM Pampahasi
2	GSM Llojeta			
3	GSM Ovejuyo			
4	GSM Ecuador			

			5	GSM V.Armonia
			6	GSM Normal
			7	GSM San Antonio
			8	GSM Parque Triangular
			9	WIMAX 1 Pampahasi
			10	WIMAX 2 Pampahasi
			11	Nodo B 3G Pampahasi (3,4)
			12	NODO B 3G pampahasi (1,2)
			13	GSM Bajo Llojeta
			14	GSM Alto San Antonio
			15	WIMAX 3 Pampahasi
			16	NODO B 3G pampahasi (5,6)
			17	WIMAX 4
			18	WIMAX 5
			19	NODO B 3G pampahasi (7,8)
			20	Libre
			21	Nodo B 3G Ecuador (1,2)
			22	Nodo B 3G Ecuador (3,4)
			23	Nodo B 3G Ecuador (5,6)
			24	WIMAX
			25	WIMAX
			26 al 48	Libre
93	PASANKERY	ALPACOMA	1	GSM Pasankery
			2	GSM Villa Litoral
			3 al 8	Libre
94	PATACAMAYA	CAPAJA	1	GSM Patacamaya
			2 al 8	Libre
95	PEDRO D. MURILLO	FUERZA AEREA	1	GSM Pedro D. Murillo
			2 al 8	Libre
96	PEREZ	ALPACOMA	1	GSM Perez
			2	TDMA Perez
			3	GSM Macubol
			4	GSM Landaeta
			5	GSM H. Libertador
			7 al 8	Libre
		MACUBOL	1	GSM Macubol
			2 al 8	Libre
97	PIRAI	HAMBURGO	1	GSM Hamburgo
			2	TDMA Hamburgo
			3	Nodo B 3G Hamburgo 1/2
			4	Nodo B 3G Hamburgo 2/2
			5	GSM Villa Copacabana
			6	Nodo B 3G Hamburgo 3/4

			7	Nodo B 3G Hamburgo 4/4
			8	GSM Villa Nueva Potosí
		ALPACOMA	1	Libre
			2	GSM Piraí
			3	GSM Hamburgo
			4	TDMA Hamburgo
			5	Nodo B 3G Hamburgo 1/2
			6	Nodo B 3G Hamburgo 2/2
			7	TX1/RX1 3G
			8	TX2/RX2 3G
			9	GSM Villa Copacabana
			10	Nodo B 3G Hamburgo 3/4
			11	Nodo B 3G Piraí
			12	Nodo B 3G Piraí 4/4
			13	Nodo B 3G Hamburgo 4/4
			14	GSM Villa Nueva Potosí
			15 al 16	Libre
98	PLAZA LA PAZ	ALTO LIMA	1	GSM Plaza La Paz
			2	Nodo B 3G P. La Paz
			3 al 8	Libre
99	PLAZA PACAJES	AUTOPISTA	1	GSM Plaza Pacajes
			2	Nodo B 3G Plaza Pacajes 1
			3	Nodo B 3G Plaza Pacajes 2
			4	GSM Yacimientos
			5	GSM Comercial El Alto
			6 al 16	Libre
		YACIMIENTOS	1	GSM Yacimientos
2 al 16	Libre			
100	PUCARANI	BATALLAS	1	GSM Pucarani
			2 al 8	Libre
101	PUENTE ARANJUEZ	MODEM CON OBRAJES		
102	PUERTO ACOSTA	RADIO MODEM SATELITAL		
103	PUKARA	CAPAJA	1	GSM Patacamaya
			2	GSM
			3	GSM Pukara
			4	GSM 1° de Mayo
			5	GSM Industrial Oruro
			6	GSM Mercado Bolívar
			7	Troncal La Paz - Oruro
			8	GSM Oruro Centro
			9	GSM Abel Iturralde
			10	GSM Jatún Oruro

			11	GSM Los Andes
			12	GSM Dalence Oruro
			13	GSM Caracollo
			14	
			15	GSM Huanuni
			16	Libre
		CARACOLLO	1	LOOP
			2	LOOP
			3	GSM Industrial Oruro
			4	GSM Abel Iturralde
			5	GSM 1° de Mayo
			6	GSM Mercado Bolívar
			7	Troncal La Paz - Oruro
			8	GSM Oruro Centro
			9	GSM
			10	GSM Jatún Oruro
			11	GSM Los Andes
			12	GSM Dalence Oruro
			13	GSM Caracollo
			14	GSM Huanuni
			15	Libre
			16	Libre
104	POLICIAL	NO SE TIENE SU ENLACE		
105	QUIME	RADIO MODEM SATELITAL		
106	RIO SECO	HUAYNA POTOSI	1	GSM Huayna Potosi
			2	Nodo B 3G Huayna Potosi 2/4
			3	Nodo B 3G Huayna Potosi 1/4
			4	GSM Mariscal Sucre
			5	Nodo B 3G Huayna Potosi 4/4
			6 al 8	Libre
		BAUTISTA SAAVEDRA	1	GSM Bautista Saavedra
			2 al 4	Libre
16 DE JULIO	1	GSM Río Seco		
	2	Libre		

			3	GSM Huayna Potosi
			4	GSM Bautista Saavedra
			5	Nodo B 3G Huayna Potosi
			6	Nodo B 3G Bautista Saavedra
			7	Nodo B 3G Río Seco
			8	GSM Mariscal Sucre
			9	Nodo B 3G Río Seco
			10	Nodo B 3G Huayna Potosi
			11	Nodo B 3G Bautista Saavedra
			12 al 16	Libre
107	RIO SECO II	16 DE JULIO	1	GSM Río Seco II
			2 al 16	Libre
108	ROSAS PAMPA	FONDO CHARAPAQUI	1	GSM Fondo Charapaqui
			2 al 16	Libre
		VILLA ADELA	1	GSM Rosas Pampa
			2	GSM Fondo Charapaqui
		3 al 16	Libre	
109	RURRENABAQUE	RADIO MODEM SATELITAL		
110	SAID	UYUSTUS	1	GSM Said
			2 al 16	Libre
111	SAN ANTONIO	SAN ANTONIO ALTO	1	GSM Alto San Antonio
			2 al 16	Libre
		VILLA ARMONIA	1	GSM San Antonio
			2	GSM Alto San Antonio
			3 al 8	Libre
112	SAN ANTONIO ALTO	SAN ANTONIO	1	GSM Alto San Antonio
			2 al 16	Libre
113	SAN BORJA	RADIO MODEM SATELITAL		
114	SAN FRANCISCO	ELOY SALMON	1	GSM San Francisco
			2 al 8	Libre
115	SAN MIGUEL	FLORIDA	1	GSM San Miguel
			2	TDMA San Miguel
			3	Sistemas 1
			4	Sistemas 2
			5 al 8	Libre
116	SEGUENCOMA	KUPINI	1	GSM Kupini
			2 al 16	Libre
		OBRAJES	1	GSM Seguencoma
			2	Nodo B 3G Seguencoma 3/4
			3	Libre
			4	GSM Kupini
			5	
6	Nodo B 3G Seguencoma 1/4			

			7	Nodo B 3G Seguencoma 2/4	
			8	Nodo B 3G Seguencoma 4/4	
117	SENKATA	VILLA ADELA	1	GSM Senkata	
			2	GSM Villa Remedios	
			3	GSM Fondo Ventilla	
			4	Flujo Alpacoma	
			5	Libre	
			6	GSM Ecológica	
			7	GSM Las Nieves	
			8	Libre	
			VILLA REMEDIOS	1	GSM Villa Remedios
				2 al 8	Libre
			URB. ECOLÓGICA	1	GSM Ecológica
				2 al 16	Libre
			LAS NIEVES	1	GSM Ventilla
		2	GSM Las Nieves		
		3 al 16	Libre		
118	SICA SICA	CAPAJA	1	GSM Sica Sica	
			2 al 8	Libre	
119	SOCIEDAD TAUNUS	9 DE ABRIL	1	GSM Sociedad Taunus	
			2 al 8	Libre	
120	SORATA	RADIO MODEM SATELITAL			
121	SOPOCACHI	ALPACOMA	1	GSM Sopocachi	
			2	Nodo B 3G Sopocachi	
			3	Nodo B 3G Sopocachi	
			4 al 8	Libre	
122	TAIPIPLAYA	RADIO MODEM SATELITAL			
123	TARAPACA	6 DE MARZO	1	GSM Tarapaca	
			2	GSM 9 de Abril	
			3	GSM Sociedad Taunus	
			4	GSM Villa Dolores	
			5	Nodo B 3G 9 de Abril 1/2	
			6	Nodo B 3G 9 de Abril 2/2	
			7	Nodo B 3G Don Bosco	
			8	Libre	
			9 DE ABRIL	1	GSM 9 de Abril
				2	GSM Sociedad Taunus
				3	GSM Villa Dolores
				4	
				5	Nodo B 3G 9 de Abril 1/2
				6	Nodo B 3G 9 de Abril 2/2
		7	Nodo B 3G Don Bosco		

			8	Libre		
124	TEJAR	CEMENTERIO	1	GSM Tejar		
			2	GSM E. Avaroa		
			3	Nodo B 3G E. Avaroa 2/2		
			4	Nodo B 3G Tejar 1/2		
			5	Nodo B 3G Tejar 2/2		
			6	Nodo B 3G E. Avaroa 1/2		
			7 al 8	Libre		
				EDUARDO AVAROA	1	GSM Eduardo Avaroa
					2	Nodo B 3G Eduardo Avaroa
					3	Nodo B 3G Eduardo Avaroa
			4 al 8	Libre		
125	TEJAR 2	AUTOPISTA	1	GSM Tejar 2		
			2	GSM Ex Combatientes		
			3 al 16	Libre		
126	TEMBLADERANI	ALTO CHIJINI	1	GSM Chijini		
			2 al 8	Libre		
		ALPACOMA	1	Nodo B 3G Tembladerani 1/2		
			2	Nodo B 3G Tembladerani 1/2		
			3	Nodo B 3G Tembladerani 1/2		
			4	Nodo B 3G Tembladerani 1/2		
			5	GSM Tembladerani		
			6	GSM Chijini		
			7	GSM Villamil de Rada		
			8	GSM Cotahuma		
		9 al 16	Libre			
		VILLAMIL. DE RADA	1	GSM Villamil de Rada		
			2	Libre		
127	TIHUANACU	GUAQUI	1	GSM Tihuanacu		
			2 al 16	Libre		
128	TIPUANI	RADIO MODEM SATELITAL				
129	TIQUINA	JAPUTA LAGO	1	GSM Tiquina		
			2 al 8	Libre		
130	TRIANGULAR	VILLA ARMONIA	1	GSM P. Triangular		
			2 al 8	Libre		
131	URBANIZACIÓN ECOLOGICA	SENKATA	1	GSM Ecológica		
			2 al 16	Libre		
132	VALENCIA	ARANJUEZ	1	Libre		
			2	Libre		
			3	GSM Valencia		
			4 al 8	Libre		
133	VIACHA CENTRO	VIACHA CERRO	1	GSM Viacha Centro		
			2 al 8	Libre		

134	VIACHA CERRO	ALPACOMA	1	TDMA Viacha Cerro
			2	GSM Viacha Centro
			3	GSM Viacha Cerro
			4	GSM Mercado Bolívar
			5	GSM Lago Japuta
			6	Troncal La Paz - Oruro
			7	GSM Oruro Centro
			8	GSM Pukara
			9	GSM Calamarca
			10	GSM Capaja
			11	GSM Patacamaya
			12	GSM Tiquina
			13	GSM Desaguadero
			14	GSM Huarina
			15	GSM Ceroca Copacabana
			16	GSM Batallas
			17	GSM Sica Sica
			18	GSM Escoma
			19	GSM Pucarani
			20	GSM Ayo Ayo
			21	GSM Laja
			22	GSM Guaqui
			23	GSM Tihuanacu
			24	GSM 1° de Mayo
			25	GSM Industrial Oruro
			26	GSM Abel Iturralde
			27	GSM Jatún Oruro
			28	GSM Los Andes Oruro
			29	GSM Dalence Oruro
			30	GSM Caracollo
			31	GSM Huanuni
			32	Libre
CALAMARCA	1	GSM Calamarca		
	2	GSM Capaja		
	3	GSM Patacamaya		
	4	GSM Pukara		
	5	GSM Sica Sica		
	6	GSM Mercado Bolívar		
	7	Troncal La Paz - Oruro		
	8	GSM Oruro Centro		
	9	GSM Ayo Ayo		
	10	GSM Caracollo		
	11	GSM 1° de Mayo		

			12	GSM Industrial Oruro	
			13	GSM Abel Iturralde	
			14	GSM Jatún Oruro	
			15	GSM Los Andes	
			16	GSM Dalence Oruro	
			17	GSM Huanuni	
		JAPUTA LAGO	1	Libre	
			2	GSM Tiquina	
			3	GSM Desaguadero	
			4	GSM Huarina	
			5	GSM Ceroca Copacabana	
			6	GSM Batallas	
			7	GSM Escoma	
			8	GSM Pucarani	
			9	GSM Guaqui	
			10	GSM Tihuanacu	
			11	GSM Japuta Lago	
			12 al 16	Libre	
		VIACHA CENTRO	1	GSM Viacha Centro	
			2 al 8	Libre	
135	VICTORIA	ALPACOMA	1	Libre	
			2	Nodo B 3G Victoria 1/4	
			3	Nodo B 3G Victoria 2/4	
			4	GSM Victoia	
			5	GSM Yungas	
			6	GSM Miraflores	
			7	Nodo B 3G Victoria 3/4	
			8	Nodo B 3G Victoria 4/4	
			9	Nodo B 3G Miraflores (1,2)	
			10	Nodo B 3G Miraflores (3,4)	
			11	Nodo B 3G Miraflores (5,6)	
			12 al16	Libre	
			YUNGAS	1	GSM Yungas
				2	GSM Miraflores
	3	Nodo B 3G Miraflores (1,2)			
	4	Nodo B 3G Miraflores (3,4)			
		5	Nodo B 3G Miraflores (5,6)		
		6 al 8	Libre		
136	VILLA ADELA	DON BOSCO	1	Libre	
			2	Libre	
			3	GSM Don Bosco	
			4	Nodo B 3G Don Bosco	

			5 al 8	Libre
		SENKATA	1	GSM Senkata
			2	GSM Villa Remedios
			3	GSM Fondo Ventilla
			4	Flujo Alpacoma
			5	Libre
			6	GSM Ecológica
			7	GSM Las Nieves
			8	Libre
		ALPACOMA	1	TDMA Villa Adela
			2	GSM Villa Adela
			3	GSM Fondo Ventilla
			4	GSM Senkata
			5	GSM Don Bosco
			6	GSM Villa Mercedes
			7	GSM Villa Remedios
			8	Libre
			9	Flujo Alpacoma
			10	TDMA Villa Mercedes
			11	Nodo B 3G Don Bosco
			12	Nodo B 3G Villa Adela 1/2
			13	Nodo B 3G Villa Adela 2/2
			14	GSM Ceja
			15	TDMA Ceja
			16	GSM Las Nieves
			17	GSM Rosas Pampa
			18	GSM Ecológica
			19	GSM Fondo Charapaqui
		20 al 32	Libre	
		VILLA MERCEDES	1	GSM Villa Mercedes
			2	TDMA Villa Mercedes
			3 al 8	Libre
		ROSAS PAMPA	1	GSM Rosas Pampa
			2	GSM Fondo Charapaqui
			3 al 16	Libre
		CEJA	1	GSM Ceja
			2	TDMA Ceja
			3 al 8	Libre
137	VILLA ARMONIA	LLOJETA	1	GSM Villa Armonía
			2	GSM San Antonio
			3	GSM P. Triangular
			4	GSM Alto San Antonio
			5 al 8	Libre

		SAN ANTONIO	1	GSM San Antonio	
			2	GSM Alto San Antonio	
			3 al 8	Libre	
		P. TRIANGULAR	1	GSM P. Triangular	
			2 al 8	Libre	
138	VILLA COPACABANA	HAMBURGO	1	GSM Villa Copacabana	
			2 al 8	Libre	
139	VILLA DOLORES	9 DE ABRIL	1	GSM Villa Dolores	
			2 al 8	Libre	
140	VILLA EL CARMEN	VILLA FATIMA	1	GSM Villa El Carmen	
				2 al 8	Libre
141	VILLA LAS DELICIAS	VILLA FATIMA	1	GSM V. Las Delicias	
			2 al 16	Libre	
142	VILLA LITORAL	NO SE TIENE SU ENLACE			
143	VILLA MERCEDES	VILLA ADELA	1	GSM Villa Mercedes	
			2	Nodo B 3G Villa Mercedes	
			3	Nodo B 3G Villa Mercedes	
			4 al 16	Libre	
144	VILLA REMEDIOS	SENKATA	1	GSM Villa Remedios	
			2	Nodo B 3G Villa Remedios 1/2	
			3	Nodo B 3G Villa Remedios 2/2	
			4	GSM Zona Franca	
			5 al 8	Libre	
145	VILLA SALOMÉ	ALTO IRPAVI	1	GSM Villa Salomé	
			2 al 16	Libre	
146	VILLAMIL DE RADA	TEMBLADERANI	1	GSM Villamil de Rada	
			2 al 8	Libre	
147	VINO TINTO	AUTOPISTA	1	GSM Vino Tinto	
			2	Nodo B 3G Vino Tinto (1,2)	
			3	Nodo B 3G Vino Tinto (3,4)	
			4	Nodo B 3G Vino Tinto (5,6)	
			5	GSM Col. Holanda	
			6 al 16	Libre	
148	YUNGAS	MIRAFLORES	1	GSM Miraflores	
				2 al 8	Libre
			VICTORIA	1	GSM Yungas
				2	GSM Miraflores
				3	Nodo B 3G Miraflores (1,2)
				4	Nodo B 3G Miraflores (3,4)

			5	Nodo B 3G Miraflores (5,6)
			6 al 8	Libre
149	6 DE MARZO	TARAPACA	1	GSM Tarapaca
			2	GSM 9 de Abril
			3	GSM Sociedad Taunus
			4	GSM Villa Dolores
			5	Nodo B 3G 9 de Abril 1/2
			6	Nodo B 3G 9 de Abril 2/2
			7	Nodo B 3G Don Bosco
			8	Libre
		ALPACOMA	1	GSM 6 de Marzo
			2 al 4	Libre
			5	GSM Tarapaca
			6	GSM 9 de Abril
			7	GSM Sociedad Taunus
			8	Comercial El Alto
9	GSM Villa Dolores			
10	Nodo B 3G 9 de Abril 1/2			
11	Nodo B 3G 6 de Marzo 1/2			
12	Nodo B 3G 6 de Marzo 2/2			
13	Nodo B 3G 9 de Abril 2/2			
14	Nodo B 3G 6 de Marzo 3/4			
15 al 16	Libre			
150	9 DE ABRIL	VILLA DOLORES	1	GSM Villa Dolores
			2 al 8	Libre
		SOCIEDAD TAUNUS	1	GSM Sociedad Taunus
			2 al 8	Libre
		TARAPACA	1	GSM 9 de Abril
			2	GSM Sociedad Taunus
			3	GSM Villa Dolores
			4	
			5	Nodo B 3G 9 de Abril 1/2
			6	Nodo B 3G 9 de Abril 2/2
7	Nodo B 3G Don Bosco			
8	Libre			
151	16 DE JULIO	FUERZA AEREA	1	GSM Fuerza Aérea
			2	GSM Pedro D. Murillo
			3	Libre
			4	Nodo B 3G Fuerza Aérea
			5 al 8	Libre
		RIO SECO II	1	GSM Río Seco II
			2 al 16	Libre
		RIO SECO	1	GSM Río Seco

		2	Libre
		3	GSM Huayna Potosi
		4	GSM Bautista Saavedra
		5	Nodo B 3G Huayna Potosi
		6	Nodo B 3G Bautista Saavedra
		7	Nodo B 3G Río Seco
		8	GSM Mariscal Sucre
		9	Nodo B 3G Río Seco
		10	Nodo B 3G Huayna Potosi
		11	Nodo B 3G Bautista Saavedra
		12 al 16	Libre
	FERIA	1	Libre
		2	Loop
		3 al 7	Libre
		8	GSM Feria
	ALTO LIMA	1	GSM Alto Lima
		2	GSM Plaza La Paz
		3	Nodo B 3G Alto Lima
		4	Nodo B 3G Plaza La Paz
		5	Nodo B 3G Alto Lima
		6	Nodo B 3G Alto Lima
		7 al 8	Libre
	AV. CHACALTAYA	1	GSM Av. Chacaltaya
		2 al 16	Libre
	AV. POCOATA	1	GSM Av. Pocoata
		2 al 8	Libre
	ALPACOMA	1	Libre (TDMA 16 de Julio)
		2	Libre (TDMA Feria)
		3	GSM Fuerza Aérea
		4	GSM Plaza La Paz
		5	GSM Río Seco
		6	GSM Feria
		7	GSM 16 de Julio
		8	GSM Pedro D. Murillo
		9	GSM Huayna Potosi
		10	GSM Bautista Saavedra
		11	GSM Río Seco II
		12	Nodo B 3G 16 de Julio
		13	GSM Av. Pocoata
		14	GSM Alto Lima
		15	Nodo B 3G Fuerza Aérea
		16	Nodo B 3G Río Seco

ESTACIONES TERRENAS SATELITALES

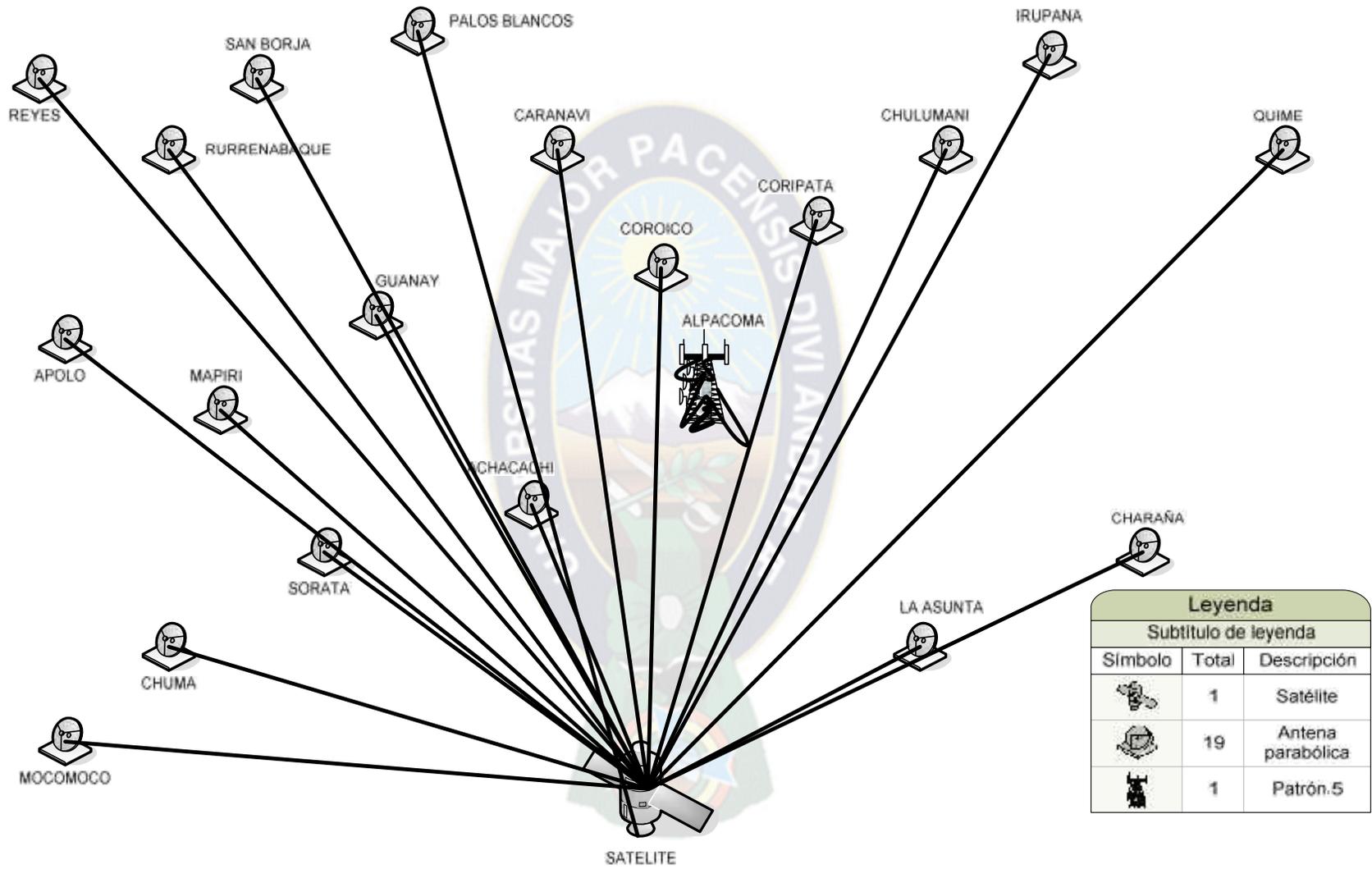


Tabla A11. Red de las Estaciones Terrenas Satelitales

