

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**  
**FACULTAD DE TECNOLOGIA**  
**CARRERA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**



**MANTENIMIENTO TECNICO EN EL AREA DE TRANSMISION**  
**URBANA, CABECERA CATV, Y LABORATORIO**

**PASANTIA REALIZADA EN LA COOPERATIVA COTEL S.A. PRESENTADA**  
**PARA OBTENER EL GRADO DE TECNICO UNIVERSITARIO SUPERIOR**

**POSTULANTE: Sergio Emanuel Goyzueta Illanes**

**TUTOR: Ing. José Arturo Marín Thames**

**La Paz - Bolivia**

**Octubre, 2017**

## **DEDICATORIA**

A las personas que estuvieron conmigo en los momentos de mayor dificultad, a mi Madre y Padre, las luces en mi camino y mis guías en todo momento a mis amigos de toda la vida que gracias a Dios pude encontrar.

A todos, que me incentivaron a culminar mis estudios.

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestro padre Dios, creador de todas las cosas, que gracias a su guía y bendición fue posible la realización de este trabajo, en los momentos más oscuros siempre estará su luz para protegernos.

A mi tutor el Ing. Arturo Marín por incansables consejos y paciencia

Al Lic. Richard Márquez por su dedicación a la enseñanza

## Contenido

RESUMEN.....	1
LÍMITES Y ALCANCES DEL INFORME .....	2
INTRODUCCION .....	3
CAPÍTULO I INFORMACION INSTITUCIONAL.....	5
1.1 Descripción Institucional .....	6
1.2 Localización Institucional .....	10
1.3 Estructura Organizacional.....	12
1.4 Misión Institucional .....	13
1.5 Visión Institucional .....	13
CAPÍTULO II MARCO TEORICO REFERENCIAL .....	14
2.1. SECCIÓN CATV CABECERA .....	15
2.2. ARQUITECTURA DE UNA RED CATV.....	15
2.2.1. Cabecera.....	16
2.2.2. Terminal cabecera de red .....	17
2.2.3. Centro de distribución .....	18
2.2.4. Terminación de red óptica.....	18
2.2.5. La red troncal .....	19
2.2.6. La red de distribución.....	19
2.2.7. La acometida (DROPS).....	19
2.3. HYBRID FIBER COAXIAL (HFC).....	20
2.3.1. Servicios soportados.....	22
2.3.2. Arquitectura y elementos de la red HFC .....	22
2.4 MODELO 6940 NODO OPTOELECTRONICO DE 4 PUERTOS 870Mhz.....	23
2.4.1 Descripción .....	23
2.4.2 Características .....	24
2.5 AMPLIFICADOR STARLINE “BT “.....	27
2.5.1 Descripción .....	27
2.5.2 Características .....	28
2.5.3 Visión de Conjunto .....	29
2.6 EXTENSIÓN DE LÍNEA DE BANDA ANCHA STARLINE “BLE” .....	31
2.6.1 Descripción .....	31

2.6.2 Características .....	32
2.6.3 Visión de conjunto .....	32
2.6.4 Fuente de alimentación corregida por factor de potencia.....	33
2.6.5 Amplificador delantero .....	33
2.7 MULTIMEDIA TAPS “DERIVADORES” 1 GHz, 110 dB RFI .....	35
2.7.1 Descripción .....	36
2.7.2 Características .....	36
2.8. SECCIÓN DE TRANSMISIÓN URBANA.....	38
2.9 SDH SIEMENS.....	41
2.9.1 Estructura básica de un Shelter .....	42
2.9.2 El D.L.U.....	46
2.9.3 Equipo de transmisión SMA (SMA 1K).....	49
2.9.4 Estructura de la señal Multiplexada PDH/SDH .....	50
2.9.5 SMA 1K .....	51
2.9.6 Características de Protección .....	57
2.10 SISTEMA DECT LINK.....	59
2.10.1 Breve descripción de los componentes del Sistema.....	60
2.10.2 Funciones del proceso de llamada del sistema DECTlink .....	61
2.10.3 Llamadas Entrantes.....	62
2.10.4 Llamadas Salientes.....	62
2.10.5 Disponibilidad de Red.....	63
2.11 PDH SIEMENS.....	64
2.11.1 Principios de entramado y multiplicación PDH.....	65
2.11.2 Jerarquía Europea (E1).....	67
2.12 SECCIÓN ENERGIA Y LABORATORIO.....	68
2.13 FUENTE DE ALIMENTACIÓN.....	68
2.13.1 Clasificación.....	69
2.13.2 Fuentes de alimentación lineales.....	69
2.13.3 Fuentes de alimentación conmutadas.....	70
2.14 PROMAX FAC – 363b FUENTE DE ALIMENTACION.....	73
2.14.1 Descripción del instrumento.....	73
2.14.2 Especificaciones .....	75
2.14.3 Alimentación .....	77

2.14.3 Aplicaciones.....	77
2.14.4 Descripción del circuito .....	78
2.15 SISTEMAS DE COMUNICACIONES MÓVILES .....	82
2.15.1 Radio Móviles .....	82
2.15.2. Sistema PMR.....	83
2.16 RADIO MOVIL/BASE MOTOROLA LCS 2000™.....	84
2.16.1 Especificaciones .....	85
2.16.2 Planos de Circuitos y Diagramas esquemáticos .....	86
2.17 PROYECTO DEL LABORATORIO “DISPOSITIVO MICRÓFONO PTT” .....	94
2.17.1 Dispositivos Push-to-talk .....	95
2.17.2 Funcionamiento.....	96
2.17.3 Uso .....	96
CAPÍTULO III DESCRIPCION TECNICA DE LA PASANTIA EN LA INSTITUCION .....	97
3.1 ACTIVIDADES TÉCNICAS .....	98
3.2 PRIMER MES, AREA CATV .....	98
3.3 SEGUNDO MES, AREA TRANSMISIÓN URBANA.....	103
3.4 TERCER MES, AREA LABORATORIO.....	107
3.5 RESUMEN DE ACTIVIDADES DENTRO DE LA PASANTIA .....	111
CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	112
4.1 CONCLUSIONES .....	113
4.2 RECOMENDACIONES .....	113
4.3 BIBLIOGRAFIA.....	114
4.4 GLOSARIO DE TERMINOS .....	114
ANEXOS .....	116

## Índice de gráficos

Fig. 1.1 Logotipo de COTEL.....	6
Fig. 2.1 Cabecera de una red CATV.....	16
Fig. 2.2 Terminal Cabecera de Red CATV.....	17
Fig. 2.3 Red troncal, de distribución y acometida. ....	20
Fig. 2.4 Modelo 6940 Nodo opto electrónico.....	23
Fig. 2.5 Diagrama de Bloques Del Nodo opto electrónico.....	26
Fig. 2.6 Modelo BT */* Estándar, abierto.....	27
Fig.2.7 Grafica Representativa de las varias configuraciones del puerto de salida.....	29
Fig.2.8 Diagrama de Bloque del BT */D* para Cuatro Salidas.....	30
Fig.2.9 Extensor de Línea De Banda Ancha BLE Abierto.....	31
Fig.2.10 Ilustra los componentes de la tarjeta de circuito de alimentación PFC.....	33
Fig.2.11 Diagrama de Bloques del Extensor de Línea BLE.....	34
Fig.2.12 TAPS derivadores en sus tres distintas presentaciones de 2 ,4 y 8 puertos derivadores.....	35
Fig. 2.13 Red anterior con el sistema PDH.....	39
Fig. 2.14 Red actual con el sistema PDH y SDH.....	40
Fig. 2.15 Diagrama de sistema DECTLink .....	41
Fig. 2.16 Vista Frontal del Shelter .....	43
Fig. 2.17 Grafico del rectificador modular y sus características.....	44
Fig. 2.18 Diagrama de distribución DC .....	45
Fig. 2.19 Sub armario del DLU.....	46
Fig. 2.20 SLMA FPE (16 Abonados).....	47
Fig. 2.21 Distribuidor General.....	48

Fig. 2.22 SMA-1 Y SMA-1K.....	49
Fig. 2.23 Formación trama STM-1.....	50
Fig. 2.24 Modules OIM/W y OIM/P.....	52
Fig. 2.25 Panel de Alarmas SRAP .....	54
Fig. 2.26 Panel de conectores SIPAC del SMA 1K.....	55
Fig. 2.27 Diagrama de Bloques OIMW OIMP .....	56
Fig. 2.28 Protección de línea MSP (TMX).....	57
Fig. 2.29 Protección de tributario SNC.....	58
Fig. 2.30 Diagrama en Bloques Sistema DECTLink.....	59
Fig. 2.31 Estructura de Multitrama E1 .....	67
Fig. 2.32 Parte frontal de la fuente de alimentación. ....	74
Fig. 2.33 Diagrama de Bloques de la fuente alimentación FAC-363B. ....	79
Fig. 2.34 Primera Parte del Plano del circuito de la Fuente de Alimentación FAC-363B.....	80
Fig. 2.35 Segunda Parte del Plano del circuito de la Fuente de Alimentación FAC-363B.....	81
Fig. 2.36 Partes Generales del equipo Motorola LCS2000.....	84
Fig. 2.37 Plano de circuito Motorola LCS2000 Cabeza de control.....	86
Fig. 2.38 Plano de circuito Motorola LCS2000 Tabla principal, sección de control: Audio I/O y regulador de subsecciones.....	87
Fig. 2.39 Plano de circuito Motorola LCS2000 Tabla principal, sección de control: subsección lógica.....	88
Fig. 2.40 Plano de circuito Motorola LCS2000 Tabla principal, sección de control: Conexiones.....	89

Fig. 2.41 Plano de circuito Motorola LCS2000 Tabla principal, sección amplificador de tensión: subsección controlador de tensión.....	90
Fig. 2.42 Plano de circuito Motorola LCS2000 Tabla principal, sección amplificador de tensión: subsección amplificador de tensión.....	91
Fig. 2.43 Plano de circuito Motorola LCS2000 Tabla principal, sección del sintetizador.....	92
Fig. 2.44 Plano de circuito Motorola LCS2000 Tabla principal, sección del Receptor.....	93
Fig. 2.45 Micrófono Motorola Con tecnología PTT. ....	95
Fig. 3.1 Azotea de la cabecera de cotel donde están alojadas las distintas antenas receptoras de señal.....	100
Fig. 3.2 TecSat una de las marcas de antenas parabólicas instaladas en la azotea de la cabecera .....	100
Fig. 3.3 Salida para el mantenimiento correctivo de un Nodo opto electrónico de la red HFC .....	101
Fig. 3.4 Prueba de la señal TV digital, interactuando con los distintos paquetes de datos. .....	103
Fig. 3.5 Visita a una central telefónica, regletas de distribución de pares de abonados.....	104
Fig. 3.6 Comienzo del desmonte de la antena de DECTLink en Gran centro III.....	105
Fig. 3.7 Operaciones de Desmantelamiento de la antena de DECTLink de Gran Centro III.....	106
Fig. 3.8 Equipo Motorola Radia Móvil Instalado en unos de los autos del departamento de Transmisiones.....	108
Fig. 3.9 Circuito base de Motorola para la realización del proyecto, se modificó y adaptó a la nueva carcasa .....	109
Fig. 3.10 Carcasa del Micrófono Motorola el cual se usó de molde para la realización del proyecto.....	110

## RESUMEN

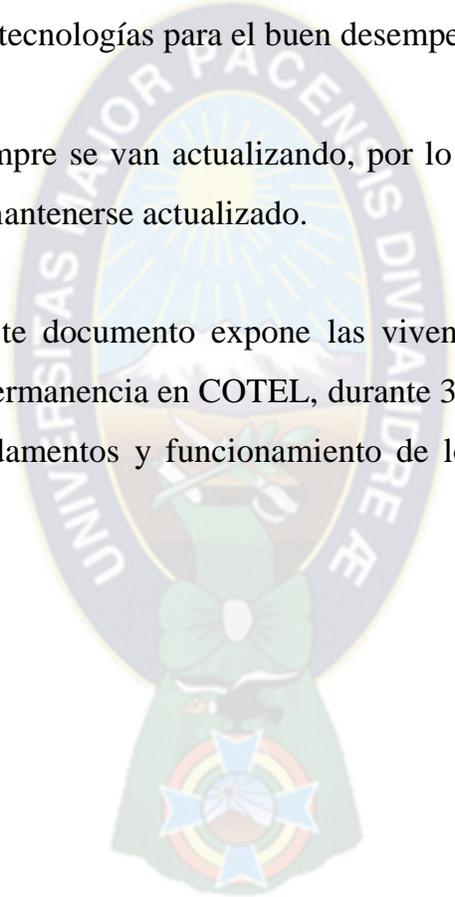
En este nuevo tiempo el avance científico trae consigo nuevas tecnologías y con las nuevas tecnologías, nuevos desafíos.

En el área de electrónica y telecomunicaciones es imperativo el conocimiento y dominio de las nuevas tecnologías para el buen desempeño profesional.

Además que estas siempre se van actualizando, por lo tanto el profesional tiene el deber de renovarse y mantenerse actualizado.

Como idea general este documento expone las vivencias en el trabajo realizado durante el tiempo de permanencia en COTEL, durante 3 meses del año 2015

Se analizaran los fundamentos y funcionamiento de los equipos utilizados en las áreas de trabajo



## LÍMITES Y ALCANCES DEL INFORME

El informe Abarca el trabajo realizado durante 3 meses en la Cooperativa de Telecomunicaciones (COTEL). Donde el primer mes se desarrolló en la Sección de Cabecera Catv, el segundo mes en la sección de transmisión Urbana y el tercer mes en la sección de Laboratorio, siendo las tres secciones pertenecientes al departamento de Transmisiones, energía y Laboratorio.

Teniendo en consideración el trabajo desempeñado en las dichas secciones, el informe también abarca:

- Los Equipos Utilizados en la Sección de CABECERA CATV así como sus características y funcionamiento
- Los Equipos Utilizados en la Sección de TRANSMISIONES así como sus características y funcionamiento
- Los Equipos Utilizados en la Sección de LABORATORIO así como sus características y funcionamiento

## INTRODUCCION

Con la bendición de DIOS, acabando los estudios en la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones de la Facultad de Tecnología, a nivel técnico universitario superior y con la finalidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos, optando por la pasantía como modalidad de titulación de la facultad, se realizó la pasantía en la Cooperativa Cotel, la cooperativa de telecomunicaciones es una de las más antiguas en su campo mostrando resiliencia ante diversas adversidades a lo largo de sus años de vida.

Esta empresa está conformada por varias secciones que en su conjunto forma departamentos, que hacen posible el trabajo organizado, ordenado y coordinado en su totalidad.

La pasantía se realizó en el Departamento de Transmisiones, Energía y Laboratorio y a la vez este departamento se divide en 5 secciones:

a) Transmisiones:

Tiene a su cargo el mantenimiento de los equipos de transmisión en todas y cada una de las centrales que tiene la cooperativa, se encargan también del mantenimiento de los enlaces de fibra óptica, del mantenimiento de las RBC's del sistema de telefonía inalámbrica, también de la instalación y mantenimiento de los Shelters, que prácticamente son unas mini centrales.

b) Energía:

Esta sección se encarga del mantenimiento de los equipos rectificadores, banco de baterías, grupos electrógenos y sistema de climatización de las diferentes centrales.

c) Laboratorio:

Esta es la sección que se encarga de la reparación de los equipos o dispositivos que se van averiando, la reparación de aparatos telefónicos de los socios de la cooperativa y de la producción, y mantenimiento de los tarifadores telefónicos, además de buscar y aportar con soluciones prácticas e ingeniosas a las diferentes dificultades que se presentan en las distintas áreas técnicas

d) CATV (Cabecera):

Están a cargo de la supervisión, control y mantenimiento de la cabecera del servicio de televisión que brinda COTEL, así como también su distribución entre los HUB`s, los nodos y los derivadores o taps que conforman toda la red HFC para una buena calidad de señal y servicio.

e) Telefonía Rural:

Esta sección está a cargo de las instalaciones de líneas telefónicas y CATV (Televisión por cable) en el área rural, mantenimiento de la cabeceras de las 16 poblaciones que cuentan con este servicio.





# **CAPÍTULO I**

## **INFORMACION INSTITUCIONAL**

## 1.1 Descripción Institucional

La Cooperativa de Telecomunicaciones de La Paz (abreviado Cotel) es una cooperativa de Telecomunicaciones de la ciudad de La Paz, en Bolivia. La cooperativa incluye servicios de Internet, teléfono y televisión por cable.



*Fig. 1.1. Logotipo de Cotel (fuente: [www.cotel.bo](http://www.cotel.bo))*

Los inicios de la telefonía en La Paz se remonta a la primera década del Siglo XX, cuando un grupo de “notables” paceños, enterados de los grandes adelantos tecnológicos de la época, se propusieron dotar a la naciente Sede de Gobierno de la primera red telefónica del país.

Tuvieron que pasar casi tres décadas, hasta el año 1937, para que el Presidente de la República, Germán Busch, mediante Decreto Ley, aprobara la instalación de un servicio de Teléfonos Automáticos para La Paz, estableciendo un aporte de capital por parte de la Alcaldía, con la condición de que ésta ejerza la presidencia del Consejo de Administración de la telefónica y nombre a otros dos representantes.

Casi cuatro años después, el 14 de abril de 1941, el Ing. Vicente Burgaleta fundó la empresa de Teléfonos Automáticos de La Paz Sociedad Anónima (TASA), que inició sus operaciones con 2.000 líneas telefónicas. En 1943, la demanda del servicio obligó a TASA a instalar 500 nuevas líneas y, posteriormente, a incrementar su capacidad instalada a través de varias ampliaciones a lo largo del tiempo.

El 29 de agosto de 1985, el Decreto Supremo N° 21060 dispuso el cambio de personería jurídica de TASA a una sociedad cooperativizada con el objetivo de eliminar la influencia política en la administración de la telefónica paceña, y fue cuando TASA se convirtió en COTEL.

En 1985, la promulgación de una nueva Ley de Telecomunicaciones estableció un plazo de seis años (hasta noviembre de 2001) de exclusividad en el mercado de la telefonía local en La Paz a favor de COTEL, condicionada al cumplimiento de metas de expansión, calidad y modernización del servicio telefónico.

Casi coincidiendo con la nueva Ley de Telecomunicaciones, en 1993 se dio inicio al proyecto Séptima Ampliación, que en un principio contemplaba la instalación de 75.000 nuevas líneas digitales, meta que luego fue ampliándose gracias a nuevos contratos con empresas proveedoras de centrales telefónicas.

En los siguientes seis años se completó este ambicioso plan, llegando a la actual cifra de 233.230 líneas instaladas, de las cuales 154.900 están actualmente en funcionamiento. Cabe resaltar que hoy el 100 % de la red telefónica es digital.

Pero no todo fue positivo para la Cooperativa, pues desde principios de la década de 1990, una serie de desaciertos administrativos puso a COTEL al borde de la quiebra, razón por la cual se instruyó su intervención preventiva en dos ocasiones: una primera en 1997; y una segunda en 2000, que por la gravedad de la situación tuvo que ser ampliada en dos ocasiones a lo largo de casi un año.

La Administración Delegada DETECON fue suspendida en abril de 2003 y continuó una tercera intervención hasta septiembre del mismo año, cuando se convocó a elecciones para que los socios elijan a sus nuevos representantes. Estos comicios, controlados por el Grupo FIDES -empresa independiente especializada en encuestas públicas- fueron los más concurridos y transparentes de la historia de la Cooperativa, de las que resultaron elegidos democráticamente los consejeros de Administración y de Vigilancia.

Hoy la telefónica paceña está inmersa en la carrera competitiva entre las principales empresas de telecomunicaciones del país, brindando a sus más de 170 000 socios y

usuarios, servicios de valor agregado. Dentro de esa política de expansión, la Cooperativa lanzó al mercado el servicio de Internet el año 2003 a través de Internet Dial Up.

En abril de 2005 lanza al mercado un tipo de acceso distinto, a través del servicio de Internet ADSL. La diferencia que existe entre ambos tipos de acceso, es principalmente la velocidad con la que el abonado logra conectarse al servicio, ya que en una conexión Dial Up, la velocidad máxima, llega a ser de 56 Kbps en el mejor de los casos, mientras que en una conexión ADSL, el usuario puede escoger velocidades desde 128 Kbps, hasta por encima de 1024 Kbps.

Otra ventaja con las que cuenta Cotel al ofrecer el servicio respaldado bajo la marca "RedCotel", es la cobertura del mismo, al contar con una red de fibra instalada, esto permite, en algunos casos, abarcar mayores zonas en comparación a otros proveedores de Internet.

Por otro lado, y para brindar diferentes opciones a los socios de la Cooperativa, se ha desarrollado una oferta comercial que contempla planes Post Pago y planes Pre Pago, los cuales difieren en precio y en modalidad de pago.

Siempre en la búsqueda de brindar mayores y mejores servicios a los socios, la Cooperativa lanzó el 3 de marzo de 2005 el servicio de televisión por cable con una grilla de 80 canales con una tarifa única de \$us 21.99 dólares, una de las más bajas del país.

Entre los servicios suplementarios, Cotel brinda a sus socios los servicios de Identificador de llamadas; restricción con clave; Conferencia Tripartita; desvío por línea ocupada; desvío por abonado ausente; desvío inmediato; llamada en espera; abonado ausente; marcación abreviada; conexión directa; despertador automático y casilla de voz. En la telefonía rural desplegada a lo largo y ancho del Departamento paceño, se dispone de líneas telefónicas digitales, que además del servicio de voz permite la transmisión de señales de Fax y Datos. El servicio comprende dos modalidades: usuarios y comunitarios.

A partir del 4 de julio del 2003, Cotel incursiona en el mundo de las telecomunicaciones de larga distancia nacional e internacional, habiendo obtenido la licencia respectiva en la Superintendencia de Telecomunicaciones, este servicio abierto a toda la población nacional

denominado CÓDIGO 16 ocupa el primer lugar, considerando las mediciones de tráfico nacional e internacional originadas en la red fija de Cotel La Paz, haciendo una comparación con el tráfico de la competencia. Uno de los factores que contribuyen a CÓDIGO 16, para que esté posicionado en el primer lugar en la ciudad de La Paz, son las promociones continuas del servicio con tarifas reducidas.

La Red Digital de Servicios Integrados "RDSI" es una línea completamente digital que entrega dos canales de 64 Kbps de velocidad para transmisión de voz, texto e imágenes, lo que permite dos comunicaciones simultáneas, con una sola línea física. El mercado al cual está direccionado, son las empresas públicas y privadas que tienen diversas necesidades en telecomunicaciones.

Los centros de llamada "Punto Cotel" que se caracterizan por el color amarillo y se encuentran en todas las zonas de La Paz, son áreas de llamada que posibilitan la prestación de servicio fijo, móvil, nacional e internacional, servicio de fax e Internet del público en general.

Otro servicio de expansión y que tuvo mucha demanda, son las Mini Cabinas Cotel, que es una unidad operativa de telefonía pública para llamadas locales y de larga distancia nacional e internacional, con una o dos cabinas telefónicas, dotadas de su propio tarifador que es incorporado en un pequeño espacio disponible de tiendas, anaqueles, bazares, ferreterías o cualquier tipo de negocio, permitiendo el incremento de la rentabilidad de los negocios existentes sin generar erogaciones operativas adicionales.

En suma, Cotel, se convirtió de una simple cooperativa de telefonía básica en una moderna empresa de telecomunicaciones que satisface las necesidades no solo de sus más de 170 000 socios, sino de toda la población paceña y con miras a posicionarse en los primeros lugares del tan competitivo mercado nacional de las innovaciones del mundo de las telecomunicaciones que avanza a pasos gigantescos. Cotel, con estatus jurídico de cooperativa está administrada por un Consejo de Administración y uno de Vigilancia.

*(Pag.6 al 10 ->Texto extraído de la página web Oficial de COTEL, [www.cotel.bo](http://www.cotel.bo))*

## 1.2 Localización Institucional

La cooperativa tiene varias oficinas y previos en la ciudad de La Paz y el Alto, a continuación la lista de ellas:

### GRAN CENTRO I

Av. Mariscal Santa Cruz N° 980

Planta Baja - casilla 633

### GRAN CENTRO II

Calle Socabaya esq. Mercado

Piso 2 - casilla 633

### OFICINAS REGIONALES DE ATENCION AL CLIENTE.

Zona 12 de Octubre (Calle 10 esq. Raúl Salmón, El Alto)

Calacoto (Calle 24 esq. Montenegro)

Socabaya (Calle Socabaya esq. Mercado)

### SERVICIO DE ATENCIÓN AL CLIENTE

231-5353

### CENTRAL TELEFÓNICA COTEL

237-2323

### "CENTROS DE ATENCIÓN COTEL"

### RED COTEL ZONA SUR

San Miguel Calle 21, N° 8265, Calacoto

Teléfono: +591-2-267-0040

Fax: +591-2-277-2772

### RED COTEL EL ALTO

Av. Franco Valle 21, esq. Calle 1 - La Ceja

Teléfono: +591-2-263-2020

Fax: +591-2-281-3030

### SUCURSAL RIO SECO

Av. Luis Espinal entre Av. 14 de Septiembre y

Calle Río Guaporé.(Diagonal Plza. Pedro Domingo M.)

Río Seco

Teléfono: +591-2-286-0900

Fax: +591-2-286-0900

### SUCURSAL VIACHA

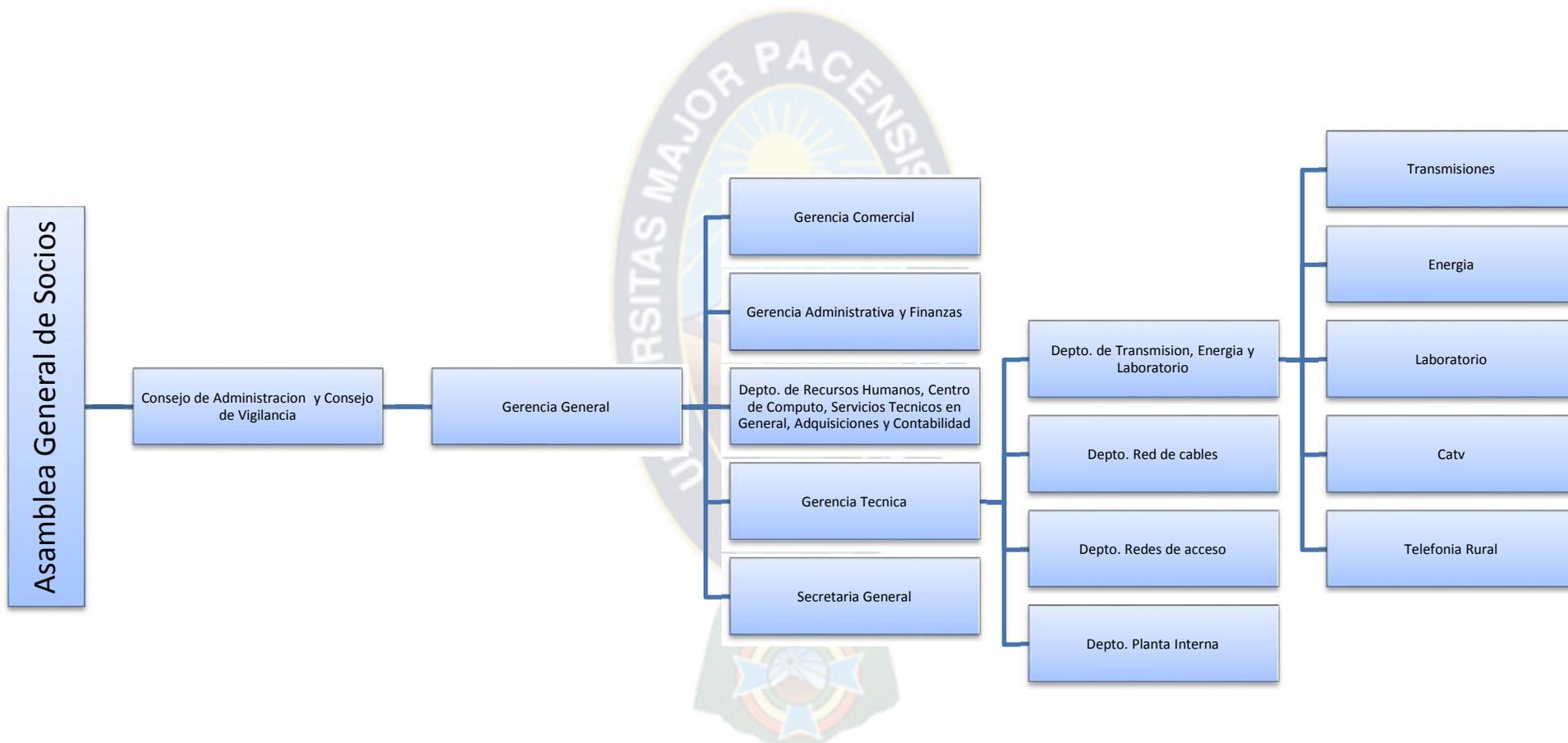
Plaza Ballivián N° 176

Viacha

Teléfono: +591-2-280-0303



### 1.3 Estructura Organizacional

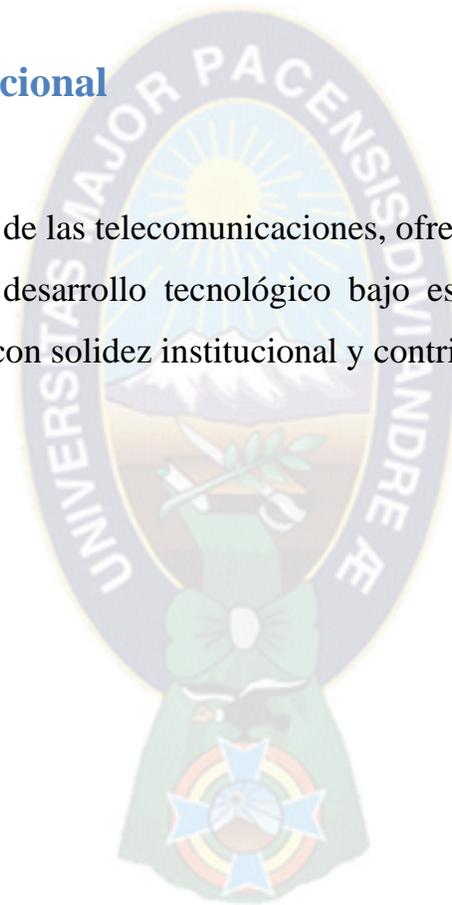


## 1.4 Misión Institucional

Brindar a nuestros socios y clientes servicios de telecomunicaciones con calidad, integrando y fortaleciendo el desarrollo tecnológico, organizacional y humano basado en la excelencia, para contribuir con el crecimiento de Bolivia

## 1.5 Visión Institucional

Ser líder en el campo de las telecomunicaciones, ofreciendo servicios y productos a la vanguardia del desarrollo tecnológico bajo estándares internacionales de calidad en servicios, con solidez institucional y contribución social.





## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEORICO REFERENCIAL**

## 2.1. SECCIÓN CATV CABECERA

Dentro del departamento de transmisión, energía y laboratorio existen muchas áreas dependientes como se puede ver en el organigrama de la cooperativa, la pasantía se realizó dentro de este departamento desarrollándose en el primer mes en el área de CATV (Cabecera), el segundo mes en el área de Trasmisión Urbana y el tercer mes en el área de Laboratorio.

Avocándose a los tópicos del primer mes referente al área de Cabecera CATV y sus equipos respectivos para su funcionamiento.

Nos encontramos primeramente con la teoría necesaria e impartida por los propios funcionarios de la cabecera Cotel, el recibimiento de las señales su procesamiento y su transmisión hacia los abonados.

Posteriormente los equipos principales con los que cuentan para realizar esta transmisión de sus canales hacia los abonados

A continuación todo el marco teórico referencial respectivo y los equipos utilizados

## 2.2. ARQUITECTURA DE UNA RED CATV

La arquitectura de red es el medio más efectivo en cuanto a costos para desarrollar e implementar un conjunto coordinado de productos que se puedan interconectar. La arquitectura es el “plan” con el que se conectan los protocolos y otros programas de software. Esto es benéfico tanto para los usuarios de la red como para los proveedores de hardware y software.

### 2.2.1. Cabecera

La cabecera es el centro de la red encargado de agrupar y tratar los diversos contenidos que se van a transmitir por la red. En la cabecera de COTEL existen un mayor número de elementos, como antenas receptoras, decodificador, modulador, etc. Del que se muestra en la figura A1 pero a modo de ejemplificar se toma un cuadro general de la recepción y procesamiento de las señales.

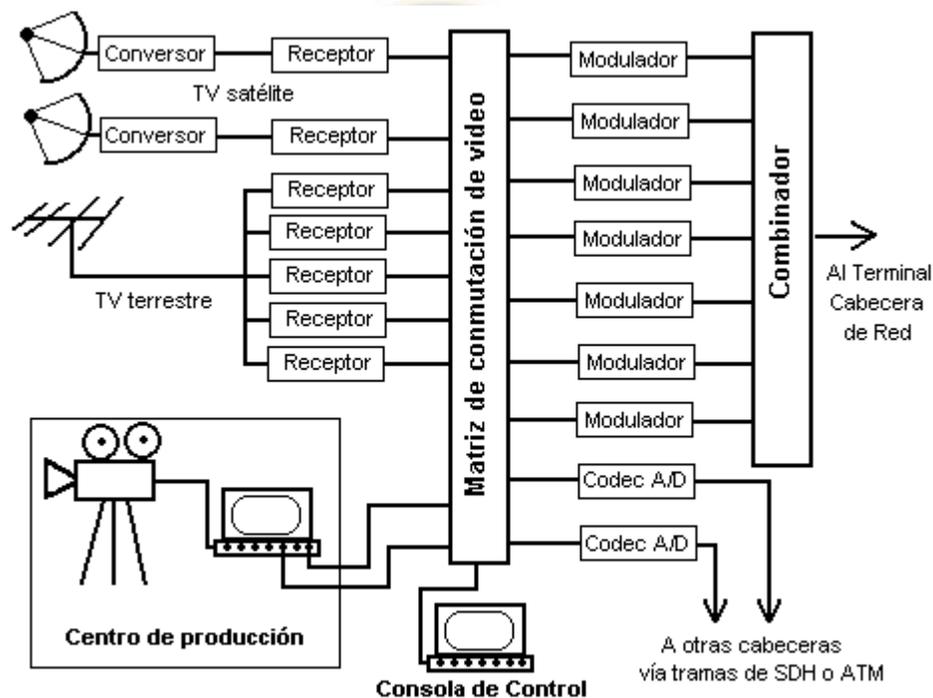


Fig. 2.1 Cabecera de una red CATV. Fuente: [www.urbe.edu](http://www.urbe.edu)

Así tenemos receptores de programas vía satélite, otros de televisión terrestre o señales de vídeo procedentes de un centro de producción local. Por razones de simplificación solo se representan nueve señales de entrada a la matriz.

Después de pasar por la matriz, las señales de vídeo son moduladas para colocar a cada una de ellas en un canal distinto y poder agruparlas en el combinador para formar la señal compuesta que se enviará al Terminal Cabecera de Red situado en la misma localidad de la Cabecera. Otras señales son inyectadas a codificadores analógico/digitales para ser

enviados mediante tramas de la red SDH o ATM a cabeceras remotas de redifusión situadas en otras poblaciones distintas de la Cabecera principal.

Asimismo en la cabecera, se reagrupan todas las señales de datos provenientes de los cabledemods situados en casa del receptor. Estas señales son inyectadas al CMTS, donde se gestionan los servicios de datos, telefonía, Internet, VOD, entre otros. Principalmente se conoce como head-end.

### 2.2.2. Terminal cabecera de red

El Terminal Cabecera de Red es el encargado de recibir la señal eléctrica generada en la Cabecera y transformarla en señal óptica para su envío por fibra a los diversos centros de distribución repartidos por la población.

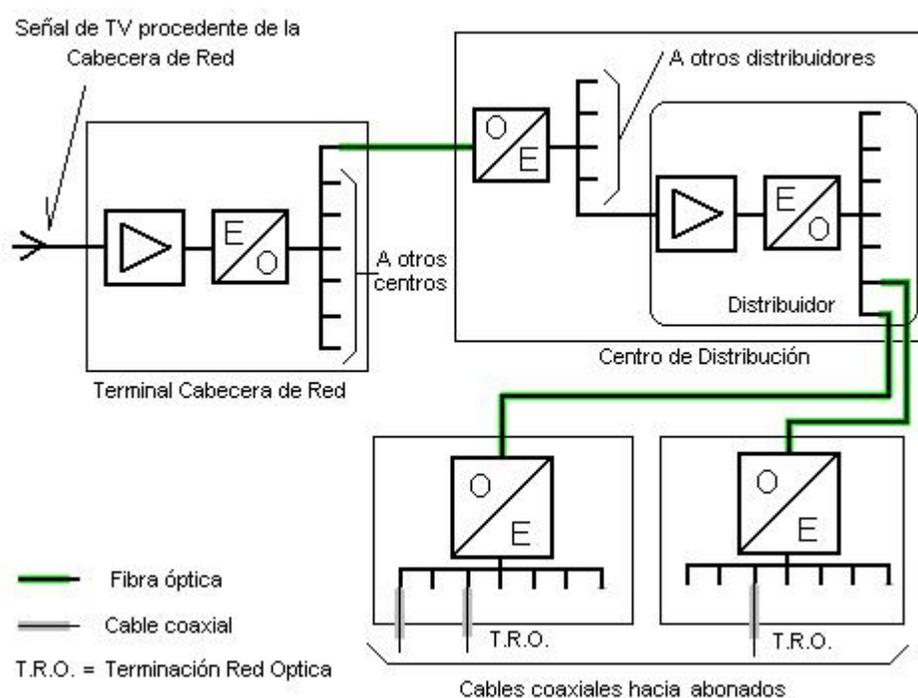


Fig. 2.2 Terminal Cabecera de Red CATV. Fuente: [www.urbe.edu](http://www.urbe.edu)

En la Figura A2 se pueden observar los elementos que componen este terminal así como los encargados de la distribución y reparto, que se describen a continuación.

### 2.2.3. Centro de distribución

En el centro de distribución, la señal óptica se convierte nuevamente en eléctrica y se divide para aplicarla a los distribuidores. En cada distribuidor tenemos un amplificador para elevar el nivel de la señal, atenuada por la división. A continuación la convertimos nuevamente en óptica y mediante fibra se encamina hasta la proximidad de los edificios a servir, es lo que se denomina *fibra hasta la acera*, aunque esto no sea enteramente exacto. Estas fibras terminan en las denominadas Terminaciones de Red Óptica.

### 2.2.4. Terminación de red óptica

La terminación de red óptica es el último eslabón de la red. Colocadas, generalmente, en zonas comunes de los edificios, como garajes o cuartos de contadores, sirven de terminal de las *fibras hasta la acera (Fiber Deep)* que portan las señales ópticas que van a ser convertidas nuevamente en eléctricas y aplicadas a un distribuidor mediante cables coaxiales, para llevar la señal de televisión a los domicilios de los abonados al servicio. Red de distribución híbrida de fibra óptica y coaxial

Vale la pena puntualizar que el mayor trabajo realizado fue el mantenimiento y control de esta red HFC (híbrida fibra-coaxial) en toda su estructura teniendo que realizar muchos viajes a distintos puntos de la ciudad para el control de los nodos, taps y demás elementos que se encuentran en esta red. A continuación su explicación desarrollada

Una red HFC es una red de cable que combina en su estructura el uso de la Fibra óptica y el cable coaxial. Este tipo de redes representa la evolución natural de las redes clásicas de televisión por cable (CATV). Una red de CATV está compuesta básicamente por una cabecera de red, la red troncal, la red de distribución, y el último tramo de acometida al hogar del abonado.

### 2.2.5. La red troncal

Es la encargada de repartir la señal compuesta generada por la cabecera a todas las zonas de distribución que abarca la red de cable. El primer paso en la evolución de las redes clásicas todo-coaxial de CATV hacia las redes de telecomunicaciones por cable HFC consistió en sustituir las largas cascadas de amplificadores y el cable coaxial de la red troncal por enlaces punto a punto de fibra óptica. Posteriormente, la penetración de la fibra en la red de cable ha ido en aumento, y la red troncal se ha convertido, por ejemplo, en una estructura con anillos redundantes que unen nodos ópticos entre sí. En estos nodos ópticos es donde las señales descendentes (de la cabecera a usuario) pasan de óptico a eléctrico para continuar su camino hacia el hogar del abonado a través de la red de distribución de coaxial. En los sistemas bidireccionales, los nodos ópticos también se encargan de recibir las señales del canal de retorno o ascendentes (Del abonado a la cabecera) para convertirlas en señales ópticas y transmitir las a la cabecera.

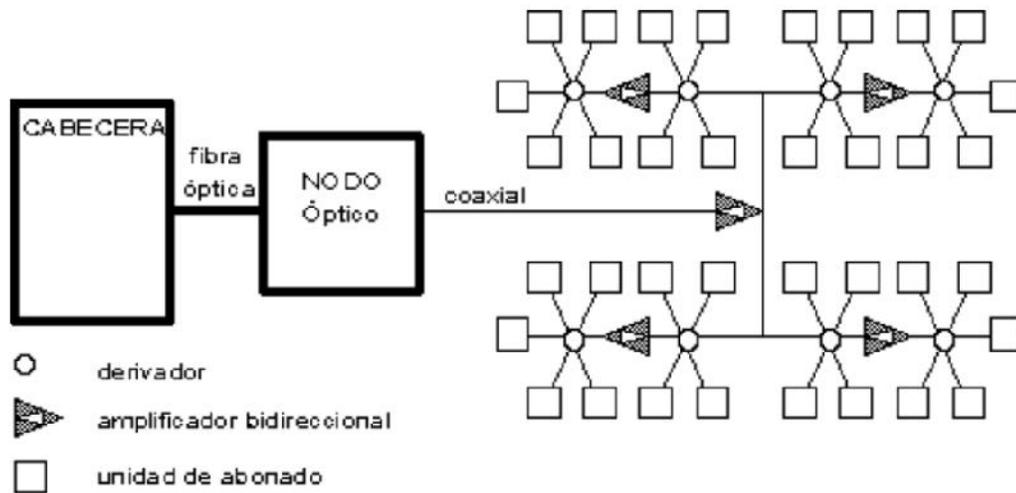
### 2.2.6. La red de distribución

Está compuesta por una estructura tipo bus de coaxial que lleva las señales descendentes hasta la última derivación antes del hogar del abonado. En el caso de la red HFC normalmente la red de distribución contiene un máximo de 2 ó 3 amplificadores de banda ancha y abarca grupos de unas 500 viviendas. En otros casos la fibra óptica de la red troncal llega hasta el pie de un edificio, de allí sube por la fachada del mismo para alimentar un nodo óptico que se instala en la azotea, y de éste parte el coaxial hacia el grupo de edificios a los que alimenta (para servicios de datos y telefonía suelen utilizarse cables de pares trenzados para llegar directamente hasta el abonado, desde el nodo óptico).

### 2.2.7. La acometida (DROPS).

Esta es la que llega a los hogares de los abonados y es sencillamente el último tramo antes de la base de conexión, en el caso de los edificios es la instalación interna.

En la siguiente figura se puede apreciar fácilmente los distintos componentes de una red de CATV:



*Fig. 2.3: Red troncal, de distribución y acometida.*

*En la primera parte se puede observar la cabecera, saliendo de la cabecera hasta el nodo óptico se encuentra la red troncal, luego de este hasta cada derivador se encuentra la red de distribución y finalmente de cada derivador respectivo a cada unidad de abonado se encuentra la acometida. (Fuente: [www.urbe.edu](http://www.urbe.edu))*

## 2.3. HYBRID FIBER COAXIAL (HFC)

Híbrido de Fibra-Coaxial, en telecomunicaciones, es un término que define una red de fibra óptica que incorpora tanto fibra óptica como cable coaxial para crear una red de banda ancha.

Esta tecnología permite el acceso a Internet de banda ancha utilizando las redes CATV existentes. Se puede dividir la topología en dos partes. La primera consiste en conectar al abonado por medio de cable coaxial a un nodo zonal y posteriormente interconectar los nodos zonales con fibra óptica.

Esta tecnología comienza a implementarse a través de operadores de CATV, que además de brindar el servicio de televisión por cable anexaron transportar por el mismo medio la señal de internet de banda ancha.

A través del uso de cada una de estas tecnologías, la red es capaz de aprovecharse de los beneficios y minimizar el impacto de las limitaciones inherentes a cada una.

La fibra óptica proporciona la ventaja de cubrir distancias razonablemente largas con un mínimo de amplificación y regeneración de la señal. Sin embargo, debido a la naturaleza de esta tecnología, el coste y tamaño de los multiplexores/demultiplexores ópticos, rara vez se utiliza para conectar los nodos directamente a los clientes.

En lugar de eso, la fibra óptica termina en un dispositivo de la red llamado puerta de enlace (gateway), el cual contiene, al menos, un transformador óptico (normalmente, dos) que permite la transición de la señal a la red de cable coaxial.

El cable coaxial proporciona una capacidad de ancho de banda considerable, mientras que también permite que la señal se extraiga y se inserte con una mínima interferencia a cualquier cliente o equipo. Las limitaciones de este sistema son que a veces la señal necesita ser amplificada y además es susceptible a interferencias externas.

A diferencia de las redes CATV en donde la transmisión es unidireccional (desde la central hacia los abonados), en HFC la transmisión es bidireccional.

El nombre de HFC se origina de la abreviación del concepto inventado en EE.UU. de la unión entre redes de fibra y coaxial, las cuales abrieron el mercado y la modernización a las redes actuales llamadas “Redes Híbridas de Fibra Coaxial” (Hybrid Fiber Coax Networks).

Estas redes de acceso pueden utilizarse actualmente para transmitir no solo televisión por cable (videocable), si no también datos (Internet), telefonía (voz), entre otros servicios corporativos.

Suele ser usual que a la vez que se instala el coaxial en paralelo, se instale un par de cobre, para que permita tratar el sistema de telefonía por separado y así abaratar costes en su

tratamiento. Lo más común, sin embargo, es el uso de cable coaxial para la conexión con el usuario final y el uso de conexiones de fibra dentro de la nube de interconexión.

### 2.3.1. Servicios soportados

- Distribución analógica de TV terrestre y de satélite analógica y digital
- Distribución de canales de radio FM
- Telefonía integrada
- Servicios de pago por visión (PPV) y vídeo bajo demanda ( video on demand, VoD)
- Acceso a Internet
- Servicios y videojuegos interactivos
- Acceso a bases de datos
- Videotelefonía
- Comercio electrónico, tele administración, telemedicina, ...
- Acceso a Internet a través del TV, portales TV, anuncios interactivos, ...
- Distribución de canales de video y audio Kbps

### 2.3.2. Arquitectura y elementos de la red HFC

Los principales elementos y partes de una red de acceso HFC son:

- Cabecera / Equipos de abonado (módem, cablemódem)
- Red troncal (fibra óptica)
- Red de distribución (cable coaxial)
- Red de acometida

## 2.4 MODELO 6940 NODO OPTOELECTRONICO DE 4 PUERTOS 870Mhz



Fig. 2.4: Modelo 6940 Nodo opto electrónico Fuente: [www.com-tech-services.com](http://www.com-tech-services.com)

### 2.4.1 Descripción

El modelo 6942 es un Nodo de alto rendimiento, que cuenta con cuatro salidas optoelectrónicas. El modelo 6942 puede ser configurado con una variedad de receptores ópticos delanteros y transmisores ópticos inversos, Proporcionando flexibilidad para su uso en múltiples aplicaciones.

La Capacidad de los Receptores y transmisores ópticos redundantes permiten establecer un incremento con la confianza de la red a través de una trayectoria óptica redundante

El camino inverso del Nodo Modelo 6942 es muy flexible. El tráfico Inverso Pueden combinarse y encaminarse a transmisores inversos FP o DFB, y También se pueden utilizar transmisores redundantes (de respaldo).

La plataforma Proporciona una segmentación inversa mediante la adición de Transmisores y enrutadores inversos. Hasta cuatro transmisores - uno por Puerto de entrada inversa - se puede configurar utilizando la Tarjeta de interfaz Cuando el recuento de fibras es limitado, la posición de seis Tarjeta de interfaz óptica también permite el uso de banda Inversa, la tecnología de segmentación de ruta inversa utilizando el sistema Scientific- Atlanta bdr™

La tarjeta de interfaz óptica de seis posiciones tiene dos posiciones de montaje de transmisor. Si La trayectoria inversa no está segmentada, se utiliza una posición para el transmisor inverso primario y la otra para un Transmisor redundante. Para la segmentación inversa dual, se instalan dos transmisores, cada uno dedicado a invertir el Tráfico desde un par de puertos en la entrada inversa de la estación.

El Nodo Modelo 6942 también se puede configurar con un transpondedor de monitoreo de estado Scientific-Atlanta. Los Transpondedor, junto con el Sistema de Control de Red de Transmisión (TNCS) u otro elemento compatible, Permiten la supervisión remota de los parámetros relacionados con el nodo crítico y el control remoto de cada Interruptor de recorrido inverso opcional para la solución de problemas de entrada.

## 2.4.2 Características

- Plataforma RF de 1 GHz
- 15 amperios de paso continuo de potencia
- Cuatro salidas RF de alto nivel
- Entradas sin tornillos para facilitar la instalación del conector
- Fuente de alimentación conmutada de alta eficiencia de 40-90 V AC
- Redundancia de la fuente de alimentación opcional
- Los puntos de prueba locales y los indicadores LED de los receptores y transmisores ópticos simplifican la instalación y el mantenimiento
- Supervisión y control de estado opcional (transpondedor de monitorización de estado y TNCS u otro elemento compatible Sistema de gestión requerido)
- Las almohadillas enchufables proporcionan control de nivel individual para cada puerto para trayectos directos e inversos
- Conmutador inversor de 3 estados opcional (on / off / -6 dB) permite aislar cada entrada inversa para detectar ruidos e interferencias

- La bandeja de administración de fibra proporciona un cómodo almacenamiento de fibra y conector para hasta 6 pares de conectores
- Transmisores analógicos inversos de 1310 nm con láser Fabry-Perot o DFB
- Transmisor analógico DFB inverso de 1550 nm
- Soporta la tecnología de banda ancha digital de banda base, que permite la segmentación de ruta inversa
- Actualizable para el modelo 6944 amplificador de lanzamiento para habilitar la segmentación total



Model 6942 Four Port Optoelectronic Node – 5-42/54-870 MHz



Model 6942 with Dual Reverse Segmentation

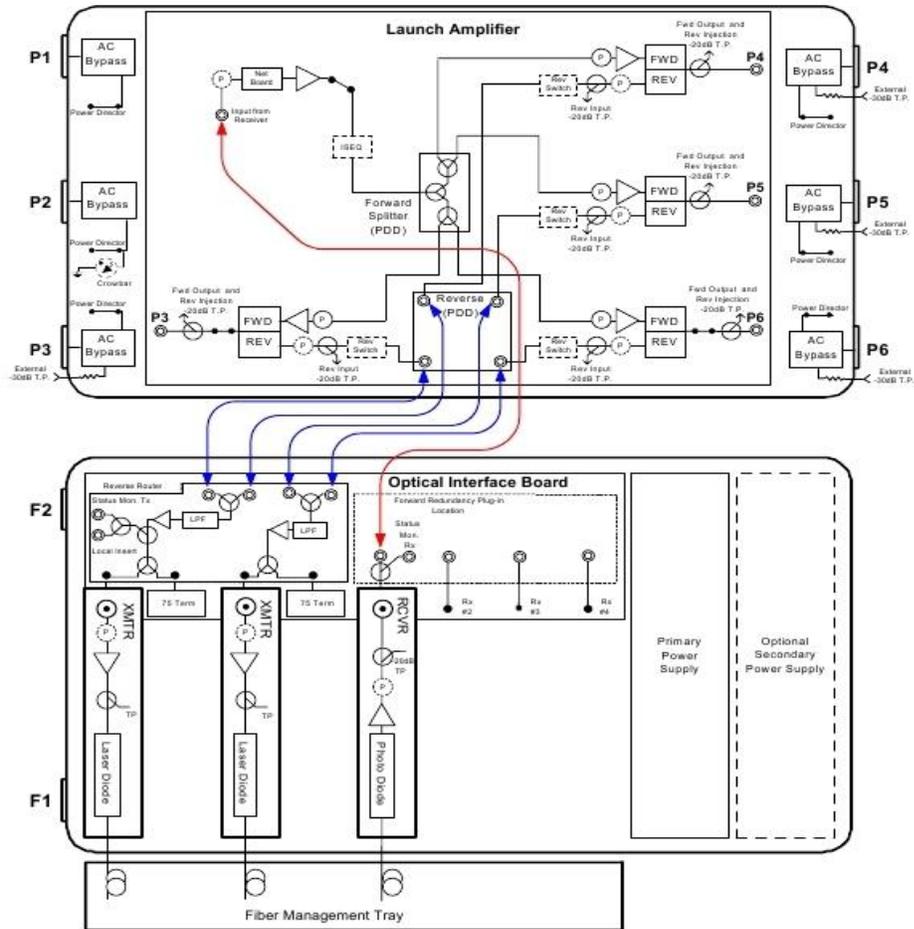


Fig. 2.5: Diagrama de Bloques Del Nodo opto electrónico. Fuente: [www.com-tech-services.com](http://www.com-tech-services.com)

## 2.5 AMPLIFICADOR STARLINE “BT “

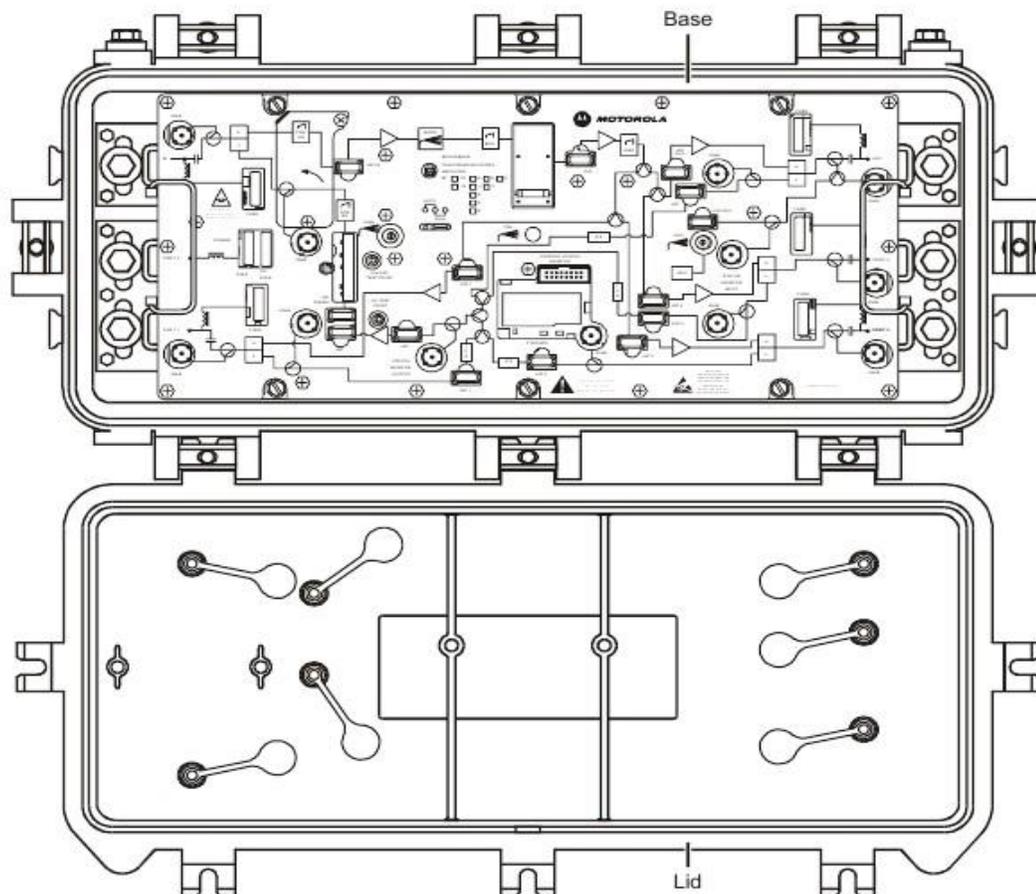


Fig. 2.6: Modelo BT \*/\* Estándar, abierto. Fuente: <http://www.arenaservicesinc.com>

### 2.5.1 Descripción

La serie STARLINE® de amplificadores de telecomunicaciones de banda ancha del modelo BT \* / \* de Motorola, Acepta una sola entrada y proporcionar una alta ganancia operacional a dos, tres o cuatro dobles de potencia de puente en un diseño híbrido de tres etapas. La alta ganancia operativa del BT \* / \* permite Ubicar estratégicamente el amplificador en la topología del sistema para una distribución eficaz de la señal.

El conjunto de funciones avanzadas le permite actualizar fácilmente las arquitecturas de árbol y rama a Diseños de fibra-al-alimentador. Los híbridos de arseniuro de galio

mejorados (E-GaAs) ofrecen Rendimiento de distorsión lineal a niveles de producción más altos. También reducen los costos operativos.

En comparación con híbridos convencionales de silicio bipolar y tecnología competitiva. La serie BT \* / \* de Amplificadores cumplen con los requisitos de sobrecarga de tensión de Telcordia GR-1098-CORE Formas de onda como se describe en IEEE 062.41. La última plataforma BT \* / \* es también FOO y OE Aprobado.

## 2.5.2 Características

Las características del BT \* / \* incluyen:

Tecnología de duplicación de potencia de 750 MHz o 870 MHz en arseniuro de galio mejorado (E-GaAs) o silicio

Alta ganancia

Niveles de Salida altos

Rendimiento superior ante distorsión

Ergonomía de "facilidad de uso"

Cinco opciones de filtro duplex

16 dB de pérdida de retorno (trayecto directo)

Opción de alimentación de línea de 60/90 Vac

Fuente de alimentación con factor de potencia

Ecualización Bode térmica o autocontrolada

Puntos de prueba del acoplador direccional de -20 dB

Control de ingreso de vía de retorno opcional y monitor de estado LIFELINE™

Capacidad de operación bidireccional

Capacidad de bypass de 15 amperios CA

### 2.5.3 Visión de Conjunto

El BT \* / \* es un amplificador capaz de dos, tres o cuatro salidas, de dos vías, utilizado en Sistemas de Distribución Cable Access Television (CATV). Todos los modelos son amplificadores híbridos de tres etapas de alta ganancia.

Diseñado para impulsar tanto una cascada limitada como un sistema de distribución local. El BT \* / \* está alimentado Por el suministro de cable de 60/90 Vac y se puede configurar para pasar esta potencia a amplificadores adicionales Y prolongadores de línea. La instalación de la vía de retorno opcional permite el flujo de señal bidireccional.

El modelo estándar BT \* / \* incluye un módulo amplificador con una fuente de alimentación integrada que Se suministra normalmente completo en el modelo BT \* -87 \* / 15 Fase II, como se muestra en la Figura 2.6

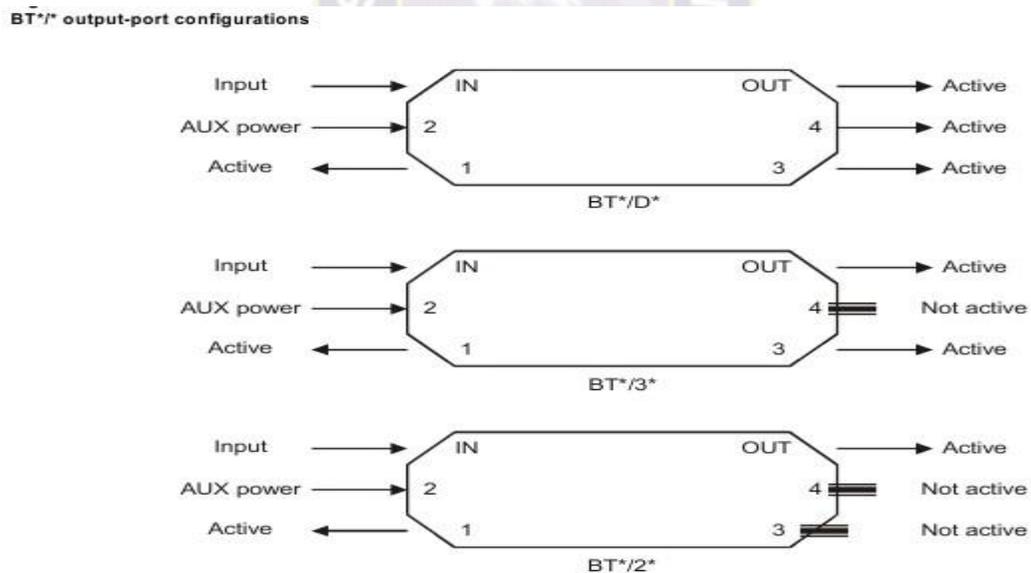


Fig.2.7: Grafica Representativa de las varias configuraciones del puerto de salida. Fuente: [www.arenaservicesinc.com](http://www.arenaservicesinc.com)

BT\*/D\* four output block diagram (standard configuration)

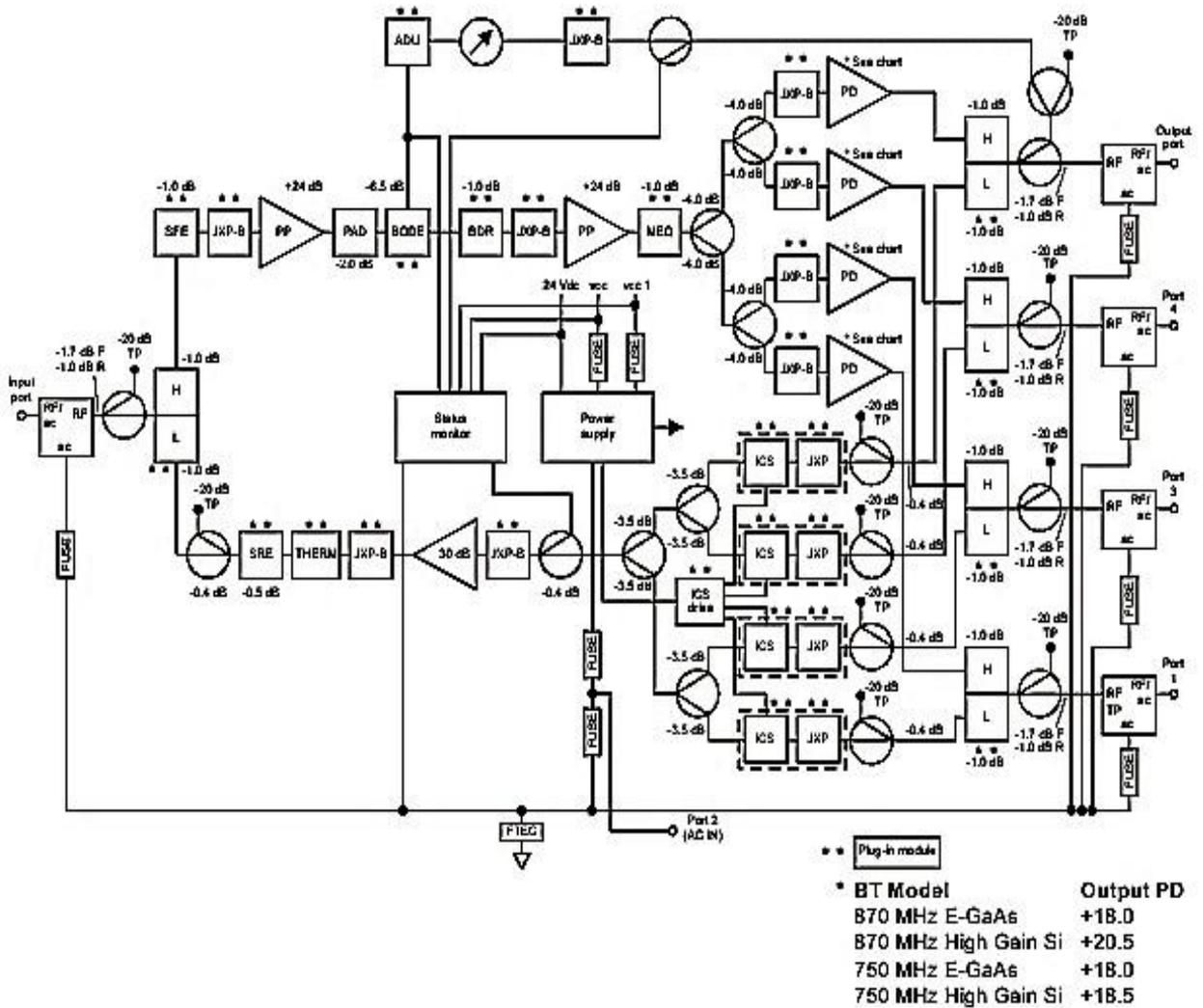


Fig.2.8: Diagrama de Bloque d BT \*/D\* para Cuatro Salidas. Fuente: www.arenaservicesinc.com

## 2.6 EXTENSIÓN DE LÍNEA DE BANDA ANCHA STARLINE “BLE”

BLE\*/\* - open

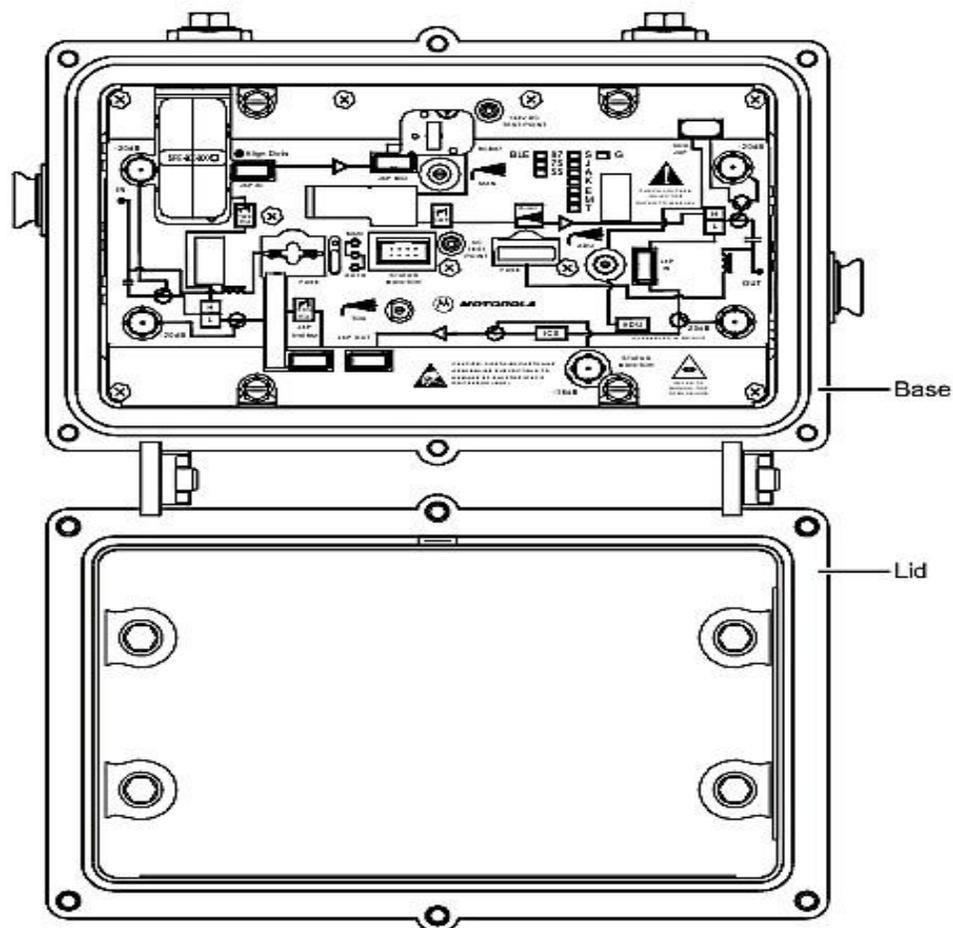


Fig.2.9: Extensor de Línea De Banda Ancha BLE Abierto. Fuente: [www.casadelcable.com](http://www.casadelcable.com)

### 2.6.1 Descripción

La serie de prolongadores de línea de banda ancha STARLINE® de Motorola, BLE \* / \*, acepta una sola entrada y Proporcionan de 28 a 30 dB de ganancia operacional (dependiendo del modelo) a una sola salida.

La altura La serie BLE \* / \* es ideal para un sistema híbrido de fibra coaxial, así como Diseños convencionales de árboles y ramas. La serie BLE \* / \* de extensores de línea cumple con IEEE C62.41-1991 y Bell Core GR-1098 para las pruebas de sobretensión recomendadas por Cable Labs. La última plataforma BLE \* / \* también es aprobada por FCC y CE.

## 2.6.2 Características

Las características del BLE \* / \* incluyen:

Tecnología de duplicación de potencia de 750 MHz o 870 MHz en arseniuro de galio mejorado (E-GaAs) o silicio

Varias divisiones de filtro diplex modulares diferentes

Ergonomía de "facilidad de uso"

Opción de alimentación de línea de 60/90 Vac

Ecuilibración térmica y auto controlada de Bode

Puntos de prueba del acoplador direccional de -20 dB

Control de ingreso de vía de retorno opcional y monitor de estado LIFELINE®

Capacidad de operación bidireccional

Paso de potencia de 15 amperes

## 2.6.3 Visión de conjunto

El BLE \* / \* es un extensor de línea compatible con dos vías utilizado en sistemas de distribución CATV. El BLE \* / \* Es alimentado por la fuente de cable de 60/90 Vac y puede ser configurado para pasar esta potencia a Line. La instalación del amplificador de retorno opcional permite el flujo de señal bidireccional.

El modelo estándar BLE \* / \* incluye un módulo amplificador con una fuente de alimentación de CC integrada, Que normalmente se suministra completo en la carcasa modelo BLE-HSG / 15, como se muestra en la Figura 2.9

## 2.6.4 Fuente de alimentación corregida por factor de potencia

La fuente de alimentación PFC se ofrece como una opción configurada en el BLE \*/ \*. El diseño PFC baja El consumo de corriente del amplificador y mejora la eficiencia de la fuente de alimentación para todo el sistema.

Información proporcionada en la subsección anterior. Fuente de alimentación estándar, es aplicable PFC. R14 es el ajuste a bordo de 24 V que se ajusta en fábrica y no debe requerir Corrección en el campo.

### BLE\*/\* PFC power supply

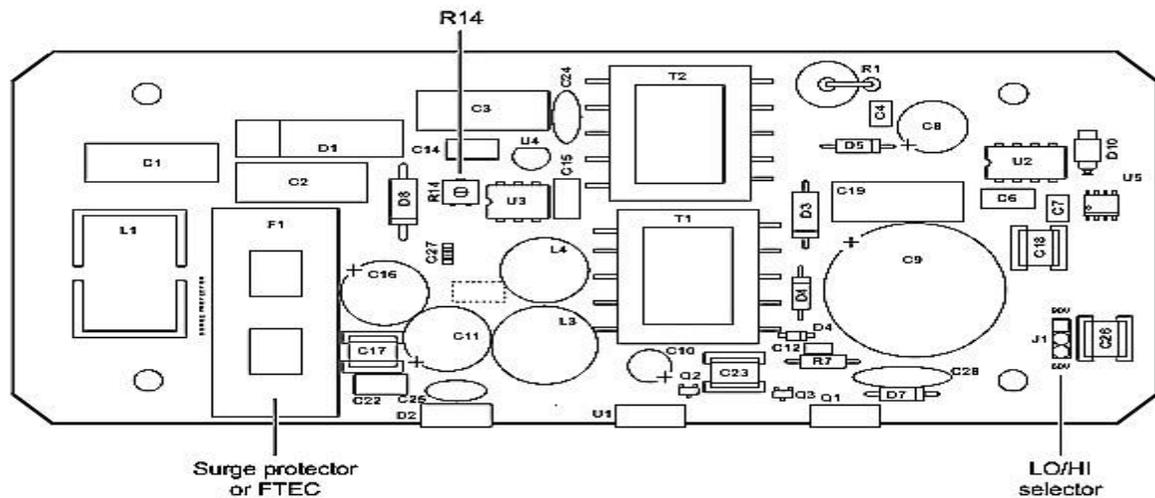


Fig.2.10: Ilustra los componentes de la tarjeta de circuito de alimentación PFC. Fuente: [www.casadelcable.com](http://www.casadelcable.com)

## 2.6.5 Amplificador delantero

La ganancia operacional de la versión de silicio de 750 MHz es de 29 dB con 15 dB de pérdida de retorno.

Los La versión de silicio de 870 MHz alcanza una ganancia operativa de 30 dB con una pérdida de retorno de 15 dB. Todos los E-GaAs Los amplificadores BLE \*/ \* alcanzan 28 dB de ganancia con 16 dB de pérdida de retorno.

La ganancia operativa incluye Provisiones para la pérdida de inserción del ecualizador del cable de entrada y la ganancia de reserva requerida para operar El ecualizador Bode en el medio de su rango.

La figura de bajo ruido, etapa del preamplificador, es un Híbrido convencional de 750 MHz (BLE75 \*) o 870 MHz (BLE87 \*) seguido de un híbrido de potencia doble Salida. Entre las dos etapas hay un zócalo JXP- \* T, el tablero Bode, y la planitud Y la tarjeta del ecualizador. Debido a que estas pérdidas se localizan entre etapas, la cifra de ruido es sólo Impactado por la pérdida de inserción del ecualizador de cable delantero o un simulador de cable de banda ancha.

### BLE\*/\* block diagram

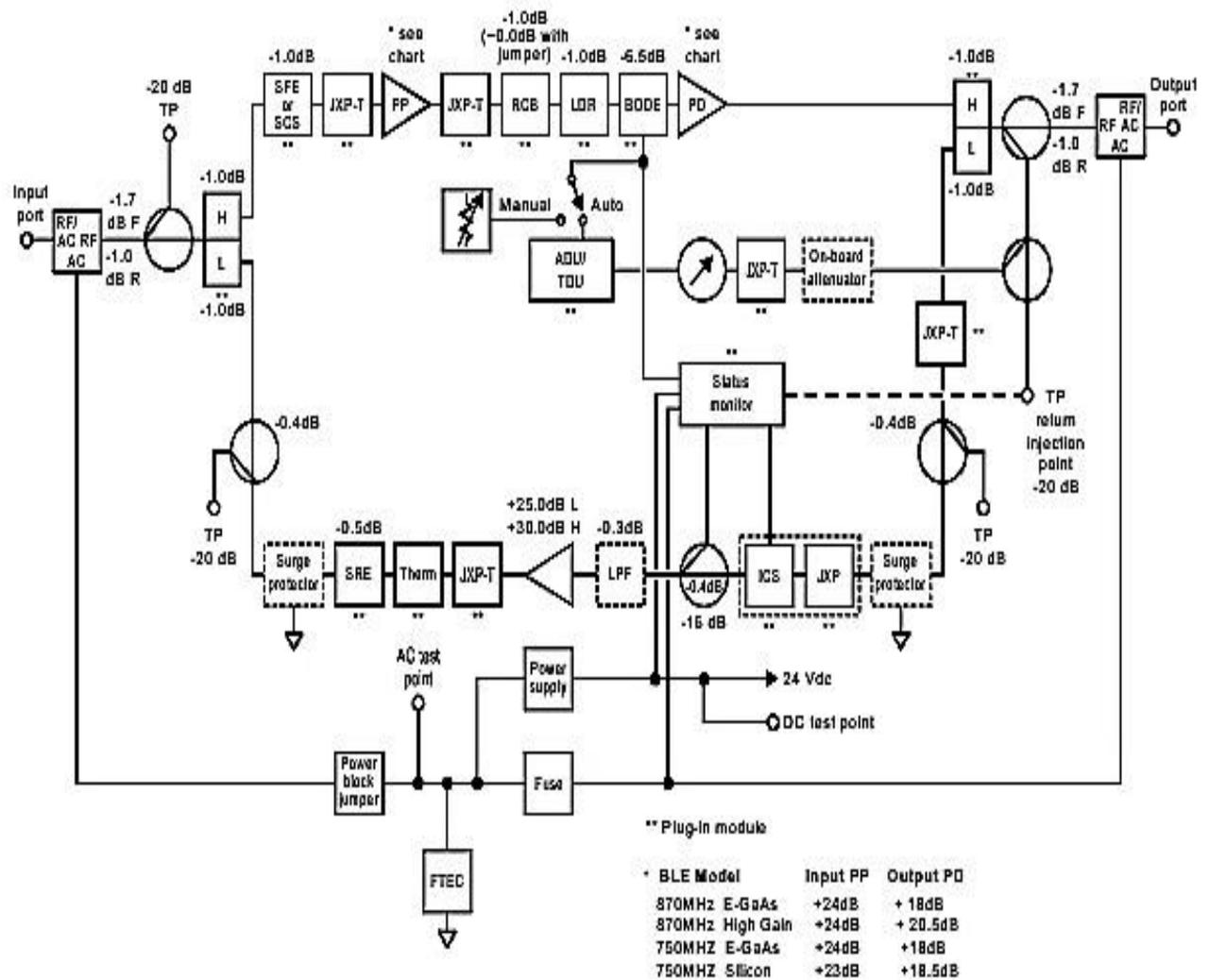


Fig.2.11: Diagrama de Bloques del Extensor de Línea BLE. Fuente: [www.casadelcable.com](http://www.casadelcable.com)

## 2.7 MULTIMEDIA TAPS “DERIVADORES” 1 GHz, 110 dB RFI



OUTDOOR PASSIVES

MULTI-MEDIA TAPS  
1 GHz, 110 dB RFI



Fig.2.12: TAPS derivadores en sus tres distintas presentaciones de 2 ,4 y 8 puertos derivadores.

Fuente: [www.edge-bbs.com](http://www.edge-bbs.com)

## 2.7.1 Descripción

El Tap Derivador multi-media estándar de CNA Permite a la Señal de RF y corriente alterna pasar a través y Derivar parte de la señal.

La señal de derivación es entonces Dividida en los puertos designados.

La Placa de circuito impresa cuenta con material epoxy y con componentes Premium Proporcionando un rendimiento de RF superior, Valores precisos de Derivamiento y un aumento en el rendimiento actual para las exigencias de los futuros requisitos de telefonía.

Los Taps Derivadores Estándar proporcionan 2, 4 y 8 vías Para una máxima flexibilidad de diseño.

## 2.7.2 Características

Rendimiento verdadero:

- Potencia que pasa 15 Amperios
- Ancho de banda de 1 GHz con pérdida mínima de inserción
- Protección de 110 dB RFI con valores de toma precisos
- La junta RFI garantiza la interferencia

Comodidad y facilidad de instalación:

- Puertos numerados para auditorías de suscriptor convenientes
- Etiquetas de valor del grifo con código de colores
- Cordones termorretráctiles para una fácil instalación
- El mecanismo de agarre central giratorio de 90 grados permite la instalación de antenas o pedestales
- Guía cónica del conductor central para simplificar la línea de alimentación

Protección y prevención:

- Herrajes de acero inoxidable para resistencia a la corrosión
- Carcasa de aluminio de aleación A360 con revestimiento protector en polvo resistente a la intemperie
- La junta de sellado atmosférico garantiza una protección contra el agua, probada a 15 PS!

- Diseño de vivienda de efecto paraguas para evitar la acumulación de agua en los puertos
- Los puertos "F" de cierre automático impermeables evitan la respiración a través de los puertos incluso si el suscriptor está desconectado
- Puertos con Aleación de estaño brillante y bronce ofrecen mayor resistencia y protección contra la corrosión en graves Condiciones ambientales



## 2.8. SECCIÓN DE TRANSMISIÓN URBANA.

Los equipos de la sección de transmisión urbana son realmente muy importantes pues son los que nos proporcionan las llamadas troncales, que en realidad son señales digitales de 2,048Mbps o un E1, para la comunicación entre centrales todos estos equipos de transmisión se enlazan mediante Fibra Óptica.

Los equipos de transmisión nos proporcionan una cantidad determinada de E1's los cuales se conectan en los grupos de conexión de las centrales telefónicas (LTG), es decir que los equipos de transmisión nos entregan un camino libre de 2,048 Mbps, para la comunicación de los abonados y como sabemos un E1 contiene 30 canales de voz de 64 Kbps y 2 canales para la señalización. Es decir que la central telefónica asigna el canal que un abonado va a utilizar para poder realizar la llamada, y puede agrupar en un E1 conectado a su LTG 30 llamadas al mismo destino a la vez. Estas 30 llamadas se multiplexan en un E1 y mediante el equipo de transmisión se encaminan al destino que le indique la central mediante el discado que realiza el abonado llamante.

En las diferentes centrales de la Cooperativa, se encuentran instalados los equipos de transmisión y cada uno de ellos se diferencia según la fabricación de la central pero su función es la misma, a continuación veremos las diferentes marcas de los equipos de transmisión:

- SDH Siemens
- Sistema DECTLink
- PDH Siemens

A continuación el desarrollo de cada una.

## RED DE TRANSMISION DE COTEL (PDH)

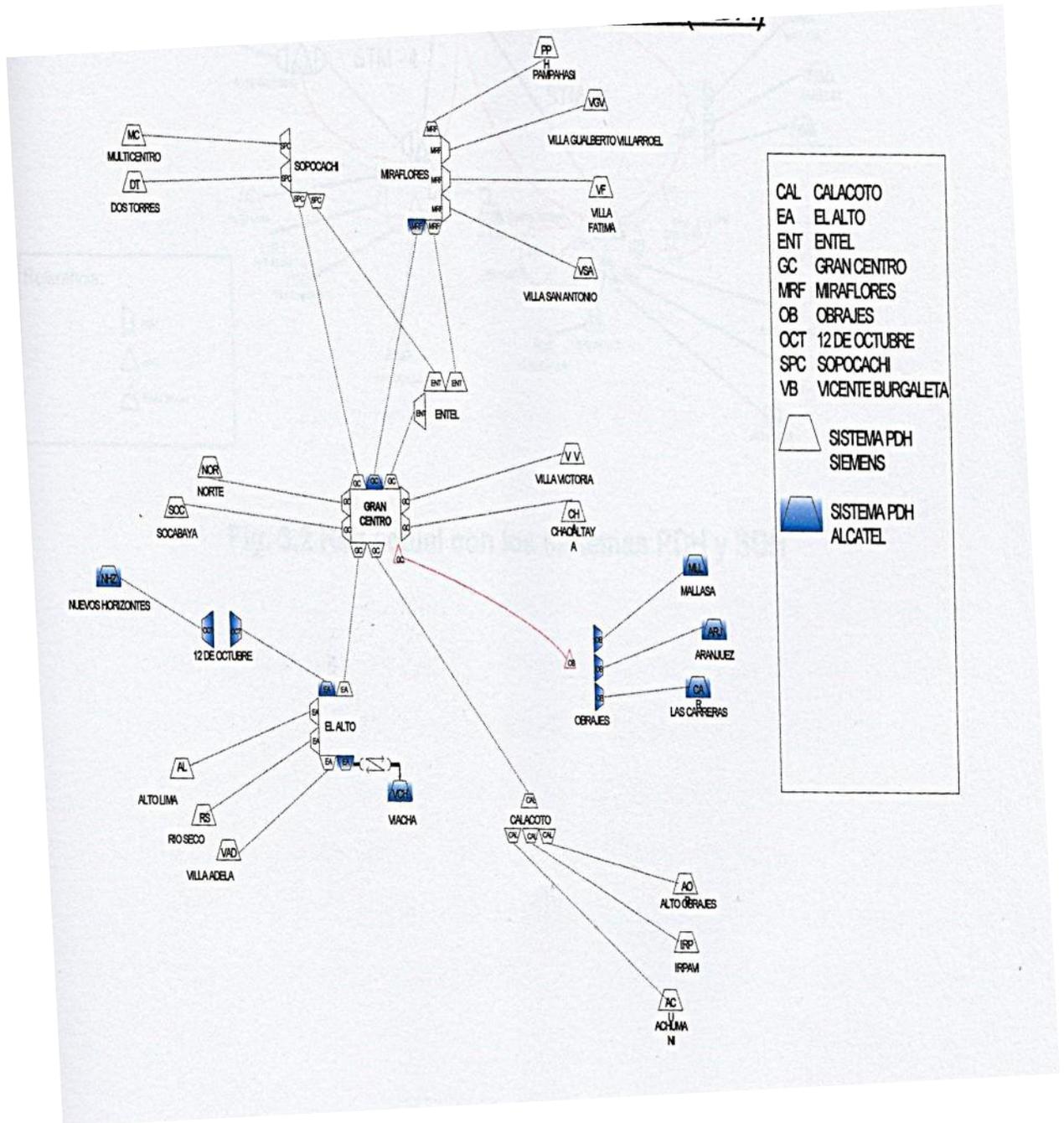
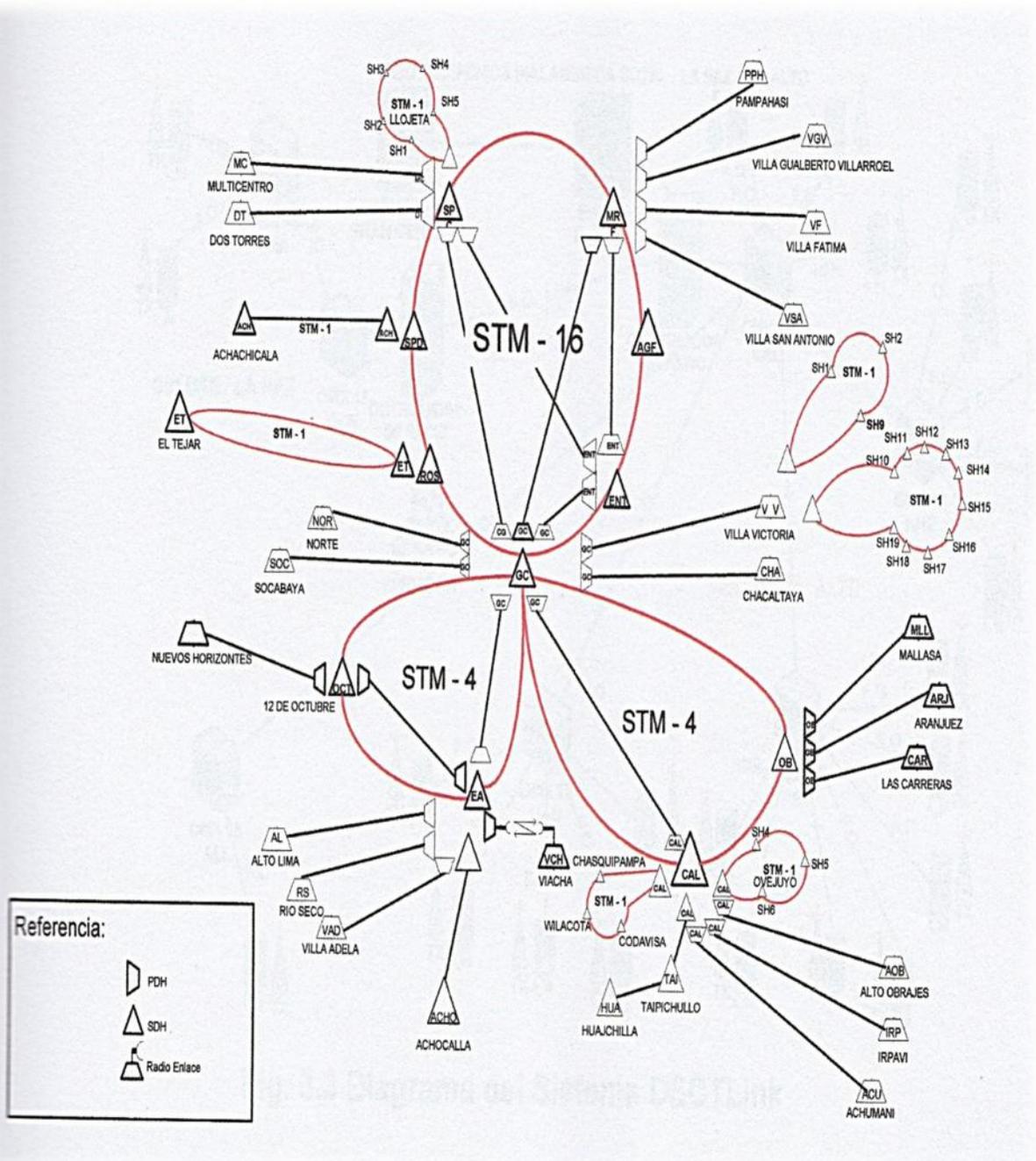


Fig. 2.13 Red anterior con el sistema PDH. Fuente: Cotel

## RED DE TRANSMISION DE COTEL



*Fig. 2.14 Red actual con el sistema PDH y SDH. Fuente: Cotel*

## RED DE SISTEMA INALAMBRICO

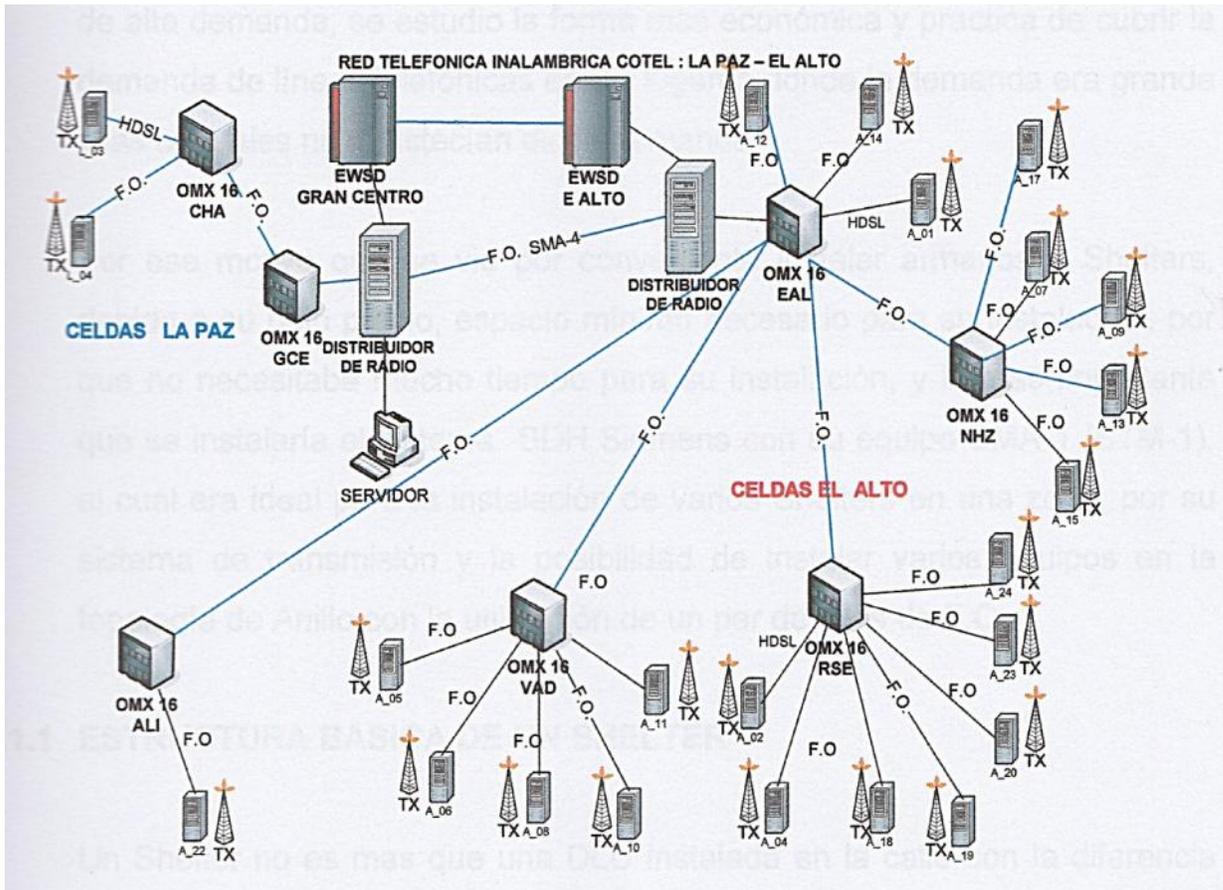


Fig. 2.15 Diagrama de sistema DECTLink Fuente: Cotel

## 2.9 SDH SIEMENS

Anteriormente la cooperativa contaba solamente con las centrales madres y las centrales remotas las cuales estaban comunicadas a través del sistema de transmisión PDH ya sea de Siemens o Alcatel de acuerdo a la central es decir que para las centrales EWSD de Siemens eran el PDH Siemens (DSMX), y para las centrales S12 de Alcatel, el sistema PDH Alcatel y además la topología de enlace de estas era en estrella, es decir que se tenía que tender un cable de fibra para enlazar la central madre con cada una de las centrales remotas (fig. 2.13).

Debido a la gran demanda y al rápido crecimiento de la ciudad en las diferentes zonas en especial en las laderas de nuestra ciudad, las centrales no satisfacían la demanda, y había que considerar el alto costo y gran infraestructura para poder instalar centrales nuevas en las diferentes zonas de alta demanda, se estudió la forma más económica y practica de cubrir la demanda de líneas telefónicas en los lugares donde la demanda era grande y las centrales no abastecían dicha demanda.

Por ese motivo que se vio por conveniente instalar armarios o Shelters, debido a su bajo precio, espacio mínimo necesario para su instalación, por que no necesitaba mucho tiempo para su instalación, y lo más importante que se instalaría el sistema SDH Siemens con su equipo SMA 1 (STM-1), el cual era ideal para la instalación de varios Shelters en una zona, por su sistema de transmisión y la posibilidad de instalar varios equipos en la topología de Anillo con la utilización de un par de hilos de F.O.

### 2.9.1 Estructura básica de un Shelter

Un Shelter no es más que una DLU instalada en la calle con la diferencia que este tiene los componentes de una central, es por eso que se la puede comparar como una mini central telefónica, a continuación veremos las partes que conforman un Shelter.

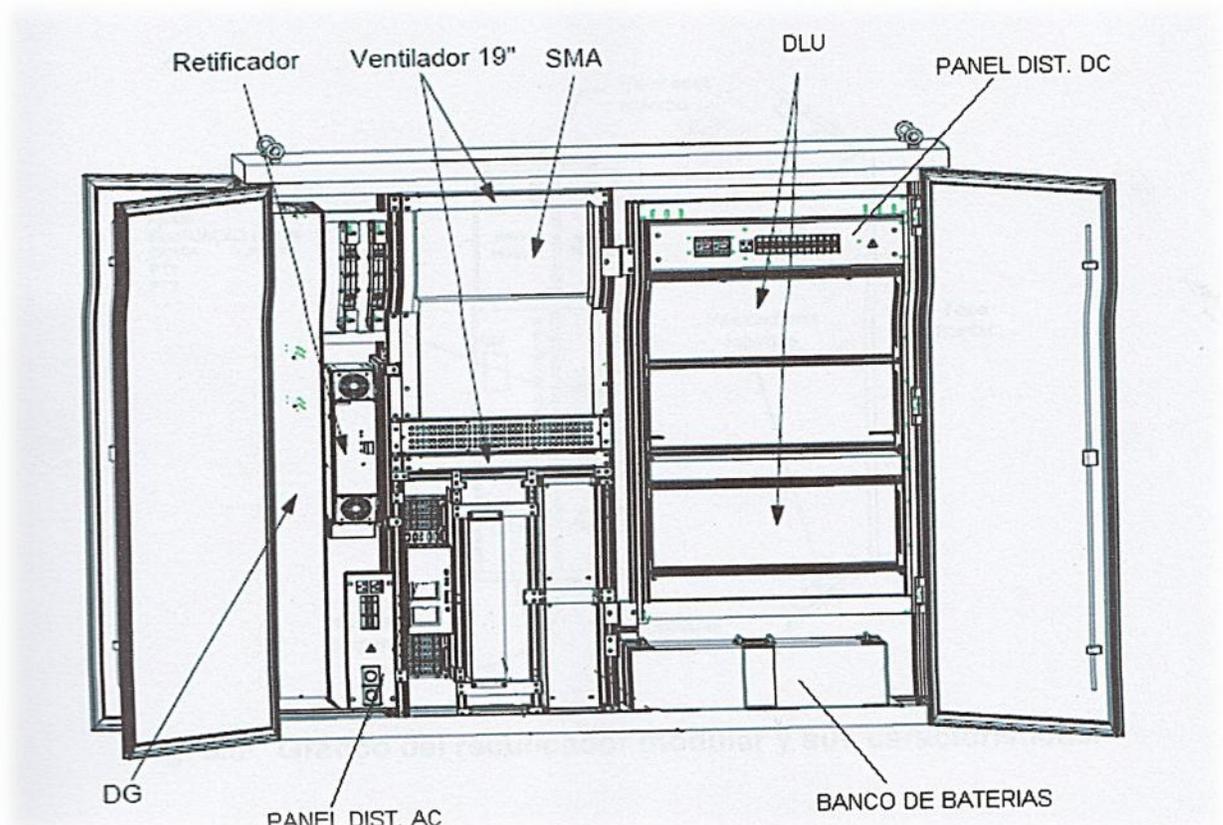


Fig. 2.16 Vista Frontal del Shelter. Fuente: Manuales Siemens

### 2.9.1.1 Rectificador

El rectificador es el componente encargado de suministrar la energía DC a todas las unidades funcionales que requieran de este voltaje, en los Shelters antiguos se encuentran instalados dos modelos de rectificadores los GR40 y los GR60 los cuales nos entregan hasta 40 Amperios de corriente, en cambio en los Shelters nuevos instalados recientemente se han instalado unos rectificadores modulares, es decir que este equipo consta de un sub-bastidor en el cual se encuentran instalados sub-rectificadores, 5 en total y cada uno de estos sub-rectificadores nos entregan una corriente de 6 A, es decir que todos los sub-rectificadores en conjunto nos entregan 30 A, además que cuenta con unos ventiladores externos para su refrigeración, a continuación presentaremos un rectificador modular

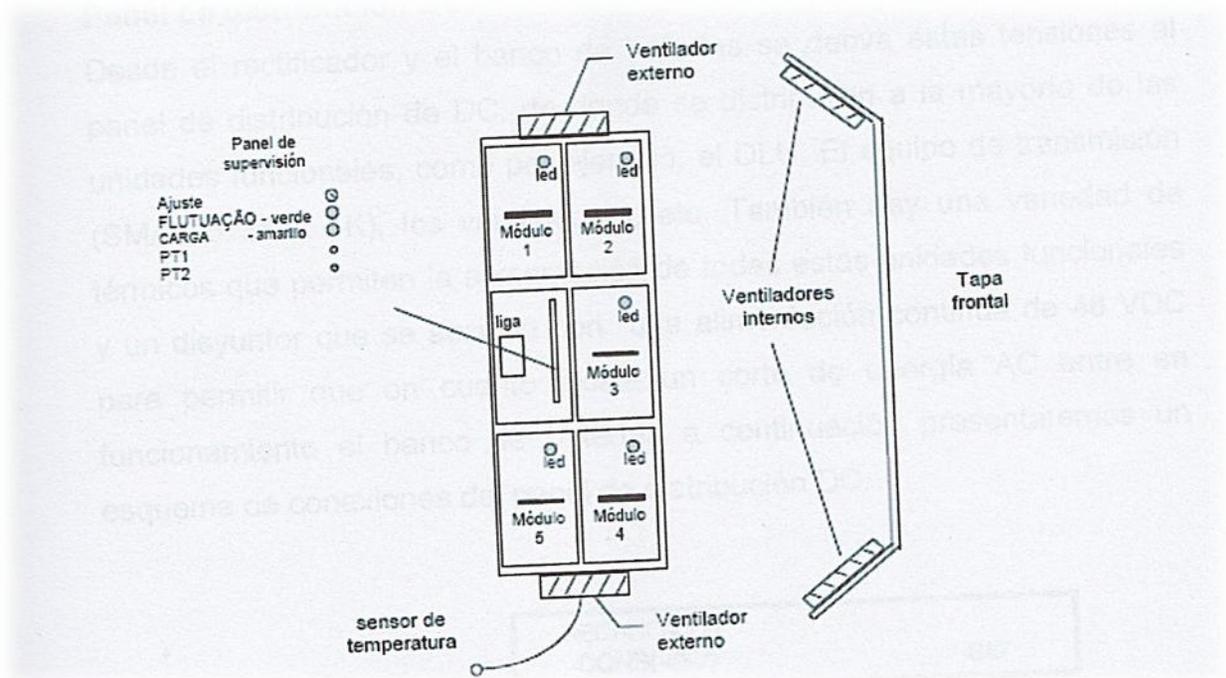


Fig. 2.17 Grafico del rectificador modular y sus características:

- Salida 48V/ 30A, modular (5 módulos de 6A cada uno);
- Funcionamiento Hot Standby con división de carga;
- Atendiendo a la norma I EC 555;
- Mecánica, alarmas y protecciones conforme LGR10;
- Alimentación 127/220 V entre fases y neutro;
- Tensión de fluctuación/carga de la batería con compensación de temperatura; Fuente: *Manuales Siemens*

#### 2.9.1.2 Panel de distribución AC

La acometida de energía AC llega a un panel inferior que se encuentra en el costado izquierdo del Shelter y de este panel inferior se deriva la energía al panel de distribución de AC, de donde se distribuye la alimentación para el rectificador, las tomas de AC, etc.

### 2.9.1.3 Panel de distribución DC

Desde el rectificador y el banco de baterías se deriva estas tensiones al panel de distribución de DC, de donde se distribuyen a la mayoría de las unidades funcionales, como por ejemplo: el DLU, El equipo de transmisión (SMA1 o SMA 1K), los ventiladores, etc. También hay una variedad de térmicos que permiten la alimentación de todas estas unidades funcionales y un disyuntor que se acciona con una alimentación continua de 48 VDC para permitir que en cuanto exista un corte de energía AC entre en funcionamiento el banco de baterías a continuación presentaremos un esquema de conexiones del panel de distribución DC.

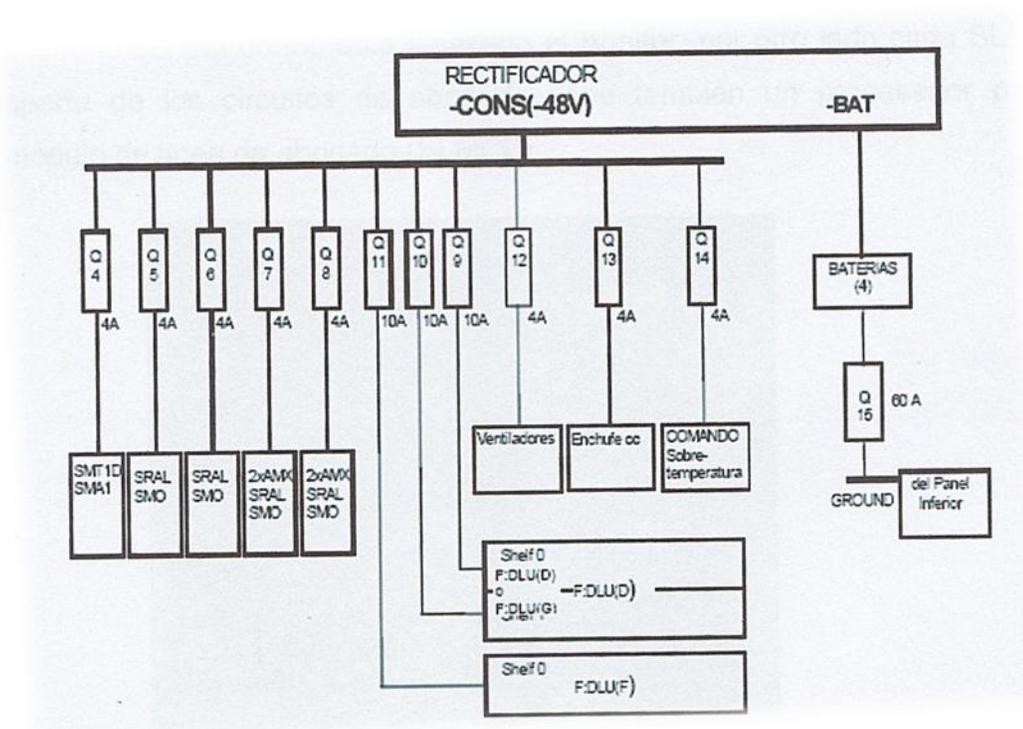


Fig. 2.18 Diagrama de distribución DC. Fuente: Manuales Siemens

### 2.9.1.4 Banco de Baterías

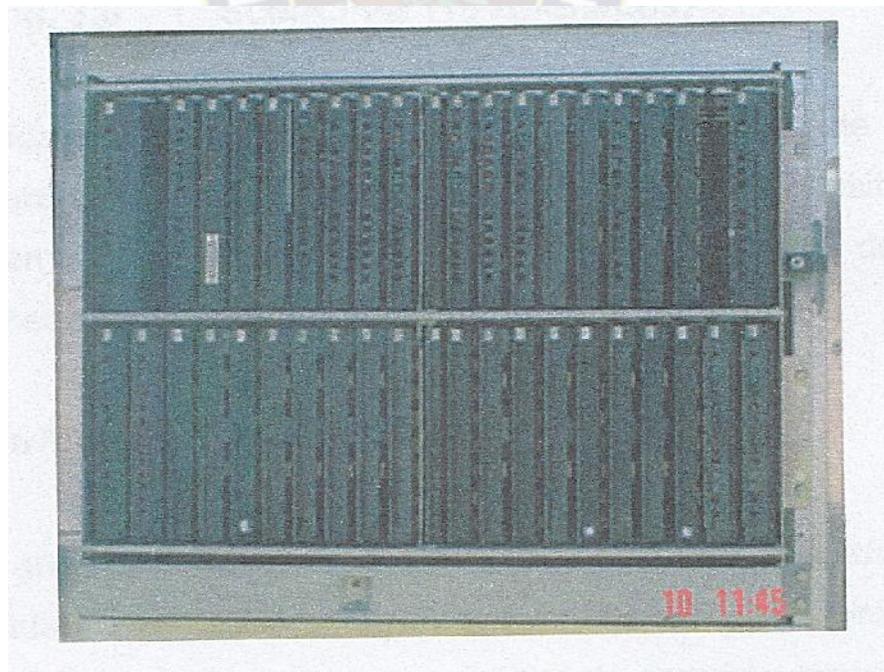
Como en todas las centrales y equipos de telecomunicaciones, se debe de tener un respaldo de energía, los Shelters tienen un banco de baterías que constan de 4 baterías secas libres de

mantenimiento, que alimentan al Shelter en cuanto ocurre un corte de energía o el rectificador deja de entregar los 48 VDC necesarios para el funcionamiento del mismo.

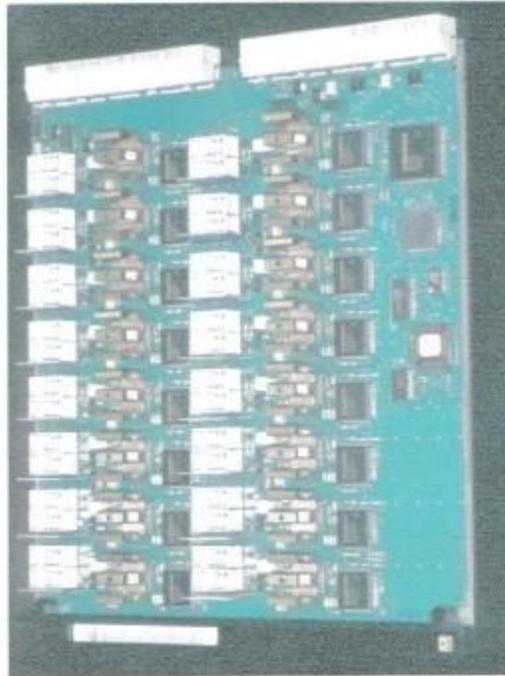
## 2.9.2 El D.L.U.

Es la unidad funcional donde terminan las líneas de abonado, estas pueden ser analógicas o digitales. Todas las DLU's están interconectados con todos los demás subsistemas de la central EWSD. Esto permite que se encuentren en la misma central o en estaciones remotas o como en este caso en los Shelters.

Las líneas de Abonado están conectadas a la DLU mediante módulos de circuito de abonado (SLMCA), cada módulo de 16 abonados (SLMAFPE), cada DLU consta de una unidad de prueba (TU), para realizar pruebas y mediciones en los SLMA, líneas de abonado y en aparatos telefónicos desde la central donde esta enlazado el Shelter, por otro lado cada SLMA aparte de los circuitos de abonado tiene también un procesador para módulo de línea de abonado (SLMCP).



*Fig. 2.19 Sub armario del DLU. Fuente: Manuales Siemens*



*Fig. 2.20 SLMA FPE (16 Abonados). Fuente: Manuales Siemens*

La cantidad de E1 necesarios para el funcionamiento de los Shelters varía de acuerdo a su capacidad de abonados: unos necesitan 4 E1 para su funcionamiento y tienen una capacidad de 720 circuitos de abonado y otro solo necesitan 2 con una capacidad de 480 abonados.

#### 2.9.2.1 DG Distribuidor General o MDF

Como anteriormente mencionamos que las líneas de abonado están conectadas a la DLU, estas líneas de abonado terminan en Distribuidor General, donde se conectan a una regleta que corresponde a los números del Shelter donde se tienen las acomodaciones en el DLU.

Debajo de la regleta de numeración del DLU esta otra regleta correspondiente a planta externa donde llega el cable multipar ya distribuido en los postes y en las carteras para la instalación.

Cuando se realiza la instalación de una línea desde un Shelter, el técnico encargado debe realizar la cruzada entre la regleta de numeración de acuerdo a la asignación de número y la regleta de planta externa donde corresponda al par de la cartera en la que se encuentra el domicilio del abonado.

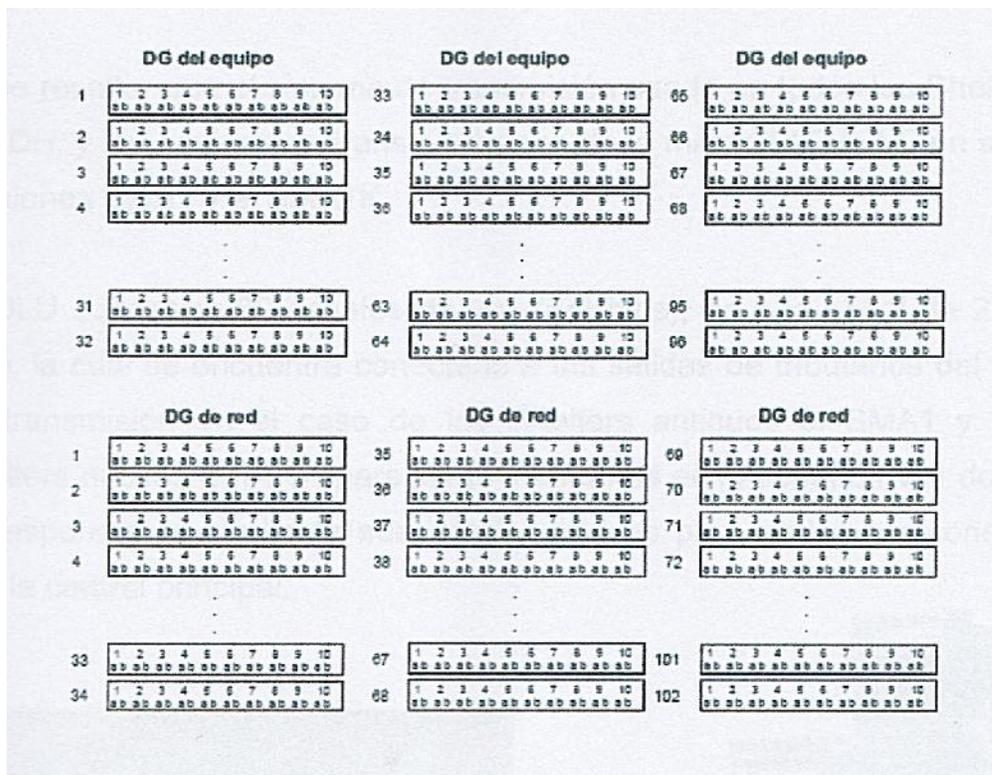


Fig. 2.21 Distribuidor General. Fuente: *Manuales Siemens*

Además en el DG se encuentra una fila en la regleta destinada para la emisión de alarmas, cada unidad funcional genera una alarma por medio de cables específicos para esta función, estos cables se los conectan en esta regleta para que luego personal de Conmutación se encargue de programar las alarmas y realice la cruzada correspondiente, en los Shelters se pueden identificar las siguientes Alarmas:

- Puerta Abierta del DG
- Puerta Abierta del equipo.
- Falla en ventiladores del DLU.
- Corte de energía
- Falla rectificador
- Falla en equipo de transmisión / Alarma temperatura > 60 °C
-

### 2.9.3 Equipo de transmisión SMA (SMA 1K).

Cabe resaltar que el sistema de transmisión usado en todos los Shelters es el SDH, y los equipos de transmisión son de la marca SIEMENS en sus dos versiones SMA1 y el SMA1K.

El DLU concentra 30 canales de voz (64Kbit/s), en una señal de 2 Mbit/s (E1), la cual se encuentra conectado a las salidas de tributarios del equipo de transmisión en el caso de los Shelters antiguos el SMA1 y en los Shelters nuevos SMA 1K para luego insertarlos en la señal STM-1 del anillo correspondiente mediante sus interfaz ópticas para poder interconectarse con la central principal.



*Fig. 2.22 SMA-1 Y SMA-1K. Fuente: Manual SMA-1 SMA-4 Siemens*

Este proceso se explicara en adelante ya que es la parte fundamental de este trabajo, pero antes de empezar explicar la forma en que trabaja el SMA-1K explicaremos como las señales de 2 Mbit/s se insertan en una señal STM-1.

## 2.9.4 Estructura de la señal Multiplexada PDH/SDH

Antes de ingresar al equipo mismo haremos un repaso sobre la formación de la trama de la señal STM-1.

El equipo se basa en la estructura de multiplexación SDH de acuerdo a la recomendación G. 707 (ETS 300 147), como se puede ver en la siguiente figura.

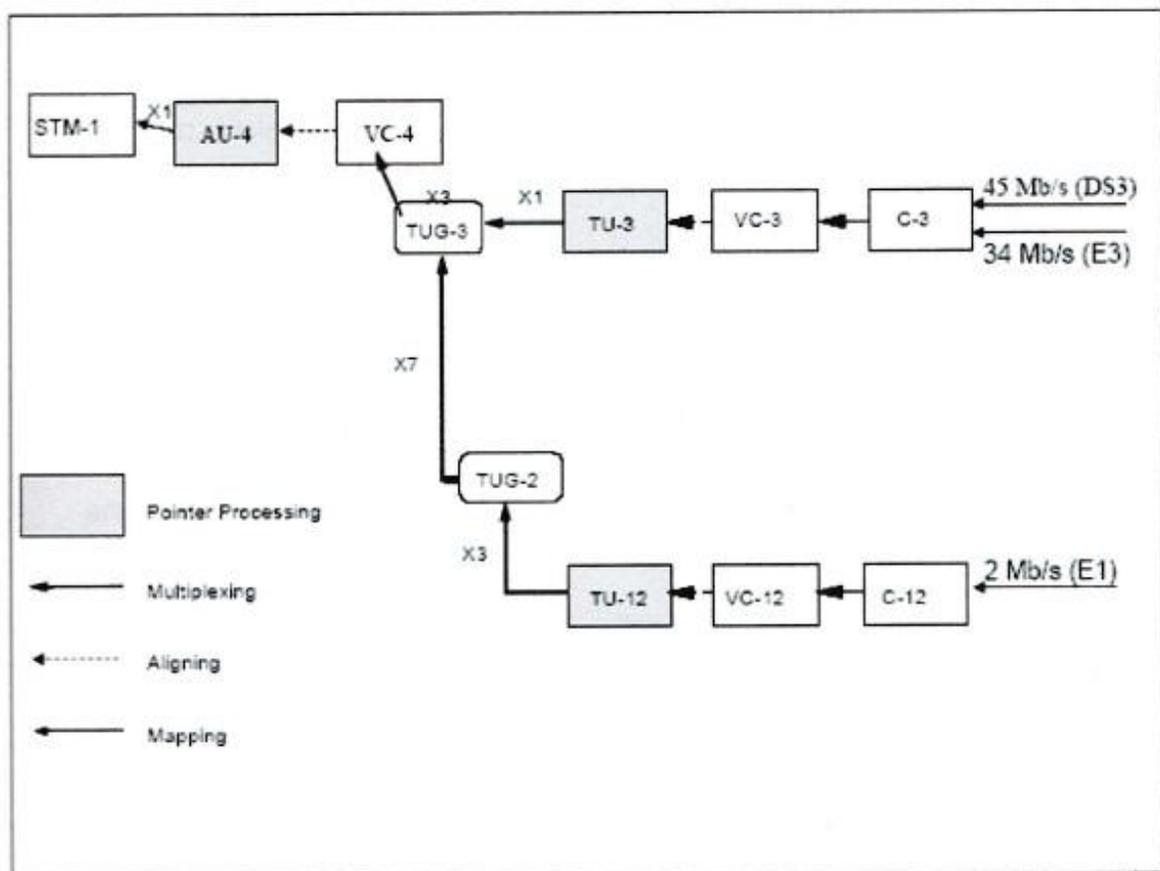


Fig. 2.23 Formación trama STM-1. Fuente: Manual SMA-1 SMA-4 Siemens

Por ejemplo una señal de tributario de 2 Mbit/s es mapeado dentro de un container C-12 y la Información de la cabecera (ROH) es añadida y forma un contenedor virtual VC-12. El POH le permite al operador controlar de extremo a extremo la calidad a través de la red.

El SMA 1K soporta contenedores virtuales para la evaluación de bit de las señales de 2 Mbit/s (VC-12) y 34 Mbit/s (VC-3). Esta versión de SMA 1K también soporta señales de tributario de 45 Mbit/s. Esos son mapeados dentro del contenedor virtual VC-3 al igual que la señal de 34 Mbit/s.

Un puntero es adicionado a cada uno de los contenedores virtuales para adaptar las señales con diferente clock que son usados dentro de la red. El contenedor virtual (VC) en combinación con el puntero adicionado es llamado Unidad de Tributario (TU). Varias unidades de tributario son multiplexados y forman los Grupos de Unidades de Tributarios (TUGs).

Siete TUG-2S o un solo TU-3 son combinados y forman un TUG-3, el cual es multiplexado e introducido en un contenedor virtual de orden superior (VC-4). El VC-4 tiene un puntero de alineación añadido para generar una Unidad Administrativa (AU-4). Los bytes de cabecera de sección (SOH), son añadidos para completar finalmente la señal STM-1.

## 2.9.5 SMA 1K

El multiplexor Síncrono SMA 1K es la tercera generación de productos SDH producido por Siemens

**S** = Síncrono

**M** = Multiplex

**A** = Add-Drop

**1** = STM-1 (155 Mbps)

**K** = Compacto

El SMA1K es un Multiplexor síncrono compacto que puede ser instalado tanto dentro de las centrales como en armarios a la intemperie como los Shelters. Este equipo nos

proporciona un enlace de 155 Mbps (STM-1), a través de una infraestructura de Fibra óptica.

El SMA 1K está constituido por dos modules; OIM Working y OIM protection. Cada módulo tienen dos LED's que son utilizados en las tareas de mantenimiento:

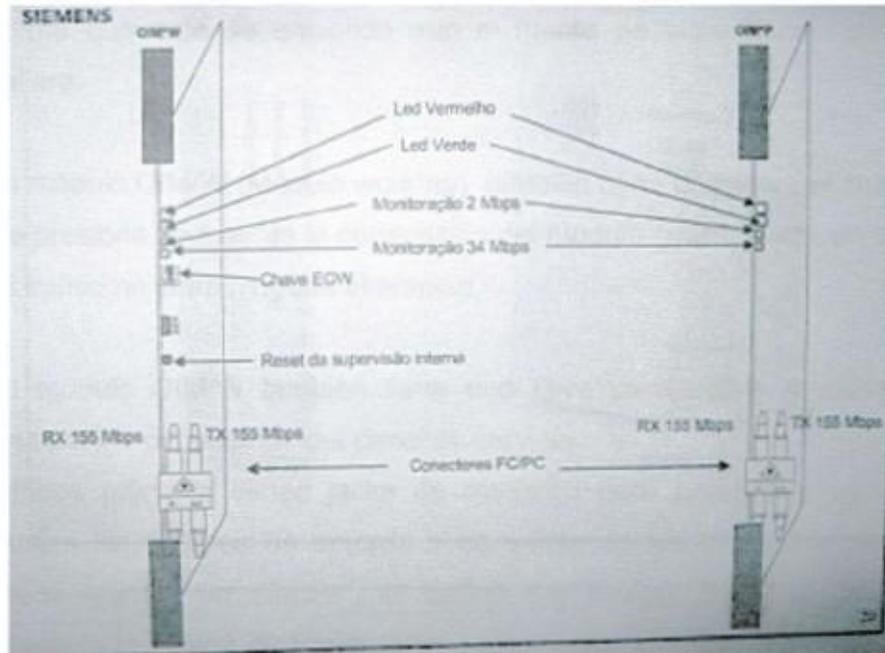


Fig. 2.24 Modules OIM/W y OIM/P. Fuente: Manual SMA-1 SMA-4 Siemens

Un LED INT (interno), de color rojo el cual se enciende cuando existe una falla interna de Hardware.

Un LED ID verde (identificación), también conocido como LED de servicio o de Estado que se enciende cuando el modulo fue desactivado con un Comando de software.

Ambos LED's, INT e ID, se encienden juntos en las siguientes situaciones;

- Durante la fase de inicialización del software del módulo (después de que se le aplica la alimentación o cuando se realiza un Reset al equipo), para indicar el estado de operación momentánea.
- Durante el proceso de descarga (Download), de software, para indicar el estado de operación momentánea.

El LED INT rojo es alimentado por una alimentación externa (ULED), de forma que este se enciende aun si fuente de alimentación del módulo fallara.

El módulo OIM/W (Modulo working), también tiene un botón, el cual cuando se presiona se resetea la supervisión del módulo (warm-start), en este caso el tráfico no sufre ninguna alteración.

El módulo OIMA/V también tiene una llave para activar o desactivar la campanilla del teléfono del canal de servicio.

Ambos módulos tienen jacks de medición para pruebas a partir de los cuales las señales de entrada y de salida de los tributarios pueden ser monitoreadas sin afectar el tráfico del equipo. El canal de datos a monitorear ya sea de transmisión o recepción pueden ser seleccionados a través del terminal LCT.

Encima a la derecha de los modules en el sub bastidor tenemos un panel de alarmas SRAP basado en el esquema de señalización Bw7R. El SRAP contiene:



Fig. 2.25 Panel de Alarmas SRAP. Fuente: Manual SMA-1 SMA-4 Siemens

- LED A, rojo para señalar las alarmas urgentes.
- LED B, amarillo para señalización de alarmas no urgentes. o botón de retención RT, para confirmar las alarmas
- LED EL amarillo, para memorizar las alarmas que hayan ocurrido. o LED verde, para indicar que el teléfono del canal de órdenes está tocando.

El panel de alarmas SRAP debe de estar alimentado por una tensión externa (S+/S-) de -10V a -75V.

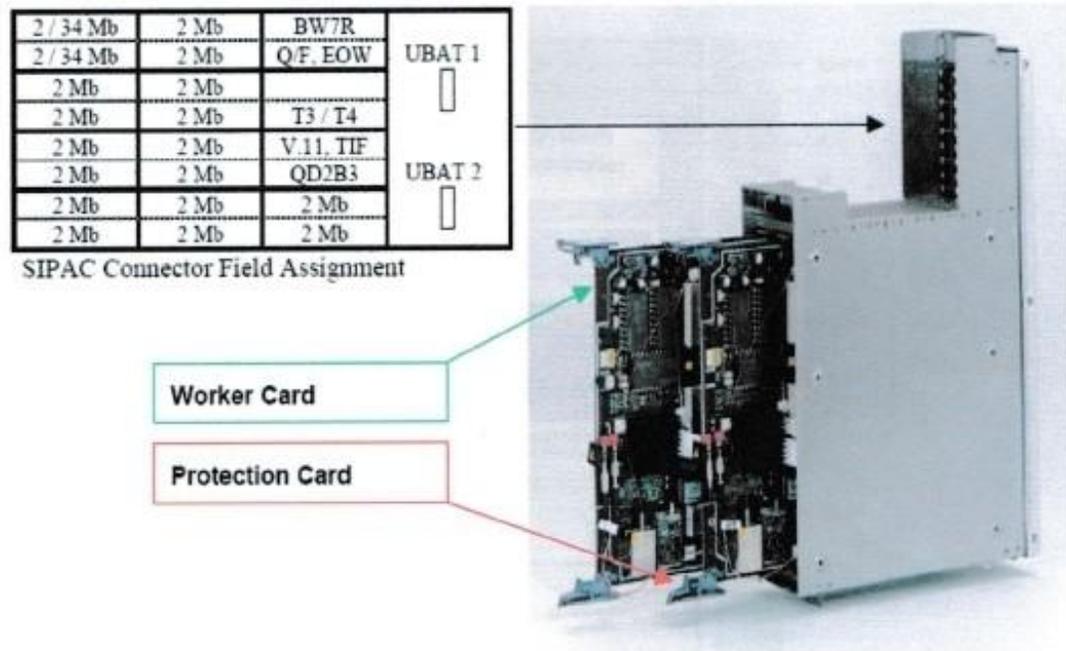


Fig. 2.26 Panel de conectores SIPAC del SMA 1K. Fuente: Manual SMA-1 SMA-4

Siemens

Son utilizados dos módulos con interfaz óptica (OIM W- Working y OIM P- Protection), en el SIVIA 1K.

En la parte central de los módulos OIMW y OIMP, está el más moderno ITRACHIP ASIC, que es el encargado de realizar todas las funciones de: Conmutación y sincronización, Este también posibilita que se realicen las Cross conexiones (conexiones cruzadas), entre la línea y el lado de tributario y además se agregan las aplicaciones add-drop entre los dos lados de línea disponible.

Los dos módulos tienen acceso a los tributarios internos para señales de 21x2 Mbit/s. Para poder obtener otras jerarquías de PCM y otras aplicaciones se debe de insertar otras placas pequeñas adicionales que son llamadas Baby Board, con las cuales se pueden aumentar el acceso de los Tributarios; 42x2Mbit/s o 1x34Mbit/s. En esta versión de SMA 1K puede ser implementado 21x2Mbit/s más 2xEthernet.

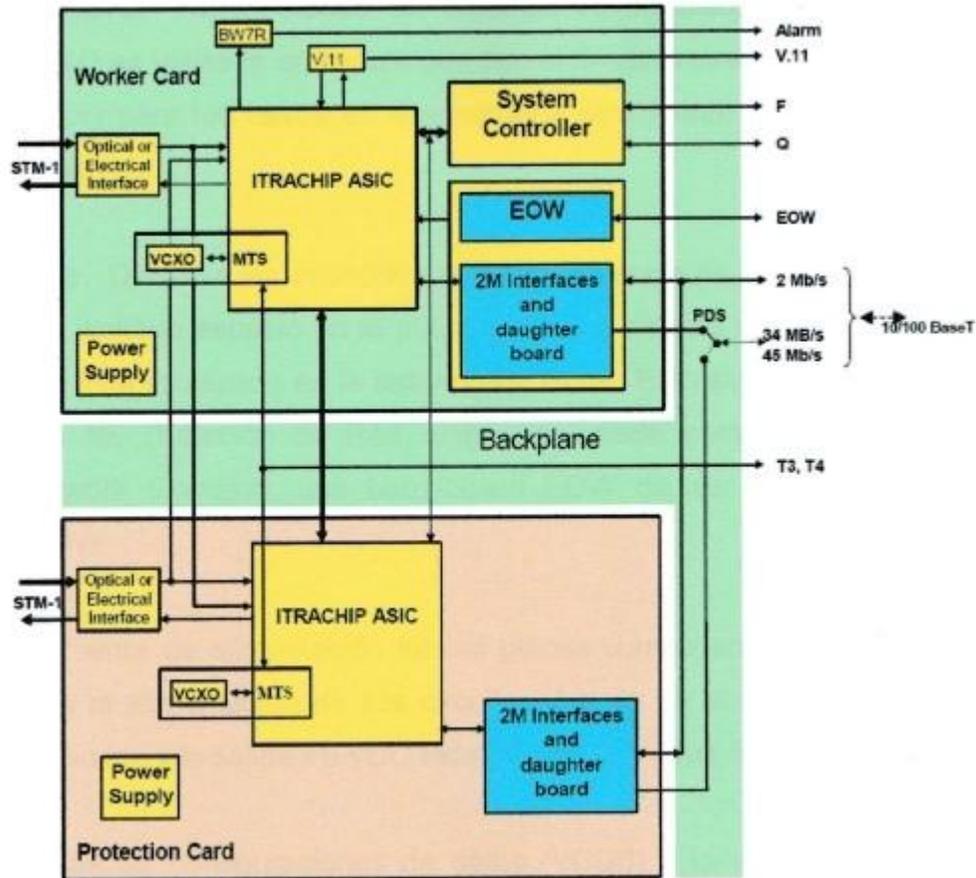


Fig. 2.27 Diagrama de Bloques OIMW OIMP. Fuente: Manual SMA-1 SMA-4 Siemens

La diferencia básica de hardware entre la placa OIMW y la placa OIMP es que el módulo OIMW es responsable de proveer la Interfaz Bw7R, el acceso al canal de datos de 64 Kbps con interfaz V.11, la función del canal de servicio de voz EOW, puede ser realizada introduciendo una placa baby board.

La función MTS (Sincronismo) es implementada como parte de cada ITRACHIP ASIC, siendo las mismas sincronizadas. Para adicionar un VCXO es utilizada en cada placa con el fin de proveer de una señal de reloj (clock) para los casos en que ninguna otra fuente de sincronización esté disponible.

## 2.9.6 Características de Protección

El SMA 1K tiene dos formas de protección una para la configuración punto a punto y la otra para la topología en anillo.

### 2.9.6.1 Protección de Línea MSP (TMX)

Debido a su diseño ultra compacto (con apenas dos placas en el sistema), este método solo puede ser utilizado en aplicaciones como terminal multiplex.

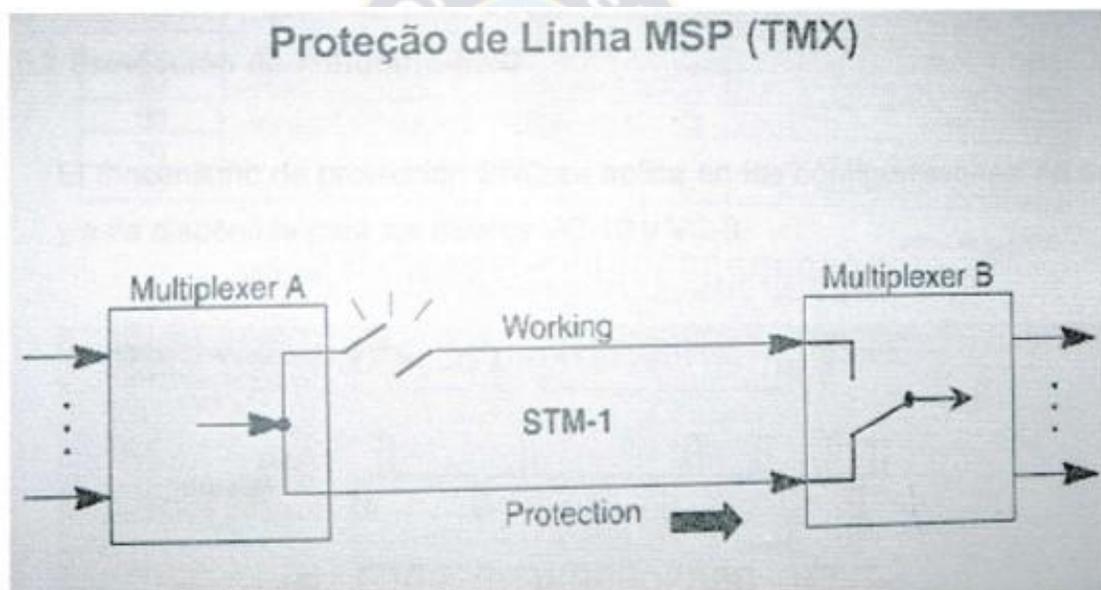


Fig. 2.28 Protección de línea MSP (TMX). Fuente: Manual SMA-1 SMA-4 Siemens

La protección MSP combina tanto la protección de línea (F.O.) como la protección de placa.

Cuando el método MSP es usado, ambas interfaz, Working (equivalente a la interfaz Oeste) y Protection (equivalente a la interfaz Este), ambos reciben la misma señal de entrada STM-1, pero cada interfaz es responsable de su respectiva serial de línea de salida STM-1

En la operación normal la interfaz de operación monitorea ambas secciones del multiplexador de entrada y alimenta el trafico STM-1 en operación para las interfaz de tributarios. Al ser detectado cualquier disturbio en cualquiera de las dos señales de entrada

STM-1, entonces la serial alternativa STM- es seleccionada y puesta en funcionamiento. En el caso de una falla de interfaz de operación, la Interfaz de protección es activada y alimenta el tráfico de entrada STM-1 para el lado de tributarlo.

El MSP tiene un tiempo de conmutación  $< 50\text{ms}$  y puede ser configurado para que sea automático, manual reversible o no reversible.

#### 2.9.6.2 Protección de Tributario-SNC

El mecanismo de protección SNC se aplica en las configuraciones de anillo y está disponible para los niveles VC-12 y VC-3.

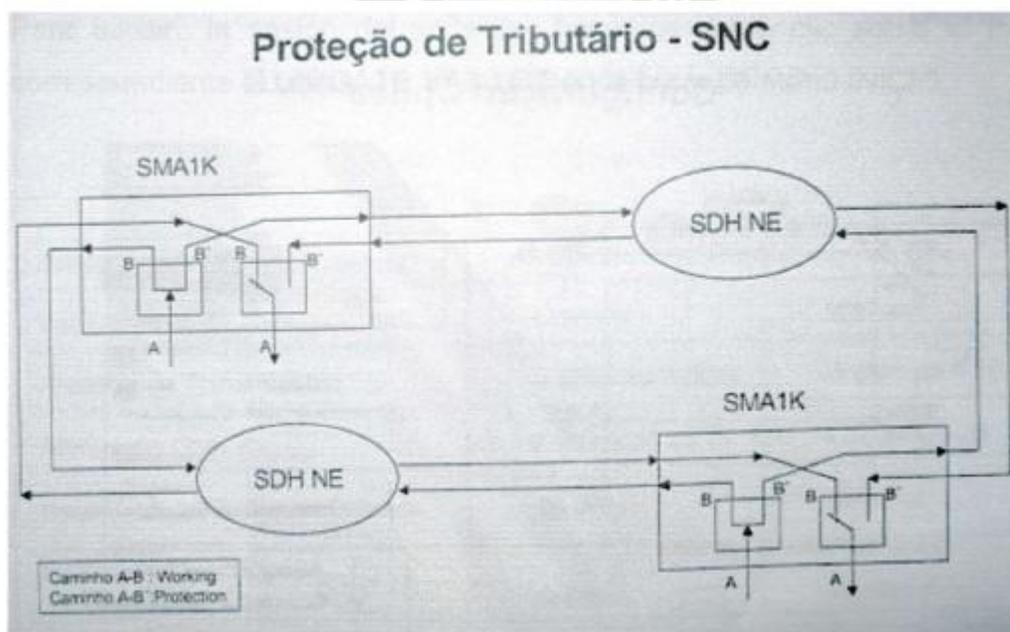


Fig. 2.29 Protección de tributario SNC. Fuente: Manual LCT SMA-1 SMA-4 Siemens

Los extremos de transmisión, el tráfico de la unidad de tributario TU de un único puerto de tributario es habilitado en ambas interfaz de línea, Oeste y Este, a fin de garantizar la transmisión en ambas direcciones es decir en anillo. EL extremo de recepción, hace una selección de uno o dos señales disponibles que entran a partir de dos líneas distintas.

Cualquier línea o puerto de tributario puede ser seleccionado como fuente de destino. La protección SNC tiene un tiempo de conmutación  $< 20\text{ms}$ .

## 2.10 SISTEMA DECT LINK

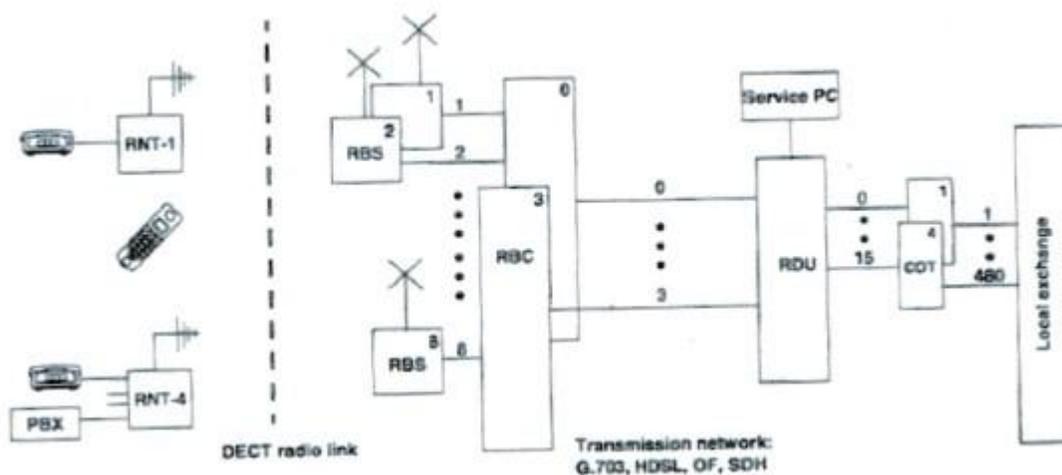


Fig. 2.30 Diagrama en Bloques Sistema DECTLink. Fuente: Manual DectLink

La red de acceso Dect Link es un sistema de transmisión flexible de enlace local de radio (RLL).

El despliegue de los sistemas RLL en enlaces locales ofrece al operador de red un número de ventajas comparadas con redes totalmente fijas.

- Costo efectivo de instalación y puesta en servicio más rápido.
- Provisión rápida de servicios de telecomunicaciones.
- Mejor uso de cables principales
- Expansión fácil de la red en base al crecimiento de abonados

El DECTlink permite la conexión de 480 abonados por medio de un radio enlace a una red telefónica pública (red fija), estos abonados pueden ser tanto analógicos fijos y aparatos manuales DECT (Hand Hhelds), los componentes del sistema de acceso de red DECTlink son:

- Un radio Terminal de red (RNT)
- Una radio estación base (RBS)
- Un controlador de RBS (RBC)

- Una unidad de distribución de radio (RDU), el cual es localizado en la central telefónica.

### 2.10.1 Breve descripción de los componentes del Sistema.

RNT.-Es opcionalmente disponible con uno (RNT-1), o cuatro (RNT-4) líneas análogas de abonado. Esta opera por medio del radio enlace DECT previniendo una conexión entre un terminal análogo de abonado fijo y los componentes del sistema DECTlink: RBS, RBC Y RDU. El RNT-4 es capaz de sincronizar a cuatro RBS simultaneamente.

**Radio enlace DCT.-** El método de transmisión digital empleado en esta radio enlace está basado sobre la DECT Standard (Telecomunicaciones Inalámbricas Acentuadas Digitales), por ETSI y adicionalmente conforme a requerimientos GAP para la conexión de aparatos manuales (móviles), la diferencia del método de transmisión digital DECT comparado con métodos de transmisión análogos es que esta provee mejor calidad de voz y privacidad acentuada. Son al menos 110 canales disponibles para la transmisión de serial.

**RBS.-** Esta unidad se comunica con el RNT o el aparato móvil por medio del radio enlace DECT. El RBS está enlazado a través de tres circuitos a 2 hilos a un RBC el cual es remotamente alimentado.

**RBC.-**En la dirección desde el abonado a la central local, el RBC multiplexa las señales que provienen del RBS y las envía multiplexadas a través de una red de transmisión hacia la unidad de distribución de radio (RDU). En la dirección al abonado las señales son procesadas de la misma manera en forma inversa, múltiples RBC's están sincronizadas por medio del Global Positioning System (GPS).

**Red de Transmisión.-** La red de transmisión entre el RBC y el RDU puede ser de Fibra Óptica con las unidades terminales de línea necesarias, líneas de cobre o un sistema de transporte con la interfaz G.703 estandarizado, como un sistema de radio, equipamientos basados en SDH sobre jerarquía digital síncrona.

**RDU.-** La conexión desde el DECTlink con la central telefónica local es establecida mediante el RDU con 16 interfaz V5.1 (2 Mbps). Por intermedio de una Terminal de Oficina Central (COT) entre el RDU y la central es también posible conectar el DECTlink a un sistema de conmutación convencional (de hilos a/b).

Los RDU's son administrados por el Departamento de Planta Interna, por lo que no se detallara este equipo en este informe.

### 2.10.2 Funciones del proceso de llamada del sistema DECTlink.

Las funciones del proceso de llamada incluyen todas las secuencias de ejecución interna, los cuales son requeridos para poner en condiciones de servicio o principio de comunicación para llamadas entre dos abonados.

La secuencia básicamente es la misma para el RNT y el DECT móvil, el ejemplo utiliza el RNT para representar ambos dispositivos.

Para establecer una conexión y estar en condiciones de servicio total, el RNT deberá ser reconocido por el sistema. Para este fin, después que este es puesto en servicio, el RNT monitorea el interfaz de radio constantemente por las señales provenientes del RBS. El RNT está en estado "desocupado", si este ahora recibe una serial ARI desde una RBS el cual corresponde a una serial PARK almacenado en el RNT este cambia al estado "enganchado".

El RNT puede ser registrado por el RDU a través del interfaz aéreo. Subsecuentemente las conexiones podrán estar en condiciones de servicio para generar y recibir llamadas, el registro del RNT es un procedimiento de operación separado.

### 2.10.3 Llamadas Entrantes.

Las llamadas entrantes son aquellas iniciadas por un abonado A mediante la central local y tiene un abonado B Dectlink. La llamada es dirigida al LEIM que administra el abonado deseado en el RDU. El LEIM traslada la información proporcionada por la central local (LE) en el TPUI (Identificador Usuario Portátil Temporal), y envía esta serial en un mensaje de búsqueda "paging" a todos los RBS conectados.

Si el RNT o el TPUI deseado es detectado y si este acepta la llamada entrante, una conexión al RBS es establecido mediante el radio enlace DECT y el mensaje de búsqueda del RDU es contestado. La conexión es puesta en servicio desde el LEIM hasta el RNT durante la conexión del principio de comunicación, la autenticidad del RNT es supervisada.

Las conexiones de puestas en servicio pueden fallar por las siguientes razones;

- Canal no disponible al RBS, la llamada no es contestada.
- La capacidad del salto de radio no es accesible, la llamada no es contestada.
- Autenticidad no es satisfactoria, puesta de servicio abortada.
- Abonado desconectado.
- Las llamadas se colisionan con las salientes, la última llamada tiene prioridad.

La conexión se habilita si el RNT recibe la serial "ON HOOK" (desocupado), o si el RDU recibe el mensaje apropiado de la central local (LE).

### 2.10.4 Llamadas Salientes.

Las llamadas salientes son las que comienzan desde un abonado A DECTlink al descolgar el micro teléfono de la terminal de abonado está en estado (OFF HOOK), si el canal de

transmisión de RF está libre y tiene buena calidad de transmisión, el RNT envía una señal para la llamada saliente al RBS, si el RBS acepta la solicitud, un canal de señalización y uno de voz se habilita para la transmisión de la información del usuario con lo que se establece la conexión entre el RNT y el RBS, La asignación del time slot (PCM) es controlado por el RDU.

Durante la puesta en servicio de la conexión, la autenticidad del RNT es supervisada, si no es correcta, un mensaje de alarma correspondiente es enviada al PC servicio.

### 2.10.5 Disponibilidad de Red.

La disponibilidad de red del DECTlink este determinada a una gran extensión por la configuración de las vías de comunicación y como las funciones están distribuidas entre los componentes individuales del sistema y sus modules, en tanto que una vía con avería de un módulo causa una falla en un número máximo de 60 líneas de acceso de abonado o reduce el número de disponibilidad de canales de voz con un máximo de 60.

La disponibilidad de red del DECTlink puede ser mejorado si el sistema provee un numero de vías de comunicación independiente entre el RNT1 o aparatos móviles y el RDU.

Para tales facilidades a ser provistas, los siguientes puntos deberán ser notados durante la planificación de la red:

- Las celdas de radio del RBS deberán solaparse de tal manera que una vía de cada RNT/HH sea cubierta por lo menos por dos celdas de radio.
- La funcionalidad para señales de transmisión está concentrada en el interior de un RBC en lo que es conocido como el "RBC core", este contienen el módulo de la unidad central (CUA) y hasta un máximo de 3 módulos I8UPN. La disponibilidad de red es incrementada por la interconexión de RBS próximos con diferentes "RBC cores".
- En adición, la sincronización es posible mediante el módulo GSIM, para asegura el reloj de sincronía y el control de fase de los RBS's por medio de

los "RBC cores" cada CUA está conectado como esclavo y el GSIM como maestro.

Considerando estos puntos, lo que se intenta es que si una vía falla, la capacidad de la red es reducida pero cada abonado permanece aún accesible a la comunicación en el sistema.

## 2.11 PDH SIEMENS

La jerarquía digital plesiócrona<sup>1</sup>abreviada como PDH, del inglés *Plesiochronous Digital Hierarchy* es una tecnología usada en telecomunicación tradicionalmente para telefonía que permite enviar varios canales telefónicos sobre un mismo medio (ya sea cable coaxial, radio o microondas) usando técnicas de multiplicación por división de tiempo y equipos digitales de transmisión. También puede enviarse sobre fibra óptica, aunque no está diseñado para ello y a veces se suele usar en este caso SDH —*Synchronous Digital Hierarchy* .

La jerarquía usada en Latinoamérica es la misma de Europa que agrupa 30+2 canales de 64Kb/s para obtener 2048 kbit/s (E1). Luego multiplicando por 4 sucesivamente se obtiene jerarquías de nivel superior con las velocidades de 8 Mbit/s (E2), 34 Mbit/s (E3) y 139 Mbit/s (E4).

El término *plesiócrono* se deriva del griego *plesio*, cercano y *chronos*, tiempo, y se refiere al hecho de que las redes PDH funcionan en un estado donde las diferentes partes de la red están *casi*, pero *no completamente* sincronizadas. La tecnología PDH, por ello, permite la transmisión de flujos de datos que, nominalmente, están funcionando a la misma velocidad (*bit rate*), pero permitiendo una cierta variación alrededor de la velocidad nominal gracias a la forma en la que se construyen las tramas.

### 2.11.1 Principios de entramado y multiplicación PDH

En el sistema europeo, se tiene hasta cinco jerarquías, como describe a continuación.

<b>Jerarquía</b>	<b>Velocidad</b>	<b>Canales</b>	<b>Trama</b>
E1	2048 Kbit/s	30	256 bits = 125 us
E2	8448 Kbit/s	120	848 bits = 100.38 us
E3	34368 Kbit/s	480	1536 bits = 44,7 us
E4	139264 Kbit/s	1920	2904 bits = 20.85 us
E5	564992 Kbit/s	7680	2688 bits = 4.7 us

Un equipo multiplicador digital recibe un número N de señales numéricas, llamadas tributarios, que se presentan a su entrada en paralelo y produciendo una señal digital de mayor velocidad de información como mínimo N veces superior a la de los tributarios.

- $f_m \geq N \times f_t$ 
  - $f_m$  = frecuencia múltiplo.
  - $f_t$  = frecuencia de tributario.

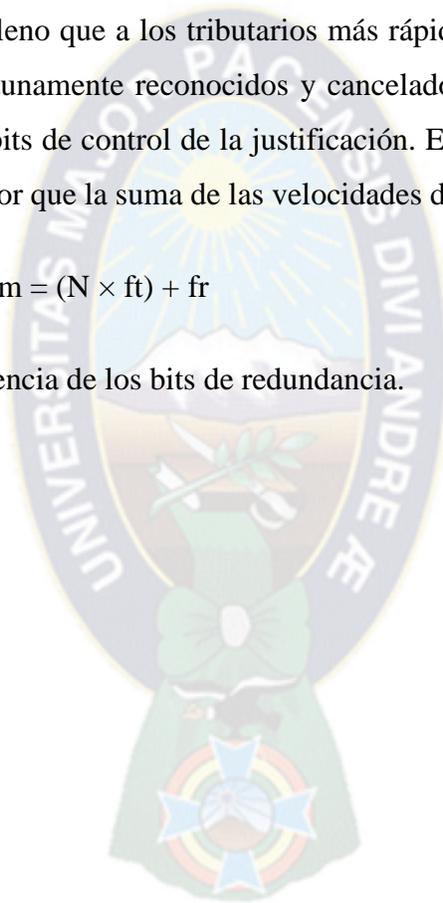
Los tributarios de entrada deberán estar en fase y en igualdad de frecuencia entre sí, pero en realidad no es así sino que tienen distinta fase entre sí y variación de las frecuencias.

- $f_t <= f_t \pm f_t$

- $f_m = f_m \pm f_m$

A cada señal tributaria se le añaden unos bits que se llaman de relleno o de justificación, y unos bits que se llaman de control de justificación, para que el extremo receptor pueda distinguir los bits que son de información y los que son de relleno. Este proceso es conocido como justificación, y tiene por objeto absorber las ligeras diferencias de frecuencia que pueden presentar los distintos tributarios, ya que pueden haberse constituido con fuentes de reloj diferentes. De esta forma, a los tributarios más lentos es necesario añadirles más bits de relleno que a los tributarios más rápidos. En el extremo receptor, los bits de relleno son oportunamente reconocidos y cancelados gracias a la información que transportan consigo los bits de control de la justificación. En consecuencia, la velocidad de la señal agregada es mayor que la suma de las velocidades de las señales tributarias.

- $f_m > N \times f_t \rightarrow f_m = (N \times f_t) + f_r$ 
  - $f_r$  = frecuencia de los bits de redundancia.



## 2.11.2 Jerarquía Europea (E1)

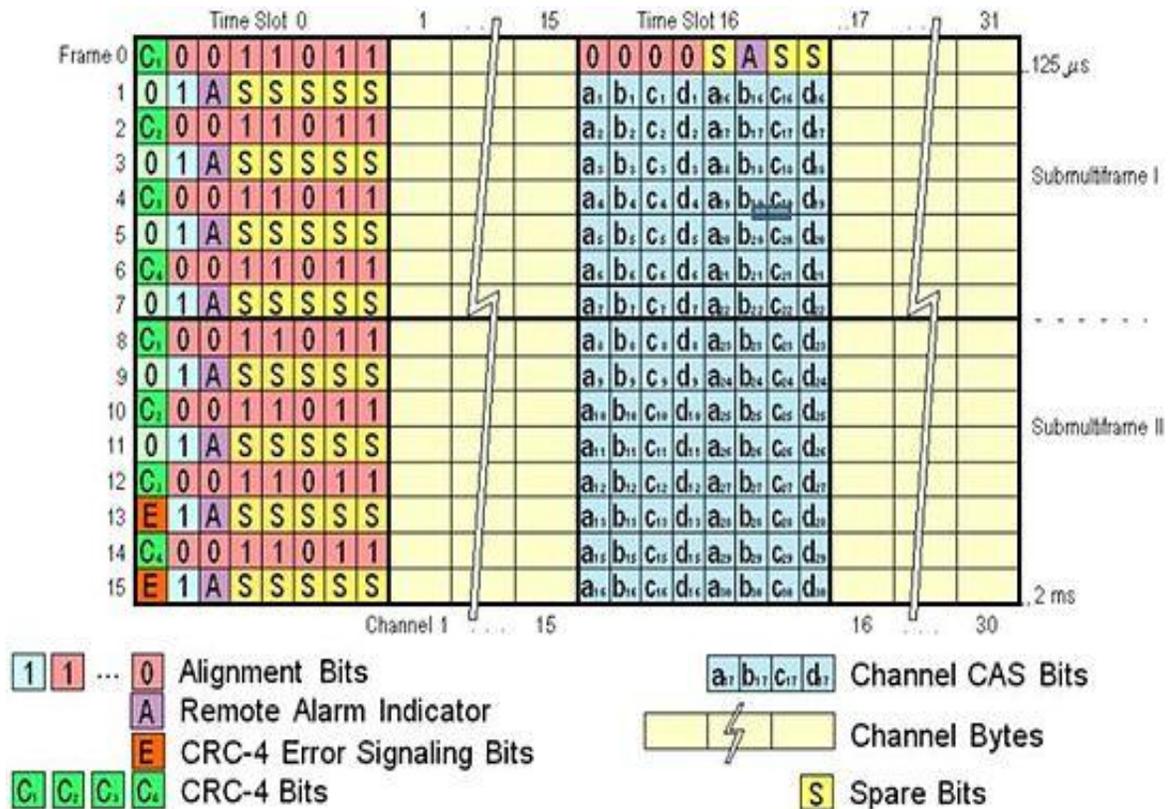


Fig. 2.31 Estructura de Multitrama E1. Fuente: Manual PDH SDH

Posee las siguientes características:

- Definida por la Recomendación G.732 del UIT-T
- Define un conjunto de 32 ranuras o intervalos de tiempo de 8 bits, cada uno de 64 kbps.
- Posee dos intervalos (0 y 16) reservados para administración y señalización del canal, como muestra la Figura 1B.
- Cada trama tiene una duración de 125  $\mu$ s.
- Los primeros 8 bits (TS0) de cada trama forman el encabezado H, según la Recomendación G.704 de UIT-T.

- Los restantes bits pueden ser usados para la transmisión de datos. (datos de usuario), tienen una tasa de bits disponible de 1984 kbps, equivalente a 31 canales de 64 kbps cada uno.
- La ley de codificación utilizada es la Ley A especificada en la Recomendación G.711 que proporciona un flujo de datos de 64 kbps.
- Se permite una variación, alrededor de la velocidad exacta de 2,048 Mbps, de  $\pm 50$  ppm (partes por millón), lo que significa que dos flujos diferentes de 2 Mbps pueden ser aceptados a velocidades ligeramente diferentes uno de otro.

## 2.12 SECCIÓN ENERGIA Y LABORATORIO

Dentro del Laboratorio propio de Cotel y del departamento técnico de transmisiones, nos encontramos con equipos electrónicos de toda índole desde equipos de telecomunicaciones, fuentes de alimentación equipos electromecánicos, proyectos propios de investigación del laboratorio etc. Que la cooperativa necesita del mantenimiento o principalmente de la reparación del equipo designado

A continuación se desarrollara el marco teórico de lo aprendido en el área de laboratorio además de la explicación teórica de los equipos que se pudo trabajar como ser:

Fuentes de alimentación conmutadas marca PROMAX

Equipos Radio Móvil marca MOTOROLA

Proyectos de investigación e implementación del laboratorio, Dispositivos PTT

## 2.13 FUENTE DE ALIMENTACIÓN

En electrónica, la fuente de alimentación o fuente de poder es el dispositivo que convierte la corriente alterna (CA), en una o varias corrientes continuas (CC), que

alimentan los distintos circuitos del aparato electrónico al que se conecta (computadora, televisor, impresora, *router*, etc.).<sup>1</sup>

En inglés se conoce como *power supply unit* (PSU), que literalmente traducido significa: unidad de fuente de alimentación, refiriéndose a la fuente de energía eléctrica.

### 2.13.1 Clasificación

Las fuentes de alimentación para dispositivos electrónicos, pueden clasificarse básicamente como fuentes de alimentación lineal y conmutada. Las lineales tienen un diseño relativamente simple, que puede llegar a ser más complejo cuanto mayor es la corriente que deben suministrar, sin embargo su regulación de tensión es poco eficiente. Una fuente conmutada, de la misma potencia que una lineal, será más pequeña y normalmente más eficiente pero será más compleja y por tanto más susceptible a averías.

### 2.13.2 Fuentes de alimentación lineales

Las fuentes lineales siguen el esquema: transformador, rectificador, filtro, regulación y salida.

En primer lugar el transformador adapta los niveles de tensión y proporciona aislamiento galvánico. El circuito que convierte la corriente alterna en corriente continua pulsante se llama rectificador, después suelen llevar un circuito que disminuye el rizado como un filtro de condensador. La regulación, o estabilización de la tensión a un valor establecido, se consigue con un componente denominado regulador de tensión, que no es más que un sistema de control a lazo cerrado (“realimentado”, figura 3) que sobre la base de la salida del circuito ajusta el elemento regulador de tensión que en su gran mayoría este elemento es un transistor. Este transistor que dependiendo de la tipología de la fuente está siempre polarizado,

actúa como *resistencia regulable* mientras el circuito de control juega con la región activa del transistor para *simular* mayor o menor resistencia y por consecuencia regulando el voltaje de salida. Este tipo de fuente es menos eficiente en la utilización de la potencia suministrada dado que parte de la energía se transforma en calor por efecto Joule en el elemento regulador (*transistor*), ya que se comporta como una resistencia variable. A la salida de esta etapa a fin de conseguir una mayor estabilidad en el rizado se encuentra una segunda etapa de filtrado (aunque no obligatoriamente, todo depende de los requerimientos del diseño), esta puede ser simplemente un condensador. Esta corriente abarca toda la energía del circuito, para esta fuente de alimentación deben tenerse en cuenta unos puntos concretos a la hora de decidir las características del transformador.

### 2.13.3 Fuentes de alimentación conmutadas

Una fuente conmutada es un dispositivo electrónico que transforma la energía eléctrica mediante transistores en conmutación. Mientras que un regulador de tensión utiliza transistores polarizados en su región activa de amplificación, las fuentes conmutadas utilizan los mismos conmutándolos activamente a altas frecuencias (20-100 kHz típicamente) entre corte (abiertos) y saturación (cerrados). La forma de onda cuadrada resultante se aplica a transformadores con núcleo de ferrita (Los núcleos de hierro no son adecuados para estas altas frecuencias) para obtener uno o varios voltajes de salida de corriente alterna (CA) que luego son rectificadas (con diodos rápidos) y filtradas (inductores y condensadores) para obtener los voltajes de salida de corriente continua (CC). Las ventajas de este método incluyen menor tamaño y peso del núcleo, mayor eficiencia y por lo tanto menor calentamiento. Las desventajas comparándolas con fuentes lineales es que son más complejas y generan ruido eléctrico de alta frecuencia que debe ser cuidadosamente minimizado para no causar interferencias a equipos próximos a estas fuentes.

Las fuentes conmutadas tienen por esquema: rectificador, conmutador, transformador, otro rectificador y salida.

La regulación se obtiene con el conmutador, normalmente un circuito PWM (*pulse width modulation*) que cambia el ciclo de trabajo. Aquí las funciones del transformador son las mismas que para fuentes lineales pero su posición es diferente. El segundo rectificador convierte la señal alterna pulsante que llega del transformador en un valor continuo. La salida puede ser también un filtro de condensador o uno del tipo LC.

Las ventajas de las fuentes lineales son una mejor regulación, velocidad y mejores características *EMC*. Por otra parte las conmutadas obtienen un mejor rendimiento, menor coste y tamaño.

En primera instancia el trabajo era el de analizar un circuito de una fuente conmutada de alimentación, muy utilizada en la cooperativa, pero que presentaba una falla después de un determinado periodo de tiempo, el trabajo era sacar el diagrama del circuito, para la posterior análisis y corrección para futuras fuentes que pudieran fallar

Dando un diagnóstico general de los posibles sucesos para las fallas aún no determinada:

- Una subida de tensión del circuito domiciliario tiende a quemar componentes del primario. La ola de tensión suele afectar principalmente al sistema de protección (representado por el fusible), al puente de diodos rectificadores que está antes de los capacitores electrolíticos de primario y a menudo también pueden estar afectados uno o los dos capacitores electrolíticos del primario. Se deben reemplazar los componentes.
- Una fuente que tiene potencia insuficiente generalmente colapsa al quemarse los transistores de potencia del primario (en la mayoría de los casos son

mosfet de potencia) como consecuencia de la exigencia de mayor producción eléctrica estimulada por la realimentación que viene de la secundaria. Se deben reemplazar los transistores de potencia del primario.

- Una respuesta inadecuada a una sobreexigencia (falla por falta de potencia) puede deberse a un problema del circuito de realimentación. Este circuito funciona gracias al integrado TL494 o DBL494, que cumple la función de modulador de ancho de pulso del circuito oscilador. Es el responsable de la respuesta dinámica de la fuente. Si este integrado es el responsable, generalmente es reflejado por la tensión PG de la fuente (+5Volt  $\pm$  0,25) que se puede medir a la salida señalada como PowerGood o PG o también en la pata 14 del integrado.
- Tensiones de salida fuera de rango por falla de integrados. Las tensiones de salida de la fuente se mantienen estable gracias a un integrado muy popular que es el LM339. En algunos modelos de fuentes este integrado es reemplazado por el TP53510P. El LM es conocido como quad comparator y a través de la recepción de un voltaje de alimentación, mediante un sistema interno de puertas lógicas, se encarga de asegurar el suministro de cuatro tensiones independientes para que la fuente funcione dentro de un rango de voltaje apropiado. El 53510 en lugar de 4 tensiones proporciona 2 y las otras son derivadas de los circuitos principales, lo que abarata el esquema eléctrico de la fuente. Para saber si falla una tensión por funcionamiento inadecuado del 339 o 53510, se debe medir el voltaje de alimentación de entrada y cada una de las salidas de integrado. Si la entrada es adecuada pero alguna de las salidas está fuera de rango, se reemplaza el integrado (según la teoría de la caja negra para la medición de IC)
- Tensiones de salida fuera de rango por falla de componentes de la etapa que no son integrados. Cuando se descarta mal funcionamiento de los integrados de control estabilizadores, se buscan fallas en a) Capacitores de salida b)

Resistencias y Diodos asociados a la salida fuera de rango c) Transistores asociados a la salida

- Fuente que requiere de varios pulsos de encendido para arrancar: generalmente la falla se asocia a un capacitor electrolítico o un transistor asociado a alguna salida fuera de rango

Al laboratorio llegaban distintos aparatos con averías y fallas y según el grado de importancia se daba la respectiva revisión, mi persona puedo ayudar en los rectificadores siemens que se utilizaban para los shelters, juntos al otro pasante analizamos el circuito del rectificador, y finalmente con ayuda del encargado de laboratorio descubrimos la falla en un capacitor en la etapa primaria.

## **2.14 PROMAX FAC – 363b FUENTE DE ALIMENTACION**

### **2.14.1 Descripción del instrumento.**

El modelo 363b consta de tres fuentes de alimentación totalmente independientes, las cuales pueden usarse desde el panel frontal, por medio de sus salidas correspondientes.

Cada salida suministra respectivamente 0 a 30V/2A con tensión y corriente regulables, +15V/0,5A y +5V/1A, estas dos Últimas son salidas fijas.

Todas las salidas del modelo 363b están totalmente protegidas contra cortocircuitos, incluso en cualquier posición de los controles, ya que la corriente máxima que pueden suministrar están internamente ajustadas.

Las salidas de utilización son flotantes con respecto al chasis, pudiendo referir al mismo tanto el positivo como el negativo de salida.

La fuente de 30V/2A dispone de dos visualizadores digitales, los cuales permiten lecturas simultáneas de tensión y corriente.

Unos indicadores luminosos, permiten conocer el momento en que se está entrando dentro de los límites de suministro de corriente de las salidas fijas de + 15V y + 5V.

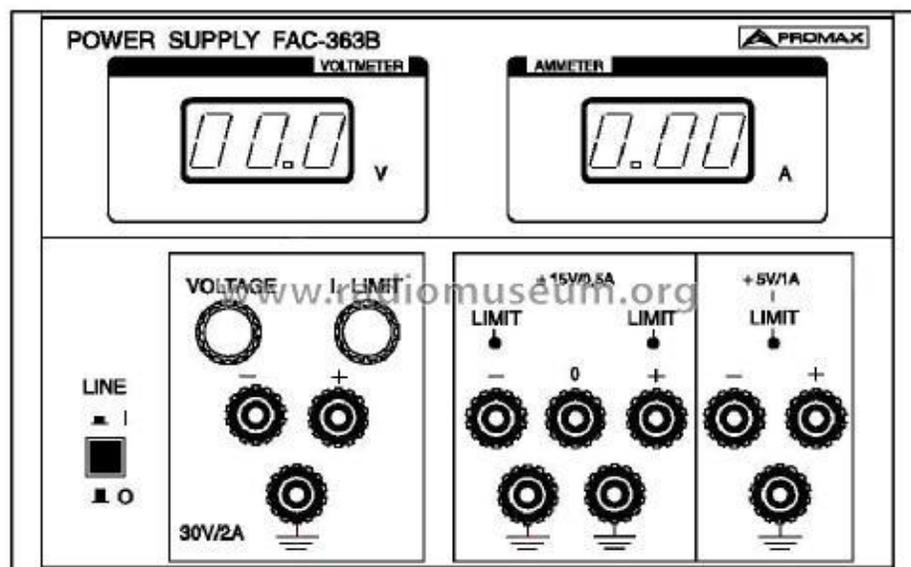


Fig.2.32 Parte frontal de la fuente de alimentación. Fuente: [www.radiomuseum.org](http://www.radiomuseum.org)

## 2.14.2 Especificaciones

Se dará a continuación las especificaciones es de la fuente entre sus características generales, datos extraídos de la página web: [www. radiomuseum.org](http://www.radiomuseum.org)

CARACTERISTICAS	RANGO	OBSERVACIONES
<b>SALIDA</b>	0 – 30V/2A	
<b>RESISTENCIA INTERNA</b>	6m a 1Khz 10m a 10Khz	
<b>REGULACION DE CARGA</b>	<0,05% +2mv	Al pasar de Vacío a Carga Plena
<b>REGULACION DE RED</b>	<0,05% +2mV	Para una variación del +10% de la tensión de red
<b>TIEMPO DE RECUPERACION</b>	< 50 $\mu$ s	Para un cambio de la corriente de salida del 10% al 100%
<b>RUIDO Y ZUMBIDO</b>	< 500 $\mu$ V rms	
CONTROLES		
<b>TENSION</b>	Continuamente Variable de 0 a V Max.	Doble mando grueso y fino
<b>CORRIENTE</b>	Variable de cero 0 a I Max.	

<b>VOLTIMETRO</b>	<b>Fondo de escala 99.9 V</b>	
<b>AMPERIMETRO</b>	Fondo de Escala 9.99 <sup>a</sup>	
<b>ENTRADA C.A.</b>	125V + 10% 220V + 10%	
<b>TEMPERATURA MAXIMA DE UTILIZACION</b>	40° C	AMBIENTE
<b>DIMENSIONES</b>	Alto 185 mm Ancho 210 mm Profundo 280 mm	



### 2.14.3 Alimentación

La FAC 363b está preparada para ser alimentada con tensiones de red 125 o 220V.C.A.50Hz. Estas tensiones son seleccionadas desde el panel posterior.

El aparato viene preparado de fábrica para 220V, Para efectuar el cambio de tensión de red, se extraerá la tapa portafusibles del conjunto -21- del panel posterior y se colocara en la forma conveniente, de forma que queden enfrentados.

Con la precaución necesaria estas operaciones deben efectuarse con el aparato desconectado de la red, no efectuar el cambio de tensión sin antes haber sustituido el fusible. En la tapa del portafusil se incluye uno de recambio para 220V.

### 2.14.3 Aplicaciones

En esta unidad de alimentación se han agrupado dos tensiones fijas y una variable al efecto de eliminar el engorro de utilizar varias fuentes de alimentación para el diseño o reparación de equipos electrónicos.

El valor de las tensiones fijas se ha escogido para que permitan alimentar circuitos lógicos y analógicos simultáneamente, disponiendo adherir de una tensión variable y de alta corriente que permite alimentar circuitos de potencia. Por ello está especialmente indicado su aplicación en laboratorios, talleres de mantenimiento y en centros de enseñanza. Por sus características y versatilidad, esta también indicada para el diseño o reparación de equipos con microordenador.

## 2.14.4 Descripción del circuito

La alimentación de potencia entrega dos tensiones continuas independientes, una para la etapa de potencia y de valor aproximadamente un 25% mayor que la de salida, y otra para la alimentación del circuito de regulación. La tensión de referencia aparece en bornes de los potenciómetros de tensión, los cuales son recorridos por una corriente constante debido a ello la tensión es proporcional al valor óhmico que presente el potenciómetro en un punto de su recorrido.

Al pasar de un modo de funcionamiento a otro, la tensión de referencia debe doblarse por lo que una conmutación provee el doble de la corriente constante.

Dicha tensión de referencia se compara con la presente en la salida y la diferencia entre ambas se amplifica por medio de un circuito operacional, que en su salida entrega la tensión de corrección necesaria al sistema de potencia para que el error se reduzca a cero.

Una resistencia colocada entre el emisor de la etapa de potencia y el borne positivo, produce una caída de tensión proporcional a la intensidad consumida por la carga. Esta tensión comparada con la presente en el terminal central del potenciómetro de 1. Limite proporciona la señal para que el amplificador de control de corriente produzca la limitación si la primera intenta sobrepasar a la segunda.

Dos devanados independientes alimentan los reguladores serie integrados que suministran las tensiones fijas de + 5V y + 15V.

Cada rama incluye un sensor de corriente que activa los indicadores luminosos de corriente límite.

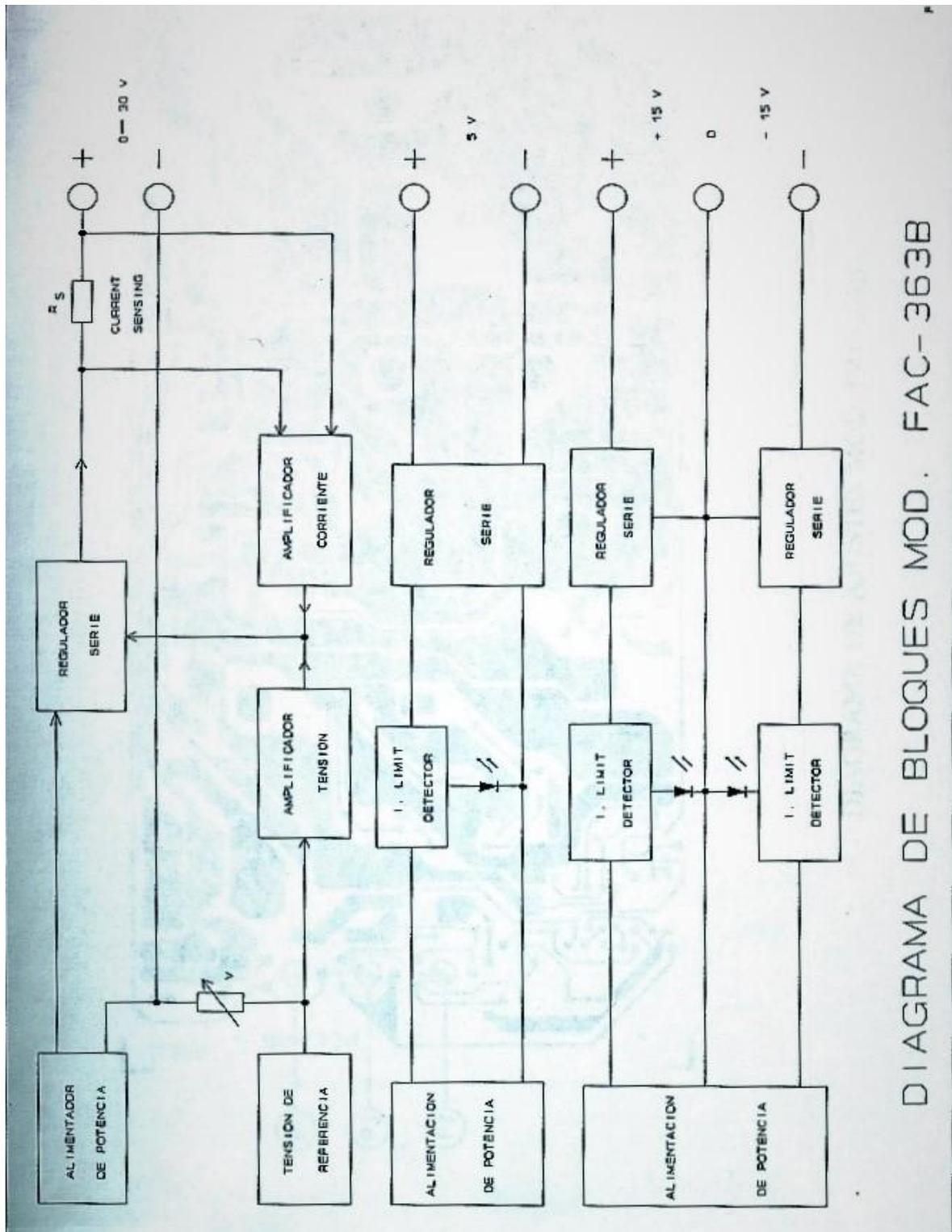


DIAGRAMA DE BLOQUES MOD. FAC-363B

Fig. 2.33 Diagrama de Bloques de la fuente alimentación FAC-363B. Fuente: [www.simfisica.uji.es](http://www.simfisica.uji.es)

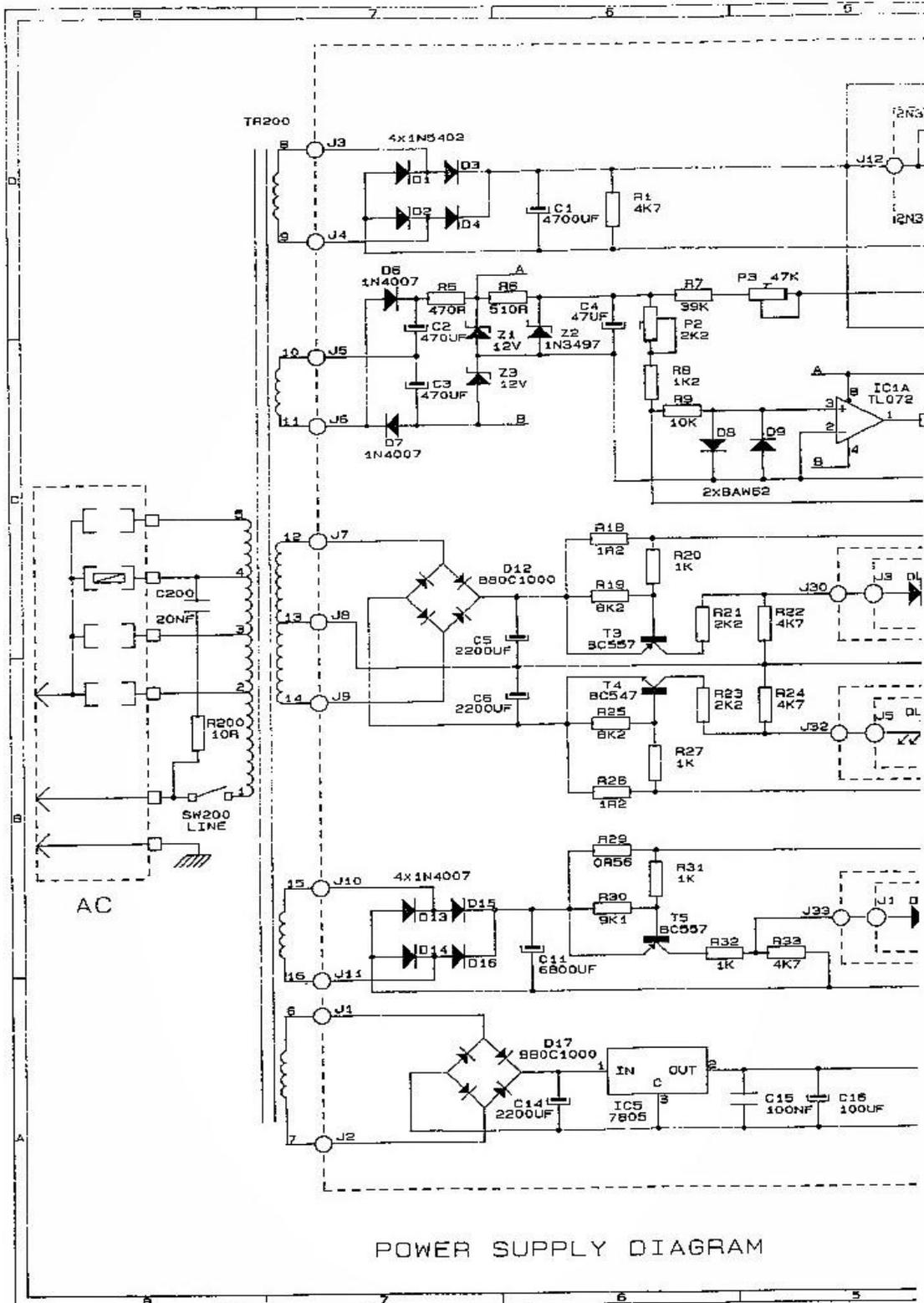


Fig. 2.34 Primera Parte del Plano del circuito de la Fuente de Alimentación FAC-363B. Fuente: [www.simfisica.uji.es](http://www.simfisica.uji.es)

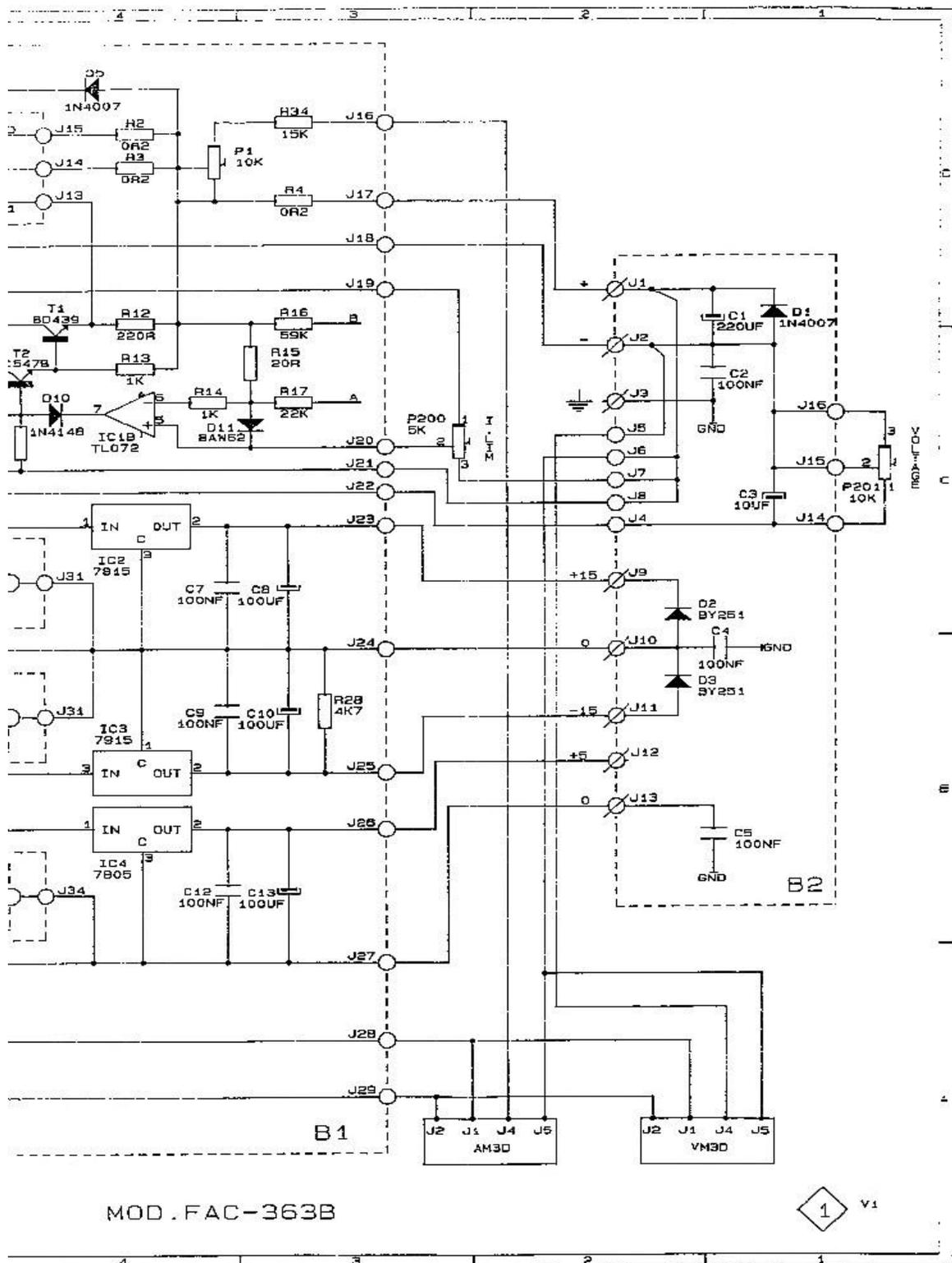


Fig. 2.35 Segunda Parte del Plano del circuito de la Fuente de Alimentación FAC-363B. Fuente: [www.simfisica.uji.es](http://www.simfisica.uji.es)

## 2.15 SISTEMAS DE COMUNICACIONES MÓVILES

Las comunicaciones móviles se dan cuando tanto el emisor como el receptor están, o pueden estar, en movimiento. La movilidad de estos dos elementos que se encuentran en los extremos de la comunicación hace que no sea factible la utilización de hilos (cables) para realizar la comunicación en dichos extremos. Por lo tanto utilizan básicamente la comunicación vía radio.

Las comunicaciones móviles no aparecieron de forma comercial hasta finales del siglo XX. Los países nórdicos fueron los pioneros en disponer de sistemas de telefonía móvil, Radiobúsquedas (GPS), redes móviles privadas o Trunking. Los sistemas de telefonía móvil avanzados fueron el siguiente paso. Después llegó la telefonía móvil digital y con la rápida adopción mundial de las agendas personales, laptops (computadores portátiles), netbooks (miniordenadores) y un sin fin de dispositivos las comunicaciones móviles se usaron cada vez más para conectarse vía radio con otros dispositivos o redes. Finalmente cabe destacar la fusión entre comunicaciones móviles e Internet, lo que fue el verdadero punto de inflexión positivo para estos dos elementos.

### 2.15.1 Radio Móviles

La radio móvil o los móviles se refieren a sistemas y dispositivos de comunicaciones inalámbricos que se basan en radiofrecuencias y donde la trayectoria de comunicaciones es móvil en cualquier extremo. Hay una variedad de opiniones sobre lo que constituye el equipo móvil. Para fines de licencia, los móviles pueden incluir equipos portátiles (a veces llamados portátiles). Un término obsoleto es radioteléfono.

Una persona de ventas o un taller de reparación de radio entendería que la palabra móvil significaba montado en el vehículo: un transmisor-receptor (transceptor) usado para comunicaciones de radio desde un vehículo. Los radios móviles se montan en un vehículo de motor generalmente con el micrófono y el panel de control al alcance del conductor. Tal dispositivo es propulsado típicamente por el sistema eléctrico de 12 voltios del vehículo anfitrión.

Algunas radios móviles están montadas en aeronaves (aeronáutica móvil), a bordo (móvil marítimo), en motocicletas o locomotoras de ferrocarril. El poder puede variar con cada plataforma. Por ejemplo, una radio móvil instalada en una locomotora funcionaría con una corriente continua de 72 ó 30 voltios. Un buque grande con corriente alterna de 117V podría tener una estación base montada en el puente del barco.

### 2.15.2. Sistema PMR

Sistema PMR proviene de “*Private Mobile Radio*”, este sistema utiliza una técnica llamada de concentración de enlaces (*trunking*), la cuál puede describirse como la conmutación automática de algunos canales en un sistema repetidor multicanal. Son redes de radiocomunicaciones privadas que usan los móviles que llevan esta tecnología y no se conectan con las redes públicas. El sistema PMR son redes para grupos cerrados de usuarios, estas redes son de gran utilidad puesto que nos facilitan que los terminales dentro de un entorno se conecten al centro de control, y luego éste la distribuye de las siguientes maneras: a estación a través de la estación base, fijos mediante línea telefónica.

PMR es una red que funciona en un canal abierto esto quiere decir que desde un despacho los mensajes son recibidos por todos los terminales conectados al canal (por despacho entendemos el intercambio de órdenes y confirmaciones entre el controlador y los móviles (terminal) que se encuentran en los extremos). El sistema PMR destaca la cobertura (en celdas del orden de 10 Km), el acceso es más rápido entre los terminales y el despacho, las llamadas son de corta duración. Las aplicaciones de PMR gestionan las radiocomunicaciones en flotas que brindan servicios tales como seguridad, bomberos, taxis, etc.

## 2.16 RADIO MOVIL/BASE MOTOROLA LCS 2000™

El LCS 2000™ ha sido Específicamente diseñado para Los usuarios de radio que necesitan una solución de radio económica Que ofrece la flexibilidad Capacidad y una gran cobertura de área.

Fue Desarrollado conjuntamente con el portátil LTS 2000™, que permite una fácil transferencia de Conocimientos Operacionales

El Radio Practico: Ideal para organizaciones con grande necesidades de comunicación.

El Radio Móvil LCS2000 está diseñado para satisfacer de manera eficaz todas las necesidades de comunicación de cualquier organización, así como para soportar las condiciones más demandantes de operación.



Fig. 2.36 Partes Generales del equipo Motorola LCS2000. Fuente: [www.repeater-builder.com](http://www.repeater-builder.com)

## 2.16.1 Especificaciones

A continuación se dará las especificaciones del equipo de acuerdo a sus distintas características, datos extraídos de la página web: [www.repeater-builder.com](http://www.repeater-builder.com)

### Características de Rendimiento

Vida útil de la batería (basada en un ciclo de actividad de 5/5/90)	NA
Potencia	20W
Rango de frecuencia	380 - 470 MHz
Banda de frecuencia	400 MHz
Área de cobertura	Dentro de las zonas con servicio

### Características Físicas

Dimensiones	65 X 185 X 248 mm
Botón de emergencia	Sí
Peso	2.32 kg / 5.2 lbs
Teclado numérico	No
Pantalla	Sí (1A, 1B, 1C, 1D)

### Características del Radio

Cantidad de canales	6 por zona
Zonas	4
Contactos	--
Botones programables	Sí
Señalización	PL, DPL, DTMF

### Tecnología

Tipo de sistema	SmartZone Analógico
-----------------	---------------------

### Entorno del usuario

Especificaciones militares	MIL-STD 810C, MIL-STD 810D, MIL-STD 810E, MIL-STD 810F
Equipo ideal para:	Uso rudo, industria, construcción, distribución, logística, manufactura, seguridad, servicios y comercio.

## 2.16.2 Planos de Circuitos y Diagramas esquemáticos

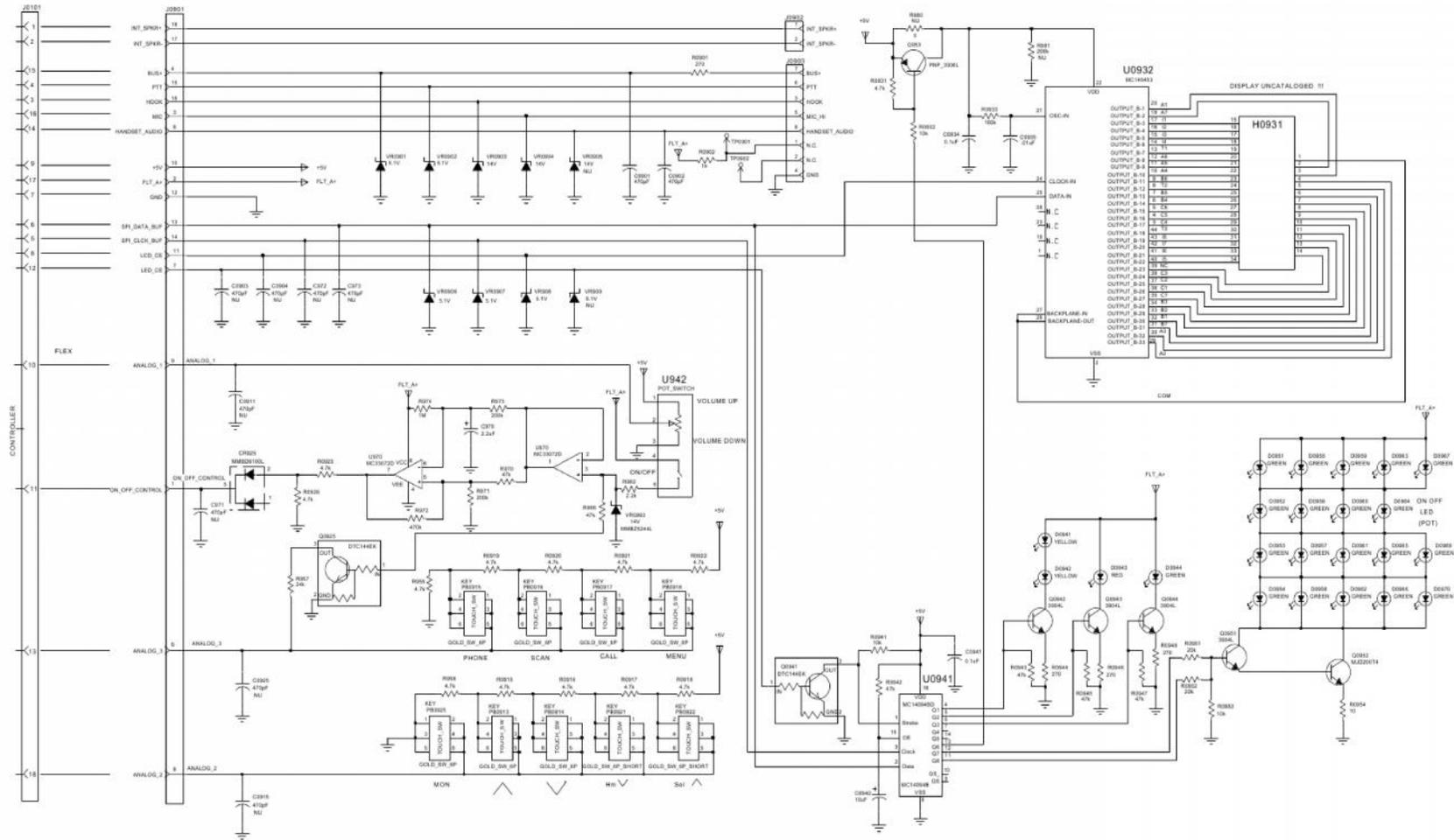


Fig. 2.37 Plano de circuito Motorola LCS2000 Cabeza de control. Fuente: Manual GTX/LCS2000 Radio móvil

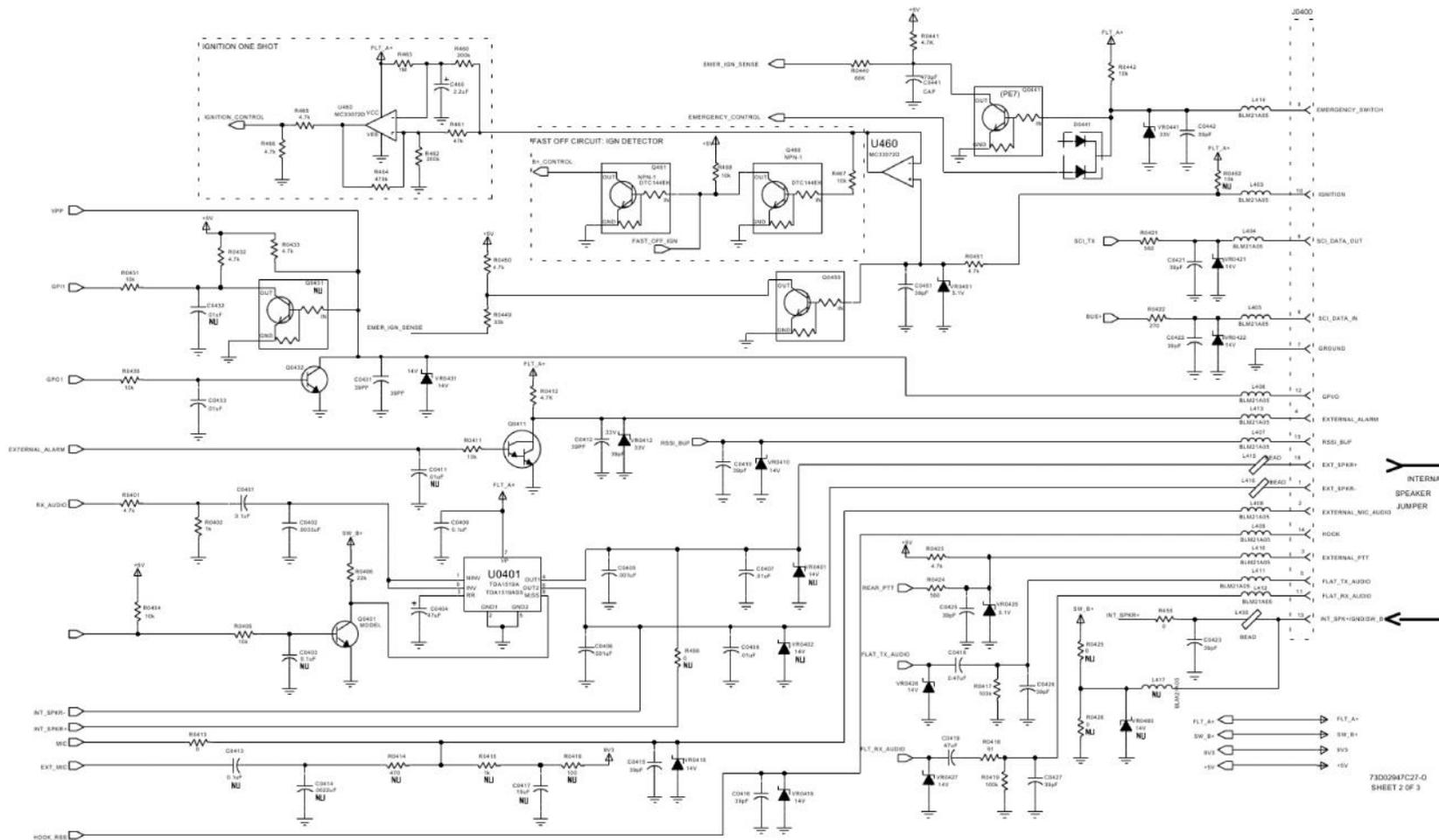


Fig. 2.38 Plano de circuito Motorola LCS2000 Tabla principal, sección de control: Audio I/O y regulador de subsecciones. Fuente: Manual GTX/LCS2000 Radio móvil

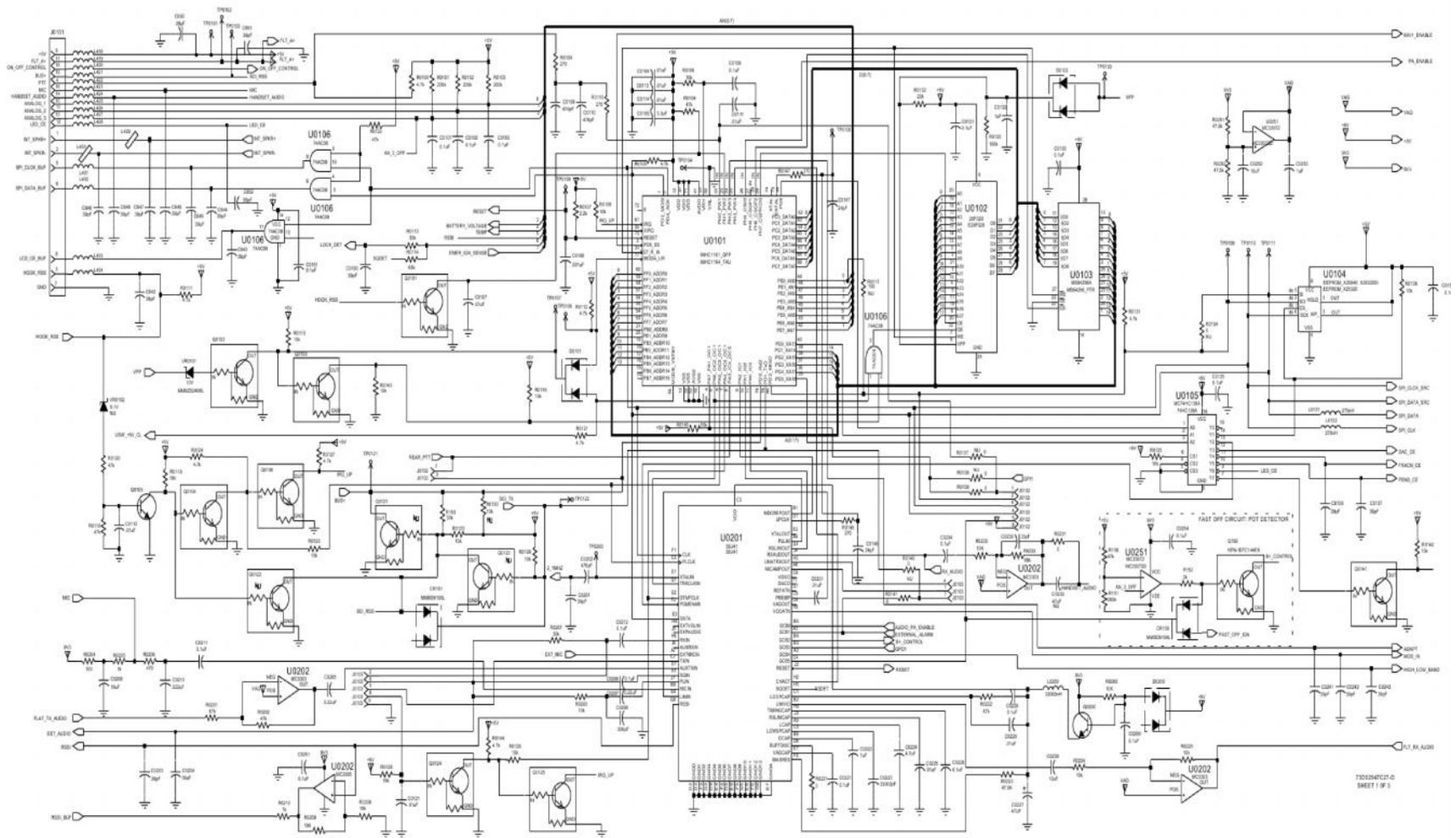
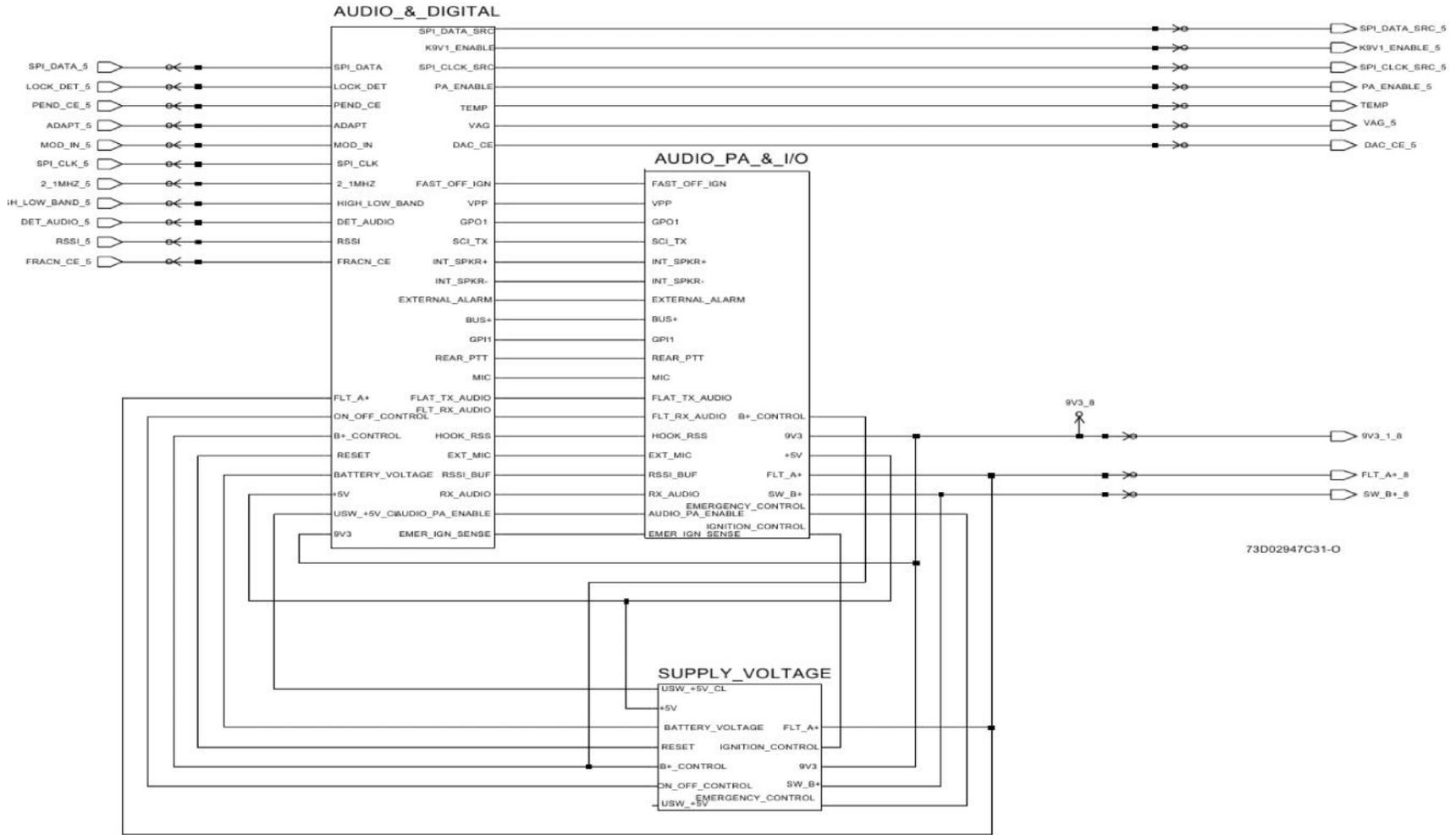


Fig. 2.39 Plano de circuito Motorola LCS2000 Tabla principal, sección de control: subsección lógica. Fuente: Manual GTX/LCS2000 Radio móvil



1996

Fig. 2.40 Plano de circuito Motorola LCS2000 Tabla principal, sección de control: Conexiones. Fuente: Manual GTX/LCS2000 Radio móvil

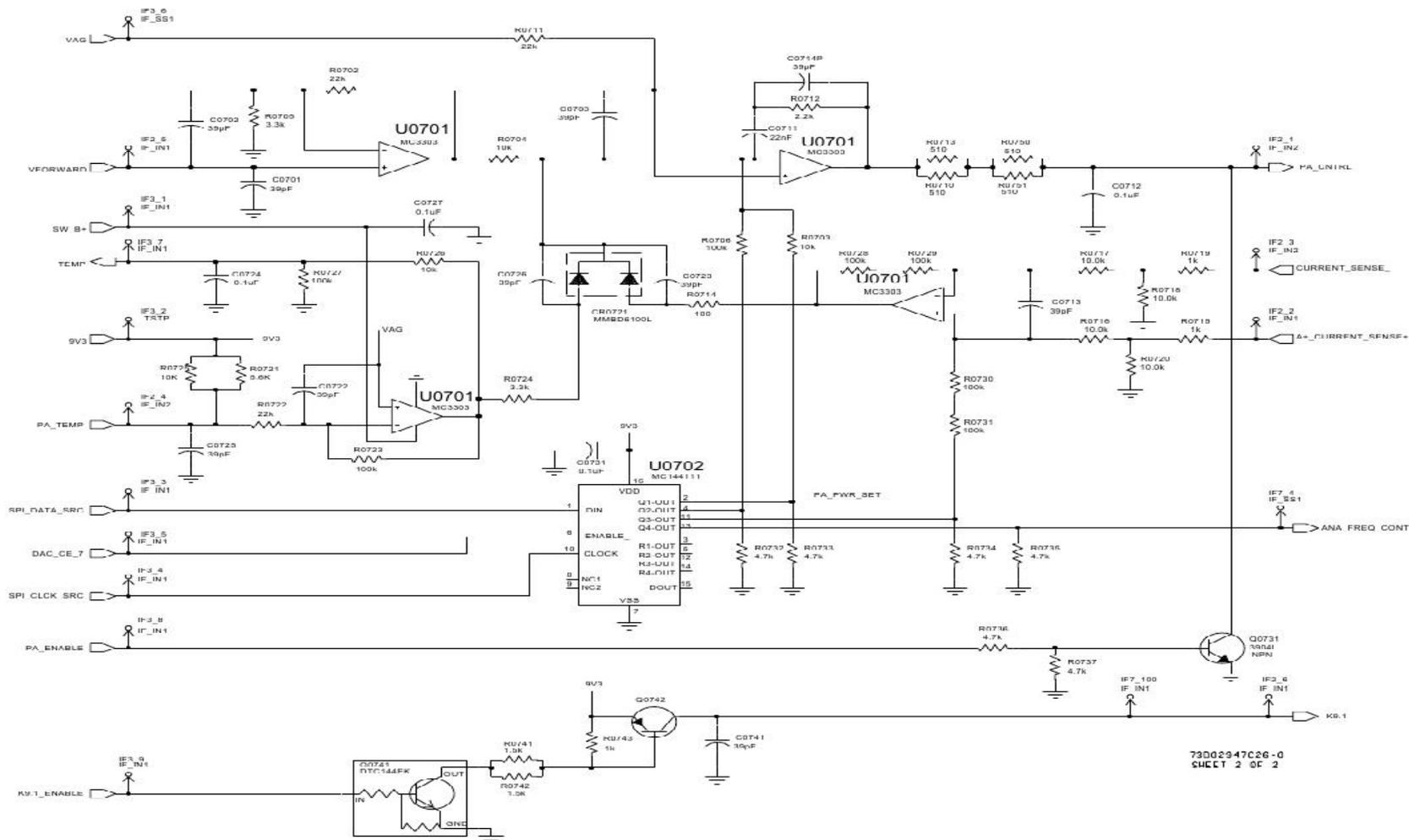


Fig. 2.41 Plano de circuito Motorola LCS2000 Tabla principal, sección amplificador de tensión: subsección controlador de tensión. Fuente: Manual GTX/LCS2000 Radio móvil



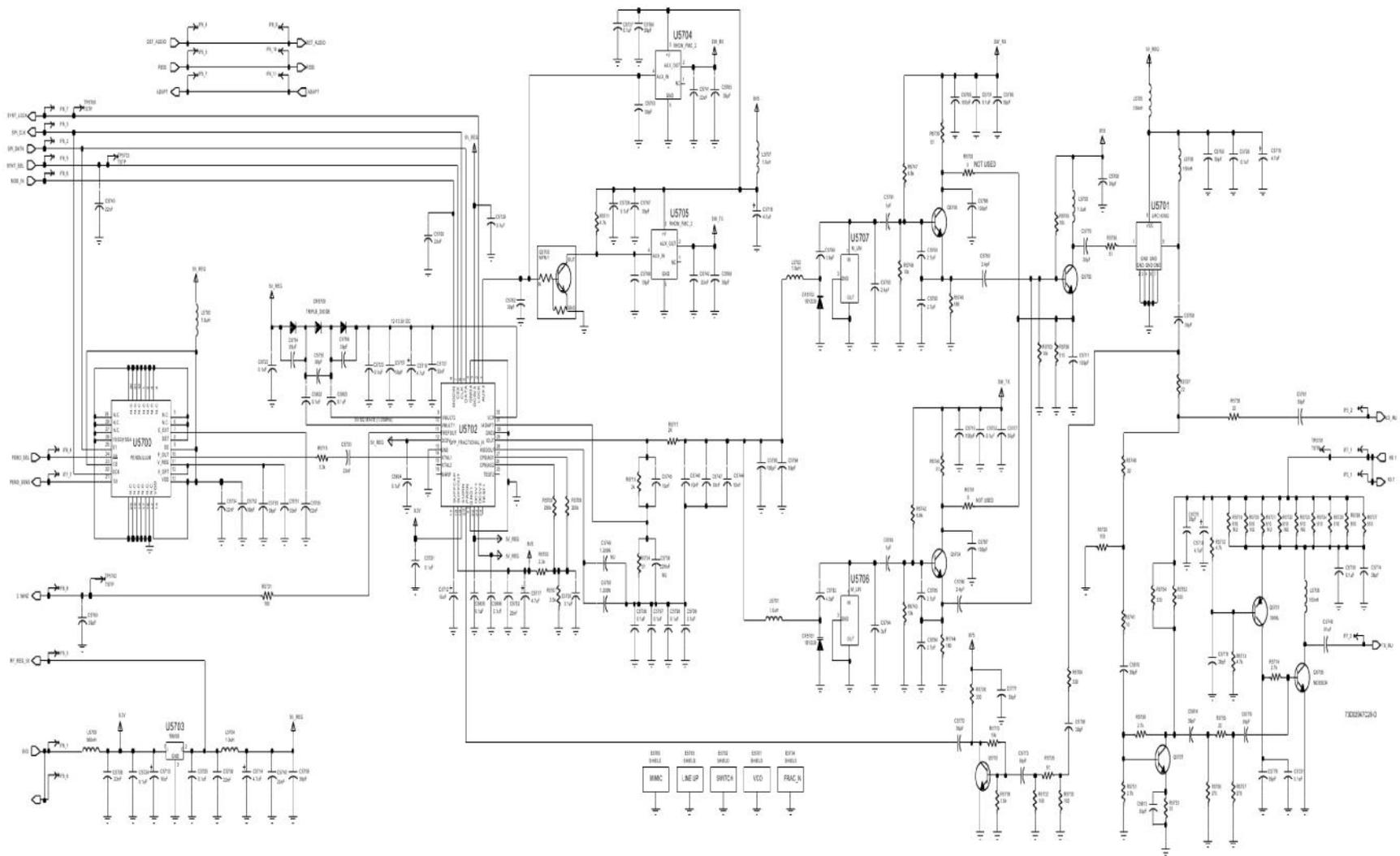


Fig. 2.43 Plano de circuito Motorola LCS2000 Tabla principal, sección del sintetizador. Fuente: Manual GTX/LCS2000 Radio móvil



## 2.17 PROYECTO DEL LABORATORIO “DISPOSITIVO MICRÓFONO PTT”

Así mismo El laboratorio emprendió un proyecto como área integra, la propuesta era la siguiente:

El trabajo de día a día de los trabajadores del departamento de transmisiones, energía y laboratorio es expuesto a situaciones donde necesitan contactarse rápidamente con sus compañeros de trabajo que no se encuentran en la misma ubicación, sino a una distancia considerable, teniendo previamente la cooperativa un sistema de radio frecuencia (RF) , anteriormente utilizado e instalado tanto como en las centrales como en las movilidades de la área técnica, pero que a la actualidad estaba en desuso, por las averías y fallas que presentaban los micrófonos de los receptores de este sistema de radio frecuencia, que bien se solucionaba con la nueva comprar de estos dispositivos transductores, mas no era la opción más rentable para la cooperativa, siendo el costo de estos muy elevado y se optó por solamente usarlos en las centrales donde la comunicación inmediata en RF era necesaria e imperativa

Así surgió la idea de poder fabricar estos dispositivos, Micrófonos push to talk (PTT), dentro de laboratorio, al tener un circuito base con algunas modificaciones para la directa implementación y al poder fabricar también la carcasa del dispositivo, valiéndose de moldes hechos de estucos y vertiéndoles una mezcla ya determinada compuesta principalmente de resina para poder hacer parecer la carcasa de resina a la original lo más estéticamente posible, a continuación el desarrollo teórico del tema

### 2.17.1 Dispositivos Push-to-talk

El push-to-talk (PTT), Poctel (HPPTT) o pulsar para hablar sobre red celular (PoC) es una tecnología que permite la comunicación en modo half-duplex (una sola dirección) que transforma los dispositivos móviles o fijos procesamiento de datos común (ordenadores, teléfonos móviles, teléfonos inteligentes y PDA, GSM o CDMA) similares a caminar-talkies dispositivos, permitiendo conferencia entre dos usuarios, múltiples usuarios, grupos predefinidos o sesiones de chat en línea (mensaje) , la comunicación de voz en tiempo real con sólo el clic de un botón.

Con la tecnología push-to-talk, grupos de afinidad corporativos o privados pueden comunicarse entre sí más rápido, práctico y económico ventaja de la cobertura de telefonía celular convencional. Además, los abonados intercambiar mensajes de texto instantáneos y tienen localización por GPS en tiempo real.



*Fig. 2.45 Micrófono Motorola Con tecnología PTT. Fuente: [www.keyword-suggestions.com](http://www.keyword-suggestions.com)*

## 2.17.2 Funcionamiento

Su comunicación es semidúplex, es decir, en el que sólo en una dirección de tiempo de transmisión. Por lo tanto, el servicio permite a los usuarios móviles una conexión rápida a uno o más abonados. Para este servicio, una persona puede hablar en un momento dado, y todos los participantes escuchar el discurso.

El servicio PoC es similar al walkie-talkie, en que el abonado pulsa un botón para hablar con otro usuario o grupo. Los huéspedes reciben la voz del iniciador o sin una demanda, por ejemplo, sólo tiene que escuchar a la persona que llama o recibe una notificación del remitente, que debe ser aceptada para que se inicie el diálogo.

## 2.17.3 Uso

Los radiotransmisores son instrumentos de comunicación valiosos para los trabajadores, servicios de la emergencia, empleados del área técnica e industriales, usando frecuencias asignadas para estos servicios. Los transmisor-receptores portátiles son también populares entre algunos operadores de radio aficionados, que funcionan con una licencia de radio aficionado en varios canales de frecuencia diferentes.

Ya que aún un una estación base designada a una movilidad de área técnica es limitado con unos vatios de salida de poder y una pequeña antena (el tamaño físico del paquete de programas limita tanto capacidad de batería como el tamaño de antena), la gama de comunicación hecha a mano es típicamente bastante corta, no excediendo la distancia de línea de vista al horizonte en áreas abiertas, y muchísimo menos en zonas muy urbanizadas, dentro de edificios, o subterránea. Muchos servicios de radio permiten al empleo de un repetidor que es localizado en algún alto punto dentro de la cobertura deseada del área. El repetidor escucha sobre una frecuencia y transmite de nuevo sobre el otro, de modo que confiable hecho a mano a la gama de unidad hecha a mano pueda ser ampliado a unas millas de cuenta (kilómetros) o más lejos, usando a repetidores unidos en conjunto.



**DESCRIPCION TECNICA DE LA PASANTIA EN LA**

**CAPÍTULO III**

**INSTITUCION**

### 3.1 ACTIVIDADES TÉCNICAS

Comenzando la pasantía, se designó el departamento de transmisiones, Energía y Laboratorio como área de trabajo ahí se seleccionó el área de CATV para el primer mes, donde se llevaba a cabo actividades de mantenimiento de la red HFC con la que contaba Cotel.

Para del segundo se seleccionó dentro del departamento de transmisiones, Energía y Laboratorio nuevamente, el área de transmisión Urbana. Realizando trabajos de mantenimiento/soporte y ayuda a los técnicos ahí presentes.

Culminando con el tercer y último mes, se designó dentro del departamento de energía y laboratorio al área de Laboratorio, donde se realizó trabajo de mantenimiento de equipos que la cooperativa necesitaba reparar o volverlos funcionales nuevamente, así como atención al público en reparación de teléfonos fijos.

A continuación se pasara detallar las actividades que se desarrolló junto con el aporte de mi persona a la cooperativa

### 3.2 PRIMER MES, AREA CATV

Cotel tiene uno de los más antiguos y experimentados servicios de Tv cable que tiene la ciudad de La Paz, pasando por muchas vicisitudes encontró la versatilidad necesaria para seguir en el mercado actual.

Empezando por las antenas receptoras de diversas señales a procesar. Estas antenas comienzan todo el proceso de recepción de señales provenientes de los satélites Intelsat, su ubicación es a parte superior de la cabecera (techo), la primera semana existía un problema con una de las antenas parabólicas, recibía señales con ruido, el responsable T.S. Omar Cameo, explico que se debe a la existencia de varias antenas de telefonía móvil que existían en la zona.

Se llego a una Solución simple; construir una jaula de Faraday en el perímetro de la antena parabólica para que pueda recibir las señales correctas del satélite

Una jaula de Faraday es una caja o malla metálica que protege de los campos eléctricos estáticos. Debe su nombre al físico Michael Faraday, que construyó una en 1836. Se emplean para proteger de descargas eléctricas, ya que en su interior el campo eléctrico es nulo.

El funcionamiento de la jaula de Faraday se basa en las propiedades de un conductor en equilibrio electrostático. Cuando la caja metálica se coloca en presencia de un campo eléctrico externo, las cargas positivas se quedan en las posiciones de la red; los electrones, sin embargo, que en un metal son libres, empiezan a moverse puesto que sobre ellos actúa una fuerza

Como la carga del electrón es negativa, los electrones se mueven en sentido contrario al campo eléctrico y, aunque la carga total del conductor es cero, uno de los lados de la caja (en el que se acumulan los electrones) se queda con un exceso de carga negativa, mientras que el otro lado queda con un defecto de electrones (carga positiva). Este desplazamiento de las cargas hace que en el interior de la caja se cree un campo eléctrico de sentido contrario al campo externo

El campo eléctrico resultante en el interior del conductor es por tanto nulo

Como en el interior de la caja no hay campo, ninguna carga puede atravesarla; por ello se emplea para proteger dispositivos de cargas eléctricas. El fenómeno se denomina apantallamiento eléctrico.

Posterior a la implementación de la jaula de Faraday, existió una considerable y evidente pérdida de ruido en la señal recibida.



*Fig. 3.1 Azotea de la cabecera de COTEL donde están alojadas las distintas antenas receptoras de señal. Fuente: Foto Propia (Pasantía)*



*Fig. 3.2 TecSat una de las marcas de antenas parabólicas instaladas en la azotea de la cabecera.*

*Fuente: Foto Propia (Pasantía)*

En La segunda y tercera semana Se avoco hacia el mantenimiento correctivo y preventivo que se realizó junto con los técnicos de turno de la Cabecera. Realizando salidas de la cabecera directo al lugar del problema, ya sea por un defecto propio de la red HFC o por un reclamo de algún abonado, ciertamente de estos existía demasiados.



*Fig. 3.3 Salida para el mantenimiento correctivo de un Nodo opto electrónico de la red HFC.*

*Fuente: Foto Propia (Pasantía)*

En estas salidas de mantenimiento los técnicos mostraron los componentes de la red HFC como ser los nodos ópticos las unidades de distribución de energía y los derivadores o taps para la correspondiente acometida hacia el abonado.

En la última semana en la cabecera toco ayudar en la instalación del servicio de televisión digital, como una innovación y emprendimiento de la propia cooperativa queriendo incursionar en la servicio de televisión digital.

Los ejecutivos de la cooperativa ya quedaron un contrato con una empresa argentina que ofrecía los equipos necesarios para establecer este servicio, así como su instalación e implementación en la red HFC de Cotel.

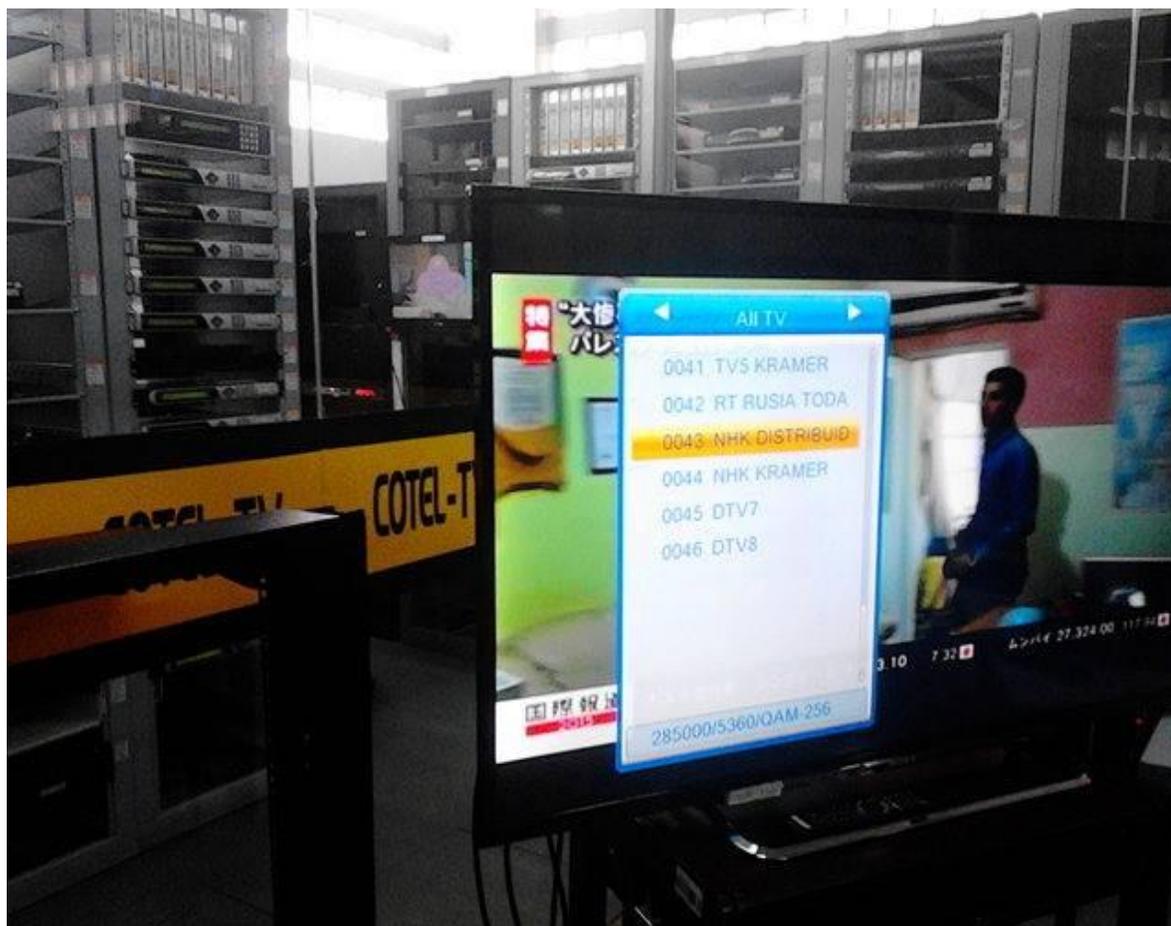
El mayor reto que tenía esta empresa argentina era de montar su sistema de televisión digital sobre la red HFC y toda la estructura que representaba la arquitectura de la cabecera de Cotel.

La tarea era ayudar en el traslado de los equipos recién llegados a la cabecera, entre cables de conexión, racks de aproximadamente 2.3 metros de alto etc.

La televisión digital se refiere al conjunto de tecnologías de transmisión y recepción de imagen y sonido, a través de señales digitales. En contraste con la televisión tradicional, que codifica los datos de manera analógica, la televisión digital codifica sus señales de forma binaria, habilitando así la posibilidad de crear vías de retorno entre consumidor y productor de contenidos, abriendo la posibilidad de crear aplicaciones interactivas, y la capacidad de transmitir varias señales en un mismo canal asignado, gracias a la diversidad de formatos existentes.

Televisión digital por cable Se refiere a la transmisión de señales de televisión digitalizadas a través de cable de tipo coaxial. Las compañías de cable pasaron a los sistemas digitales durante la década de 2000, en la época en que las señales de televisión se convirtieron en el formato HDTV digital, que no era compatible con los sistemas de cable analógicos anteriores. Además de proporcionar vídeo de mayor resolución en alta definición, los sistemas de televisión digital por cable ofrecen servicios tales como la programación de Pay per view, acceso a Internet por cable y servicios ampliados de telefonía por cable. La mayoría de las señales de cable digitales están codificadas, lo que redujo la alta incidencia de robo de cable que se produjo en los sistemas analógicos.

Correspondiente a la Recepción e interactividad, La interactividad permite que el espectador acceda a un amplio conjunto de servicios públicos o privados a través del receptor además de permitirle decidir si quiere o no ver los mensajes de texto que los usuarios envían a los programas.



*Fig. 3.4 Prueba de la señal TV digital, interactuando con los distintos paquetes de datos. Fuente:*

*Foto Propia (Pasantía)*

### **3.3 SEGUNDO MES, AREA TRANSMISIÓN URBANA**

Para el segundo mes dentro del departamento de transmisiones Energía y laboratorio, se designó el área de Transmisión urbana donde se pudo desempeñar un

trabajo de mantenimiento preventivo y correctivo, adquiriendo más conocimientos en el área de conmutación de redes telefónicas (telefonía fija)

A continuación las áreas de desarrollo.

Dentro de las primeras semanas del segundo mes de pasantía, se tuvo que capacitar a través de un rápido repaso de los manuales y guías existentes en el área para conocer el sistema de telefonía fija que mantenían los técnicos de cotel.

Dentro de la segunda y tercera semana dentro del área de transmisiones, Se apoyó y ayudo en las labores técnicas de reparación y mantenimiento de los shelter que presentaba alguna falla, de cualquiera de sus equipos dentro de alguna central telefónica de las distintas zonas, pasando desde villa victoria, achachicala, ciudad ferroviaria, Sopocachi, Plaza Riosinho, alto san pedro, Miraflores, Zona Central, hasta llegando al alto; ceja(Gran Centro III), Ciudad Satélite, San Luis.



*Fig. 3.5 Visita a una central telefónica, regletas de distribución de pares de abonados.*

*Fuente: Foto Propia (Pasantía)*

Ya finalizando para la cuarta y última semana nos adentramos en el sistema DECTLink que tienen en la ciudad del alto, El sistema DECTLink es un sistema inalámbrico de telefonía Fija (explicado con detalle en el capítulo anterior).

Llevamos un Monitoreo de las señales irradiadas por la celdas que la cooperativa tenía por distintas zonas de la ciudad del Alto, también nos encargábamos del estado de estas antenas transmisoras, llegando al desmonte de una de ellas (celdas de Gran Centro III) para su correspondiente reparación en instancias del Laboratorio.



*Fig. 3.6 Comienzo del desmonte de la antena de DECTLink en Gran centro III. Fuente: Foto Propia (Pasantía)*



*Fig. 3.7 Operaciones de Desmantelamiento de la antena de DECTLink de Gran Centro III. Fuente:  
Foto Propia (Pasantía)*

Cualquier Problema que presentaba el abonado de este sistema inalámbrico de telefonía, era nuestro deber ir y solucionarlo, se presentó 2 casos donde el problema radicaba en que la señal era tenue e inestable. Con un simple direccionamiento del RNT (antena que le se confiere al abonado para la comunicación del sistema) el problema se solucionaba.

### **3.4 TERCER MES, AREA LABORATORIO**

Ya Culminando con el periodo de pasantía, en el tercer se designó el área de laboratorio. Donde principalmente se encargan de reparar todo aquel aparato y dispositivo que presente algunas fallas, dentro de la cooperativa como también aparatos de telefonía fija de la población en general y tarifarios y equipos telefónicos que presentan falla de los distintos “puntos Cotel” Repartidos por la ciudad, hacer funcionar equipos en desuso, investigación análisis y diseño de circuitos electrónicos útiles para implementación en Cotel.

Vale mencionar que en este último mes se pudo comprender mucho mas como es el ámbito laboral dentro de un equipo de trabajo, donde exigen y esperan mucho de uno mismo.

A continuación el desarrollo

Para la primera y segunda semana dentro del área de laboratorio fue la capacitación dentro de los temas relevantes del laboratorio, la lectura de manuales era indispensable para entender los temas, que rápidamente paso a la práctica ya que llego una fuente de alimentación Averiada a los dominios del laboratorio, utilizada frecuentemente en las centrales telefónicas que tiene cotel establecidas por las distintas zonas en la ciudad de La Paz y El Alto.

La misión era reparar la fuente de alimentación, llegando a la identificación de los componentes averiados y el posterior cambio, estos componente estaban en la etapa de control del circuito de la fuente conmutada, hablando con el jefe del área, informo que estos circuitos siempre llegaban averiados, pero la falla que presentaban no tenía un patrón común, entonces se dio como propuesta la sistematización del error, sacando el diagrama del circuito y analizar a detalle la etapa de alimentación, control y potencia para encontrar

el desperfecto que ocasionaba distintas fallas dentro de estas fuentes conmutadas , que era provenientes de la industria Española, por lo que no eran fuente comunes

Para la tercera y cuarta semana se ayudó y apoyo en la realización del proyecto de aparatos PPT (push to talk) que era propio y propuesto por el personal del laboratorio, para la comunidad técnica de la cooperativa que se veía en falencia de comunicaciones dentro de sus actividades.



*Fig. 3.8 Equipo Motorola Radia Móvil Instalado en unos de los autos del departamento de Transmisiones. Fuente: Foto Propia (Pasantía)*

La cooperativa ya contaba con los moduladores y micrófonos marca Motorola, pero el único inconveniente era que llegada la falla de los micrófonos Motorola, no se podía repararlos ya que los componentes cmd que tenían, no estaba en comercialización por lo que era muy difícil encontrarlos.

El proyecto constaba en el diseño del circuito para el micrófono que se adapte a los moduladores Motorola, así también como en la fabricación de la carcasa de esos micrófonos.

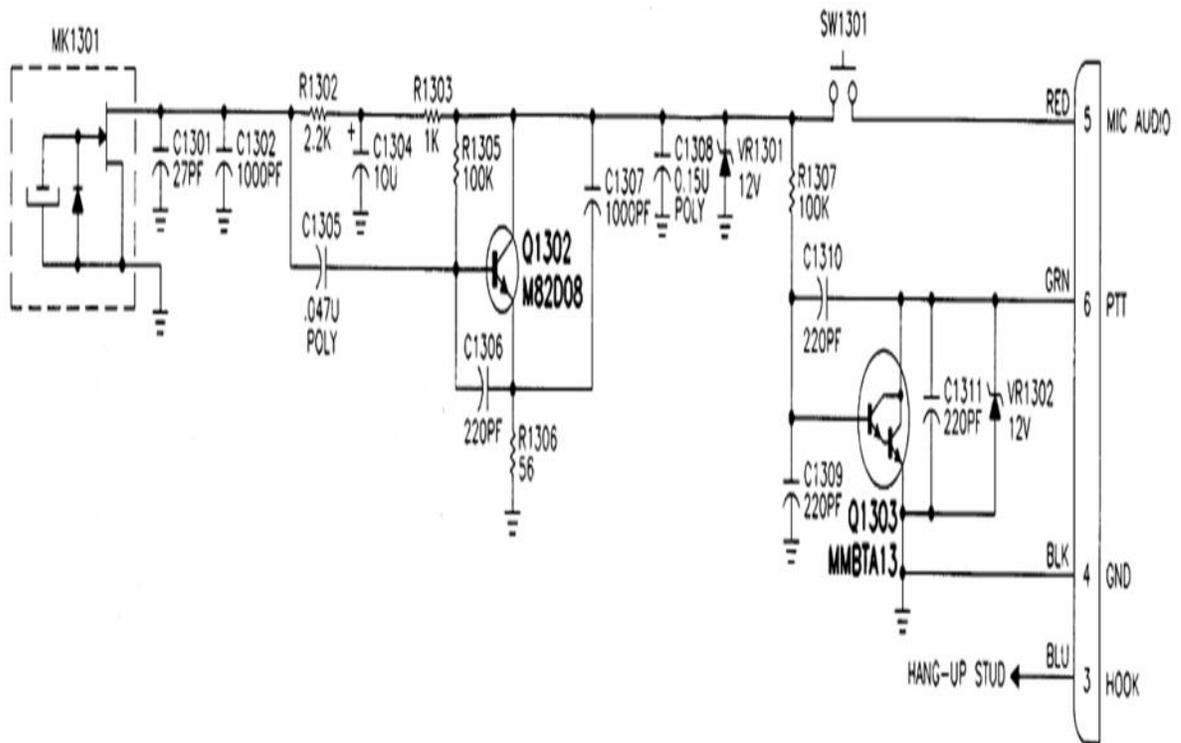


Fig. 3.9 Circuito base de Motorola para la realización del proyecto, se modificó y adaptó a la nueva carcasa. Fuente: Documentos Laboratorio

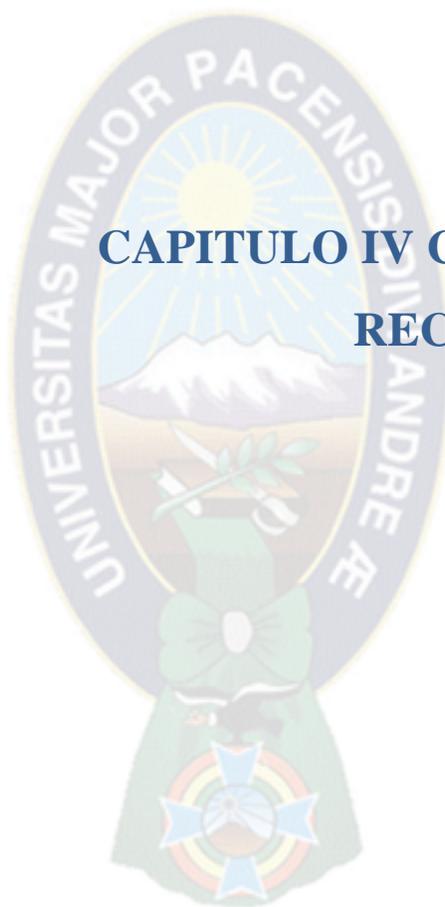
Muchos días y moldes rotos para la realización de estos, todas las ideas que proponíamos eran escuchadas y atendidas para la mejora y la optimización de estos moldes así como el proyecto del micrófono en general.



*Fig. 3.10 Carcasa del Micrófono Motorola el cual se usó de molde para la realización del proyecto. Fuente: Foto Propia (Pasantía)*

### 3.5 RESUMEN DE ACTIVIDADES DENTRO DE LA PASANTIA

Mes/ Área	Sema- na	Nº	Actividad	Breve Descripción
<b>1ro: Abril</b>  Cabecera CATV	<b>1ra</b>	1	Capacitación	Capacitación a través de manuales y medios audiovisuales
		2	Construcción de la Jaula de Faraday	Armado en el área perimetral de la antena para evitar interferencias electrostáticas
	<b>2da y 3ra</b>	3	Mantenimiento de la red HFC	Salidas a puntos de la Red HFC por mantenimiento o reclamo de abonados
	<b>4ta</b>	4	Instalación servicio TV digital	Traslado de los equipos recién adquiridos
<b>2do: Mayo</b>  TXs Urbanas	<b>1ra</b>	5	Capacitación	Capacitación a través de manuales
	<b>2da y 3ra</b>	6	Mantenimiento de Shelters y sistema SDH y PDH	Salida a shelters que presentaban alguna falla y a equipos dentro de una central telefónica
	<b>4ta</b>	7	Monitoreo de Señales DECTLink	Salidas para el registro y control de las señales del sistema DECTLink
		8	Desmote de antena transmisora DECTLink	Desinstalación de los equipos de transmisión de la celda de Gran Centro III para su posterior reparación
<b>3ro: Junio</b>  Labora- torio	<b>1ra y 2da</b>	9	Capacitación	Capacitación a través de manuales
		10	Análisis y diagramación de una fuente de alimentación	El FAC 363B, una fuente muy utilizada en Cotel, que presentaba continuamente fallas, la propuesta era de sistematizar el error al sacar el diagrama del circuito para su mejor análisis y reparación
	<b>3ra y 4ta</b>	11	Proyecto: Fabricación de dispositivos PPT	Apoyo en la fabricación, modelado, ensamblaje y obtención de materiales de dispositivos PPT Proyecto propio de Laboratorio para la comunidad técnica de Cotel,



## **CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 4.1 CONCLUSIONES

La Pasantía realizada fue en extremo útil para adentrarse en el ámbito laboral que para muchos de los estudiantes de la facultad es desconocido y sobre todo primordial para un egresado, pasar de lo teórico a lo práctico y plasmar todo lo aprendido en los distintos años dentro de la facultad , ese es el mayor reto.

También es un gran método de inserción laboral, que como siempre depende en gran manera de la capacidad del egresado. Es el primer paso en el camino profesional y en la obtención de trabajos acorde al área estudiada,

Una experiencia inigualable dentro de la cooperativa COTEL de donde además de poner en prueba todos mis conocimientos, pude aprender aún muchas más cosas dentro del área técnica y laboral.

Grandes personas que me dieron una mano y me guiaron en todo el trascurso de la pasantía a quienes estaré muy agradecido por sus enseñanzas y apoyo.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Gestionar mayores convenios con empresas grandes e importantes dentro del campo de la Electrónica y/o Telecomunicaciones por tener estas los equipos y medios necesarios para una buena asimilación de la práctica profesional.
- El estudiante debe aprovechar al máximo el tiempo de pasantía ya que ahí es donde podrá despejar las dudas que tenga sobre algún tema referente a la actividad de la empresa o institución.

## 4.3 BIBLIOGRAFIA

- Manual LCT SMA-1 SMA-4 Siemens
- Manual OMN SMA-1 SMA-4 Siemens
- Manual ITM SMA-1 SMA-4 Siemens
- Manual OMN SMA-1 K Siemens
- Manual del Sub Bastidor DSMX 2/8 C
- Manual GTX / LCS2000 Radio Mobile Motorola
- Manual Nodo Opto electrónico 6942 4 puertos Scientific Atlanta
- Manual Fuente de Alimentación FAC – 363b Promax
- Manual del Equipo Terminal de Linea LE140LWLOH

## 4.4 GLOSARIO DE TERMINOS

**C-MOS** Complementary Metal Oxide Semiconductor

**CUA** Central Unit

**DLU** Digital Line Unit

**DTMF** Dual-Tone Multi-Frequency

**EEPROM** Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

**GSIM** Global synchronization Interface Module

**HDB3** High-Density Bipolar Three-Bit

**HDSL** High bit rate Digital Subscriber Line

**LTO** Line Termination Optical

**MDF** Main Distribution Frame

**MSUE** Measuring and Suspension Unit Extended

**C-MOS** Complementary Metal Oxide Semiconductor

**CUA** Central Unit

**DLU** Digital Line Unit

**DTMF** Dual-Tone Multi-Frequency

**EEPROM** Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

**GSIM** Global synchronization Interface Module

**HDB3** High-Density Bipolar Three-Bit

**HDSL** High bit rate Digital Subscriber Line

**LTO** Line Termination Optical

**MDF** Main Distribution Frame

**MSUE** Measuring and Supervision Unit Extended

**CATV:** Redes de televisión por cable.

**HFC:** Red híbrida fibra-coaxial.

**TDMA:** Acceso múltiple por división temporal.

**VOD:** Video bajo demanda.

**SNET:** Southern new england telephone

**CBT:** Conectores de base tiempo

**FI:** Frecuencia Intermedia

**RF:** Radio frecuencia

**CAG:** Control automático de ganancia

**SAW:** Surface acoustic wave

**SLOPE ADJ:** Ajuste de pendiente

**STATUS MONITORING SYSTEM:** Sistema de monitoreo de estados

**C/N:** Relación carrier to noise

**S/N:** Relación signal to noise

**PPV:** Pay per view (pago por ver)

## ANEXOS

Fotos Propias durante la pasantía:

*Momento del desmontaje de la antena de DECTLink, trabajadores de la cooperativa*



*Movilidad de la cooperativa en donde realizábamos los viajes para el mantenimiento de la red HFC*



*Terraza de la cabecera CATV de Cotel en donde se encuentran las antenas receptoras y emisoras de señal*



*Antena receptora de señales satelitales armada con una jaula de Faraday para sufrir menos interferencia*



*Aparato fusionador de fibra óptica presente en la sección de transmisiones urbanas*

